

ISSN 0104-1347

## Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul

### Zoning of climatic risks for beans cultivation in the state of Rio Grande do Sul, Brazil

Jaime Ricardo Tavares Maluf<sup>1</sup>, Gilberto Rocca da Cunha<sup>1,5</sup>, Ronaldo Matzenauer<sup>2,5</sup>, Aldemir Pasinato<sup>3</sup>, Márcia Barrocas Moreira Pimentel<sup>3</sup> e Márcia Rodrigues Caiaffo<sup>4</sup>

**Resumo** - *O feijão pode ser cultivado em todo o estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, o rendimento de grãos varia conforme as condições climáticas, com a época de semeadura, entre regiões e entre anos. Essas variações são causadas, principalmente, pela ocorrência de deficiência hídrica durante o ciclo da cultura, que podem ser intensas em alguns anos, agravando-se nas regiões mais quentes. A temperatura baixa, com ocorrência de geadas tardias nos meses de agosto e setembro é outro fator que, embora em menor grau, também pode influir negativamente no rendimento de grãos. Desta maneira, a elaboração de zoneamento direcionado para minimização de riscos para a cultura de feijão pode contribuir na tomada de decisões sobre escolha de áreas a serem cultivadas, seleção de cultivares e na definição de épocas de semeadura. O presente trabalho teve como objetivo delimitar áreas com menores riscos climáticos (deficiência hídrica, principalmente), para a cultura de feijão, por época de semeadura, no Rio Grande do Sul. A identificação dos períodos favoráveis de semeadura para o cultivo de feijão no Rio Grande do Sul foi realizada com base em cálculos de balanço hídrico diário, considerando a interação entre local (clima) x ciclo da cultivar x período de semeadura x tipo de solo; complementado pelo zoneamento de aptidão, ora vigente no estado. Concluiu-se que o Rio Grande do Sul apresenta áreas com menores riscos climáticos para semeadura da cultura de feijão, e que essas áreas são variáveis, tanto para feijão dito safra, quanto para feijão safrinha, de acordo com o ciclo da cultivar, com o tipo de solo e com a época de semeadura.*

**Palavras-chave:** regionalização, época de semeadura, deficiência hídrica, *Phaseolus vulgaris* L., Região Sul, Brasil.

**Abstract** - *Dry beans can be cultivated in all Rio Grande do Sul state, Brazil. However, bean yields vary according to climatic conditions among years and regions. Water deficit is amongst the main causes of low grain yield. Freezing temperatures during August and September in some years is another limiting factor for cultivating dry beans. In the present zoning, the interaction among local (climate) x variety length cycle x date of sowing x soil type and a daily water balance was used to determine the most favorable periods for sowing and cultivate dry beans in the state of Rio Grande do Sul. It was concluded that the state of Rio Grande do Sul has low risk beans growing areas. Variation in these areas were observed for dry beans sowed both from August to November and from January to February. The variation was explained by sowing date, length variety cycle and soil type differences.*

**Key words:** regional study, sowing dates, water deficit, *Phaseolus vulgaris* L., Southern Region, Brazil.

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Trigo, BR 285, km 174 Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: maluf@cnpt.embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisador da Fepagro, Rua Gonçalves Dias, 570, CEP 90130-060 Porto Alegre, RS.

<sup>3</sup> Analista de Sistemas da Embrapa Trigo.

<sup>4</sup> Assistente de Pesquisa da UnB-Finatec/Zoneamento Agrícola-MAPA.

<sup>5</sup> Bolsista do CNPq-PQ.

## Introdução

No fim dos anos 90, o rendimento médio da cultura de feijão no Rio Grande do Sul, conforme dados do IBGE (COMISSÃO..., 2000), atingiu 869 kg/ha, que, embora possa ser considerado baixo, foi superior à média nacional, no mesmo período (691 kg/ha).

Seguramente, o rendimento da cultura de feijão no Brasil e, em particular, no Rio Grande do Sul pode ser aumentado. Para isso, faz-se necessário o entendimento das variáveis de ambiente que limitam o potencial de rendimento, a delimitação de zoneamentos de riscos climáticos e o uso de práticas culturais que possibilitem máximo aproveitamento da estação de crescimento disponível.

O regime térmico no Rio Grande do Sul, de maneira geral, satisfaz as exigências da cultura de feijão, ocorrendo, todavia, diferenças entre regiões, em que as de maior altitude apresentam menor disponibilidade térmica. Isso, em alguns locais, torna o período de semeadura restrito, devido aos maiores riscos por baixa temperatura.

As regiões ideais para cultivo de feijão devem possuir temperatura média, durante o ciclo, entre 20 e 22°C, sendo a ótima de 21°C. Temperatura média acima de 24 °C durante o florescimento e formação de legumes determina efeitos negativos no rendimento de grãos. Assim, a temperatura média durante o mês mais quente do ciclo da cultura não deve ser superior a 24°C (MOTA et al., 1974; CULTURA DO FEIJÃO, 1978; MALUF, 1978; VIEIRA, 1983; MOTA & ZAHLER, 1994; MALUF & CAIAFFO, 1999). Temperatura elevada no florescimento, aliada à deficiência hídrica, causa redução do rendimento de grãos e aumento de variabilidade, sendo o efeito dependente da duração da “onda de calor”. O enchimento de grãos também é prejudicado, já que a elevada temperatura aumenta a respiração, reduzindo a fotossíntese líquida (WESTPHALEN & BERGAMASCHI, 1977; MASSIGNAM et al., 1998b). O crescimento do feijoeiro é limitado, também, pela última geada da primavera e pela primeira geada do outono (MASSIGNAM et al., 1998c), que delimitam a estação de crescimento disponível.

Com relação ao fotoperíodo, trabalhos realizados em Santa Catarina, com cultivares recomen-

dadas no começo dos anos 90, não demonstraram variações extremas no comportamento dos genótipos em função desta variável (VIEIRA & MASSIGNAM, 1992).

No que se refere ao estresse hídrico (excessos e deficiências), o feijoeiro é, de modo geral, classificado como uma espécie muito sensível, principalmente na fase de florescimento. Isso ocorre em função de suas limitações anatômicas e fisiológicas, pela baixa capacidade de recuperação após a deficiência hídrica e também pelas raízes pouco desenvolvidas (GUIMARÃES, 1988).

O Rio Grande do Sul, em alguns anos, pode apresentar períodos de estiagem causados pela pouca quantidade e/ou distribuição irregular da precipitação pluvial. Essa realidade, constatada no estado nos anos agrícolas de 1978/1979, 1979/1980, 1981/1982, 1985/1986, 1987/1988, 1990/1991, 1995/1996, 1998/1999 e 1999/2000, foi a causa do baixo rendimento das culturas de primavera-verão naquelas safras (MATZENAUER et al., 1998a, 1998b; BERLATO & FONTANA, 1999). ÁVILA (1994) cita que a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro a fevereiro, em praticamente todo o estado, é inferior a 60%. Este fato indica elevada frequência de ocorrência de deficiência hídrica e conseqüentemente redução no rendimento de grãos das culturas de primavera-verão.

Trabalhos como os de MOTA et al. (1991), BERLATO (1992), MOTA et al. (1996), CUNHA et al. (1998) e MATZENAUER, et al. (1998b) referem que a baixa disponibilidade hídrica é o principal fator limitante ao elevado rendimento de grãos de soja e de milho no Rio Grande do Sul, fato esse que, por analogia e similaridade nas estações de crescimento, pode ser estendido à cultura de feijão. Sendo assim, uma das principais limitações à cultura de feijão no Rio Grande do Sul é a disponibilidade de água, que, em alguns anos, pode ser insuficiente devido à ocorrência de períodos normais de estiagem nos meses de outubro a janeiro, mas que também podem ocorrer em outras épocas do anos.

A influência da deficiência hídrica em feijão é variável e tem sido muito estudada. Antes do florescimento pode provocar diminuição na estatura de planta, redução na área foliar e causar

menor acúmulo de reservas na planta. Veranicos durante o florescimento provocam além de redução na estatura de plantas e no tamanho de folíolos, queda de folhas inferiores, aborto de flores, redução do número de legumes e de grãos por legume. Por sua vez, a ocorrência de deficiência hídrica durante o desenvolvimento de legumes causa perda de folhas inferiores e, conseqüentemente, menor área foliar, menor desenvolvimento de legumes e produção de grãos de menor peso. Caso ocorra no final do ciclo, o estresse acelerará a maturação fisiológica, reduzindo o ciclo e podendo diminuir peso e tamanho de grãos (VIEIRA & MASSIGNAM, 1992 e GUIMARÃES, 1988).

Estratégia para reduzir tais efeitos negativos seria a utilização de cultivares tolerantes à deficiência hídrica. Os programas de melhoramento genético que buscam tal característica, apresentam alguns resultados relevantes. Preocupando-se com a avaliação de germoplasma, estudos de mecanismos de resistência a seca, hibridações e avaliação de populações segregantes têm disponibilizado genótipos com tolerância à seca e informações sobre alguns mecanismos de resistência (GUIMARÃES, 1988). Segundo GUIMARÃES & ZIMMERMANN (1985) *apud* GUIMARÃES (1988), os genótipos mais promissores, em condições de deficiência hídrica, apresentaram raízes mais desenvolvidas no perfil de solo, como também, maiores potenciais de água na planta que os não promissores.

A falta de umidade no solo é crítica para a cultura de feijão, principalmente no subperíodo compreendido entre o início do florescimento e a maturação fisiológica, em que a exigência hídrica atinge seu máximo (maiores valores de evapotranspiração máxima), existindo efeito interativo com temperatura. Contudo, a cultura tem a exigência hídrica satisfeita quando a precipitação pluvial do período da sementeira à maturação fisiológica (90 a 110 dias) situa-se entre 300 e 400 mm, uniformemente distribuídos (CULTURA DO FEIJÃO, 1978; MALUF, 1978; BERGAMASCHI *et al.*, 1989; ANDREATTA *et al.*, 1991; CALVACHE *et al.*, 1997; FARIA *et al.*, 1997; MALUF & CAIAFFO, 1999; COMISSÃO..., 2000). Essa definição é fundamental para a determinação de outras estratégias de ação que visam a redução dos efeitos da deficiência hídrica. Tam-

bém é importante para a definição do nível operacional de manejo da irrigação, seleção de cultivares tolerantes à seca e determinação das melhores épocas de sementeira, sendo estas ajustadas de maneira que o período crítico coincida com as épocas que apresentam maior probabilidade de ocorrência de chuva (MASSIGNAM *et al.*, 1998a).

Em trabalho conduzido por MASSIGNAM *et al.* (1998c) houve resposta diferenciada do rendimento do feijoeiro em função da época de sementeira em alguns locais do estado de Santa Catarina, sendo o maior fator de redução do rendimento, a ocorrência associada de temperatura máxima média superior a 28°C e deficiência hídrica.

Em Santa Catarina, MASSIGNAM *et al.* (1998d) apresentaram o zoneamento agroclimático para épocas de sementeira de feijão, em que utilizaram, entre outras informações, resultados de ensaios de cultivares, dados climáticos, temperaturas máxima e mínima e probabilidade de ocorrência de geadas. A partir destes dados o estado foi dividido em dez sub-regiões agroclimáticas, sendo todas consideradas aptas para cultivo do feijoeiro e sendo a época de sementeira fator diferencial entre as sub-regiões.

No Rio Grande do Sul, a variabilidade do rendimento da cultura de feijão, de ano para ano, está principalmente associada com ocorrência de secas. Em solos típicos das regiões produtoras, as menores necessidades de irrigação ocorrem na sementeira de setembro, com valores de 25 mm na Depressão Central, 30 mm no Planalto Médio e 55 mm na Serra do Sudeste. Estas necessidades são consideradas baixas, exceto na Serra do Sudeste. Para cultivo sem irrigação, a melhor época de sementeira nas regiões recomendadas, é início de setembro, quando o risco de secas, durante o ciclo é menor (MOTA *et al.*, 1993). Também, segundo WESTPHALEN & BERGAMASCHI (1977), utilizando dados de experimentos conduzidos em alguns locais do estado, a sementeira no mês de setembro é a que oferece rendimento médio mais elevado.

Atualmente, o zoneamento agroclimático para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul classifica as regiões em preferenciais, toleradas, marginais e não recomendadas para cultivo. Para fins de política de desenvolvimento agrícola, as classificações

preferencial e tolerada, são consideradas como áreas prioritárias para a agricultura, pois indicam locais sem restrições ambientais que inviabilizem sua utilização no processo produtivo. Os critérios usados para o zoneamento da cultura do feijoeiro no estado foram: deficiência hídrica e condições térmicas durante o ciclo, e excesso hídrico na maturação e colheita. Em função desses critérios e do zoneamento, foram recomendados períodos de semeadura por município, para safra e safrinha (COMISSÃO..., 2000).

Portanto, pelos baixos valores de precipitação pluvial, principalmente em anos de ocorrência do fenômeno La Niña, e pela irregularidade da distribuição da precipitação pluvial no estado, verificou-se a importância de realizar o zoneamento de riscos climáticos, com detalhamento de dez em dez dias, para cultura de feijão, tomando como base a indicação de épocas de semeadura (MALUF & CAIAFFO, 1999) e de áreas aptas do zoneamento agroclimático da cultura de feijão (MOTA et al, 1974). Esse trabalho tem aplicações no direcionamento da política e planejamento agrícola, na liberação de crédito e em securidade rural.

O presente trabalho teve como objetivo delimitar áreas com menores riscos climáticos (deficiência hídrica, principalmente), para a cultura de feijão, por época de semeadura, no Rio Grande do Sul.

## Material e métodos

A identificação dos períodos favoráveis de semeadura para cultivo de feijão no Rio Grande do Sul foi realizada com base em cálculos de balanço hídrico diário, considerando a interação entre local (clima) x ciclo da cultivar x período de semeadura x tipo de solo; complementado pelo zoneamento de aptidão, ora vigente no estado.

Usou-se o módulo “Sarrazon” do programa “Systeme d’Analyse Regionale des Risques Agroclimatiques (SARRA)” para o cálculo do balanço hídrico diário de um conjunto de 251 estações pluviométricas do Rio Grande do Sul, com séries históricas de dados diários entre 15 e 20 anos, organizados pela Embrapa Cerrados, considerando-se simulações de semeaduras centradas nos dias

5, 15 e 25 de cada mês; entre agosto e fevereiro.

Os ciclos das cultivares de feijão variam em função da época de semeadura e local, em média entre 90 e 110 dias para atingir a maturação no Rio Grande do Sul. Desta maneira, para as simulações de balanço hídrico foram contemplados três ciclos: 90, 100 e 110 dias.

Quanto à Capacidade de Água Disponível (CAD), para o cálculo do balanço hídrico, três tipos de solos foram usados, com CAD de 35 mm, 50 mm e 70 mm, correspondendo aos solos Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3; respectivamente, descritos a seguir:

- Solo Tipo 1: Areias Quartzosas e solos Aluviais arenosos;
- Solo Tipo 2: Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com menos de 35% de argila);
- Solo Tipo 3: Podzólicos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (Terra Roxa Estruturada); Latossolos Roxo e Vermelho-Escuro (com mais de 35% de argila); Cambissolos Eutróficos e solos Aluviais de textura média e argilosa.

Usou-se o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) do subperíodo três de desenvolvimento de feijão (floração-enchimento de grão) como principal índice de zoneamento. Os valores de ISNA calculados para uma frequência mínima de 80%, foram espacializados com o Sistema de Informações Geográficas “Spring v. 3.4”, definindo-se três categorias: favorável (ISNA > 0,60), intermediária (ISNA entre 0,50 e 0,60) e desfavorável (ISNA < 0,50). Os períodos de semeadura foram estabelecidos com base nas áreas delimitadas pela faixa de valores favoráveis de ISNA, desde que não coincidentes com áreas onde não é recomendado o cultivo de feijão no Rio Grande do Sul, pelo atual zoneamento de aptidão de cultivo, em função de baixa disponibilidade térmica (riscos de danos por baixa temperatura), conforme MOTA et al., 1974.

Com a representação espacial das interações local (clima) x ciclo da cultivar x período de semeadura x tipo de solo (CAD), por meio do módulo

“Spring v.3.4”, usou-se o software “MapViewer v. 3” com o mapa político do estado, para identificar os municípios enquadrados dentro da recomendação “semeadura favorável” para períodos de dez dias, entre 11 de agosto e 10 de novembro, para safra, e 11 de janeiro e 28 de fevereiro, para safrinha, nos moldes do zoneamento agroclimático do feijão proposto por MALUF & CAIAFFO (1999).

## Resultados e discussão

Os resultados demonstraram a existência de variação na disponibilidade hídrica do Rio Grande do Sul para a cultura de feijão, em conformidade com os períodos de semeadura, ciclo da cultivar e tipo de solo considerados. As áreas com maior disponibilidade hídrica no estado são as regiões do Planalto, Serra do Nordeste e Alto e Médio Vales do Rio Uruguai, o que coincide com o Zoneamento Agroclimático de feijão (MOTA *et al.*, 1974). Os resultados indicaram ainda que, devido aos riscos por deficiência hídrica, existe variação na abrangência das áreas recomendadas para semeadura nos períodos considerados e que esta variação depende tanto do ciclo das variedades quanto do tipo de solo local (CAD).

Na Tabela 1 são apresentados períodos de semeadura, subdivididos de dez em dez dias, obtidos do período total possível de semeadura para feijão safra e safrinha no estado (11 de agosto a 10 de novembro para feijão safra e 11 de janeiro a 28 de fevereiro para feijão safrinha), de acordo com o zoneamento agroclimático de feijão de 1999 (MALUF & CAIAFFO, 1999). A indicação dos períodos favoráveis de semeadura, nesse trabalho, obedece critérios para indicações sob o ponto de vista hídrico, exclusivamente. Destaca-se que a indicação de períodos refere-se às datas de semeadura em que é menor a chance de prejuízos causados por deficiência hídrica, durante a fase de desenvolvimento dessa cultura considerada mais

crítica (floração-enchimento de grãos). A interação entre períodos de semeadura x ciclo das cultivares x CAD, originou 126 mapas com indicação de áreas com minimização de riscos por deficiência hídrica no estado. Cada mapa indica, num período de dez dias, os municípios do estado onde os riscos por deficiência hídrica são menores, para cada cultivar e para cada tipo de solo. Nas Figuras 1 a 3 são apresentados alguns exemplos desses mapas, com as respectivas indicações das classes de ISNA, para uma cultivar de ciclo de 100 dias, e para os três valores de CAD.

A Tabela 2 é exemplo da indicação de períodos favoráveis de semeadura por município, com minimização de riscos por deficiência hídrica, geradas a partir da análise de cada mapa, para 467 municípios do Rio Grande do Sul. Para o uso de forma adequada, cabe correta definição do ciclo da cultivar, em conformidade com a época de semeadura, e os tipos de solos aptos para semeadura em cada local. Caso exista mais de um período de semeadura, por exemplo, 1 a 3 + 10 a 14, significa que nos períodos intermediários ausentes da indicação (quatro a nove, no exemplo), a semeadura não é recomendada por elevado risco de deficiência hídrica. A relação completa de municípios, com indicação de períodos favoráveis de semeadura para feijão no Rio Grande do Sul, safra 2001/2002, pode ser encontrada em MALUF *et al.* (2001).

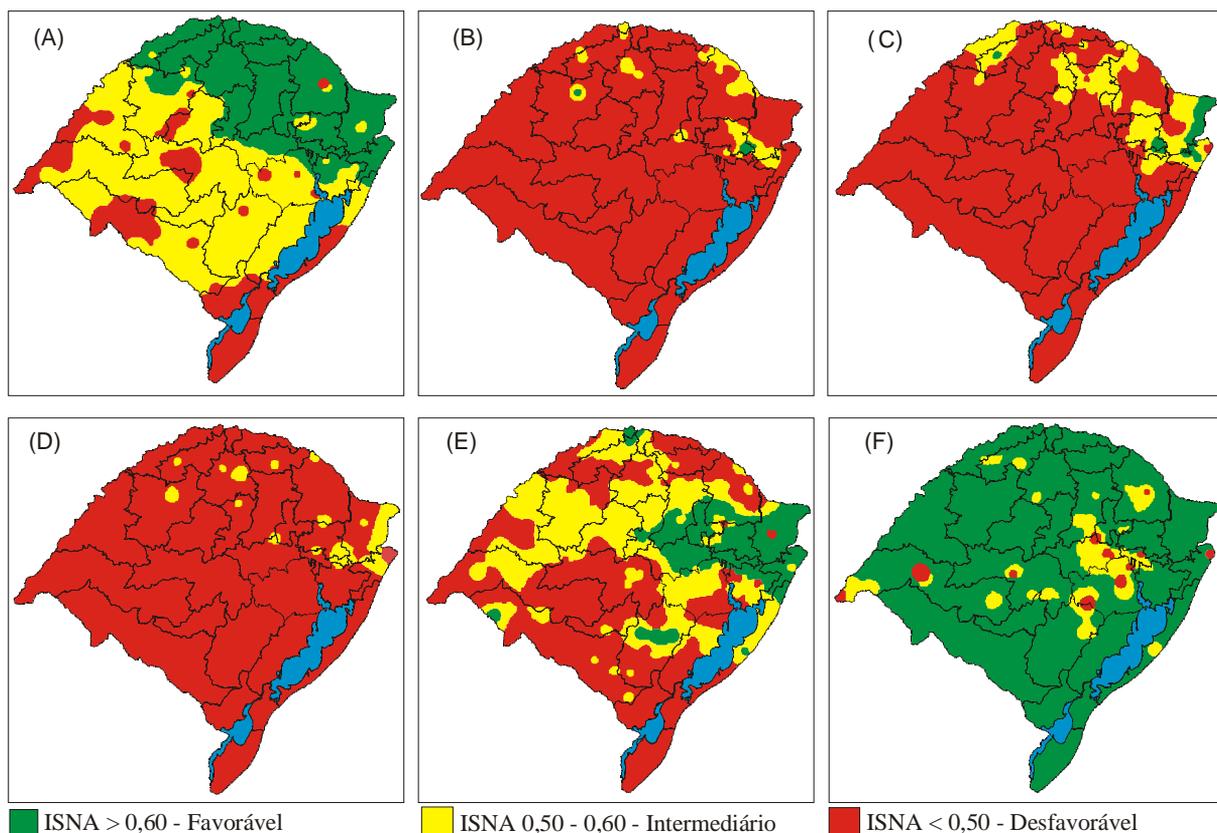
## Conclusões

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

- o Rio Grande do Sul apresenta áreas com menores riscos climáticos para semeadura da cultura de feijão, e que essas áreas são variáveis, tanto para feijão dito safra, quanto para feijão safrinha;
- a abrangência das áreas no estado, com menor risco climático para a cultura de feijão safra e safrinha, varia de acordo com o ciclo da cultivar, com o tipo de solo e com a época de semeadura;

**Tabela 1.** Períodos favoráveis de semeadura para a cultura de feijão safra e safrinha, no estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Período														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Agosto		Setembro			Outubro			Novembro		Janeiro		Fevereiro		
Data	11	21	01	11	21	01	11	21	01	11	21	01	11	21	
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31	10	20	28	



**Figura 1.** Caracterização de riscos climáticos por deficiência hídrica (ISNA – Índice de Satisfação das Necessidades de Água) para uma cultivar de feijão com ciclo de 100 dias no estado do Rio Grande do Sul, considerando a capacidade de água disponível (CAD) no solo de 35 mm, nas épocas de semeadura de 15 de agosto (A), 15 de setembro (B), 15 de outubro (C), 5 de novembro (D), 15 de janeiro (E) e 15 de fevereiro (F).

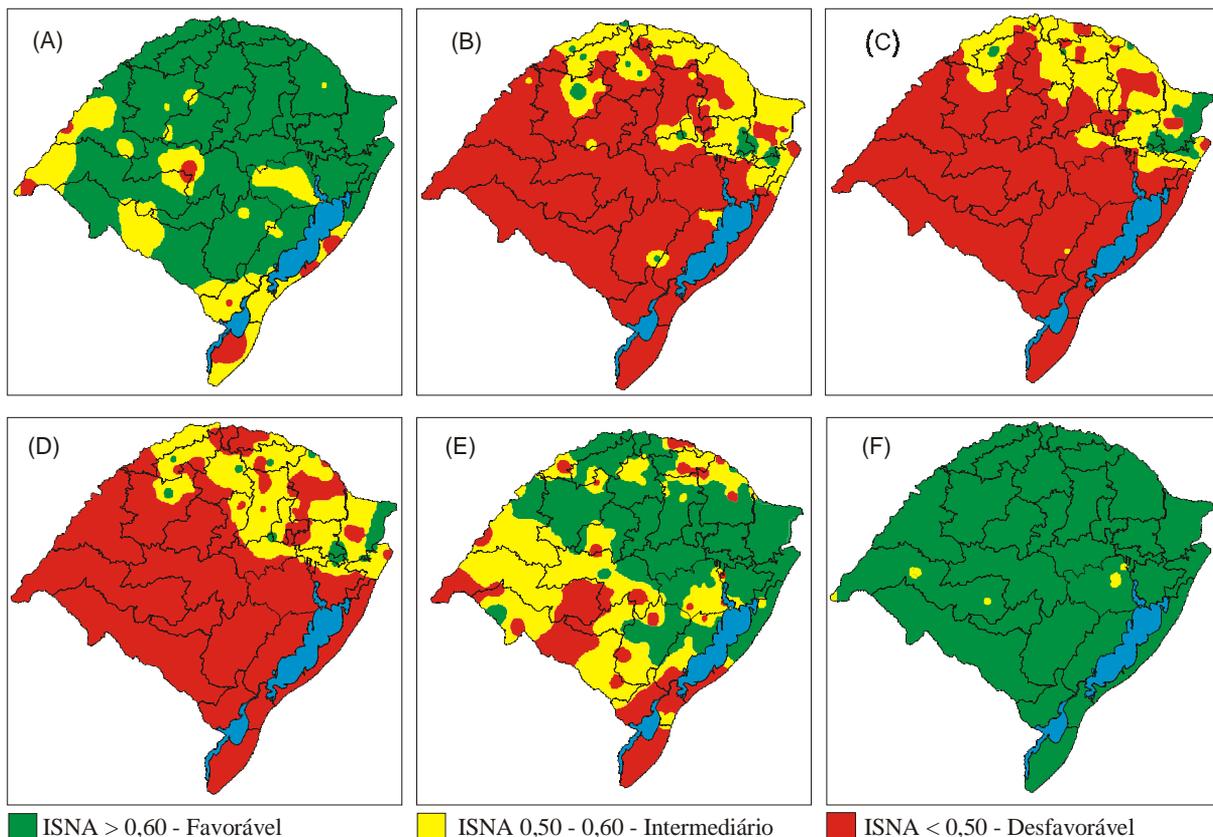
**Tabela 2.** Recomendação de períodos de semeadura para a cultura de feijão, ciclo 110 dias, por municípios do estado do Rio Grande do Sul, safra 2001/2002.

	Período de semeadura		
	Tipo de solo		
	1	2	3
Água Santa	6 a 8 + 10 a 14	6 a 14	6 a 14
Agudo	11 a 14	10 a 14	6 a 14
Ajuricaba	1 a 2 + 10 a 14	1 a 3 + 8 + 10 a 14	1 a 14
Alecrim	1 a 2 + 11 a 14	1 a 14	1 a 14
Alegrete	10 a 14	10 a 14	10 a 14
Alegria	1 a 2 + 4 + 11 a 14	1 a 7 + 10 a 14	1 a 14
Alpestre	1 a 3 + 10 a 14	1 a 14	1 a 14
Alto Alegre	10 + 11 a 12 a 14	5 a 6 + 10 a 14	3 a 14
Alto Feliz	5 + 9 a 14	3 a 14	3 a 14
Alvorada	2 + 10 a 14	2 a 3 + 10 a 14	2 a 14

- a subdivisão do período total de semeadura, para feijão safra (11 de agosto a 10 de novembro) e safrinha (11 de janeiro a 28 de fevereiro), em períodos de dez em dez dias, mostrou-se adequado nas determinações de probabilidades de

ocorrência de riscos climáticos e na indicação de áreas para semeadura;

- as regiões do Planalto, Alto e Médio Vales do Uruguai e Missões são regiões com maior disponibilidade de áreas com menor risco climático



**Figura 2.** Caracterização de riscos climáticos por deficiência hídrica (ISNA – Índice de Satisfação das Necessidades de Água) para uma cultivar de feijão com ciclo de 100 dias no estado do Rio Grande do Sul, considerando a capacidade de água disponível (CAD) no solo de 50 mm, nas épocas de semeadura de 15 de agosto (A), 15 de setembro (B), 15 de outubro (C), 5 de novembro (D), 15 de janeiro (E) e 15 de fevereiro (F).

para a cultura de feijão, nas diversas épocas de semeadura; e

- a elaboração de novo zoneamento de potencial agroclimático para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul, por épocas de semeadura, a exemplo do que existe para a cultura de milho, melhoraria a definição de risco climático por baixa temperatura, além de considerar as exigências bioclimáticas das novas cultivares disponíveis.

## Referências bibliográficas

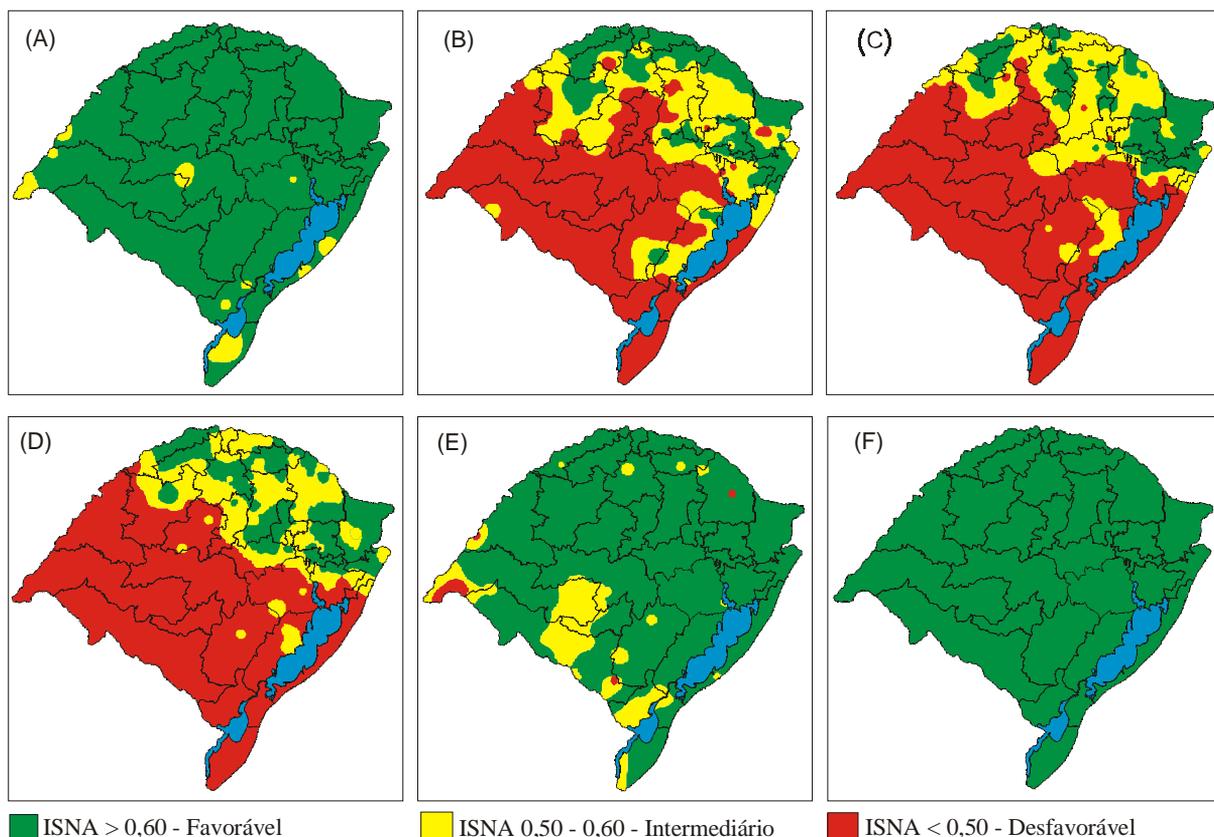
ANDREATTA, J.A., CUNHA, A.R., PEREIRA, M.A.R. et al. Monitoramento da irrigação e da aplicação de defensivos agrícolas em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. IAC-Carioca 80). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, 1991, Viçosa, MG. **Resumos...**, Viçosa: Sociedade Brasileira de

Agrometeorologia/Universidade Federal de Viçosa, 1991. p.268-270.

ÁVILA, A.M.H. **Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

BERGAMASCHI, H., VIEIRA, H.J., LIBARDI, P.L. et al. Deficiência hídrica em feijoeiro. III. Evapotranspiração máxima e relação com a evapotranspiração calculada pelo método de Penman e com a evaporação do tanque "Classe A". **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.24, n.4, p.387-392, 1989.

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: UFRGS, 1992. p.11-23.



**Figura 3.** Caracterização de riscos climáticos por deficiência hídrica (ISNA – Índice de Satisfação das Necessidades de Água) para uma cultivar de feijão com ciclo de 100 dias no estado do Rio Grande do Sul, considerando a capacidade de água disponível (CAD) no solo de 70 mm, nas épocas de semeadura de 15 de agosto (A), 15 de setembro (B), 15 de outubro (C), 5 de novembro (D), 15 de janeiro (E) e 15 de fevereiro (F).

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.

CALVACHE, M., REICHARDT, K., BACHI, O.O.S. Efeito de épocas de deficiência hídrica na evapotranspiração atual da cultura do feijão cv. Imbabello. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. p.668-670.

COMISSÃO estadual de pesquisa de feijão: recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 2000. 80p.

CULTURA do feijão. In: RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Coordenação e Planejamento. **Plano Integrado para o Desenvolvimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul**: adequação de uso do solo - zoneamento agroclimático. Porto Alegre, 1978. p.170-182.

CUNHA, G.R. da, HAAS, J.C., DALMAGO, G.A. et al.

Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.111-119, 1998.

FARIA, R.T. de, FOLEGATTI, M.V., OLIVEIRA, D. de Crescimento e desenvolvimento do feijoeiro sob diferentes regimes térmicos e hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. p.659-661.

GUIMARÃES, C.M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M.J., ROCHA, M., YAMADA, T. (Eds.) **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.157-174.

MALUF, J.R.T. Zoneamento agroclimático da cultura do feijão para o litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. In: RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Coordenação e Planejamento. **Plano Integrado para o Desenvol-**

**vimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul:** adequação de uso do solo - zoneamento agroclimático. Porto Alegre, 1978. (Atlas, mapa 8).

MALUF, J.R.T., CAIAFFO, M.R.R. Zoneamento agroclimático da cultura de feijão no Estado do Rio Grande do Sul: recomendação de períodos favoráveis de semeadura por região agroecológica. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos...**, Goiania: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 455-458.

MALUF, J.R.T., CUNHA, G.R. da, MATZENAUER, R. et al. **Zoneamento agroclimático e de riscos climáticos para a cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Rio Grande do Sul:** períodos favoráveis de semeadura por município, safra 2001/2002. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 15p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento On-line, 1). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bp01.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bp01.htm)>

MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. I – Determinação do período crítico à deficiência hídrica do solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.35-39, 1998a.

MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. II – Redução do rendimento pela ocorrência de altas temperaturas no florescimento. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.41-45, 1998b.

MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. IV – Rendimento de grãos sob diferentes épocas de semeadura no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.55-61, 1998c.

MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. VI – Zoneamento agroclimático para o estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.69-73, 1998d.

MATZENAUER, R., BARNI, N.A., MACHADO, F.A. et al. Análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura da soja na região do Planalto Médio do

Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.263-275. 1998a.

MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A. et al. Evapotranspiração da cultura do milho. I - Efeito de épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1, p.9-14, 1998b.

MOTA, F.S. da, AGENDES, M.O. de O., ALVES, E.G.P. et al. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.133-138, 1996.

MOTA, F.S. da, AGENDES, M.O. de O., SILVA, J.B. da. Risco de secas para a cultura da soja em diferentes regiões climáticas e tipos de solo do Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.44, n.394, p.11-30, 1991.

MOTA, F.S. da, AGENDES, M.O. de O., SIGNORINI, E. Informação agroclimatológica para planejamento da irrigação do feijoeiro no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.141-148, 1993.

MOTA, F.S. da, BEIRSDORF, M.I.C., ACOSTA, M.J.C. et al. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: IPEAS, 1974. v.2. 122p. (IPEAS. Circular, 50).

MOTA, F.S. da, ZAHLER, P.J.M. **Clima, agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Ed. Livr. Mundial, 1994. 166p.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. Viçosa: UFV, 1983. 146p.

VIEIRA, H.J., MASSIGNAM, A.M. Bioclimatologia da cultura do feijão. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **A cultura do feijão em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 285p.

WESTPHALEN, S.L., BERGAMASCHI, H. Recomendações de épocas de semeadura para a cultura do feijão no Rio Grande do Sul. **Trigo & Soja**, Porto Alegre, v.24, p.3-5, 1977.