

EL NIÑO E A AGRICULTURA DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Moacir A. Berlato e Denise Cybis Fontana

1. Introdução

A agricultura, principalmente a produção de grãos e produção pecuária, é a atividade econômica básica da Região Sul do Brasil. Dos 73,5 milhões de toneladas de grãos produzidas no País, média no período 1993-95 (IBGE, 1996), 37,2 milhões foram produzidas nos três estados sulinos (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), representando 51% da produção nacional. A Região Sul do Brasil possui, ainda, cerca de 23% do efetivo da pecuária de bovinos e ovinos do País. Situada ao sul do paralelo de 23°27', apresenta forte sinal do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), que determina, principalmente, grande variabilidade da precipitação pluvial, conforme demonstraram, entre outros, Rao e Hada (1990), Studzinski (1995), Fontana e Berlato (1997) e Grimm et al. (1997). A variabilidade interanual da precipitação pluvial, por sua vez, é o fator principal determinante da variabilidade dos rendimentos e da produção agrícola dessa região do país (Berlato, 1992 a, b; Berlato et al., 1992).

2. O fenômeno ENOS

El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala cuja região de origem é situada no Oceano Pacífico tropical. O fenômeno é constituído por dois componentes: um de natureza oceânica (El Niño), associado a mudanças na temperatura das águas e outro de natureza atmosférica (Oscilação Sul), relacionado à correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste desse Oceano (Glantz, 1991; Reports..., 1994, Grimm et al., 1997, entre outros).

Em condições normais (Figura 1a), os ventos sobre o equador sopram de leste para oeste (ventos alísios), carregando a água quente superficial. Isto determina um aumento do nível do mar, em torno de 60 cm, no Pacífico oeste e uma grande diferença de temperatura entre as águas a leste e oeste desse Oceano. O carregamento da água quente superficial para oeste faz com que, a leste, águas frias sejam trazidas à superfície (ressurgência), carregando nutrientes que alimentam o fitoplâncton, base da cadeia alimentar marinha, favorecendo a fauna local. Sobre as águas quentes na Indonésia o ar é mais quente e úmido, devido à grande evaporação local, causando a ascensão de ar na atmosfera, formação de nuvens e precipitação. Na faixa tropical, o ar que sobe a oeste (baixa pressão atmosférica) tende a descer sobre as águas frias a leste (alta pressão atmosférica). Em consequência, tem-se ausência de nuvens e de precipitação nesta região.

Em condições de El Niño (Figura 1b), os ventos alísios enfraquecem, podendo até mesmo inverter de direção. Com isso diminui tanto o acúmulo de água quente no Pacífico oeste, como a ressurgência das águas frias no Pacífico leste. Diminui a diferença de temperatura entre leste e oeste, o que reduz ainda mais os ventos alísios. O nível da superfície do mar desce a oeste e sobe até 25 cm próximo à costa da América do Sul. As mudanças na temperatura da superfície do mar, devido à grande extensão de abrangência, modificam a circulação atmosférica tropical. O ar que, em condições normais sobe no Pacífico oeste e desce no Pacífico leste, passa a subir no Pacífico

central e descer no Pacífico oeste e norte da América do Sul, diminuindo as chuvas nessas regiões. Quando ocorre El Niño, o aquecimento das águas do Pacífico leste, em geral, inicia no outono, atinge o máximo no verão e dura, aproximadamente, um ano. Contudo, a intensidade do fenômeno, sua evolução e duração, variam de evento para evento. É um fenômeno não cíclico, cuja maior frequência de ocorrência, em intervalos irregulares, varia de três a sete anos.

Em condições de La Niña há um fortalecimento das condições normais do oceano e da atmosfera na região tropical do Oceano Pacífico. Os ventos alísios são intensificados, o que acarreta um aumento no carregamento das águas quentes para leste e no ressurgimento das águas frias no Pacífico leste. As diferenças de temperatura tendem a se acentuar, o que, por sua vez, auxiliam a intensificação dos ventos alísios.

A ocorrência do fenômeno ENOS induz profundas modificações climáticas na região tropical e, também, em várias regiões do globo terrestre. Estas modificações são consequência da adição de grandes quantidades de energia, a qual é dissipada através de ondas de calor que tendem a se propagar em percursos preferenciais na atmosfera. No sudeste da América do Sul as ondas de calor tendem a intensificar a corrente de jato subtropical (ventos que sopram na região subtropical de oeste para leste, posicionado em torno de 10 Km de altitude). 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 excessos de chuva.

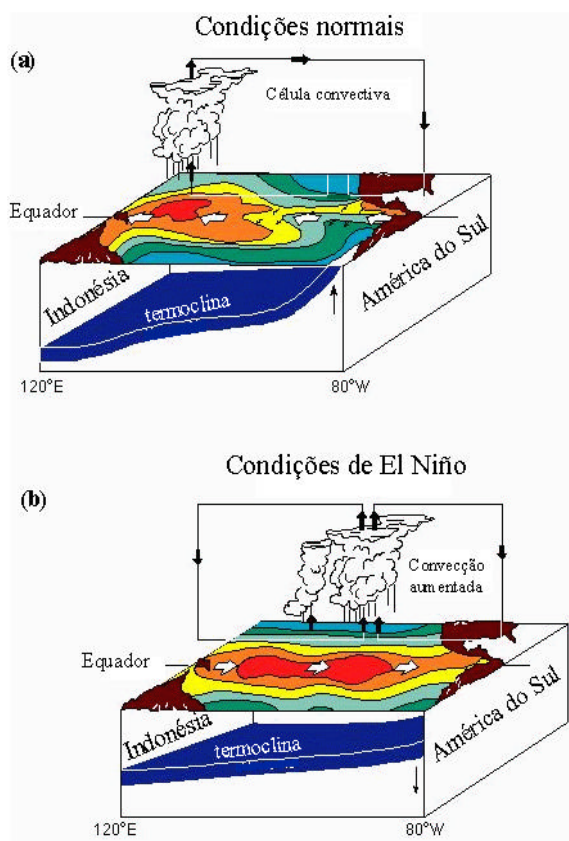


Figura 1. Condições oceânica e atmosférica no Oceano Pacífico tropical: (a) condições normais e (b) condições de El Niño.

3. Impactos do ENOS na precipitação pluvial e na agricultura

Segundo Fontana e Berlato (1997) a climatologia da precipitação durante eventos ENOS mostra

que para o Rio Grande do Sul, na fase quente do fenômeno (El Niño) é observada ocorrência de precipitação superior à média climatológica em quase todos os meses do ano, mas especialmente em dois períodos distintos. O período principal é na primavera do ano de início do fenômeno, especialmente nos meses de outubro e novembro, com um repique no final do outono do ano seguinte, em maio e junho (Figura 2). Tendência semelhante foi mostrada por Grimm et al. (1997) para o Estado do Paraná. Nessa fase do ENOS, os impactos são maiores em toda a metade norte-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, ocorrendo aumentos médios de precipitação de 40 a mais de 60 mm (Figura 3a). Grimm et al. (1997) mostraram que na primavera as regiões do Estado do Paraná mais influenciadas pelo fenômeno são o sudoeste e o litoral.

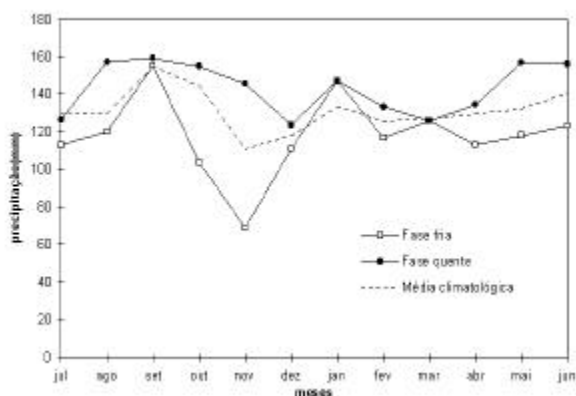


Figura 2. Precipitação pluvial média para as fases quente (El Niño) e fria (La Niña) do ENOS e para a média climatológica (1913-1995) no Estado do Rio Grande do Sul.

Na fase fria (La Niña) observa-se, no Rio Grande do Sul, precipitação abaixo da média climatológica em períodos do ano coincidentes com os da fase quente (Figura 2). Em relação à distribuição espacial, verifica-se que a porção oeste é a mais afetada, apresentando reduções de 80 a 120 mm em grande parte do Estado, sendo as diferenças crescentes no sentido leste-oeste (Figura 3b).

É importante salientar que as áreas de maior influência do ENOS sobre a precipitação da Região Sul são exatamente onde a agricultura tem também grande expressão, o que enfatiza a importância de um maior detalhamento e quantificação da influência desse fenômeno, visto que, possivelmente, seja a agricultura a maior beneficiária deste tipo de informação.

Os impactos da fase quente do ENOS (El Niño) na agricultura da Região Sul do Brasil dependem da cultura, época do calendário agrícola em que ocorrem chuvas acima da normal e área considerada.

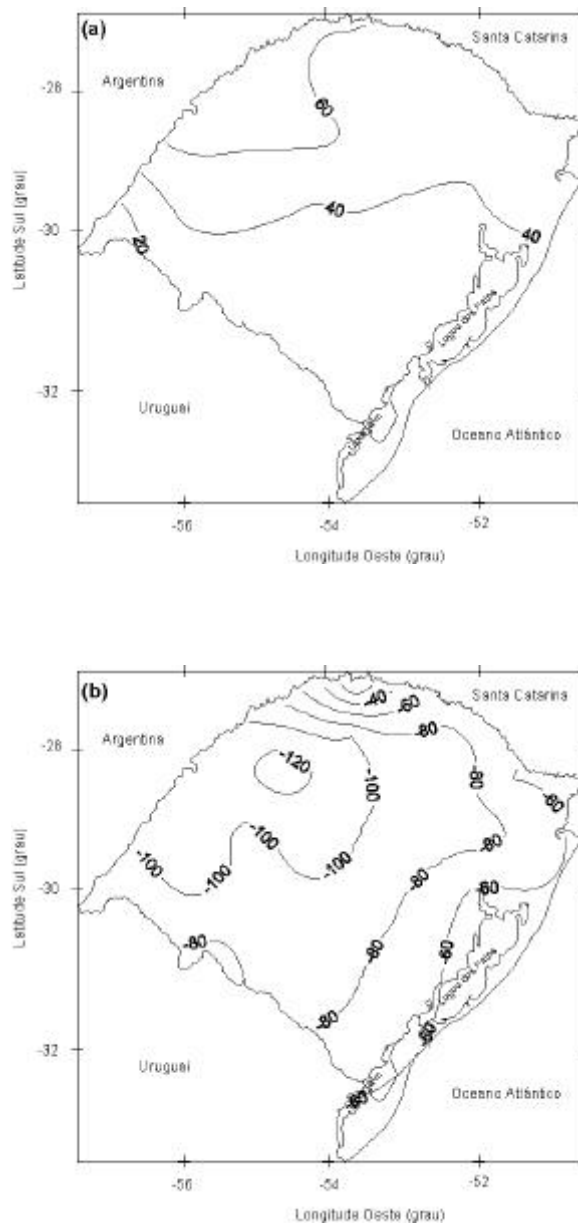


Figura 3. Anomalias de precipitação (mm) em outubro e novembro durante: (a) fase quente e (b) fase fria do ENOS no Estado do Rio Grande do Sul.

Para as culturas de inverno, como o trigo, tendo em vista que há excedente hídrico normal na maior parte da região nessa época do ano, o El Niño é, em geral, desfavorável. As culturas de inverno, entretanto, representam apenas 6% da produção total de grãos da região.

O período mais crítico do calendário agrícola ao excesso de precipitação pluvial é o da maturação e colheita. As chuvas excessivas na colheita (final de abril e maio de 1983), provocadas pelo El Niño de 1982/83, determinaram, segundo Berlato (1992a) e Gasquez e Magalhães (1987), na Região Sul do Brasil, perdas na safra de grãos de 4,9 milhões de toneladas (Tabela 1), com prejuízo estimado de 780 milhões de dólares.

As áreas de terras baixas são, evidentemente, as mais atingidas pelo fenômeno, como, por exemplo, as regiões arroseiras do Rio Grande do Sul, e aí o El Niño pode causar prejuízos.

Tabela 1. Impactos do El Niño de 1982/83 na safra de grãos da Região Sul do Brasil.

ESTADO	PERDAS (toneladas)
Rio Grande do Sul	1.693.777
Santa Catarina	1.626.298
Paraná	1.568.700
Região Sul	4.888.775

Os dados observacionais mostram, no entanto, que o El Niño é, na maioria dos casos, favorável às culturas de verão não irrigadas, como a soja e o milho, que representam mais de 75% da produção de grãos da Região Sul do Brasil.

A Figura 4 mostra a relação entre precipitação de verão e rendimento de grãos de soja no Estado do Rio Grande do Sul. Verifica-se, nesse período de vinte anos, que nos anos de ocorrência de El Niño, em geral, os rendimentos são maiores do que a média histórica e que nos eventos de El Niño de 1991/92, 1992/93 e 1994/95 ocorreram os rendimentos recordes dessa cultura no Estado.

A Figura 5 mostra que essa tendência é confirmada quando se considera o rendimento médio dos dois estados maiores produtores de soja da Região Sul (Rio Grande do Sul e Paraná), com desvios positivos de rendimento (em relação à "tendência tecnológica") em todos os eventos de El Niño no período de 1981/82 a 1994/95.

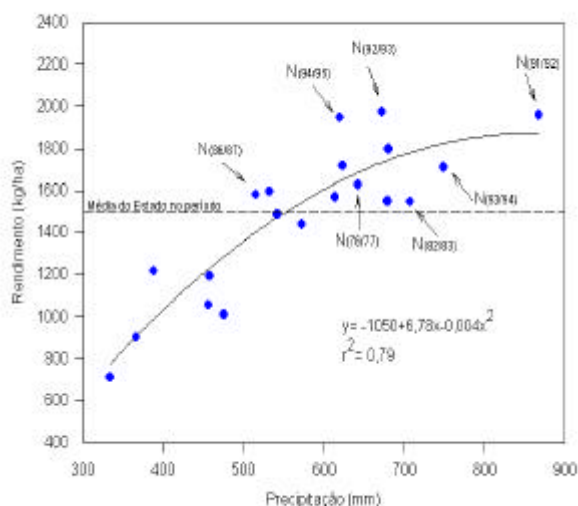


Figura 4. Relação entre precipitação, de dezembro a março, e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul, período 1975/76 a 1994/95. N - anos de ocorrência de El Niño.

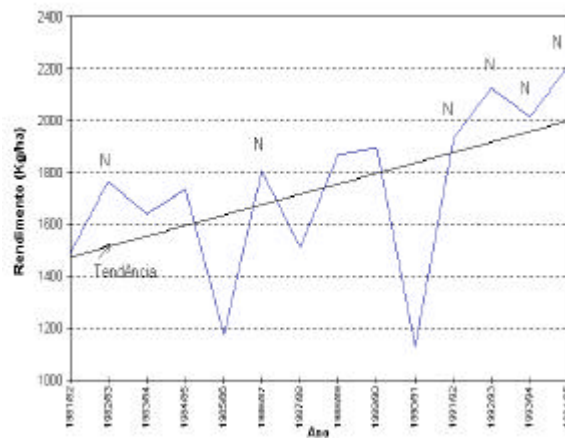


Figura 5. Rendimento da soja na Região Sul do Brasil (Paraná e Rio Grande do Sul), período 1981/82-1994/95. N - anos de ocorrência de El Niño.

A Figura 6 mostra os desvios padronizados do rendimento do milho no Rio Grande do Sul e de precipitação do período de outubro a fevereiro. Verifica-se, em primeiro lugar, que há forte associação positiva entre precipitação durante a estação de crescimento da cultura e rendimento. A mesma figura mostra, também, que dos sete eventos de El Niño ocorridos no período, em cinco a cultura foi favorecida em termos de rendimento.

A causa da resposta positiva da agricultura não irrigada da Região Sul do Brasil ao El Niño deve-se ao fato de que a precipitação normal da Região é, em geral, insuficiente para atender as necessidades hídricas das culturas de primavera-verão, limitando seus rendimentos.

Em anos de El Niño a precipitação é, normalmente, superior à média climatológica em praticamente toda a estação de crescimento dessas culturas, mas é no verão que ela produz seus efeitos mais desejados (aumento de rendimento).

Além do fato da precipitação normal de verão ser insuficiente para a agricultura não irrigada em grande parte da Região Sul, as estiagens, com precipitação muito abaixo da média, que ocorrem com maior frequência no verão, agravam o quadro.

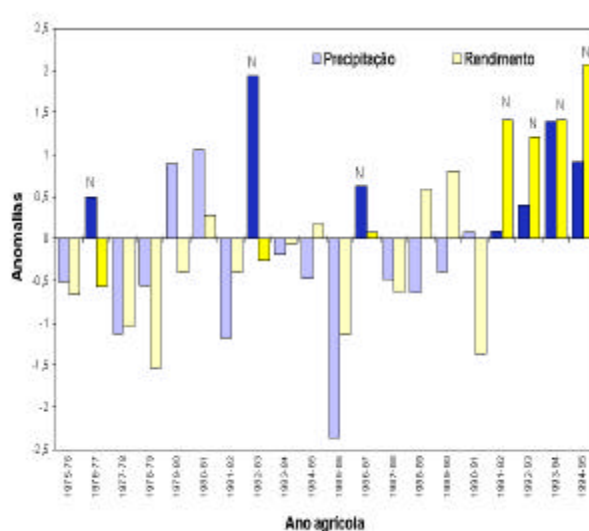


Figura 6. Anomalias padronizadas (pelo desvio padrão) de rendimento de milho e de precipitação de outubro a fevereiro no Estado do Rio Grande do Sul, período 1975/76 a 1994/95. N - anos de ocorrência de El Niño.

A Tabela 2 mostra que nos últimos dez anos quatro grandes estiagens causaram, no Rio Grande do Sul, perdas de 13,8 milhões de toneladas de grãos. Os eventos de estiagem, normalmente, atingem os três estados sulinos, portanto, os valores apresentados acima são de perdas parciais. Esses dados mostram, ainda, que as estiagens, algumas devidas ao evento frio de ENOS (La Niña) e outras sem evidência do fenômeno, continuam sendo o fator climático de maior impacto negativo na produção agrícola da Região Sul do Brasil.

Tabela 2. *Impactos das estiagens na produção de grãos do Estado do Rio Grande do Sul.*

ESTIAGEM	PERDAS DE GRÃOS (toneladas)
1987/88	3.000.000
1990/91	5.567.000
1995/96	3.007.000
1996/97	2.252.000
TOTAL	13.826.000

Fonte de dados: EMATER-RS

4. O El Niño 1997/98: impactos na precipitação e na produção de grãos do Estado do Rio Grande do Sul

O El Niño de 1997/98, que ora chega ao seu final (junho/98), está sendo considerado um episódio de grande intensidade. Segundo o CPTEC/INPE (1998), esse foi o mais forte aquecimento do Oceano Pacífico Oriental dos últimos 150 anos. Esse evento é o responsável pela maioria das anomalias climáticas que aconteceram em diversas regiões do Globo e, no caso do Brasil, é o responsável pelo excesso de precipitação e grandes enchentes na Região Sul, estiagens no norte da Região Amazônica, inverno ameno na Região Sudeste e redução drástica da precipitação da estação chuvosa da Região Nordeste.

A Figura 7 mostra o desvio da precipitação ocorrida no Rio Grande do Sul de outubro de 1997 a abril de 1998 em relação à normal do período e a Figura 8 mostra a percentagem em relação ao total do ano. Pode-se verificar nessas figuras que o maior impacto do presente episódio de El Niño na precipitação ocorreu na região noroeste do Estado, atingindo praticamente toda a bacia do Rio Uruguai. Esses dados confirmam o que se espera em termos climatológicos para a Região em eventos quentes de ENOS (Figura 3a). Nessa área, a precipitação de 7 meses (outubro a abril) atingiu valores entre 110 e 150% da normal do ano (Figura 8).

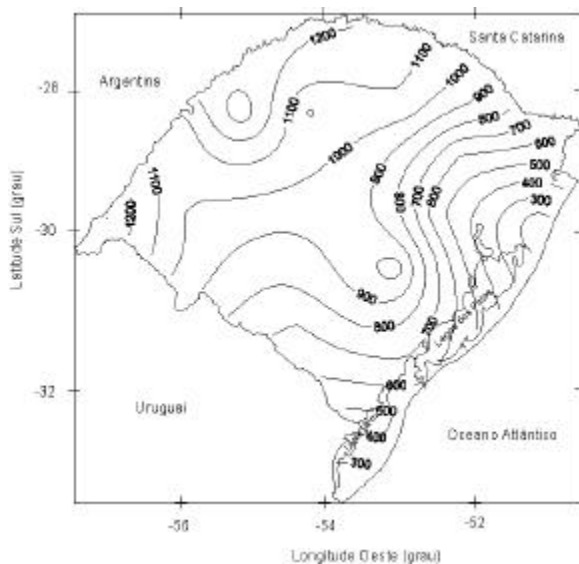


Figura 7. Anomalias de precipitação pluvial (mm) no período de outubro/97 a abril/98 do Estado do Rio Grande do Sul.

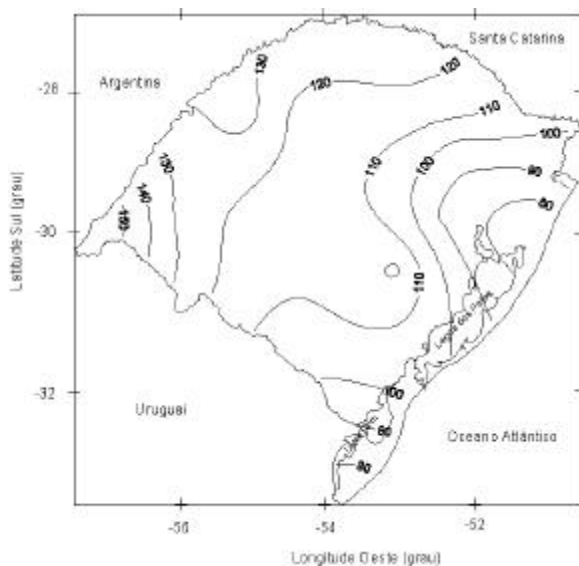


Figura 8. Porcentagem da precipitação do período de outubro/97 a abril/98 em relação ao total anual normal no Estado do Rio Grande do Sul.

A Figura 9 mostra a distribuição temporal da precipitação do El Niño 1997/98 na região noroeste do Estado, comparada com a precipitação normal e com a precipitação do El Niño de 1982/83. Verifica-se que no período da estação de crescimento das culturas de primavera-verão (outubro a abril) as precipitações mensais superaram em muito as precipitações normais do período e, com exceção do mês de novembro, superaram também as precipitações ocorridas durante o grande El Niño de 1982/83.

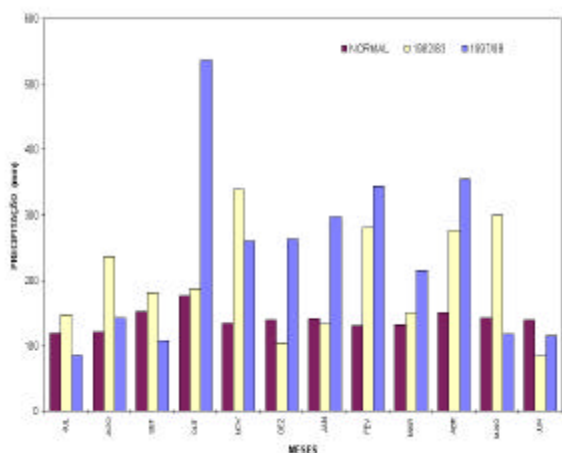


Figura 9. Precipitação normal e nos eventos de El Niño de 1982/83 e de 1997/98, na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (média de 7 localidades). Fonte de dados: 8^o DISME/INMET

Uma diferença importante entre os eventos de 1982/83 e 1997/98, se refere ao chamado "repique" do El Niño que consiste no recrudescimento do aquecimento das águas do Pacífico Equatorial no final do outono, especialmente no mês de maio, com a consequente ocorrência de chuvas intensas e frequentes na Região Sul do Brasil. Ao contrário de 1983, as temperaturas da superfície do mar (TSM) na região do Pacífico Equatorial do mês de maio foram menores do que no mês de abril, não houve o "repique" do fenômeno e as precipitações de maio foram, em geral, menores do que a normal (Figura 2). Isso foi benéfico para a agricultura do Estado, facilitando as tarefas de final de colheita das culturas de verão e também bom para início do plantio do trigo, safra 1998. No restante, os impactos do episódio de El Niño de 1997/98 na agricultura do Estado do Rio Grande do Sul ratificam o que se apresentou no item 3 deste trabalho. O trigo foi prejudicado, especialmente pelo excesso de precipitação ocorrido na fase de maturação e colheita dessa cultura (outubro e novembro). Conforme dados dos órgãos oficiais que fazem o levantamento da lavoura gaúcha (EMATER-RS/IBGE), a quebra da produção de trigo por efeito de El Niño foi de 315.797 toneladas, representando 35% menos do que a estimada para o Estado no início da safra.

Houve quebra também da safra do arroz. Segundo dados do IRGA (IRGA/NATES) foi perdida uma área de 48.344 ha por efeito de inundações. Multiplando-se a área perdida pelo rendimento médio da área colhida (4.383 Kg/ha) resulta numa redução, apenas por esse efeito, de cerca de 212.000 toneladas. Além disso, o rendimento médio da safra 1997/98 foi menor do que os obtidos com essa cultura nos últimos anos.

Para o caso das culturas de milho e soja, que juntas representam 70% da área cultivada e respondem por cerca de 65% da produção de grãos do Estado, as precipitações acima da média, especialmente nos meses de verão, foram as principais responsáveis pelos altos rendimentos médios dessas duas culturas. No caso da soja, os resultados do ano agrícola 1997/98 em termos físicos (produção e rendimento) são os melhores obtidos em toda a história da cultura no Rio Grande do Sul (Tabela 3).

Tabela 3. Produção de soja e milho no Rio Grande do Sul, safra 1997/98.

Cultura	Área (ha)	Rendimento (Kg/ha)	Produção (ton)

SOJA	3.151.548	2.091	6.590.142
MILHO	1.499.348	3.000	4.497.980

Fonte de dados: IBGE/EMATER-RS

5. Conclusões

- O El Niño é, em geral, favorável às culturas de verão não irrigadas, como a soja e o milho;
- As estiagens, algumas devidas à La Niña e outras sem evidência do fenômeno, continuam sendo o fenômeno meteorológico causador dos maiores impactos negativos à produção agrícola do sul do País;
- A previsibilidade do fenômeno ENOS, se bem gerenciada pelos tomadores de decisão, pode minimizar impactos negativos e permitir tirar proveito de situações favoráveis.

6. Bibliografia

Berlato, M.A. *The climate forecasting application in the decision-making process for the Southern Region of Brazil*. Workshop report on ENSO and seasonal to inter-annual climate variability, socio-economic impacts, forecasting and applications to the decision-making process. Florianópolis, Santa Catarina, Brazil, 14-16 setembro, 1992a.

Berlato, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: Bergamaschi, H. (Coord.) *Agrometeorologia Aplicada à Irrigação*. Porto Alegre, Editora da Universidade / UFRGS. p. 11-23. 1992b.

Berlato, M.A.; Fontana, D.C.; Gonçalves, H.M. Relação entre o rendimento de grãos da soja e variáveis meteorológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v.27, n.5, p.695-702. 1992.

CPTEC/INPE. O El Niño: consequências do fenômeno sobre o território brasileiro e perspectivas para 1998. <http://www.cptec.inpe.br>.

Fontana, D.C. e Berlato, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132, 1997.

Gasquez, M.; Magalhães, A.R. Climate anomalies and their impacts in Brazil during the 1982-83 ENSO event. *LUGANO Report: climate crisis, UNEP e NCAR*, cap. 5, p. 30-36, 1987.

Glantz, M.H. *Introduction*. In: Glantz, M.H. Richard, W.K.; Nicholls, N. *Teleconnection linking worldwide climate anomalies*. New York Cambridge University. 1991. p. 43-72.

Grimm, A.M.; Guetter, A.K.; Caramori, P.H. El Niño no Paraná: o que se pode esperar em cada região. Uma análise científica. *SIMEPAR - Informativo*, n.1, 1997.

IBGE. *Anuário estatístico do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, v.56, 1996. p.irreg.

Rao, V.B.; Hada, K. Characteristics of rainfall over Brazil, annual variation and correlation with the southern oscillation. *Theoretical and Applied Climatology*, Wien, v.2, p.81-91, 1990.

Reports to the Nation. El Niño and climate prediction. Washington: NOAA, UCAR. n.3, Spring 1994. 25p.

Studzinski, C.D. *Um estudo da precipitação na Região Sul do Brasil e sua relação com os oceanos Pacífico e Atlântico Tropical Sul*. São José dos Campos, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - INPE,

1995.