

RISCOS CLIMÁTICOS E CULTIVO DE TRIGO NO BRASIL

Cunha, G.R. da¹

Introdução

A variabilidade climática - espacial e temporal - é um dos principais determinantes de incertezas na atividade agrícola. Neste particular, a cultura de trigo, apesar da sua adaptação a regiões muito diferentes climaticamente, em nível mundial (Pascale, 1974), tem o seu rendimento afetado, tanto em quantidade como em qualidade, pelas variações meteorológicas durante a estação de crescimento.

No Brasil, como adversidades para a cultura de trigo, citam-se desde geada, umidade relativa do ar alta e excesso de chuvas na colheita, a situações opostas, como temperatura do ar elevada e ocorrência de deficiência hídrica, dependendo da região (Mota, 1989).

Em termos de riscos climáticos para a cultura de trigo no sul do Brasil, destacam-se como principais a ocorrência de geada, em particular na floração (antese), e o excesso de chuva por ocasião da colheita. Segundo Scheeren (1982), a geada causa a queima de folhas, o estrangulamento dos colmos e, atingindo os primórdios florais, impede a formação de grãos. Por sua vez, o excesso de chuvas no período de maturação e de colheita, além de diminuir o rendimento (Luz, 1982) afeta negativamente as características de qualidade dos grãos (Guarienti, 1993 e Mandarino, 1993).

Danos por geadas em trigo no Brasil foram amplamente discutidos por Wendt & Teixeira (1989), especificamente quando ocorrem por ocasião do espigamento. Destacaram eles que

¹ Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista CNPq-PQ.

de trigo. Também salientaram que, abaixo de $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, embora não necessariamente haja danos nos tecidos vegetativos, esta temperatura é letal aos órgãos reprodutivos.

Prejuízos na cultura de trigo, particularmente qualitativos, são determinados por excesso de chuva no período de colheita. Belderock (1968) e Schrödter & Grahl (1974) destacaram o risco de germinação na espiga em trigo, decorrente de chuvas no período de colheita, desde que tenha havido a quebra de dormência dos grãos por efeitos térmicos, durante a fase de enchimento de grãos.

Há exemplos de sucesso e de fracasso na triticultura brasileira. O que de fato diferencia um do outro? Várias coisas. Uma é fundamental: saber gerenciar riscos.

Risco e incerteza são diferentes. Classicamente, a situação é definida como de risco quando as probabilidades dos possíveis resultados são conhecidas. E, quando essas não são conhecidas, o ambiente é dito de incerteza.

Em agricultura, o risco do negócio é composto por tipos e fontes diferentes. Destacam-se: (1) risco de produção, que decorre principalmente da variabilidade climática na estação de crescimento, (2) risco de mercado, resultante da variabilidade de preços, (3) risco institucional, tem por origem a mudança de regras previamente vigentes (leis, impostos, tarifas de importação/exportação etc.), (4) risco pessoal, associado à natureza humana (doença, morte, divórcio, divisão de sociedades etc.). O somatório desses componentes forma o risco do negócio. E este, por sua vez, pode ser aumentado pelo risco financeiro do empreendimento, que depende do grau de financiamento.

Na agricultura de hoje, em que eficiência e competitividade são essenciais, saber lidar com riscos é o que realmente faz a diferença para o sucesso da atividade. Assim, o gerenciamento de riscos deve ser considerado por produtores, por assistentes técnicos, por pesquisadores, por extensionistas rurais, por políticos e por planejadores de políticas agrícolas.

A variabilidade climática não prevista pode ser considerada como a principal causa de risco para produzir. A ela ficam

condicionados a resposta do potencial genético da cultivar usada, o resultado do uso de adubo, o surgimento de doenças e de pragas, entre vários outros aspectos. Assim, no manejo de culturas, uma grande atenção deve ser dada às questões climáticas – sua variabilidade natural e suas projeções para a estação de crescimento –, particularmente para aquelas decisões em que há alternativas de escolha.

No mundo real, e em especial na agricultura, muitas coisas são decididas sem o domínio do risco associado. E o que de fato permite a tomada de decisões de forma racional é a compreensão dos riscos envolvidos em cada alternativa disponível. Para isso, é necessário entender o conceito de risco, dispor de informações e de avaliações de suas conseqüências. Somente assim o futuro pode ser colocado a serviço do presente e convertido em uma oportunidade.

É evidente que muitas decisões são tomadas com base na experiência do passado e em certo grau de subjetividade sobre as crenças no futuro. Também, pela nova ordem econômica mundial, está claro que é impossível isentar de risco a atividade agrícola exclusivamente com base em regulamentações governamentais. Por isso, gerenciar riscos em agricultura implica mudança de atitude com relação ao futuro. Substituir a aleatoriedade das conseqüências esperadas pela teoria das probabilidades de resultados.

Em termos de uso de informações climáticas aplicadas na triticultura brasileira, citam-se os trabalhos de zoneamento de riscos climáticos, desenvolvidos no âmbito do "Programa Redução de Riscos Climáticos na Agricultura", posto em prática pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento a partir da safra de inverno de 1996. Os zoneamentos de riscos climáticos contemplam a variabilidade climática natural em termos probabilísticos, com base em análise de séries históricas. Atualmente, destaca-se também o potencial de uso de indicadores de variabilidade climática futura, na escala estacional, com base em prognósticos do fenômeno El Niño-Oscilação do Sul, particularmente nas regiões afetadas.

Este artigo destaca os trabalhos de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo, que ora subsidiam as políticas de

crédito e securidade agrícola, e a análise de impactos e aplicações de informações relacionadas com o fenômeno El Niño-Oscilação do Sul na cultura de trigo no Brasil

Zoneamento Agrícola e Épocas de Semeadura

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento implementou o Programa de Zoneamento Agrícola para dar subsídio operacional às políticas de crédito e securidade agrícola no Brasil a partir da safra de inverno de 1996. Efetivamente, começou com o desenvolvimento dos trabalhos de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no sul do País.

Os zoneamentos de riscos climáticos são sistemas de suporte à tomada de decisões que definem, a partir da escolha da cultura e da cultivar, o nível de riscos de natureza climática para cada época de semeadura, em um dado local.

Zoneamento Agrícola - Rio Grande do Sul

Desde 1996, a Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo tem referendado, como recomendação de épocas de semeadura para trigo no Rio Grande do Sul, as atualizações anuais do zoneamento agrícola publicado Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Este trabalho define, para cada município do RS, o período de semeadura de menor risco de natureza climática, especificamente com relação à ocorrência de geada no período de floração e de excesso de chuva por ocasião da colheita (para detalhes sobre metodologia e discussão dos resultados, com apresentação das cartas de riscos, vide Cunha et al., 1997 e 1999).

A semeadura de trigo, no Rio Grande do Sul, dá-se entre maio e julho, dependendo da região, começando pela parte mais quente do Estado, fronteira noroeste, e terminando na região mais fria,

Campos de Cima da Serra.

Os dois riscos climáticos considerados neste estudo – geada na floração e excesso de chuva na colheita – apresentam magnitudes diferentes em nível regional, dependendo da época de semeadura.

Nas semeaduras em maio, constatou-se que os riscos de geada na floração eram altos (maiores que 20 %) em duas regiões, particularmente quando feitas no começo de maio: no nordeste do Estado (Campos de Cima da Serra e Planalto Médio) e sudeste do Estado (Campanha, região de fronteira com o Uruguai e com a Argentina). Gradativamente, com as semeaduras a partir de meados de maio, os riscos de geada na floração diminuem sua abrangência, permanecendo ainda altos nas regiões citadas.

Nas semeaduras em junho, os riscos de geada na floração considerados altos (maiores que 20 %) diminuem ainda mais a sua zona de abrangência, tornando-se bastante restritos para as semeaduras de julho, quando desaparecem a partir de semeaduras após a metade deste mês.

De modo geral, para os riscos de chuva na colheita, destacou-se que a chance de se ter problema nessa época eram maiores na metade norte do Estado. Isso porque chove mais na parte norte do Rio Grande do Sul, quando, na primavera, passam a atuar os complexos de meso-escala que se formam no Paraguai e se deslocam para o sul, atingindo, com chuvas de grande intensidade, a região da fronteira noroeste do RS.

Através do cruzamento das cartas de risco de geada na floração e de excesso de chuva no período de colheita, foi possível definir, para cada local do Estado, períodos para a semeadura de trigo em que os níveis de risco, em 80 % dos anos, ficassem abaixo da situação de alto risco e fossem minimizados, conforme constam na Tabela 1 e na Figura 1. Esses resultados integraram as recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, nas safras de 1996, de 1997, de 1998 e de 1999, podendo também ser encontrados nas atualizações do programa ZonTrigo (Cunha et al., 1997).

Zoneamento Agrícola - Santa Catarina

O zoneamento agrícola de Santa Catarina baseou-se na definição das regiões agroecológicas e suas sub-regiões (agroecossistemas) estabelecidas com a finalidade de agrupar municípios com características homogêneas (clima, geomorfologia, capacidade de uso do solo, etc.) em um total de cinco grandes regiões agroecológicas e onze sub-regiões. Especificamente para a cultura de trigo, Thomé et al. (1996) estabeleceram sete sub-regiões de cultivo. Nestas sub-regiões, os períodos favoráveis de semeadura (Figura 2) foram definidos com base em dados de experimentos, em risco de geada no espigamento (20 % de ocorrência de geada forte), em déficit hídrico antes do espigamento, em excesso hídrico na maturação, em tipo de solo e na altitude.

Zoneamento Agrícola - Paraná

A regionalização para épocas de semeadura de trigo no estado do Paraná, estabelecida por Gonçalves et et. (1998), foi realizada a partir de análises de risco de geadas no período de florescimento, assim como deficiência hídrica no período de estabelecimento e florescimento e excesso de chuvas na colheita. Riscos de geada superiores a 30 % foram considerados como critério restritivo à semeadura. Esse aspecto, combinado com menor risco dos outros fatores e com dados de rendimento obtidos em experimentos, permitiram identificar nove regiões distintas, com períodos de semeadura bem definidos, variando de março a julho.

Tendo como base, principalmente, a frequência de geadas e com o apoio de dados de latitude, de altitude, de deficiência e de excedente hídrico e de tipos de solo, foram identificadas nove zonas homogêneas quanto às épocas de semeadura de trigo no Paraná, definidas como A, B, C, D, E, F, G, H e I, conforme Figura 3.

A Tabela 2 apresenta as épocas de semeadura com maiores probabilidades de se obter maiores rendimentos, para cada uma das

zonas e de ciclos das cultivares. As linhas de separação de regiões, observadas na Figura 3, indicam transição de uma condição para outra. Assim, dentro de uma mesma zona, recomenda-se que nas áreas mais ao Norte, a semeadura seja concentrada no início do período indicado na Tabela 2, enquanto que próximo ao limite Sul, deve-se semear, preferencialmente, no final do período indicado. Para obtenção de maiores detalhes, recomenda-se a leitura do trabalho de Gonçalves et al. (1998).

Zoneamento Agrícola - São Paulo

No trabalho realizado por Zullo Jr. et al. (1999), para a cultura de trigo, foram definidas épocas de plantio para ciclos precoce (duração aproximada de 120 dias) e normal (duração aproximada de 130 dias), em três tipos de solos principais (arenosos, médios e argilosos), no período de 11/fevereiro a 20/maio.

As datas favoráveis para o plantio são aquelas que atenderam aos seguintes requisitos:

- a) índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) igual ou superior a 0,55 na fase de florescimento e produção para uma freqüência de ocorrência igual ou superior a 80 % dos casos analisados;
 - b) temperatura mínima média durante todo o ciclo igual ou superior a 9 °C;
 - c) temperatura máxima média na fase de florescimento e produção igual ou inferior a 28 °C;
 - d) probabilidade de ocorrência de excesso de chuvas na colheita (50 mm em pelo menos 3 a cada 5 dias) igual ou inferior a 25 %.
- Esta verificação foi feita nos três quinqüídios subseqüentes ao final do ciclo de 90 dias, visto que os períodos de plantio têm duração de 10 dias cada um.

Os períodos favoráveis para plantio de trigo em São Paulo, por município, podem ser encontrados no endereço Internet: <http://www.cpa.unicamp.br/zonsp.htm>.

Zoneamento Agrícola - Mato Grosso Do Sul

O trabalho de zoneamento agrícola para a cultura de trigo no estado de Mato Grosso do Sul, feito por Lazzarotto (1997), baseou-se em resultados de experimentos conduzidos em onze locais, compreendendo semeaduras entre março e maio, e em estudos de probabilidades de ocorrência de geada.

Para fins de recomendação de épocas de semeadura, o estado de Mato Grosso do Sul foi dividido em quatro regiões tritícolas, conforme se observa na Figuras 4 (trigo não irrigado) e na Figura 5 (trigo irrigado). Os períodos de semeadura indicados encontram-se na Tabela 3.

El Niño-Oscilação do Sul e Trigo no Brasil

O fenômeno El Niño-Oscilação do Sul (ENSO) ou apenas El Niño, como é referido nos veículos de comunicação de massa, possui duas fases: uma quente (El Niño) e outra fria (La Niña). O comportamento da temperatura da superfície das águas do oceano Pacífico tropical (parte central e junto à costa oeste da América do Sul), em associação com os campos de pressão (representados pelo Índice de Oscilação do Sul), altera o padrão de circulação geral da atmosfera e, assim, influencia o comportamento do clima global.

Várias regiões no mundo, cujo clima é afetado pelas fases do ENSO, foram identificadas por Ropelewski & Halpert (1987) e (1989). Entre essas, no caso do Brasil, citam-se a parte norte da Região Nordeste e o leste da Amazônia (na faixa tropical) e a Região Sul (na faixa extra-tropical), que está inserida em uma grande região localizada no sudeste da América do Sul, abrangendo também o Uruguai, o sudeste do Paraguai e o nordeste da Argentina.

Especificamente para o Brasil, estudos complementares, como os de Alves & Repelli (1992) e Uvo et al. (1994), para a Região Nordeste, e os de Grimm et al. (1996a) e (1996b) e Fontana & Berlato (1997), para a Região Sul, buscaram o detalhamento intra-regional dos impactos das fases do fenômeno ENSO sobre o regime

de chuvas.

Particularmente no sul do Brasil, tem-se excesso de chuvas nos anos de El Niño e estiagem em anos de La Niña. Apesar da influência dar-se durante todo o período de atuação desses eventos, há duas épocas do ano que são mais afetadas pelas fases do ENSO. São elas: primavera e começo de verão (outubro, novembro e dezembro), no ano inicial do evento, e final de outono e começo de inverno (abril, maio e junho), no ano seguinte ao início do evento; conforme evidenciaram os trabalhos de Grimm et al. (1996a) e (1996b) e de Fontana & Berlato (1997). Assim, nestas épocas, as chances são maiores de chuvas acima do normal, em anos de El Niño, e chuvas abaixo do normal, em anos de La Niña.

No Brasil, o trigo tem sido cultivado principalmente no sul. Nesta região, Paraná e Rio Grande do Sul são os principais estados produtores. Também há trigo em Santa Catarina, embora em menor escala. No restante do país, há disponibilidade de estatísticas de trigo no Mato Grosso do Sul, em São Paulo e em Minas Gerais. Com isso, pela expressão no total da produção brasileira de trigo e considerando a sensibilidade da região às variações climáticas associadas às fases do fenômeno ENSO, serão apresentados e discutidos, primeiramente, os resultados obtidos para os estados da Região Sul (PR, RS e SC; nesta ordem, pela importância da cultura). Na seqüência, os efeitos sobre o rendimento médio nos estados de MS, SP e MG e no país.

No período de tempo considerado, 78 anos, ocorreram 23 eventos El Niño e 15 eventos La Niña. Os outros 40 anos foram anos neutros. A análise dos dados da Tabela 4 evidencia que os impactos dos eventos El Niño são, na maioria das vezes, negativos sobre o rendimento do trigo, nos três estados da Região Sul do Brasil. O inverso ocorre nos anos de La Niña, quando os impactos predominantes são positivos. E nos anos neutros, também impactos positivos são maioria.

Para os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais a influência regional das fases do ENSO sobre o clima não é tão evidente quanto no sul do Brasil, por exemplo. Associado ao fato

da análise basear-se em uma série histórica mais curta de rendimentos, os resultados devem ser vistos com cautela. De qualquer forma, os dados da Tabela 4 indicam maior ocorrência de desvios negativos em anos de El Niño, comparativamente aos anos de La Niña e neutros, embora, tanto nos episódios El Niño, quanto La Niña predominaram desvios negativos para Mato Grosso do Sul.

Considerando-se os dados de rendimento de trigo agregados no Brasil, no período de 1920 a 1997, constata-se que o Rio Grande do Sul e o Paraná têm maior influência na composição das estatísticas de trigo em nível nacional. Assim, há uma dominância dos eventos La Niña, em relação aos eventos El Niño, quanto às chances de trazerem impactos positivos sobre o rendimento da cultura de trigo no Brasil.

Os dados da Tabela 4 mostram que, no Brasil, nos 23 episódios El Niño analisados, em 61 % deles os desvios nos rendimentos foram negativos. Nos eventos La Niña (15 eventos considerados) ocorreu o inverso, pois em 73 % dos casos os desvios no rendimentos foram positivos, ou seja, acima do esperado. Nos 40 anos considerados neutros, em 55 % das vezes os desvios foram positivos e em 45 % das restantes, negativos.

O comportamento da variabilidade dos rendimentos de trigo no Brasil, frente às fases do fenômeno ENSO, pode ser explicado pela influência que o mesmo exerce nas anomalias de chuva nos períodos de primavera e de começo do verão, no sul do Brasil (Grimm et al., 1996a e 1996b e Fontana & Berlato, 1997). Esta região concentra, no Paraná e no Rio Grande do Sul, grande parte da produção nacional. E excesso de chuva para o trigo, como ocorre em anos de El Niño, cria condições de ambiente favoráveis para o desenvolvimento de doenças, além do encharcamento do solo e da redução de luminosidade, verificados em períodos chuvosos, diminuírem o crescimento das raízes e da parte aérea (massa seca), influenciando negativamente nos componentes de rendimento, conforme estudos realizados com trigo no sul do Brasil por Sheeren et al. (1995a) e (1995b). No evento El Niño de 1997, Berlato & Fontana (1997) indicaram estimativas de perdas de 568.641 toneladas na

safra agrícola da Região Sul. Deste total, 82 % era referente à cultura de trigo.

Também ficou evidente que nem todo El Niño causa, necessariamente, impactos negativos sobre o rendimento da cultura de trigo no Brasil. O nível de impacto vai depender muito da intensidade do fenômeno e da anomalia causada no regime de chuvas, sendo que, para quantificação de efeitos, os episódios podem ser classificados como fracos, moderados ou fortes, com base no Índice de Oscilação do Sul (IOS) médio anual.

Pelo exposto, em função do peso representado pelos estados do sul na produção brasileira de trigo, fica evidente o maior risco para essa cultura, nos anos que o fenômeno El Niño está atuando. As chances maiores de impactos climáticos positivos ocorrem nos anos de La Niña, seguidos dos anos neutros, devido ao comportamento do regime de chuvas no sul do Brasil em associação com as fases do fenômeno ENSO. Uma discussão detalhada dos impactos das fases do fenômeno El Niño-Oscilação do Sul sobre a cultura de trigo no Brasil pode ser encontrada em Cunha et al. (1999).

Referências Bibliográficas

- ALVES, J.M.B.; REPELLI, C.A. A variabilidade pluviométrica no setor norte do nordeste e os eventos El Niño - oscilação sul (enos). **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 583-592, 1992.
- BELDEROK, B. Seed dormancy problems in cereals. **Field Crop Abstracts**, Wallingford, v. 21, n. 3, p. 203-211, 1968.
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. El Niño oscilação sul e a agricultura da região sul do Brasil. In: BERRI, G.J., comp. **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]. 39 p. p. 27-30. Taller y Conferencia sobre El Niño 1997/98, Montevideo, Uruguay, 1997.

- CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; MOREIRA, M.B. **ZonTrigo v.1.0: sistema de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 36). 44p. Software + cinco disquetes.
- CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 1999. (no prelo).
- CUNHA, G.R.; DLAMAGO, G.A.; ESTEFANEL, V. Enso influences on wheat crop in Brazil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 127-138, 1999.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño oscilação sul sobre a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.
- GONÇALVES, S.L.; CARAMORI, P.H.; WREGGE, M.;S.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S.D. Regionalização para épocas de semeadura de trigo no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 239-248, 1998.
- GRIMM, A.M., TELEGINSKI, S.E., COSTA, S.M.S. da, et al. Anomalias de precipitação no sul do Brasil em eventos La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão, SP. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996a. v. 2. 1499p. p. 1113-1117.
- GRIMM, A.M., TELEGINSKI, S.E., FREITAS, E.D. de, et al. Anomalias de precipitação no sul do Brasil em eventos El Niño. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão, SP. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1996b. v. 2. 1499p. p. 1098-1102.
- LAZZAROTTO, C. **Zoneamento agrícola-Mato Grosso do Sul: cultura de trigo**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. (EMBRAPA-CPAO). 10p.
- GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. 2.ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 36p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 27).

- LUZ, W.C. Efeito da precipitação pluviométrica no rendimento de duas cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 351-354, 1982.
- MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1993. 32p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 60).
- MOTA, F.S. da, Ed. **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. 122 p.
- PASCALE, A.J. Design of agrometeorological field experiments. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. Agrometeorology of the wheat crop. **Proceeding**. Offenbach: WMO, 1974. p.74-102.
p. 853-858, 1982.
- ROPELEWISKY, C.F.; JONES, P.D. Na extension of the Tahiti-Darwin southern oscillation index. *Monthly Weather Review*, Washington, v. 115, p. 2161-2165. 1987.
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. Global and regional scale precipitation associated with El Niño/southern oscillation. **Monthly Weather Review**, v.115, p.1606-1626, 1987.
- ROPELEWSKI, C.F.; HALPERT, M.S. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. **Journal of Climate**, v.4, p.268-284, 1989.
- SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 6,
- SCHEEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F. de; FEDERIZZI, L.C. Respostas do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e/ou excesso de água no solo. I. Teste em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1041-1048, 1995a.
- SCHEEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F de; FEDERIZZI, L.C. Respostas do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e/ou excesso de água no solo. II. Teste no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 605-619, 1995b.

- SCHRÖDTER, H., GRAHL, A. Meteorological model for determining the extent of sprouting of wheat. In: **WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM**, 1973, Braunschweig
Agrometeorology of the wheat crop. **Proceeding**. Offenbach: WMO, 1974. p. 185-195.
- THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J. **Zoneamento agrícola para a cultura do trigo em Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1996, 24p. (EPAGRI. Documentos, 171).
- UVO, C.B.; REPELLI, C.A.; ZEBIAK, S., et al. **A study on the influence of the pacific and atlantic SST on the northeast Brazil monthly precipitation using singular value decomposition (SVD)**. São José dos Campos: INPE, 1994. 30p. Report of I International Training Course on Practical and Theoretical Aspects of Short Term Climate Prediction, Columbia, apr. 1993 - jan. 1994.
- WENDT, W., TEIXEIRA, J. B. As geadas e o trigo no Brasil. In: MOTA, F.S. da, ed. **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p. 65-74.
- ZULLO Jr. J.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo (*Triticum AESTIVUM* L.) de sequeiro no estado de São paulo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOLOGIA**, 11., 1999, Florianópolis, SC. **Anais...**, Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/Epagri, 1999. CD-ROM. p. 884-890.

Tabela 1. Períodos de semeadura para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos (escape em 80 % dos anos dos riscos de geada na floração e de excesso de chuva no período de colheita), Cunha et al., 1997 e 1999

Zona	Período de semeadura
1	01 de maio a 10 de junho
2	11 de maio a 20 de junho
3	21 de maio a 30 de junho
4	01 de junho a 10 de julho
5	11 de junho a 20 de julho
6	21 de junho a 31 de julho
7	Não recomendado

Tabela 2. Épocas de semeadura de trigo mais indicadas para o Paraná, definidas por zonas, conforme Gonçalves et al., 1998

Zona	Abrangência ¹	Épocas indicadas por ciclo	
		Precoce	Intermediário
A	Cornélio Procópio - Londrina - Maringá	21/março a 20/maio	21/março a 10/maio
B	Campo Mourão - Ivaiporã - Sta Helena	11/abril a 31/maio	11/abril a 31/maio
C	Toledo - Cascavel - Roncador - Ortigueira -	11/maio a 10/junho	01/maio a 10/junho
D	Telêmaco Borba - Arapoti - Foz do Iguaçu -	01/maio a 30/junho	21/abril a 30/junho
E	Ramilândia - Realeza	21/maio a 20/junho	01/maio a 10/junho
F	Francisco Beltrão - Pitanga - Sengés	21/maio a 30/junho	11/maio a 30/junho
G	Laranjeiras do Sul - Irati - Castro - Guarapuava -	11/junho a 10/julho	01/junho a 10/julho
H	Clevelândia - Barracão	21/junho a 20/julho	11/junho a 20/julho
I	Palmas - General Carneiro	01/julho a 20/julho	11/junho a 20/julho

¹ Os limites de cada zona são apresentados na Figura 3.

Tabela 3. Períodos de semeadura para a cultura de trigo no estado do Mato Grosso do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos, Lazzarotto, 1997

Zona	Período Favorável	
	Trigo não irrigado	Trigo irrigado
A	01 abr - 30 abr	01 abr - 10 mai
B	01 abr - 10 mai	01 abr - 10 mai
C	20 mar - 30 abr	01 abr - 10 mai
D	20 mar - 20 abr	01 abr - 10 mai

Tabela 4. Impactos no rendimento médio da cultura de trigo no Brasil, conforme as fases do fenômeno ENSO, período 1920 a 1997, Cunha et al. (1999)

Estado	Período	Anos de El Niño			Total de anos
		+	-	Total	
Paraná	1920-1997	9 (39%)	14 (61%)	23 (29%)	78 (100%)
Rio Grande do Sul	1920-1997	10 (43%)	13 (57%)	23 (29%)	78 (100%)
Santa Catarina	1920-1997	9 (39%)	14 (61%)	23 (29%)	78 (100%)
Mato Grosso do Sul	1971-1997	3 (30%)	7 (70%)	10 (37%)	27 (100%)
São Paulo	1952-1997	6 (43%)	8 (57%)	14 (30%)	46 (100%)
Minas Gerais	1976-1997	4 (44%)	5 (56%)	9 (41%)	22 (100%)
Brasil	1920-1997	9 (39%)	14 (61%)	23 (29%)	78 (100%)
Estado	Período	Anos de La Niña			Total de anos
		+	-	Total	
Paraná	1920-1997	9 (60%)	6 (40%)	15 (19%)	78 (100%)
Rio Grande do Sul	1920-1997	10 (67%)	5 (33%)	15 (19%)	78 (100%)
Santa Catarina	1920-1997	8 (53%)	7 (47%)	15 (19%)	78 (100%)
Mato Grosso do Sul	1971-1997	2 (40%)	3 (60%)	5 (18%)	27 (100%)
São Paulo	1952-1997	6 (75%)	2 (25%)	8 (17%)	46 (100%)
Minas Gerais	1976-1997	3 (100%)	0 (0%)	3 (14%)	22 (100%)
Brasil	1920-1997	11 (73%)	4 (27%)	15 (19%)	78 (100%)
Estado	Período	Anos Neutros			Total de anos
		+	-	Total	
Paraná	1920-1997	26 (65%)	14 (35%)	40 (52%)	78 (100%)
Rio Grande do Sul	1920-1997	25 (63%)	15 (37%)	40 (52%)	78 (100%)
Santa Catarina	1920-1997	22 (55%)	18 (45%)	40 (52%)	78 (100%)
Mato Grosso do Sul	1971-1997	8 (67%)	4 (33%)	12 (45%)	27 (100%)
São Paulo	1952-1997	12 (50%)	12 (50%)	24 (53%)	46 (100%)
Minas Gerais	1976-1997	3 (30%)	7 (70%)	10 (45%)	22 (100%)
Brasil	1920-1997	22 (55%)	18 (45%)	40 (52%)	78 (100%)

**Zoneamento Agrícola
Trigo - RS
Safrá 1999**

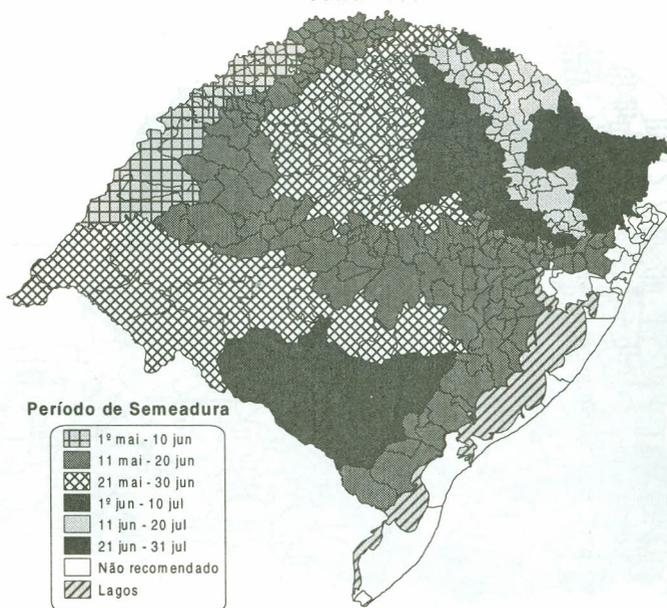


Figura 1. Períodos de semeadura para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos (escape em 80% dos anos dos riscos de geada na floração e de excesso de chuva no período de colheita), Cunha et al., 1999.

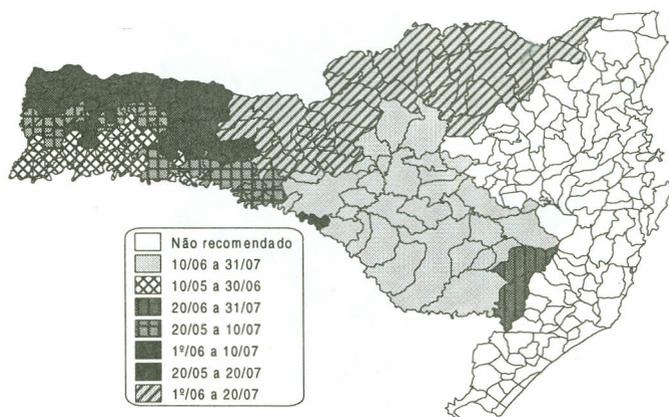


Figura 2. Zoneamento agrícola e épocas de semeadura para trigo em Santa Catarina, Thomé et al., 1996.

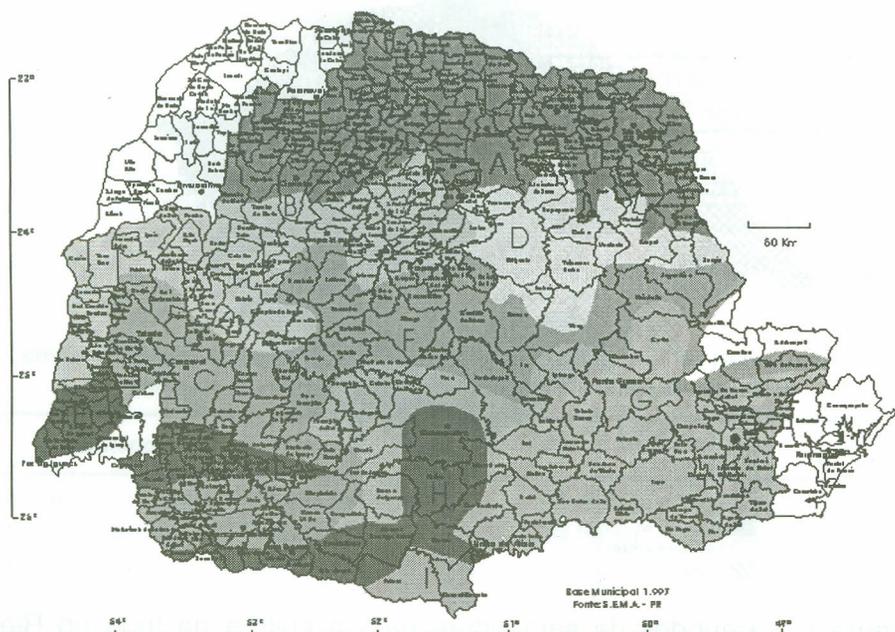


Figura 3. Zonas homogêneas com relação à época de semeadura de trigo no estado do Paraná, Gonçalves et al., 1998.

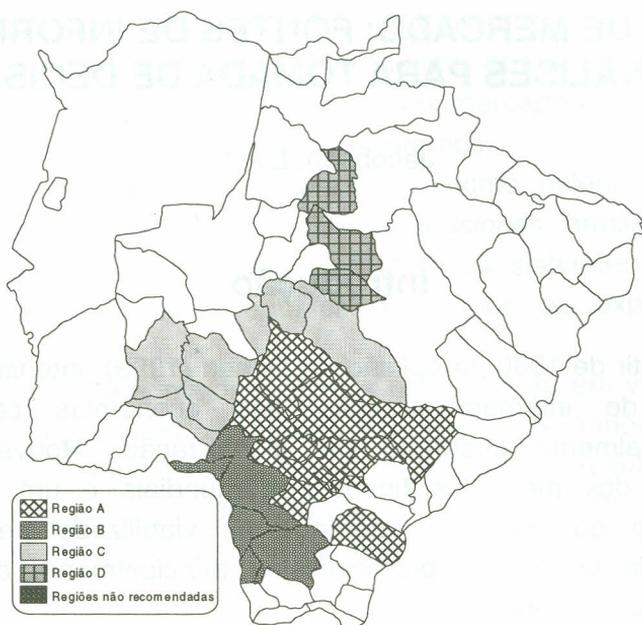


Figura 4. Zoneamento para a cultura do trigo não irrigado em Mato Grosso do Sul, Lazzarotto, 1997.

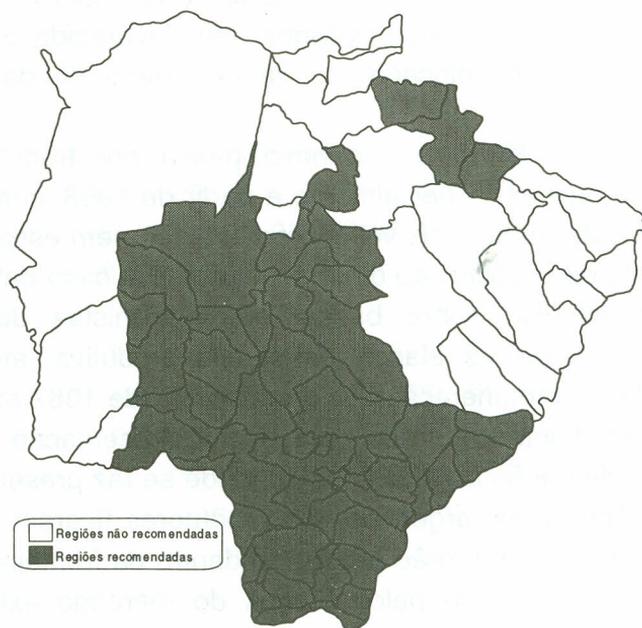


Figura 5. Zoneamento para a cultura do trigo irrigado em Mato Grosso do Sul, Lazzarotto, 1997.