

El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações

Gilberto Rocca da Cunha^{1(*)}, João Leonardo Fernandes Pires¹, Genei Antonio Dalmago¹, Anderson Santi¹, Aldemir Pasinato¹, Ana Alexandrina Gama da Silva², Eduardo Delgado Assad³ e Cristiane Maria da Rosa⁴

Foto: Dircou Cassen



Introdução

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) ou apenas El Niño, como é referido nos veículos de comunicação de massa, possui duas fases: uma quente (El Niño) e outra fria (La Niña). O comportamento da temperatura da superfície das águas do Oceano Pacífico tropical (parte central e junto à costa oeste da América do Sul) associado aos campos de pressão (representados pelo Índice de Oscilação Sul) altera o padrão de circulação geral da atmosfera. Com isso, acaba influenciando no clima de diferentes regiões do mundo e sendo o responsável pelos desvios extremos em relação ao clima normal. Ou seja, pelas chamadas anomalias climáticas persistentes, que duram de 6 a 18 meses, por exemplo.

Admite-se que há cerca de 20 regiões no mundo, cujo clima é afetado pelas fases do ENOS. Entre essas, no caso do Brasil, a parte norte da Região Nordeste e o leste da Amazônia (na faixa tropical) e a Região Sul (na faixa extratropical). As

anomalias climáticas mais conhecidas e de maior impacto são as relacionadas com o regime de chuvas, embora o regime térmico também possa ser modificado. De modo geral, as anomalias de chuva relacionadas com El Niño (águas do Pacífico tropical quentes e Índice de Oscilação Sul negativo) e com La Niña (águas do Pacífico tropical frias e Índice de Oscilação Sul positivo) atingem as mesmas regiões nos mesmos períodos do ano (ou um pouco defasados), porém, mesmo não sendo uma imagem de espelho perfeita, de forma oposta. Ou seja, naquelas regiões onde em anos de El Niño há excesso de chuvas, nos anos de La Niña pode ocorrer seca.

Quando os veículos de comunicação divulgam que um evento El Niño ou La Niña poderá ocorrer nos próximos meses, cria-se um ambiente de preocupação e de expectativa nas regiões afetadas, que nem sempre procede com a realidade dos impactos quanto em relação ao que é possível de ser feito. Pelo menos, para aqueles que trabalham em ati-

¹Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo/RS. E-mail: cunha@cnpt.embrapa.br.

(*) Autor para correspondência.

²Embrapa Tabuleiros Costeiros.

³Embrapa Informática Agropecuária.

⁴Bolsista do CNPq-DTI.

vidades sensíveis às anomalias climáticas; por exemplo, em agricultura. O objetivo deste artigo é fazer uma série de esclarecimentos sobre o fenômeno El Niño/La Niña-Oscilação do Sul e seus impactos sobre o clima da Região Sul e da Região Nordeste e orientar sobre o uso da informação disponível para reduzir os riscos associados para a agricultura e otimizar o aproveitamento das condições climáticas favoráveis, quando for o caso.

El Niño, La Niña e Oscilação Sul

O fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS), também designado pela expressão inglesa ENSO (El Niño – Southern Oscillation), constitui um fenômeno de dois componentes: um de natureza oceânica, no caso o El Niño/La Niña, e outro de natureza atmosférica, representado pela Oscilação Sul.

A denominação El Niño remonta ao século 18 e foi utilizada pela primeira vez por pescadores peruanos para designar uma corrente de águas quentes que surgia no Oceano Pacífico, na costa da América do Sul, no final do mês de dezembro. Em alusão ao Natal e ao “Menino Jesus”, essa corrente de água quente foi chamada de El Niño, expressão espanhola que significa “O Menino”.

Quanto ao componente atmosférico, os estudos de Sir Gilbert Walker, no início do século 20, demonstraram uma correlação inversa entre a pressão na superfície sobre os oceanos Pacífico e Índico, denominada Oscilação Sul: quando a pressão é alta no Oceano Pacífico ela tende a ser baixa no Oceano Índico. Esses estudos tentavam correlacionar a Oscilação Sul com as monções na Índia.

Nos anos 1960, foi o meteorologista norueguês, radicado nos Estados Unidos da América, Jakob Bjerknes, quem idealizou a ligação entre os dois fluidos – o oceano e a atmosfera – no Oceano Pacífico tropical. A atmosfera atua, mecanicamente, sobre a superfície do oceano redistribuindo anomalias de temperatura. E, por sua vez, por meio de fluxos de calor, é forçada uma circulação anômala da atmosfera, com mudanças nos campos de vento. O ENOS é uma manifestação de instabilidade do sistema acoplado oceano-atmosfera.

Vários índices tem sido utilizados para medir a intensidade do ENOS. Entre esses, o Índice de Oscilação Sul (IOS), que reflete a diferença normalizada de pressão atmosférica entre duas estações-chave para o fenômeno (Darwin-AU e

Taiti) e a anomalia de temperatura da superfície do mar (ATSM), em uma região chamada de Niño-3 (5°N – 5°S e 90°-150°W), por exemplo. O IOS mede a intensidade da Oscilação Sul (componente atmosférico) e a ATSM da região Niño-3 mede a intensidade do EL Niño (componente oceânico), por exemplo.

O ENOS tem um tempo de retorno que pode ser considerado como irregular, apesar da referência média de 4,5 anos, em um intervalo de 2 a 10 anos, e envolve eventos fortes, moderados, fracos ou, até mesmo, ausência de eventos; caso dos chamados anos neutros.

Mecanismos do ENOS

O fenômeno ENOS tem como origem o Oceano Pacífico tropical, onde, em função dos ventos alísios, que sopram predominantemente de sudeste no Hemisfério Sul, há um padrão de circulação oceânica em que, na costa da América do Sul, as águas são normalmente frias e, no extremo oposto, região da Indonésia e costa da Austrália, as águas são, em geral, quentes.

A temperatura das águas do Oceano Pacífico, associada aos campos de pressão atmosférica à superfície, influi na circulação zonal da atmosfera, em uma célula do tipo Walker, isto é, no sentido leste-oeste, onde há ascensão de ar na parte oeste do Pacífico Tropical e descida de ar no extremo leste desse oceano. Isso faz com que a parte oeste do Oceano Pacífico seja uma região de chuvas frequentes e, de forma oposta, a parte leste, na costa da América do Sul, seja uma região de chuvas escassas.

Em anos de El Niño, detecta-se, previamente ao seu estabelecimento, um enfraquecimento dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial. Esse fato altera o padrão de circulação oceânica, diminuindo a ressurgência de águas frias na costa da América do Sul e deslocando as águas quentes do Pacífico oeste para uma posição a leste da linha internacional de mudança de data (180° de longitude). Com isso, há o deslocamento do ramo ascendente da célula de circulação do tipo Walker para a parte central do Oceano Pacífico, fazendo com que as ilhas nessa região experimentem excesso de chuvas, onde, originalmente, são escassas.

Com o deslocamento cada vez mais para leste, as águas anormalmente quentes do Oceano Pacífico tropical chegam a atingir a costa da América do Sul, altura do Peru e do Equador. Desse

modo, passa a ocorrer ascensão de ar nessa região, fazendo com que a costa da América do Sul experimente chuvas muito além da normalidade. Esse ramo ascendente da célula de circulação tipo Walker torna-se descendente com subsidência de ar seco, sobre a parte leste da Amazônia e norte da Região Nordeste do Brasil, determinando secas acentuadas nessas regiões.

Em termos de comportamento dos campos atmosféricos, o Índice de Oscilação Sul (IOS) reflete as anomalias de pressão à superfície, via diferenças de pressão entre o Taiti, no Pacífico Central, e Darwin, na Austrália.

Nos anos em que a pressão à superfície é elevada em Darwin e baixa no Taiti, o IOS é negativo (episódio El Niño); inversamente, quando a pressão à superfície é baixa em Darwin e elevada no Taiti, o IOS é positivo. Quando o IOS é fortemente positivo, águas mais frias do que o normal aparecem na região central e na parte leste do Oceano Pacífico equatorial. Esse episódio frio é chamado de La Niña e implica anomalias climáticas geralmente inversas às do episódio quente, denominado de El Niño. Outro aspecto da atmosfera que é perturbado durante o período de El Niño é uma célula de circulação de sentido norte-sul, do tipo Hadley, que se intensifica e acaba influenciando na corrente de jato (“jet stream”), que são ventos fortíssimos que sopram de oeste a cerca de 10.000 m de altura. A corrente de jato intensificada determina bloqueios na atmosfera, fazendo com que as frentes frias fiquem semi-estacionárias sobre o extremo sul do Brasil, causando os excessos de chuvas verificados durante os anos de El Niño, a exemplo do que aconteceu em 1997/1998.

Nos chamados anos de La Niña, a célula de circulação tipo Hadley (sentido norte-sul) fica enfraquecida. Com isso, diminuem os bloqueios na atmosfera, fazendo com que as frentes frias (principal mecanismo causador de chuvas no sul do Brasil) passem rapidamente sobre a Região Sul ou, até mesmo, desviem sua rota, passando sobre o oceano, consequentemente diminuindo a quantidade de precipitação pluvial. Como exemplo bem característico, cita-se o evento La Niña de 1998/1999.

O fenômeno El Niño - Oscilação Sul e a probabilidade de chuvas no sul do Brasil

A precipitação pluvial é uma das principais causas de flutuação no rendi-

mento das culturas e da produção agrícola, sendo que, na Região Sul do Brasil, a variabilidade interanual das chuvas é bastante influenciada pelo fenômeno El Niño - Oscilação Sul (ENOS). Em geral, observa-se excesso de chuvas nos anos de El Niño e estiagem em anos de La Niña. E apesar de a influência dar-se durante todo o período de atuação desses eventos, há duas épocas do ano que são mais afetadas pelas fases do ENOS. São elas: primavera e começo do verão (outubro, novembro e dezembro), no ano inicial do evento; e final do outono e começo do inverno (abril, maio e junho), no ano seguinte ao início do evento. Assim, nessas épocas, as chances de chuvas acima do normal são maiores em anos de El Niño e chuvas abaixo do normal, em anos de La Niña.

As fases extremas de Oscilação Sul (El Niño e La Niña) provocam significativas alterações nos totais mensais e sazonais de precipitação pluvial na Região Sul do Brasil, sendo a primavera a estação que sofre o maior impacto. O El Niño apresenta primaveras mais chuvosas e o La Niña primaveras mais secas (Fig. 1 e Tab. 1).

A seca ou o excesso de chuva afetam diretamente a vida do homem do campo e o mercado agrícola. É a precipitação pluvial quem determina as melhores épocas de semeadura, a realização de tratamentos culturais, o melhor momento de colheita, influí no processo de armaze-

nagem e até no transporte da produção. Dependendo da época do ano em que o evento ENOS surge e atinge seu ápice, ele pode beneficiar ou prejudicar a produção agrícola. Por exemplo, períodos mais chuvosos durante a semeadura, florescimento e enchimento dos grãos, em certos casos e para algumas culturas, são favoráveis. Porém, em outras, dependendo do momento do ciclo de desenvolvimento, por ocasião da colheita, por exemplo, pode provocar o aumento da incidência de doenças e perdas na qualidade dos grãos.

No sul do Brasil, em linhas gerais, considera-se que o fenômeno El Niño tende a favorecer as culturas de verão (soja, milho, feijão, pastagens, etc.) e prejudicar as culturas de inverno (trigo, cevada, aveia, triticale, canola, etc.). Já o fenômeno La Niña segue uma lógica inversa; embora nem sempre verdadeira: favorável para as culturas de inverno e desfavorável para as culturas de verão.

O Fenômeno El Niño - Oscilação Sul e a probabilidade de chuvas no nordeste do Brasil

A circulação atmosférica na região tropical é fortemente influenciada pelos padrões termodinâmicos das bacias dos Oceanos Pacífico e Atlântico tropicais. Em anos com anomalias positivas ou negativas da Temperatura da Superfície nesses oceanos (ATSM), a célula de

Hadley, que atua no sentido meridional (ramo ascendente sobre os trópicos e ramos descendentes nas latitudes subtropicais), e a célula de Walker, que atua no sentido zonal (ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo descendente no Pacífico leste) são perturbadas, causando anomalias na circulação atmosférica sobre os trópicos. O deslocamento dessas células suas posições climatológicas acaba afetando a intensidade e a duração do período chuvoso dessa região.

Quando o fenômeno El Niño acontece conjuntamente com o Dipolo Positivo do Atlântico (Dipolo do Atlântico: diferença entre a anomalia da Temperatura da Superfície do Mar na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul), é observado um decréscimo na média de chuvas na Região Nordeste do Brasil. Já, a ocorrência do fenômeno La Niña conjuntamente com o Dipolo do Atlântico Negativo está associado a anos normais, chuvosos ou muito chuvosos (Fig. 2).

Estratégias de manejo de cultivos com bases em previsões do fenômeno ENOS

Diante da divulgação de um evento El Niño/La Niña nos diversos segmentos de mídia (jornal, rádio, televisão e Internet, por exemplo), as pessoas reagem de forma diferente. Algumas reações, seguramente, podem ser consideradas corretas e outras totalmente erradas. Vejamos, qual a melhor forma de comportamento frente a uma previsão de El Niño/La Niña, principalmente quando entra em jogo a agricultura brasileira. Toda decisão deve ser tomada consciente que se está lidando com informação probabilística sobre impacto local nas chuvas.

Certo:

- procurar informações sobre o fenômeno El Niño/La Niña - Oscilação Sul;
- saber quando ele ocorreu nos últimos tempos;
- tomar conhecimento sobre os tipos de condições climáticas e eventos meteorológicos extremos que ocorreram na sua região durante os eventos El Niño/La Niña anteriores;
- ter claro como foi afetado pelo último El Niño/La Niña;
- discutir com amigos e colegas de profissão os possíveis impactos do El Niño/La Niña nas diferentes estações (épocas) do ano;
- dominar alternativas de resposta para os possíveis impactos climáticos;

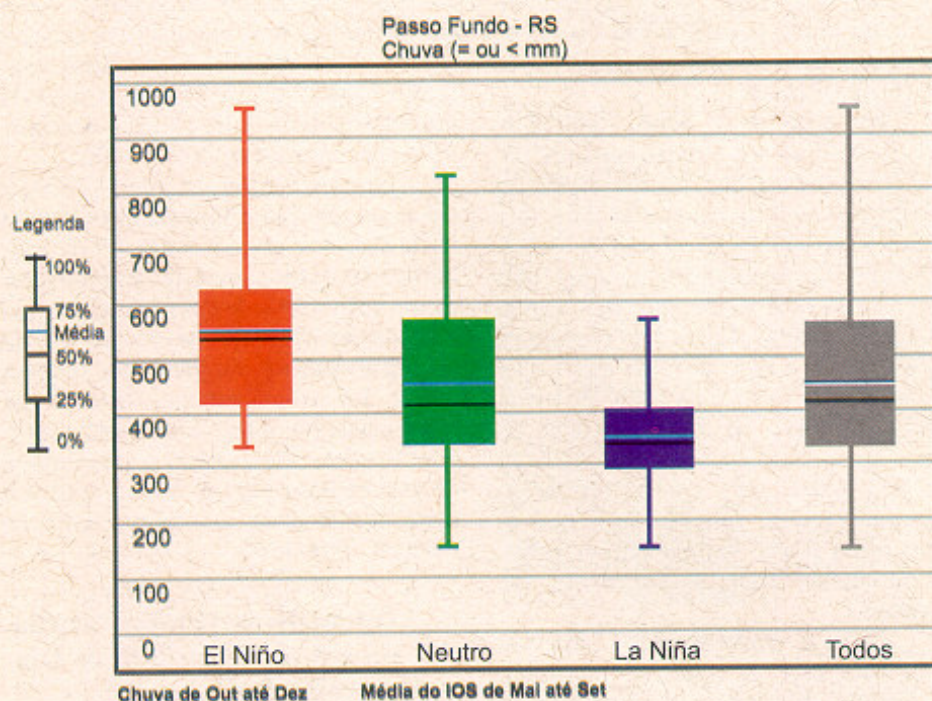


Figura 1. Diagrama de caixas de precipitação pluvial com IOS, sendo que IOS menor que -5 corresponde ao fenômeno El Niño; entre -5 e +5, à neutralidade; e maior que +5, ao fenômeno La Niña (conforme método proposto por Stone et al., 1996).

- identificar as alternativas de reação que pode fazer sozinho e com meios próprios;
- listar as alternativas de reação para as quais depende de auxílio de terceiros (privado ou governamental);
- esperar, sempre, por atualizações futuras (algumas semanas) do progresso do El Niño/La Niña. Embasar-se em informações do serviço meteorológico oficial. No caso do Brasil, ficar atento aos boletins do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE); por exemplo.

Errado:

- ignorar;
- entrar em pânico;
- vender a casa, a propriedade rural e se desfazer de todos os bens na região;
- acompanhar o monitoramento do El Niño/La Niña, de forma quase obsessiva, todos os dias;
- acreditar em tudo que ouve falar sobre El Niño/La Niña;
- assumir que toda a variabilidade climática pode ser explicada pelos fenômenos El Niño e La Niña;
- assumir que a variabilidade climática pode explicar toda a flutuação de rendimento dos cultivos de uma safra para a outra.

Orientações gerais – Chuva acima do normal

Quando a expectativa é de chuva acima dos valores normais, que implica, além da quantidade de água, em um maior número de dias com chuva, destacam-se como orientações de ordem geral:

- começar a semeadura no início do período recomendado, particularmente no caso de áreas grandes;
- deixar a estrutura para a semeadura preparada. Realizar limpeza, regulagem e reparos em máquinas e os insumos disponíveis para, quando o tempo permitir, desencadear a operação;
- não semear com o solo exageradamente úmido. Evitar o risco de compactação e degradação da estrutura do solo. Apesar das chuvas abundantes, há períodos de sol suficientes para a semeadura, durante o período recomendado;
- obedecer esquema de rotação de culturas, pois em ano de alta umi-

Tabela 1. Distribuição de chuvas no trimestre outubro a dezembro, para diferentes locais do sul do Brasil, considerando-se os valores médios de IOS nos cinco meses anteriores (maio a setembro), conforme método proposto por Stone et al. (1996).

Local	Probabilidade de exceder						
	Média (mm)			Média (%)			
	IOS < -5	Entre -5 e +5	IOS > +5	Total	IOS < -5	Entre -5 e +5	IOS > +5
Alegrete, RS	511,2	391,2	316,3	401,1	79,4	47,2	23,0
Bagé, RS	406,2	323,3	216,0	316,1	71,9	52,4	13,3
Passo Fundo, RS	551,2	452,0	350,8	451,5	73,2	50,0	16,3
Porto Alegre, RS	375,4	297,5	240,0	301,8	74,5	48,4	22,1
Santa Maria, RS	532,8	402,9	317,8	412,9	75,5	48,0	18,9
Blumenau, SC	492,0	431,1	373,8	430,1	67,4	50,4	33,4
Caçador, SC	515,4	508,4	360,2	462,1	59,9	65,2	8,2
Chapecó, SC	598,7	543,6	488,8	543,7	63,3	50,0	35,6
Florianópolis, SC	537,6	482,6	356,9	458,0	66,3	56,4	17,9
Lages, SC	493,1	444,1	300,6	413,2	73,9	59,9	14,5
Altamira do Paraná, PR	613,1	485,7	542,0	547,0	68,1	23,9	48,8
Morretes, PR	561,0	507,7	477,8	513,5	63,7	48,4	40,9
Ponta Grossa, PR	493,0	396,4	380,8	417,9	71,6	42,1	37,8
Prudentópolis, PR	486,1	426,4	394,0	433,1	65,9	48,0	37,1
Marechal C. Rondon, PR	413,7	438,8	438,0	60,3	40,5	50,0	473,5

dade o ambiente é favorável para o desenvolvimento de doenças;

- escolher cultivares resistente às principais doenças fúngicas que ocorrem na região;
- preocupar-se com a sanidade e com o tratamento de sementes;
- eleger cultivares não suscetíveis ao acamamento;
- cuidar com a adubação nitrogenada em cobertura. Nos anos de muita chuva, a lixiviação de nitrogênio (N) é grande e os sintomas de deficiência de N ficam evidentes;
- evitar o uso de áreas sujeitas a inundações prolongadas;
- realizar a colheita tão logo o produto tenha umidade adequada para a operação, evitando a chance de perdas quantitativas e qualitativas pelas chuvas frequentes;
- adotar o Sistema Plantio Direto, em função das características de conservação do solo e da praticidade da operação de semeadura.

Orientações gerais – Chuva abaixo do normal

Quando a expectativa é de chuva abaixo dos valores normais, destacam-se como orientações para minimizar impac-

tos de estiagens na agricultura (ajustadas conforme a especificidade de cada cultura e a realidade do produtor):

- descompactar o solo;
- mobilizar o solo o mínimo possível, por ocasião do preparo;
- dar preferência ao Sistema Plantio Direto;
- não utilizar população de plantas superior ao recomendado para a cultura;
- escalonar as épocas de semeadura e/ou plantio, utilizando cultivares de ciclos diferentes;
- implantar as culturas sob adequadas condições de umidade e temperatura de solo;
- evitar o esvaziamento de barragens/açudes;
- racionalizar o uso da água e irrigar quando necessário, preferencialmente nos períodos críticos;
- observar o Zoneamento Agrícola (começar a semear no início do período recomendado e escalonar épocas de semeadura com cultivares de diferentes ciclos);
- não utilizar populações de plantas superiores às recomendadas para as condições de baixa precipitação.
- utilizar cultivares com sistema radicular mais profundo;
- usar o raleio de frutos;

Afogados da Ingazeira - PE
Chuva (= ou < mm)

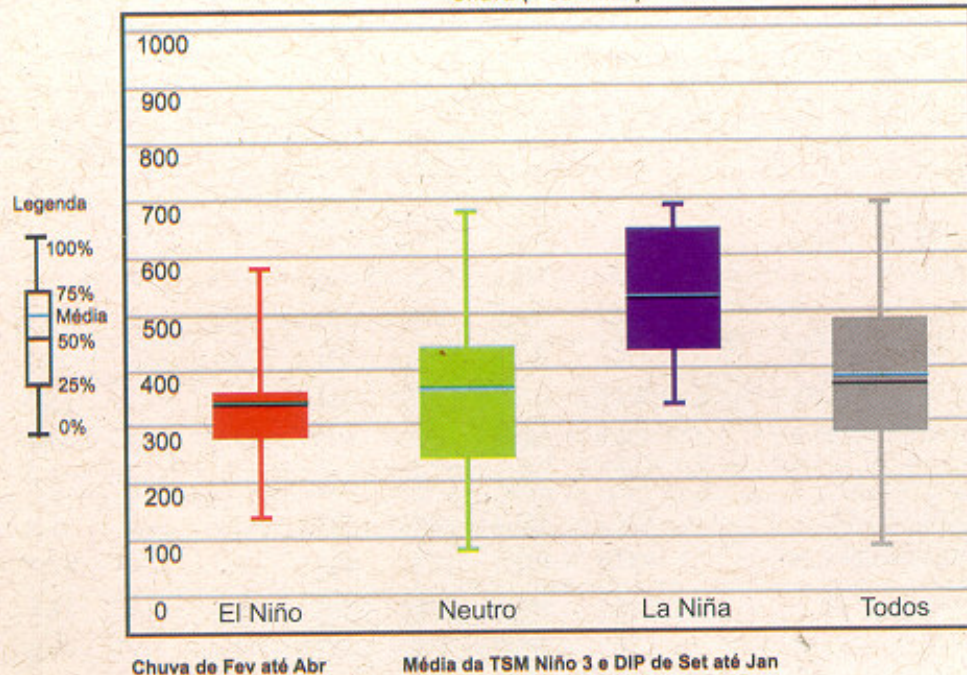


Figura 2. Chuva de Fevereiro até Abril com Dipolo do Atlântico e anomalia de TSM Niño3 do Pacífico em Afogados da Ingazeira – Pernambuco (conforme método proposto por Moura & Shukla, 1981 e Stone et al., 1996).

- aumentar o estoque de forragens na propriedade, seja no campo, através do ajuste de carga (aliviar a carga animal) e do diferimento de poteiros desde o final do inverno, quando possível, seja via forragens conservadas (feno e silagem);
- antecipar ao máximo o plantio/semeadura das forrageiras cultivadas de verão, e utilizar mudas/sementes de alto vigor;
- procurar manter uma boa cobertura do solo, através de um resíduo (resteva) relativamente alto, via manejo das forrageiras e pastagens;
- a semeadura um pouco mais profunda e o uso de sulcadores podem auxiliar as culturas a aprofundarem o sistema radicular e conseqüentemente, explorando um maior volume de solo, terem a sua disposição uma maior quantidade de água armazenada no solo; que pode ser importante para superarem períodos curtos de estiagem.

Considerações finais

Excessos de chuva e estiagens não são eventos raros no sul e no nordeste do Brasil. Algumas vezes estão relacionados com os fenômenos El Niño e La Niña, em outras não.

Para a agricultura do sul do Brasil, por exemplo, destaca-se que tanto El Niño como La Niña não causam ex-

clusivamente prejuízos. Nos anos de El Niño, por não faltar água no período de primavera-verão, em geral, as culturas de verão (soja e milho, particularmente) são beneficiadas. E, nos anos de La Niña, os cereais de inverno são favorecidos. O exemplo típico é a cultura de trigo, pois os anos de La Niña são caracterizados por primavera seca. E esse tipo de condição meteorológica é favorável à cultura de trigo, porque diminui a ocorrência de

Sugestão de leituras

- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 110 p.
- CUNHA, G. R. (Ed.). **Lidando com riscos climáticos: clima, sociedade e agricultura**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 400p.
- CUNHA, G. R.; HAAS, J.C.; BERLATO, M.A. (Eds.). **Applications of climate forecasting for better decision - making processes in agriculture**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 328p.
- GLANTZ, M.H. (Ed.). **La Niña and its impacts: Facts and speculation**. New York: United Nation University Press, 2002. 272p.
- GLANTZ, M.H.; YE, Q. **Usable thoughts: climate, water and weather in the twenty-first century**. Hong Kong: United Nation University Press, 2010. 246 p.

doenças (da espiga, particularmente) e melhora as características de qualidade do grão (PH e outras características).

Por outro lado, estiagens no sul do Brasil, que não são exclusividade de La Niña; como são exemplos a de 1990/91 e a de 2004/2005, causam sérios problemas às culturas de verão. Milho e soja são as mais afetadas. Nessas culturas, como destacado antes, os rendimentos são favorecidos pelo fenômeno El Niño (em função de chuvas acima do normal, no período primavera-verão).

Finalmente, cabe salientar que os eventos ENOS (El Niño e La Niña) não se repetem exatamente iguais. Vide exemplo do evento La Niña 2010/2011, que atingiu de forma mais intensa, em termos de redução de chuvas, a metade sul do Rio Grande do Sul. Os impactos nas condições climáticas vão depender da intensidade dos eventos e de outras configurações atmosféricas que influem sobre os sistemas meteorológicos que definem as condições de tempo localmente. Por isso, os reflexos na agricultura podem diferir entre as ocorrências dos episódios El Niño ou La Niña, reforçando a importância dos indicativos probabilísticos de distribuição de chuvas locais, com vistas a subsidiar a tomada de decisões pela assistência técnica e pelos produtores rurais.

Informações complementares podem ser obtidas em uma vasta bibliografia, tanto no formato de livros quanto de artigos científicos, que contempla estudos que tratam, especialmente, de impactos e aplicações do fenômeno ENOS no Brasil e em diversas partes do mundo.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics drought in Northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a General Circulation Model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 38, p. 2653-2675, 1981.

ROSENZWEIG, C.; HILLEL, D. **Climate Variability and the Global Harvest. Impacts of El Niño and Other Oscillations on Agro-Ecosystems**. New York: Oxford University Press, 2008. 259p.

SARACHIK, E. S.; CANE, M. A. **The El Niño-Southern Oscillation Phenomenon**. New York: Cambridge University Press, 2010. 389p.

STONE, R. C.; HAMMER, L. G.; MARCUSSEN, T. Prediction of global rainfall probabilities using phases of the Southern Oscillation Index. *Nature*, London, v. 384, p. 252-255, 1996.