Fenômenos Meteorológicos Adversos na Agricultura

Geotec



Me. Gabriel Luan Rodrigues
Fevereiro 2026

BANCO CENTRAL DO BRASIL

Contexto do Projeto Geotec

1. O Programa FiBraS II

- Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável
- Financiamento: Ministério Federal Alemão (BMZ)
- Implementação: GIZ em parceria com BCB e Ministério da Fazenda
- Objetivo: apoiar o sistema financeiro brasileiro no alinhamento à sustentabilidade social, ambiental e climática

2. O Projeto Geotec

- Continuidade do Projeto Panoptes (TCU/OLACEFS/GIZ, 2023-2024)
- Foco: capacitação em geotecnologias para monitoramento do crédito rural e Proagro
- Coordenação: Derop/BCB + GIZ

3. Atores Envolvidos

- **Comitê Estratégico**: BCB, TCU (ISC), GIZ
- **Coordenação técnica**: Derop/BCB
- **Gestão de contratos**: GIZ
- **Especialistas contratados**: consultores externos (minha atuação como consultoria independente)
- **Público-alvo**: técnicos de IFs, cooperativas, TCU, PF, IBAMA, universidades, sociedade civil

4. Objetivos do Geotec

- Capacitar para uso de geotecnologias e imagens de satélite
- Padronizar detecção de indícios de irregularidades com elementos espaciais
- Cinco eixos temáticos: Sicor, Governança Fundiária, Conformidade Ambiental, Fenologia e **Fenômenos Meteorológicos Adversos**

5. Transferência de Conhecimento

- Materiais didáticos: tutoriais no GitHub Pages + cadernos Jupyter no Kaggle
- Metodologia: aulas expositivas + *Problem-Based Learning*
- Licença aberta (uso não-comercial)
- Escopo exclusivamente didático-pedagógico (não operacional)

Contexto do Projeto Geotec

Onde entra a Meteorologia?

O tema **Fenômenos Meteorológicos Adversos** é um dos cinco eixos temáticos, voltado especificamente ao **monitoramento de riscos do Proagro**.

Justificativa: eventos como secas, geadas, enchentes e chuvas excessivas causam perdas agrícolas significativas. Com as mudanças climáticas, esses riscos tendem a aumentar. O Proagro movimenta bilhões de reais em indenizações anuais (R$10,5 bi em 2023; R$8,2 bi em 2024), e há carência de indicadores que integrem dados meteorológicos ao monitoramento.

Objetivo: propor metodologias de análise de risco com indicadores *proxy* meteorológicos que permitam reduzir incertezas nas Comunicações de Perdas (COPs) e nas indenizações do Proagro.

Tópicos do material didático:

- Fenômenos adversos, produtividade e perdas agrícolas no Brasil
- Meteorologia para agricultura e modelos climáticos regionais
- Sistemas de monitoramento (umidade do solo, alertas de eventos extremos, geada, seca)
- Modelagem de perdas agrícolas e suas limitações espaciais/temporais
- Detecção de *outliers* em sinistros (incluindo análise de recorrência)
- Estatística espacial: análise de cluster, autocorrelação, densidade Kernel, interpolação
- Correlação entre elementos de risco (IF, gleba, perito) e COPs/sinistros

Minha Atuação Dentro do Projeto Geotec

- Representante de consultoria externa especializada
- Desenvolvimento de materiais didáticos sobre fenômenos meteorológicos adversos
- Apoio à análise exploratória e transferência de conhecimento
- Foco: capacitação de não-especialistas para implementação de indicadores de risco

Breve currículo da pessoa física

Formação Acadêmica

Me. em Sensoriamento Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Modelagem Híbrida para Simulação de Produtividade Agrícola de Soja: Integração de Sensoriamento Remoto, Variáveis Climáticas e Aprendizado Profundo

Bsc. em Meteorologia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Aplicação De Métodos De Aprendizado De Máquina Para Downscaling De Reanálises Atmosféricas E Previsão De Safras De Trigo No Estado De Santa Catarina

Experiências

- Envolvido com projetos de iniciação científica em 2014
- Desenvolvimento de índices de tempestade (IFSC - Somar meteorologia);
- Operacionalização de modelos de previsão do tempo com assimilação de dados na DCSC (IFSC/INPE);
- Avaliação de modelo de previsão do tempo como input para previsão de rendimento de safra de cana-de-açúcar (Agrosatélite);
- Operacionalização modelos e produtos meteorológicos no Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Ciram);
- Expertise em Python, Geoprocessamento, Engenharia de Dados, etc.

http://lattes.cnpq.br/2812904459407568

https://www.linkedin.com/in/gabriel-luan-rodrigues-25894252/

Trilha do Curso



Roteiro do curso

Por que este curso?

As decisões do Proagro lidam com **incerteza climática**, **grande volume de dados** e **risco fiscal elevado**.

Pontos de apoio:

- Eventos climáticos adversos são a principal causa de perdas agrícolas.
- O Proagro movimenta bilhões em indenizações todos os anos.
- Nem toda Comunicação de Perda (COP) reflete um evento climático real.
- Falhas de informação → risco moral, fraude e judicialização.

Sem integrar clima, espaço e estatística, o risco deixa de ser analisado e passa apenas a ser aceito.

A proposta

Este curso NÃO é:

- Um curso acadêmico de meteorologia
- Um curso teórico de estatística avançada
- Um treinamento apenas em software

Este curso É:

- Um guia prático para **interpretar risco climático**
- Um manual aplicado para **avaliar COPs com evidência técnica**
- Um caminho para **usar dados meteorológicos e espaciais como apoio à decisão**

Roteiro do curso

Para quem é este curso

Público-alvo principal:

- Analistas do Proagro
- Técnicos de crédito rural
- Auditores e áreas de controle
- Gestores de risco
- Analistas de dados aplicados à política agrícola

Pré-requisitos desejados:

- Conhecimento geral de crédito rural e Proagro
- Não é necessário saber meteorologia, estatística espacial ou programação

Você não precisa virar meteorologista — precisa aprender a fazer as perguntas certas aos dados.

O que você será capaz de fazer ao final

- Entender **o que é risco agrícola** e como ele se manifesta no tempo e no espaço
- Reconhecer **eventos climáticos adversos** e seus impactos reais nas culturas
- Interpretar dados **climáticos e seus impactos na agricultura**
- Usar **análise espacial e interpolação** para lidar com lacunas de dados
- Identificar **outliers, padrões atípicos e recorrências suspeitas**
- Apoiar decisões sobre **aceitação, indeferimento ou aprofundamento de COPs**
- Entender **limitações técnicas** (e evitar conclusões indevidas)

Fontes de Dados

Dados climáticos de acesso público e livre:

- INPE
- INMET
- CEMADEN
- Dentre outras instituições nacionais e internacionais

Softwares OpenSource e de Uso Livre

Exemplos de uso com **I.A's** (LLMs) generativas para auxílio na resolução de problemas lógicos e programação

Dados do Sistema de Operações do Crédito Rural e do Proagro (**Sicor**), gerido pelo Banco Central, sobre Comunicação de Ocorrência de Perdas (**COP**) https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/tabelas-credito-rural-proagro

Como o conteúdo será trabalhado

1. **Exposição teórica dos conteúdos, separados em módulos especializados**

2. **Aplicação prática!**
   a. Coleta, tratamento e manipulação dos dados;
   b. Exemplos reais e casos típicos do Proagro;
   c. Mapas, gráficos e séries temporais simples;
   d. Raciocínio passo a passo ;
   e. Sugestão de indicadores;
   f. Construção em discussões conjuntas em mentorias e atendimentos de dúvidas;
   g. Uso de LLMs (ChatGPT, Gemini, Copilot, Claude, DeepSeek, etc.) como auxiliares no desenvolvimento de algoritmos, processamento de dados e construção de consultas SQL.;

Distribuição das Aulas

Conteúdo programado:
Todas as terças e quartas (10h às 12h) - Exceto Feriados e Casos Excepcionais **(10/02)**

Mentorias 3 horas por semana - Aula Livre (Presença não contabilizada):

- Brainstorm,
- Casos específicos,
- Discussões de possibilidades,
- Dúvida em dados, Etc…

Preferencialmente enviar dúvidas antecipadas para:

meteorologiageotec.derop@bcb.gov.br

Data	Horário
09 de fevereiro	13h00 – 15h00
23 de fevereiro	13h00 – 16h00
02 de março	13h00 – 16h00
09 de março	13h00 – 16h00
20 de março	9h00 – 12h00
27 de março	9h00 – 12h00
30 de março	9h00 – 12h00
10 de abril	9h00 – 12h00
17 de abril	9h00 – 12h00
24 de abril	9h00 – 12h00
04 de maio	9h00 – 12h00

BANCO CENTRAL DO BRASIL

ANTECIPAÇÃO DA AULA DO DIA 10/02 PARA 09/02/2026

DESTE MODO: 09/02 DAS 13H ÀS 15H - AULA

Estrutura geral do curso

Módulo 1 — Fundamentos do Risco Agrícola e Meteorologia Aplicada

Clima, culturas, eventos adversos e Proagro

Módulo 2 — Análise Espacial, Estatística e Interpolação

Onde os eventos ocorrem, padrões e incertezas

Módulo 3 — Sinistros, Outliers e Tipologias de Risco

Quando o dado “não bate” com a realidade climática

Módulo 4 — Modelagem de Perdas Agrícolas

O que existe no estado-da-arte das pesquisas acadêmicas

Mensagem do curso

Nenhum indicador substitui o julgamento técnico.
Mas, qualifica o julgamento.

Fundamentos do Risco Agrícola e Meteorologia Aplicada

Aula 1 - Módulo 1



Me. Gabriel Luan Rodrigues
Fevereiro 2026

BANCO CENTRAL DO BRASIL

Estrutura Geral deste Módulo

1. **O que é o Risco Agrícola + A importância do Monitoramento**
2. Elementos Climáticos e Agrometeorologia dos Cultivos
3. Eventos Adversos e El Niño Oscilação Sul
4. Fontes de Dados Meteorológicos
5. Sessões Prática:
    a. Download dos dados de Estações Meteorológicas;
    b. Tratamento de Dados e construção de séries temporais;
    c. Acesso e Visualização dados de satélite;
    d. Avaliação de
    e. Integração Meteorologia, Sicor, Fenologia

Risco Agrícola no Brasil: Conceitos e Contexto Econômico

Contexto Econômico

- 29,4% do PIB (maior em 22 anos)
- 48,5% das exportações (US$ 169,2 bi)
- 2024: ano mais quente; seca 25%
- Perdas > 15 mi de toneladas de soja

Desafio Climático

- Dados de 1990-2022 menos representativos
- Safra 2023/24: quebras > previstas
- Eventos recentes excedem a distribuição histórica
- Transição: Risco → Incerteza

Distinção clássica do economista Frank Knight (1921) *Risk, Uncertainty, and Profit.*

Risco é quando conseguimos atribuir probabilidades aos eventos. Por exemplo: com base em 30 anos de dados climáticos, é possível dizer que a probabilidade de geada severa em julho no norte do Paraná é de 15%. Isso é risco quantificável.

Incerteza é quando não conseguimos nem atribuir probabilidades. Por exemplo: qual a probabilidade de surgir uma nova praga que ninguém conhece? Impossível calcular.

*Na agricultura, até então, trabalhamos com risco do que com incerteza, porque temos décadas de dados climáticos, conhecemos bem o comportamento das **culturas**. Embora a INCERTEZA vem aumentando em decorrência dos eventos climáticos extremos.*

Fatores de Risco

Fatores Naturais

- Clima e Tempo
- Pragas e Doenças

Fatores de Manejo

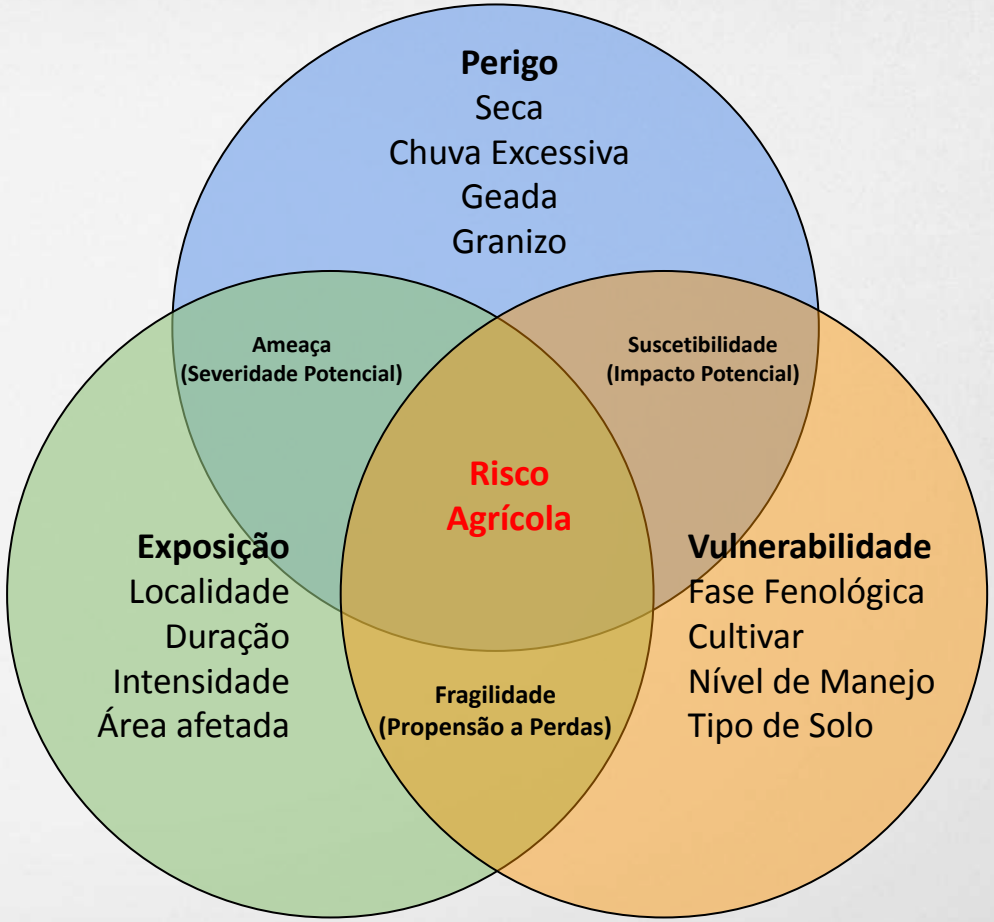
- Data de plantio
- Escolha da Cultivar
- Nível Técnico

Qual a importância de compreender essas interações?

Uma COP é o resultado de um conjunto de fatores que podem (ou não) serem reais.

- Realmente houve déficit hídrico significativo?
- A cultivar era adequada para aquele solo e clima?
- A data de plantio estava dentro da janela do ZARC?
- O estádio fenológico era sensível ao déficit?

Interação Entre Perigo, Exposição e Vulnerabilidade



Componente 1 – Perigo

O **perigo** é definido como o agente capaz de causar dano.
Inclui eventos naturais de origem climática e biológica:

Eventos climáticos:

- Estiagem prolongada
- Excesso de chuva e alagamentos
- Granizo
- Geadas
- Ondas de calor ou frio
- Vendavais

Eventos biológicos:

- Pragas
- Doenças sem controle

Evento	Solicitações	deferidas	não deferidas	percentual deferimento
Seca	438948	396395	42553	90,31
Chuva excessiva	202992	186113	16879	91,68
Geada	99402	82925	16477	83,42
Granizo	27898	22621	5277	81,08
Vento forte	25763	21991	3772	85,36
Doença ou praga	25082	22463	2619	89,56
Variação excessiva de temperatura	19284	17201	2083	89,20
Vendaval	1256	1008	248	80,25
Chuva na colheita	863	675	188	78,22
Vento frio	615	509	106	82,76
Tromba de água	232	170	62	73,28
Outros	121	86	35	71,07
Enchentes	115	83	32	72,17
Raio	10	10	0	100,00

Componente 2 – Exposição

Área e Localização

- 100 ha vs 1 ha. Sul/geadas; MT/não.
- Cerrado/veranicos.
- Granizo em focos específicos (Sul e Sudeste) .

Posição Topográfica

- Baixadas: ar frio acumula, maior geada.
- Encostas: intermediária.
- Topos: menor geada, mais vento.

Fase Fenológica

- Soja: seca no estabelecimento (dano moderado) vs floração-enchimento (perdas mais acentuadas)
- O mesmo evento = impactos distintos.

Não analisar apenas por COP!

Precisamos saber: localização geográfica, posição topográfica exata, e fase fenológica no momento do evento.

Outro ponto: Mesmo déficit hídrico causa impactos radicalmente distintos conforme a fase

Componente 3 – Vulnerabilidade

- **Edáficos (Solo)**
  - CAD: Arenoso (50-80 mm/m, ~5 dias) → Alta vulnerabilidade.
  - Argiloso (180-250 mm/m, ~25 dias) → Baixa. Mesma seca = danos radicalmente distintos.

- **Biológicos**
  - Cultivar: Tolerância a déficit, calor, doenças. Ciclo: Precoce (menos tempo exposto) vs tardio.

- **Tecnológicos**
  - Irrigação: Reduz vulnerabilidade para ~zero.
  - Plantio direto: Melhora CAD efetiva.
  - Conservacionismo: Terraços, curvas de nível.
  - Manejo reduz ou aumenta vulnerabilidade.

- **Vulnerabilidade um é o fator que o produtor pode CONTROLAR.**
  - Mesma seca em solo argiloso bem manejado (vulnerabilidade baixa) → dano moderado.
  - Mesma seca em solo arenoso mal manejado (vulnerabilidade alta) → dano severo.
  - O dano efetivo = Perigo × Exposição × Vulnerabilidade.

- **Levar em consideração: tipo de solo, ciclo, irrigação para qualificar a vulnerabilidade.**

CAD e Vulnerabilidade por Tipo de Solo

Tipo de Solo	CAD (mm/m)	Retenção	Vulnerabilidade
Arenoso	50-80	~5 dias	Alta
Franco-arenoso	80-120	~10 dias	Média-alta
Franco	120-180	~15 dias	Média
Franco-argiloso	150-200	~20 dias	Média-baixa
Argiloso	180-250	~25 dias	Baixa

Fórmulas:

Capacidade de Água Disponível no solo (**CAD) =** Capacidade de Campo **(CC) –** Ponto de Murcha Permanente **(PMP)**

Dias = (CAD × Prof. Raízes) ÷ ETc

ETc = ETo × Kc, ETo ⟶ Evapotranspiração

Exemplos

Solo Franco

CAD 150 mm/m × 0,8 m ÷ 7 mm/dia = ~17 dias

Solo Arenoso

CAD 65 mm/m × 0,6 m ÷ 7 mm/dia = ~5,5 dias

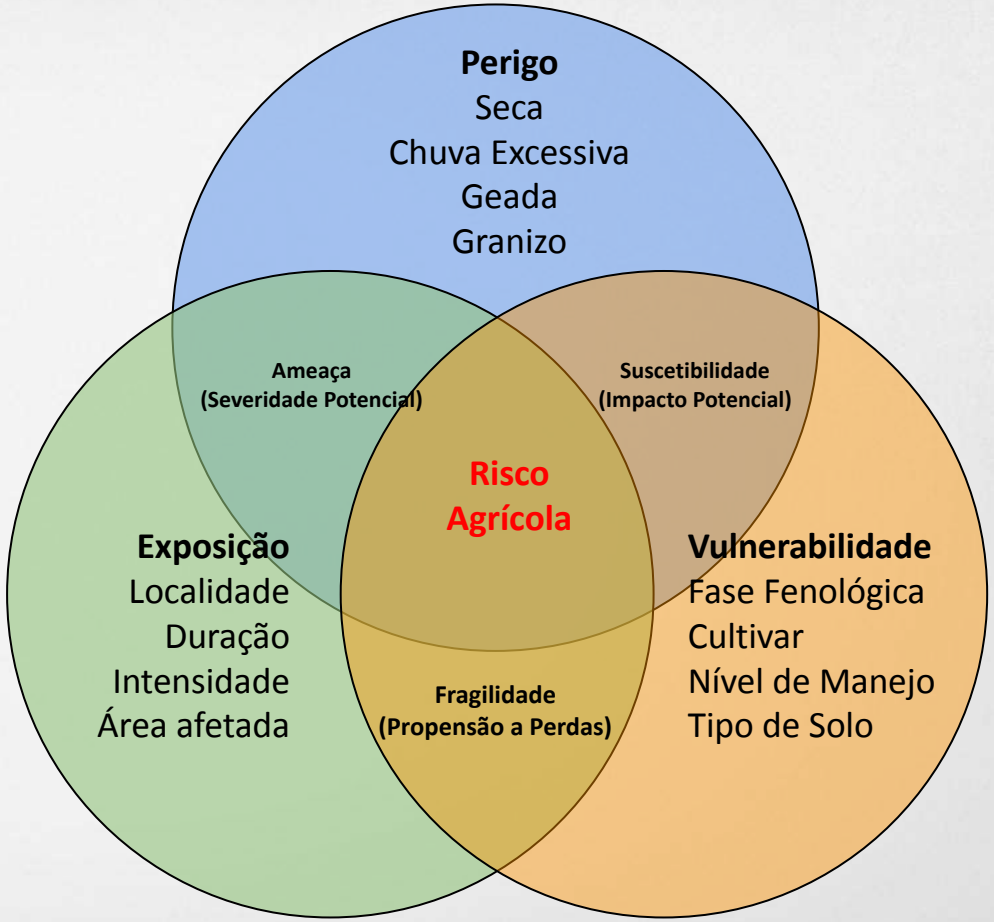
Solo Argiloso

CAD 215 mm/m × 0,8 m ÷ 8,7 mm/dia = ~20 dias

Parâmetros: Profundidade raízes milho: 60-100 cm (média 80 cm); ETc máxima: 6-8,7 mm/dia

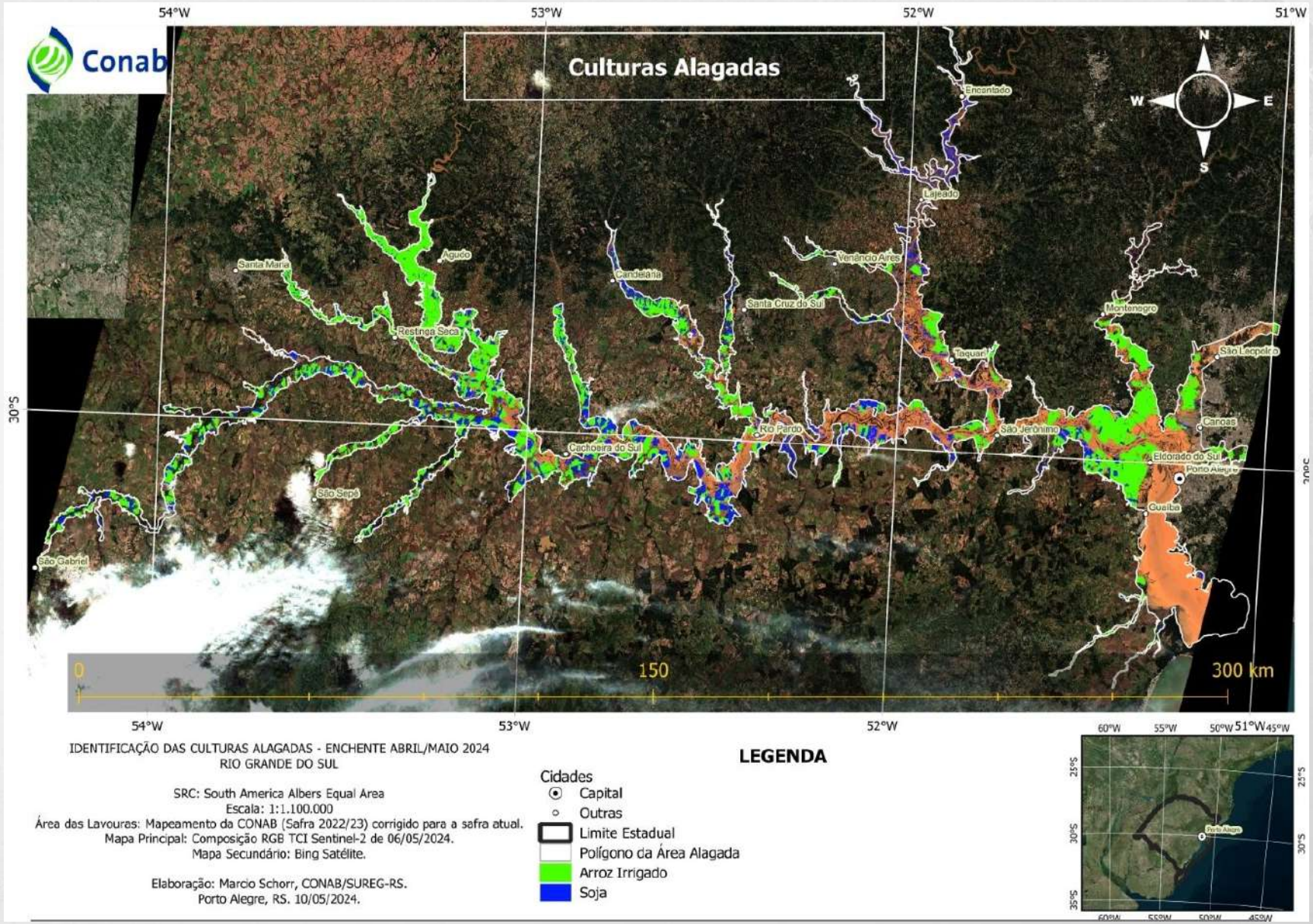
Simplificações: Profundidade radicular, ETc, estádio fenológico variam por cultura e condição

Interação Entre Perigo, Exposição e Vulnerabilidade



Risco = *f*(Perigo, Exposição, Vulnerabilidade).

Catástrofe no RS - Maio de 2024



Materialização do Risco

Quando um perigo relevante coincide com uma lavoura exposta e vulnerável, o risco tende a se **materializar em perdas concretas**. A equação conceitual pode ser expressa como:

Risco = f(Perigo, Exposição, Vulnerabilidade)

Se qualquer componente = 0 ⟶ risco realizado = 0
Se todos forem altos ⟶ risco realizado = máximo

Implicações Críticas

- Um mesmo evento meteorológico pode ser praticamente inofensivo em uma configuração e devastador em outra
- A redução de qualquer um dos três componentes reduz o risco resultante
- Intervenções em vulnerabilidade (manejo, tecnologia) são frequentemente mais viáveis que alterações em perigo ou exposição

Dimensão temporal do Risco - Janelas Críticas (Exemplo Soja)

O Conceito Central: O impacto de um evento meteorológico é determinado pelo *timing*, não apenas pela intensidade.

- Um mesmo déficit hídrico tem efeitos marginais na fase vegetativa, mas pode ser catastrófico em fases reprodutivas.

Implicações para Análise de Risco e COPs:

- **Hierarquia de Perda:** A sensibilidade máxima ocorre quando a planta forma as estruturas de produção final (vagens e grãos).
- **Escrutínio de Perdas:** Comunicações de Perda (COP) por seca na fase vegetativa exigem maior rigor de análise do que aquelas ocorridas no florescimento/enchimento.
- **Critério de Decisão:** O cruzamento da data de plantio (Sicor) com a data do evento (COP) é essencial para validar o nexo causal do dano alegado.

Implicação prática para análise de COPs: Uma Comunicação de Perda (COP) alegando déficit hídrico durante a fase vegetativa inicial merece escrutínio mais rigoroso do que uma COP referente ao mesmo evento durante floração ou enchimento de grãos, dado o diferencial de sensibilidade documentado.

O Momento Importa Tanto Quanto a Intensidade

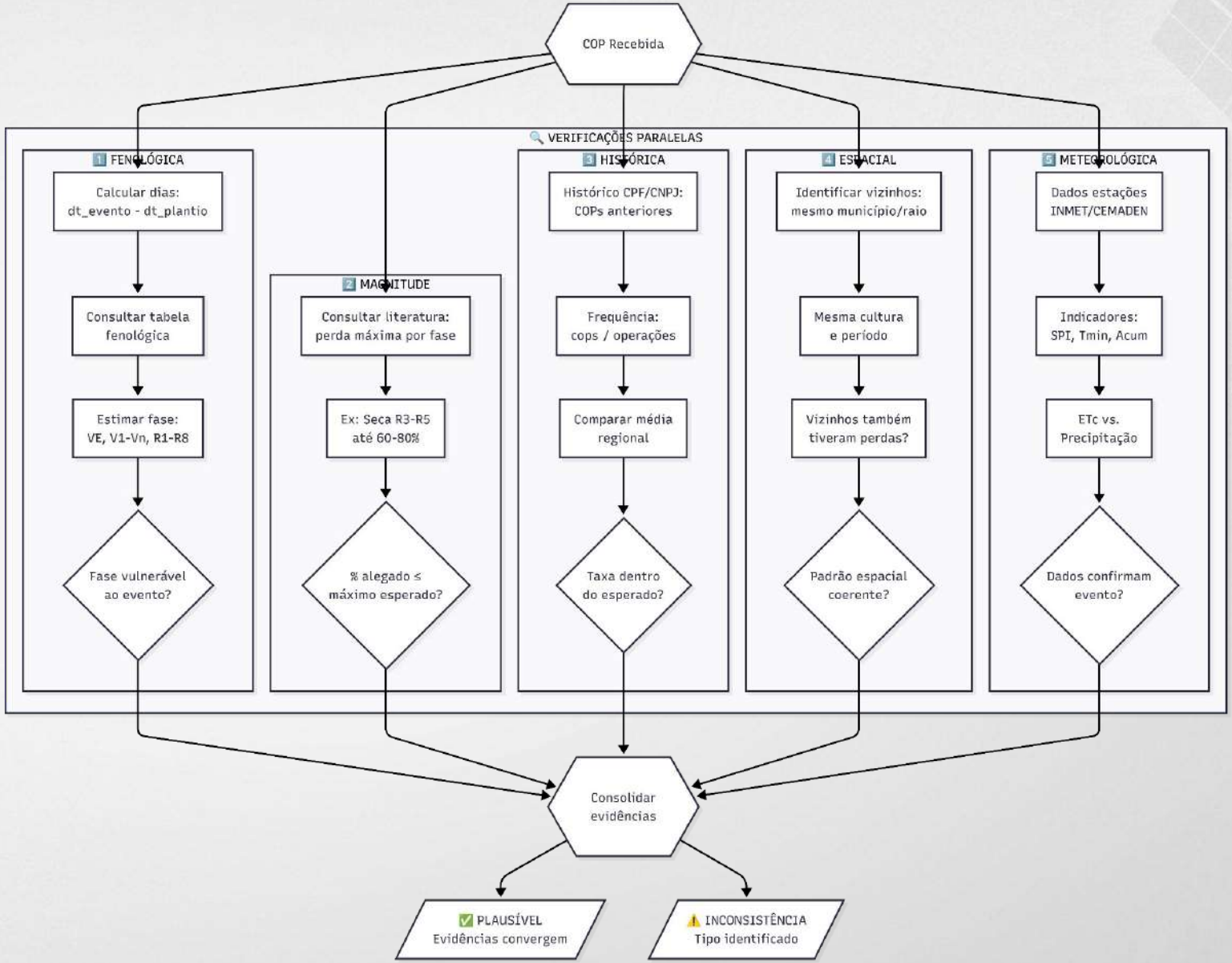
Sensibilidade Relativa da Soja ao Déficit Hídrico

Fase	Sensibilidade	Perda Estimada	Observação
Germinação-Emergência	40%	5-15%	Tolerância moderada; recuperação possível
Desenvolvimento V1-V6	60%	20-35%	Vulnerabilidade crescente; recuperação parcial
Floração R1-R2	95%	35-50%	Fase crítica; aborto floral irreversível
Enchimento R3-R5	**100%**	**até 72%**	**MÁXIMA VULNERABILIDADE**
Maturação R5.5-R7	50%	10-20%	Sensibilidade reduz; grãos já formados

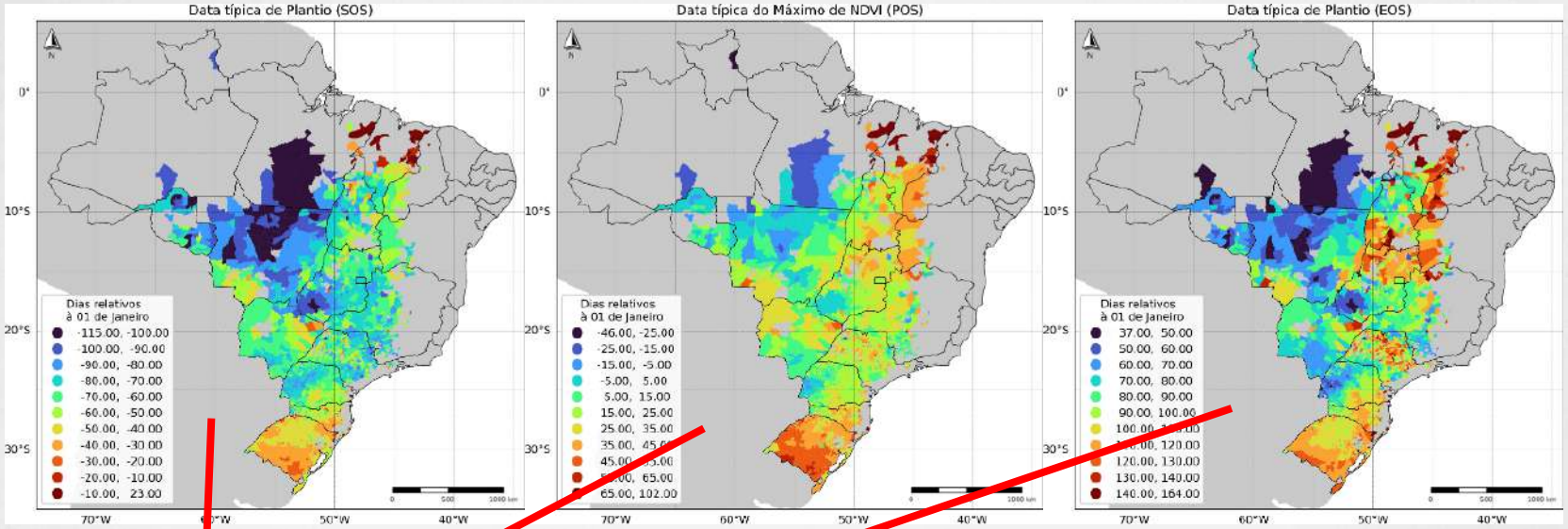
Comparativo com Milho e Trigo

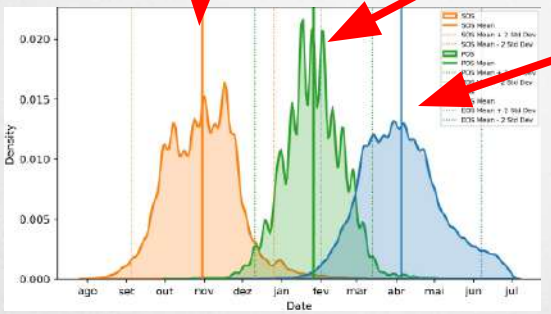
Cultura	Fase Crítica	Duração	Perda Máxima	Mecanismo Principal
SOJA	R3-R5 (enchimento)	35 dias	**72%**	Aborto vagens; redução tamanho grão
MILHO	2P-7P (polinização)	**10 dias**	**50%+**	Dessecação pólen; falha granação
TRIGO	Folha-bandeira (~64 DAS)	**7 dias**	**94%+**	Redução grãos/espiga

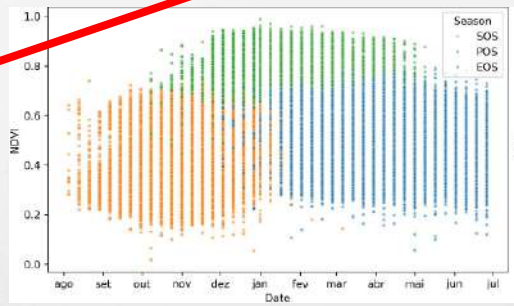
Árvore de Decisão Hipotética

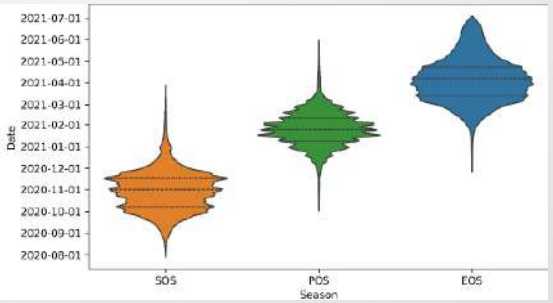


Marcos Fenológicos da Soja com NDVI









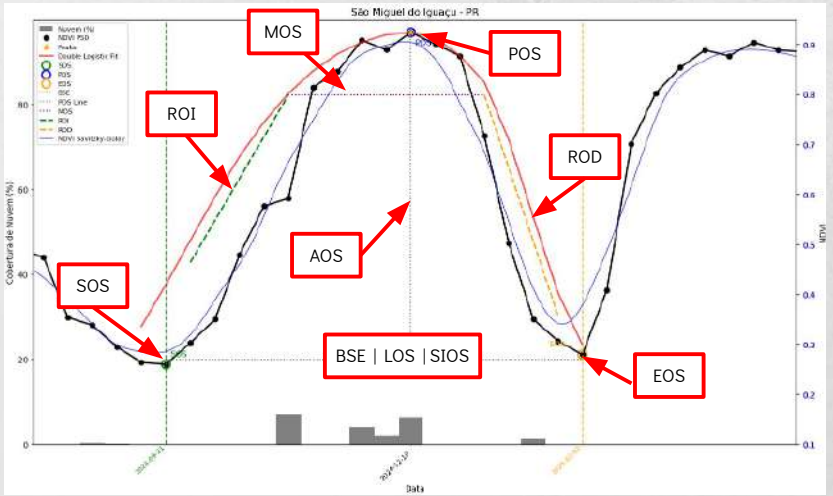
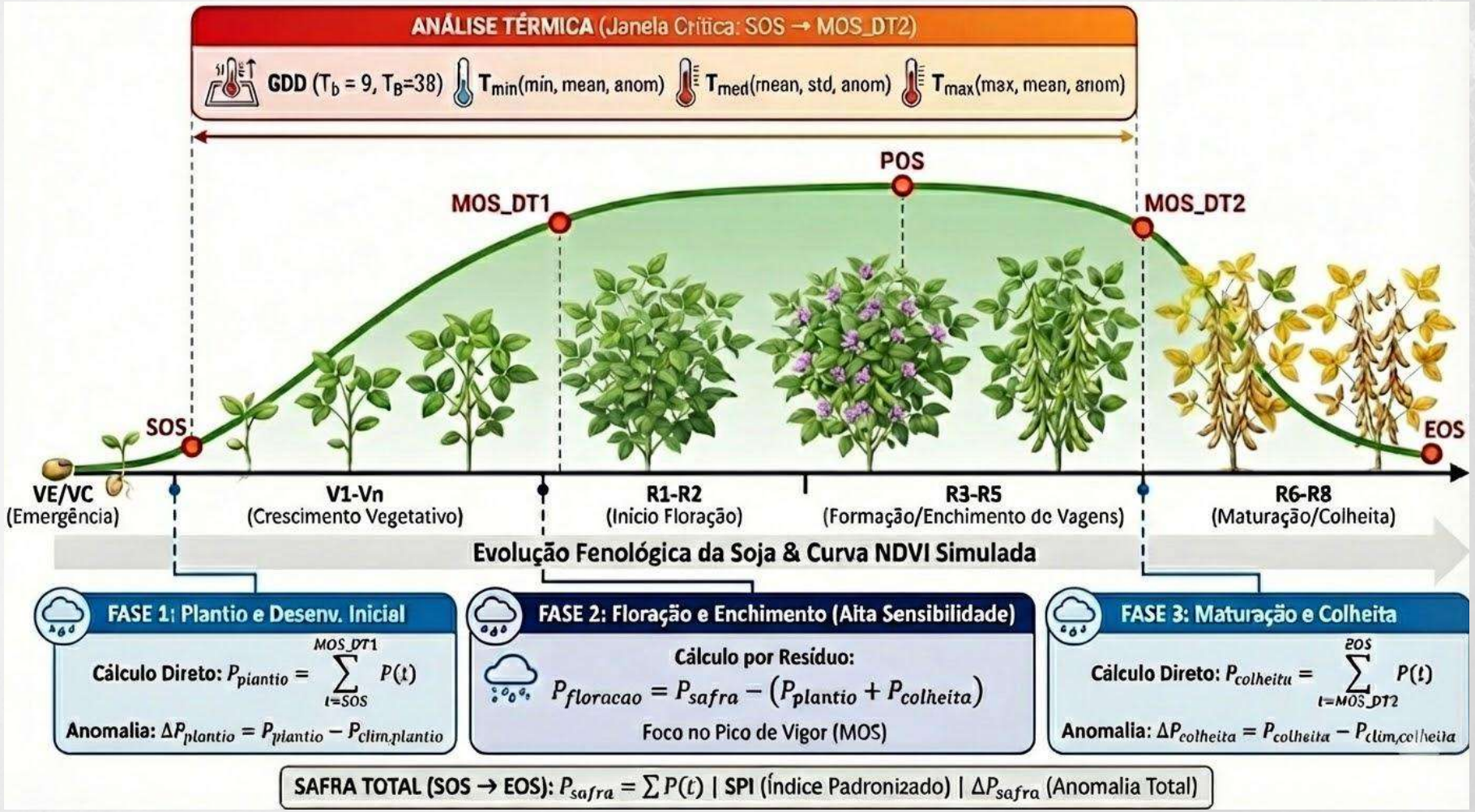


Ilustração das Zonas Fisiológicos Sensíveis da Soja em Termos do Clima



Um exemplo real

COP deferida de soja (2023)

- Evento declarado: **seca**
- Dados básicos:
  - Datas de plantio e colheita
  - Área e localização da lavoura
  - **Risco ZARC** informado no plantio

A pergunta-chave do risco

- **Quando** a seca aconteceu **dentro da safra**?

Como respondemos

- Cruzamos a COP com **dados de satélite (NDVI)**
- Identificamos as **fases da cultura**:
  - Início do ciclo
  - Pico de desenvolvimento
  - Fim do ciclo / colheita

O que o exemplo mostra

- A seca começou **próxima ao pico de desenvolvimento da planta**
- Terminou **antes da colheita**
- **Há potencial técnico para perda → Análise Dados Meteorológicos**

Mas com um ponto de atenção

- O plantio ocorreu em **ZARC de 30% de risco**
- Parte do risco **já era conhecido e aceito**

Consulta Banco de Dados Sicor:

"status_cop": "deferida",
"nome_evento": "Seca",
"produto": "soja",
"dt_inicio_evento": "2023-03-10",
"dt_fim_evento": "2023-04-24",
"dt_comunicacao": "2023-05-29",
"dt_inicio_plantio": "2023-01-19",
"dt_fim_plantio": "2023-01-20",
"dt_inicio_colheita": "2023-06-05",
"dt_fim_colheita": "2023-06-06",
"data_inicial_decendio": "2023-01-11",
"data_final_decendio": "2023-01-20",
"risco_percentual": 30,

Consulta dados satelitais

"aos_v": 2192.0,
"eos_t": "2023-06-25T00:00:00",
"eos_v": 7055.0,
"pos_t": "2023-03-21T00:00:00",
"pos_v": 8863.0,
"sos_t": "2023-02-01T00:00:00",
"sos_v": 7611.0,



Síntese do Risco Agrícola

Risco agrícola é a composição de fatores definidos pela equação hipotética.

Risco Agrícola = f(Perigo, Exposição, Vulnerabilidade)

Assim, o resultado **não é objetivo** como: “teve ou não teve uma condição de seca (perigo)”

Depende

Qual evento (**perigo**), quando ocorreu (**exposição**), qual fase da lavoura e qual risco já estava assumido (**vulnerabilidade**).

Gestão de Riscos



Instrumentos de Gestão de Risco - ZARC

ZARC: Zoneamento Agrícola de Risco Climático

• **Definição operacional**: Sistema de mapas que indica quando e onde plantar cada cultura para minimizar coincidência entre fases críticas da planta e eventos climáticos adversos

• **Criação e consolidação**: Implementado em 1996 (primeira publicação para trigo); consolidado como política pública oficial do Ministério da Agricultura desde então

• **Abrangência atual**: Cobre 40+ culturas em todos os 5.570 municípios brasileiros — desde grandes commodities (soja, milho, trigo, algodão) até culturas permanentes (café, cana-de-açúcar)

• **Papel no sistema de risco**: Primeira camada de proteção — prevenção por orientação técnica (ao contrário de Proagro e seguros, que são proteção financeira pós-evento)

Como Funciona

• **Base científica**: Integra séries históricas de 15-30 anos de dados meteorológicos, modelos agrometeorológicos de simulação (como SARRAZON), e conhecimento agronômico sobre exigências das culturas

• **Variáveis principais**:

- Dados de chuva e temperatura por região e período (decênios)
- Cálculo de balanço hídrico — Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA) para cada fase fenológica
- Capacidade de Água Disponível (CAD) do solo — classificada em 3 tipos (arenoso, intermediário, argiloso)
- Ciclo de cada cultivar (precoce, médio, tardio)

• **Resultado**: Mapas municipais que indicam 36 decênios (períodos de 10 dias) de plantio com níveis de risco:

- **≤20%**: Recomendado (significa ~8 safras bem-sucedidas em 10 anos)
- **20-30%**: Tolerável
- **30-40%**: Limite
- **>40%**: Não recomendado

Instrumentos de Gestão de Risco - PROAGRO

PROAGRO: Programa de Garantia da Atividade Agropecuária

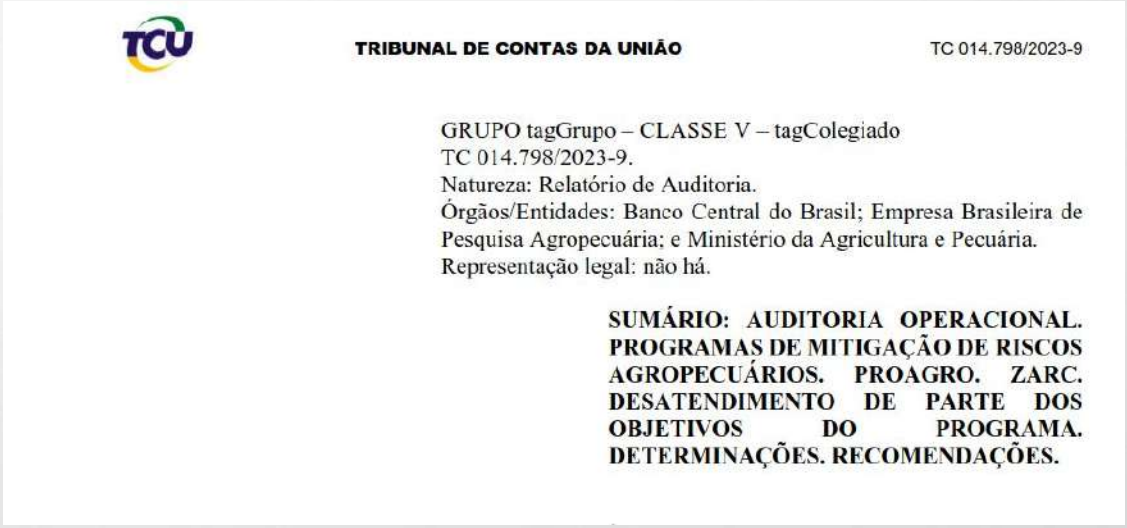
- Criado pela Lei 5.969/1973
- Programa público, administrado pelo **Banco Central do Brasil**
- Oferece **garantia de cobertura de perdas** a produtores rurais que contratam crédito de custeio agrícola
- **Mecanismo**: Quando produtores enfrentam perdas significativas (acima de 30%) causadas por eventos adversos cobertos, o Proagro **quita parcela da dívida junto à instituição financeira**
- ⚠️ **Importante**: NÃO é indenização ao produtor. O beneficiário direto é a **quitação do financiamento**, não compensação de renda

Como Funciona Operacionalmente

1. **Contratação**: Ao contratar crédito de custeio, produtor adere automaticamente ao Proagro (obrigatório até R$ 200 mil na safra 2025/2026)
   - Embutido na taxa: **adicional/prêmio** (varia de 2% a 8,5% conforme cultura, região e modalidade)
2. **Comunicação de Perdas (COP)**: Documento formal que produtor submete à IF informando:
   - Operação, cultura, datas de plantio e colheita
   - Evento adverso alegado (seca, chuva excessiva, granizo, praga, doença)
   - Estimativa de perda (kg ou % da produção esperada)
3. **Perícia Agrícola**: Perito autorizado verifica a ocorrência do evento e **estima a perda real** em campo
4. **Limiar de Acionamento**: Perda deve **exceder 30% da produção esperada**
   - Abaixo disso: sem direito à cobertura
5. **Cobertura Varia Conforme Risco do Plantio** (baseado no ZARC — Zoneamento Agrícola de Risco Climático):
   - **Risco de 20%**: até 85-100% de cobertura
   - **Risco de 30%**: até 75% de cobertura (redução de 5%)
   - **Risco de 40%**: até 50% de cobertura (redução de 10%)
6. **Pagamento**: Se perda confirmada pela perícia e supera limiar de 30%, Proagro **quita a parcela junto à IF**

Fragilidades

- **Limitação orçamentária inexistente**
  - Despesas obrigatórias sem teto (Tesouro sempre cobre)
  - 2024: R$ 9 bilhões vs. orçado ~R$ 3 bilhões
- **Articulação frágil entre órgãos**
  - BCB (normatiza) | MAPA (ZARC) | IFs (operam) | Peritos | MDA (supervisa)
  - Sobreposições, lacunas, falta diálogo
- **Público-alvo indefinido**
  - Criado para pequenos produtores sem seguro privado
  - Mas todos os portes (inclusive indevidos) passaram a usar
- **Conflito de interesses estrutural**
  - Mesma IF: concede crédito + valida perdas + recebe indenizações
  - Peritos contratados por IFs; incentivos desalinhados
- **Sem individualização atuarial**
  - Todos pagam mesmo adicional, independente de risco individual
  - Baixo risco subsidia alto risco
- **Supervisão insuficiente de perdas**
  - Perícia pontual, sem independência técnica
  - Falta cruzamento com dados meteorológicos/sensoriamento remoto
  - Oportunidade: Geotecnologias como verificação objetiva



TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO TC 014.798/2023-9

GRUPO tagGrupo – CLASSE V – tagColegiado
TC 014.798/2023-9.
Natureza: Relatório de Auditoria.
Órgãos/Entidades: Banco Central do Brasil; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; e Ministério da Agricultura e Pecuária.
Representação legal: não há.

SUMÁRIO: AUDITORIA OPERACIONAL. PROGRAMAS DE MITIGAÇÃO DE RISCOS AGROPECUÁRIOS. PROAGRO. ZARC. DESATENDIMENTO DE PARTE DOS OBJETIVOS DO PROGRAMA. DETERMINAÇÕES. RECOMENDAÇÕES.

Histórico Recente - Indenizações Pagas Anualmente

Métricas de Crescimento

- **Período 2017-2018 (Baseline)**: R$ 1,0 a 0,9 bi/ano
- **Período 2019-2022 (Transição)**: R$ 2,0 a 3,5 bi/ano
- **Período 2023-2024 (Crise)**: R$ 9,0 a 9,4 bi/ano

Variação Total (2017 → 2023)

- **Valor**: R$ 1,0 bi → R$ 9,4 bi
- **Multiplicador**: **9,4x**
- **Variação**: **+840%**
- **Período**: 6 anos

Crescimento Acelerado (2022 → 2023)

- **Valor**: R$ 3,5 bi → R$ 9,4 bi
- **Multiplicador**: **2,7x em um ano**
- **Variação**: **+169%**

Ano	Gastos (R$ bilhões)	Variação %	Observação
2017	1,0	—	Baseline: período de gastos moderados
2018	0,9	-10%	Ano de redução, condições climáticas favoráveis
2019	2,0	+122%	Aumento significativo; R$ 1,3 bi apenas com seca
2020	2,5	+25%	Reforço do Tesouro necessário; pandemia acelerou demanda
2021	2,2	-12%	Retração relativa
2022	3,5	+59%	Escalada climática; período de estiagem
2023	**9,4**	**+169%**	**EXPLOSÃO DE GASTOS: orçado ~R$ 2,7 bi, gasto R$ 9,4 bi**
2024	9,0	-4%	Mantém níveis elevados; teto implementado

Fatores Explicativos por Período

2017-2018: Estabilidade

- Prêmios pagos cobriam a maioria das indenizações
- Receitas do adicional: ~R$ 573 milhões/ano
- Produção agrícola dentro de faixas normais

2019-2021: Início Pressões

- **2019**: Estiagem no RS afeta soja e milho; indenizações saltam
- **2020**: Pandemia; regras de verificação flexibilizadas; gastos crescem 25%
- **2021**: Retração relativa, mas vulnerabilidade já evidente

2022-2023: Agravantes

- **2022**: Custos de produção sobem 40-50%; eventos climáticos frequentes
- **2023**: **Agravantes**:
  - Seca prolongada no RS
  - Granizo e chuva excessiva em MG e SP
    Geadas em SC e PR
  - Mudança climática acelera frequência de eventos extremos
  - Limite de enquadramento ainda em R$ 335 mil (alto)
  - Poucas restrições de acesso ao programa

2024-2025: Contenção

- Teto orçamentário implementado (R$ 6,6 bi)
- Limite reduzido para R$ 200 mil
- Bloqueios dinâmicos por município
- Redução de cobertura (de 100% → 50-75% conforme risco)

Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR)

- **Lei 15.040/2024 – Novo Marco Legal dos Seguros**
  - Vigor desde 11 dez 2025; microssistema jurídico próprio
  - Aumenta previsibilidade contratual e transparência
  - Protege direitos do segurado (favor segurado em ambiguidades)

- **Seguro Paramétrico – Inovação Tecnológica**
  - Usa índices climáticos objetivos (pluviosidade, temperatura, vento, NDVI)
  - Dispensa vistoria; indenização automática quando gatilho é acionado
  - Fonte de dados independentes: INMET, satélites, estações meteorológicas

- **PSR – Programa de Subvenção ao Prêmio**
  - Governo Federal subsidia 20-45% do prêmio (varia por cultura/região)
  - Soja: 20% | Demais culturas: 35-40%
    Limite 2025: R$ 60 mil/grupo de atividade + R$ 60 mil pecuária = R$ 120 mil/ano

- **Seguro de Faturamento – Cobertura Ampliada**
  - Complementa seguro de produção tradicional
  - Cobre receita (não apenas produção física)
  - Adaptado a volatilidade de preços

- **Acesso Expandido (Agricultura Familiar)**
  - PSR aplicável a agricultores familiares e grandes produtores
  - Reduz barreira de custo para proteção
  - Governo alocou ~R$ 1 bilhão/ano (2025)

Quadro Comparativo - Instrumentos de Gestão de Risco

Instrumento	Função principal	Momento de atuação	Cobertura típica	Custo para o produtor	Ponto fraco / Observação-chave
ZARC	Reduzir exposição (orienta onde/quando plantar)	Preventivo	Mais de 50 culturas enquadradas em zoneamento	Gratuito (informação pública, usada como referência)	Não garante sucesso, apenas reduz risco climático
PROAGRO	Amparar perdas, quitando ou abatendo financiamento	Reativo	40–80% do custeio financiado, dependendo da linha	Embutido na taxa de juros/crédito rural	Gatilho de perda mínima em torno de 30% e perícia sujeita a fragilidades
Seguro privado	Transferir risco para seguradora (produção/receita)	Reativo (há produtos paramétricos)	Até cerca de 70–80% da produção, conforme apólice	Prêmio típico em faixa de alguns pontos percentuais do valor segurado (ex.: 3–10%)	Vantagem sobre Proagro: indeniza produtividade/receita, não só custeio
PSR (subvenção)	Democratizar acesso ao seguro privado, via subsídio	Facilitador	Governo paga parte do prêmio (subvenciona apólice)	Governo banca em geral 30–40% do prêmio; hoje regra geral 40% (20% para soja, percentuais próprios para paramétrico)	Recursos orçamentários limitados, esgotam rápido em alguns anos

A importância do Monitoramento



Por que monitorar o clima no crédito rural e no Proagro?

BANCO CENTRAL DO BRASIL

1. Clima como principal fator de risco

- Em muitos contextos, o clima explica ≈ 80% da variabilidade da produção agrícola.
- Manejo, solo, tecnologia e pragas respondem pelos ≈ 20% restantes.
- Monitorar o clima é central para entender risco de produção, não é detalhe técnico.

2. Impactos no crédito rural e no Proagro

- Crédito rural e Proagro são diretamente expostos à variabilidade climática.
- Seca, enchente, geada e outros extremos aumentam inadimplência e acionamentos do Proagro/seguro.
- Reguladores exigem integrar risco climático à gestão de risco financeiro

3. Papel do monitoramento climático (Sicor / Proagro)

- **Verificar perdas**: cruzar COP com dados meteorológicos e imagens para dar objetividade aos laudos.
- **Gerir risco:** mapear regiões/culturas mais expostas e ajustar políticas de crédito.
- **Proteger recursos públicos**: geotecnologias reduzem fraudes e negações injustas no Proagro.
- **Prevenir perdas**: dados alimentam o ZARC e orientam épocas seguras de plantio.
- **Automatizar e dar transparência**: indicadores automáticos de inconformidade fortalecem a credibilidade do sistema.

4. Benefícios para os atores

- **Produtor:** indenização mais justa e melhor planejamento.
- Instituições financeiras: menor risco de crédito e maior conformidade regulatória.
- **Gestores públicos:** uso mais eficiente dos recursos do Proagro.
- **Sociedade:** sistema financeiro mais estável e agricultura mais sustentável.

Benefícios do Monitoramento

Benefícios

- **Incertezas nas COPs**
  Verificação objetiva com estações, MERGE e satélites.
- **Análise de Risco**
  Padrões de sinistralidade no Sicor (regiões, solos, épocas).
- **Gestão Eficiente**
  Evita fraudes/erros e negações injustas.
- **Planejamento/Prevenção**
  Melhora ZARC + alertas em tempo real.
- **Automação/Transparência**
  Flags automáticos para COPs suspeitas.

Exemplo de Inconformidade: Chuva excessiva ❌

Dados Verificados	Resultado
Estação próxima	↓ Abaixo da média
MERGE	Déficit hídrico
Satélite	Sem nebulosidade atípica

Resultado: Flag de inconformidade → Investigação prioritária!
(Não = fraude imediata, mas sinaliza erro/microclima).
Inverso: Dados suportam → Aprovação rápida.

Beneficiários do Monitoramento

- **Produtores Rurais**
  Confirmação rápida de perdas reais. Menor risco de negação injusta.
- **Instituições Financeiras**
  Segurança jurídica nas operações de crédito.
- **Gestores Públicos (BCB/TCU)**
  Eficiência nos recursos + auditoria com dados reais.

Sistema Ganha-Ganha

Ator	Benefício Principal
Produtor honesto	Processamento acelerado + proteção
Sociedade	Menos desperdício de recursos públicos
IF/Governo	Gestão de risco + transparência

"Não é contra o produtor — é contra irregularidades"
Único perdedor: Quem buscava vantagens indevidas.

Obrigado!

meteorologiageotec.derop@bcb.gov.br

DÚVIDAS?

BANCO CENTRAL DO BRASIL

bcb.gov.br

LinkedIn