

ISSN 0104-1347

## Relações do rendimento de grãos de feijão safra do Estado do Rio Grande do Sul com a precipitação pluvial, a temperatura e o El Niño Oscilação Sul (ENOS)

Relation ship between bean´s crop yield on Rio Grande do Sul State, Brazil, and rainfall, temperature and the El Niño Southern Oscilation (ENSO)

Régis Lisbôa Baptista<sup>1</sup> e Moacir Antonio Berlato<sup>2</sup>

**Resumo** – O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é sensível a elementos meteorológicos extremos como alta ou baixa umidade do solo (determinada pela precipitação pluvial), alta ou baixa temperatura do ar e outros. Neste trabalho, avaliou-se a influência da precipitação pluvial, das temperaturas médias máxima e mínima, da amplitude térmica e do fenômeno ENOS no rendimento médio de grãos de feijão safra do Rio Grande do Sul. Para tanto, utilizou-se a série histórica de 1975/76 a 2000/01 de rendimento médio de grãos de feijão safra no Estado, e os elementos meteorológicos, do mesmo período, de cinco estações meteorológicas situadas na área de maior produção dessa cultura. As correlações entre as temperaturas média máxima e média mínima com o rendimento médio de grãos de feijão, safra no Estado, não foram significativas para o mínimo estabelecido (5%), indicando que esses elementos meteorológicos não limitam o rendimento dessa cultura. Já a amplitude térmica de novembro está alta e positivamente correlacionada com o rendimento de grãos. A precipitação pluvial muito acima da média em novembro, período de florescimento, geralmente causa reduções consideráveis no rendimento de grãos e, quando é acima da média em dezembro, período de enchimento de grãos, geralmente determina aumento no rendimento de grãos. Em relação ao fenômeno ENOS, a fase quente (El Niño) foi responsável por 50% das quebras de safra no Estado e a fase fria (La Niña) foi favorável ao rendimento de grãos em 80% dos anos.

**Palavras-chave:** feijão, rendimento, precipitação pluvial, temperatura, amplitude térmica, El Niño Oscilação Sul.

**Abstract** – The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important source of protein for Brazilian population and, therefore, it is of great economical and social importance. Studies have demonstrated the sensitivity of this crop to extreme climatic conditions like high or low humidity of the soil, high or low air temperature and others. The objective of this study was to assess the influence of rainfall, mean temperature, and the phenomenon ENSO on the average yielding of grains of beans in Rio Grande do Sul State, Brazil. The research was based on the historical average of yields of the crop years 1975/76 to 2000/01 and of climatic data from meteorological stations located in the region more important for this crop in the State. Correlation between maximum mean temperature and minimum mean temperature and yields were not significant (5%), indicating that these meteorological variable are not limiting for bean yields. The rainfall much above the average in November causes considerable reductions to the grain yielding and when it is above the average in December. The warm phase of the phenomenon ENSO (El Niño) was responsible for cutting back 50% of the crop, while the cold phase (La Niña) was increased grain in 80% though the years.

**Key Words:** beans, yielding, rainfall, temperature, El Niño Southern Oscilation.

<sup>1</sup> Eng. Agr., Bolsista do CNPQ, E-mail: regislisboa@zipmail.com.br

<sup>2</sup> Prof. Dr, Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, Faculdade de Agronomia-UFRGS, Cx. Postal: 776, Cep 91501970, Bolsista do CNPQ, E-mail: moacir.berlato@ufrgs.br

## Introdução

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma importante fonte de proteína na dieta alimentar humana e de grande importância econômica e social para o País. O Brasil destaca-se por ser o segundo país em produção e o maior consumidor de feijão com 18,4 kg/hab/ano, e o Rio Grande do Sul é um dos estados com maior consumo per-capita do País (COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2000).

Há vários estudos que demonstram a sensibilidade dessa cultura a elementos climáticos extremos como alta ou baixa umidade do solo (determinada pela precipitação pluvial), alta ou baixa temperatura do ar e outros. A variabilidade da precipitação pluvial do Rio Grande do Sul, associada às fases fenológicas, pode determinar efeitos negativos ou positivos ao rendimento de grãos de feijão no Estado. De acordo com BERLATO (1992), a variabilidade interanual das condições hídricas do solo, determinada pela variabilidade da precipitação pluvial, é o elemento de maior influência na variabilidade dos rendimentos das culturas de primavera-verão. A deficiência hídrica, no período vegetativo, tem efeito indireto na produção de grãos por causar redução da área fotossintética. A estiagem, ocorrendo na floração, provoca abortamento e queda de flores, com redução do número de vagens por planta, e na frutificação (enchimento de grãos), prejudica a formação e o peso de grãos. Nesse sentido, MAGALHÃES & CHOUDHURY (1979) verificaram, em trabalho experimental, induzindo déficits hídricos nas diferentes fases e períodos de desenvolvimento do feijoeiro, que o início da floração, plena floração e início da frutificação são os estádios críticos ao déficit hídrico dessa cultura. O excesso de água no solo, da mesma forma que o déficit, também prejudica a produção de grão, que, conforme MENEZES & PINTO (1967), se ocorrer no período de floração-frutificação, as perdas do rendimento de feijão são maiores.

As temperaturas extremas influenciam, principalmente, a queda de flores e o fixação de vagens, com conseqüente redução no rendimento de grãos. PORTES (1996) cita vários trabalhos que demonstram o efeito negativo de altas temperaturas sobre o florescimento e a frutificação de feijoeiro. MACK & SINGH (1969) verificaram perdas de 22% no rendimento de grãos de feijão, quando a temperatura média máxima no florescimento foi de 29°C. A temperatura noturna alta favorece o aparecimento de flores, mas reduz a fixação final de vagens (FISCHER & WEAVER, 1974). FARLOW (1981) verificou que a

baixa temperatura, da mesma forma que a alta, afetou o rendimento por reduzir a produção por vagem e de sementes por vagem, quando aplicou temperaturas constantes iguais e inferiores a 13,9°C.

Por tanto, acredita-se que, possivelmente, parte da variação do rendimento de grãos de feijão esteja relacionada com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), por este afetar a temperatura do ar e a precipitação pluvial.

O ENOS é um fenômeno de grande escala, caracterizado por anomalias no padrão de temperatura da superfície do Oceano Pacífico tropical que ocorrem de forma simultânea com anomalias no padrão de pressão atmosférica da região de Darwin (12°S; 131°E) no norte da Austrália e do Taiti (18°S; 15°W) na Polinésia Francesa. O El Niño representa a fase quente do fenômeno que é caracterizada pela elevação, acima da normal, da temperatura das águas da região centro e leste do Pacífico Tropical, com a ocorrência de pressões atmosféricas abaixo da normal climática na região de Taiti e, acima da normal, na região de Darwin. A La Niña representa a fase fria e caracteriza-se por apresentar comportamento inverso das variáveis oceânicas e atmosféricas. ROPELEWISKI & HALPERT (1987) verificaram que o fenômeno ENOS afeta a circulação atmosférica, determinando anomalias de temperatura e, principalmente, da precipitação pluvial de diversas regiões do Globo.

No Rio Grande do Sul, FONTANA & BERLATO (1997) verificaram que o ENOS, nas duas fases (quente e fria), provoca alteração na precipitação pluvial, principalmente, nos meses de outubro, novembro e dezembro (primavera-verão) e com repique no final de abril, maio e junho (outono) do ano seguinte do início do evento. A fase quente está associada à precipitação pluvial superior à média climatológica e a fase fria associada à precipitação pluvial inferior à média climatológica.

FONTANA & BERLATO (1996) e BERLATO & FONTANA (1999), no Rio Grande do Sul, encontraram correlações positivas entre o rendimento de grão de milho e soja e o El Niño.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da precipitação pluvial, das temperaturas média máxima e média mínima, da amplitude térmica e do fenômeno ENOS no rendimento médio de grãos de feijão safra (semeadura de agosto a outubro) do Estado do Rio Grande do Sul.

## Material e métodos

Neste trabalho utilizaram-se dados de rendimento e produção de grãos de feijão safra do Rio Grande do Sul, no período de 1975/76 a 2000/01, obtidos de Anuários Estatísticos do Brasil (IBGE) e Anuários Estatísticos da Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul (FEE). No mesmo período, os elementos meteorológicos mensais (precipitação pluvial, temperaturas média máxima e média mínima) foram obtidos de estações meteorológicas pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET).

A área de maior produção de feijão no Estado foi obtida a partir de dados de produção média, período de 1995/96 a 2000/01, dos municípios com produção média superior ou igual a 150 toneladas. A partir da área de maior produção, verificaram-se as estações meteorológicas situadas na mesma. Para cada elemento meteorológico, fez-se a média mensal das estações localizadas na área de maior produção.

O calendário agrícola médio da cultura do feijão safra (1996/97 a 2000/01) foi obtido a partir de dados fornecidos pela EMATER-RS.

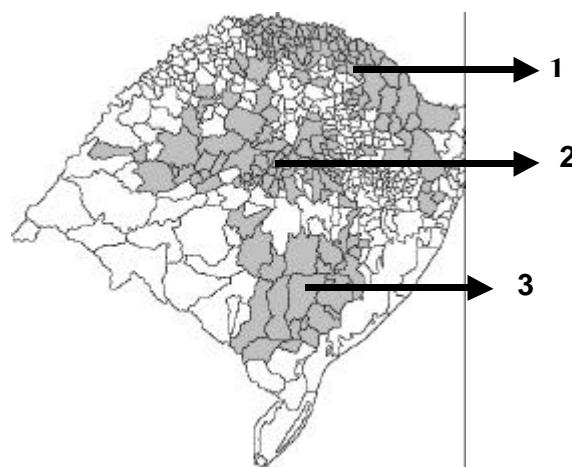
Inicialmente, foi realizada a análise de correlação entre a precipitação pluvial mensal, centrada nos meses de cultivo, conforme calendário agrícola e o rendimento médio de grãos de feijão safra do Estado. Identificado o período (mês) em que a precipitação pluvial exerce mais forte influência nos rendimentos de grãos de feijão foi feita uma análise de tendência temporal para o rendimento e precipitação pluvial. Num segundo momento, foi realizada a análise de correlação entre o rendimento médio de grãos de feijão do Estado e as temperaturas média máxima, média mínima e a amplitude térmica. Para a análise dessas componentes térmicas foram retiradas as safras de 1979/80 (excesso de precipitação pluvial na germinação), 1985/86 e 1995/96 (fortes estiagens) em que o excesso ou falta de umidade no solo foram os fatores limitantes ao rendimento de grãos. Também foi realizada uma análise de desvios dos rendimentos de grãos em relação à média do período e estes relacionados com o fenômeno ENOS.

Os anos de ocorrência de eventos ENOS foram considerados, conforme TRENBERTH (1997), incluindo-se na lista os eventos de La Niña de 1998/99 e 1999/00.

## Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta a área de maior produção de feijão do Estado. Nesta, verifica-se que a cultura é bem disseminada, e diferentemente da soja (BERLATO & FONTANA, 1999) e milho (FONTANA & BERLATO, 1996), distribui-se em três subáreas de produção. Isso se deve, possivelmente, por ser preferencialmente uma cultura de subsistência, cultivada em pequenas propriedades (YOKOYAMA, 1996). As subáreas 1 e 2 (Figura 1) são consideradas, conforme Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul (1994), ambas, como área preferencial e tolerada e a subárea 3 como tolerada, para o cultivo desta leguminosa no Estado. A produção média de feijão do período de 1995/96 a 2000/01 da área significativa de produção foi de 130 mil toneladas, o que representa, aproximadamente, 90% do total da produção do Estado.

A Tabela 1 apresenta a correlação da precipitação pluvial com o rendimento de grãos, pode ser observado que dezembro foi o único mês com correlação significativa. Esse mês, conforme calendário agrícola (Figura 3), concentra a frutificação (enchimento de grãos) e parte do florescimento, que são as fases de maior consumo médio diário de água (MATZENAUER, 1992). MAGALHÃES & CHOUDHURY (1979) mostraram que o déficit hídrico na frutificação e floração causa queda significativa de rendimento desta leguminosa, por diminuir a fixação de vagens e flores, consistente com os resultados de BERLATO (1992), que afirma que a



**Figura 1.** Área e subáreas de maior produção de feijão safra no estado do Rio Grande do Sul.

**Tabela 1.** Correlação entre precipitação pluvial e rendimento de grãos do feijão safra no Estado do Rio Grande do Sul, período de 1975/76 a 2000/01.

Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
-0,181 <sup>NS</sup>	0,039 <sup>NS</sup>	-0,011 <sup>NS</sup>	0,389*

\* 5% de significancia

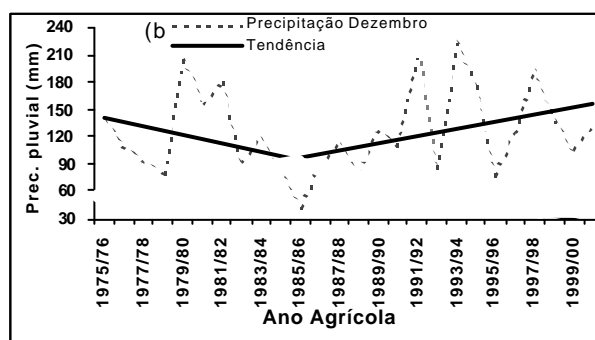
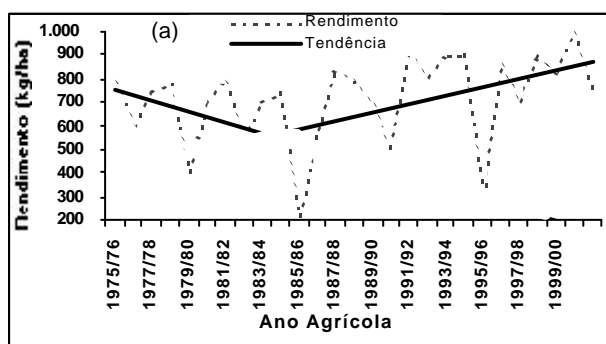
<sup>NS</sup> não significativo

precipitação pluvial é o elemento meteorológico que exerce mais forte influência sobre o rendimento de grãos do Rio Grande do Sul.

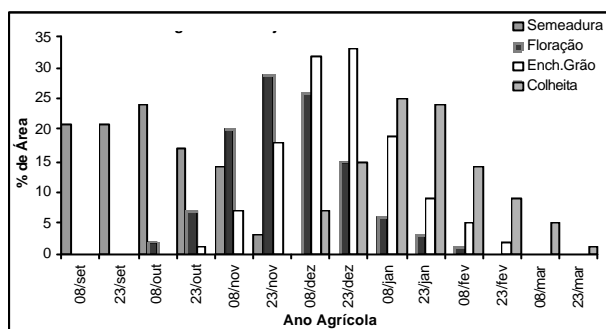
Na Figura 2 é representada a variabilidade interanual do rendimento médio de grãos de feijão safra do Estado do Rio Grande do Sul (a) e da precipitação pluvial de dezembro (b), média de cinco estações (Ijuí, Passo Fundo, Iraí, Julio de Castilhos e Encruzilhada do Sul), situadas na área mais significativa de produção desta leguminosa (Figura 1). Na Figura 2 (a) pode ser observada uma tendência decrescente do rendimento até o ano agrícola 1985/86, e a partir desse ano, a tendência é crescente até o final da série histórica. KIYUNA e ASSUMPÇÃO (2002) verificaram que o rendimento médio nacional de feijão, na maioria das regiões do País, apresentaram essa mesma tendência do rendimento. A Figura 2 (b), da precipitação pluvial do mês de dezembro, mostra a mesma tendência, embora mais fraca, do rendimento, ou seja, ajuda a explicar a tendência do rendimento neste período o que é fortalecido pela maior correlação (Tabela 1) encontrada neste mês de dezembro, que conforme já discutido, corresponde ao período de maior demanda hídrica. desta cultura.

A Figura 4 apresenta a distribuição dos pontos em quadrantes que associam o desvio do

rendimento de grãos de feijão com o desvio da precipitação pluvial dos meses de novembro (a) e de dezembro (b). Os resultados mostram que há uma tendência negativa da precipitação pluvial com o rendimento de grãos de feijão em novembro. Em 69% dos casos (soma dos quadrantes II e IV), quando os desvios da precipitação pluvial foram acima da média, ocorreu redução do rendimento de grãos em relação à média histórica e, quando os desvios da precipitação pluvial foram abaixo da média, ocorreu aumento do rendimento de grãos. Também pode ser observado nos quadrantes I e IV, que representam os desvios positivos da precipitação pluvial de novembro, que, dos 11 anos (100%), em 7 (64%), os rendimentos de grãos ficaram abaixo da média e em 4 (36%) acima. Nesse período, como já referenciado, que corresponde à floração, MENEZES & PINTO (1967) demonstraram para o feijoeiro que o excesso de água no solo é prejudicial ao rendimento de grãos. Nos quadrantes II e III, que representam os desvios negativos da precipitação pluvial de novembro (Figura 4), dos 15 anos (100%) em 11 (73%) os rendimentos foram acima da média e em 4 (27%) abaixo. Os resultados desta figura, do mês de novembro, não representam a correlação significativa apresentada na Tabela 1. Isso se deve a duas estiagens muito fortes ocorridas em 1985/86 e 1995/96, que ao desconsiderar-se estes dois anos na análise de correlação da precipitação pluvial com o rendimento no mês de novembro, essa passa de  $-0,011$  a  $-0,513$ , significativo a 1%. Na Figura 4 (b), dos desvios da precipitação pluvial de dezembro, verifica-se uma tendência inversa à de novembro, em que 65% dos anos (soma dos quadrantes I e III), quando a precipitação pluvial, foi acima da média, houve aumento do rendimento de grãos e, quando foi abaixo, ocorreu redução do rendimento em relação à média.



**Figura 2** Variabilidade interanual do rendimento médio de feijão safra (a) e da precipitação pluvial média de dezembro (b), do estado do Rio grande do Sul, período de 1975/76 a 2000/01.



**Figura 3.** Calendário agrícola médio da cultura de feijão safra no Estado do Rio Grande do Sul, período 1996/97 a 2000/01. Fonte de dados: EMATER-RS.

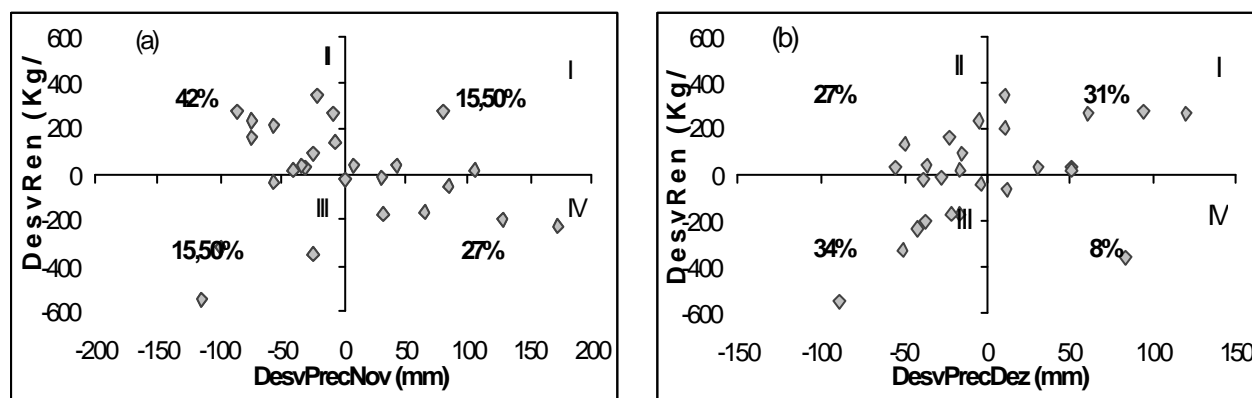
Também podem ser observados os desvios negativos da precipitação pluvial em dezembro (quadrantes II e III), que dos 16 casos (100%) ocorrentes, em 7 (44%) anos, os rendimentos foram acima da média e em 9 (56%) abaixo. Quando se observa os desvios positivos da precipitação pluvial de dezembro (quadrantes I e IV), nota-se que dos 10 casos (100%) ocorrentes, na sua maioria (80%), os rendimentos de grãos foram acima da média. Como já discutido anteriormente, dezembro corresponde ao período, de enchimento de grãos (Figura 3), de maior demanda hídrica.

Na Tabela 2, pode-se observar que as correlações das temperaturas média máxima e média mínima com o rendimento de grãos de feijão safra não foram significativas. Esses resultados são coerentes, principalmente, ao se relacionar a fase crítica da cultura à temperatura, pois MACK & SINGH (1969) verificaram perdas de 22% ao rendimento de grãos quando a temperatura média

máxima foi de 29°C, enquanto que, no presente caso, a média da temperatura média máxima da série histórica foi de 27°C. Nesse sentido, FARLOW (1981) verificou, aplicando temperaturas baixas constantes, que temperaturas inferiores a 13,9°C, reduzem o número de vagens e de sementes por vagens. No presente estudo, a média da série histórica da temperatura média mínima foi de 15,7 °C.

Entretanto, observa-se (Tabela 2) que a amplitude térmica do mês de novembro apresentou correlação significativa (1%) com o rendimento de grãos. Essa correlação significativa da amplitude térmica, possivelmente, esteja expressando os sinais opostos, embora não significativos, das correlações das temperaturas média máxima e média mínima. Também, está expressando parte da correlação negativa e significativa (-0,513) da precipitação pluvial desse mês, pois quanto menor precipitação pluvial menor a nebulosidade e menor a umidade, o que resulta em maior amplitude térmica.

A Figura 5 apresenta a distribuição de pontos em quadrantes que associam os desvios da amplitude térmica de novembro com os desvios de rendimentos de grãos de feijão. Nessa figura, pode-se observar que há tendência positiva entre a amplitude térmica e o rendimento de grãos de feijão. O período de novembro, conforme calendário agrícola (Figura 3) corresponde ao estágio de florescimento que é a fase mais crítica desta cultura à temperatura. A tendência é vislumbrada nos quadrantes I e III, em que 70% dos casos quando o desvio da amplitude térmica foi positivo ocorreu aumento de rendimento de grãos em relação a média histórica e quando foi



**Figura 4.** Relação entre os desvios de rendimento (DesvRend) de feijão e de precipitação pluvial dos meses de novembro (a, DesvPrecNov) e dezembro (b, DesvPrecDez), Estado do Rio Grande do Sul, período de 1975/76 a 2000/01.

**Tabela 2** Correlações das temperaturas média máxima (TmedMax) e média mínima (TmedMin) e da amplitude térmica (AmplTerm) com o rendimento médio de grãos de feijão safra do Rio Grande do Sul, período de 1975/76 a 2000/01.

	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
TMedMax	0,232 <sup>NS</sup>	0,156 <sup>NS</sup>	0,268 <sup>NS</sup>	0,203 <sup>NS</sup>
TMedMin	0,144 <sup>NS</sup>	0,212 <sup>NS</sup>	-0,290 <sup>NS</sup>	0,237 <sup>NS</sup>
AmplTerm	0,221 <sup>NS</sup>	-0,083 <sup>NS</sup>	0,510 <sup>*</sup>	-0,071 <sup>NS</sup>

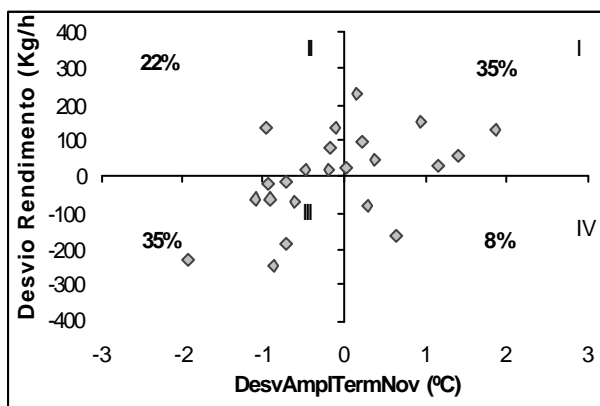
\*1% de significancia  
NS não significativo

negativo ocorreu redução de rendimento. O favorecimento do rendimento com o aumento da amplitude térmica, como já discutido, possivelmente esteja relacionado à menor umidade do ar, uma vez que as maiores amplitudes ocorrem em ambientes com menor umidade (TUBELIS & NASCIMENTO, 1981).

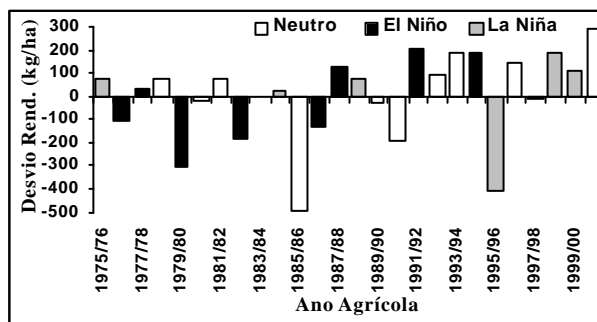
A Figura 6 mostra os desvios do rendimento médio de feijão, período de 26 anos, relacionados com o fenômeno ENOS. No período analisado, 1975/76 a 2000/01, ocorreram nove eventos de El Niño, seis de La Niña e 11 neutros. Nessa série, dos nove anos de El Niño, 50% foram favoráveis e 50% desfavoráveis ao rendimento de grãos, principalmente ao se considerar que, no ano agrícola de 1997/98 o desvio de rendimento ficou em torno da média. (-10 Kg/ha). Portanto, diferentemente do milho (FONTANA & BERLATO, 1996) e da soja (BERLATO & FONTANA, 1999), os eventos El Niño não apresentam influência sobre o rendimento de feijão safra do Rio Grande do Sul. Essa relação é facilmente entendida, devido à distribuição da precipitação pluvial que às vezes concentra-se em novembro e

outras em dezembro (Tabela 3). Conforme já discutido, o excesso hídrico em novembro, que coincide com o florescimento, prejudica o rendimento de grãos (MENEZES & PINTO, 1967), enquanto a precipitação pluvial acima da média em dezembro, coincide com o período de maior consumo médio de água do feijoeiro (MATZENAUER, 1992), é favorável ao rendimento de grãos. Também pode ser observado na Figura 6 que dos cinco (100%) anos de desvios de rendimento negativos nos anos de El Niño, quatro (80%) foram com redução do rendimento superior a 100 Kg/ha. Enquanto que dos cinco (100%) anos neutros de desvios negativos de rendimento, apenas dois (40%) tiveram redução superior a 100 Kg/ha. Os anos neutros apresentaram equilíbrio com seis anos favoráveis e cinco desfavoráveis. Nos eventos de La Niña 80% dos anos foram favoráveis à cultura do feijão safra.

A Tabela 3 apresenta as precipitações pluviais de novembro e dezembro, média de cinco estações localizadas na área mais significativa de produção de feijão (Figura 1), e os desvios de rendimento médio de feijão no Estado, nos anos de El Niño e La Niña. A tabela mostra que dos nove eventos de El Niño, apenas no ano agrícola de 1987/88 a precipitação foi abaixo da média da série



**Figura 5** Relação entre os desvios de rendimento de grãos de feijão com os desvios da amplitude térmica do mês de novembro (DesvAmplTermNov).



**Figura 6** Desvios do rendimento de feijão associados ao fenômeno ENOS, Rio Grande do Sul, período de 1975/76 a 2000/01.

**Tabela 3.** Precipitação pluvial (mm) em fenômenos El Niño (a) e La Niña (b) de novembro e dezembro associadas aos desvios de rendimento de feijão no Rio Grande do Sul (período de 1975/76 a 2000/01).

	Ano	ov	ez	esv. Rend. Kg/ha
El Niño	76/77	57	11	-110
	77/78	76	95	33
	79/80	17	95	-305
	82/83	97	93	-179
	86/87	74	88	-132
	87/88	34	12	129
	91/92	53	13	207
	94/95	32	75	186
	97/98	37	93	-10
La Niña	76/76	25	37	72
	84/85	48	86	27
	88/89	29	30	80
	95/96	47	78	-408
	98/99	75	36	182
	99/00	59	97	111
Médio*	44	26		

\*Média mensal da série

histórica, nos dois meses. Quanto aos desvios do rendimento, verifica-se que quatro foram positivos e cinco negativos. Também pode ser observado que, no mês de novembro, em cinco eventos, a precipitação pluvial foi muito acima da média e, desses, quatro apresentaram desvios negativos de rendimento. No mês de dezembro em quatro eventos de El Niño a precipitação pluvial foi superior à média e, destes, o ano agrícola de 1997/98 coincidiu com novembro de precipitação pluvial superior à média. Dos outros três eventos de El Niño dois foram favoráveis e um não ao rendimento. Observa-se ainda que, dos seis eventos de La Niña, em cinco (83%), os rendimentos foram acima da média. Isso se deve, possivelmente, à redução da precipitação pluvial de novembro que coincide com a floração (Figura 3), ocasionando menor queda de flores. Entretanto, se a estiagem for muito forte como a da La Niña de 1995/96, essa passa a ser desfavorável ao rendimento de grãos de feijão.

### Conclusões

Quando a precipitação pluvial de dezembro foi acima da média histórica, geralmente, os rendimentos foram superiores à média, enquanto preci-

precipitação pluvial muito acima da média, em novembro, é desfavorável ao rendimento de grãos de feijão safra.

As temperaturas média máxima e média mínima, indicam, não serem fatores limitantes para o rendimento de grãos de feijão safra no Estado

A amplitude térmica do mês de novembro está altamente correlacionada com o rendimento, o seu aumento favorece ganhos no rendimento.

Os eventos de La Niña foram favoráveis ao rendimento de feijão no período estudado.

Os eventos de El Niño foram responsáveis por 50% das quebras de safra, no período estudado, no estado do Rio Grande do Sul.

A amplitude térmica de novembro, a precipitação pluvial de novembro e dezembro são fortes candidatas a compor modelos de previsão de rendimento de feijão safra no Estado.

### Referências bibliográficas

- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 119-125, 1999.
- BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada a irrigação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1992. p. 33-47.
- COMISSÃO ESTADUAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. Recomendações técnicas para o cultivo no Rio Grande do Sul. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. 80 p.
- FARLOW, P.J. Effect of french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 32, p. 325-330, 1981.
- FISCHER, V.J.; WEAVER, C.K. Flowering, pod set, and pod retention of lima bean in response to high temperature, humidity and soil moisture. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 99, n. 5, p. 448-450, 1974.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 39-46, 1996.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Relação entre 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.

KIYUNA, I.; ASSUMPÇÃO, R. El Niño-Oscilação Sul e a produção de feijão no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 21-42, 2002.

MACK, H.J.; SINGH, J.N. Effects of high temperature on yield and carbohydrate composition of bush snap beans. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 94, p. 60-62, 1969.

MAGALHÃES, A.A.; CHOUDHURY, E.N. **Efeito do deficit fenológico de água sobre a produção de feijão**. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciências Agrícola da OEA. Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, v. 29, n. 4, p. 269-273, 1979.

MATZENAUER, R. Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficiente de cultura. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada a irrigação**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1992. p. 33-47.

MENEZES, D.M.; PINTO, M.M. Influência do fator hídrico no desenvolvimento da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na baixada Fluminense.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 383-389, 1967.

MOREIRA, J.A.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação. In: ARAUJO R.S. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Ed. POTAFOS, 1996. p. 465-521.

ROPELEWISKY, C.F.; HALPERT, M.S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/ Southern Oscillation. **Mon. Wea. Rev.**, v. 115, p. 1606-1626. 1987.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAUJO R.S. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Ed. POTAFOS, 1996. p. 101-137.

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

TUBELIS A.; NASCIMENTO F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: NOBEL, 1981. 374 p.

YOKOYAMA, L.P. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ARAUJO, R.S. (Org.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba Ed. POTAFOS, 1996. p. 1-21.