

Boletim de Pesquisa

Número 1

ISSN 1516-3830

Dezembro, 1999



***Cartas de perda de
rendimento potencial em soja
no Rio Grande do Sul
por deficiência hídrica***

Embrapa

Trigo

Boletim de Pesquisa
Número 1

ISSN 1516-3830
Dezembro, 1999

***Cartas de Perda de Rendimento Potencial
em Soja no Rio Grande do Sul por
Deficiência Hídrica***

*Gilberto Rocca da Cunha
João Carlos Haas
Genei Antonio Dalmago
Aldemir Pasinato*

Embrapa

Trigo

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

*Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 174
Telefone: (54)311-3444
Fax: (54)311-3617
Caixa Postal 451
99001-970 Passo Fundo, RS
e-mail: biblio@cnpt.embrapa.br*

Tiragem: 1.000 exemplares

Comitê de Publicações

*Rainoldo Alberto Kochhann - Presidente
Amarilis Labes Barcellos
Dirceu Neri Gassen
Erivelton Scherer Roman
Geraldino Peruzzo
Irineu Lorini*

Tratamento Editorial: Fátima Maria De Marchi

Capa: Liciane Toazza Duda Bonatto

Referências Bibliográficas: Maria Regina Martins

Impressão: MaraGRAF

*CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; DALMAGO, G.A.;
PASINATO, A. **Cartas de perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999. 52p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa, 1).*

*Soja; Seca; Estiagem; Déficit hídrico; Rio Grande do Sul; Brasil; Disponibilidade hídrica; Balanço hídrico; Rendimento de grãos; **Glycine max** (L.) Merrill.*

CDD 633.346302516

© Embrapa Trigo - 1999

Apresentação

A frenética busca de informação é uma característica da sociedade moderna. A procura por conhecimentos tecnológicos, econômicos, políticos, ou mesmo somente conhecimento geral, é o que caracteriza uma sociedade desenvolvida.

Os técnicos e produtores devem ser constantemente informados sobre os fatores associados ao processo produtivo em que estão envolvidos. A informação relativa a riscos climáticos, que afetam de modo expressivo a cultura de soja no Rio Grande do Sul, torna-se extremamente valiosa.

A Embrapa Trigo tem o prazer de disponibilizar esta publicação que contém as cartas de perdas de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. Esta publicação permitirá a técnicos e produtores planejar suas lavouras, visando à diminuição do risco inerente ao processo produtivo como um todo.

Esta é mais uma publicação da Embrapa Trigo, no ano em que a instituição está completando 25 anos de atividades de pesquisa.

Benami Bacaltchuk
Chefe-geral da Embrapa Trigo

Sumário

<i>Cartas de perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica</i>	7
<i>Resumo</i>	7
<i>Abstract</i>	8
<i>Introdução</i>	9
<i>Material e Métodos</i>	9
<i>Resultados e Discussão</i>	11
<i>Conclusões</i>	15
<i>Referências Bibliográficas.....</i>	15
<i>Mapas</i>	25

Cartas de Perda de Rendimento Potencial em Soja no Rio Grande do Sul por Deficiência Hídrica

*Gilberto Rocca da Cunha*¹

*João Carlos Haas*¹

*Genei Antonio Dalmago*²

*Aldemir Pasinato*³

Resumo

A variabilidade na distribuição de chuvas, durante o período de primavera-verão, é a principal limitação à expressão do potencial de rendimento da cultura de soja no sul do Brasil. Nesse contexto, o presente estudo apresenta uma série de mapas de perda de potencial de rendimento em soja, no Rio Grande do Sul, por deficiência hídrica, considerando as interações entre local x época de semeadura x ciclo de cultivares, ao nível de 80 % de probabilidade. Concluiu-se que a disponibilidade hídrica limita a expressão do potencial de rendimento de grãos na cultura de soja em escalas regionalmente diferenciadas e que há um gradiente de perda de potencial de rendimento por deficiência hídrica, com aumento de magnitu-

¹ *Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS.*

² *Bolsista de Aperfeiçoamento em Atividade de Pesquisa-CNPq.*

³ *Analista de Sistemas, Projeto Zoneamento Agrícola, UnB-FINATEC.*

de no sentido de nordeste para sudoeste. Também foi constatado que as maiores perdas ocorrem na metade sul e parte oeste, comparativamente à metade norte e à parte leste do estado.

Palavras-chave: *seca, estiagem, déficit hídrico, disponibilidade hídrica, balanço hídrico, rendimento de grãos, **Glycine max** (L.) Merrill, sul do Brasil.*

Abstract

Rain distribution variability during the spring-summer season is the main limitation to soybean yield in southern Brazil. This study, using a plant-weather model analysis, took into consideration the interactions among location x sowing date x cultivar cycle to estimate soybean yield losses due to water deficiency in the state of Rio Grande do Sul, in southern Brazil. The results taking into account 80 % of probability level are displayed on a series of maps. Water availability limits soybean yield differently in Rio Grande do Sul regions. The soybean yield loss due to water deficiency shows a gradient in Rio Grande do Sul increasing from northeast towards southwest. Also, larger losses occur in the southern half and west part of the state, when compared to the northern half and east part of the state.

Key words: *drought, water deficit, water availability, water balance, grain yield, **Glycine max** (L.) Merrill, southern Brazil.*

Introdução

A variabilidade na distribuição de chuvas, durante o período de primavera-verão, é a principal limitação à expressão do potencial de rendimento de grãos da cultura de soja no Rio Grande do Sul (Berlato, 1987; Mota et al., 1991; 1996). Frustrações de safras, devido à deficiência hídrica, foram registradas nas safras de 1977/78, 1978/79, 1981/82, 1985/86, 1987/88, 1990/91, 1995/96 e 1996/97 (Berlato, 1992; Berlato & Fontana, 1997).

Nesse contexto, o presente estudo apresenta uma série de cartas de perda de rendimento potencial em soja, no Rio Grande do Sul, por deficiência hídrica, considerando as interações entre local x época de semeadura x ciclo de culturas.

Material e Métodos

Para a realização deste trabalho, foi usado um modelo de previsão de rendimento relativo de soja (Y/Y_m), onde Y é o rendimento obtido nas condições reais de disponibilidade hídrica e Y_m constitui o rendimento máximo possível na ausência de déficit hídrico, calibrado e validado, para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, por Berlato (1987):

$$Y/Y_m = \prod_{i=1}^n (ET_r/ET_m)^{l_i},$$

onde ET_r é a evapotranspiração real calculada, ET_m é a evapotranspiração máxima calculada e l_i é o fator de sensibilidade da cultura ao déficit hídrico em um dado subperíodo de

desenvolvimento.

Foram considerados dois subperíodos críticos da cultura de soja à falta de água:

- Subperíodo 1: 10 dias após a emergência até o início do florescimento; e*
- Subperíodo 2: do início do florescimento até 50 dias após.*

Os valores de l_i , para os citados subperíodos, calibrados por Berlato (1987), encontram-se na Tabela 1.

Os valores de evapotranspiração relativa (ET_r/ET_m) foram obtidos pela realização de cálculos de balanço hídrico diário, conforme modelo de Thornthwaite & Mather, usando-se o software BHIDRICO v.3.2, desenvolvido por Lier & Dourado Neto (1993), considerando os ciclos característicos das cultivares de soja indicadas para o Rio Grande do Sul, quando semeadas entre outubro e dezembro (Tabela 2). Para o cálculo da ET_m , foram usados os seguintes valores de K_c ($K_c = ET_m/ET_o$): $K_{c1} = 0,56$, $K_{c3} = 1,50$ e $K_{c5} = 0,90$.

Os cálculos de balanço hídrico para cultivares de soja (ciclos precoce, médio e semitardio/tardio), considerando semeaduras nos dias 5, 15 e 25 de cada mês, no período de outubro a dezembro, foram realizados para 40 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, contendo, em sua maioria, entre 20 e 30 anos de observações diárias ininterruptas, no período 1945-1990: Alegrete, Bagé, Bento Gonçalves, Bom Jesus, Cachoeira do Sul, Cruz Alta, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Erechim, Eldorado do Sul, Farroupilha, Ijuí, Iraí, Jaguarão, Júlio de Castilhos, Lagoa Vermelha, Marcelino Ramos, Palmeira das Missões, Passo Fundo, Pelotas, Piratini, Porto Alegre, Quaraí, Rio Grande, Santo Ângelo, Santana do Livramento, São Borja, São Gabriel, São Luiz Gonzaga, Santa Cruz do Sul,

Santa Maria, Santa Rosa, Santa Vitória do Palmar, Santo Augusto, São Valentim, Taquari, Torres, Uruguaiana, Vacaria e Veranópolis. A distribuição das estações no estado pode ser vista na Figura 1.

A capacidade de armazenamento de água no solo foi determinada com base em informações de curvas características de retenção de água no solo (capacidade de campo e ponto de murcha permanente), considerando-se as unidades de mapeamento de solo representativas das regiões das estações meteorológicas (Brasil, 1973), compiladas de trabalhos constantes na Tabela 3. A profundidade inicial do sistema radicular foi fixada em 10 cm, e a final, em 80 cm.

A partir dos valores de Y/Y_m , foram calculados os índices de perda de rendimento potencial ($1-Y/Y_m$) por ciclo das cultivares e por época de semeadura, considerando os níveis de probabilidade de ocorrência de 20 %, 40 %, 60 % e 80 %, sendo, para este último nível, traçadas as cartas de perda de rendimento potencial em soja por deficiência hídrica.

As cartas foram traçadas com o programa SURFER for Windows, versão 6 (Keckler, 1997), usando o método Kriging para a interpolação das linhas.

Resultados e Discussão

A análise dos resultados demonstrou que a disponibilidade hídrica é uma variável que limita a expressão do rendimento potencial da cultura de soja no Rio Grande do Sul, independentemente do ciclo da cultivar, da época de semeadura e do local. Todavia, há variabilidade entre as regiões, existindo

aquelas onde a magnitude da perda de rendimento potencial, por falta de água à cultura, é maior.

Nas Tabelas 4, 5 e 6, estão apresentadas as perdas de rendimento potencial em soja, para algumas localidades, considerando cultivares representativas dos ciclos precoce, médio e semitardio/tardio, respectivamente, quando semeadas entre outubro e dezembro, em valores relativos de perda (0 a 1) nos níveis de probabilidade de 20 % (2 anos em 10), 40 % (4 anos em 10), 60 % (6 anos em 10) e 80 % (8 anos em 10). Os valores correspondem às freqüências relativas acumuladas e indicam, para cada nível de probabilidade, a magnitude máxima de perda; isto é, as perdas são menores do que os valores constantes nas tabelas ou igualam-se a eles. Por exemplo, na Tabela 4, em Passo Fundo, considerando-se semeaduras de meados de novembro (dia 15), o valor de perda é 0,30, com 80 % de probabilidade. Assim, nesse local, as perdas de rendimento potencial em soja, por deficiência hídrica, em 80 % dos anos, alcançaram até 30 %.

Nas Tabelas 4, 5 e 6, é evidenciada a diferença regional existente no estado, em termos de impactos negativos do regime de chuvas do período de primavera-verão sobre o rendimento da cultura de soja. Para um mesmo nível de probabilidade, o comportamento é similar, independentemente do ciclo das cultivares. Há um gradiente, indicando um aumento na magnitude das perdas, no sentido de nordeste para sudoeste no estado, além de, na metade sul do estado, essas perdas serem sempre maiores. Observa-se isso confrontando-se Vacaria e São Borja, no primeiro caso, e Passo Fundo e Bagé, no segundo, por exemplo.

Um indicativo de que os problemas de deficiência hídrica

em soja são maiores e mais freqüentes nas regiões central, sul e oeste do Rio Grande do Sul (mais precisamente nas regiões climáticas Campanha, Litoral Sul, Baixo Vale do Uruguai, Depressão Central e Serra do Sudeste), foi apresentado por Bergamaschi (1986). Por sua vez, Mota et al. (1996) concluíram que em todas as regiões do RS há, climaticamente, necessidade de irrigação em soja, considerando o período de semeadura recomendado (outubro a dezembro) e as cultivares de todos os ciclos. Além disso, as necessidades de irrigação no sul do estado são maiores que as verificadas na região norte.

Nas Figuras 2 a 10 (semeaduras de outubro a dezembro, cultivares de ciclo precoce), 11 a 19 (semeaduras de outubro a dezembro, cultivares de ciclo médio) e 20 a 28 (semeaduras de outubro a dezembro, cultivares de ciclo semitardio/tardio), ficam evidentes as diferenças regionais dos impactos das deficiências hídricas na perda de rendimento potencial em soja, com 80 % de probabilidade. As menores perdas concentram-se na parte nordeste do estado. Verifica-se também que a magnitude das perdas aumenta no sentido do sudoeste. De modo geral, as perdas são maiores na metade sul do estado.

Comparando as Figuras 2 a 10 com as Figuras 11 a 19 e com as Figuras 20 a 28, isto é, cultivares de ciclo precoce x cultivares de ciclo médio x cultivares de ciclo semitardio/tardio, nota-se que há grande similaridade nas cartas de perda de rendimento potencial entre as cultivares de ciclo precoce e as de ciclo médio (Figuras 2 a 10 x Figuras 11 a 19), independentemente da época de semeadura considerada. Todavia, comparativamente às de ciclo semitardio/tardio (Figuras 20 a 28), observa-se que há diferença, particularmente na metade sul

do estado, apresentando estas menores perdas de rendimento potencial, em relação às de ciclos precoce e médio. Isto é mais notório nas semeaduras do começo até meados de outubro e nas semeaduras a partir de meados de novembro. Na parte norte do estado, particularmente no nordeste, os resultados mostrados nas cartas são parecidos para os três ciclos de cultivares (precoce, médio e semitardio/tardio)

A principal zona de produção de soja no Rio Grande do Sul concentra-se nas regiões Planalto Médio e Missões, isto é, na metade norte do estado. Todavia, nessa área, as perdas aumentam de leste para oeste, ou seja, dos Campos de Cima da Serra, passando pelo Planalto Médio, até as Missões. Comparativamente com o Planalto Médio, há maiores perdas de rendimento potencial nas Missões, sendo esta também uma importante região produtora de soja no estado.

Clima e solo são as variáveis que explicam as diferenças regionais dos impactos de deficiência hídrica na cultura de soja no Rio Grande do Sul. Particularmente, em função da capacidade de armazenamento de água disponível no solo e de regime pluvial. Em trabalho de análise sobre a probabilidade de a precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial, para culturas de primavera-verão no RS, Avila et al. (1996) traçaram uma série de cartas que demonstram um comportamento regional que explica os resultados obtidos no tocante à perda de rendimento potencial em soja, pela falta de água. Ou seja, nas regiões onde a magnitude de perda de rendimento potencial foi maior, a probabilidade obtida por Avila et al. (1996) de a precipitação pluvial se equivaler à evapotranspiração potencial ou de superá-la é menor.

Conclusões

Considerando-se o regime de chuvas, a capacidade de armazenamento de água no solo e a necessidade hídrica da cultura de soja, concluiu-se que, na maioria dos anos, no Rio Grande do Sul:

- 1. A disponibilidade hídrica limita a expressão do rendimento potencial na cultura de soja;*
- 2. Há diferenças regionais na magnitude de perda de rendimento potencial na cultura de soja por deficiência hídrica;*
- 3. Há um gradiente de perda de rendimento potencial em soja, por deficiência hídrica, com aumento de magnitude no sentido de nordeste para sudoeste. As maiores perdas ocorrem na metade sul e na parte oeste, comparativamente às da metade norte e às da parte leste do estado;*
- 4. Na parte sul do estado, para as semeaduras de começo e meados de outubro e a partir de meados de novembro, as perdas de rendimento potencial são menores para as cultivares de ciclo semitardio/tardio, comparativamente às das de ciclo precoce e às das de ciclo médio.*

Referências Bibliográficas

*AVILA, A.M.H.; BERLATO, M.; SILVA, J.B. da; FONTANA, D.C. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.149-154, 1996.*

- BELTRAME, L.F.S.; LOUZADA, J.A.S. Caracterização físico-hídrica dos solos formadores da várzea arroeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1996. 31p.**
- BELTRAME, L.F.S.; TAYLOR, J.C.; CAUDURO, F.A. Probabilidade de ocorrência de déficits e excessos hídricos em solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1979. 79p.**
- BERGAMASCHI, H. Irrigação em soja: um tema que merece atenção. Trigo e Soja, Porto Alegre, n.88, p.4-10, 1986.**
- 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.; BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; FONTANA, D.C.; CUNHA, G.R.; SANTOS, M.L.V.; FARIAS, J.R.B.; BARNI, N.A. Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.1, p.11-24.**
- BERLATO, M.A. Modelo de relação entre o rendimento de grãos da soja e o déficit hídrico para o estado do Rio Grande do Sul. São José dos Campos: INPE, 1987. 93p. Tese Doutorado.**
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. El Niño oscilação sul e a agricultura da região sul do Brasil. In: BERRI, G.J. Efectos de El Niño sobre la variabilidad climática, agricultura y recursos hídricos en el Sudeste de Sudamérica. Buenos Aires: Ministerio de Cultura y Educación - Secretaría de Ciencia y Tecnología, 1997. p.27-30.**

- BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; IGNACZAK, J.C. **Análise conjunta dos ensaios de cultivares de soja recomendadas para o Rio Grande do Sul. II. Ensaios realizados em três épocas de semeadura, em 1992/93.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 23p.
- BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; IGNACZAK, J.C. **Análise conjunta dos ensaios de cultivares recomendadas para o Rio Grande do Sul. II. Ensaios realizados em três épocas de semeadura, em 1993/94.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 24p.
- BONATO, E.R.; IGNACZAK, J.C. **Análise conjunta dos ensaios de cultivares recomendadas para o Rio Grande do Sul, realizados em 1991/92.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1992. 24p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul.** Recife, 1973. 431p.
- DEDECECK, R. **Características físicas e fator de erodibilidade em oxissolos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 1974. 132p. Tese Mestrado.
- GOMES, A. da S.; CABEDA, M.S.V. **Sistema solo-água-ar em solos argilosos-escuros da campanha-sudoeste do Rio Grande do Sul.** *Agros, Pelotas*, v.12, n.1, p.7-24, 1977.
- KECKLER, D. **Surfer for windows, version 6: user's guide.** Golden: Golden Software, 1997. 1v., paginação por capítulos.

LIER, Q. de J. van; DOURADO NETO, D. **BHIDRICO**,
versão 3.20: balanço hídrico para culturas anuais e
perenes. Piracicaba: USP-ESALQ, 1993. Software.

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

MOTA, F.S.; AGENDES, M.O.O.; SILVA, J.B.; ROSSKOFF,
J.L.C.; SIGNORINI, E.; ALVES, E.G.P.; ARAÚJO, S.M.B.
Risco de secas para a cultura da soja em diferentes regi-
ões climáticas e unidades de solo do Estado do Rio Gran-
de do Sul. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v.44, n.394,
p.11-14, 27-30, 1991.

MUNDSTOCK, C.M. **Influência de quatro épocas de se-**
meadura em seis cultivares de milho (Zea mays L.).
Porto Alegre: UFRGS, 1970. 69p. Tese Mestrado.

Tabela 1. Fator de sensibilidade da cultura de soja ao déficit hídrico (λ) em função do subperíodo de desenvolvimento

<i>Ciclo</i>	λ_1	λ_2
<i>Precoce e médio</i>	0,0561	0,8920
<i>Tardio</i>	0,1288	0,7790

λ_1 = 10 dias após a emergência até o início do florescimento.

λ_2 = do início do florescimento até 50 dias após.

Tabela 2. Ciclos característicos das cultivares de soja indicadas para o Rio Grande do Sul, estimados com base nos trabalhos realizados por Bonato & Ignaczak (1992); Bonato et al. (1993); (1994)

Semeadura	Ciclo					
	Precoce		Médio		Tardio	
	EME-FLO	EME-MAT	EME-FLO	EME-MAT	EME-FLO	EME-MAT
Outubro	64	156	63	162	72	170
Novembro	57	134	57	140	66	147
Dezembro	52	117	52	120	58	126

Obs.: EME = emergência; FLO = floração; e MAT = maturação.

A duração do subperíodo semeadura-emergência foi considerada fixa em 7 dias.

Tabela 3. Trabalhos dos quais foram compiladas as curvas características de retenção de água no solo, para o cálculo da capacidade de armazenamento de água utilizada no balanço hídrico, considerando-se as unidades de mapeamento de solo representativas das regiões das estações meteorológicas, Rio Grande do Sul (Brasil, 1973)

<i>Unidade de mapeamento</i>	<i>Fonte de consulta</i>
<i>Associação Caxias-Farroupilha-Carlos Barbosa (solo litólico - cambissolo húmico - laterítico bruno avermelhado)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Associação Ciriaco-Charrua (brunizen avermelhado - solo litólico)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Bagé (planossolo)</i>	<i>Gomes & Cabeda (1977)</i>
<i>Erechim (latossolo roxo)</i>	<i>Dedecek (1974)</i>
<i>Osório (areia quartzosa)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Passo Fundo (latossolo vermelho escuro)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Pedregal (solo litólico)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Pelotas (planossolo)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Pinheiro Machado (solo litólico)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>Santo Ângelo (latossolo roxo)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>São Gabriel (planossolo)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
<i>São Jerônimo (laterítico bruno avermelhado)</i>	<i>Beltrame & Louzada (1996)</i>
<i>Vacacai (planossolo)</i>	<i>Mundstok (1970)</i>
<i>Vacaria (latossolo bruno)</i>	<i>Beltrame et al. (1979)</i>
	<i>Beltrame et al. (1979)</i>

Tabela 4. Perda de rendimento potencial em soja (escala relativa 0-1, valores iguais ou menores), ciclo precoce, no Rio Grande do Sul, por deficiência hídrica, em diferentes níveis de probabilidade (20 %, 40 %, 60 % e 80 %)

Local	Época de semeadura									
	05 out	15 out	25 out	05 nov	15 nov	25 nov	05 dez	15 dez	25 dez	
	(20 % - 2 anos em 10)									
Vacaria	0,04	0,08	0,06	0,05	0,05	0,11	0,07	0,02	0,01	
Passo Fundo	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08	0,09	0,10	0,05	0,01	
Santa Maria	0,10	0,12	0,11	0,12	0,13	0,11	0,08	0,08	0,10	
São Borja	0,11	0,15	0,17	0,15	0,16	0,20	0,19	0,12	0,03	
Encruzilhada do Sul	0,22	0,26	0,19	0,18	0,21	0,23	0,20	0,19	0,13	
Bagé	0,24	0,24	0,22	0,17	0,14	0,14	0,13	0,14	0,20	
	(40 % - 4 anos em 10)									
Vacaria	0,18	0,16	0,12	0,11	0,11	0,14	0,14	0,09	0,04	
Passo Fundo	0,14	0,11	0,11	0,09	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
Santa Maria	0,22	0,22	0,19	0,15	0,19	0,22	0,17	0,15	0,17	
São Borja	0,27	0,27	0,25	0,24	0,27	0,29	0,26	0,21	0,15	
Encruzilhada do Sul	0,34	0,34	0,38	0,35	0,30	0,31	0,28	0,26	0,25	
Bagé	0,35	0,37	0,32	0,29	0,28	0,26	0,28	0,24	0,29	
	(60 % - 6 anos em 10)									
Vacaria	0,24	0,25	0,25	0,21	0,21	0,18	0,19	0,18	0,21	
Passo Fundo	0,21	0,24	0,24	0,23	0,22	0,23	0,24	0,23	0,24	
Santa Maria	0,34	0,34	0,31	0,30	0,26	0,27	0,26	0,27	0,26	
São Borja	0,38	0,44	0,42	0,44	0,43	0,37	0,33	0,29	0,24	
Encruzilhada do Sul	0,47	0,42	0,42	0,42	0,43	0,38	0,34	0,36	0,33	
Bagé	0,45	0,43	0,45	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,33	
	(80 % - 8 anos em 10)									
Vacaria	0,33	0,27	0,28	0,26	0,30	0,33	0,31	0,34	0,37	
Passo Fundo	0,34	0,33	0,32	0,30	0,30	0,33	0,32	0,34	0,39	
Santa Maria	0,43	0,44	0,48	0,48	0,44	0,40	0,40	0,43	0,40	
São Borja	0,51	0,62	0,59	0,56	0,50	0,45	0,40	0,43	0,44	
Encruzilhada do Sul	0,52	0,51	0,48	0,48	0,54	0,51	0,46	0,45	0,46	
Bagé	0,59	0,63	0,62	0,59	0,55	0,45	0,45	0,44	0,44	

Tabela 5. Perda de rendimento potencial em soja (escala relativa 0-1, valores iguais ou menores), ciclo médio, no Rio Grande do Sul, por deficiência hídrica, em diferentes níveis de probabilidade (20 %, 40 %, 60 % e 80 %)

Local	Época de semeadura									
	05 out	15 out	25 out	05 nov	15 nov	25 nov	05 dez	15 dez	25 dez	
	(20 % - 2 anos em 10)									
Vacaria	0,04	0,08	0,07	0,05	0,06	0,11	0,07	0,02	0,01	
Passo Fundo	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08	0,09	0,10	0,05	0,01	
Santa Maria	0,12	0,13	0,11	0,13	0,14	0,12	0,09	0,09	0,10	
São Borja	0,11	0,15	0,17	0,16	0,17	0,21	0,19	0,12	0,03	
Encruzilhada do Sul	0,22	0,25	0,20	0,19	0,22	0,24	0,21	0,20	0,14	
Bagé	0,25	0,24	0,23	0,17	0,15	0,15	0,13	0,15	0,20	
	(40 % - 4 anos em 10)									
Vacaria	0,18	0,18	0,12	0,12	0,11	0,14	0,14	0,09	0,04	
Passo Fundo	0,15	0,11	0,11	0,09	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	
Santa Maria	0,23	0,22	0,20	0,16	0,20	0,22	0,18	0,15	0,17	
São Borja	0,28	0,28	0,24	0,25	0,27	0,30	0,26	0,21	0,15	
Encruzilhada do Sul	0,35	0,35	0,37	0,36	0,31	0,31	0,29	0,27	0,25	
Bagé	0,36	0,38	0,32	0,30	0,28	0,27	0,29	0,25	0,30	
	(60 % - 6 anos em 10)									
Vacaria	0,25	0,24	0,26	0,22	0,21	0,18	0,20	0,19	0,22	
Passo Fundo	0,21	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23	0,24	
Santa Maria	0,33	0,35	0,32	0,30	0,26	0,28	0,26	0,27	0,27	
São Borja	0,38	0,44	0,43	0,44	0,43	0,37	0,33	0,29	0,24	
Encruzilhada do Sul	0,48	0,44	0,42	0,43	0,43	0,38	0,34	0,36	0,34	
Bagé	0,46	0,45	0,45	0,37	0,43	0,38	0,35	0,32	0,34	
	(80 % - 8 anos em 10)									
Vacaria	0,38	0,39	0,36	0,40	0,37	0,33	0,29	0,33	0,32	
Passo Fundo	0,34	0,33	0,32	0,31	0,31	0,34	0,33	0,35	0,39	
Santa Maria	0,43	0,44	0,48	0,48	0,49	0,45	0,40	0,40	0,43	
São Borja	0,51	0,62	0,60	0,57	0,50	0,45	0,40	0,44	0,45	
Encruzilhada do Sul	0,53	0,52	0,48	0,49	0,54	0,51	0,46	0,45	0,47	
Bagé	0,59	0,63	0,62	0,59	0,56	0,46	0,45	0,44	0,44	

Tabela 6. Perda de rendimento potencial em soja (escala relativa 0-1, valores iguais ou menores), ciclo semitardio/tardio, no Rio Grande do Sul, por deficiência hídrica, em diferentes níveis de probabilidade (20 %, 40 %, 60 % e 80 %)

Local	Época de semeadura									
	05 out	15 out	25 out	05 nov	15 nov	25 nov	05 dez	15 dez	25 dez	
	(20 % - 2 anos em 10)									
Vacaria	0,06	0,07	0,05	0,06	0,10	0,07	0,06	0,02	0,03	
Passo Fundo	0,08	0,06	0,08	0,08	0,09	0,08	0,06	0,04	0,04	
Santa Maria	0,13	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,09	0,10	0,12	
São Borja	0,13	0,16	0,16	0,15	0,19	0,19	0,16	0,10	0,03	
Encruzilhada do Sul	0,24	0,21	0,20	0,19	0,22	0,21	0,19	0,15	0,15	
Bagé	0,24	0,23	0,23	0,16	0,15	0,15	0,12	0,20	0,13	
	(40 % - 4 anos em 10)									
Vacaria	0,18	0,12	0,12	0,11	0,14	0,13	0,11	0,03	0,07	
Passo Fundo	0,11	0,10	0,12	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,14	
Santa Maria	0,21	0,19	0,17	0,18	0,21	0,18	0,17	0,16	0,17	
São Borja	0,26	0,22	0,26	0,24	0,28	0,27	0,25	0,17	0,15	
Encruzilhada do Sul	0,31	0,34	0,36	0,31	0,32	0,29	0,27	0,28	0,22	
Bagé	0,33	0,33	0,30	0,26	0,26	0,26	0,24	0,25	0,27	
	(60 % - 6 anos em 10)									
Vacaria	0,22	0,23	0,22	0,22	0,18	0,21	0,20	0,19	0,18	
Passo Fundo	0,23	0,22	0,22	0,21	0,22	0,20	0,20	0,23	0,22	
Santa Maria	0,34	0,30	0,27	0,25	0,25	0,27	0,26	0,25	0,25	
São Borja	0,41	0,40	0,43	0,40	0,36	0,32	0,30	0,31	0,22	
Encruzilhada do Sul	0,41	0,41	0,42	0,41	0,37	0,37	0,36	0,33	0,32	
Bagé	0,43	0,42	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,31	0,30	
	(80 % - 8 anos em 10)									
Vacaria	0,36	0,34	0,39	0,36	0,31	0,27	0,26	0,30	0,30	
Passo Fundo	0,31	0,30	0,30	0,29	0,31	0,33	0,32	0,34	0,36	
Santa Maria	0,40	0,44	0,48	0,48	0,43	0,39	0,36	0,40	0,37	
São Borja	0,56	0,57	0,51	0,47	0,43	0,41	0,40	0,38	0,39	
Encruzilhada do Sul	0,48	0,45	0,49	0,50	0,49	0,43	0,42	0,44	0,41	
Bagé	0,59	0,58	0,55	0,53	0,45	0,41	0,43	0,44	0,44	

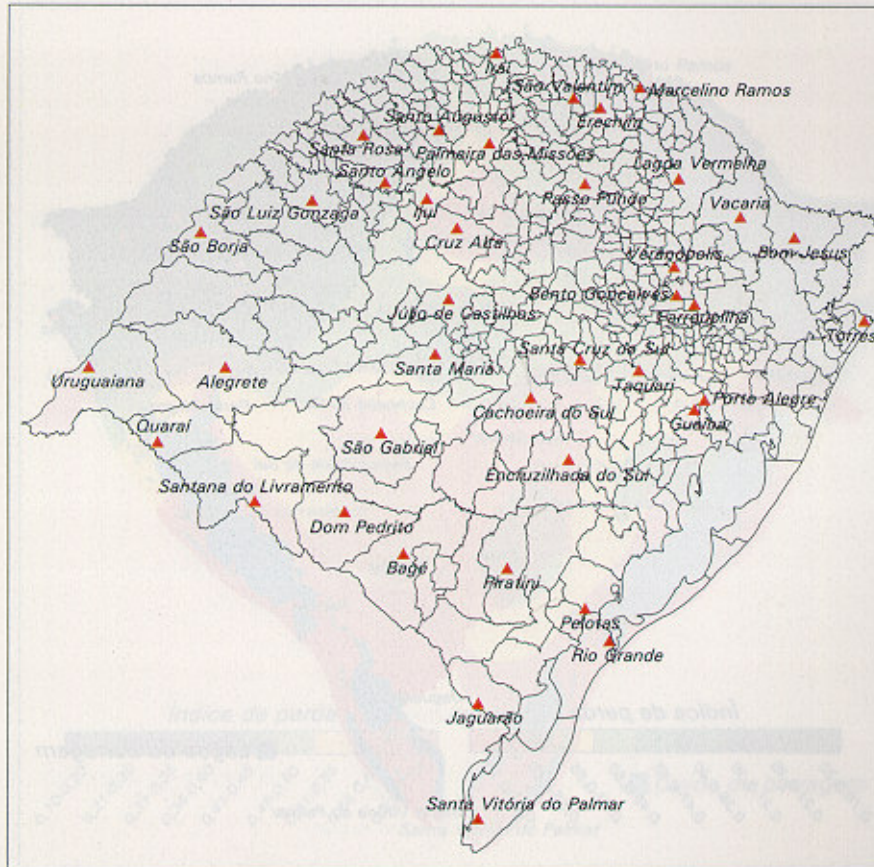


Figura 1. Localização das estações meteorológicas usadas no estudo, Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 05 de outubro

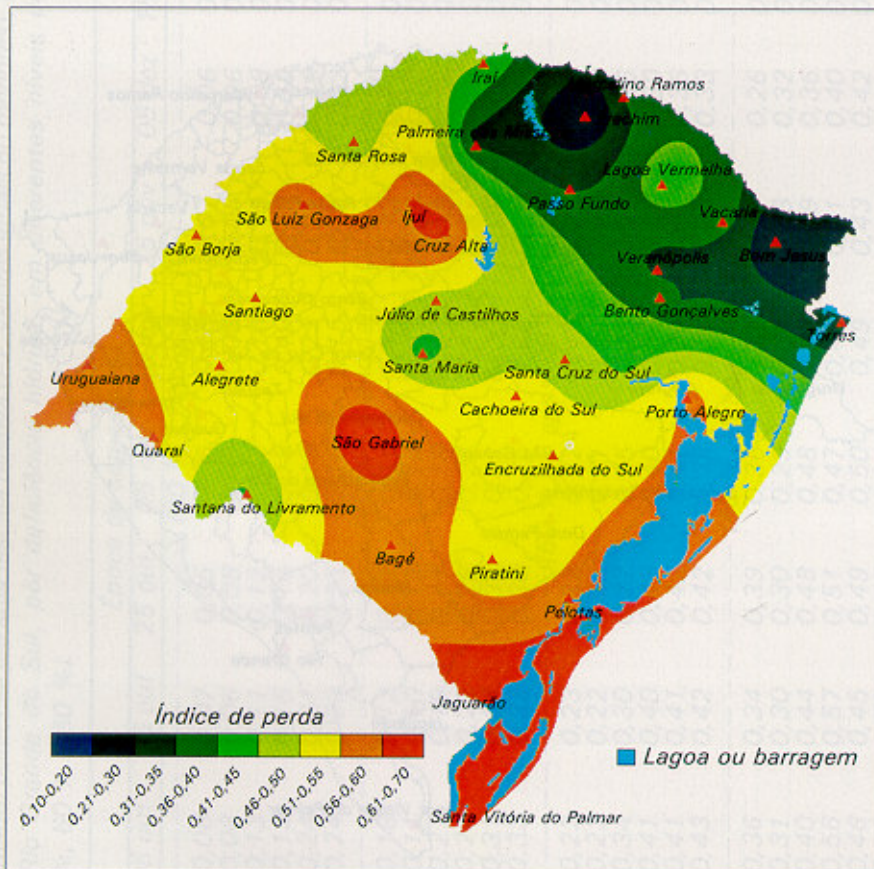


Figura 2. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 15 de outubro

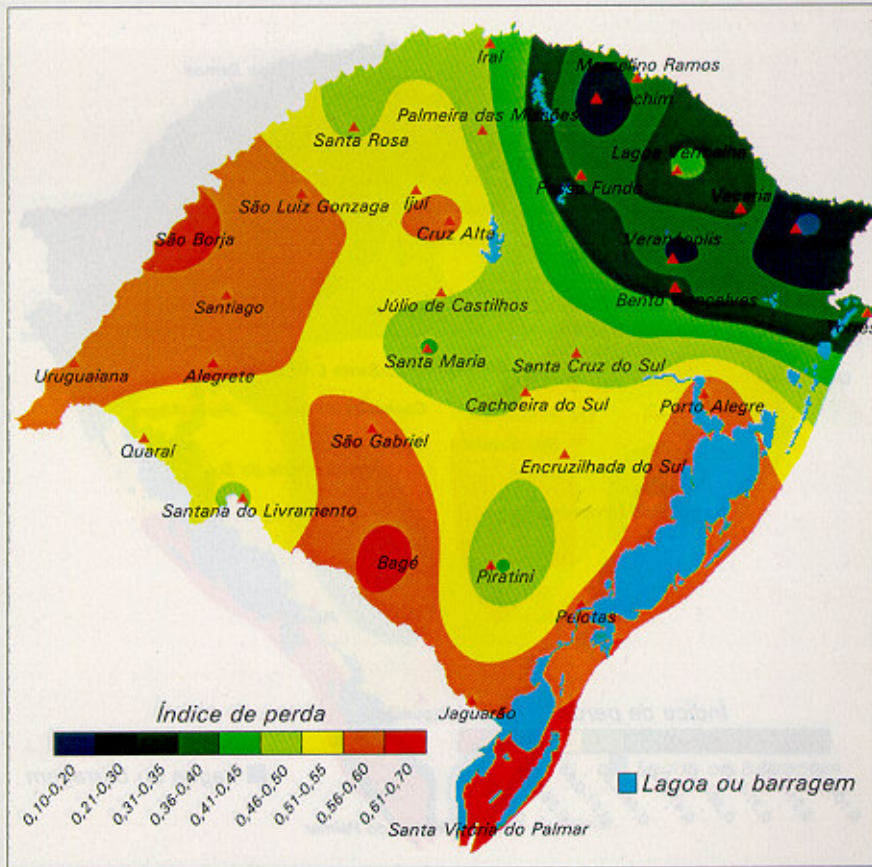


Figura 3. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 25 de outubro

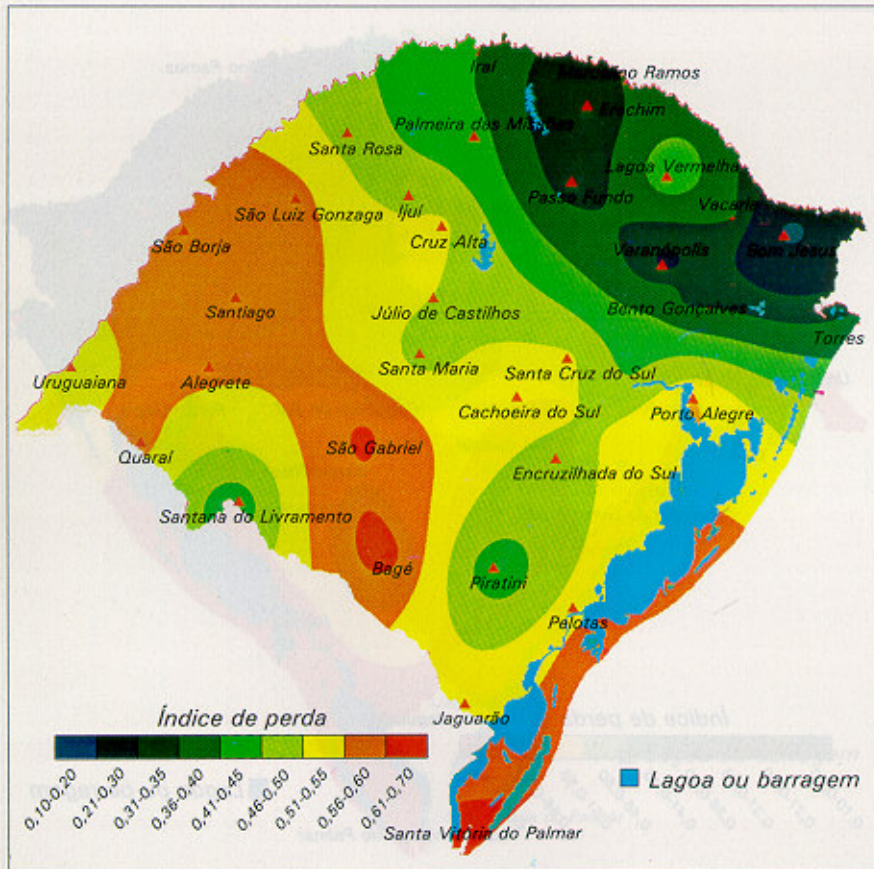


Figura 4. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 05 de novembro

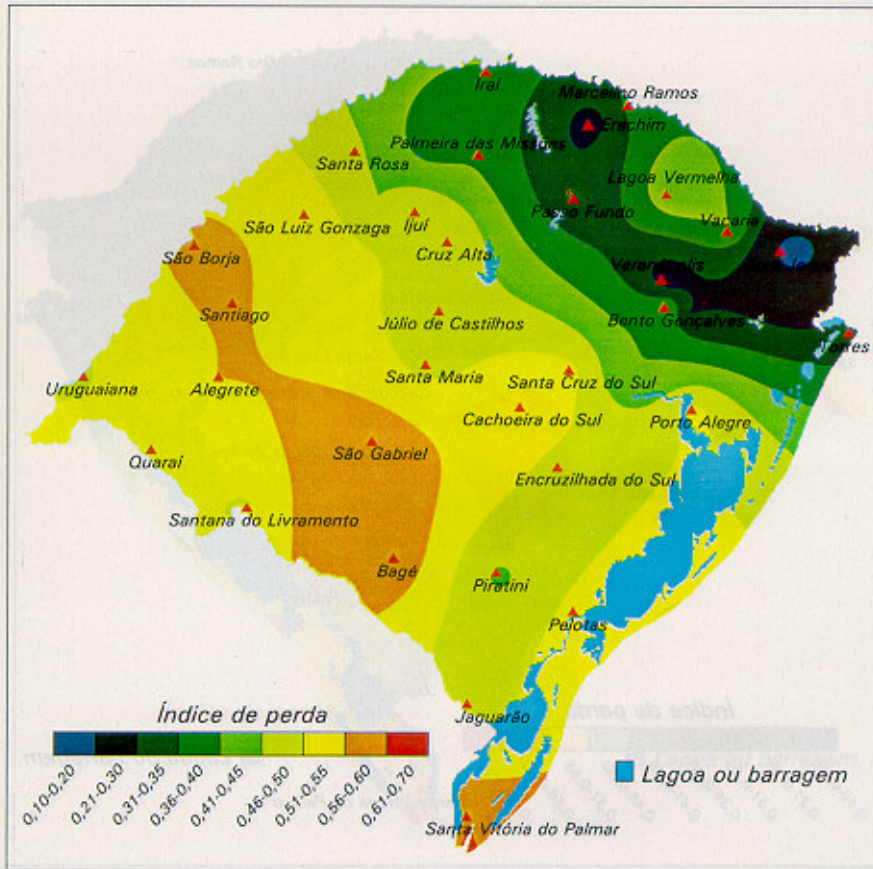


Figura 5. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 15 de novembro

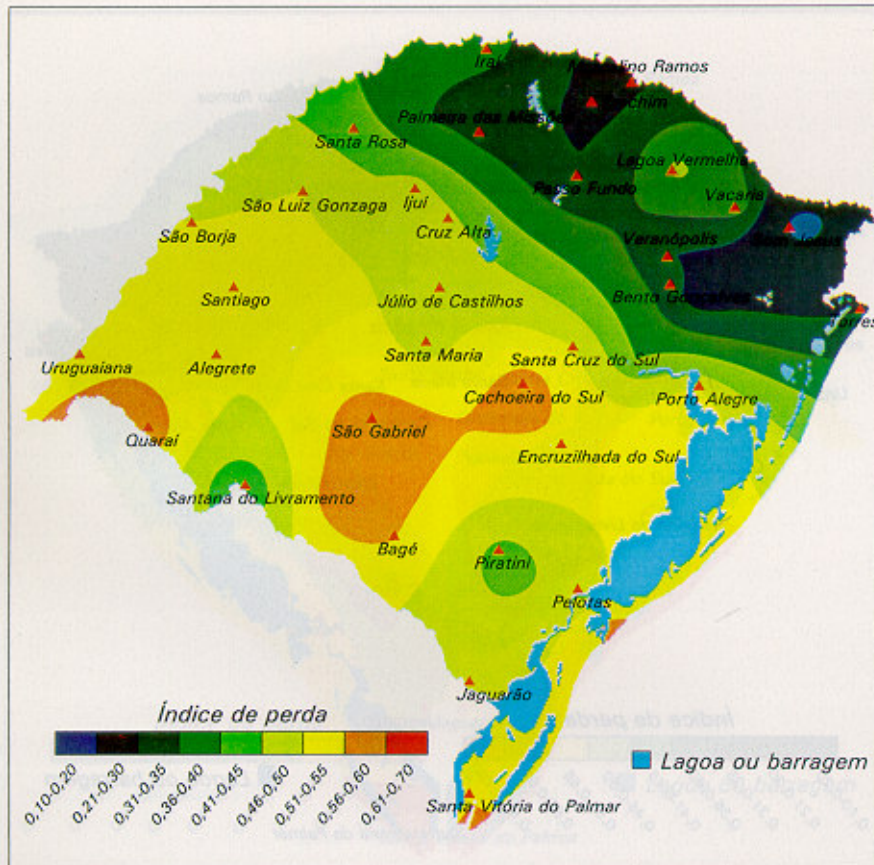


Figura 6. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 25 de novembro

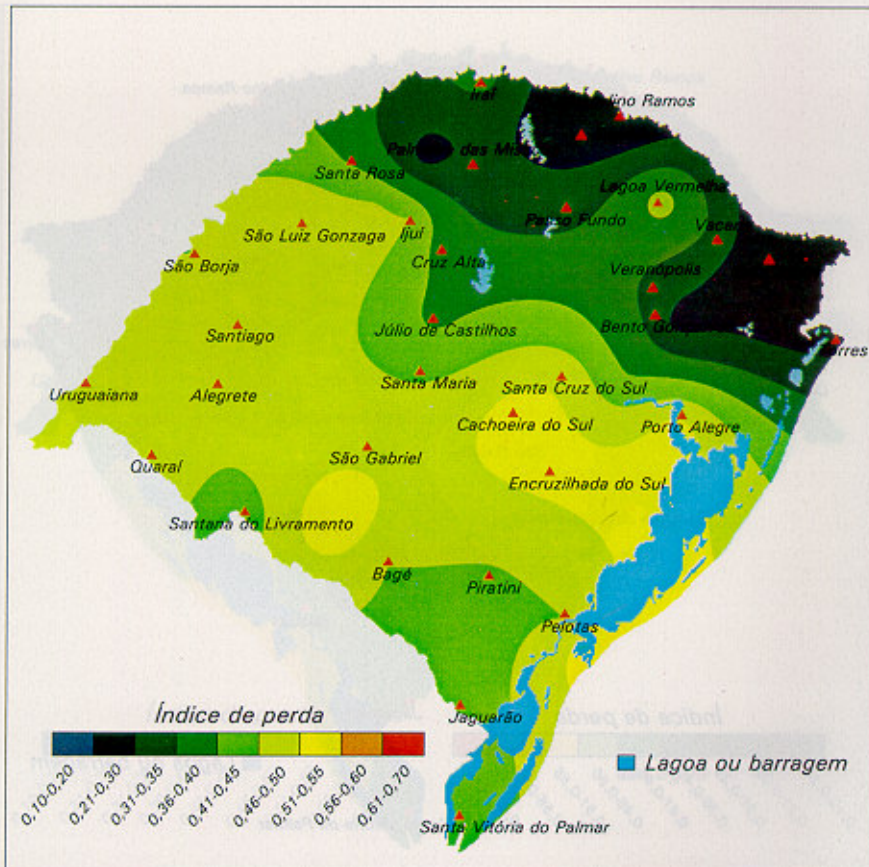


Figura 7. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Precoce
Semeadura em 05 de dezembro

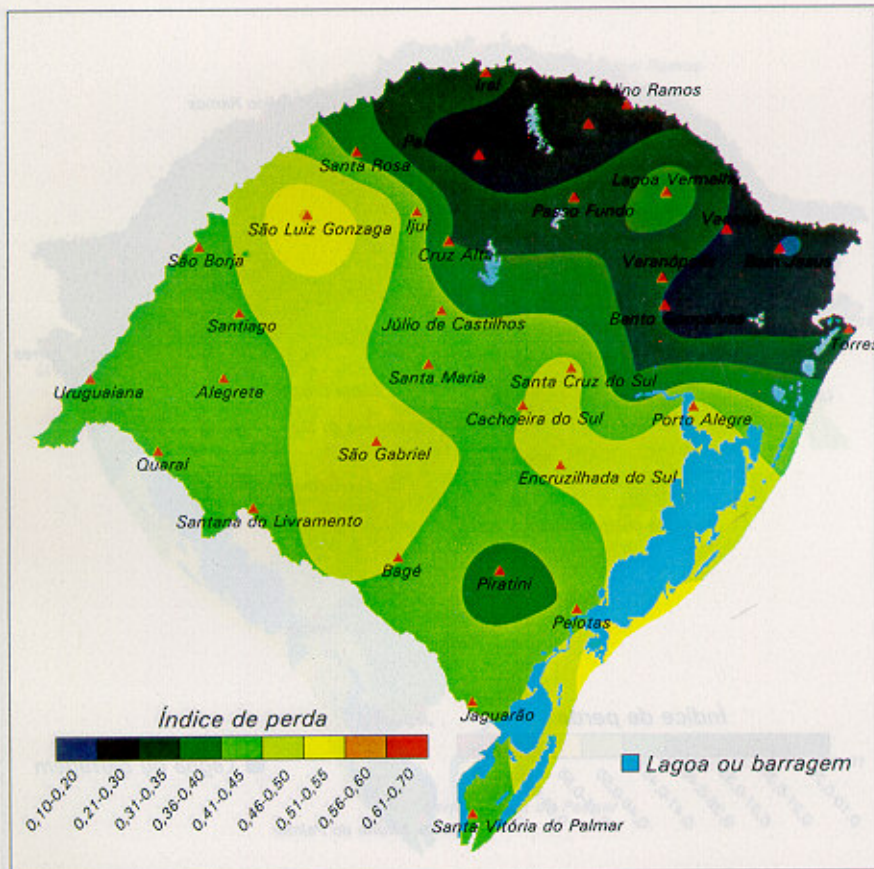


Figura 8. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Soja Precoce
Semeadura em 25 de dezembro

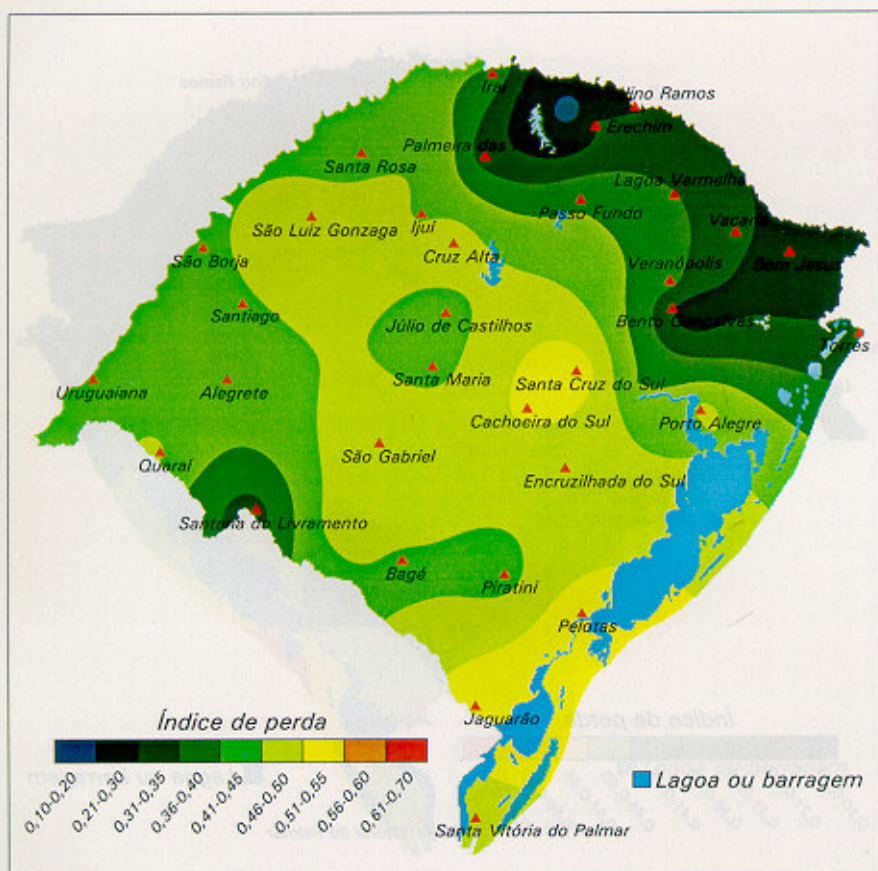


Figura 10. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 05 de outubro

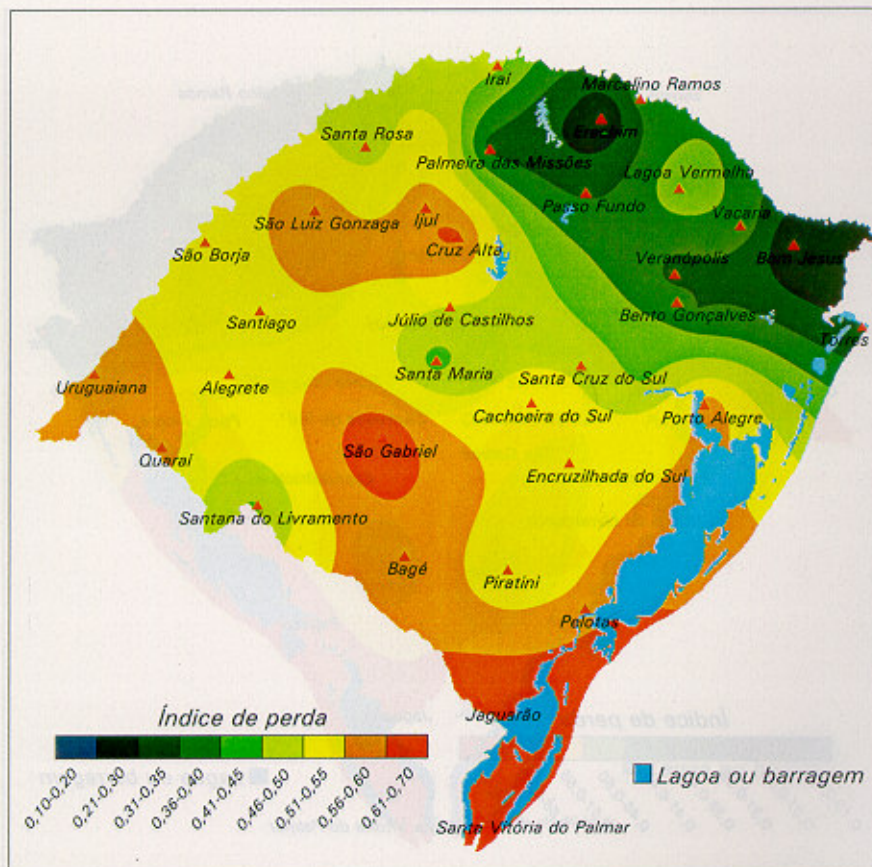


Figura 11. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 15 de outubro

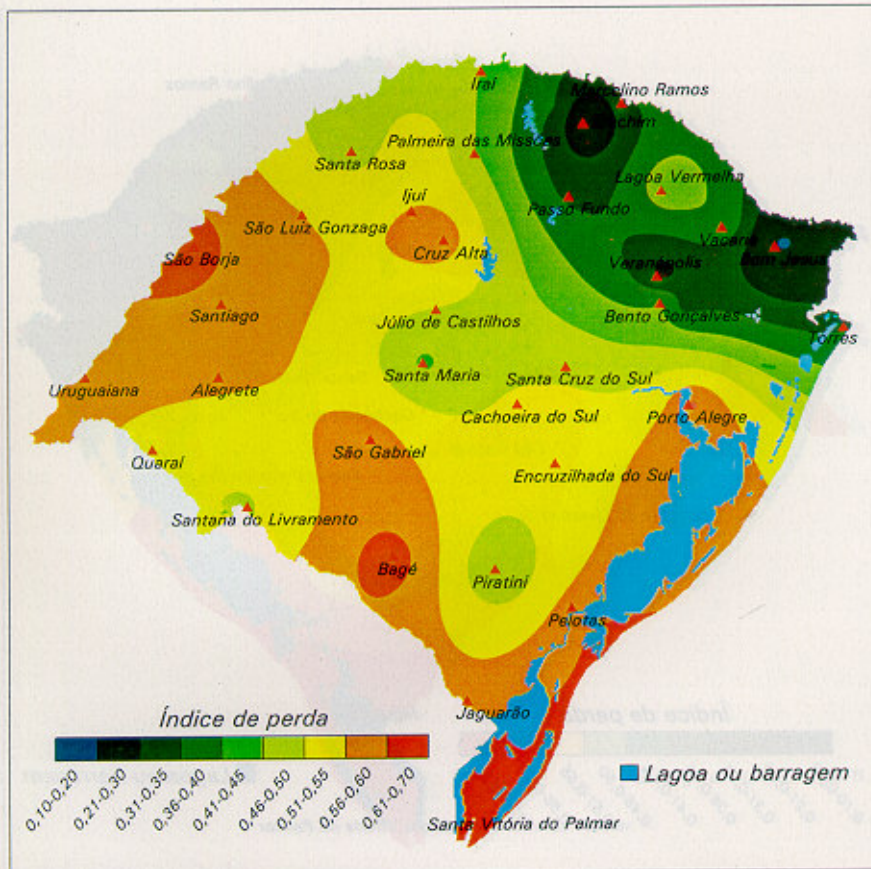


Figura 12. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 25 de outubro

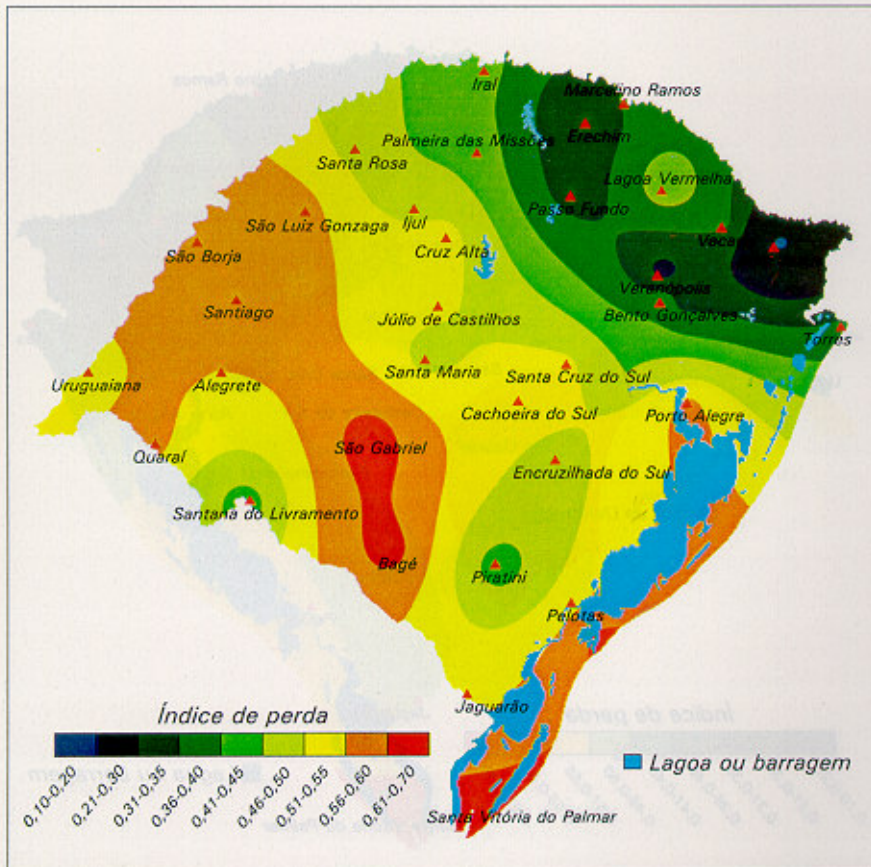


Figura 13. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 05 de novembro

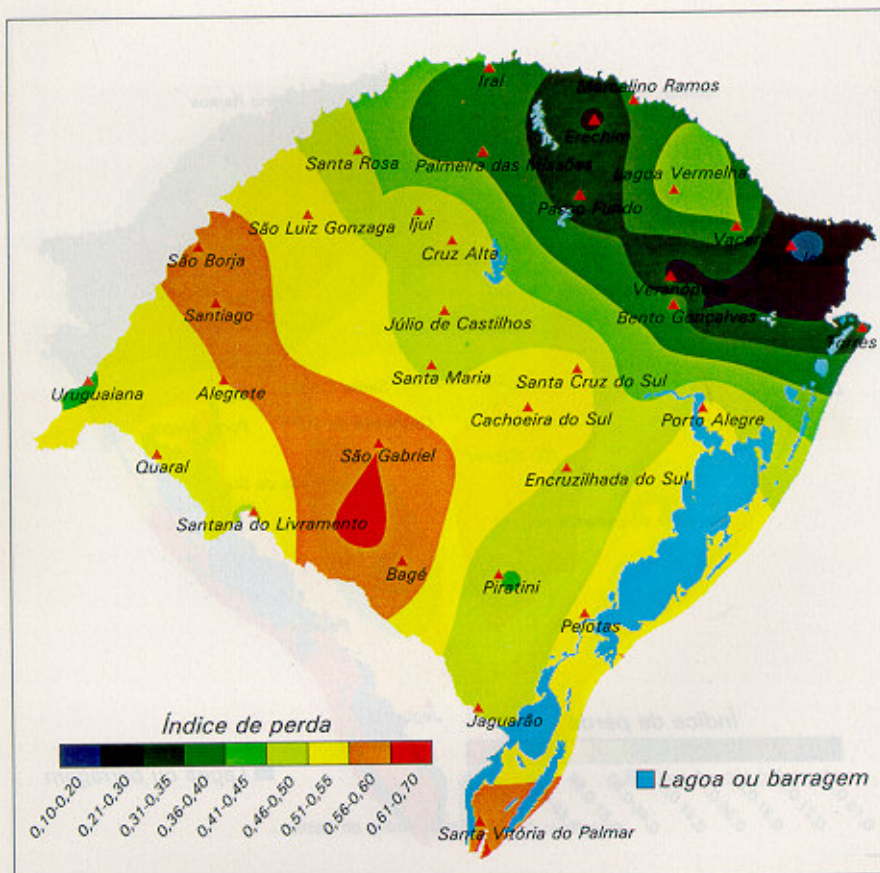


Figura 14. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 15 de novembro

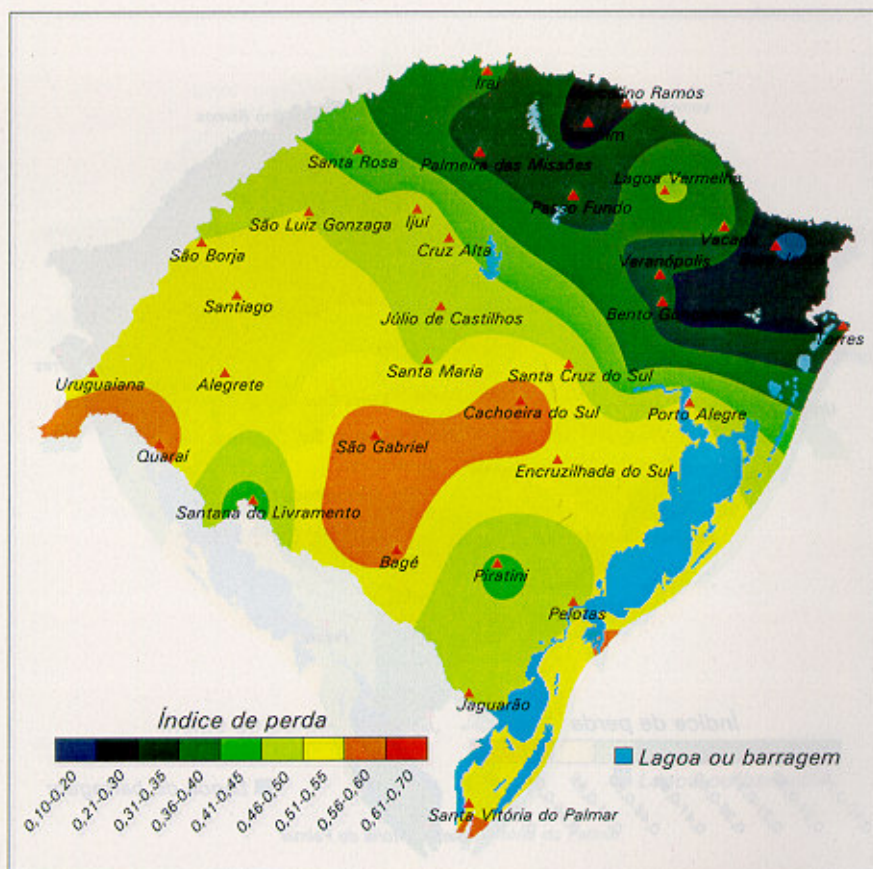


Figura 15. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

*Ciclo Médio
Semeadura em 25 de novembro*

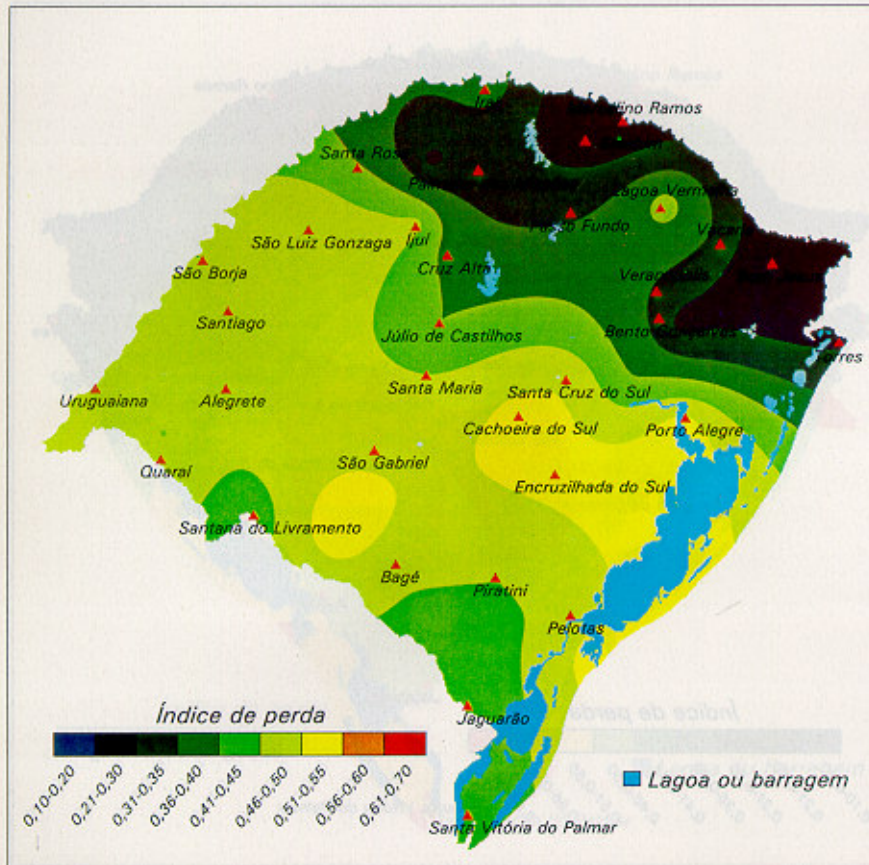


Figura 16. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 05 de dezembro

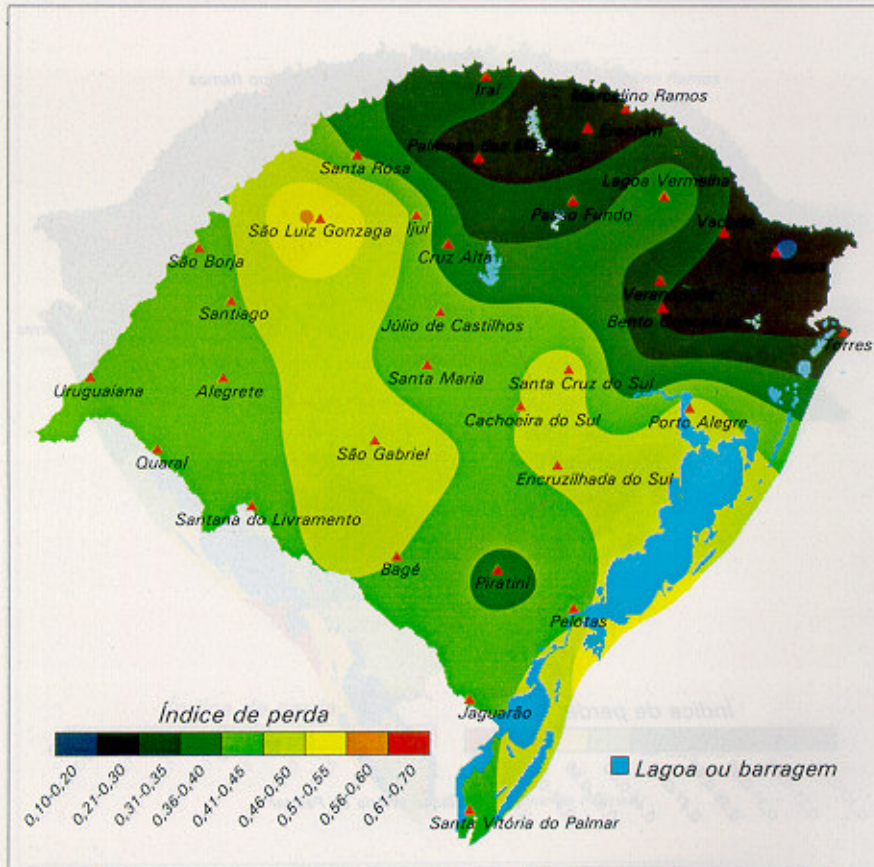


Figura 17. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 15 de dezembro

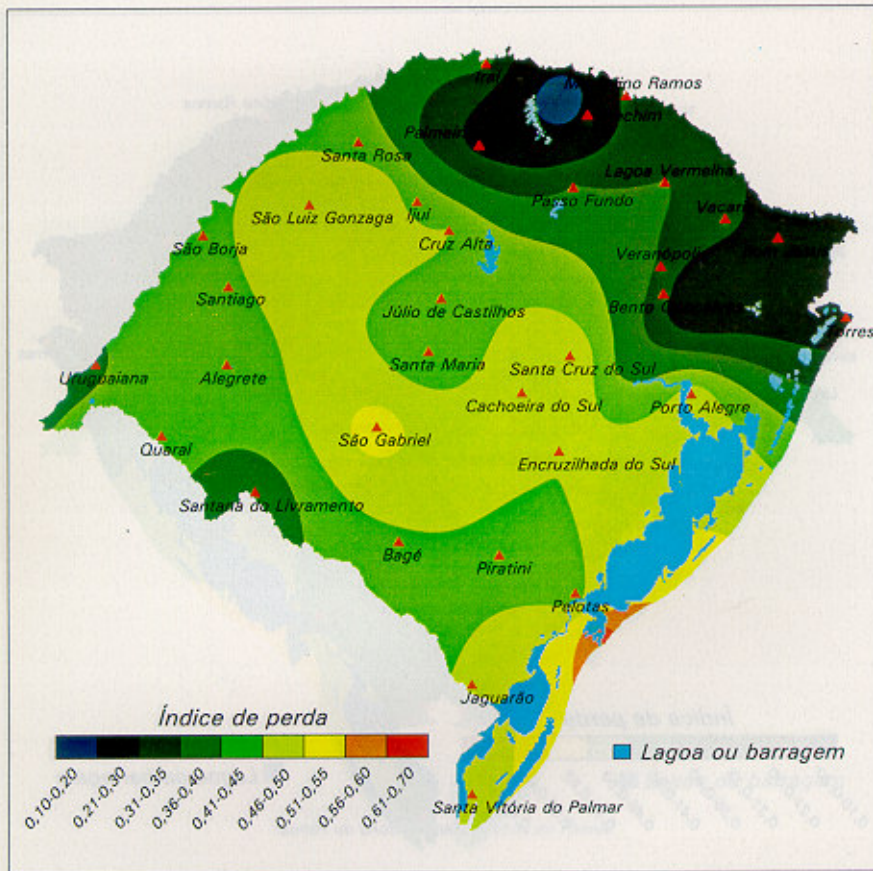


Figura 18. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Médio
Semeadura em 25 de dezembro

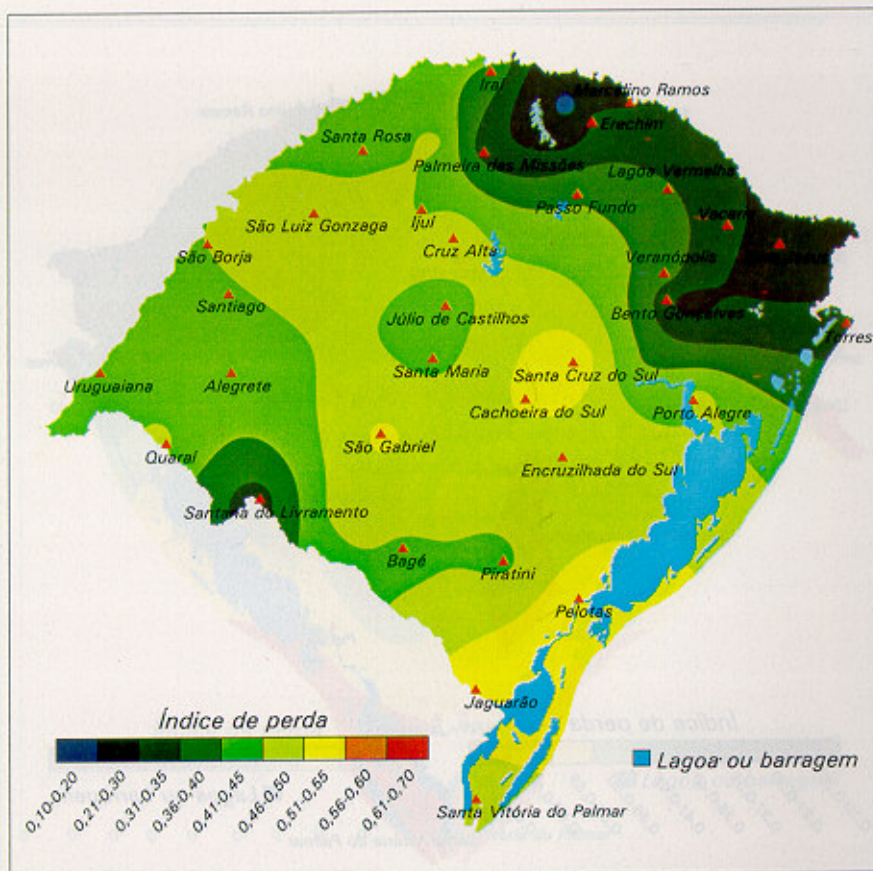


Figura 19. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 05 de outubro

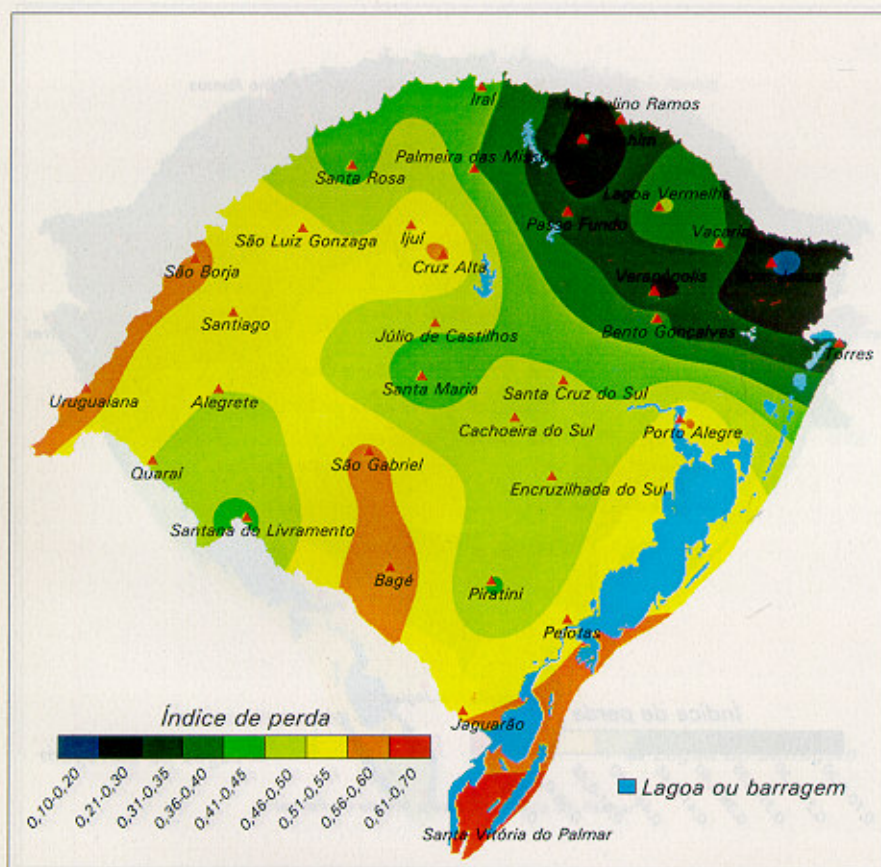


Figura 20. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 15 de outubro

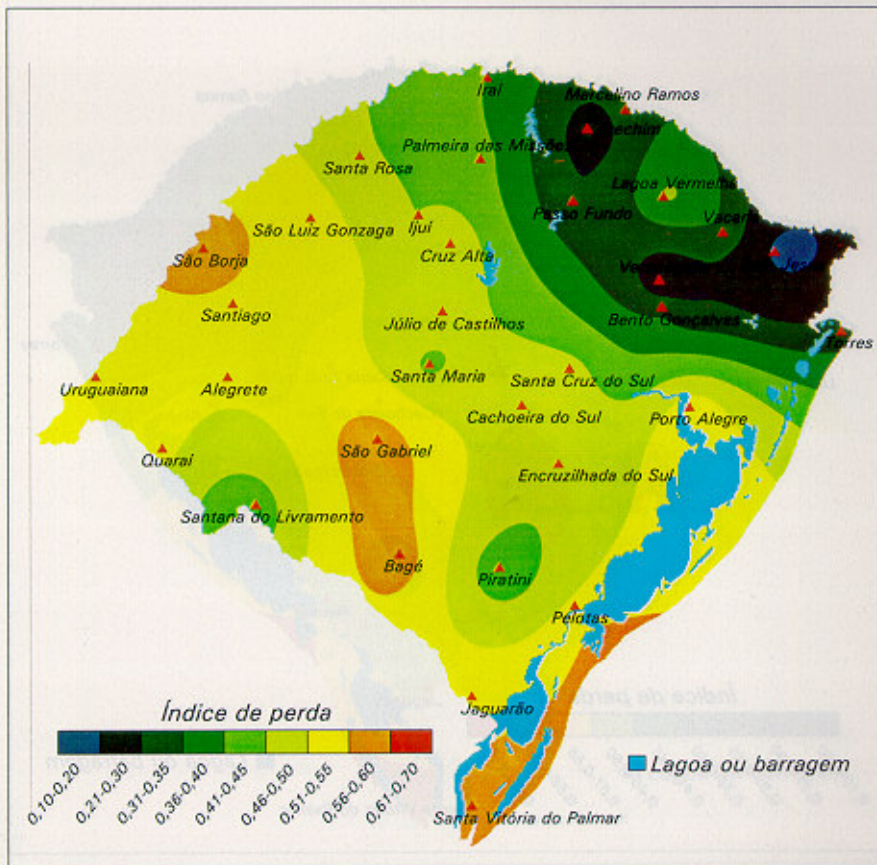


Figura 21. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 25 de outubro

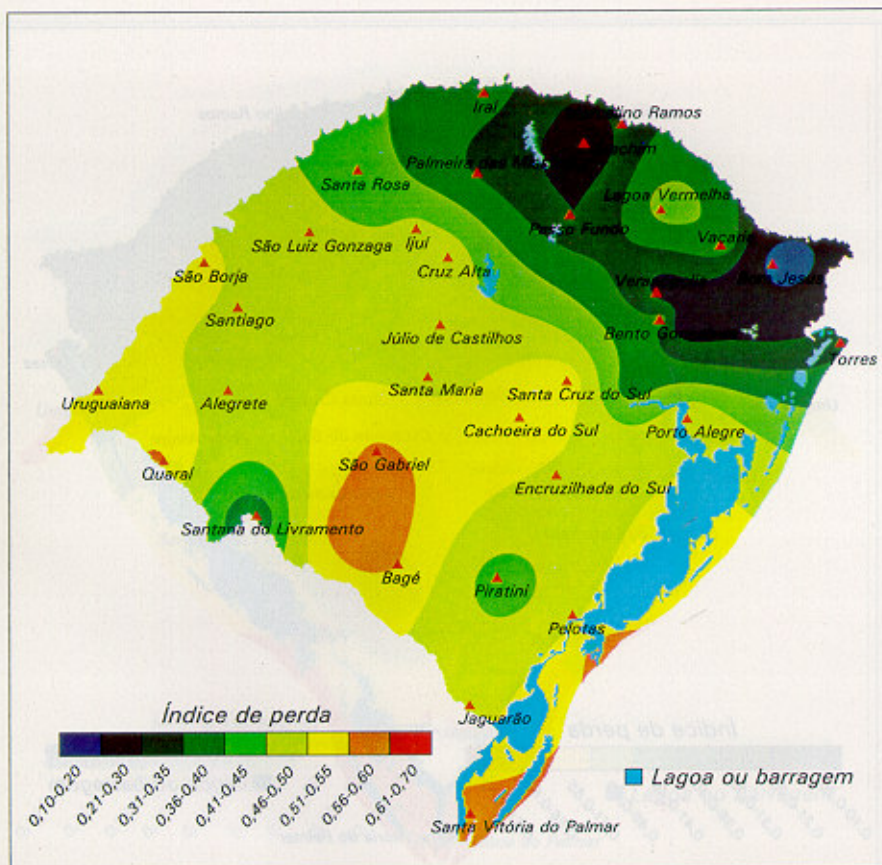


Figura 22. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 05 de novembro

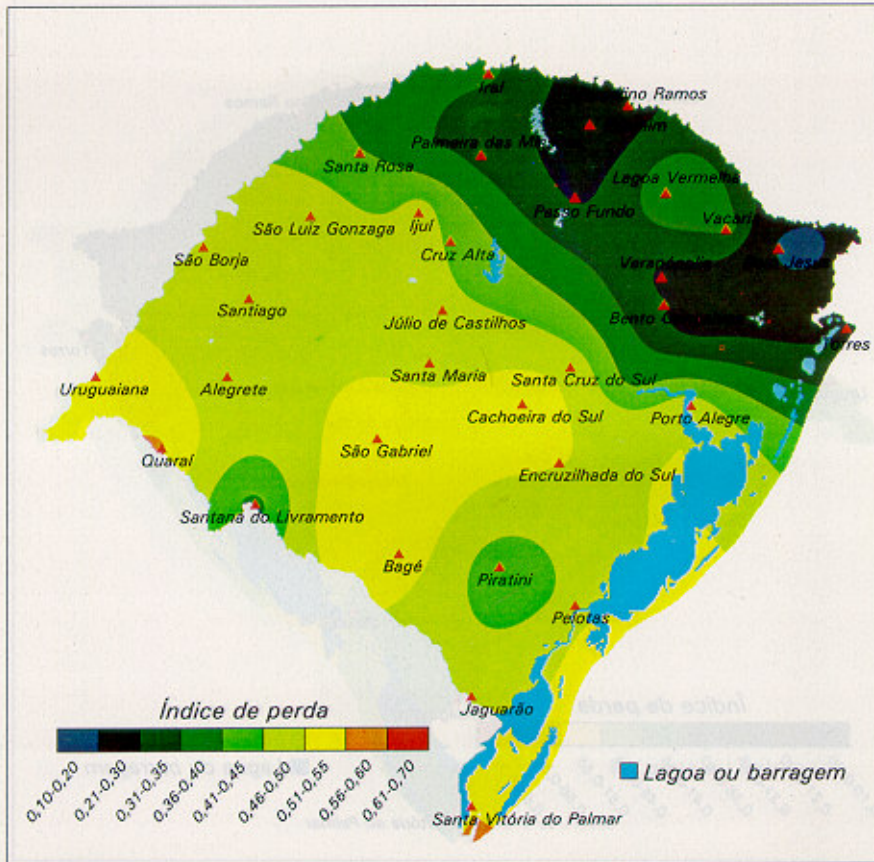


Figura 23. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 15 de novembro

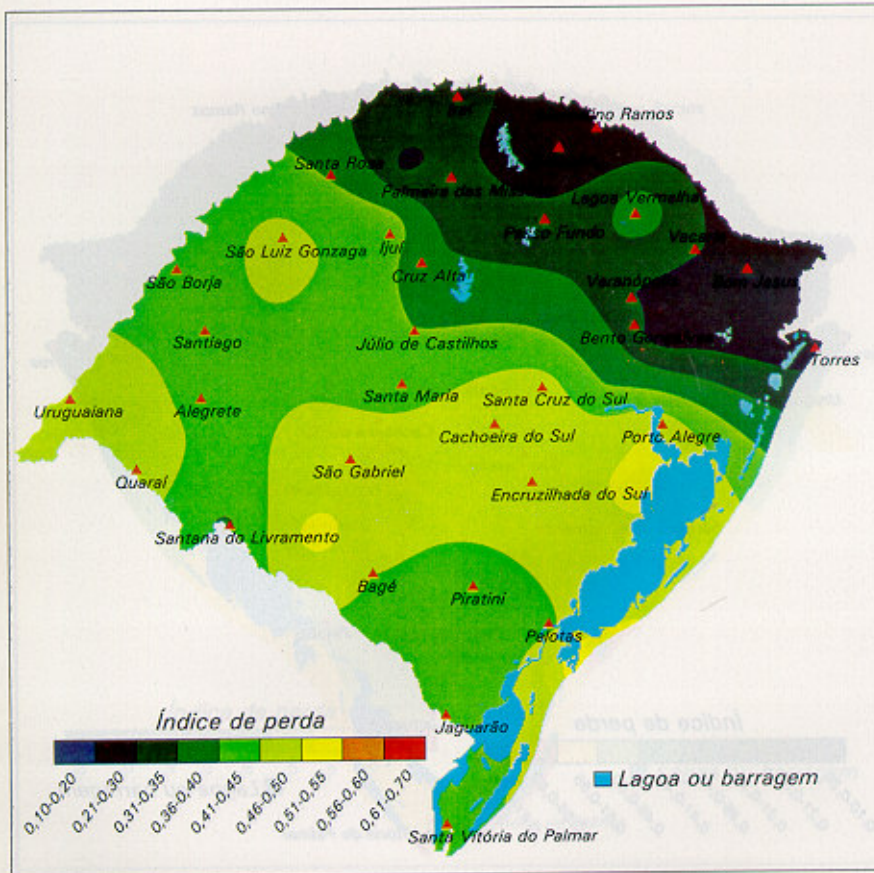


Figura 24. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 25 de novembro

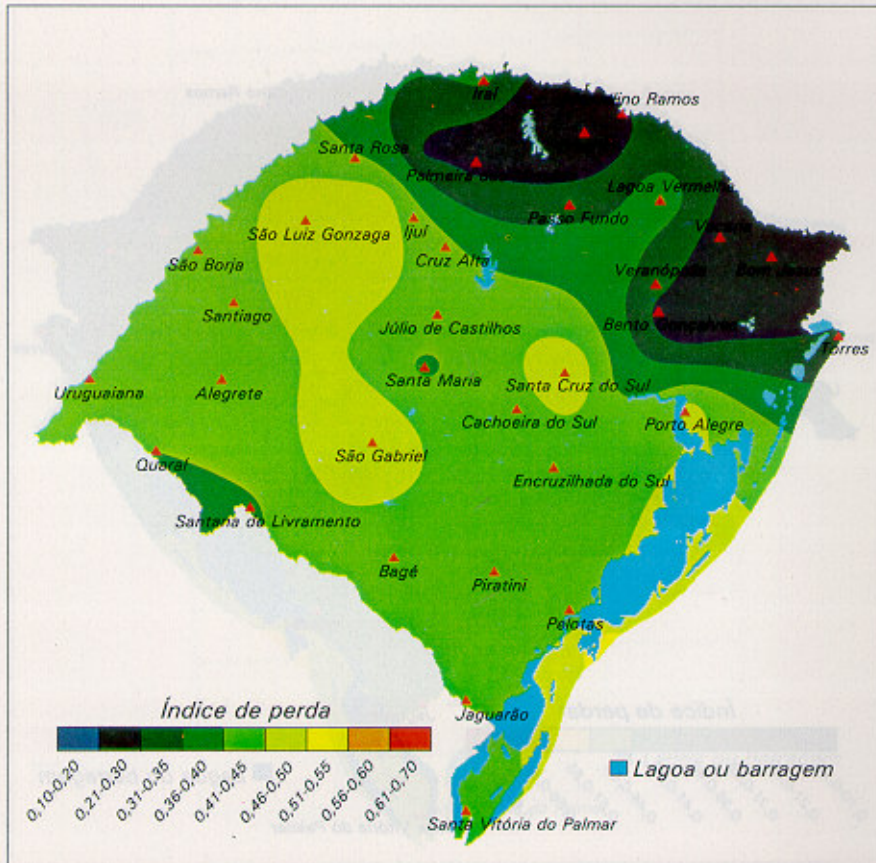


Figura 25. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 05 de dezembro

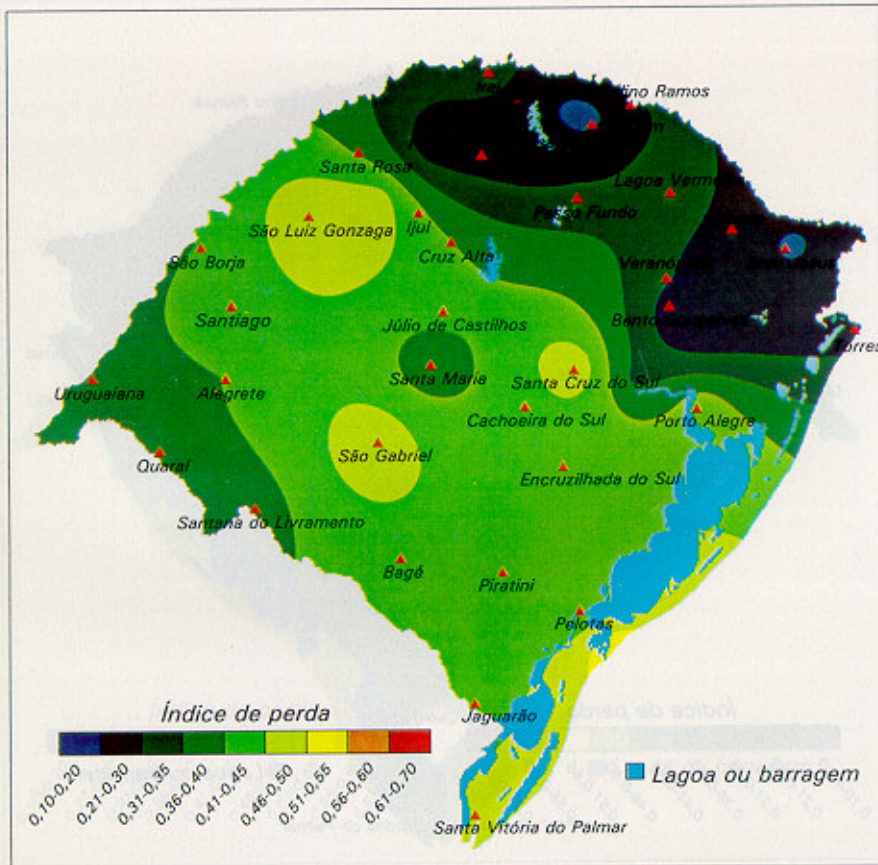


Figura 26. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Ciclo Semitardio/Tardio
Semeadura em 15 de dezembro

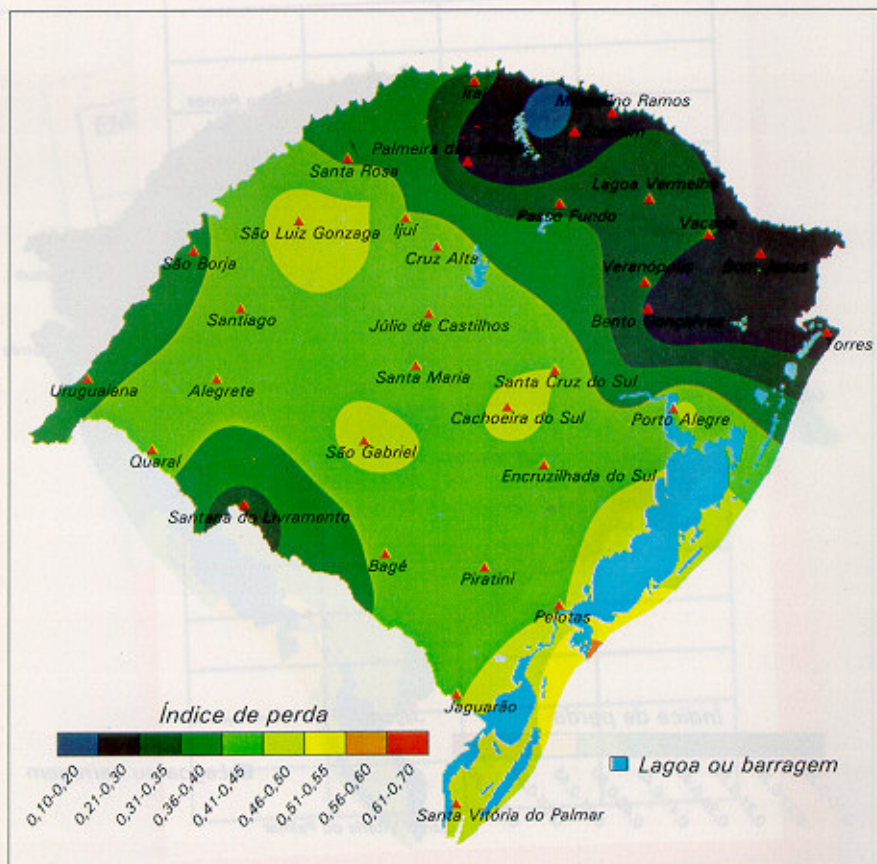


Figura 27. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.

Soja Semitardio/Tardio
Semeadura em 25 de dezembro

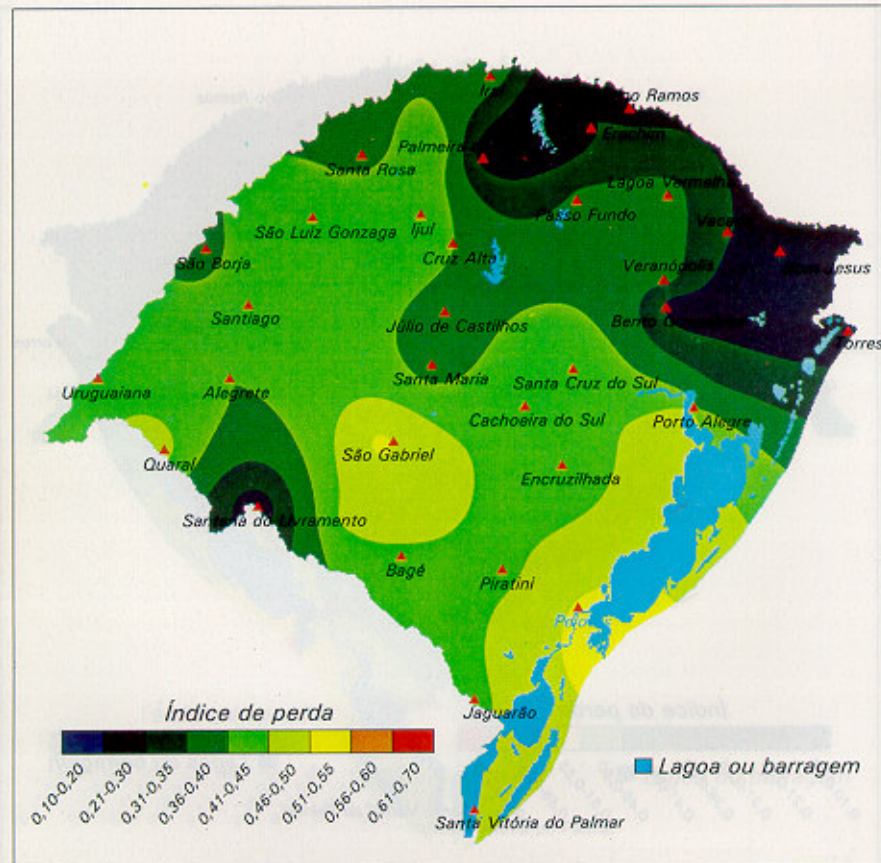


Figura 28. Perda de potencial de rendimento em soja por deficiência hídrica (escala relativa 0 - 1, valores iguais ou menores, com probabilidade de 80 %), no Rio Grande do Sul.