

Campinas, SP / Novembro, 2024

Gestão de riscos climáticos na agricultura

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

13 AÇÃO CONTRA A
MUDANÇA GLOBAL
DO CLIMA



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agricultura Digital
Ministério da Agricultura e Pecuária***

e-ISSN 2764-2488

Documentos 192

Novembro, 2024

Gestão de riscos climáticos na agricultura

José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro

Editor técnico

***Embrapa Agricultura Digital
Campinas, SP
2024***

Embrapa Agricultura Digital
Av. Dr. André Tosello, 209 - Cidade
Universitária
Campinas, SP, Brasil
CEP. 13083-886
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Júlio Cesar Dalla Mora Esquerdo
Secretária-executiva
Sônia Ternes

Membros
*Adaauto Luiz Mancini, Alan Massaru Nakai,
Carla Cristiane Osawa, Geraldo Magela
de Almeida Cançado, Graziella Galinari,
Joice Machado Bariani, Juliana Erika de
Carvalho Teixeira Yassitepe, Luiz Manoel
Silva Cunha, Magda Cruciol, Paula
Regina Kuser Falcão*

Revisão de texto
Graziella Galinari

Normalização bibliográfica
Carla Cristiane Osawa

Projeto gráfico
Leandro Souza Fazio

Diagramação
Lucas Campos Barros

Foto de capa:
Joseani Mesquita Antunes

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agricultura Digital

Gestão de riscos climáticos na agricultura / José Eduardo Bo ino de Almeida
Monteiro ... [et al.]. – Campinas : Embrapa Agricultura Digital, 2024.

PDF (67 p.) : il. color. – (Documentos / Embrapa Agricultura Digital, ISSN 2764-
2488 ; 192).

1. Gestão de riscos. 2. Riscos climáticos. 3. Agricultura. I. Monteiro, José Eduardo
Bo ino de Almeida. II. Embrapa Agricultura Digital. III. Série.

CDD (21. ed.) 630.2515

Carla Cristiane Osawa (CRB-8/10421)

© 2024 Embrapa

Autores

José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Fabiani Bender

Meteorologista, mestre em Ciências Atmosféricas, bolsista na Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Nicholas Magnus Deleuse Blikstad

Economista, doutor em Teoria Econômica, bolsista na Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Marco Antonio Fonseca Conceição

Engenheiro civil, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Jales, SP.

Silvio Steinmetz

Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciências da Água e Manejo, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Carlos Reisser Júnior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

José Renato Bouças Farias

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Julio Cezar Franchini

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Patrícia Menezes Santos

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência Animal e Pastagens, pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Balbino Antônio Evangelista

Geógrafo, doutor em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

Santiago Vianna Cuadra

Meteorologista, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Camilo de Lelis Teixeira de Andrade

Engenheiro agrícola, PhD. em Engenharia de Irrigação, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Danilton Luis Flumignan

Agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Marcos Braga

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Fernando Antonio Macena da Silva

Agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

Aryeverton Fortes de Oliveira

Economista, Doutor em Economia, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Magna Soelma Beserra de Moura

Engenheira-agrônoma, doutora em Recursos Naturais, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

Daniel de Castro Victoria

Engenheiro-agrônomo, doutor em ciências, pesquisador da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP.

Ricardo Guimarães Andrade

Engenheiro-agrícola, doutor em Meteorologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

Gilberto Rocca da Cunha

Agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Apresentação

No Brasil e no mundo, eventos meteorológicos extremos têm impactado os mercados de matérias-primas e alimentos nos últimos anos, causando redução de oferta de alguns alimentos, o que leva ao aumento de preços e pressão inflacionária. Esses e outros impactos decorrentes de mudanças climáticas ameaçam reverter décadas de progressos alcançados na agricultura brasileira, na redução da pobreza, na segurança alimentar e no crescimento econômico do Brasil.

A adaptação dos sistemas produtivos agropecuários e o desenvolvimento de uma cultura de gestão de riscos são prioridades estratégicas nas agendas das principais economias mundiais e dentre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), além de ser uma necessidade urgente para a agropecuária brasileira.

Esta publicação busca elucidar, de forma breve e didática, os principais conceitos e processos úteis para a gestão de riscos climáticos na agricultura, apresentando também um conjunto de informações práticas e exemplos sobre algumas das principais estratégias para o tratamento de riscos na propriedade rural, com o objetivo de auxiliar a formação de uma cultura de gestão de riscos no setor agropecuário. Desta forma, ela se enquadra dentre algumas metas do décimo terceiro ODS (ODS 13), procurando, com essas elucidações, reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e integrar medidas referentes às mudanças climáticas nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais, bem como promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e, em especial, à gestão eficaz da agricultura.

Stanley Robson de Medeiros Oliveira
Chefe-Geral da Embrapa Agricultura Digital

Sumário

Introdução	11
Clima e agricultura	13
Risco climático	15
Variabilidade climática	16
Mudanças climáticas	18
Gestão de riscos climáticos na agricultura	23
Identificação de riscos	23
Avaliação de riscos	25
Tratamento dos riscos	32
Monitoramento dos resultados	57
Considerações finais	61
A formação de uma cultura de gestão de riscos no setor agropecuário	61
O papel da sociedade e do Estado na construção de políticas públicas	62
Referências	65

Introdução

A demanda crescente por produtos agrícolas, mercados globais com custos e receitas voláteis, intensificação de sistemas produtivos, expansão da agricultura para ambientes novos ou marginais e, ainda, mudanças nas condições climáticas, demandam melhorias na gestão de riscos climáticos e sistemas de apoio à decisão para permitir escolhas apropriadas de práticas e estratégias que façam frente a adversidades climáticas atuais e futuras.

A gestão de riscos pode ser definida como o conjunto de ações coordenadas com o objetivo de reduzir probabilidades ou a magnitude dos impactos adversos por meio da identificação dos riscos, avaliação dos mesmos, seu tratamento e o monitoramento dos resultados. Seu objetivo é promover o desenvolvimento sustentável maximizando os impactos benéficos das respostas à variabilidade ou às mudanças climáticas e minimizando os impactos negativos.

Pesquisas, observações, avaliações científicas e desenvolvimento de tecnologia podem ajudar a revelar riscos e oportunidades associados ao sistema climático e apoiar a tomada de decisões com relação à gestão de riscos. Expandir a base de conhecimento em todos os níveis ou elos das cadeias produtivas permite que seus participantes entendam, selecionem e refinem estratégias específicas de gestão de riscos e, assim, aumentem a eficácia dos esforços de gestão de riscos. A expansão da base de conhecimento pode, em alguns casos, também revelar oportunidades inteiramente novas para proteger o sistema climático ou reduzir os riscos de impactos de mudanças climáticas.

Desta forma, esta publicação apresenta, de forma básica e introdutória, os principais conceitos e processos úteis para a gestão de riscos climáticos na agricultura, bem como um conjunto de informações práticas e exemplos sobre algumas das principais estratégias para o tratamento de riscos na propriedade rural.

Clima e agricultura

A agricultura é a atividade humana mais dependente das condições do tempo e do clima.

As condições meteorológicas afetam continuamente os processos metabólicos das plantas, o que determina o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas. Quando as condições do tempo deixam de ser favoráveis, danos diretos ou indiretos podem ocorrer em plantações, criações, bens, infraestruturas ou ambiente, causando prejuízos. Seca, excesso de chuva, temperaturas muito baixas ou muito altas, granizo, tempestades e vendavais são alguns exemplos de eventos meteorológicos adversos que impactam fortemente a agricultura. (Sentelhas; Monteiro, 2009).

O tempo afeta também a relação das plantas com microrganismos, insetos, fungos e bactérias, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, e influenciando em seu controle. Muitas práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações e a colheita, entre outras, dependem também de condições específicas de tempo e de umidade no solo para que possam ser realizadas de forma adequada. (Pereira et al., 2002; Sentelhas; Monteiro, 2009).

Em grande parte das principais regiões produtoras do planeta, mais de 60% da variabilidade da produção agrícola pode ser explicada pela variabilidade climática (Ray et al., 2015), especialmente para as culturas de sequeiro, já que os agricultores podem exercer pouco ou nenhum controle sobre as condições do tempo.

Um evento meteorológico adverso (Evento Adverso (EA)) ocorre quando as condições meteorológicas se distanciam de um intervalo favorável à produção vegetal ou animal, passando a causar danos diretos ou indiretos que reduzem a produtividade e ou a qualidade da produção, ou provocam prejuízos a bens, a infraestruturas ou ao ambiente.

Eventos adversos como seca, excesso de chuva, vendavais, granizo e temperaturas extremas (muito altas ou muito baixas) exercem forte impacto negativo na produção vegetal, animal, florestal e

aquícola. Um evento adverso, dependendo da sua intensidade, pode reduzir ou até inviabilizar completamente a produção agropecuária em um determinado período ou safra. Mas, dependendo da sua recorrência, ou seja, da sua frequência de ocorrência ao longo dos anos, pode, até mesmo, tornar a produção inviável em um determinado local ou para uma época de plantio específica.

O principal risco climático para a agricultura no Brasil está associado aos eventos de seca, responsáveis pela maior parte das perdas econômicas cobertas pelo Programa de Garantia da Atividade Agropecuária, Proagro, em diversas culturas, entre os anos de 2013 a 2021 (como ilustrado na Figura 1). No mesmo período, a chuva excessiva foi a segunda maior causa de perdas e a geadas foi a terceira. (Banco Central do Brasil, 2024a).

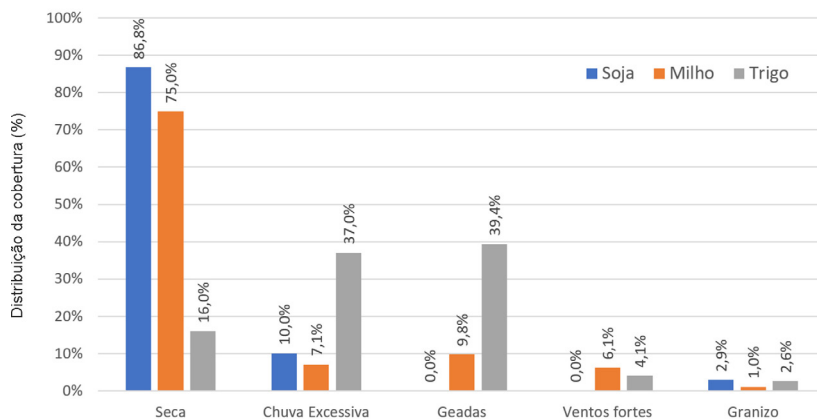


Figura 1. Distribuição das coberturas pelo Proagro por evento causador da perda, no período de 2013 a 2021, para as culturas da soja, milho e trigo.

Fonte: Adaptado do Banco Central do Brasil (2024a).

Os riscos climáticos podem variar bastante em função da cultura, da região, do solo e da época do ano. A variabilidade climática interanual influencia diretamente o risco climático de um determinado local, pois refere-se às flutuações naturais que ocorrem na média das condições climáticas ao longo dos anos. Essas variações são resultantes de uma interação complexa entre diversos fatores, como oscilações naturais nos padrões de circulação atmosférica, oscilações oceânicas (*El Niño* e *La Niña*), atividade solar, vulcanismo, entre outros. Essa variabilidade é normal e esperada no sistema climático da Terra, podendo ocasionar anos mais secos ou mais chuvosos, anos mais frios ou mais quentes e, eventualmente, favorecendo a ocorrência de eventos meteorológicos adversos para uma cultura em determinados anos.

Em alguns casos, essa variabilidade pode levar à ocorrência de eventos meteorológicos extremos, como secas prolongadas, ondas de calor, chuvas muito intensas, inundações e tempestades severas. Esses eventos extremos podem resultar em danos significativos às comunidades, às infraestruturas, à agricultura, à segurança alimentar e à economia. Essa variabilidade nas condições do tempo que ocorrem entre um ano e outro sempre estiveram presentes na dinâmica climática terrestre, o que é fundamental para o entendimento da natureza eventual ou probabilística da recorrência de eventos adversos e, portanto, também para a gestão de riscos.

Risco climático

O risco climático pode ser definido como o possível impacto negativo que um evento climático pode causar a pessoas, bens ou ecossistemas. Assim, o risco climático combina, de certa forma, a probabilidade de ocorrência de um evento meteorológico adverso com o impacto desse evento. O impacto, por sua vez, depende do grau de exposição, ou seja, da maior ou menor presença de pessoas, bens ou ecossistemas sujeitos ao evento adverso e da vulnerabilidade, que expressa o grau de suscetibilidade desses entes ao evento adverso em questão.

Neste contexto, uma seca de determinada intensidade ou duração pode ser altamente deletéria para um cultivo sensível ao déficit hídrico, como o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) por exemplo, e praticamente insignificante para um cultivo adaptado a regiões mais secas, como a palma forrageira (*Opuntia* spp; *Nopalea* spp). Ou seja, a cultura do feijoeiro é mais vulnerável à seca que a cultura da palma forrageira e, portanto, para um mesmo local e época, o risco de seca para o feijoeiro é maior.

Importante diferenciar risco de incerteza. O risco refere-se a uma probabilidade que pode ser estimada a partir de informações anteriores, enquanto a incerteza aplica-se a situações em que a probabilidade não pode ser estimada ou sua estimativa é imprecisa.

Variabilidade climática

A variabilidade climática refere-se às flutuações naturais que ocorrem nas condições meteorológicas de uma região. Essas variações podem ser observadas em diferentes escalas temporais, desde meses, normalmente nominadas com variabilidade intrasazonal; entre anos, chamada de variabilidade interanual; e até oscilações que ocorrem em escala de vários anos, normalmente associadas com eventos forçados pela temperatura dos oceanos, ou décadas, nominada como variabilidade interdecadal (Ayoade, 2010). Como consequência, a produção agropecuária é afetada por anos mais quentes ou mais frios, mais secos ou mais chuvosos, por exemplo.

A variabilidade climática é uma característica inerente ao sistema climático da Terra, sendo o resultado de processos naturais relacionados à circulação atmosférica, correntes oceânicas e interações entre a atmosfera e os oceanos. Esses padrões são impulsionados pela energia solar e pela rotação da Terra e podem ser classificados em várias escalas, desde circulações globais até fenômenos regionais.

Os principais padrões de circulação atmosférica são sistemas complexos que movem o ar ao redor do globo, distribuindo calor e umidade e influenciando o clima de diferentes regiões. Esses padrões são impulsionados pela energia solar e pela rotação da Terra, e podem ser

classificados em várias escalas, desde circulações globais até fenômenos regionais. Esses padrões de circulação atmosférica incluem:

- Células de Circulação Global: a) Célula de Hadley - ocorre entre o Equador e aproximadamente 30° de latitude norte e sul; b) Célula de Ferrel - circulação que ocorre entre 30° e 60° de latitude norte e sul; e c) Célula Polar - circulação que ocorre entre 60° de latitude e os polos.
- Oscilações Atmosféricas: a) Oscilação do Atlântico Norte (North Atlantic Oscillation - NAO) - influencia o clima na Europa e na América do Norte; b) Oscilação Ártica (Arctic Oscillation - AO) - afeta as condições climáticas no Hemisfério Norte; e c) Oscilação do Sul (South Oscillation - SO) - associada aos fenômenos *El Niño* e *La Niña*.
- Fenômenos Regionais: a) Monções - ventos sazonais que trazem chuvas intensas em regiões como a Índia e o Sudeste Asiático; b) Jatos de Altitude - correntes de ar rápidas que ocorrem em altas altitudes e influenciam o clima global; e c) Oscilação Madden-Julian (Madden-Julian Oscillation - MJO) - padrão de variabilidade climática que se propaga de oeste para leste ao longo dos trópicos.
- Padrões Secundários de Circulação Atmosférica: a) Brisas Marítimas e Terrestres - ventos locais que ocorrem devido às diferenças de temperatura entre a terra e o mar; e b) Oscilações Regionais - padrões de circulação que afetam áreas específicas e menores em comparação com os padrões globais.

De forma similar, os oceanos apresentam padrões de circulação através das correntes oceânicas (ex. Humboldt, Golfo) e oscilações sazonais (ex. Decadal do Pacífico, *El Niño*, *La Niña*), que interagem com a atmosfera e também influenciam na regulação do clima, armazenando e transportando calor e umidade ao redor do globo.

Alguns exemplos de correntes oceânicas incluem:

- Corrente de Humboldt, de águas frias, que flui ao longo da costa oeste da América do Sul.

- Corrente do Golfo, que flui do Golfo do México ao longo da costa leste dos Estados Unidos e atravessa o Atlântico Norte.

Alguns exemplos de oscilações oceânicas sazonais incluem:

- Oscilação Decadal do Pacífico (Pacific Decadal Oscillation - PDO), é um padrão de variabilidade cíclico nas temperaturas do Oceano Pacífico e que ocorre em uma escala de décadas.
- *El Niño*, é uma oscilação sazonal que ocorre em uma escala de meses a poucos anos e corresponde ao aumento da temperatura das águas do Oceano Pacífico equatorial, enquanto *La Niña* é o fenômeno análogo que corresponde à diminuição dessa temperatura.

Uma vez que esses padrões de circulação estão interconectados, variações na intensidade ou na posição dessas correntes de massa e calor acabam por influenciar outros sistemas ou subsistemas adjacentes, afetando uma série de outros em sequência. Por exemplo, uma mudança na posição do jato de altitude pode alterar os padrões de precipitação em uma região, enquanto uma variação na corrente do Golfo pode influenciar as temperaturas na Europa. No Brasil, a ocorrência do *El Niño* está associada a secas mais prolongadas e a calor no Norte e no Nordeste e a chuvas em maior quantidade na região Sul.

De tempos em tempos, a combinação de determinadas situações nos padrões globais com regionais, ou até locais, pode levar a uma intensificação de determinadas anomalias, criando condições favoráveis à ocorrência de eventos meteorológicos extremos.

Mudanças climáticas

O clima é a média estatística das condições do tempo medido durante um longo período, normalmente 30 anos. Enquanto a variabilidade das condições do tempo entre um ano e outro fazem parte de uma flutuação normal e cíclica de curto prazo, a mudança climática é uma alteração sustentada e de longo prazo nos padrões de temperatura e clima.

Alterações no clima da Terra já ocorreram diversas vezes no passado ao longo de escalas de tempo que vão de décadas a centenas de milhares ou de milhões de anos, devido a causas naturais (National Academy of Sciences, 2020). Porém, as mudanças climáticas em curso estão sendo causadas por atividades humanas que levam a um aumento na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, principalmente por causa do uso de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás (Lynas et al., 2021).

O fenômeno das mudanças climáticas traz consigo não apenas uma alteração na média climática, mas também potenciais alterações nos padrões de circulação e, portanto, na própria variabilidade climática já conhecida. À medida que o planeta se aquece, ondas de calor e temperaturas extremas ocorrem com maior frequência e por mais tempo. Em muitas regiões, isso leva a um aumento na evaporação dos corpos hídricos e do solo, conduzindo a condições mais secas. Ao mesmo tempo, o aumento da quantidade de vapor d'água na atmosfera leva a um aumento na ocorrência de tempestades, com chuvas e ventos muito fortes, em outras regiões, agravando as condições para enchentes. Desta forma, as mudanças climáticas alteram também a frequência de ocorrência e a intensidade de eventos adversos ou extremos. (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

No início dos anos 2000, os primeiros estudos de avaliação de impactos de cenários climáticos futuros na agricultura brasileira já projetavam significativo aumento de perdas devido ao risco climático. Tais perdas poderiam passar de R\$ 7,4 bilhões ao ano (ou R\$ 18,4 bilhões ao ano se atualizado pelo IPCA 04/2024) a partir de 2020 (Deconto, 2008). Em 2015, no trabalho intitulado "Revisão rápida e integrada da gestão de riscos agropecuários no Brasil", do Banco Mundial, Embrapa e Ministério de Agricultura e Pecuária, foram estimadas perdas de R\$11 bilhões ao ano (ou R\$ 18 bilhões ao ano se atualizado pelo IPCA 04/2024), devido a riscos diversos, principalmente climáticos (Arias et al., 2015). Porém, nos últimos dez anos, eventos climáticos extremos causaram prejuízos de R\$ 443 bilhões no Brasil, de acordo com dados da Confederação Nacional de Municípios, registrados no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres do Ministério da

Integração e do Desenvolvimento Regional. Vale ressaltar que cerca de 81% dessas perdas se concentram na agropecuária e que, apenas no ano de 2022, os prejuízos econômicos chegaram a R\$ 106 bilhões. (Brasil, 2024).

O aumento na recorrência de eventos adversos em várias partes do mundo está diretamente relacionado a alterações nos padrões climáticos. No Brasil, uma série de eventos extremos vem ocorrendo nos últimos anos, frequentemente com intensidade ou amplitude geográfica inéditos:

- 2020/21: pior seca em 70 anos no Sudeste e Mato Grosso do Sul; reservatórios de hidrelétricas atingem mínimas históricas (Dezember, 2021); geadas recorde atingem segunda safra e culturas perenes no Centro-Sul (Vieceli, 2021); recorde de temperatura negativa em Santa Catarina, com 8,9 °C; recorde de temperatura na América do Norte, com 49,5 °C; maior cheia em 119 anos de registro ocorre no Rio Negro, no Amazonas;
- 2021/22: seca grave no Centro-Sul do Brasil atinge a primeira safra no período crítico causando mais de R\$ 70 bilhões em perdas (Oliveira, 2022);
- 2022/23: seca no Rio Grande do Sul pelo terceiro ano consecutivo, inédito em 50 anos de registros, com 400 municípios em estado de emergência; bacia do Rio Negro, no Amazonas, tem menor nível (seca) em 120 anos;
- 2023/24: seca na região Central e Norte do Brasil atrasa implantação da primeira safra e restringe a segunda safra; seca recorde em Roraima; cheias deixam cidades isoladas no Acre; pior ciclone extratropical já registrado no Rio Grande do Sul, com 46 mortes;
- 2024: maior desastre climático da história do Brasil com chuvas e enchentes recorde no Rio Grande do Sul resulta em mortes, perdas de rebanhos e prejuízos diversos na agricultura e na infraestrutura em geral.

O ano de 2023 foi o mais quente já registrado desde que as medições objetivas se iniciaram a partir de meados de 1850, de acordo com os principais centros de monitoramento meteorológico como NOAA, Met Office, Japan Met Agency, entre outros. O Serviço de Monitorização das Alterações Climáticas, o Copernicus, um programa da União Europeia, determinou que o planeta alcançou 1,48 °C acima da média pré-industrial (1850-1900) neste ano de 2023 (Witze, 2024).

Paralelamente, avanços recentes no conhecimento científico sobre a dinâmica das condições climáticas globais levaram a um novo consenso científico sobre o aquecimento global e suas relações com eventos extremos. Níveis de risco e impacto antes considerados prováveis em um aquecimento superior a 2 °C podem, na verdade, ocorrer já a partir de 1,5 °C (AR6) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023).

Não apenas no Brasil, mas no mundo, eventos meteorológicos extremos têm impactado os mercados de matérias-primas e alimentos nos últimos anos, causando redução de oferta de alguns alimentos, aumento de preços e pressão inflacionária. Esses e outros impactos decorrentes de mudanças climáticas ameaçam reverter décadas de progressos alcançados na agricultura brasileira, na redução da pobreza, na segurança alimentar e no crescimento econômico do Brasil.

Os eventos climáticos extremos se tornarão ainda mais frequentes e intensos nos próximos anos (FAO, 2021). Nesse contexto, para que a economia agropecuária brasileira possa manter sua sustentabilidade e continuar prosperando, toda a cadeia produtiva, inclusive os setores de crédito e de seguros, terão o grande desafio de quantificar riscos e ajustar os atuais sistemas de produção para esta nova realidade.

Assim, a adaptação dos sistemas produtivos agropecuários e o desenvolvimento de uma cultura de gestão de riscos são prioridades estratégicas nas agendas das principais economias mundiais, e uma necessidade urgente para a agropecuária brasileira.

Gestão de riscos climáticos na agricultura

A gestão de riscos pode ser definida como o conjunto de ações coordenadas com o objetivo de minimizar riscos (probabilidade e impacto) e maximizar oportunidades (probabilidade e benefícios). As etapas essenciais em um processo de gestão de riscos são: a) identificação dos riscos; b) avaliação dos riscos; c) tratamento dos riscos; e d) monitoramento dos resultados (Figura 2).

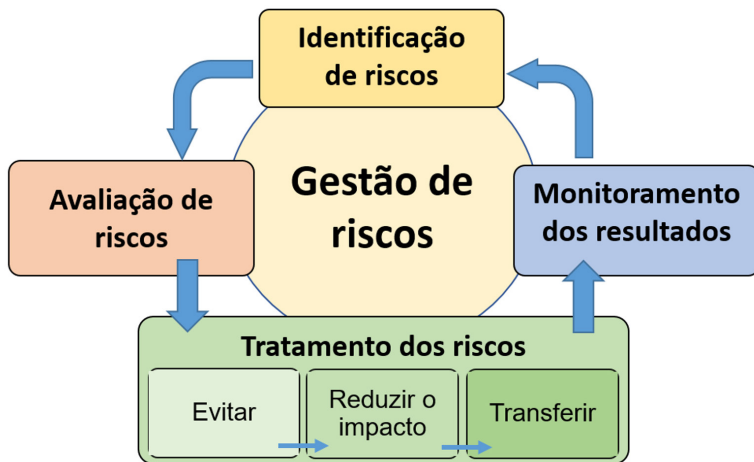


Figura 2. As etapas do processo de gestão de riscos.

No ambiente agropecuário, considerando que os sistemas de produção, cultivares e variedades, manejo e tratos culturais, solo e clima podem se modificar em maior ou menor grau ao longo do tempo, a matriz de riscos pode também ser alterada (Debiasi et al., 2022). Assim, a gestão de riscos deve ser entendida como um processo dinâmico, cíclico e atualizável. Portanto, o monitoramento dos resultados deve buscar avaliar periodicamente a efetividade das estratégias

de tratamento dos riscos, revelando as necessidades eventuais de ajuste nessas estratégias ou mesmo de atualização nas avaliações de riscos.

Identificação de riscos

O primeiro passo no processo de gestão de riscos consiste em identificar todos os eventos que podem impactar negativamente (risco) ou positivamente (oportunidade) o sistema de produção.

No empreendimento de uma lavoura de grãos, por exemplo, a busca pela máxima produtividade pode ser afetada por eventos adversos (EAs) em diversas etapas e por diferentes fatores que prejudicam a execução adequada de operações agrícolas ou o crescimento e a produtividade das plantas.

Neste contexto, uma mesma condição ou evento meteorológico pode ter impactos diferentes conforme o momento do ciclo produtivo em que ocorre. Uma situação de chuvas abundantes e frequentes, por exemplo, pode ser prejudicial quando atrasa uma operação de semeadura, configurando um risco ao impedir o aproveitamento da época ideal para cultura. Por outro lado, a mesma condição meteorológica pode ser favorável quando ocorre numa fase posterior da cultura, como no crescimento vegetativo, o que configura uma oportunidade. Menos chuvas no final do ciclo de produção favorecem a maturação e a sanidade dos grãos – uma oportunidade.

A identificação dos riscos relevantes para uma cultura depende muito das características e das necessidades de cada espécie cultivada e do ciclo de desenvolvimento, de forma que o conjunto de situações que representam riscos relevantes para trigo, por exemplo, certamente serão diferentes para feijão, milho ou banana.

Avaliação de riscos

O segundo passo no processo de gestão de riscos consiste em descrever de forma quantitativa os eventos que podem impactar negativamente (risco) ou positivamente (oportunidade) o sistema de

produção. Quando a abordagem quantitativa não é possível, por falta de dados, informações ou um método numérico estabelecido, pode-se recorrer a uma avaliação de riscos de forma qualitativa.

Uma avaliação qualitativa é uma forma de caracterizar os riscos através de uma escala interpretativa, em classes ou categorias de maior ou menor probabilidade (P) e ou impacto (I). Isso pode facilitar o processo de avaliação, mas depende de um conhecimento previamente acumulado, seja com base em conhecimento dos produtores locais ou de especialistas. Alguns exemplos: um risco “baixo” de ocorrência de geada com impacto “severo”; um risco “elevado” de ocorrência de seca com impacto “moderado” (Figura 3).

Por outro lado, uma avaliação quantitativa de riscos tem como objetivo descrever um determinado risco com precisão numérica, determinando a probabilidade e/ou impacto. Alguns exemplos: um risco de 20% de ocorrência de seca (probabilidade de ocorrência); um déficit hídrico acumulado de 180 mm no ciclo de cultivo em decorrência da falta de chuvas (impacto na disponibilidade hídrica no ambiente); uma redução de 20 sacas por hectare na produtividade esperada em consequência da seca (impacto na cultura); uma redução de R\$ 1.600,00 por hectare na renda esperada decorrente da perda de produtividade causada pela seca (impacto na renda).

No contexto agroclimático, a avaliação da probabilidade de ocorrência (P) pode ser determinada de forma direta ou indireta. A forma direta é possível quando existe um registro histórico de perdas de produção ou de EAs causadores de perdas, longo o suficiente para se produzir uma distribuição de frequência adequada. Quando a forma direta não é possível, a forma indireta pode ser uma alternativa. Neste caso, recorre-se ao uso de séries históricas de dados meteorológicos. Inicialmente, é preciso definir as condições meteorológicas específicas que caracterizam um EA para uma determinada cultura, de acordo com as características e necessidades de cada espécie. Uma vez definida a condição meteorológica, é preciso realizar uma análise das séries históricas de dados meteorológicos para a determinação da frequência de ocorrência dessas condições.

A avaliação do impacto (I) também pode ser determinada de forma direta ou indireta. A forma direta é possível quando existe um registro histórico dos impactos por evento (ex.: perda de produção por seca). A forma indireta requer a aplicação de modelos de cultura capazes de estimar as perdas de produção em função das condições meteorológicas registradas em séries de dados históricos.

Uma forma prática e eficiente de compreender os riscos é através da matriz de riscos ou matriz de probabilidade e impacto. Por meio dessas duas dimensões, é possível atribuir e visualizar a classificação do risco de forma qualitativa ou quantitativa, como ilustrada na Figura 3. É uma ferramenta de gerenciamento de riscos que permite identificar visualmente o quão crítico é um determinado risco e quais riscos devem receber mais atenção.

Tanto na avaliação de probabilidade quanto na avaliação dos impactos, o conhecimento e a experiência de agentes locais os tornam fonte relevante de informações complementares que podem ser utilizadas em um processo de crítica e validação das análises objetivas.

Classificação do Risco						
Probabilidade (%)	>40	Médio	Alto	Alto	Muito Alto	Muito Alto
	31 a 40	Médio	Médio	Alto	Alto	Muito Alto
	21 a 30	Baixo	Médio	Médio	Alto	Alto
	11 a 20	Baixo	Baixo	Médio	Médio	Alto
	1 a 10	Muito Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Médio
		0 a 20	21 a 40	41 a 60	61 a 80	81 a 100
		Impacto ou Perda (%)				

Figura 3. Exemplo de uma matriz de risco.

Em uma avaliação do resultado financeiro, busca-se quantificar o impacto financeiro de um determinado risco, pois esses valores podem representar um custo adicional potencial não previsto no orçamento do sistema produtivo. Por exemplo, quando uma operação de semeadura precisa ser repetida em função de perdas ou morte de plantas na fase de germinação e emergência, o que gera custos adicionais. O impacto financeiro também pode ocorrer na forma de redução de receita decorrente de menor produtividade.

Além das características e necessidades específicas de cada cultura agrícola, os resultados de cada lavoura também são fortemente influenciados por fatores regionais e estacionais (época do ano), dependendo de onde ou quando são cultivadas. Considerando os dados do Proagro de 2013 a 2021, os eventos de seca representam cerca de 87% das perdas em soja, 75% no milho e 16% no trigo (Banco Central do Brasil, 2024a). Em contraste, eventos de geada quase não ocorrem na soja, representam quase 10% das perdas no milho e cerca de 40% das perdas em trigo. No caso do trigo, por exemplo, por ser cultivado principalmente no Sul do Brasil e durante o inverno, este tem maiores perdas provocadas por geada e chuva excessiva do que por seca, ao contrário do que ocorre na soja e no milho.

Portanto, conhecer bem o solo, avaliar o clima da região e utilizar o manejo mais adequado são práticas que podem ajudar a prever e mitigar os riscos e fornecer as maiores chances possíveis de êxito ao produtor.

Zoneamento Agrícola de Risco Climático - Zarc

O Zarc é um estudo agrometeorológico que delimita regiões de produção e épocas de plantio de acordo com suas probabilidades de perda de produção (risco) causada por eventos meteorológicos adversos. Ou seja, é essencialmente um método de avaliação de riscos.

O Zarc é mantido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), com o apoio técnico e científico da Embrapa. Seus resultados servem como indicadores para elaboração de contratos do Proagro, do Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), seguro e crédito rural.

Esses estudos se fundamentam em uma ampla base de conhecimento, dados agronômicos e meteorológicos e técnicas de modelagem, combinados em sistemas de processamento em larga escala para geração e análise de diversos cenários por cultura, possibilitando uma avaliação do clima associado com as características físico-hídricas do solo, os ciclos das culturas, as datas de plantio e a sensibilidade das culturas aos efeitos do clima nos diferentes estágios de desenvolvimento das plantas, dentre outros fatores (Santos; Martins, 2016). Os resultados traduzem-se em níveis de risco para cada município e época do ano.

O risco climático para uma determinada cultura é calculado considerando suas características e necessidades específicas, como durações do ciclo e períodos críticos, confrontadas com condições meteorológicas também específicas que poderiam comprometer o crescimento e a produtividade do cultivo. No processo de geração do Zarc utiliza-se, normalmente, modelos de cultura ou de balanço hídrico de cultivos e séries históricas de dados meteorológicos com 30 anos de duração ou mais em cerca de 3,5 mil pontos de observação, distribuídos em todo o território nacional. A partir dos cálculos do balanço hídrico é possível determinar quando e com qual intensidade, ao longo da série histórica, ocorreram situações de deficit hídrico prejudicial ao cultivo, especialmente quando coincide com fases da planta mais sensíveis à falta de água. A partir das análises das séries de dados de temperatura, é possível verificar a ocorrência de temperaturas extremas, muito baixas ou muito altas. Esse processo é repetido para diversas épocas de cultivo, nos 36 decêndios do ano, para diversos grupos de cultivares com ciclos mais curtos ou mais longos e, ainda, em diferentes tipos de solo.

Desta forma, é determinada a frequência de ocorrência de condições meteorológicas favoráveis e desfavoráveis ao cultivo ao longo das séries históricas, como, por exemplo: a) períodos de estiagem durante a fase mais sensível de florescimento e enchimento de grãos; b) geada; c) chuva excessiva impedindo a mecanização da colheita ou afetando a qualidade dos grãos; d) chuva e umidade excessiva favorecendo doenças fúngicas; e e) temperaturas muito altas causando

o abortamento de flores ou a queda de frutos em fase inicial de formação. O resultado final, o Zarc, é uma delimitação no espaço (regiões ou municípios) e no tempo (épocas de plantio e cultivo) do risco climático para cada combinação de cultura, comprimento de ciclo e classe de solo, permitindo identificar locais e épocas do ano com maiores chances de sucesso ou menores chances de frustrações de safra, como ilustrado nas Figuras 4 e 5.

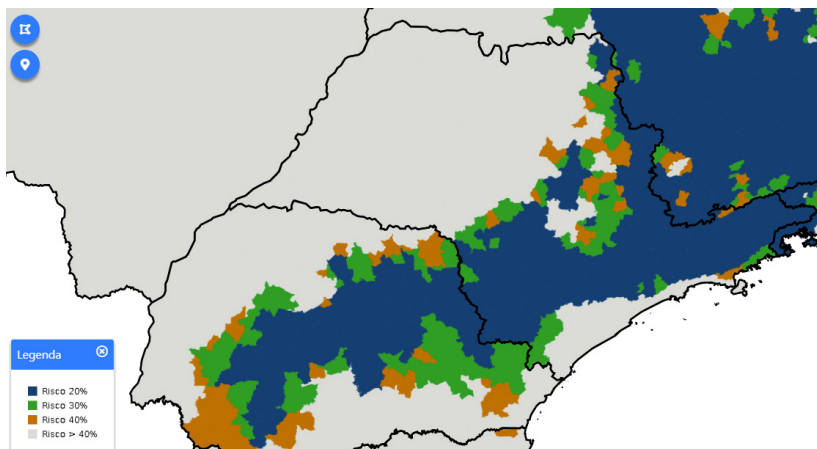


Figura 4. Delimitação de regiões e municípios, de acordo com a sua probabilidade de ocorrência de eventos meteorológicos adversos causadores de perda de produção, para uma determinada combinação de cultura, grupo, solo e data de semeadura ou plantio.

Na Figura 4 é apresentado o resultado de um Zarc para o plantio de mudas de café (*Coffea arabica*) no Centro-Sul do Brasil, em solo de média capacidade de armazenamento hídrico e plantio no segundo decêndio de outubro. No mapa é mostrado o risco médio de cada município em classes de até 20% (azul), 21% a 30% (verde), 31% a 40% (laranja) e maior que 40% (cinza claro). Nesta época de plantio, o resultado do Zarc reflete os riscos resultantes da deficiência hídrica e de temperaturas muito baixas. Na Figura 5 apresentam-se os resultados do Zarc para o mesmo caso, porém permitindo avaliar as

diferenças entre as várias épocas possíveis de plantio para alguns municípios.

UF	Município	Geocódigo	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
MG	<input type="text"/>	<input type="text"/>																	
MG	Chapada do Norte	3116100	0	0	0	0	0	0	0	40	30	20	20	20	40	0	0	0	0
MG	Chapada Gaúcha	3116159	0	0	0	0	0	0	0	40	20	20	20	40	0	0	0	0	0
MG	Chãdior	3116209	0	0	0	0	30	20	20	20	20	20	20	20	30	30	40	0	0
MG	Cipotânea	3116308	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	40	40	0
MG	Claraval	3116407	0	0	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	0	0	0	0
MG	Ciara dos Poções	3116506	0	0	0	0	40	40	40	30	20	20	20	20	40	0	0	0	0

Figura 5. Delimitação das épocas de cultivo, de acordo com a sua probabilidade de ocorrência de eventos meteorológicos adversos causadores de perda de produção, para determinadas combinações de cultura, grupo, solo e município.

As informações geradas pelo Zarc podem ser utilizadas na gestão de riscos climáticos na propriedade rural, bem como por gestores públicos como suporte à tomada de decisão no Proagro e na subvenção federal ao prêmio do seguro rural (PSR), evitando perdas excessivas em áreas ou épocas de alto risco para a agricultura, bem como avaliar soluções para sistemas de produção menos suscetíveis às adversidades climáticas. Para fazer jus ao Proagro ou ao PSR, e, assim, ter acesso ao crédito rural, o produtor deve respeitar as épocas e locais de plantio dentro dos níveis de risco aceito nesses programas (20%, 30% e 40%).

Uma análise ampla desses indicadores de risco para as diferentes culturas e regiões permite aos produtores e técnicos avaliarem e decidirem quais as possibilidades e melhores opções quanto: a) às espécies de cultivo viáveis para o seu município; b) à melhor época de plantio e produção; c) às características preferenciais de cultivares, se resilientes ou de alto potencial produtivo; d) à necessidade de práticas de manejo agrônomo complementares ou obrigatórias, como a irrigação, por exemplo; e) ao uso preferencial de cultivares de ciclo curto, intermediário ou longo; e f) às possibilidades para se

concentrar recursos em um único ciclo de produção (uma safra) ou dividir recursos em dois ciclos ou mais (duas safras ou mais).

Breve histórico do surgimento do Zarc

A partir de avaliações do desempenho do Proagro realizadas no início da década de 1990 (Göpfert et al., 1993), foi possível identificar alguns problemas estruturais que atingiam esse programa, como a falta de fiscalização sistemática, ausência de cálculos atuariais adequados, inexigibilidade de tecnologias adequadas ao plantio, entre outros. Esse estudo demonstrou as altas taxas de sinistralidade agrícola, evidenciando que chuvas excessivas e secas tornavam o Proagro vulnerável, já que correspondiam a 95% das indenizações, além dos casos de geadas, indicando a necessidade de adoção de medidas preservadoras acerca destes fenômenos (Göpfert et al., 1993; Rossetti, 1998).

Em outubro de 1995, o Mapa e a Embrapa deram início ao Projeto de Redução de Riscos Climáticos, que iniciou a concretização do Zarc tal qual existe atualmente (Rossetti, 1998). Seu objetivo era, segundo Rossetti (1998, p. 39), “[...] o desenvolvimento de estudos de regionalização dos sinistros climáticos no Brasil, visando minimizar as perdas na produção agrícola [...]”.

A partir de 1996, o Banco Central do Brasil estabeleceu alíquotas diferenciadas aos beneficiários do Proagro que optassem por seguir as delimitações do Zarc para arroz, feijão, milho, algodão, soja e trigo (Rossetti, 1998, 2001; Santos; Martins, 2016). A partir desta mudança, observou-se uma redução significativa nos índices de perdas em contratos. O índice médio de perdas foi de 9,35% nos contratos que não seguiam o Zarc, que chegava a ultrapassar 19% em alguns Estados e mais de 20% em algumas culturas. Por outro lado, o índice médio de perdas nos contratos que seguiam as indicações do Zarc foi de cerca de 2,7%, ou seja, um índice 71% menor em comparação aos contratos que não seguiam o Zarc (Banco Central do Brasil, 1998; Santos; Martins, 2016). Ao longo dos anos, o Zarc foi sendo progressivamente ampliado para incluir um número maior de culturas e sistemas de

produção. Hoje, o Zarc é regido pelo Decreto nº 9.841/2019 da Presidência da República que criou o Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Brasil, 2019).

Tratamento dos riscos

O risco climático torna-se uma preocupação prática quando os sistemas humanos ou naturais têm capacidade limitada para suportar eventos meteorológicos adversos e passam a manifestar as consequências ou impactos deletérios. Nestas situações, o risco climático não deve ser ignorado e medidas de tratamento de riscos passam a ser necessárias como forma de reduzir prejuízos potenciais. A fase de tratamento de riscos consiste em transformar as informações coletadas na fase de avaliação de riscos em planejamento e implementação de ações práticas.

O tratamento de riscos pode ser entendido como o uso de quaisquer recursos disponíveis, sejam estratégias, técnicas, tecnologias ou mecanismos, que permitam:

- Prevenir ou evitar o risco, buscando reduzir a exposição ao evento adverso.
- Reduzir os danos ou impactos do risco, caso o evento adverso ocorra.
- Transferir o risco através de instrumentos financeiros (ação de transferência de risco, caso o EA ocorra).

É importante definir quais riscos serão tratados prioritariamente conforme a sua maior ou menor probabilidade de ocorrência e ou quanto maior a importância do seu impacto, ponderados pelos custos e viabilidade das medidas necessárias para tratar esses riscos. Por outro lado, para eventos ou ocorrências que representam uma oportunidade, em algumas situações pode ser viável implementar medidas que visam aumentar a sua probabilidade de ocorrência ou a exposição à oportunidade e seus benefícios potenciais.

Diversas práticas de manejo agropecuário se enquadram dentro de estratégias de prevenção dos riscos e ou de redução dos impactos.

A adoção de boas práticas de manejo é um dos meios mais viáveis de se agregar resiliência ao sistema produtivo e diminuição da sua exposição aos impactos deletérios dos riscos climáticos, possibilitando também reduzir as atuais “lacunas de produtividade”, do termo em inglês *yield gaps* (Debiasi et al., 2022).

Ações de prevenção do risco

As ações de prevenção envolvem a implementação de estratégias ou medidas que visam reduzir a probabilidade de ocorrência de danos e perdas por eventos adversos durante o ciclo de cultivo. Ou seja, ações de prevenção visam diminuir o risco de perdas pela redução da exposição ou da vulnerabilidade.

Por exemplo, se o risco de perdas de produção por déficit hídrico for maior em uma determinada época do ano, o sistema de produção deve ser ajustado ou planejado para evitar a exposição do cultivo à época de alto risco e priorizar ou buscar viabilizar o cultivo na época de menor risco.

Em alguns casos, é possível evitar completamente a ocorrência de determinados tipos de eventos meteorológicos adversos, praticamente anulando o risco. Por exemplo, no Brasil, algumas regiões sujeitas a temperaturas baixas e geadas frequentes durante o inverno têm seu risco de geada praticamente anulado em épocas mais quentes. Para este mesmo exemplo, uma alternativa seria reduzir a vulnerabilidade da produção adotando uma espécie menos sensível a baixas temperaturas.

A Tabela 1 apresenta alguns exemplos de estratégias comumente utilizadas para evitar ou prevenir que eventos meteorológicos adversos prejudiquem a produção.

Tabela 1. Estratégias, técnicas, tecnologias, mecanismos ou variáveis a serem consideradas e otimizadas a fim de evitar ou prevenir que eventos meteorológicos adversos atinjam a produção.

Ações para evitar o risco	Descrição resumida
Escolha da cultura	<p>Quando a espécie/cultura escolhida não chega a sofrer danos em uma determinada condição meteorológica que poderia ser altamente prejudicial a outra(s) espécie(s).</p> <p>Optar por culturas adaptadas às condições específicas da região, como a quantidade de chuvas e as temperaturas. Regiões ou épocas de cultivo com mais secas podem ser de alto risco para culturas sensíveis ou vulneráveis ao déficit hídrico, ou com sistema radicular menos desenvolvido. Regiões sujeitas a frentes frias e abaixamento de temperatura podem representar alto risco para espécies tropicais sensíveis a temperaturas baixas. Por outro lado, as chamadas culturas de inverno como trigo, aveia e canola, toleram temperaturas abaixo de zero grau, desde que não coincidam com o florescimento.</p>
Escolha de cultivares e duração do ciclo	<p>Quando a cultivar escolhida não chega a sofrer danos em uma determinada condição meteorológica que poderia ser altamente prejudicial a outra(s) cultivar(es).</p> <p>Uma cultivar de ciclo mais curto pode ser mais adequada para viabilizar duas safras dentro de uma estação de cultivo breve, evitando a presença da cultura ou o avanço do ciclo em uma época de alto risco, evitando e prevenindo que a cultura seja afetada por EAs.</p>
Época de cultivo (ou de poda, no caso de algumas fruteiras)	<p>Ajustar o planejamento de plantio (ou poda) e colheita para evitar os períodos de maior risco climático. Isso pode envolver plantar antes ou depois da temporada de chuvas intensas ou de uma estação de secas prolongadas. Sistemas em sucessão, como a da soja na primeira safra e do milho na segunda safra, requerem um planejamento cuidadoso e um preparo de contingência para os anos em que atrasos na implantação e colheita da primeira safra podem atrasar demasiadamente o plantio da segunda safra, reduzindo as chances de boas colheitas.</p>

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ações para evitar o risco	Descrição resumida
Diversificação de culturas	<p>Considerar a possibilidade de diversificação em mais de uma cultura, tanto para cultivos anuais quanto perenes. Diferentes espécies têm diferentes tolerâncias e necessidades climáticas, reduzindo a probabilidade de um mesmo evento climático extremo afetar todas elas ao mesmo tempo. Isso ajuda a garantir que pelo menos alguma cultura prospere, mesmo que outras sejam afetadas.</p> <p>Neste caso, porém, é preciso verificar se as espécies consideradas se adequam à região e às épocas pretendidas. O Zarc pode ser uma fonte útil de informações para essa avaliação.</p>
Diversificação de datas de plantio, cultivares e ciclos precoce versus tardio (plantio escalonado)	<p>Avaliar a possibilidade de escalonamento da semeadura dentro da época de semeadura. O escalonamento de semeadura consiste em plantar partes da área em datas diferentes com intervalos de 7 a 10 dias entre plantios, e ou partes da área com cultivares de ciclos diferentes.</p> <p>Isso permite que a cultura esteja em diferentes estádios de desenvolvimento durante a safra, o que diminui o risco de coincidência de condições climáticas desfavoráveis com fases suscetíveis do ciclo em toda a área plantada.</p> <p>Por exemplo, no caso de ocorrência de uma geada ou veranico, o plantio escalonado em diferentes datas e ciclos evita que cultura esteja na fase mais vulnerável em toda a área simultaneamente. A ocorrência de um EA nessa fase pode significar a perda de toda a área. Por outro lado, uma área que foi escalonada reduz a vulnerabilidade e a exposição ao risco.</p>

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Ações para evitar o risco	Descrição resumida
Previsão do tempo (Previsões com 1 a 5 dias de antecedência)	<p>A previsão do tempo pode fornecer informações cruciais para o planejamento de operações no campo previstas para ocorrerem nos próximos 1 a 5 dias, como semeadura, plantio, adubação, controle sanitário e de ervas daninhas, podas e colheita. Importante considerar que quanto maior a antecedência da previsão, maior a sua imprecisão. Por isso, previsões com 3, 4 ou mais dias de antecedência devem ser utilizadas com cuidado pois podem não se confirmar. Se possível, realizar uma avaliação da qualidade ou nível de acerto na sua região conforme o período de antecedência.</p> <p>Época de plantio: os agricultores podem usar informações da previsão do tempo para determinar o momento mais adequado para o plantio, evitar o plantio imediatamente antes, durante ou logo após períodos de chuvas intensas, ou secas prolongadas.</p> <p>Época de colheita: especialmente em culturas sensíveis às condições climáticas durante a maturação, a previsão pode auxiliar na decisão de antecipar a colheita em períodos de chuvas iminentes que podem danificar os frutos ou grãos, ou ainda, resultar em condições impróprias do solo para trânsito de máquinas.</p> <p>Época de poda: a poda é uma prática agrícola que pode ser sensível às condições do tempo, de modo que a sua previsão pode ajudar os agricultores a agendarem essa operação em momentos com condições mais favoráveis.</p> <p>Manejo de irrigação: as previsões de tempo são fundamentais para o manejo da irrigação. Os agricultores podem ajustar os sistemas de irrigação com base na expectativa da demanda hídrica. Se a previsão indica chuva, a irrigação pode ser adiada para economizar recursos, evitar escoamento superficial ou lixiviação de nutrientes. Ou, se indicar seca, a irrigação pode ser planejada para determinada data.</p>
Prognóstico climático (previsões com 1 a 3 meses de antecedência)	<p>Os agricultores podem usar previsões climáticas sazonais para planejar a produção a longo prazo e tomar decisões estratégicas sobre quais culturas, cultivares e épocas preferir, com base nas tendências climáticas esperadas ou mais prováveis. Além disso, é sabido que as condições de <i>El Niño</i> e <i>La Niña</i> podem influenciar os padrões climáticos em determinadas regiões, podendo aumentar ou reduzir o risco para a produção.</p> <p>Gestão de Risco Financeiro: tomar decisões financeiras informadas, como a compra de seguros agrícolas para proteger suas safras contra perdas devido a eventos climáticos adversos mais ou menos prováveis conforme o prognóstico.</p>

Ações de redução do impacto (reduzir perdas provocadas pelo evento adverso)

As ações de redução de perdas consistem na implementação de medidas e estratégias que visam diminuir os danos e prejuízos causados por eventos climáticos adversos, quando estes não podem ser completamente evitados. Ou seja, ações de redução do impacto visam diminuir a vulnerabilidade do sistema produtivo.

Em se tratando de agricultura, o risco climático nunca é zero. Mesmo em regiões e épocas de baixo risco, a variabilidade natural do tempo e clima pode, de tempos em tempos, resultar em condições desfavoráveis.

Por isso, ações de redução do impacto são fundamentais para garantir a continuidade e a viabilidade econômica da produção agrícola quando eventos adversos vierem a ocorrer quando a cultura está no campo; algumas ações são ilustradas na Tabela 2.

Tabela 2. Estratégias, técnicas, tecnologias, mecanismos ou variáveis a serem consideradas e otimizadas a fim de reduzir o impacto de eventos meteorológicos adversos

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Escolha da cultura	<p>Quando a espécie/cultura escolhida sofre menos danos ou perdas de produção em uma determinada condição que poderia ser altamente prejudicial a outra(s) espécie(s).</p> <p>Considerar a possibilidade de uso de culturas que sejam mais resistentes e adaptadas às condições do clima local. Por exemplo, em regiões propensas à seca, opte por culturas que são naturalmente mais resistentes à falta de água, como o milheto ou o feijão-caupi, em relação ao feijão comum, por exemplo. Observe que, neste caso, a escolha de uma cultura tolerante à seca não irá evitar a ocorrência do evento adverso (seca), mas será menos afetada por ele.</p> <p>Por outro lado, em áreas sujeitas a inundações, escolha culturas que possam resistir a inundações temporárias, como o arroz irrigado (inundado).</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
<p>Escolha de cultivares e porta-enxertos (no caso de frutíferas), adaptados ou tolerantes e com duração do ciclo específica</p> <p>Na produção animal, escolha da raça</p>	<p>Quando a cultivar escolhida sofre menos danos em uma determinada condição do que outra(s) cultivar(es).</p> <p>Considerar variedades ou cultivares de culturas (ou porta-enxertos, no caso de frutíferas) adaptadas a condições meteorológicas específicas que ocorrem em determinado local, como variedades tolerantes à seca, para aumentar a probabilidade de colheitas bem-sucedidas. No caso do milho e do feijão-caupi, por exemplo, existe um longo histórico de desenvolvimento de cultivares mais adaptadas para as condições mais quentes e secas do agreste nordestino.</p> <p>Uma possibilidade complementar é a diversificação de cultivares. Ao plantar cultivares diferentes, algumas delas podem ser mais resistentes a condições específicas, a ponto de reduzir o risco de perdas significativas em toda a colheita.</p> <p>Um cultivar de ciclo mais longo poderia atenuar as perdas em relação a um ciclo curto quando um EA coincide com o período mais sensível, como o florescimento em culturas anuais. Cultivares de crescimento indeterminado, com um período de florescimento e frutificação menos concentrado, podem ter parte da sua produção menos comprometida.</p> <p>A escolha de raça melhor adaptada às condições climáticas pode contribuir. Por exemplo, as raças zebuínas, como nelore, e seus cruzamentos são melhores adaptadas ao clima do Brasil Central que as raças taurinas, pois toleram temperaturas mais elevadas.</p>
<p>Escolha da área e tipo de solo</p>	<p>Avaliar as características do solo e topografia da área de produção a fim de evitar, sempre que possível, locais sujeitos a inundações e/ou com baixa drenagem natural, principalmente para cultivos mais sensíveis ao encharcamento.</p> <p>Evitar, sempre que possível, solos de baixa capacidade de armazenamento hídrico que tendem a maximizar o déficit hídrico em períodos de estiagem, principalmente para cultivos mais sensíveis à seca.</p>
<p>Irrigação</p>	<p>Avalie a viabilidade e a relação custo/benefício de implantar um sistema de irrigação para garantir o fornecimento de água às culturas, especialmente durante os períodos de seca. Sempre que possível, prefira sistemas de irrigação eficientes, com menores taxas de perda de água. Isso pode incluir irrigação por gotejamento ou aspersão.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Irrigação subótima	<p>É uma estratégia que consiste em aplicar de forma intencional quantidades menores de água do que a necessidade da cultura, promovendo a conservação de água e a sustentabilidade do cultivo, especialmente em regiões com escassez de água. Frequentemente, a irrigação subótima apresenta uma relação custo/benefício ou custo/produzitividade melhor do que uma irrigação plena.</p>
Irrigação de salvamento	<p>É normalmente realizada em condições excepcionais ou durante um período limitado do ciclo de cultivo apenas para garantir sua sobrevivência até que a estação chuvosa se inicie ou volte a ocorrer. Consiste em realizar uma irrigação quando a cultura já está visualmente em condições de estresse hídrico. A irrigação de salvamento é geralmente aplicada com sistemas móveis ou temporários de irrigação, não exigindo uma infraestrutura fixa permanente no campo.</p> <p>Como irrigação complementar durante períodos secos, é muito utilizada na cana-de-açúcar no Sudeste e no Nordeste, onde a cultura pode completar o restante do ciclo sem irrigação.</p>
Drenagem	<p>A implementação de sistemas de drenagem ajuda a gerenciar o excesso de água causado por chuvas intensas, encharcantes e outros eventos climáticos extremos, particularmente em solos ou topografias que dificultam uma drenagem natural.</p> <p>Em áreas com excesso de umidade, o manejo adequado da água pode prevenir inundações, erosões, encharcamento do solo e danos às culturas.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Manejo adequado do solo	<p>Um solo bem manejado apresenta uma série de características que aumentam a resiliência da cultura às condições climáticas adversas, especialmente à seca (Debiasi et al., 2022).</p> <p>Para um manejo adequado do solo é indispensável a observância de algumas práticas como:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Cultivo em nível: representa a primeira barreira ao fluxo da água no sentido do declive. As perdas de água por escoamento superficial são reduzidas de forma expressiva com o uso da semeadura em nível. Ganhos operacionais atribuídos a semeadura em declive são irrelevantes frente ao favorecimento da perda de água, solos e nutrientes. 2) Terraceamento: os terraços reduzem a energia cinética do escoamento superficial da água nos períodos em que a taxa de infiltração do solo é menor do que a precipitação instantânea e aumenta o tempo de permanência da água na área dando mais tempo para que a infiltração ocorra. 3) Fertilidade do solo: monitoramento periódico da fertilidade da camada superficial e subsuperficial e correção do solo para garantir condições favoráveis ao crescimento radicular em profundidade; 4) Plantio Direto: o plantio direto se baseia em três pilares fundamentais: a) mínimo ou nenhum revolvimento do solo; b) permanência de uma cobertura morta sobre o solo; e c) rotação e diversidade de culturas. <p>Quando essas práticas são bem planejadas e conduzidas, elas propiciam uma recomposição da estrutura do solo, aumentam a infiltração e a retenção de água e o crescimento das raízes. O resultado é uma gradual e progressiva melhora na fertilidade física, química e biológica do solo, com maior proteção contra erosão, aumento do teor de matéria orgânica e carbono e melhor conservação da água no solo. Tudo isso contribui para atenuar eventuais perdas de produção por déficit hídrico, melhorando a estabilidade de produção e a produtividade média ao longo das safras.</p> <p>Esta é uma estratégia de grande relevância para a gestão de riscos climáticos porque a seca ou déficit hídrico é o EA que mais causa perdas no Brasil, proporciona diversos benefícios para a cultura e meio ambiente, através da melhor conservação do solo e dos recursos hídricos e, ainda, pode ser adotada irremediavelmente em vastas áreas agrícolas.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Medidas topoclimáticas e microclimáticas para geada	<p>Em caso de regiões com risco de geada, algumas medidas podem ser consideradas para reduzir possíveis danos.</p> <p>Medidas topo climáticas (as condições locais são influenciadas por características do terreno):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Localização e configuração do relevo: escolha áreas de plantio mais elevadas que proporcionem boa drenagem do ar frio. Evite áreas de fundo de vale que acumulam ar frio naturalmente ou locais cercados por barreiras que possam impedir a circulação do ar ou o escoamento do ar frio. 2) Reserva ou fontes de calor: em regiões propensas a geadas, pode-se optar pelo plantio das culturas próximo a grandes massas de água que atuam como reserva de calor, o que reduz o abaixamento da temperatura do ar nas proximidades. Áreas próximas ao oceano são notadamente menos propensas a geadas do que áreas mais no interior do continente. <p>Medidas microclimáticas (as condições meteorológicas locais são influenciadas pela cobertura do solo):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Proteção por estufas: estufas retêm o calor e criam um microclima mais quente para as plantas, oferecendo proteção contra geadas. 2) Irrigação por aspersão: a irrigação por aspersão nas situações com potencial ocorrência de geada reduz a taxa de resfriamento do ar, podendo prevenir que as plantas atinjam o ponto de congelamento, evitando os danos da geada. 3) Ventiladores: o uso de ventiladores para misturar o ar frio próximo ao solo com o ar mais quente acima impede o resfriamento excessivo. 4) Aquecedores de ar: o uso de aquecedores de ar pode ser eficaz para elevar a temperatura em áreas pequenas de cultivo. É uma medida eficiente em condições de forte inversão térmica e pouco vento, em regiões de relevo plano, mas impraticável em grandes áreas. 5) Cobertura do solo: o uso de cobertura morta diminui o resfriamento do solo por irradiação durante a noite, ajudando a reter o calor e evitando que a temperatura atinja níveis prejudiciais às plantas.

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Poda de renovação/ rebrotas	<p>Prática agrícola utilizada em culturas perenes, como árvores frutíferas e videiras para reduzir o impacto das geadas. Consiste na poda das partes superiores das plantas e partes danificadas ou mortas pelo congelamento, o que estimula o crescimento de novos brotos, após uma geada tardia.</p> <p>É uma das raras medidas de contingência em gestão de riscos climáticos na agricultura, ou seja, possível de ser considerada e realizada depois da ocorrência do EA.</p>
Manejo de pragas e doenças	<p>Antes, durante e após eventos meteorológicos adversos, monitore pragas e doenças para detectar qualquer aumento de incidência e tomar medidas para manter as populações sob controle. Pragas e doenças podem passar despercebidas sob certas condições climáticas, mas podem se tornar altamente destrutivas em condições meteorológicas favoráveis.</p> <p>Deficiências no manejo e controle de pragas e doenças em uma lavoura podem causar ou agravar danos provocados por certas condições de tempo, que não ocorreriam se as plantas estivessem em seu vigor vegetativo pleno e em boas condições sanitárias.</p> <p>Patógenos de solo e nematoides podem comprometer o desenvolvimento do sistema radicular tornando a planta mais suscetível ao déficit hídrico.</p> <p>No caso de doenças favorecidas por chuva e ou alta umidade, um manejo ou controle deficiente poderá resultar níveis elevados de dano, mesmo em condições regulares de chuva, mas que seriam esperadas apenas em condições excepcionais de chuva.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
<p>Cultivo protegido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura plástica da cultura; • Tela de sombreamento; • Tela antigranizo; • Quebra vento; • Cobertura do solo mulching 	<p>Normalmente utilizado em cultivos de maior valor econômico por unidade de área, como hortaliças, plantas ornamentais e algumas frutíferas. Essa prática envolve o uso de estruturas controladas para fornecer um ambiente mais favorável para o crescimento das culturas e evitar problemas com frio, calor intenso, chuvas, ventos, ou radiação solar excessiva, tais como:</p> <p>1) Cobertura plástica e estufas agrícolas: são estruturas eficientes na proteção contra geadas, granizo (com adaptações), chuvas intensas, ventos fortes e temperaturas baixas. Algumas podem contar com recursos específicos também para evitar temperaturas altas.</p> <p>2) Tela de sombreamento: instaladas acima das culturas, as telas de sombreamento atenuam a radiação solar incidente, reduzindo a exposição das plantas ao calor excessivo e ou à radiação excessiva. Pode também atuar como tela antigranizo.</p> <p>3) Tela antigranizo: geralmente feita de material resistente, como polietileno, atua como uma barreira que impede que pedras de granizo danifiquem as plantas. Podem adotar uma malha menos densa que as telhas utilizadas para fins de sombreamento.</p> <p>4) Quebra-vento: essas barreiras são em geral feitas de árvores, cercas vivas, mas podem também ser instaladas com infraestrutura própria combinadas com o uso de telas ou filmes plásticos. O quebra-vento ajuda a reduzir a velocidade e a força de ventos incidentes na cultura e a estrutura das estufas, protegendo contra danos mecânicos (quebra de ramos e folhas, espessamento foliar) ou fisiológicos (alta transpiração). O uso de quebra-ventos é muito pouco praticado no Brasil e os efeitos deletérios dos ventos são frequentemente subestimados na agricultura, pois só são percebidos em condições comparadas, ou seja, quando se tem nas proximidades um cultivo com e outro sem quebra-vento.</p> <p>Em condição de seca, o uso de sombreamento e quebra-vento também são mecanismos para atenuar a demanda atmosférica e reduzir o consumo de água.</p> <p>Mulching plástico: são filmes plásticos usados para cobrir o solo, tendo como principal função evitar a ocorrência de plantas invasoras na lavoura, porém o seu uso pode diminuir, entre outras coisas, a evaporação do solo e, conseqüentemente, a demanda hídrica das culturas.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Monitoramento meteorológico	<p>Considerar a possibilidade de uso de um sistema de monitoramento meteorológico para acompanhar as condições meteorológicas em tempo real da lavoura, permitindo avaliar o estado da cultura e antever eventos adversos que possam afetar negativamente a lavoura, ou mesmo, condições e momentos mais ou menos adequados para a realização de medidas de manejo. Isso pode envolver o uso de estações meteorológicas locais, dados de satélites e informações de agências meteorológicas em estações próximas.</p> <p>Os dados em tempo real podem ser úteis para o produtor avaliar condições para o preparo do solo, semeadura e colheita, manejo da irrigação, estimativa de ciclo e momentos fenológicos específicos, favorabilidade a pragas e doenças, estimativa de produtividade, condições para pulverização, alerta de enchentes, risco de incêndio, movimentação de animais para áreas seguras etc.</p> <p>A formação de um banco de dados históricos pode ser útil para o produtor avaliar melhores épocas de cultivo, planejamento do sistema de produção e rotação de culturas.</p>
Previsão do tempo (Previsões com 1 a 5 dias de antecedência)	<p>A previsão do tempo pode fornecer informações cruciais para o planejamento de operações no campo previstas para ocorrerem nos próximos 1 a 5 dias, como semeadura, plantio, adubação, controle sanitário e de ervas daninhas, podas e colheita. Importante considerar que, quanto maior a antecedência da previsão, maior a sua imprecisão. Por isso, previsões com 3, 4 ou mais dias de antecedência devem ser utilizadas com cuidado pois podem não se confirmar. Se possível, realizar uma avaliação da qualidade ou nível de acerto na sua região conforme o período de antecedência.</p> <p>Proteção contra geadas: a previsão de geadas é especialmente importante para as culturas sensíveis ao frio, de modo que os agricultores podem usar previsões para antecipar datas com provável ocorrência de geada para adoção de medidas paliativas, quando viável.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Cultivo consorciado	<p>O cultivo consorciado permite que os agricultores cultivem várias culturas diferentes em uma única área. Isso cria diversidade genética no campo, o que pode ajudar a mitigar os riscos associados a eventos climáticos adversos, uma vez que cada espécie tem diferentes tolerâncias e resistências a condições climáticas específicas, reduzindo a probabilidade de perdas totais.</p> <p>Em culturas perenes, como o cafeeiro, por exemplo, utiliza-se de arborização ou sombreamento das áreas para proteger o cafeeiro da insolação e temperaturas excessivas, assim como da geada.</p> <p>No caso de pastagens, a combinação de espécies forrageiras com ciclos de produção e exigências climáticas distintas contribui para garantir a alimentação do rebanho ao longo de todo o ano.</p>
ILPF e Sistemas integrados	<p>O Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) envolve a combinação de cultivos agrícolas, criação de animais e árvores em uma mesma área, em um sistema integrado. Essa combinação em um único sistema diversifica a produção e reduz o impacto de eventos extremos, uma vez que os diferentes componentes podem responder de maneiras distintas a condições climáticas adversas.</p> <p>O uso do componente arbóreo no sistema integrado pode atuar como quebra-vento, como sombreamento, atenuando radiação incidente e temperaturas excessivas.</p> <p>No caso da pecuária, práticas como áreas de sombra (para reduzir estresse térmico) e suplementação alimentar (para evitar perda de peso por restrição de alimentos) ajudam a reduzir os prejuízos.</p>
Poupança ou reserva financeira	<p>Importante formar uma reserva financeira a partir do resultado obtido em anos de colheitas bem-sucedidas, com condições climáticas favoráveis.</p> <p>Uma reserva financeira de emergência é fundamental para lidar com eventuais prejuízos em anos climaticamente desfavoráveis.</p> <p>Em se tratando de clima e agricultura, o risco nunca é nulo. Existem regiões e épocas de baixo risco, mas dada a variabilidade inerente às condições climáticas, sempre existe uma possibilidade, ainda que pequena, de ocorrer perdas por eventos adversos.</p> <p>Tal reserva financeira deve ser formada sistematicamente a partir de um percentual sobre o resultado positivo de anos safra bem-sucedidos. Quanto maior o risco ou recorrência de eventos adversos, maior deverá ser o percentual de reserva.</p>

Continua...

Tabela 2. Continuação

Ações para reduzir o impacto	Descrição resumida
Ajustar a taxa de lotação animal em pastagem	<p>Monitorar o número de animais em pastagem e ajustar a taxa de lotação com base nas condições de oferta da forragem, conforme o local e época do ano. Esta prática requer um planejamento com antecedência que permita reduzir a pressão de consumo dos animais sobre a pastagem durante eventos de seca ou escassez de forragem, sendo possível repor a taxa de lotação em períodos de abundância de forragem.</p> <p>A redução da pressão de consumo sobre as pastagens pode ser alcançada por meio da venda de animais, pela combinação de espécies forrageiras com ciclos e exigências climáticas distintas, pela conservação de forragem, pela adoção de práticas de suplementação alimentar etc.</p>
Cultivo em épocas de alto preço, combinada com o prognóstico climático	<p>Essa estratégia envolve o cultivo de culturas de alto valor durante épocas em que os preços de mercado estão favoráveis, embora esses períodos possam coincidir com condições climáticas normalmente mais arriscadas.</p> <p>Os agricultores podem usar previsões climáticas sazonais para identificar eventuais alterações nos padrões normais, esperados, de clima que reduzam um determinado risco e favoreçam um cultivo fora de época. O sucesso dessa estratégia depende muito da acurácia do prognóstico pois, se não se confirmar, o investimento pode se perder.</p> <p>Do ponto de vista agrônômico, cultivar em épocas normalmente arriscadas não é uma prática recomendável. Mas na prática, é uma estratégia usada algumas vezes por produtores principalmente em olerícolas, como batata e cebola, sujeitas a fortes oscilações sazonais de preços.</p> <p>O agricultor deve avaliar com cuidado as condições locais e as tendências de mercado, considerando o equilíbrio entre o potencial de lucro e o risco climático, e ter pleno conhecimento que cultivos em épocas de alto risco não terão direito a cobertura de perdas eventuais por parte do seguro rural ou Proagro.</p>

Ações de transferência de risco

A transferência de risco é o processo de transferir, formal ou informalmente, as consequências financeiras de determinados riscos de uma parte para outra.

Os riscos climáticos são classificados como um risco operacional, que são aqueles inerentes ao ambiente onde ocorre o processo produtivo. O principal instrumento para transferência desse risco é o seguro rural, em que o risco é transferido para a seguradora, mediante a compra de um contrato de seguro pelo produtor (Ozaki, 2007).

Uma das principais características do risco climático é o grande potencial de perda, pois, quando ocorrem, costumam afetar muitas propriedades ou lavouras em uma mesma região. Por essa característica, entre outros motivos, o custo de contratação do seguro rural tende a ser, geralmente, superior ao de outros seguros, dificultando a consolidação e a organização desse mercado. Isso prejudica um dos fundamentos de sustentação do seguro, cujo princípio é o mutualismo que se baseia no princípio de que é mais factível suportar ou distribuir coletivamente as consequências econômicas danosas dos riscos individuais, do que deixar o indivíduo, isoladamente, suportar integralmente os prejuízos desses danos.

Neste contexto, implementar um sistema de seguro rural abrangente, eficiente e economicamente viável ainda é um desafio da atualidade em muitos países. Para lidar com essas especificidades do seguro rural existem variados programas governamentais de fomento para estimular e melhorar o funcionamento deste mercado.

No Brasil, atualmente, os dois principais programas de política agrícola de transferência de riscos climáticos são o Proagro, em que a União atua no pagamento das coberturas, e o PSR, em que a União paga parte dos custos da contratação pelo produtor de um seguro privado.

Programa de Garantia da Atividade Agropecuária - Proagro

O Proagro foi criado pela Lei nº 5.969, de 1973 e possui o objetivo de atender pequenos e médios produtores agrícolas e pecuários pela cobertura (exoneração) tanto das obrigações financeiras das operações de crédito rural de custeio, quanto de recursos próprios dos beneficiários para custeio, com esse último aspecto tendo sido incluído pela Lei nº 8.171/1991 (Santos; Martins, 2016). A cobertura se dá em função da ocorrência de fenômenos naturais, doenças e

pragas, conforme normas do Conselho Monetário Nacional (CMN). Neste sentido, atua por meio do aumento da capacidade dos agricultores de arcar com o crédito rural recebido em situações de frustração de safras resultantes de eventos climáticos adversos. Para a contratação de operações do Proagro, é obrigatória a observância das recomendações do Zarc.

A partir de julho de 2024, o limite de enquadramento de recursos do Proagro para custeio, para um mesmo beneficiário, independentemente do número de empreendimentos amparados, passará a ser de R\$ 270.000,00 por ano agrícola. A indenização será de até 100% do limite de cobertura do Programa em operações com emergência nos períodos de Zarc com risco de 20%. Em regiões ou épocas em que o risco for de 30% e 40%, a indenização será de até 75% e 50%, respectivamente (Banco Central do Brasil, 2024b).

Em 2004 foi criado o Proagro Mais, com o intuito de cobrir os pequenos produtores vinculados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), em que são cobertos, além de operações de custeio, operações de crédito de investimento, financiadas ou provenientes de recursos próprios. Também é coberta a garantia de renda mínima da produção vinculada ao custeio rural. As operações do Pronaf não compreendidas no Zarc poderão ser incluídas no Proagro Mais, caso exista indicação da assistência técnica e extensão rural (Ater) para as condições específicas do local. Em caso de perda da lavoura, o programa permite ainda o pagamento da Garantia de Renda Mínima (GRM) de até R\$ 9.000,00 por ano.

Tanto o Proagro quanto o Proagro Mais são administrados pelo Banco Central do Brasil (BCB) e custeados com recursos da União, sendo as instituições financeiras os agentes de contratação de operações do Proagro. Para aderir ao Proagro e Proagro Mais, o beneficiário deve pagar uma contribuição denominada “adicional”, que é uma alíquota sobre o valor total enquadrado, de acordo com o tipo do empreendimento, conforme normas detalhadas no Manual do Crédito Rural do BCB.

Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural - PSR

O PSR, criado em 2004, permite ao produtor rural a contratação de uma operação de seguro rural contra riscos climáticos a um custo reduzido, em função do auxílio financeiro disponibilizado pelo programa. Ou seja, o Estado brasileiro arca com parte dos custos associados à aquisição do seguro contratado pelo produtor junto às seguradoras credenciadas pelo Ministério da Agricultura e Pecuária.

São amparadas pelo PSR as modalidades de seguro rural agrícola, pecuário, florestal e aquícola. Para participação no PSR, é obrigatório seguir as indicações de riscos do Zarc. Com exceção da soja, em que o percentual de subvenção máximo é de 20%, nas demais culturas a porcentagem de subvenção é de 40%. O limite anual por grupo é de até R\$ 60.000,00 em subvenções ao prêmio, sendo o limite anual total de R\$ 120.000,00 por CPF ou CNPJ. O nível de cobertura mínimo aceito no PSR é de 65%.

Existem regras específicas para operações do PSR vinculadas ao Programa Agricultura de Baixo Carbono, Programa ABC, e às regiões Norte e Nordeste. Para o Programa ABC o percentual de subvenção é de 25% para soja e de 45% para as demais atividades, enquanto que para as Regiões Norte e Nordeste o percentual de subvenção para soja é de 30% e de 45% para demais atividades.

O seguro agrícola é um dos ramos do seguro rural e cobre o período entre a emergência da planta e sua colheita. O seguro agrícola é dividido em: a) Seguro de custeio; b) Seguro de produção; c) Seguro de faturamento ou receita; e d) Seguro de índices climáticos (Brasil, 2022).

Para compreensão da forma de funcionamento de uma operação de seguro agrícola – na modalidade de seguro multiriscos – é importante definir qual o objeto do seguro que, por sua vez, definirá o Limite Máximo de Indenização (LMI) ou o Limite Máximo de Garantia (LMG). Além disto, é importante compreender alguns termos frequentemente utilizados em seguros rurais. A “produtividade esperada” é o valor de referência da produtividade da cultura segurada. Esse valor é definido considerando uma série histórica de dados de instituições financeiras e do produtor rural. Frequentemente, por falta de dados mais individualizados de produtividade por propriedade rural, os dados municipais

do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) são usados como referência. O “nível de cobertura” é o percentual da produtividade esperada ou do faturamento esperado, que será garantido pela apólice em caso de perdas. Ou seja, mesmo que ocorra uma perda total da lavoura, a cobertura se limitará ao nível de cobertura. Os “riscos excluídos” são aqueles relativos a eventos que não estão cobertos pela apólice como, por exemplo, plantio fora da janela indicada pelo Zarc ou falhas de manejo na condução da cultura. Uma seguradora pode ainda oferecer “coberturas adicionais”, ou seja, dá ao produtor a possibilidade de contratação de coberturas adicionais, além das coberturas básicas.

Um exemplo hipotético da contratação de uma operação de seguro agrícola de custeio para a soja, com subvenção do PSR, pode ser verificado na Tabela 2. No exemplo, em função de perdas de produção ocasionadas por um evento climático, a produtividade obtida foi de 1.500 kg/ha, contra uma produtividade esperada de 3.300 kg/ha. Com o nível de cobertura de 65%, a produtividade segurada foi de 2.145 kg/ha ($3.300 \text{ kg/ha} * 65\%$). A indenização será o percentual de perda multiplicado pelo Limite Máximo Indenizável (LMI). Vale ressaltar que a contratação da operação com PSR tem um custo para o produtor que é deduzido do percentual de subvenção. A Tabela 4. apresenta algumas modalidades de contratos e mecanismos de transferência de riscos usados no Brasil.

Tabela 3. Exemplo de valores envolvidos em uma contratação de operação de seguro agrícola de custeio, multirriscos, para a soja, com subvenção do PSR.

Dados da contratação	
Cultura	Soja
Área	50 ha
Valor do custeio	R\$ 3.200 por ha
Produtividade esperada (Pe) na contratação	3.300 Kg por ha
Nível de cobertura	65%

Continua...

Tabela 3. Continuação

Produtividade segurada ou garantida ($P_s = P_e \times \text{Nível cobertura} = 3300 \times 65\%$)	2.145 kg por ha
Cálculo do Limite Máximo Indenizável (LMI)	
LMI (área x valor custeio = 50×3.200)	R\$ 160.000,00
Custos do seguro com subvenção	
Valor de prêmio oferecido pela seguradora	8,5%
Valor de prêmio com subvenção	6,8%
Custo do seguro com subvenção (LMI x prêmio)	R\$ 10.880,00
Cálculo da indenização	
Produtividade obtida	1.500 kg por ha
Percentual de perda ($\text{Perda \%} = (2.145 - 1.500) / 2.145 \times 100$)	30,07%
Indenização ($\text{Perda \% sobre o LMI} = 30,06\% \times 160.000$)	R\$ 48.111,89

Fonte: Adaptado de Brasil (2022).

Tabela 4. Modalidades de seguros para transferências de riscos e programas de apoio.

Modalidades de transferência de risco	Descrição resumida
Seguro de produtividade	Modalidade de seguro agrícola. O cálculo do Limite Máximo de Indenização (LMI) é obtido de acordo com os desembolsos para custeio da lavoura da área segurada. O pagamento de indenização é realizado quando, em função da ocorrência de eventos adversos, a produtividade efetiva da lavoura/cultura for inferior à produtividade segurada ou garantida pela apólice.
Seguro de produção	Modalidade de seguro agrícola. O cálculo do LMI é feito pela multiplicação da produtividade garantida pela apólice multiplicada pelo preço definido no ato da contratação. Em caso de indenização, esse será o preço utilizado.

Continua...

Tabela 4. Continuação

Modalidades de transferência de risco	Descrição resumida
Seguro de faturamento ou receita	Modalidade de seguro agrícola. O LMI é obtido com base no faturamento, levando em consideração tanto a produtividade esperada quanto o preço do produto no mercado futuro. A indenização é paga quando a produtividade obtida e/ou o preço na colheita reduzirem o faturamento para um valor abaixo do faturamento que consta na apólice.
Seguro de índices climáticos (paramétrico)	Modalidade de seguro agrícola. É um produto específico, considerando oscilações de parâmetros climáticos monitorados, como temperatura e precipitação, ou indicadores derivados. A indenização é paga quando o indicador medido no período segurado fica abaixo do limite garantido em contrato.
Proagro	Programa do governo federal para pequenos e médios produtores agrícolas e pecuários, para cobertura de operações de custeio, financiadas ou não, em função da ocorrência de eventos climáticos adversos. O máximo risco climático aceito no Proagro é de até 40% conforme as avaliações de risco do Zarc.
Proagro Mais	Programa regido pelas mesmas regras do Proagro que não conflitem com suas especificidades. Criado para dar cobertura aos pequenos produtores vinculados ao Pronaf, para operações de custeio e de investimento, financiadas ou não, além da garantia de renda mínima da produção vinculada ao custeio rural. As operações não compreendidas no Zarc podem ser incluídas no Proagro Mais caso exista laudo da assistência técnica e extensão rural atestando a viabilidade do cultivo.
PSR	O programa permite ao produtor rural a contratação de uma operação de seguro rural contra riscos climáticos adversos a um custo reduzido, em função do auxílio financeiro disponibilizado pelo programa. Estão amparadas as modalidades de seguro rural agrícola, pecuária, florestal e aquícola. A porcentagem de subvenção é de 20% para soja e 40% para demais culturas. O nível de cobertura mínimo é de 65%. O máximo risco climático aceito no PSR é de até 40% conforme as avaliações de risco do Zarc.

Fonte: Adaptado de Brasil (2022).

Tomada de decisão baseada em risco ou probabilidades

A atividade agrícola, por depender fortemente das condições de clima, é naturalmente uma atividade de risco. Depois de considerar as possibilidades para a adoção de estratégias de prevenção do risco, redução do impacto e transferência do risco, chega o momento de se avaliar a relação entre o risco e o retorno, e tomar a decisão quanto a aceitar ou recusar o risco. Em outras palavras, é o momento de avaliar e decidir se compensa investir no empreendimento agrícola nas condições dadas.

Em alguns casos, pode ser mais interessante, do ponto de vista econômico, aceitar o risco. Isso ocorre quando o retorno esperado do empreendimento ao longo dos anos é maior do que não realizar tal investimento, mesmo com perdas eventuais em alguns anos devido a eventos climáticos adversos.

O retorno esperado corresponde à soma dos possíveis retornos ponderados pelas suas probabilidades de ocorrência. Por exemplo, o retorno esperado ou produtividade esperada de uma área de produção de milho em que se tem 7000 kg/ha em 60% dos anos e 3.000 kg/ha nos outros 40% é de 5400 kg/ha ($7000 \times 60\% + 3000 \times 40\%$). Ou seja, ao longo de vários anos-safra, a produtividade média entre anos “bons” e anos “ruins”, seria de 5400 kg/ha.

Por outro lado, deduzidos os custos, se o retorno financeiro esperado ao longo dos anos for negativo, manter o empreendimento e correr o risco não é interessante, pois tende a gerar mais prejuízos do que lucros. Aproveitando os mesmos números do exemplo de retorno esperado acima, se o custo médio de produção do milho nessa área correspondesse a 6000 kg/ha, então a lavoura geraria lucro em 60% dos anos, prejuízo em 40% dos anos. Porém, em média, o saldo geral ou o retorno esperado seria negativo, uma vez que o lucro dos anos “bons” não seria suficiente para compensar os prejuízos em anos “ruins”.

Em ambos os casos, no entanto, o tratamento do risco pode alterar significativamente a matriz de risco e retorno. Neste caso, é preciso avaliar se os custos das opções de tratamento do risco são menores que os retornos esperados. Dependendo da situação, algumas

opções podem ser de baixo custo e suficientes para reduzir o risco e melhorar o retorno esperado de um empreendimento agrícola. Por exemplo, mudar a época de cultivo, a cultura ou o cultivar, podem ser opções de baixo custo e resultar uma relação entre risco e retorno mais favorável. Em outras situações, as opções viáveis podem exigir investimentos mais elevados, como um sistema de irrigação ou um cultivo em ambiente protegido. Novamente, a decisão depende de uma avaliação do retorno esperado frente aos custos envolvidos.

Na Tabela 5 é ilustrado um exemplo hipotético do retorno esperado para um sistema de produção em sucessão, com soja na 1ª safra e milho na 2ª safra, em comparação com um sistema com apenas soja, sucedida por alguma cultura de cobertura para proteção e manejo do solo. Seria possível gerar uma estimativa mais precisa a partir de um detalhamento maior a respeito do histórico de produção e custos, dados meteorológicos e das probabilidades para cada nível de produtividade. Mas, neste exemplo, para simplificação dos cálculos, considerou-se que os eventos meteorológicos adversos resultam em uma quebra média de 50% na produtividade em relação à produtividade obtida em condições normais ou favoráveis, sem evento adverso. Utilizaram-se valores de referência de produtividade e custos médios de produção frequentemente encontrados no Paraná em 2023.

Tabela 5. Análise comparativa do retorno esperado para dois sistemas de produção em sequeiro, em cenários prováveis de custo e cenários hipotéticos de produtividade e riscos associados a eventos adversos causadores de perda ou redução de produtividade.

Sigla	Variável	Sistema soja e milho		Sistema soja e cobertura
		Soja	Milho	Soja
Pn	Produtividade normal com clima favorável (sacas por hectare)	50	100	65
V	Valor da saca maio/2024 (R\$)	140,00	60,00	140,00

Continua...

Tabela 5. Continuação

Rb	Receita bruta por hectare (Pn x V) (R\$)	7.000,00	6.000,00	9.100,00
C	Custo médio total por hectare (R\$)	3.501,83	4.678,60	4.251,22
Rliq	Receita Líquida normal por hectare (Rb – C) (R\$)	3.498,17	1.321,40	4.848,78
Risco	Risco climático (probabilidade de perda de produtividade por eventos meteorológicos adversos) (%)	30 (seca e excesso de chuva)	50 (seca e geada)	20 (seca e excesso de chuva)
Pn e Pr	Cálculo do retorno esperado (produtividade normal (Pn) e produtividade reduzida (Pr = Pn x 50%) e suas probabilidades)	Pn x 70% + Pr x 30%	Pn x 50% + Pr x 50%	Pn x 80% + Pr x 20%
Re	Retorno esperado por hectare com risco climático (sc) ⁽¹⁾	42,5	75	58,5
Rfe	Retorno financeiro esperado por hectare com risco climático (R\$)	2.973,44	991,05	4.363,90
Rfe t	Retorno financeiro esperado total por hectare (R\$)	3.964,49		4.363,90

⁽¹⁾sc = saca

Na Tabela 6 o mesmo exemplo hipotético do retorno esperado é utilizado, mas considerando sistemas de produção irrigados, onde neutraliza-se completamente o risco de perdas por seca. A alteração da matriz de riscos altera o retorno esperado.

Tabela 6. Análise comparativa do retorno esperado para dois sistemas de produção irrigados, em cenários prováveis de custo e cenários hipotéticos de produtividade e riscos associados a eventos adversos causadores de perda ou redução de produtividade.

Sigla	Variável	Sistema soja e milho		Sistema soja e cobertura
		Soja	Milho	Soja
Pn	Produtividade normal por hectare com clima favorável (sc) ⁽¹⁾	75	160	80
V	Valor da saca maio/2024 (R\$)	140	60	140
Rb	Receita bruta por hectare (Pn x V) (R\$)	10.500,00	9.600,00	11.200,00
C	Custo médio total por hectare (R\$)	7.001,83	8.178,60	7.751,22
Rliq	Receita líquida normal por hectare (Rb – C) (R\$)	3.498,17	1.421,40	3.448,78
Risco	Risco climático (probabilidade de perda de produtividade por eventos meteorológicos adversos) (%)	10 (excesso de chuva)	20 (geada)	10 (excesso de chuva)
Pn e Pr	Cálculo do retorno esperado (produtividade normal (Pn) e produtividade reduzida (Pr = Pn x 50%) e suas probabilidades)	Pn x 90% + Pr x 10%	Pn x 80% + Pr x 20%	Pn x 90% + Pr x 10%
Re	Retorno esperado por hectare com risco climático (sc) ⁽¹⁾	71,25	144,00	76,00
Rfe	Retorno financeiro esperado por hectare com risco climático (R\$)	3.323,26	1.279,26	3.276,34
Rfe t	Retorno financeiro esperado total por hectare (R\$)	4.602,52		3.276,34

⁽¹⁾sc = saca

Monitoramento dos resultados

A gestão de riscos é um processo contínuo. É importante monitorar regularmente os riscos para garantir que os resultados da avaliação de riscos estejam atualizados e ainda coerentes com a realidade atual.

Se novos riscos surgirem, é preciso atualizar a avaliação de riscos e, ainda mais importante, é preciso verificar se as medidas de tratamento dos riscos continuam sendo eficazes e se estão alcançando os resultados esperados. A agricultura evolui continuamente à medida que novas tecnologias e técnicas de cultivo surgem, novos genótipos são desenvolvidos, às vezes melhores adaptados a uma certa condição, mais produtivos ou ambos, o que pode representar oportunidades para melhorias na gestão de riscos da propriedade.

A implementação de um processo de gestão de riscos bem estruturado pode ainda se beneficiar de algumas ações adicionais como:

- Comunicação e envolvimento das partes interessadas – Manter as partes interessadas informadas sobre os riscos e as ações de tratamento é essencial pois isso ajuda a garantir que todos estejam cientes dos riscos e contribui para uma abordagem colaborativa na gestão de riscos.
- Colaboração e compartilhamento de informações – Colabore com outras partes interessadas, como órgãos governamentais, associações agrícolas, cooperativas e instituições de pesquisa, para compartilhar informações e melhorar as práticas sobre o manejo de riscos climáticos.
- Treinamento e capacitação – Certifique-se de que a equipe esteja devidamente treinada e capacitada para lidar com os riscos e implementar as ações de tratamento conforme necessário. A educação contínua é fundamental.
- Documentação adequada – Mantenha registros detalhados de todos os aspectos da gestão de riscos, incluindo a identificação de riscos, avaliações de riscos, planos de tratamento e ações tomadas. Isso é importante para auditorias, revisões e aprimoramento das estratégias ao longo do tempo.

Impactos da gestão de riscos na agricultura

Gestão de riscos é essencial para empreendimentos rurais e agrícolas, pois o setor está exposto a uma série de riscos que podem afetar significativamente a produção, a rentabilidade e a sustentabilidade dos negócios. Alguns exemplos de impactos positivos ao se implementar planos de gestão de riscos na agricultura:

Impactos positivos da gestão de riscos:

- **Resiliência à variabilidade climática:** Através de técnicas de gestão de riscos, com a avaliação e adoção de algumas técnicas dentre diversas estratégias possíveis de tratamento de riscos, os agricultores podem reduzir os impactos das variações climáticas na sua propriedade e minimizar perdas em caso de secas ou chuvas excessivas.
- **Segurança alimentar:** Uma boa gestão de riscos no setor agrícola como um todo auxilia na manutenção de uma produção mais estável de alimentos, mesmo em anos com condições climáticas adversas, isto é fundamental para a segurança alimentar da população local e para a economia nacional.
- **Proteção financeira:** A adoção de estratégias de gestão de riscos, como contratos de preços futuros e de seguros agrícolas, pode proteger os agricultores contra flutuações de preços no mercado e perdas decorrentes de eventos climáticos extremos.
- **Sustentabilidade ambiental:** A gestão adequada dos recursos naturais, como solo e água, pode contribuir para a sustentabilidade da propriedade, prevenindo a degradação dos recursos e promovendo práticas agrícolas mais responsáveis.
- **Maior capacidade de se preparar a mudanças climáticas:** Diante das mudanças climáticas é preciso compreender de que forma estas mudanças deverão impactar os riscos à produção agropecuária, permitindo o planejamento e a tomada de ações pelo setor produtivo com o objetivo de se adaptar para conviver e minimizar seus impactos, inclusive aproveitando possíveis oportunidades.

Impactos negativos da ausência de um plano de gestão de riscos:

- **Perdas econômicas:** A falta de gestão de riscos pode resultar em perdas significativas na produção agrícola devido a eventos climáticos extremos, pragas ou doenças. Isso pode levar a prejuízos financeiros para os agricultores e até mesmo a dificuldades financeiras para continuar com o empreendimento. Os prejuízos decorrentes de eventos adversos são normalmente maiores do que os custos da implementação de medidas de tratamento dos riscos.
- **Insegurança alimentar:** A concentração do setor produtivo em um único tipo de cultura, ou em uma mesma região climática, sem considerar os riscos associados pode levar a crises alimentares em caso de quebra de safra ou perda total da produção.
- **Degradação do meio ambiente:** Algumas práticas agrícolas podem ser prejudiciais no longo prazo, levando a retornos menores e custos maiores. O manejo inadequado pode levar a uma degradação do solo e dos recursos hídricos de uma região. O uso excessivo ou inadequado de defensivos pode levar ao desenvolvimento de resistência a patógenos ou pragas.
- **Endividamento:** A falta de proteção contra riscos financeiros pode levar os agricultores a depreciarem suas reservas financeiras ou a assumirem empréstimos para recuperar perdas, criando um ciclo de endividamento difícil de ser superado. No atual contexto de agravamento dos riscos climáticos, as relações entre riscos e retornos podem se alterar rapidamente, reduzindo a previsibilidade do desempenho financeiro de lavouras e empreendimentos agrícolas.

Considerações finais

A gestão de riscos em empreendimentos rurais e agrícolas é fundamental para enfrentar os desafios do setor e garantir a sustentabilidade e a rentabilidade a longo prazo. Ao adotar estratégias e práticas de gestão de riscos, os agricultores podem enfrentar eventos adversos com mais resiliência, buscando garantir a continuidade e o crescimento de suas atividades agrícolas. Para isso, faz-se necessário formar uma cultura de gestão de riscos no setor agropecuário e fortalecer o papel da sociedade e do Estado na construção de políticas públicas, como colocados nos próximos itens.

A formação de uma cultura de gestão de riscos no setor agropecuário

A tragédia climática ocorrida no Estado do Rio Grande do Sul em 2024, assim como uma série de eventos extremos recorrentes nos últimos anos, tem colocado o tema da gestão de riscos em foco pela sociedade brasileira.

A cultura da gestão de riscos no Brasil está em fases iniciais do seu desenvolvimento.

O país “abençoado por Deus e bonito por natureza” não tem muita tradição ou experiência no enfrentamento de grandes desastres naturais, que têm se tornado mais frequentes. Assim como ocorreu nas safras de 2021, com seca e geadas no Centro-Sul, e de 2022, com seca no Centro-Sul, é preciso considerar que, em alguns anos, não será possível produzir bem na primeira ou na segunda safra. Eventualmente, em ambas.

O produtor deve se perguntar: “Estou preparado? Será possível pagar contas ou empréstimos e plantar novamente no próximo ano? E se, no ano seguinte, voltar a ocorrer uma frustração de safra? O que posso fazer para me preparar? ”

Quando o plantio da primeira safra atrasa por demora no início das chuvas isso afeta também o início e os níveis de risco da segunda

safra. É preciso começar a analisar a relação risco/retorno dos investimentos da primeira e da segunda safras de forma conjunta.

Novas perguntas seriam: “A segunda safra pode ou deve ser implantada, em quaisquer condições, todo ano? Existem alternativas potencialmente melhores? Como maximizar o retorno dos seus investimentos não apenas na próxima safra, mas ao longo dos próximos 10 ou 20 anos?”

As culturas e configurações de sistemas produtivos no Brasil são variadas, e cada caso apresenta as suas particularidades e riscos. Por isso, não se pode considerar as condições climáticas isoladamente. Obviamente, esse processo de decisão e planejamento dos sistemas produtivos inclui, ainda, questões relacionadas ao escoamento e valor da produção, disponibilidade de equipamentos, insumos, disponibilidade de mão de obra e até relações contratuais com cooperativas e compradores da produção.

Cumprir os contratos de venda da produção feitos com muita antecedência, quando ainda não é possível prever sequer o resultado da primeira safra, que dirá da segunda, pode ser difícil em anos com adversidades climáticas.

Contratos de financiamento e venda antecipada da produção são adequados para qualquer circunstância, produtor ou condição climática? O atraso recorrente no início das chuvas vai permitir entregar a produção prevista em todos os anos?

As questões colocadas acima são apenas alguns exemplos ilustrativos de situações que precisarão ser consideradas pelos produtores no planejamento anual da próxima safra e são essenciais para iniciar a gestão de riscos climáticos de suas propriedades.

O papel da sociedade e do Estado na construção de políticas públicas

Capacitar governos, organizações, sociedade civil e setor privado a operar e cooperar em contextos frágeis e propensos a eventos adversos como o setor agropecuário é fundamental para se preservar a rentabilidade e continuidade desse setor.

As capacidades nacionais e locais devem ser fortalecidas para lidar com riscos crescentes e choques recorrentes. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), é preciso desenvolver um monitoramento e uma avaliação sistemática dos impactos dos eventos adversos para orientar e fomentar políticas e ações eficazes para reduzir a exposição aos riscos climáticos e aumentar a resiliência dos produtores (FAO, 2021).

A gestão de riscos climáticos na agricultura envolve a implementação coordenada de diferentes estratégias de ações (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012; Travis; Bates, 2014), tais como: a) avaliação de risco para tomada de decisão informada, incluindo sistemas de monitoramento e resposta rápida; b) tratamento do risco: planejamento, preparação e adaptação, incluindo diversificação estratégica, projetos de infraestrutura e capacitação; e c) instrumentos financeiros, mecanismos de partilha, agrupamento e transferência de riscos, regras dinâmicas de alocação de recursos.

Do ponto de vista da nação, criar uma agricultura sustentável e preparada para lidar com adversidades climáticas depende de estratégias de gestão de riscos que envolvem diferentes segmentos da sociedade. Não é por acaso que, nos últimos anos, observa-se um interesse crescente de empresas do setor privado em atender a essa demanda. Diversas empresas vêm buscando desenvolver soluções adaptadas às necessidades de cada perfil de usuário, cultura e particularidades regionais ou locais, no sentido de auxiliar o produtor rural na “tomada de decisão bem informada”. Desde startups estreadas no mercado como gigantes da tecnologia vêm se movimentando para tentar conquistar uma parcela desse mercado.

O seguro rural (~9 milhões de hectares nos últimos cinco anos no PSR) e o Proagro (~4,5 milhões de hectares nos últimos cinco anos) oferecem proteção para a agricultura brasileira contra sinistros climáticos para mais de 500 mil contratos anuais. Historicamente, esses instrumentos contribuíram para preservar negócios no campo em momentos de grande frustração de safras, tornando-se parte central na política agrícola do País.

Porém, os resultados médios dos últimos anos permitem constatar que o PSR e o Proagro alcançaram pouco mais que 15% da área agrícola brasileira (87 milhões de hectares em 2021), enquanto países desenvolvidos alcançam 80% a 90% de proteção das suas agriculturas com algum tipo de seguro. O Brasil ainda tem pela frente o enorme desafio de desenvolver uma cultura própria de gestão de riscos para sua agricultura tropical, bem como ampliar os mecanismos de transferência de risco presentes no País.

O aumento dos riscos climáticos torna a atividade produtiva mais desafiadora, de forma que o uso adequado de informações meteorológicas nunca foi tão demandado e necessário.

Como utilizar essas informações e definir as melhores opções na formulação de uma gestão de riscos eficiente? Quais os genótipos, sistemas de produção, técnicas de manejo, insumos ou equipamentos mais adequados para cada caso? Múltiplas variáveis são inerentes ao ambiente de produção agrícola e tornam o processo de tomada de decisão mais complexo.

Quem conseguir buscar, selecionar, analisar e incorporar esses dados e informações no seu processo de decisão terá melhores condições de fazer boas escolhas e obter bons resultados, especialmente para investimentos de capital do produtor e ações com retorno de médio e longo prazo.

Referências

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p.

ARIAS, D.; MENDES, P.; ABEL, P. (coord.). **Revisão rápida e integrada da gestão de riscos agropecuários no Brasil**: caminhos para uma visão integrada. Brasília, DF: Banco Mundial, 2015. 76 p. il. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1044224>. Acesso em: 17 out. 2024.

BRASIL. Decreto nº 9.841, de 18 de junho de 2019. Dispõe sobre o Programa Nacional de Zoneamento Agrícola de Risco Climático. **Diário Oficial da União**: seção 1, ano 157, n. 117, p. 4, 19 jun. 2019, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9841.htm. Acesso em: 31 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Guia de seguros rurais**. 2. ed. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres**. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 1 nov. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Matriz de dados do Proagro**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/proagro>. Acesso em: 2 jun. 2024a.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN nº 5.126, de 8 de abril de 2024**. 2024b. Ajusta o valor limite para enquadramento de operações de crédito rural no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20CMN&numero=5126>. Acesso em: 20 ago. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Programa de Garantia da Atividade Agropecuária – PROAGRO**: relatório circunstanciado - 1996 a 1998. Brasília, DF, 1998.

DECONTO, J. G. (coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. [Brasília, DF]: Embrapa; [Campinas]: Unicamp, 2008. 82 p.

DEBIASI, H.; MONTEIRO, J. E. B. de A.; FRANCHINI, J. C.; FARIAS, J. R. B.; CONTE, O.; CUNHA, G. R. da; MORAES, M. T. de; BALBINOT JUNIOR, A. A.; SILVA, F. A. M. da; EVANGELISTA, B. A.; MARAFON, A. C. **Níveis de manejo do solo para avaliação de riscos climáticos na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 137 p. (Embrapa Soja. Documentos, 447). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1148652>. Acesso em: 23 set. 2024.

DEZEMBER, R. Condições climáticas extremas alimentaram pressão inflacionária em 2021. **Valor Econômico**, 31 dez. 2021.

FAO. **2021**: the impact of disasters and crises on agriculture and food security. Rome, 2021. 212 p. DOI: <https://doi.org/10.4060/cb3673en>.

GÖPFERT, H.; ROSSETI, L. A.; SOUZA, J. de. **Eventos generalizados e segurança agrícola**: sumário executivo. Brasília, DF: Ipea, 1993.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2023**: synthesis report. Geneva: IPCC, 2023. 169 p. Edited by: Core Writing Team, Hoesung Lee, José Romero. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for policy-makers. In: FIELD, C. B.; BARROS, V.; STOCKER, T. F.; QIN, D.; DOKKEN, D. J.; EBI, K. L.; MASTRANDREA, M. D.; MACH, K. J.; PLATTNER, G. K.; ALLEN, S. K.; TIGNOR, M.; MIDGLEY, P. M. (ed.). **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. p. 1-19. Special report of the intergovernmental panel on climate change.

LYNAS, M.; HOULTON, B. Z.; PERRY, S. Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 11, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2966>.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. How do scientists know that recent climate change is largely caused by human activities. In: _____. **Climate change: evidence & causes: update 2020: an overview from the Royal Society and the US National Academy of Sciences.** Washington, DC: The National Academies Press, 2020. chap. 2, p. 5. DOI: <https://doi.org/10.17226/25733>.

OLIVEIRA, E. Seca provoca perdas de R\$ 70 bilhões com redução da colheita de grãos. **O Globo**, 23 fev. 2022.

OZAKI, V. A. O papel do seguro na gestão do risco agrícola e os empecilhos para o seu desenvolvimento. **Revista Brasileira de Risco e Seguro**, v. 2, n. 4, p. 75-92, out./mar. 2007.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas.** Cuiabá: Agropecuária, 2002. 487 p.

RAY, D. K.; GERBER, J. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P.C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, v. 6, 5989, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms6989>.

ROSSETTI, L. A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e securidade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 386-399, dez. 2001. Número especial.

ROSSETTI, L. A. Seguro rural e zoneamento agrícola no Brasil: novos rumos. **Revista de Política Agrícola**, ano 7, n. 04, p. 33-43, out./nov./dez. 1998.

SANTOS, W. G. dos; MARTINS, J. I. F. O Zoneamento Agrícola de Risco Climático e sua contribuição à agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, ano 25, n. 3, p. 73-94, jul./ago./set. 2016.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. Agrometeorologia dos cultivos: informações para uma agricultura sustentável. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** Brasília, DF: INMET, 2009. pt. I, p. 5-15.

TRAVIS, W. R.; BATES, B. What is climate risk management? **Climate Risk Management**, v. 1, p. 1-4, 2014, 2014. Editorial. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crm.2014.02.003>.

VIECELI, L. Seca e geadas devem tirar ao menos R\$ 60 bi do PIB deste ano, indica consultoria. **Folha de São Paulo**, 21 de ago. de 2021.

WITZE, A. Earth boiled in 2023 - will it happen again in 2024? **Nature**, v. 625, n. 7996, p. 637-639, Jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00074-z>.

