

Impacto do El Niño

Oscilação Sul na ocorrência
de Secas na Bacia do Paraná

IRB(P&D)

IRB(P&D)

Sumário Executivo

Relevância do tema

A variabilidade climática influencia diretamente a disponibilidade hídrica, a produção agrícola e a sinistralidade do seguro rural no Brasil. Entre os principais moduladores desse comportamento, destaca-se o ENSO (El Niño–Oscilação Sul), associado a mudanças importantes no regime de precipitação da América do Sul.

Escopo da análise

Esta nota técnica investiga a relação entre as fases do ENSO, a ocorrência de eventos de seca e os indicadores de sinistralidade do seguro rural na **Bacia Hidrográfica do Paraná**, dividida em oito regiões de similaridade climática. A área analisada abrange estados estratégicos para o agronegócio, como São Paulo e Paraná, com forte relevância para a produção nacional de soja.

Abordagem analítica

O estudo propõe um conjunto integrado de indicadores capaz de conectar:

- condições climáticas globais;
- indicadores regionais de seca;
- métricas de sinistralidade do seguro rural.

Essa integração permite avaliar o risco climático de forma mais ampla, conectando sinais de grande escala aos impactos observados no território e no mercado segurador.

Principais evidências

Os resultados indicam que o ENSO pode influenciar de forma relevante a dinâmica das condições hidrológicas regionais, com possíveis repercussões sobre a produção agrícola e sobre o comportamento das perdas no seguro rural. Ao mesmo tempo, a análise mostra que essa relação **não é linear** e se manifesta de forma **heterogênea no espaço**, reforçando a necessidade de abordagens regionalizadas.

Aplicações para o mercado segurador

A integração entre variabilidade climática, seca e sinistralidade contribui para:

- aprimorar a modelagem do risco climático;
- apoiar o desenvolvimento de indicadores de alerta precoce;
- identificar regiões com maior heterogeneidade climática;
- fortalecer estratégias de subscrição, monitoramento e gestão de portfólio no seguro rural.




Mensagem central

A análise reforça o potencial de abordagens interdisciplinares para qualificar a avaliação e o monitoramento do risco climático no setor agrícola. O uso combinado de múltiplos moduladores de variabilidade climática, aliado a uma leitura regionalizada, amplia a capacidade de compreender e antecipar impactos relevantes para a produção agrícola e para o mercado segurador.

Introdução

A precipitação no Brasil apresenta elevada variabilidade espaço-temporal, com diferenças marcantes entre regiões e oscilações relevantes ao longo dos anos. Essa dinâmica influencia diretamente o desempenho de setores-chave, como o agronegócio e a geração de energia, além de impactar o bem-estar social. Ao afetar a disponibilidade hídrica, variações nos regimes de chuva podem alterar o calendário produtivo e a confiabilidade do suprimento. Ao mesmo tempo, a ocorrência de extremos — como secas prolongadas, inundações e episódios associados a deslizamentos de terra — amplia a exposição a riscos relevantes: quebra de safras, restrições de abastecimento para populações, aumento da probabilidade de incêndios em períodos secos, perda de culturas, comprometimento de infraestrutura logística e urbana e maior risco de deslizamentos em cenários de excesso de umidade. Esse contexto reforça a importância de monitorar o regime de precipitação como insumo para o planejamento e a gestão de risco.

Um dos maiores agentes responsáveis pela variabilidade temporal da precipitação no Brasil, principalmente nas regiões Norte e Sul, é o *El Niño Southern Oscillation* (ENSO), ilustrado na **Figura 1**. Esse fenômeno ocorre no Oceano Pacífico e influencia o clima global, alternando-se entre três fases principais:

-  El Niño (fase positiva);
-  La Niña (fase negativa);
-  Neutralidade.

Essas variações têm impactos significativos nos padrões de precipitação, especialmente nas regiões Sul e Sudeste do país, influenciando diretamente na disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas (Trenberth, 1997; Grimm, 2011).

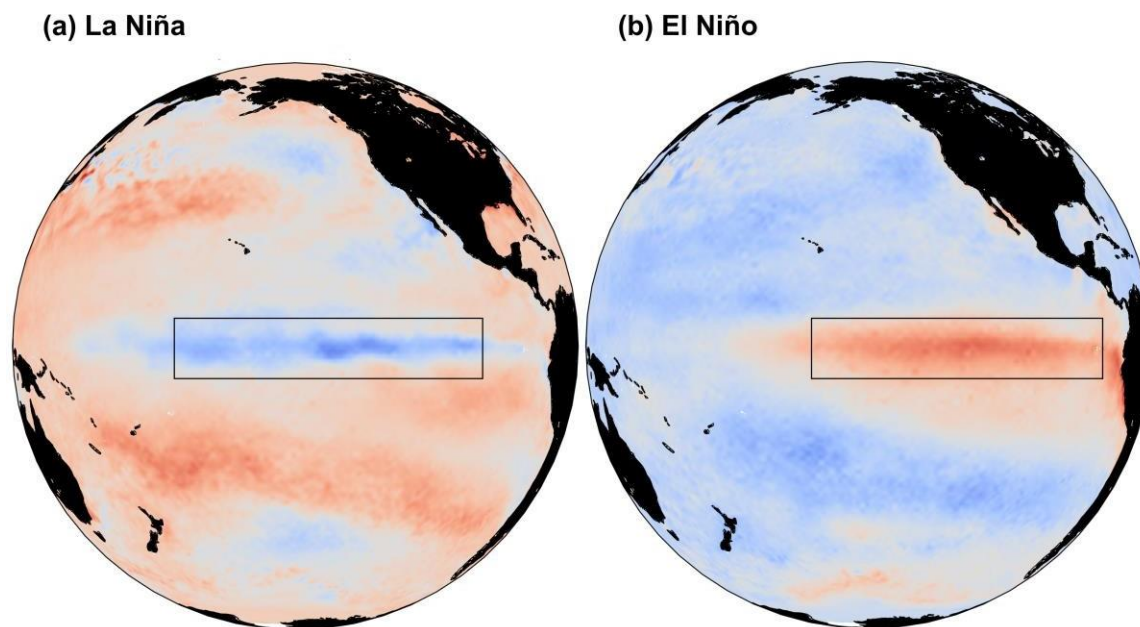


Figura 1 - Ilustração das condições de ENSO. (a) O fenômeno La Niña representado pela intensificação dos ventos alísios no Pacífico, o que gera esfriamento anômalo da superfície do mar na região do Pacífico Equatorial. (b) O fenômeno do El Niño é representado pelo aquecimento da superfície do mar na região do Pacífico Equatorial e inversão no padrão de ventos no Pacífico.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: ERA5.

O ENSO é um dos principais padrões climáticos que regulam a variabilidade do clima global. Surgindo a partir de mudanças periódicas na Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e na circulação atmosférica sobre o Oceano Pacífico Equatorial. Na **Figura 1**, a intensificação dos tons de vermelho representa o aumento da TSM. Em condições normais, ocorre o ressurgimento de águas frias na costa da América do Sul, isto é, afloramento de águas profundas e frias, abaixando a TSM. Desse modo, alterações no regime de ventos no Pacífico podem ocasionar anomalias na TSM da região, caracterizando as distintas fases do ENSO: El Niño (anomalia positiva de TSM) e La Niña (anomalia negativa

O El Niño ocorre quando há um aquecimento atípico das águas do Pacífico Equatorial, o que resulta na perturbação da distribuição global de chuva e calor. Por exemplo, a fase El Niño pode acarretar chuvas mais intensas nas regiões Sul e Sudeste do país.

Já a fase La Niña corresponde ao processo inverso, resfriamento atípico das águas do Pacífico Equatorial, o que pode trazer por consequências maior probabilidade de estiagens nas regiões Centro-

de TSM). El Niño ocorre a partir da alteração do regime de ventos, de modo que há interrompimento da ressurgência no Pacífico Leste e, conseqüentemente, aquecimento da TSM. Por outro lado, La Niña é só um reforço das condições normais, intensificando o esfriamento das águas no Pacífico Leste, e impulsiona as águas quentes para o continente marítimo da Indonésia (Trenberth, 1997).

Para realizar o monitoramento e detecção das diferentes fases do ENSO e identificar episódios de El Niño, La Niña ou neutralidade, utilizamos o *Oceanic Niño Index* (ONI). Este índice é calculado a partir da anomalia média trimestral da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) em uma região do Oceano Pacífico Equatorial compreendida entre 5°N–5°S e 120°–170°W, conhecida como região Niño 3.4, conforme metodologia estabelecida pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2024). Valores persistentes acima de +0.5°C, por pelo menos 5 meses seguidos, indicam El Niño, enquanto valores abaixo de -0.5°C indicam La Niña (NOAA, 2003). A **Figura 2** apresenta o histórico do ONI, indicando períodos de ocorrência das fases do ENSO do Pacífico.

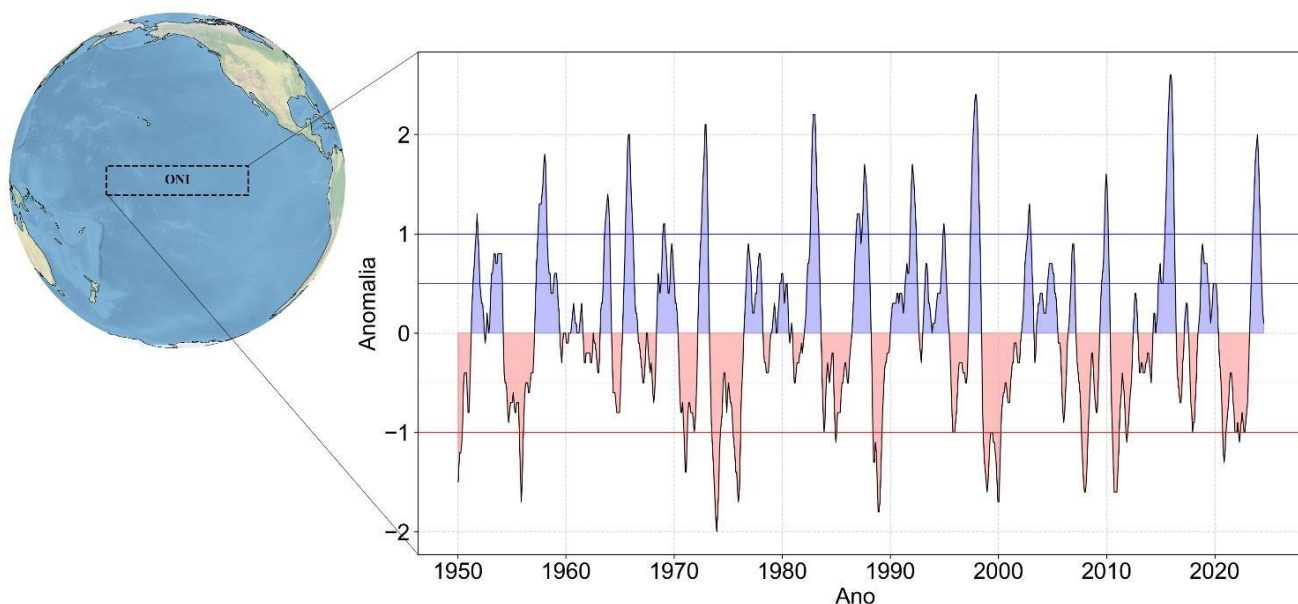


Figura 2 - Série histórica do Índice Oceânico de Niño (ONI) entre os anos 1990 e 2025. Valores positivos (azul) indicam condição de El Niño, e valores negativos (vermelho) indicam condições de La Niña.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: NOAA Climate Prediction Center (CPC).

A avaliação das condições hídricas é essencial para compreender como eventos climáticos afetam setores produtivos, como a agricultura. Desse modo, o objetivo do presente trabalho é investigar a relação entre o ENSO e a ocorrência de eventos de secas. Para que a ocorrência de secas possa ser identificada e analisada, faz-se necessária a utilização de um índice que detecta a ocorrência de períodos de eventos desse tipo. Para esse fim, foi utilizado o *Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index* (SPEI), um dos indicadores mais utilizados na literatura para refletir o balanço hídrico de uma região. O índice, criado por Vicente-Serrano (2010), é representado pela diferença entre a água que chega no solo (precipitação) e a água que retorna à atmosfera por evaporação e transpiração (evapotranspiração). Esse índice pode ser interpretado de modo que valores negativos representam condições de déficit hídrico (seca), enquanto valores positivos indicam condições mais úmidas. Além disso, diferentes limites de ocorrência desse índice indicam intensidades distintas relacionadas a períodos secos ou úmidos, conforme indicado na [tabela 1](#).

Classes	Grau	Intervalos do SPEI
Úmido	Extremamente	> 2
	Severamente	[1.5, 2]
	Moderadamente	[1, 1.5]
	Anormalmente	[0.5, 1]
Normal	Normal	[-0.5, 0.5]
Seco	Anormalmente	[-0.5, -1]
	Moderadamente	[-1, -1.5]
	Severamente	[- 1.5, -2]
	Extremamente	< -2

Tabela 1 - Intervalos de classificação do índice SPEI com graus de severidade associados.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

Uma das vantagens do índice SPEI é a flexibilidade temporal, visto que é possível calcular o índice em diferentes escalas temporais, cada uma capturando um tipo de específico de impacto climático. Em termos simples, o índice é obtido ao acumular, ao longo de um período definido (por exemplo, 3 meses), o saldo entre a precipitação e a evapotranspiração, padronizando esse resultado para permitir comparação entre regiões. Assim, o SPEI de 3 meses (SPEI-3) é sensível às oscilações na escala sazonal de curto prazo, podendo, conseqüentemente, afetar negativamente fases críticas das culturas agrícolas, como germinação e/ou floração. Desse modo, a utilização do SPEI é interessante uma vez que possibilita a análise de eventos agudos de seca, o que proporciona um suporte robusto para o estudo dos impactos da seca sobre a produção agrícola.

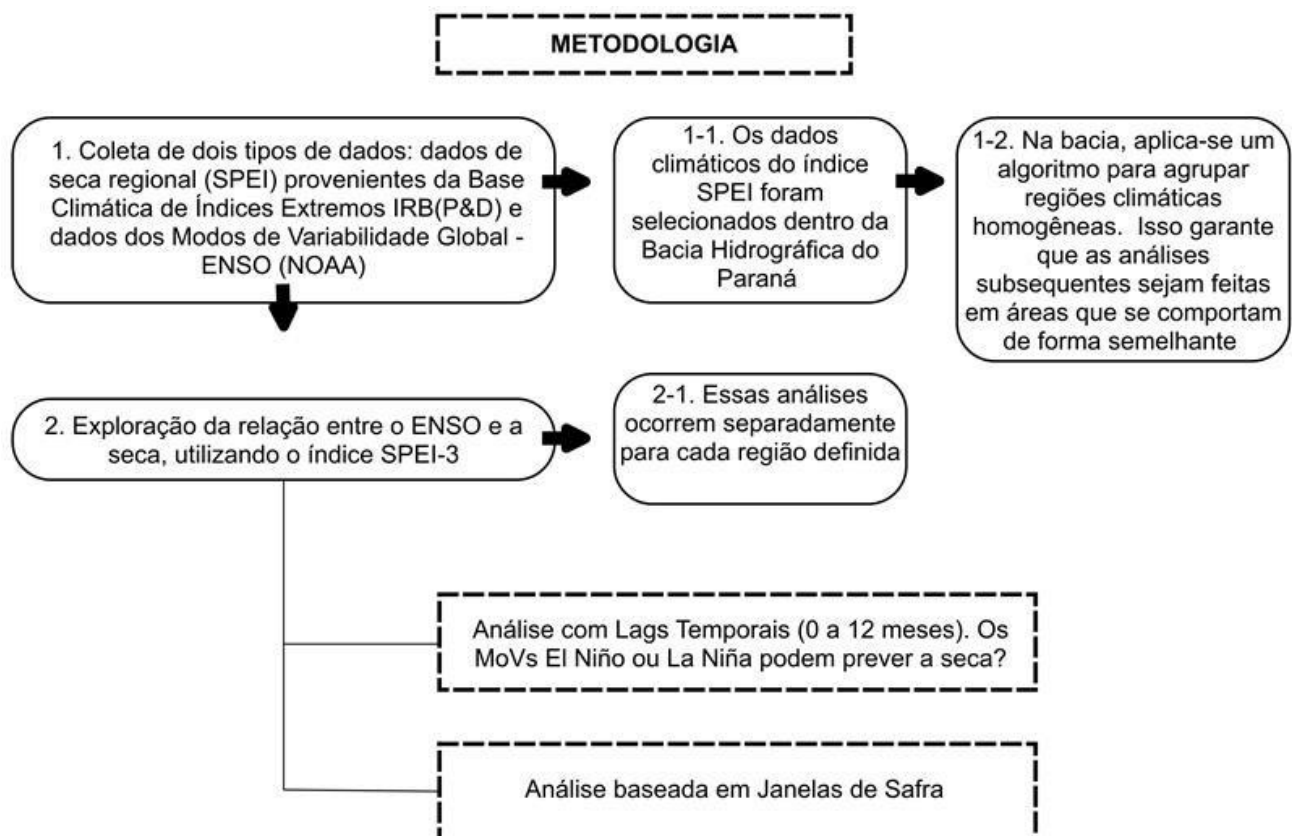


Figura 3. Metodologia adotada na Nota Técnica.

Fonte: Elaboração IRB(P&D).

O objetivo final deste relatório é analisar a relação entre ocorrência de secas e ENSO na região Centro-Sul do Brasil, com foco na Bacia Hidrográfica do Paraná. Assim, torna-se possível compreender o impacto esperado do ENSO na produção agrícola, bem como quais regiões, períodos e defasagens temporais apresentam maior resposta entre o padrão climático ENSO e a seca.

Análise Geográfica: Bacia Hidrográfica do Paraná

O presente trabalho teve foco na Bacia Hidrográfica do Paraná (Figura 4). A Bacia Hidrográfica do Paraná está situada na porção meridional da América do Sul, abrangendo territórios dos Brasil, Paraguai, Argentina e Bolívia, totalizando aproximadamente 2,8 milhões de km². No Brasil, a bacia abrange territórios pertencentes aos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Além de sua dimensão territorial, a Bacia Hidrográfica do Paraná possui um papel estratégico no desenvolvimento nacional, uma vez que o território abriga um dos principais polos agropecuários do Brasil, caracterizados pela produção de soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, trigo, café e pecuária de corte e leite. Somente em dois estados, São Paulo e Paraná, em 2023, o Valor Bruto de Produção Agropecuária brasileiro superou R\$ 1,3 trilhão, sendo que grande parte desse total é gerada em municípios pertencentes à bacia, dada sua forte presença de *commodities* agrícolas. Já do ponto de vista macroeconômico, a bacia exerce influência significativa sobre o Produto Interno Bruto (PIB). Ainda sob a perspectiva desses dois estados, São Paulo e Paraná representaram cerca de 38% do PIB brasileiro em 2022 (ANA, 2021; IBGE, 2023; MAPA, 2023).

Esse conjunto de características, forte atividade agrícola, expressiva contribuição econômica, relevância energética e ampla abrangência territorial, torna a Bacia Hidrográfica do Paraná especialmente sensível a variações climáticas. Sendo assim, torna-se fundamental considerar a variabilidade interanual associada ao ENSO, um dos principais modos de variabilidade climática, a fim de avaliar o impacto dessas oscilações sobre a disponibilidade hídrica e a produção agropecuária da região. Esses modos, caracterizados pela forte interação oceano-atmosfera, são capazes de reorganizar padrões de circulação atmosférica e, por consequência, afetam a distribuição das chuvas e a ocorrência de extremos no centro-sul da América do Sul.

Em termos gerais, a literatura científica indica que episódios de El Niño tendem a favorecer anomalias positivas de precipitação e maior frequência de eventos intensos no Sul do Brasil; enquanto La Niña, relacionada com maior recorrência de déficits pluviométricos, pode aumentar a probabilidade de estiagens - ainda que esses efeitos não sejam homogêneos no espaço e possam variar dentro da própria bacia, dada sua posição em uma faixa de transição climática (GRIMM et al., 2000; GRIMM, TEDESCHI, 2009; ROPELEWSKI, HALPERT, 1987).

Estudos voltados especificamente à Bacia Hidrográfica do Paraná evidenciam associações estatisticamente significativas entre índices do Pacífico Equatorial (regiões Niño) e a recorrência de eventos secos e úmidos, indicando que o ENSO compõe um componente relevante do risco hidrometeorológico regional. Como a dinâmica agrícola predominante na Bacia é sensível à disponibilidade hídrica (sobretudo quando déficits de chuva coincidem com fases críticas do ciclo das culturas), as fases do ENSO podem repercutir em perdas de produtividade e em impactos econômicos associados. Assim, devido a esses fatores, justifica-se o presente relatório: compreender a relação entre ENSO e seca na região é decisivo para qualificar o diagnóstico climático e aprimorar a antecipação de impactos sobre a produção agrícola e a gestão de recursos hídricos (IBGE, 2023; MAPA, 2023; SANTOS et al., 2021; SENTELHAS et al., 2015)

Durante episódios de **El Niño**, há uma tendência de **aumento da precipitação** no sul da bacia, especialmente, entre os meses de outubro e março, período crítico para culturas de verão e para a recarga hídrica dos reservatórios.

Em contraste, durante episódios de **La Niña**, a bacia tende a sofrer **redução das chuvas**, maior frequência de veranicos e diminuição do armazenamento hídrico, principalmente nos estados do Paraná e São Paulo, levando ao estresse hídrico, quebras de safra e níveis críticos de água em reservatórios.

Dessa forma, a Bacia Hidrográfica do Paraná se destaca pela suscetibilidade às oscilações do ENSO, com destaque a riscos climáticos, como estiagens e secas severas. Desse modo, tanto o aumento de chuvas quanto estiagens podem resultar no atraso no plantio e em risco fitossanitário. Na safra de 1997/98, anos caracterizados por forte El Niño, houve um aumento das chuvas que provocaram prejuízos na produtividade de culturas como soja e milho nos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Outro episódio fatídico relacionado ao estresse hídrico e à diminuição de água em reservatórios aconteceu nos anos de 2008 e 2021, anos em que houve a ocorrência de La Niña, quando fortes secas impactaram tanto a produção agrícola quanto a segurança energética da região (ANA, 2021; CUNHA et al., 2019; BERLATO & FONTANA, 2003; MARENGO et al., 2020;).

Mapeamento da Bacia Hidrográfica do Paraná e Regiões de Similaridade Climática (Clusters)

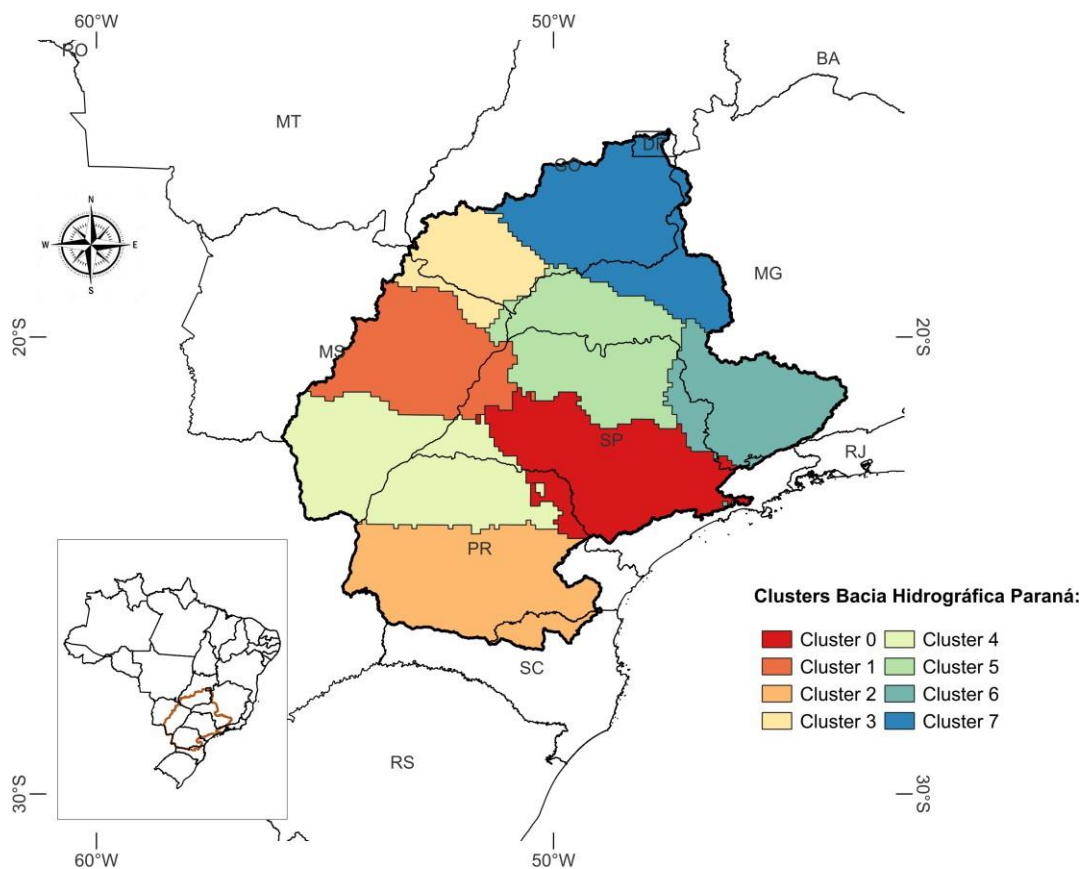


Figura 4 - Bacia Hidrográfica do Paraná, abrangendo os estados localizados em sua delimitação e as oito Regiões de Similaridade Climática (clusters) no mapa do Brasil.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

Visto que os impactos do ENSO nos regimes de precipitação possuem variabilidade espacial, empregamos técnicas de aprendizado de máquina para segmentar a região da Bacia Hidrográfica do Paraná em sub-regiões homogêneas quanto à ocorrência de períodos secos ou úmidos (Figura 4). Segmentamos a bacia em oito regiões de similaridade climática (0 a 7). Essa regionalização permite tratar a bacia não como um bloco homogêneo, mas como um conjunto de sub-regiões com características climáticas distintas. Ao mesmo tempo, cada região agrega áreas com comportamento relativamente semelhante em termos de variabilidade hídrica.

Dentre as oito subdivisões, destaca-se a região 2, situada na porção sul e sudoeste da bacia, que foi selecionada como o objeto central da análise devido à sua relevância estratégica pela significativa produção das *commodities* de soja. A **Figura 5** destaca a evolução da condição hídrica entre 1993 e 2024 na região 2, indicada pelo SPEI-3, permitindo observar as oscilações na escala sazonal.

Impacto do ENSO na intensidade e frequência das secas

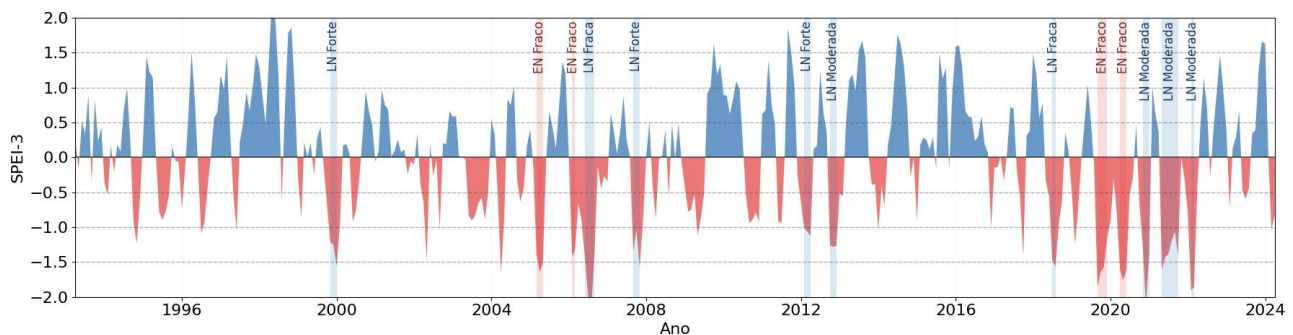


Figura 5 - Evolução temporal do índice SPEI-3 na região 2, com faixas indicando a ocorrência e a duração dos eventos de El Niño (faixa vertical vermelha) e La Niña (faixa vertical azul) em até seis meses antes de um evento de seca.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

Ao sobrepor as faixas de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña à série do SPEI-3, observa-se a influência desses eventos na variabilidade climática de curto prazo. Na **Figura 5**, nota-se uma tendência de alinhamento entre as fases de La Niña, representadas pelas faixas azuis, com até seis meses de defasagem temporal dos períodos de anomalia negativa de precipitação. Apesar da dispersão dos dados trimestrais, a presença de uma fase fria no Pacífico pode aumentar a probabilidade de eventos de seca agrícola imediata na região sul da bacia, já que temos 14 ocorrências de Niña precedendo evento de seca e 7 de Niño. Ou seja, há uma influência maior da Niña na ocorrência de seca do que Niño.

No Anexo B, estão dispostas as imagens da evolução temporal do índice SPEI-3, com faixas indicando a ocorrência e a duração dos eventos de El Niño (faixa vertical vermelha) e La Niña (faixa vertical azul) em até seis meses antes de um evento de seca, para as demais regiões.

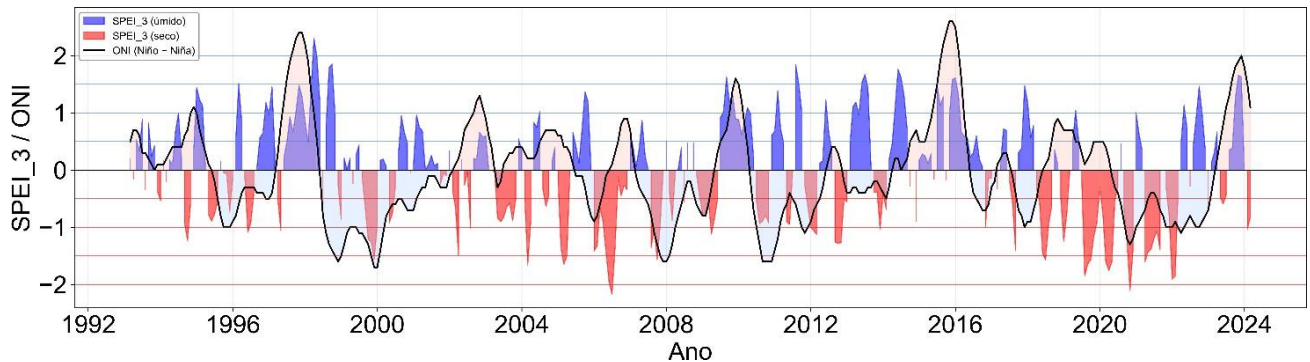


Figura 6. Evolução temporal do SPEI-3 na região 2, sobreposta pelo índice ONI (em transparência). Transparência positiva indicando El Niño e transparência negativa indicando La Niña.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

A Figura 6 apresenta a evolução da série histórica do ONI e do SPEI-3 para região 2, demonstrando a sensibilidade do balanço hídrico regional às variações de Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Desse modo, observa-se que flutuações no ONI tendem a acompanhar as respostas do SPEI-3, embora com a presença de variabilidade. Quando o ONI apresenta valores negativos, indicativo de La Niña, há uma tendência à resposta correspondente de queda no índice de seca, apesar de haver casos em que a queda do ONI está relacionada a períodos úmidos, como entre os anos de 2003 e 2005, 2007, e em meados de 2020.

No Anexo B, estão dispostas as imagens da evolução temporal do índice SPEI-3 sobreposta pelo índice ONI (em transparência), para as demais regiões.

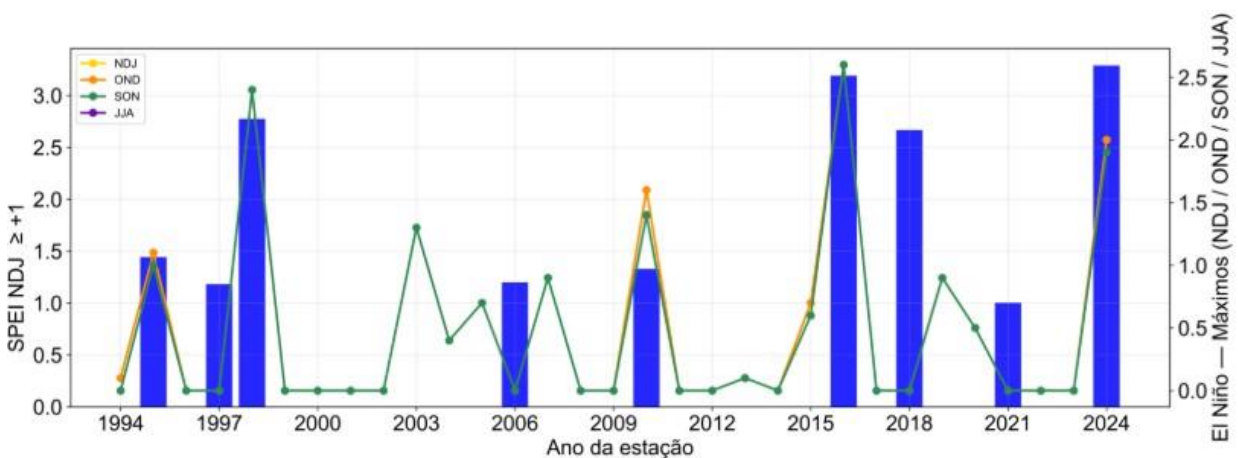


Figura 7 - Relação entre a soma do índice SPEI-3 nos meses de novembro, dezembro e janeiro (NDJ) a cada ano (barras) e o evento El Niño, com defasagens temporais de um mês (outubro, novembro e dezembro, ou seja, OND), dois (setembro, outubro e novembro, ou seja, SON) e seis meses (junho, julho e agosto, ou seja, JJA) anteriores à soma do índice SPEI-3 (linhas) na região 2.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

Na **Figura 7**, avaliou-se a existência de efeitos de memória do sistema climático na ocorrência de secas. Isso foi avaliado por meio da análise da relação entre a severidade hidrológica no trimestre NDJ, representada pelo índice SPEI-3, e a intensidade de eventos de El Niño observados em diferentes janelas temporais: um, dois e seis meses anteriores. As barras indicam os máximos de excesso hídrico no trimestre NDJ para a região 2, enquanto as linhas representam os valores máximos do índice ONI associados ao El Niño, considerando o próprio NDJ e as defasagens sazonais OND, SON e JJA. Essa abordagem permite verificar se o aquecimento do Pacífico em períodos anteriores contribui para a amplificação das anomalias hidrológicas observadas na estação chuvosa.

Apesar de haver certa variabilidade associada, os dados mostram que eventos de aquecimento do Pacífico, como nos anos de 2015 e 2016, estão associados a valores elevados do índice SPEI-3, indicando excesso hídrico. Isso é mais evidente para alguns períodos, como 1995, 1998, 2010, 2016 e 2004. Em outros, apesar do ONI indicar condições de El Niño, não há uma correspondência no SPEI-3. Isso indica que nesses períodos a influência de outros modos de variabilidade climática pode estar dominando a reposta hídrica na região. Por fim, é possível verificar que as linhas com as defasagens temporais de um, dois e seis meses praticamente se sobrepõem, com destaque para os trimestres de novembro, dezembro e janeiro, e junho, julho e agosto. Isso pode acontecer devido a não persistência do ENSO, isto é, não foi observado sinal positivo, indicando evento de El Niño durante o trimestre junho, julho e agosto que perdurasse até o trimestre dezembro, janeiro e fevereiro.

No Anexo B, estão dispostas as imagens da relação entre a soma do índice SPEI-3 nos meses de novembro, dezembro e janeiro (NDJ) a cada ano (barras) e o evento El Niño com defasagens temporais de um mês (outubro, novembro e dezembro, ou seja, OND), dois (setembro, outubro e novembro, ou seja, SON) e seis meses (junho, julho e agosto, ou seja, JJA) anteriores à soma do índice SPEI-3 (linhas), para as demais regiões.

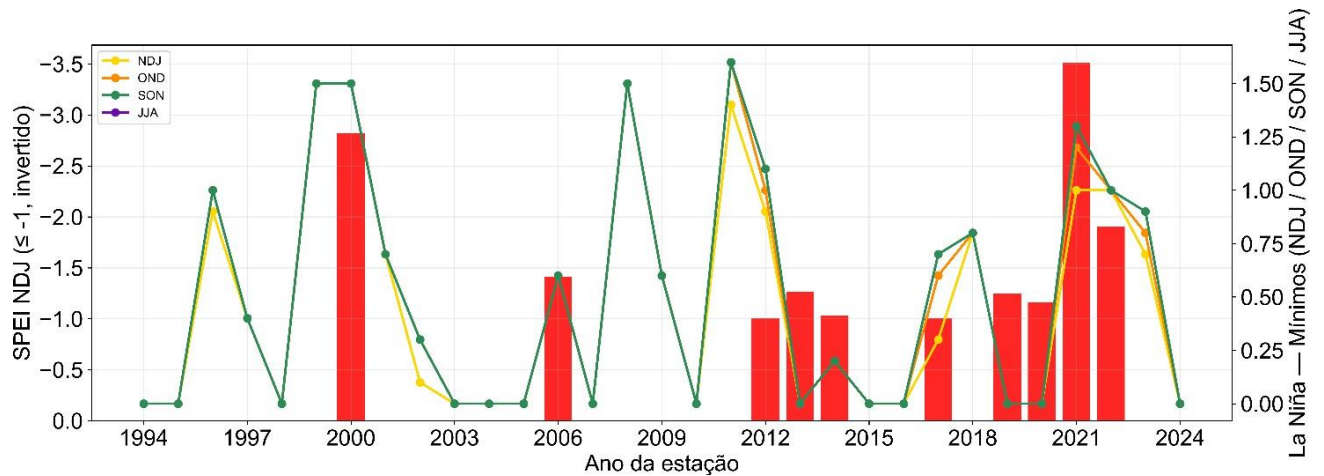


Figura 8 - Relação entre a soma do índice SPEI-3 nos meses de novembro, dezembro e janeiro (NDJ) a cada ano (barras) e o evento La Niña com defasagens temporais de um mês (outubro, novembro e dezembro, ou seja, OND), dois (setembro, outubro e novembro, ou seja, SON) e seis meses (junho, julho e agosto, ou seja, JJA) anteriores à soma do índice SPEI-3 (linhas) na região 2.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

A **Figura 8** explora a relação entre os anos de seca severa, quando o SPEI-3 está igual ou abaixo de -1, cruzada com a intensidade da La Niña. Aparentemente, há uma relação ainda menor entre La Niña e a seca, quando comparamos com os resultados da **Figura 8**. É possível observar que nos anos 1996, 2008, 2011 e 2018, apesar das condições de La Niña, não há correspondência de seca. Por outro lado, nos anos em que observamos eventos de seca com maior magnitude, 2000, 2021 e 2022 coincidiram ou foram precedidos de eventos de La Niña. Ou seja, a seca está relacionada com La Niña, mas nem toda La Niña causa seca. Novamente, é notável a não persistência do ENSO, nesse caso, valores negativos que indicassem evento de La Niña durante o trimestre junho, julho e agosto até dezembro, janeiro e fevereiro. Dessa forma, as linhas com as defasagens temporais de um, dois e seis meses, praticamente se sobrepõem, assim como na figura anterior.

No Anexo B, estão dispostas as imagens da relação entre a soma do índice SPEI-3 nos meses de novembro, dezembro e janeiro (NDJ) a cada ano (barras) e o evento La Niña com defasagens temporais de um mês (outubro, novembro e dezembro, ou seja, OND), dois (setembro, outubro e novembro, ou seja, SON) e seis meses (junho, julho e agosto, ou seja, JJA) anteriores à soma do índice SPEI-3 (linhas) para as demais regiões.

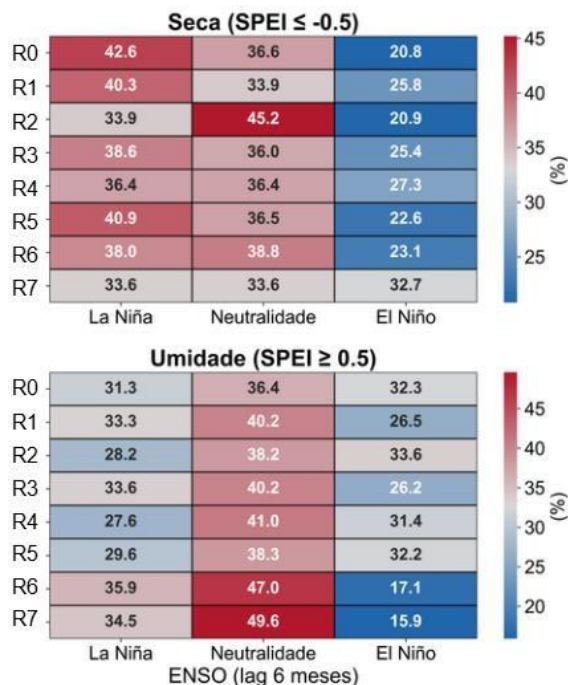


Figura 9 - Frequência (%) das fases do ENSO (La Niña, Neutralidade e El Niño) observadas em até seis meses antes de eventos de seca (painel superior; SPEI-3 ≤ -0.5) e de umidade (painel inferior; SPEI-3 ≥ 0.5) nas Regiões de Similaridade Climática da Bacia Hidrográfica do Paraná. Os valores nas células indicam as porcentagens em cada região, e as cores representam a mesma informação (azul = menor; vermelho = maior). Em cada linha, as porcentagens somam 100%.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

A **Figura 9** permite uma leitura quantitativa de distribuição percentual da frequência com que cada fase do ENSO ocorre associada às condições de seca e umidade nas diferentes Regiões de Similaridade Climática da Bacia Hidrográfica do Paraná, considerando uma defasagem temporal de até seis meses antecedendo a época de plantio de soja. Assim, analisou-se a ocorrência de eventos de El Niño, La Niña e Neutralidade até seis meses antes da identificação de eventos de seca ou umidade na série do índice SPEI-3. Observa-se que, de forma consistente entre as regiões, as condições de seca apresentam maior associação relativa com episódios de La Niña e Neutralidade, enquanto a participação de El Niño é, em geral, menor. Por exemplo, na região 2, os eventos de seca estão 45,4% das vezes associados a condições de Neutralidade, enquanto a seca é 20,9% das vezes associada a condições de El Niño. Em contraste, na região 0, os eventos de seca estão 42,6% das vezes associados a condições de La Niña. E, para as condições de umidade, também é possível notar uma concentração de condições Neutras, enquanto a distribuição dos eventos de El Niño e La Niña variam de acordo com cada região.

Portanto, esses resultados reforçam que, embora exista uma associação, por mais que difusa, entre La Niña e a ocorrência de secas, essa relação não é determinística, uma vez que há episódios de La Niña não acompanhados por seca. Já para condições de umidade, o ruído e a variabilidade espacial entre as regiões são ainda maiores, evidenciando a complexidade dos mecanismos climáticos regionais.

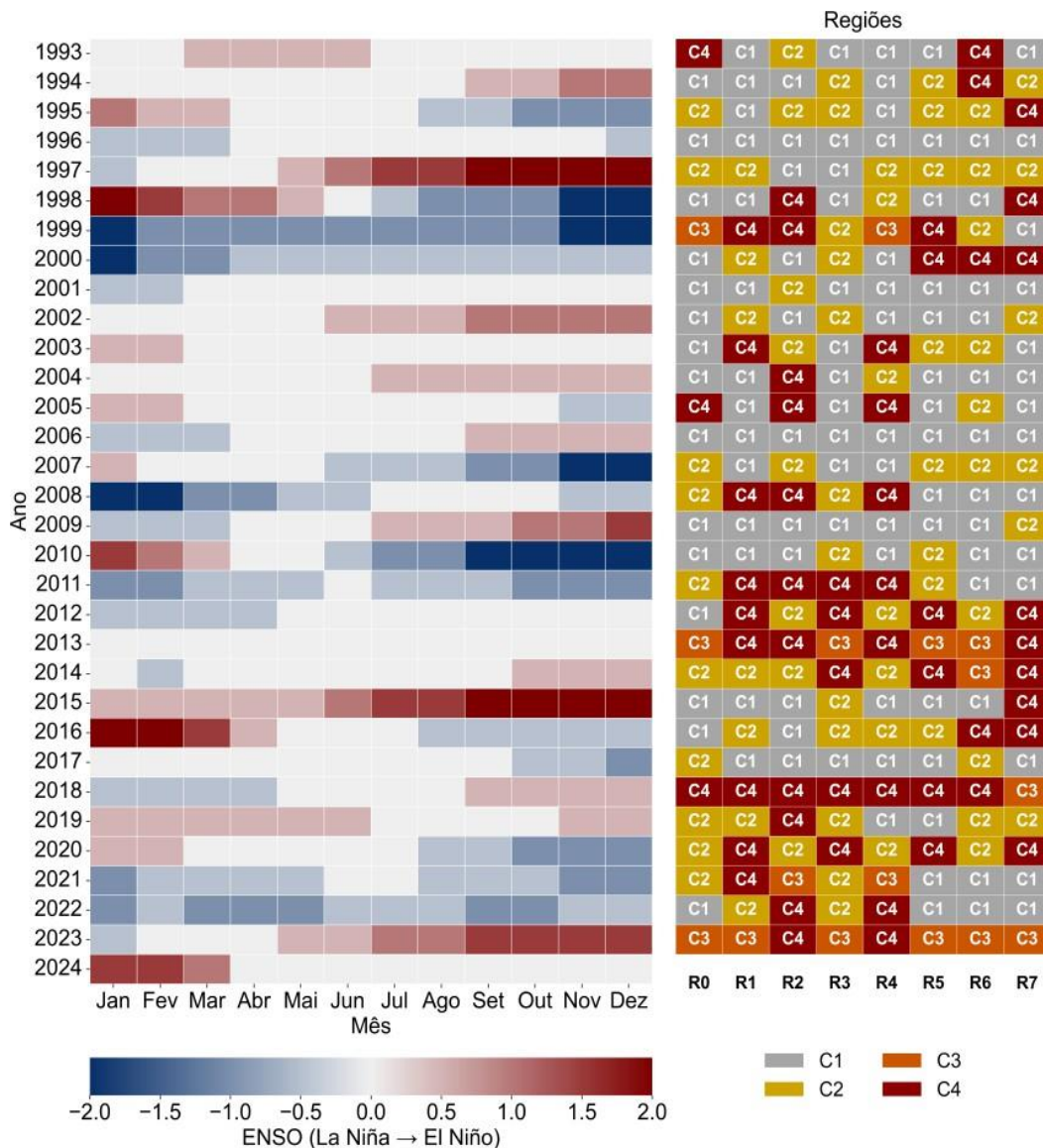


Figura 10 - Série histórica mensal da classificação da intensidade dos eventos de ENSO, El Niño, Neutralidade e La Niña, com o comparativo de seca (4 escalas de intensidade) para todas as Regiões de Similaridade Climática na Bacia Hidrográfica do Paraná.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

Na **Figura 10**, a série histórica mês a mês da classificação dos eventos de ENSO é expressa pelo índice ONI, variando de condições de La Niña (valores negativos, tons de azul) a El Niño (valores positivos, tons de vermelho), para o período de 1993 a 2024. À esquerda, o mapa de calor apresenta a evolução temporal mensal do ENSO, permitindo a identificação da persistência, intensidade e transição entre fases ao longo dos anos. À direita, são mostradas as classificações do índice acumulado de seca (DEI), calculado a partir do SPEI-3. Esse índice foi calculado para cada uma das regiões de similaridade climática da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, categorizadas em quatro classes: c1 (condição estável), c2 (seca moderada), c3 (seca severa) e c4 (seca extrema). Tons mais claros (c1 – estável) indicam ausência ou baixa severidade de seca, enquanto cores progressivamente mais intensas (c2 a c4) representam condições de seca moderada, severa e extrema, respectivamente.

O DEI representa o SPEI-3 (apenas valores negativos, i.e., indicando condições de seca) agregado para período dos meses de novembro e dezembro do ano $t-1$, e janeiro do ano t , para ser associado ao ano t . Essa agregação do índice de seca permite focar na janela de plantação de *commodities*, como soja e milho, período em que grãos ficam mais suscetíveis a perdas agrícolas devido a secas intensas. Essa mesma lógica foi utilizada nas análises seguintes.

Essa combinação nos fornece uma visão integrada de calendário: quais anos tiveram fases dominantes, em quais meses elas se concentraram e como isso se relaciona a um estresse hídrico ou a um ambiente de umidade, no período de floração de culturas de verão. Em geral, nota-se que os eventos de El Niño e La Niña raramente ocorreram com curta duração, pelo contrário, esses tendem a se manter por vários meses seguidos, e, em alguns casos, atravessam estações e até dois anos agrícolas. Exemplos notáveis são os eventos de El Niño de 1997-98, 2009-10, 2015-16 e 2023-24 e os eventos de La Niña de 1998-2001, 2007-08, 2010-12 e 2020-22.

Além disso, nota-se que os eventos de Niño/Niña tendem a iniciar entre maio e agosto e tendem a encerrar entre março e junho.

Contudo, a persistência de eventos de El Niño e La Niña não implica o mesmo estado de umidade do solo ao longo de todo o período. Mesmo dentro de um evento de El Niño ou La Niña, o efeito sobre a umidade do solo pode variar. Por exemplo, no ano de 1998 houve predominância de La Niña, e é notável que as regiões 2 e 7, localizadas ao sul/sudeste e ao norte da bacia, respectivamente, foram categorizadas na classe 4 de seca, a seca extrema. Já em 2010, apesar de, novamente, ter sido um ano classificado com La Niña, houve seca moderada nas regiões 3 e 5, localizadas no norte e centro norte da bacia, respectivamente, enquanto as demais regiões foram categorizadas na classe estável de seca. Por outro lado, é possível observar condições de seca em praticamente todas as regiões, excluídas as localizadas nas porções sudeste (região 0) em 2012, norte (região 7) e nordeste (região 6) em 2011 da bacia, entre 2011 e 2013, apesar de serem anos predominantemente neutros. Já em 2018, ano em que todas as regiões foram categorizadas com seca extrema e somente a região 7 foi categorizada com seca severa, havia La Niña dissipando no começo do ano e El Niño começando ao fim do ano.

Isso mostra como a relação entre o ENSO e o DEI é difusa, o que pode ocorrer por conta de diversos fatores, como a memória que o solo carrega do que aconteceu antes – chuvas nos meses anteriores –, distribuição das chuvas dentro da estação e ondas de calor. O resultado obtido através da **Figura 10** sugere que nem todo El Niño gera, necessariamente, um verão úmido – nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro –, e nem toda La Niña se traduz em estresse hídrico contínuo.

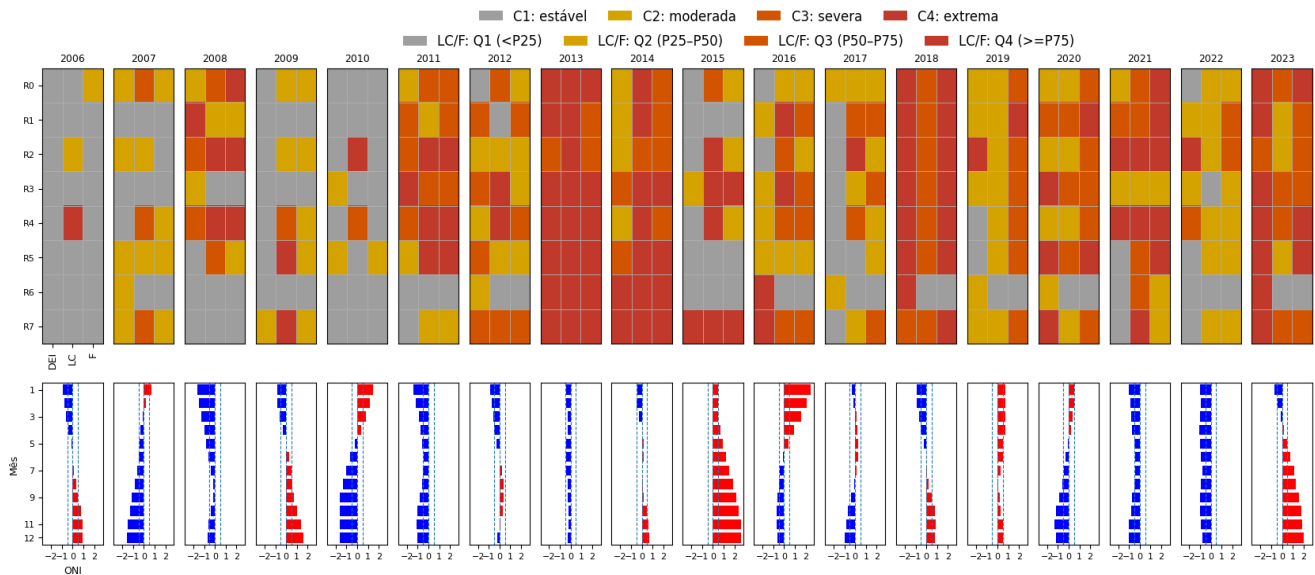


Figura 11 - Evolução anual do indicador da severidade de seca (DEI), dos indicadores de Loss Cost (severidade de sinistros) e Frequência de sinistros por região, entre 2006 e 2023, somente dos municípios que possuem apólices da cultura de soja e houve sinistros relacionados à seca. No painel superior, cada ano é representado por três colunas: DEI, Loss Cost (LC) e Frequência (F), respectivamente. O DEI é classificado em quatro categorias (C1 - C4), indicando o nível de intensidade de seca pela coloração, variando do cinza até o vermelho. Para o LC e a F a classificação é feita por quartis considerando todos os anos e todas as regiões (Q1: menor que 25%, Q2: entre 25% e 50%, Q3: entre 50% e 75%, e, Q4: maior que 75%), também, com a coloração variando do cinza até o vermelho. No painel inferior são mostradas as oscilações do índice ONI com barras horizontais, com a coloração vermelha indicando valores maiores que zero, e azul indicando valores menores que zero, e linhas tracejadas nos limiares -0,5, 0 e 0,5.

Fonte: Elaboração IRB(P&D)

A **Figura 11** integra três dimensões: a condição regional da seca, as consequências sofridas pelo segurado e as oscilações climáticas índice ONI. Cada coluna anual permite a leitura vertical por região, facilitando a identificação de sincronias entre intensidade de seca, elevação da severidade e da frequência de sinistros, e a fase predominante do ENSO. No Anexo A, está disposta a imagem em tamanho maior.

O DEI permite identificar anos com seca disseminada regionalmente, anos em que apenas algumas regiões concentram seca e transições de regime climático ao longo do tempo. Como nos blocos temporais de 2011 até 2016, e de 2018 até 2021, quando houve maior concentração de condições severa e extrema de seca. Já o LC e a F foram classificados com base nos quartis, considerando todos os anos e todas as regiões, de modo que os blocos vermelhos indicam os 25% maiores valores de severidade e frequência de sinistros, respectivamente, observados em toda a série histórica. Isso implica que a presença de vários blocos vermelhos em um mesmo ano sugere período de alta perda sistêmica, e vermelhos isolados indicam eventos

regionais concentrados. E, comparando o LC e a F, em alguns casos a severidade e a frequência de sinistros aparecem simultaneamente altas, como em 2013 em todas as regiões. Já em outros, apenas a F está alta, o que indica que houve muitos sinistros, porém, de menor severidade, como em 2019, em que todas as regiões, excluindo a região 6, foram classificadas com o quartil maior que o LC. E, ainda, há casos em que apenas o LC está alto, o que pode indicar que houve eventos menos frequentes, mas com perdas expressivas, como nas regiões 1 e 3 em 2016. É possível notar que o primeiro caso é mais expressivo do que os demais discutidos, isto é, anos e regiões que possuem LC classificados em Q1 e Q2 tendem a ter a F com a classificação mais baixa. E o mesmo pode ser observado quando o LC e a F estão com coloração laranja e vermelha, classificação mais altas. Sendo assim, esse comportamento evidencia eventos sistêmicos (de alta frequência e de alta severidade), eventos catastróficos concentrados e eventos difusos de menor intensidade.

Com essa leitura, é possível observar alguns pontos relevantes. Em vários anos com DEI predominantemente em classificações severa e extrema, observa-se que o LC e a F estão classificadas no Q3 ou Q4, o que sugere que a seca atua como variável relevante de sinistralidade. Esse padrão é particularmente notável durante o período de 2011 até 2016, especialmente no ano de 2013, quando todas as regiões sofreram com a intensidade da seca, bem como o LC e a F acompanharam com valores mais altos. Já no ano de 2018, é possível perceber que foi um período de seca extrema nas regiões de 0 a 6 e severa na região 7, e o impacto da severidade e da frequência foi forte e disseminado. Isso pode acontecer devido a uma série de fatores, como seca relevante em regiões-chave, janela fenológica sensível e eventos de precipitação irregular. Ainda, houve períodos de alta sinistralidade, contudo, sem seca dominante, como em 2006 e 2009 nas regiões 0, 2 e 4, e em 2017 em praticamente todas as regiões, excluindo as regiões 0 e 6. Também é possível perceber que há sinais de heterogeneidade regional, por exemplo, em 2021, em que todas as classificações de seca na bacia foram observadas. Dessa forma, é possível inferir que, apesar de haver uma relação entre a seca e os indicadores de sinistralidade, nem todos os eventos de perda são capturados integralmente pela variável DEI.

Já o painel inferior fornece uma leitura do plano de fundo das oscilações climáticas globais. Observa-se que períodos prolongados de anomalia positiva ou negativa frequentemente precedem ou coincidem com a intensificação do DEI. Por exemplo, de março de 2007 até abril de 2009 houve prevalência de La Niña e, durante 2008, cinco regiões tiveram classificações moderada até extrema de seca. Já de 2015 até o primeiro trimestre de 2016, houve prevalência de El Niño e, especialmente em 2016, foi possível observar quatro regiões classificadas com seca moderada e duas regiões com seca extrema. Assim, entende-se que anos com persistência do ONI tendem a apresentar maior organização espacial da seca, entretanto, essa correspondência não é linear, reforçando que o ENSO influencia o risco climático, mas a resposta regional depende de mecanismos atmosféricos intermediários, além de características locais.

Portanto, a **Figura 11** evidencia que a seca apresenta variação espacial e temporal significativa no período de 2006 a 2023 e que eventos de alta severidade e alta frequência de sinistros se concentram em determinados blocos temporais e existe associação recorrente entre intensificação da seca e aumento das variáveis de sinistralidade, mas não de forma determinística. Então, períodos de persistência climática podem aumentar a probabilidade de ocorrência de perdas regionais relevantes, ainda que a materialização do sinistro dependa de outros fatores regionais e até, possivelmente, de outros indicadores de seca.

ENSO	Evento observado	Data	Estado mais afetado
El Niño	Seca	Nov-1997 até Maio-1998	Bahia
	Onda de Calor	Ago-2015 até Set-2015	São Paulo
	Excesso de chuva	Nov-2015 até Mar-2016	Rio Grande do Sul
La Niña	Onda de frio	Jun-1999 até Jul-1999	Rio Grande do Sul
	Seca	Ago-1999 até Set-1999	Paraná
	Excesso de Chuva	Out-1999 até Abr-2000	Santa Catarina
	Seca	Ago-2010 até Out-2010	Mato Grosso
	Excesso de chuva	Dez-2010 até Mar-2011	Rio de Janeiro

Tabela 2. Índice ONI predominante nos anos de 1999, 2000, 2010, 2011, 2015 e 2016, e os respectivos eventos climáticos, seca, excesso de chuva, onda de calor e onda de frio, de maior intensidade observados no país.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: CPTEC/INPE; INMET.

A **tabela 2** sintetiza os principais episódios associados às fases do ENSO (El Niño e La Niña), identificados a partir do índice ONI predominante, e os respectivos eventos climáticos - seca, excesso de chuva, ondas de calor e ondas de frio – observados no Brasil entre o fim da década de 1990 e meados da década de 2010. A escolha desses anos se deve à classificação forte e/ou muito forte das fases do ENSO observadas em 1997, 1998, 2015 e 2016, fase El Niño, e 1999, 2000, 2010 e 2011, fase La Niña.

Os episódios classificados como El Niño apresentam associação com eventos de onda de calor, distinguindo-se de episódios de La Niña, excesso de precipitação e seca. O período de agosto a setembro de 2015 esteve associado a ondas de calor, enquanto o intervalo subsequente, de novembro de 2015 a março de 2016, foi marcado por excesso de chuva. Já no caso da La Niña, observa-se uma predominância de eventos de seca e excesso de precipitação, além da ocorrência de ondas de frio, especialmente em períodos de inverno. Os intervalos de agosto a outubro de 2010 e junho a agosto de 2011 reforçam a associação entre La Niña e episódios de seca. Contudo, essa alternância entre seca e excesso de precipitação dentro de uma mesma fase do ENSO evidencia que os impactos não são homogêneos no tempo, dependendo da intensidade do evento, da estação do ano e de outras oscilações climáticas. Assim, a **tabela 2** reforça a importância de se considerar o ENSO não apenas como um indicador binário, mas como um processo dinâmico, cujos efeitos variam conforme a intensidade, duração e sazonalidade do evento.

Considerações Finais

Este relatório analisou a relação entre a ocorrência de eventos de seca na Bacia Hidrográfica do Paraná e o El Niño–Oscilação Sul (ENSO). Os resultados indicam a existência de uma associação, ainda que difusa, entre a fase negativa do ENSO (La Niña) e uma maior probabilidade de ocorrência de eventos de seca na região de interesse. No entanto, a relação entre as fases do ENSO e a ocorrência de extremos hidrometeorológicos não é determinística e tampouco linear. A presença de La Niña não implica necessariamente na ocorrência de secas ou estiagens, da mesma forma que episódios de El Niño não asseguram a ausência desses eventos. Apesar de eventos de La Niña estarem associados a uma maior chance de ocorrência de seca, esses eventos podem ocorrer durante anos de eventos de Neutralidade e de El Niño. Isso indica que há outros componentes do sistema climático que devem ser considerados ao tentar entender a ocorrência de secas na região.

A regionalização da Bacia Hidrográfica do Paraná em Regiões de Similaridade Climática revelou uma heterogeneidade espacial na resposta às oscilações do ENSO. Algumas regiões apresentaram maior sensibilidade à fase fria do Pacífico, enquanto outras exibiram respostas mais difusas, indicando que o risco de seca não se distribui de forma homogênea na bacia. Por exemplo, os eventos de seca na região 2, localizada na porção sul e sudeste da bacia, estão frequentemente associados a condições de Neutralidade, não havendo predominância clara da fase fria do Pacífico, quando considerada uma defasagem temporal de até seis meses. Em contraste, as regiões 0 e 4, localizadas nas porções centrais da bacia, apresentam maior participação de episódios de La Niña antecedendo eventos de seca. Esses resultados evidenciam que o ENSO varia espacialmente e não se traduz em uma relação determinística entre fase climática e ocorrência de seca.

Por fim, os resultados desta nota técnica reforçam a importância de abordagens integradas para a análise do risco climático, que articulem indicadores oceânico-atmosféricos, índices hidrológicos em diferentes escalas e recortes espaciais regionalizados. As evidências apresentadas indicam que a influência do ENSO sobre a ocorrência de secas na Bacia Hidrográfica do Paraná pode ser modulada por defasagens temporais, pela persistência das fases do fenômeno e por características regionais específicas. Nesse contexto, a

incorporação de análises regionais e de janelas temporais climaticamente relevantes mostra-se fundamental para aprimorar o monitoramento, a interpretação e a antecipação de condições hidrológicas críticas na bacia.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021*. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana>. Acesso em: 16 dez. 2025.

ASEAN DISASTER RISK MANAGEMENT (AHACentre). *El Niño / La Niña schematic illustration*. Disponível em: <https://thecolumn.ahacentre.org/wp-content/uploads/2020/11/Image-1-1.png>. Acesso em: 16 dez. 2025.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 11, n. 2, p. 209–218, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. *Sistema de Informações do Seguro Rural (SISSER)*. Brasília: MAPA, s.d. Disponível em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/SISSER/SISSER.html>. Acesso em: 16 dez. 2025.

Cai, Wenju, et al. "Climate impacts of the El Niño–southern oscillation on South America." *Nature Reviews Earth & Environment* 1.4 (2020): 215–231.

CUNHA, G. R. et al. Impactos do fenômeno El Niño na agricultura brasileira. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 2, p. 201–214, 2019.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. *Oceanic Niño Index (ONI)*. Disponível em: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em: 16 dez. 2025.

GRIMM, A. M. et al. Understanding ENSO impacts in South America. *Journal of Climate*, v. 24, n. 3, p. 1421–1439, 2011.

GRIMM, Alice M.; BARROS, Vicente R.; DOYLE, Moira E. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, v. 13, n. 1, p. 35–58, 2000. DOI: 10.1175/1520-0442(2000)013<0035:CVISSA>2.0.CO;2. Journals.ametsoc.org

GRIMM, Alice M.; TEDESCHI, Renata G. ENSO and extreme rainfall events in South America. *Journal of Climate*, v. 22, n. 7, p. 1589–1609, 2009. DOI: 10.1175/2008JCLI2429.1. journals.ametsoc.org

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Base cartográfica e informações territoriais do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 dez. 2025.

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, v. 36, n. 3, p. 1033–1050, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). *Anuário estatístico da agropecuária brasileira*. Brasília: MAPA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 16 dez. 2025.

NOAA CLIMATE PREDICTION CENTER. *ENSO: Recent evolution, current status and predictions*. 2020. Disponível em: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/>. Acesso em: 16 dez. 2025.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Cold & Warm Episodes by Season. Silver Spring: NOAA Climate Prediction Center, 2024. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.ph. Acesso em: 16 dez. 2025.

ROPELEWSKI, Chester F.; HALPERT, Michael S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, v.115, n. 8, p. 1606–1626, 1987. DOI: 10.1175/15200493(1987)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2. Journals.ametsoc.org

SANTOS, Eliane Barbosa et al. Spatio-temporal variability of wet and drought events in the Paraná River basin—Brazil and its association with the El Niño—Southern Oscillation phenomenon. *International Journal of Climatology*, v. 41, n. 10, p. 4879–4897, 2021. DOI: 10.1002/joc.7104. Repositório da Produção USP

SENTELHAS, P. C. et al. The soybean yield gap in Brazil – magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. *Journal of Agricultural Science*, v. 153, p. 1394–1411, 2015. DOI: 10.1017/S0021859615000313. Repositório da Produção USP

TRENBERTH, K. E. The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 78, n. 12, p. 2771–2777, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. Teleconexões – Meteorologia. *Meteorologia – UNIFEI*. Disponível em: <https://meteorologia.unifei.edu.br/teleconexoes/>. Acesso em: 16 dez. 2025.

VICENTE-SERRANO, S. M.; BEGUERÍA, S.; LÓPEZ-MORENO, J. I. A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI). *Journal of Climate*, v. 23, n. 7, p. 1696–1718, 2010.

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. **Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980– 2013).** *International Journal of Climatology*, v. 36, n. 6, p. 2644–2659, 2016. DOI: 10.1002/joc.4518.

Anexo A

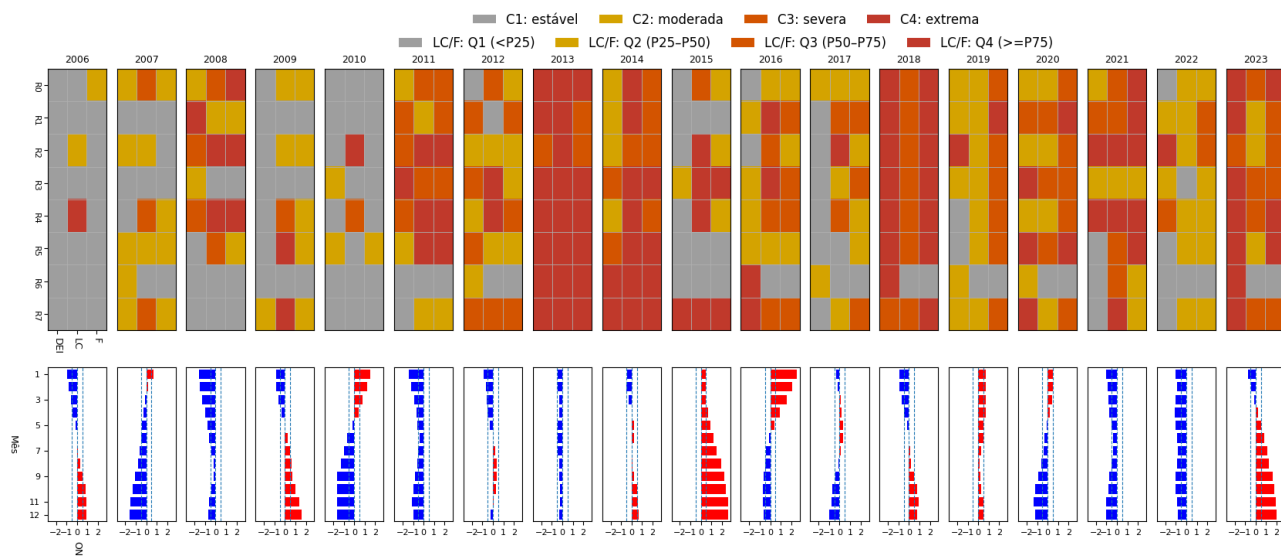


Figura A.1. Evolução anual do indicador da severidade de seca (DEI) e dos indicadores de Loss Cost (severidade de sinistros) e Frequência de sinistros por região, entre 2006 e 2023, somente dos municípios que possuem apólices da cultura de soja e houve sinistros relacionados à seca. No painel superior, cada ano é representado por três colunas: DEI, Loss Cost (LC) e Frequência (F), respectivamente. O DEI é classificado em quatro categorias (C1 - C4), indicando o nível de intensidade de seca pela coloração, variando do cinza até o vermelho. Para o LC e a F, a classificação é feita por quartis considerando todos os anos e todas as regiões (Q1: menor que 25%, Q2: entre 25% e 50%, Q3: entre 50% e 75%, e, Q4: maior que 75%), também, com a coloração variando do cinza até o vermelho. No painel inferior são mostradas as oscilações do índice ONI com barras horizontais, com a coloração vermelha indicando valores maiores que zero, e azul indicando valores menores que zero, e linhas tracejadas nos limites -0.5, 0, e 0

Fonte: Elaboração IRB(P&D).

Anexo B

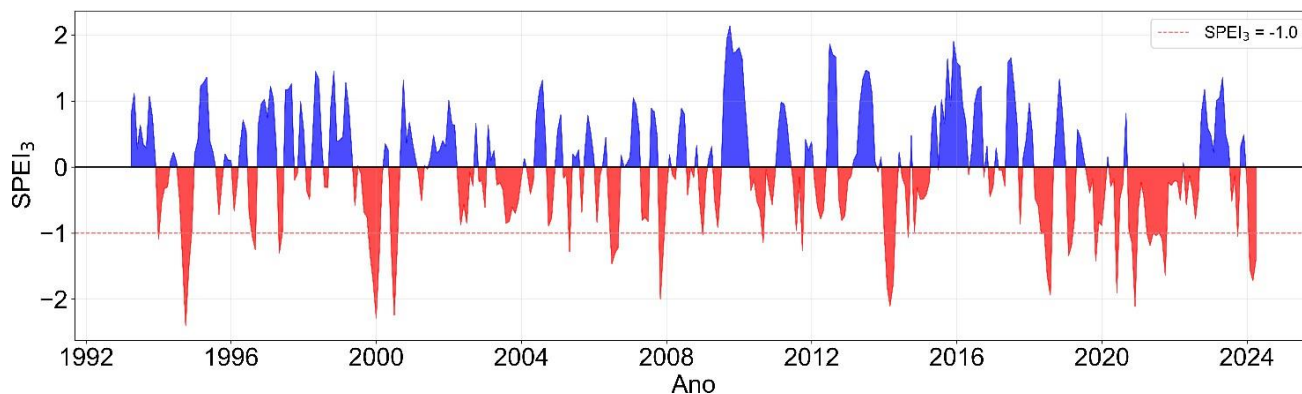


Figura B.1. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 0.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

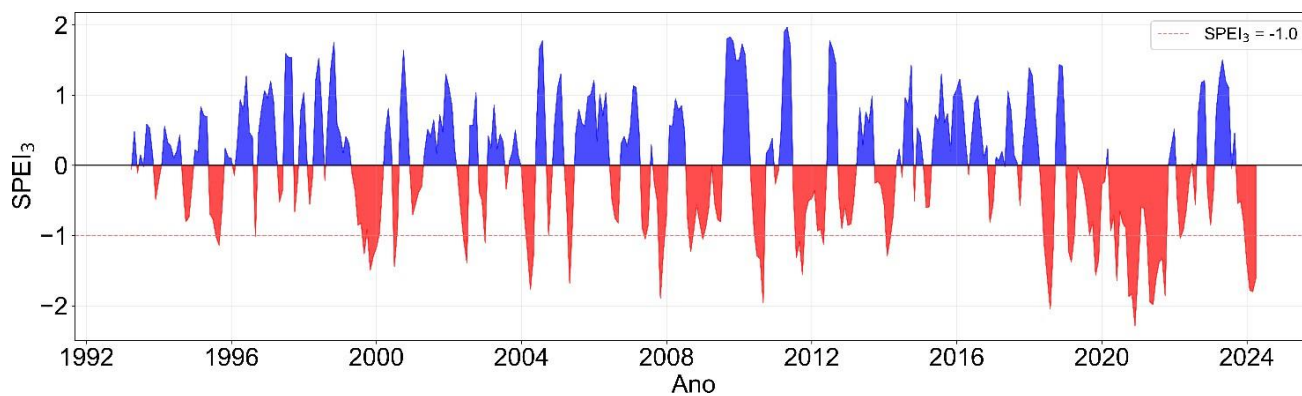


Figura B.2. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 1.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

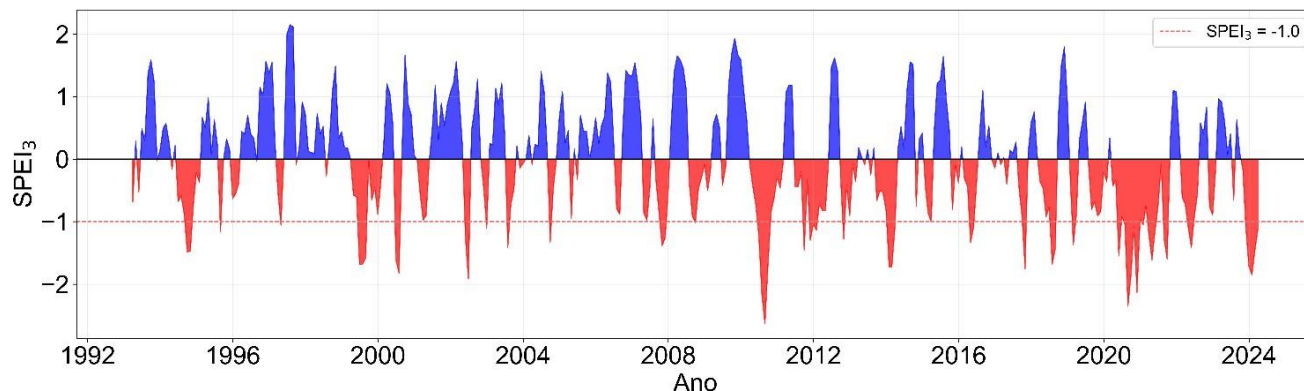


Figura B.3. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 3.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

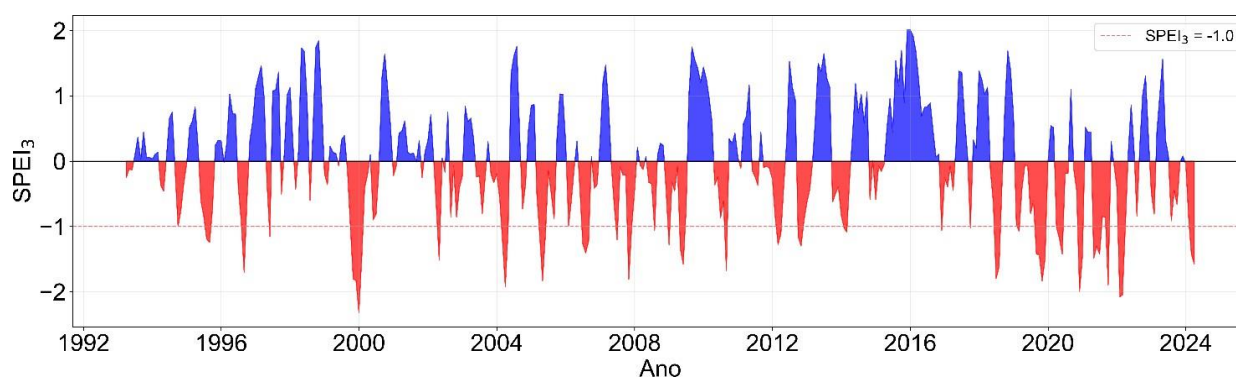


Figura B.4. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 4.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

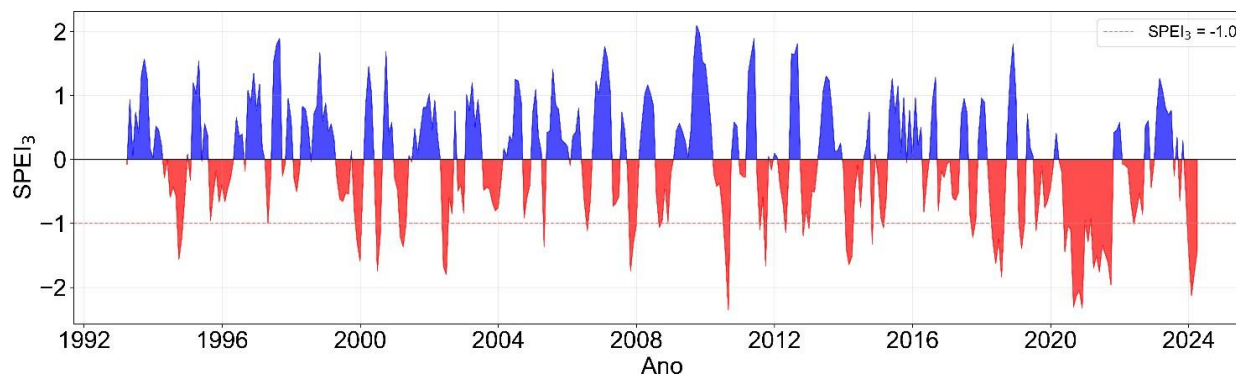


Figura B.5. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 5.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

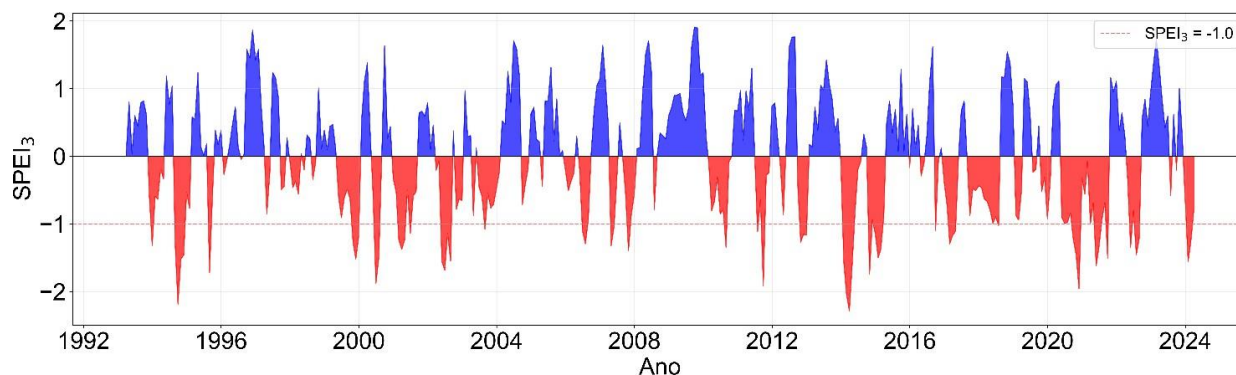


Figura B.6. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 6.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

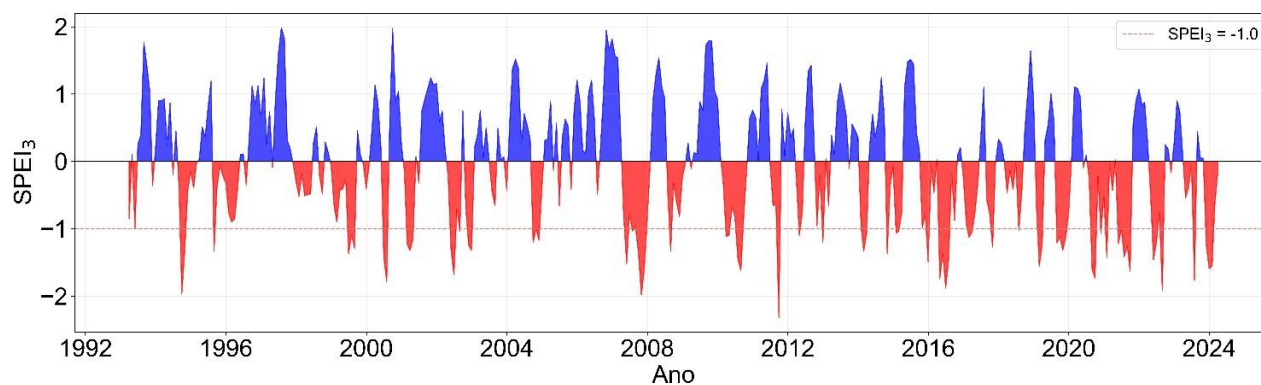


Figura B.7. Média espacial do índice SPEI-3 na Região 7.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

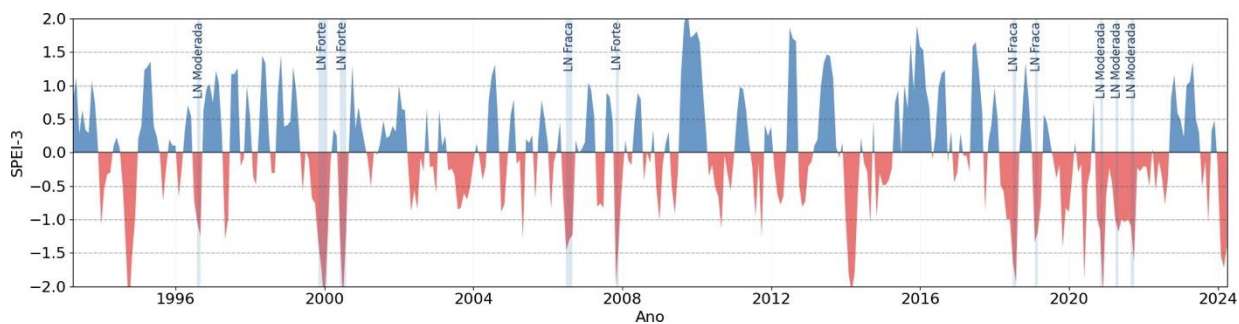


Figura B.8. Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 0.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

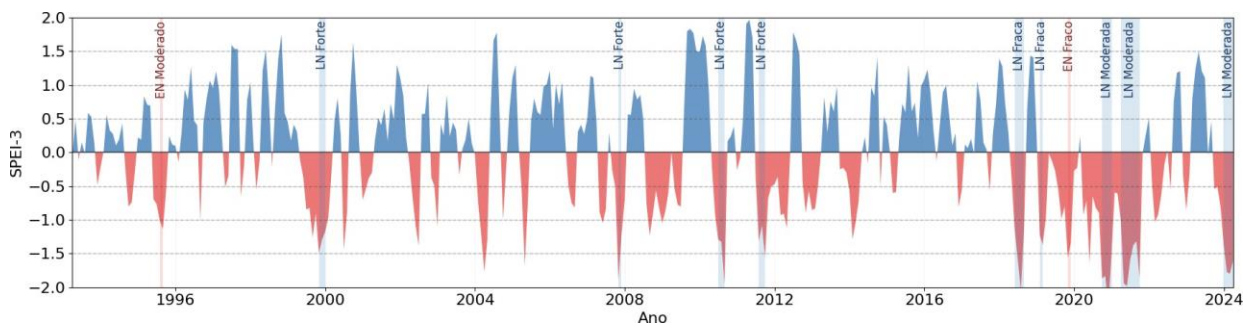


Figura B.9 Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 1.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

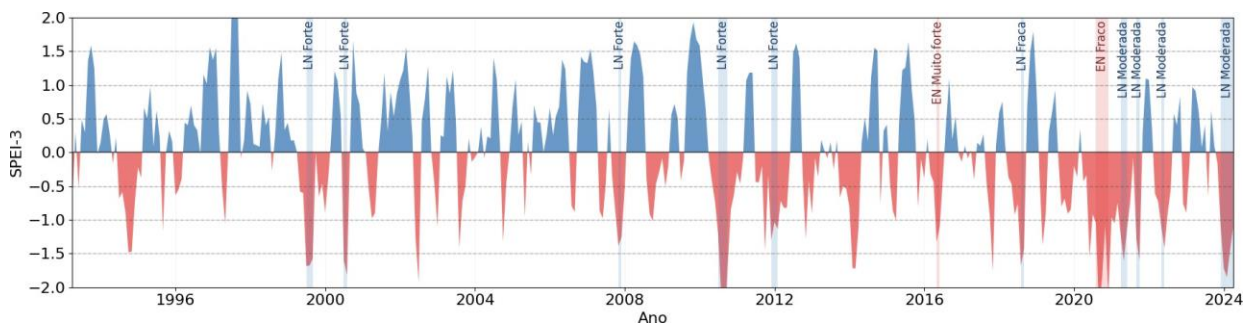


Figura B.10. Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 3.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

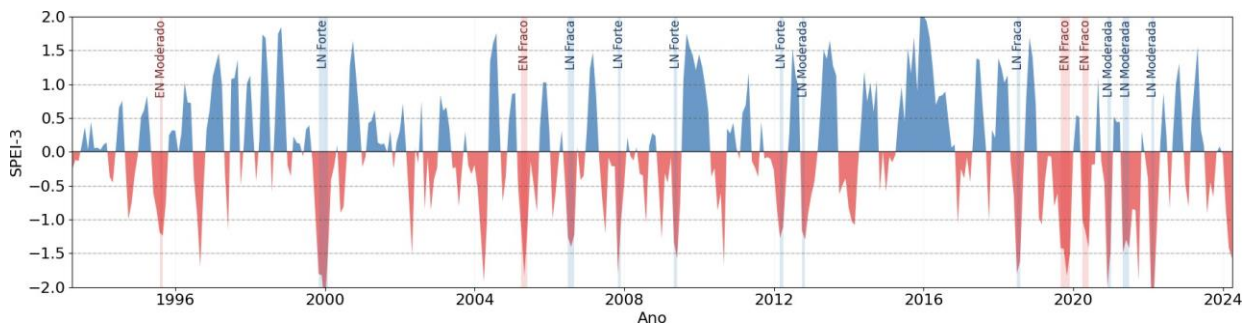


Figura B.11. Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 4.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

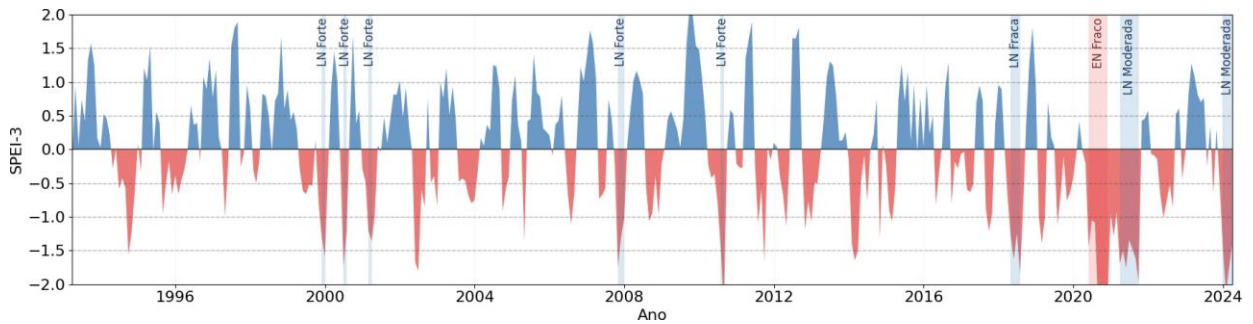


Figura B.12. Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 5.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

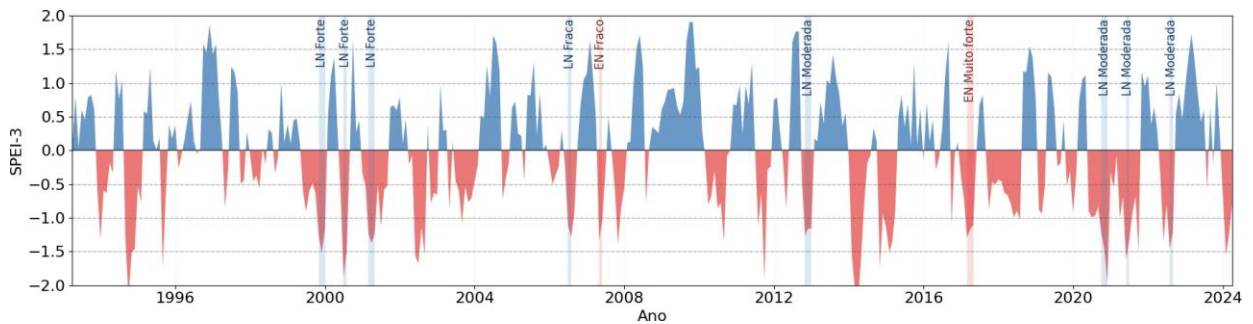


Figura B.13. Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 6.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

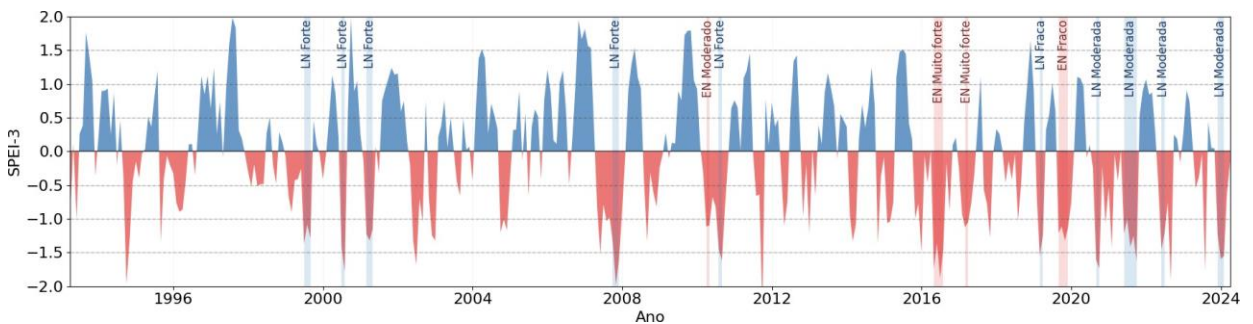


Figura B.14. Duração dos eventos La Niña e El Niño e Variabilidade trimestral do balanço hídrico na Região 7.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

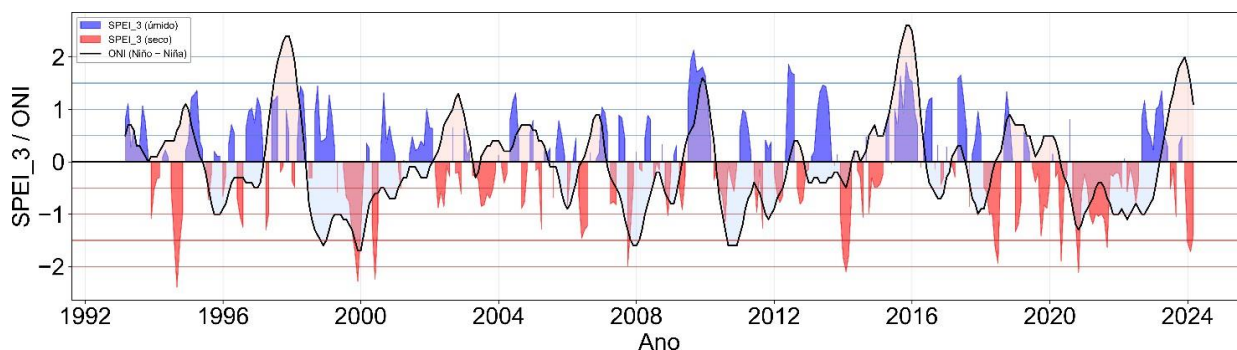


Figura B.15 Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 0.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

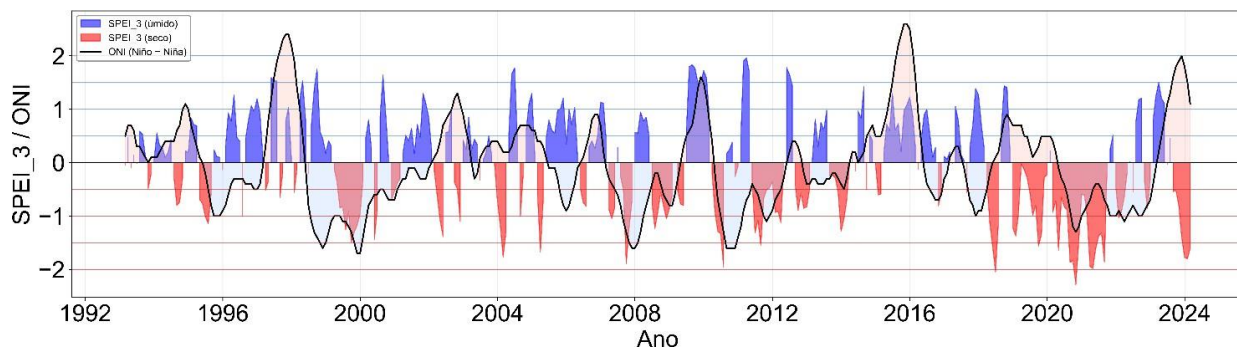


Figura B.16. Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 1.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

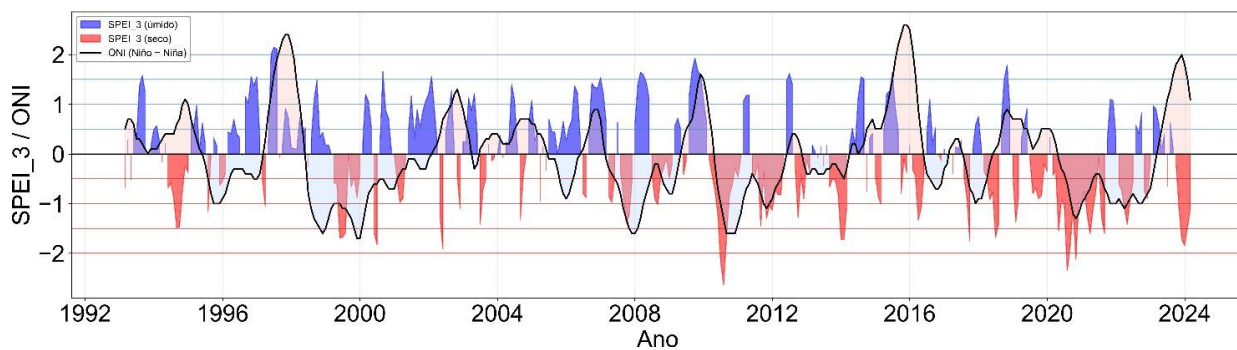


Figura B.17. Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 3.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

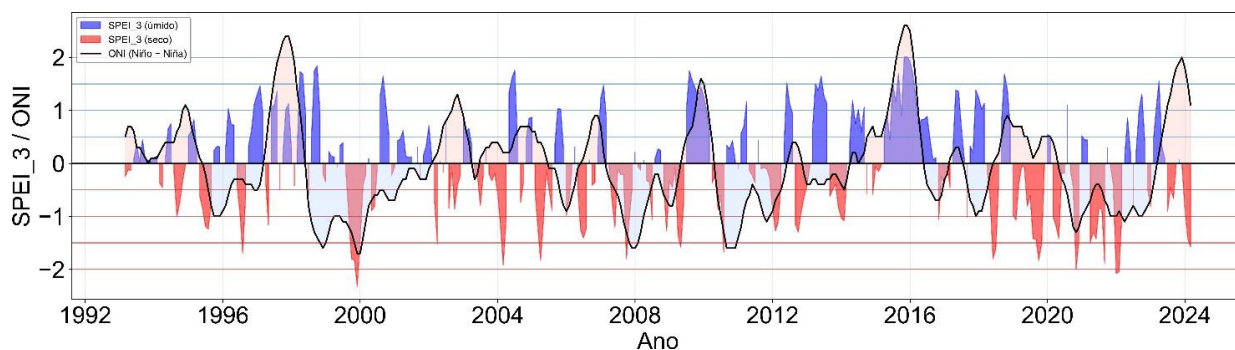


Figura B.18. Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 4.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

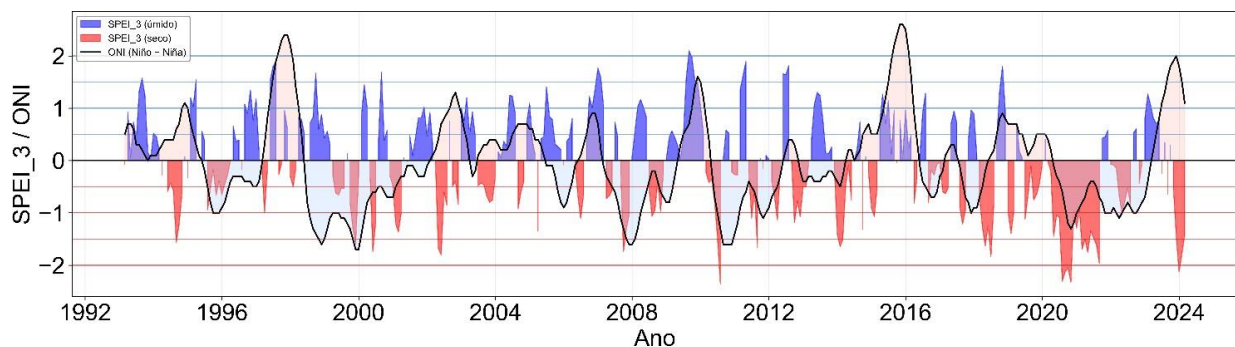


Figura B.19. Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 5.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

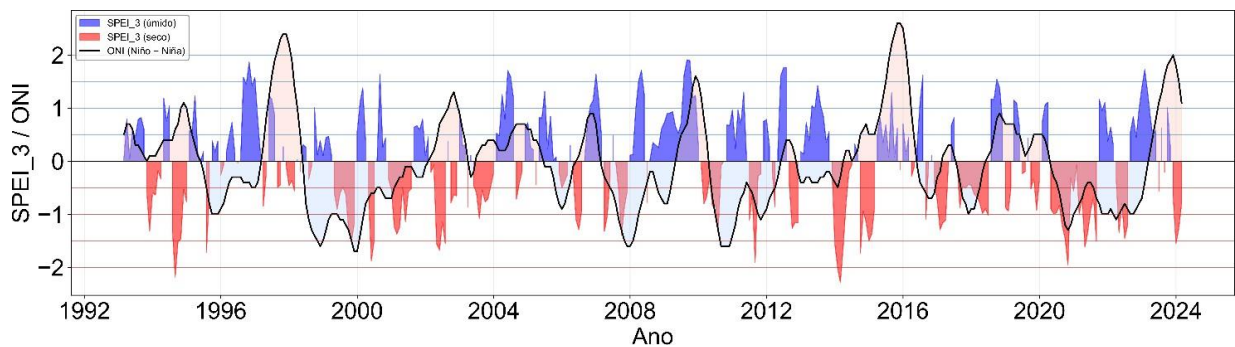


Figura B.20. Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 6.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

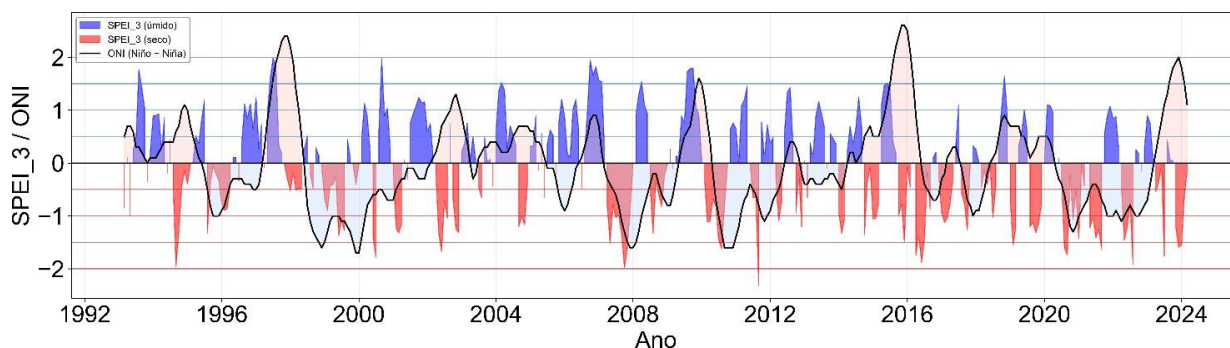


Figura B.21. Relação Dinâmica entre os índices ONI e SPEI-3 na Região 7.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

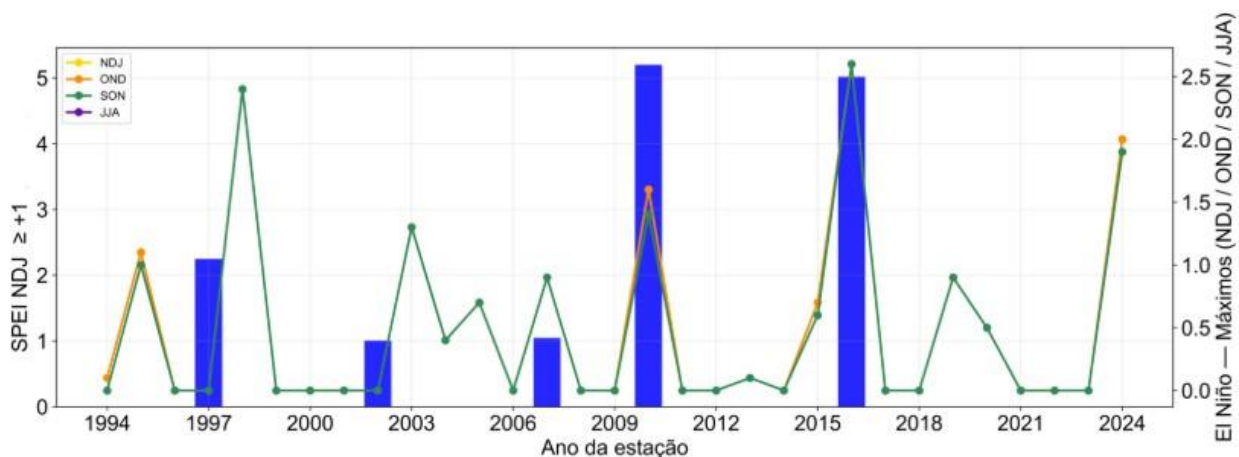


Figura B.22. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 0.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

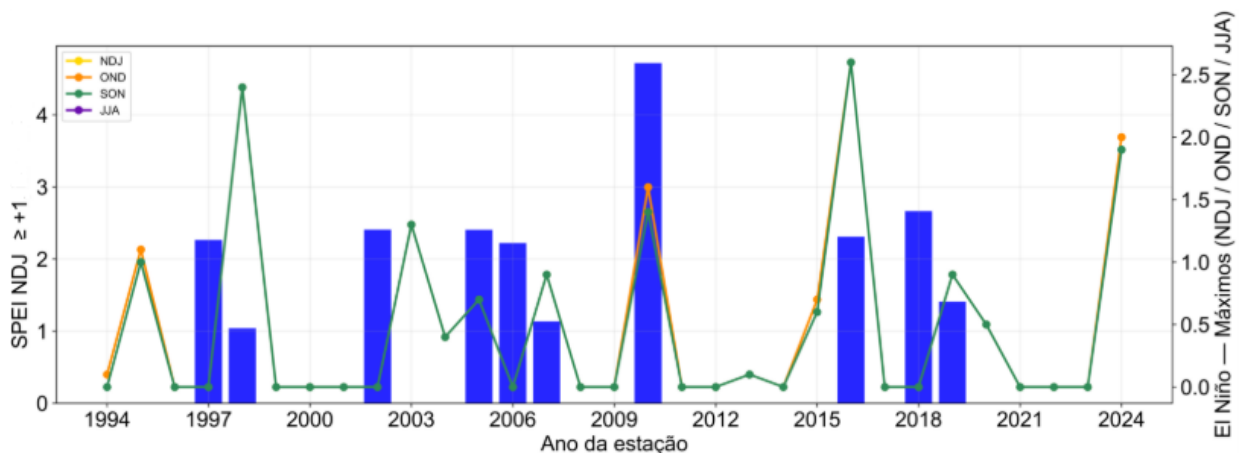


Figura B.23. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 1.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

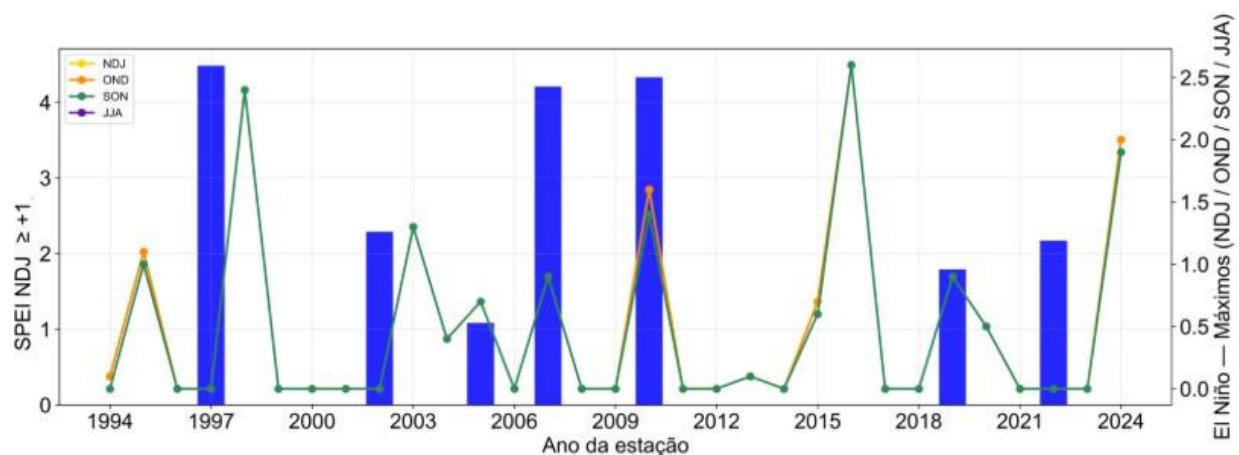


Figura B.24. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 3.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

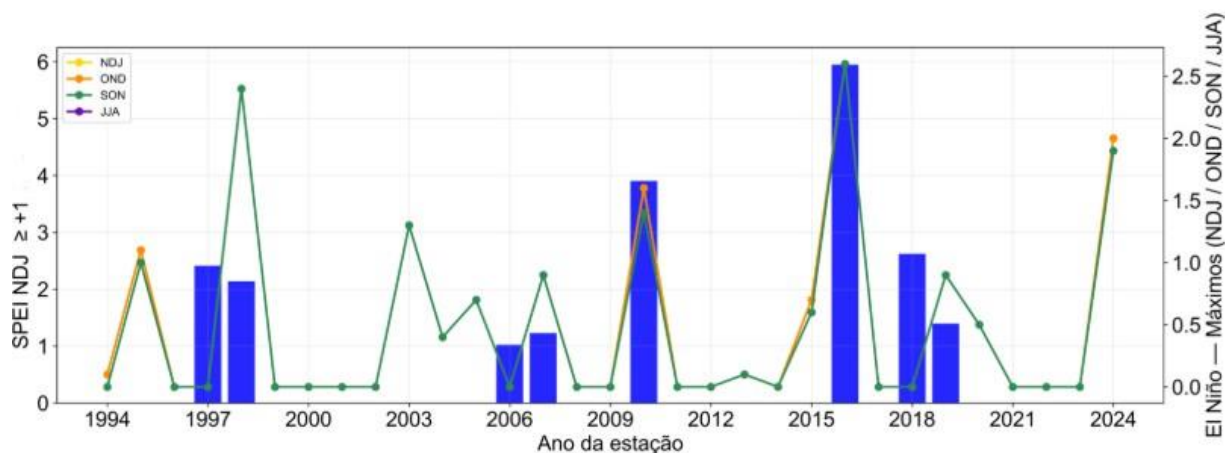


Figura B.25. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 4.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

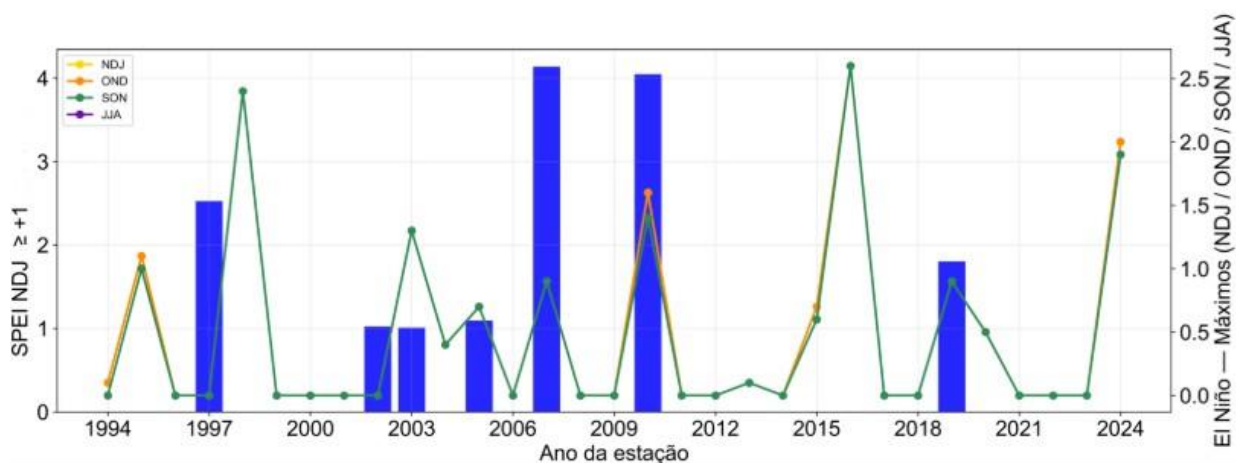


Figura B.26. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 5.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

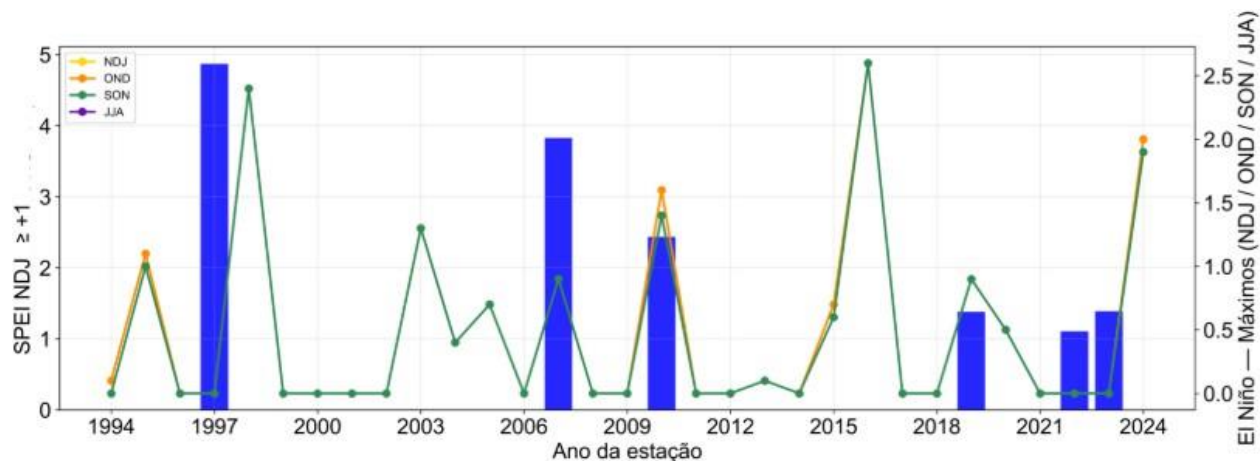


Figura B.27. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 6.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

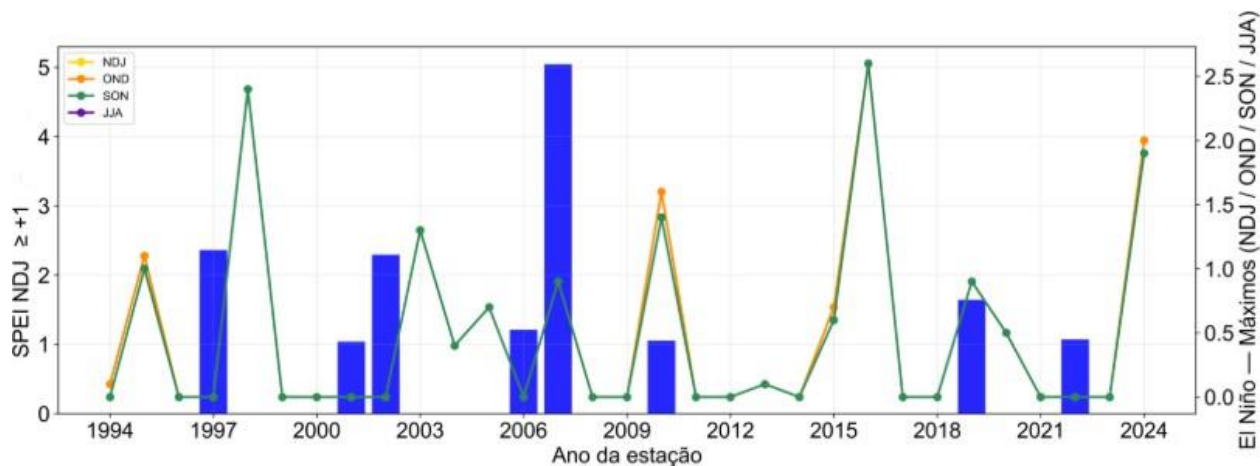


Figura B.28. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento El Niño na Região 7.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

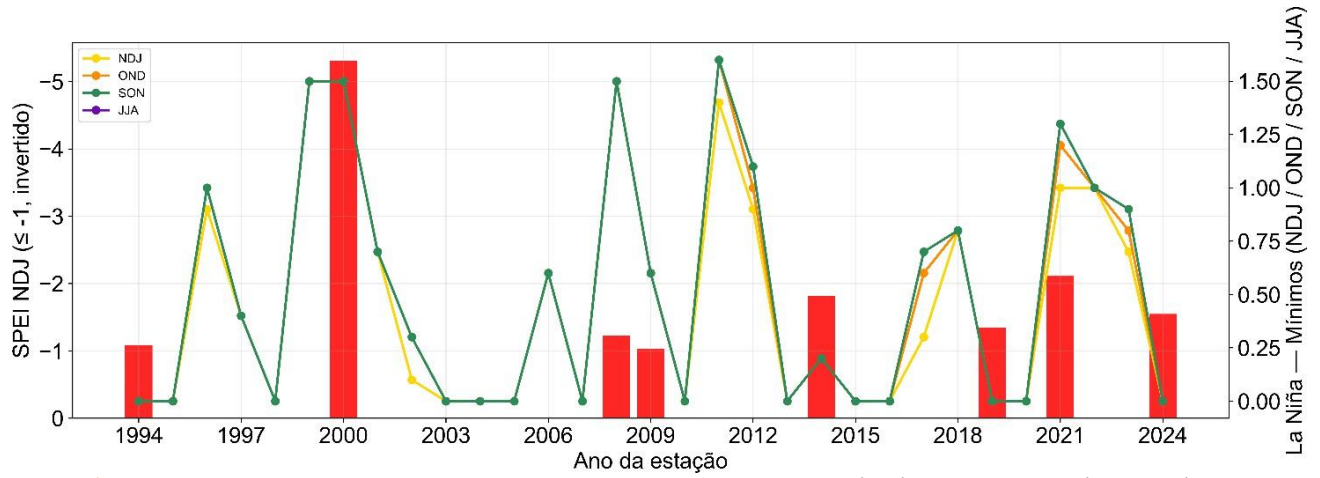


Figura B.29. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 0.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

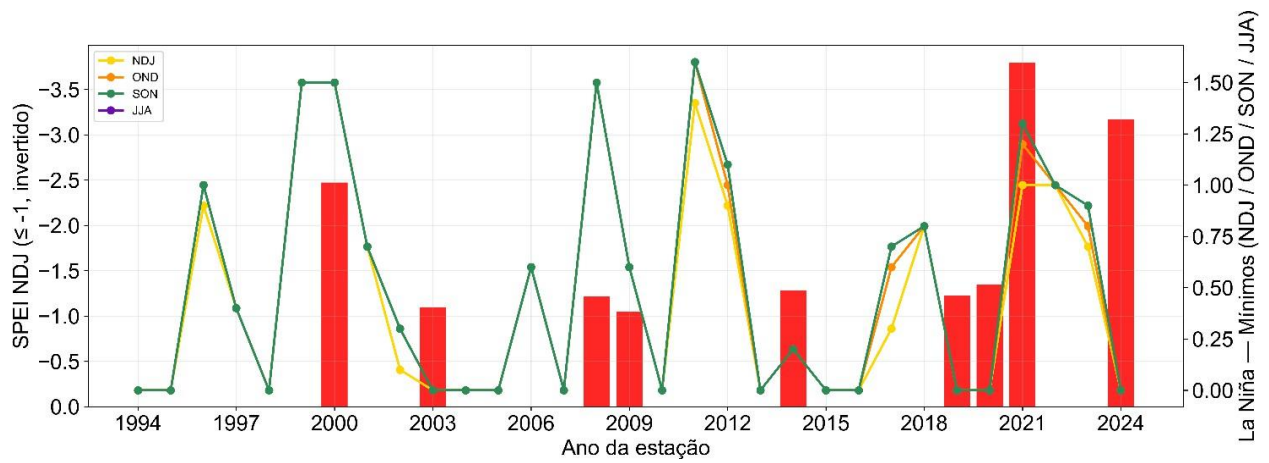


Figura B.30. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 1.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

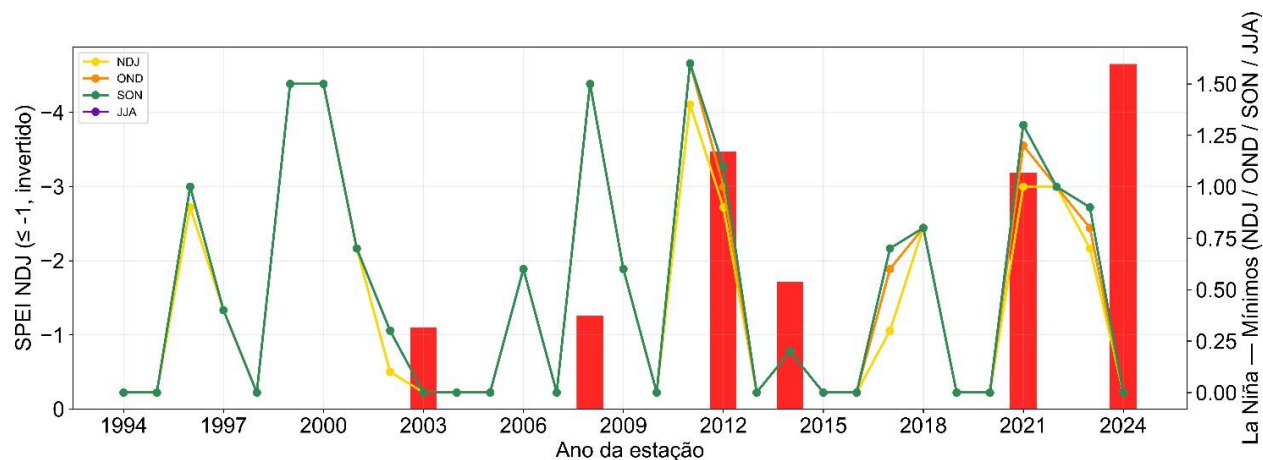


Figura B.31. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 3.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

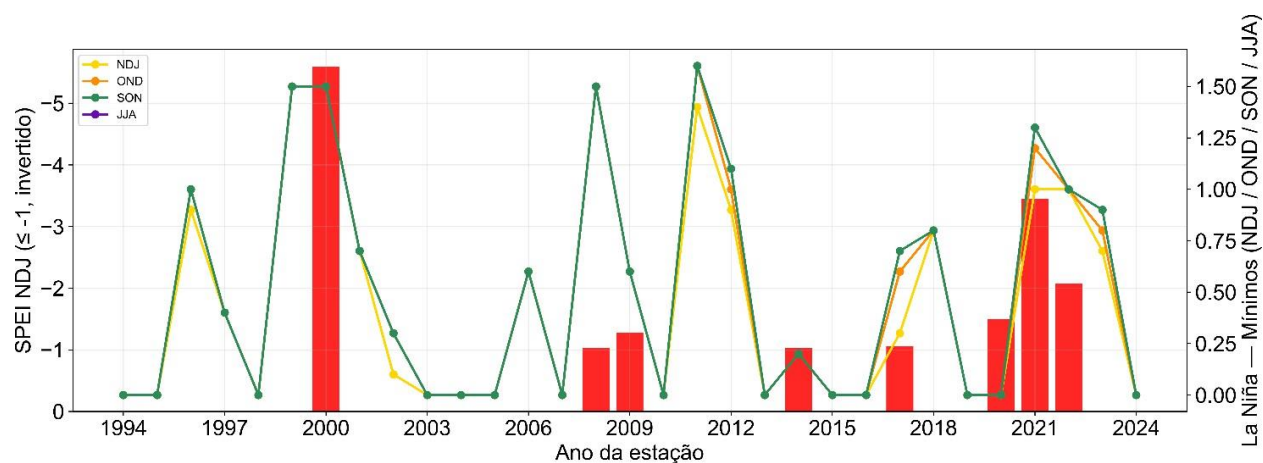


Figura B.32. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 4.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

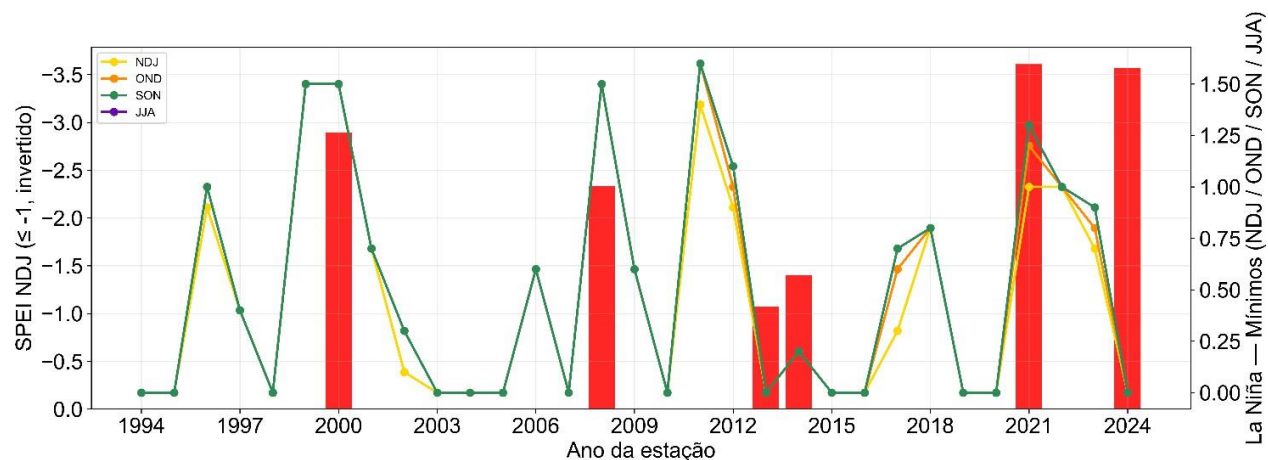


Figura B.33. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 5.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

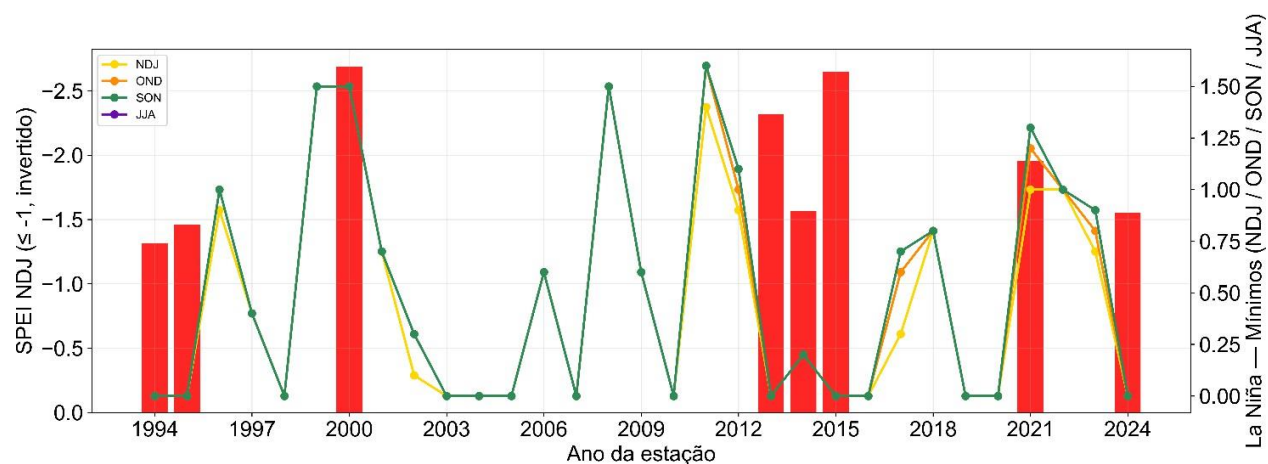


Figura B.34. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 6.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

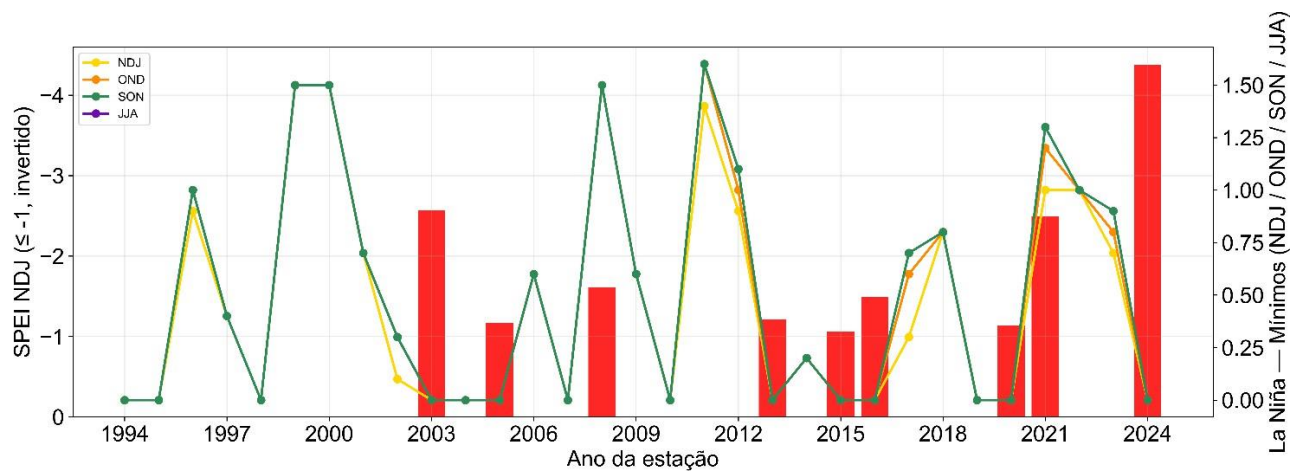


Figura B.35. Relação entre a soma do SPEI nos meses de novembro, dezembro e janeiro e o evento La Niña na Região 7.

Fonte: Elaboração IRB(P&D). Dados: Base de índices climáticos IRB(P&D).

IRB(P&D)