



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

*ISSN 1676-7683*

*Dezembro - 2004*

# ***Sistemas de Produção 03***

## **Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil**

### **Editores**

Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Algenor da Silva Gomes  
Alberto Baêta dos Santos

Pelotas, RS  
2004

# Condições Climáticas para o Cultivo de Arroz Irrigado

---

*Silvio Steinmetz  
Hugo José Braga  
Silvando Carlos da Silva*

## Introdução

O arroz irrigado é produzido em 16 Estados de todas as regiões do Brasil, portanto, sob condições climáticas muito distintas. Entretanto, de acordo com os dados do IBGE, para a safra 2000/2001, cerca de 90% dessa produção é oriunda da região Sul e, principalmente, dos Estados do Rio Grande do Sul (RS) (77,1%) e Santa Catarina (SC) (12,8%). A participação das demais regiões é a seguinte: Norte (TO): 3,9%; Centro-Oeste (MS, GO, MT): 2,87%; Nordeste (CE, RN, PI, MA, RR, SE, BA): 1,65%; Sudeste (MG, RJ): 0,72% e Paraná (Sul): 0,89%. Nessa safra, o RS e SC contribuíram com cerca de 60% da produção brasileira de arroz. Devido a sua importância, maior ênfase será dada na abordagem da influência do clima na produtividade do arroz irrigado nesses dois Estados.

Os níveis de produtividade do arroz irrigado no RS (5,6 t.ha<sup>-1</sup>) e SC (6,9 t.ha<sup>-1</sup>) estão entre os mais altos do Brasil. Entretanto, em alguns anos, ocorrem reduções acentuadas devido, fundamentalmente, às condições climáticas. A ocorrência de baixas temperaturas ("frio") e a disponibilidade de radiação solar, durante as fases críticas da planta, são dois elementos climáticos que estão intimamente relacionados com os decréscimos de produtividade.

Neste capítulo, são abordados os principais elementos climáticos que afetam a produtividade da cultura do arroz, tais como: fotoperíodo, temperatura, radiação solar, chuva e quantidade de água exigida por essa cultura. Para a maioria desses tópicos, procurou-se caracterizar as exigências da cultura, seus efeitos sobre a produtividade e as alternativas para minimizar a influência adversa desses fatores, ou maximizar a sua influência positiva.

É caracterizada, também, a influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña na cultura e as medidas para minimizar os seus impactos.

Por último, destaca-se a questão do Zoneamento Agroclimático, que contém os períodos de semeadura recomendados para as distintas regiões produtoras do RS e de SC.

## **Fatores climáticos que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz irrigado**

### **Fotoperíodo**

A duração do dia, definida como o intervalo entre o nascer e o pôr-do-sol, é conhecida como *fotoperíodo*. A resposta da planta ao fotoperíodo é denominada *fotoperiodismo*. Sendo o arroz uma planta de dias curtos, dias de curta duração (10 horas) encurtam o seu ciclo, antecipando a floração.

Embora a Região Sul seja a principal produtora de arroz irrigado, outras regiões do Brasil também o produzem, em latitudes bem distintas, com diferenças acentuadas na duração máxima do dia, que varia de aproximadamente 12 horas, próximo ao Equador, até mais de 14 horas, no extremo sul do País.

De um modo geral, pode-se dizer que, para as principais regiões produtoras do País, o fotoperíodo não chega a ser um fator limitante ao cultivo do arroz irrigado, desde que sejam utilizadas as cultivares indicadas pela pesquisa e sejam observadas as épocas recomendadas de semeadura. Isso porque, no processo de adaptação e/ou criação de novas cultivares, são selecionadas aquelas que apresentam comprimentos de ciclo compatíveis com as características fotoperiódicas da região. Entretanto, o fotoperíodo pode ser um fator limitante, quando se pretende produzir arroz fora das épocas tradicionais de cultivo ou quando são utilizadas, sem a devida adaptação, cultivares provenientes de locais com latitudes muito distintas.

### **Temperatura**

#### *Exigências nas distintas fases fenológicas da planta*

A temperatura é um dos elementos climáticos de maior importância para o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura do arroz. Assim, cada fase fenológica tem as suas temperaturas críticas ótima, mínima e máxima (Tabela 1).

A temperatura ótima para o desenvolvimento do arroz situa-se entre 20 e 35°C, sendo esta faixa a ideal para a germinação, de 30 a 33°C para a floração e de 20 a 25°C para a maturação (Tabela 1). O arroz não tolera temperaturas excessivamente baixas nem excessivamente altas. Entretanto, a sensibilidade da cultura varia, tanto para uma como para a outra, em função da fase fenológica.

A planta é mais sensível às baixas temperaturas na fase de pré-floração ou, mais especificamente, na microsporogênese. Para fins práticos, considera-se que o período de 14 a 7 dias antes da emissão das panículas, período esse conhecido como emborrachamento, é o mais sensível às baixas temperaturas. A segunda fase mais sensível é a floração. A faixa crítica de temperatura para induzir esterilidade no arroz é de 15 a 17°C, para os genótipos tolerantes ao frio, e de 17°C a 19°C para os mais sensíveis. Os genótipos respondem diferentemente em relação à tolerância ao frio, sendo que, em geral, as cultivares do grupo *Japonica* são mais tolerantes do que as do grupo *Indica*.

A ocorrência de altas temperaturas diurnas (superiores a 35°C) também pode causar esterilidade das espiguetas. A fase mais sensível do arroz a altas temperaturas é a floração. A segunda fase de maior sensibilidade é a pré-floração ou, mais especificamente, cerca de nove dias antes da emissão das panículas. Da mesma forma que para temperaturas baixas, há grandes diferenças entre genótipos quanto à tolerância a temperaturas altas.

### Soma térmica ou graus-dia

Para cultivares insensíveis ao fotoperíodo, assumindo-se um suprimento adequado de água, a duração do período da emergência à floração é determinada, fundamentalmente, pela temperatura do ar. Um dos conceitos mais importantes para caracterizar o desenvolvimento da cultura do arroz é a **soma térmica** ou **graus-dia**. Esse conceito expressa a disponibilidade energética do meio e pode ser caracterizado como o acúmulo diário de temperaturas que se situam acima da condição mínima e abaixo da máxima exigida pela planta. O método utilizado para caracterizar as exigências térmicas da cultura pode ser expresso da seguinte forma:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_m - T_b)$$

onde: **GD** são os graus-dia acumulados no período; **T<sub>m</sub>** é a temperatura média diária (°C); **T<sub>b</sub>** é a temperatura base; e **n** o número de dias do período considerado.

Uma vez definida a temperatura base para uma determinada cultivar, ou grupo de cultivares, é possível estimar-se, climatologicamente, a época em

que determinada fase da planta irá ocorrer, a partir de séries históricas de temperatura média de uma determinada localidade ou região. Essa informação é muito importante para o planejamento das práticas culturais a serem executadas. No RS, este método tem sido usado para estimar a data provável do início da diferenciação da panícula (IDP), ou "ponto de algodão", visando a adubação nitrogenada de cobertura. Nos Estados Unidos da América do Norte, um programa de microcomputador chamado "DD50" tem sido usado, com muito sucesso, para planejar as principais práticas culturais a serem desenvolvidas durante o ciclo da cultura.

### **Características do regime térmico nas principais regiões produtoras, influência na produtividade e práticas para minimizar o impacto**

Dentre as distintas regiões produtoras de arroz irrigado no Brasil, o estado do RS é, seguramente, onde a ocorrência de baixas temperaturas exerce a maior influência na produtividade da cultura, podendo causar decréscimos superiores a 25% e, em algumas situações, até 50%. A sua influência mais marcante ocorre na germinação, na emergência das plântulas e, principalmente, durante a fase reprodutiva.

A ocorrência de chuvas no final de setembro ou início de outubro, além de dificultar o preparo do solo para a implantação da cultura do arroz, contribui para diminuir a temperatura do solo e do ar. Devido a isso, a germinação da semente e/ou a emergência das plântulas pode ser retardada em mais de 20 dias, notadamente nas cultivares mais sensíveis. Em geral, as folhas das plântulas tornam-se cloróticas e apresentam uma taxa de crescimento muito baixa.

Esse problema pode ser agravado caso se pretenda antecipar a semeadura. A recomendação da pesquisa é que, na medida do possível, sejam utilizadas cultivares com um bom vigor inicial e que a semeadura seja iniciada quando a temperatura do solo, a 5cm de profundidade, for maior ou igual a 20°C. Semeaduras efetuadas com temperaturas inferiores a 20°C podem favorecer o desenvolvimento de algumas invasoras, como o capim-arroz (*Echinochloa crusgalli*), por exemplo, pela sua maior tolerância ao frio e maior rapidez na emergência, em relação ao arroz.

Um dos problemas mais sérios da cultura é a ocorrência de baixas temperaturas durante o período reprodutivo. A Figura 1 mostra a probabilidade de ocorrência de três ou mais dias com temperatura mínima do ar menor ou igual a 15°C, nos decêndios dos meses de dezembro a março, em oito localidades representativas das principais regiões produtoras do RS. Ela indica que o período de menor risco de ocorrência de dessa temperatura

compreende os decêndios dos meses de janeiro e fevereiro, e o 1º decêndio de março, mas há uma variabilidade acentuada entre as localidades. A espacialização desses dados com os de outras 11 localidades é indicada nas Figuras 2 e 3.

As Figuras 2 e 3 mostram que as áreas de menores riscos (classe 1) compreendem as regiões do Litoral e das Grandes Lagoas, excetuando-se as suas partes mais ao sul, a Depressão Central e a região São Borja-Itaqui, que doravante será denominada Fronteira Oeste, incluindo, também, a região de Uruguaiana, pela sua importância na produção de arroz. A parte sul das regiões Litoral e das Grandes Lagoas, e a região da Campanha apresentam níveis intermediários de risco, pois há predomínio da classe 2. Os riscos são mais acentuados na Serra do Sudeste (classe 3) devido à maior altitude dessa região. Situação semelhante ocorre nas áreas de maior altitude das "Coxilhas da Superfície do Planalto", situadas a oeste de Santana do Livramento. Nessas áreas de maior altitude, a julgar pela abrangência da classe 3, os riscos são menos acentuados no terceiro decêndio de janeiro (Figura 2f) e no segundo e terceiro decêndios de fevereiro (Figuras 3b e 3c).

O risco de ocorrência de  $t \leq 15^{\circ}\text{C}$  é mais acentuado nos decêndios do mês de dezembro (Figura 2a,b,c) e no 2º e 3º decêndios de março (Figura 3e,f). Nesses decêndios, predominam as classes 3 e 4, ocorrendo, inclusive, a classe 5 nas áreas de maior altitude.

Dentre as principais recomendações da pesquisa para amenizar o problema do frio estão: 1) não semear antes da temperatura média diária do solo, a 5cm de profundidade, atingir em torno de  $20^{\circ}\text{C}$ ; 2) usar cultivares mais tolerantes, principalmente nas regiões mais problemáticas; 3) efetuar a semeadura de modo que as fases críticas da planta coincidam com os períodos de menor probabilidade de ocorrência do frio; 4) elevar o nível de água na lavoura para 20 a 25cm, por aproximadamente 15 dias, durante a fase mais sensível às baixas temperaturas. Essa prática, que é também conhecida por "afogamento" é recomendada pelo efeito termorregulador da água que, se estagnada, pode atingir até  $6^{\circ}\text{C}$  a mais que a temperatura ambiente, durante a noite, e de 1 a  $2^{\circ}\text{C}$  durante o dia.

## **Radiação Solar**

### **Exigência nas distintas fases fenológicas da planta**

A radiação solar de onda curta (0,3 a 3 micra m), que atinge a superfície da terra, também conhecida como *radiação global*, é formada por dois componentes: a *radiação direta* (fração da radiação global que não

interagiu com a atmosfera) e a **radiação difusa** (fração da radiação global que interagiu com os constituintes da atmosfera e foi re-irradiada em todas as direções). A proporção da radiação difusa em relação à global é máxima nos instantes próximos ao nascer e ao pôr-do-sol, e nos dias completamente nublados, quando toda a radiação global é difusa.

No processo de fotossíntese, as plantas utilizam apenas uma fração da radiação incidente, no comprimento de onda entre 0,4 e 0,7m, denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). A RFA pode ser considerada como sendo de aproximadamente 50% da radiação global incidente.

A exigência de radiação solar pela cultura do arroz varia de uma fase fenológica para a outra, sendo as fases reprodutiva e de maturação as mais importantes. Vários estudos mostram que, nessas fases, há uma relação linear positiva entre essa variável e a produção de grãos. Em termos práticos, esse período ocorre entre três semanas antes a três semanas após o início da floração.

### **Disponibilidade de radiação solar e produtividade do arroz irrigado**

Estudos realizados no RS mostram que a produtividade do arroz irrigado é altamente influenciada pela radiação solar.

A Figura 4 mostra que a disponibilidade média de radiação solar é variável nas distintas regiões produtoras, sendo que os níveis mais altos são observados na Zona Sul e na Fronteira Oeste. Essa é, seguramente, uma das razões pelas quais os rendimentos médios na Fronteira Oeste são, geralmente, superiores aos obtidos nas demais regiões do Estado. Na Zona Sul, onde Santa Vitória do Palmar é o município de maior importância na produção de arroz, altos rendimentos são obtidos em anos em que não há ocorrência de frio.

### **Chuva e necessidade de água**

#### **Consumo de água do arroz irrigado**

A evapotranspiração representa cerca de 70% da necessidade de água para a irrigação. Estudos realizados mostram que a evapotranspiração média diária normal do arroz, no período em que é praticada a irrigação por inundação, varia de 6,7 a 7,7 mm. A necessidade de água para a irrigação do arroz depende da evapotranspiração, da quantidade de chuva ocorrida e da época de semeadura, variando de 655,4 mm, em Uruguaiana, a 801,6 mm, em Santa Vitória do Palmar, para semeaduras de 15 de setembro e 15 de novembro, respectivamente, em um sistema estático de irrigação por inundação. Os dados

mostram que a quantidade de água necessária para a irrigação no sistema estático (água parada) é de apenas 42% dos dois litros por segundo e por hectare, utilizados pelos orizicultores no sistema dinâmico (água corrente). Os autores sugerem que poderia haver uma boa economia de água se fosse utilizado o sistema estático, ou uma combinação de ambos, de acordo com a temperatura da água da lavoura.

O consumo de água durante o ciclo de uma cultivar de ciclo médio, é maior no sistema de cultivo Convencional (741,5mm) em relação ao Pré-germinado (723,3mm) e ao Direto (694,5mm). Os valores de vazão média são inferiores aos obtidos por outros autores, o que foi atribuído à sistematização do solo, a qual permitiu melhorar o manejo da irrigação e reduzir as perdas.

Estudos sobre o efeito de diversos métodos de preparo do solo para o sistema pré-germinado, em Santa Catarina, mostraram os seguintes resultados: a) o consumo de água durante o ciclo da cultivar EMPASC 104 variou de 570,1mm a 797,2mm, para os tratamentos com formação de lama, sendo o consumo médio de 681,2mm; b) para o tratamento com semeadura em solo seco, o consumo de água durante o ciclo foi de 834,4mm; portanto, 22% superior ao consumo médio dos tratamentos com formação de lama.

### **Influência da chuva no suprimento de água para a irrigação**

No RS, os totais médios anuais de chuva variam de 1.168 a 2.468 mm, sendo que, na maior parte das regiões produtoras de arroz irrigado, a quantidade de chuva é inferior a 1.400 mm. Em geral, os meses de maio, junho e setembro são os mais chuvosos, e os de novembro, dezembro e fevereiro, os menos chuvosos.

Estudos mostram que, em sete localidades representativas das principais regiões produtoras de arroz do RS, considerando-se três épocas de semeadura, a precipitação pluvial durante o período de irrigação corresponde, em média, a 46% do total da água consumida pela evapotranspiração.

A quantidade de chuva ocorrida durante o ano é, em geral, suficiente para repor o volume dos mananciais de água de irrigação (lagoas, açudes e rios). Entretanto, em alguns anos, a ocorrência do fenômeno La Niña provoca estiagens em agosto e setembro. Com isso, dependendo da severidade da deficiência hídrica, há falta de água para irrigar as lavouras de arroz.

### **Influência de outros fatores climáticos**

Os fatores previamente citados são os que mais afetam a produtividade do arroz irrigado. Entretanto, existem outros que também podem causar danos

consideráveis, dependendo da sua intensidade, da época de ocorrência e da área de abrangência. Dentre esses, destacam-se o granizo, os vendavais, as chuvas excessivas e as estiagens prolongadas. As chuvas excessivas podem afetar a implantação e a colheita das lavouras, bem como causar prejuízos devido a inundação das mesmas. As estiagens prolongadas podem afetar a implantação das lavouras e o suprimento de água para a irrigação.

Da mesma forma, existem alguns fatores tais como umidade relativa do ar, nebulosidade, orvalho, temperatura e o vento que afetam indiretamente a cultura, devido a sua influência na ocorrência e disseminação de doenças e pragas.

## **influência dos fenômenos "El Niño" e "La Niña"**

### **Origem e frequência de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña**

O El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala, cuja região de origem é situada no Oceano Pacífico Tropical. Ele é formado por dois componentes: um de natureza oceânica (El Niño), associado a mudanças na temperatura das águas e outro de natureza atmosférica (Oscilação Sul), relacionado à correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste desse Oceano. Destacam-se as anomalias climáticas extremas relacionadas com as fases quente (El Niño) e fria (La Niña). O ENOS é a principal fonte conhecida de variabilidade climática, trazendo conseqüências para diversas regiões do globo. A região sul do Brasil é caracterizada por excesso de chuvas em anos de El Niño e estiagem em anos de La Niña. Nos últimos 103 anos, ou seja, no período de 1900 a 2002, ocorreram 30 eventos "El Niño" e 21 eventos "La Niña". Portanto, esses fenômenos ocorreram em aproximadamente 50% dos anos.

### **Impacto dos fenômenos El Niño e La Niña nas variáveis climáticas**

O ENOS provoca anomalias climáticas em várias regiões do mundo. Na região sul do Brasil, a fase quente do ENOS (El Niño) manifesta-se na forma de excesso de chuva durante a primavera e início do verão, e a sua fase fria (La Niña) provoca estiagens (seca) nesse mesmo período.

No RS, a média de precipitação pluviométrica mensal durante eventos ENOS é distinta conforme a fase do fenômeno. Na fase fria, a ocorrência de precipitação é inferior à média climatológica e muito inferior à precipitação

média observada durante a fase quente do ENOS, em dois períodos distintos. O período de maior intensidade de influência do fenômeno, para ambas as fases, sobre a precipitação média do Estado, foi de outubro a dezembro, principalmente em outubro e novembro. Em menor intensidade, observou-se influência também no período de abril a junho, principalmente em maio e junho. Esses dois períodos são muito importantes para o arroz irrigado. Em outubro, novembro e dezembro, a cultura encontra-se nas fases de estabelecimento e desenvolvimento. Precipitação pluviométrica muito abaixo da média climatológica, embora facilite a entrada das máquinas para a semeadura, pode exigir a utilização de "banhos" para promover a germinação, aumentando os custos com irrigação e controle de invasoras. Por outro lado, chuvas muito acima da média climatológica podem atrapalhar a implantação da lavoura, devido a diminuição do número de dias favoráveis para uso de máquinas e equipamentos para a semeadura.

O segundo período de influência do ENOS (abril e maio) coincide com a maturação e colheita do arroz irrigado. Nesse período, precipitação pluviométrica acima da média climatológica prejudica, ao passo que precipitação abaixo da média é benéfica.

Um estudo feito no RS sobre a influência do ENOS na ocorrência de temperaturas prejudiciais ao arroz irrigado (temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C) mostrou que: a) o mês de dezembro é o que apresenta a maior diferença entre os anos de El Niño e La Niña sendo que, em média, neste mês, ocorre um dia a mais com temperaturas prejudiciais ao arroz nos anos de La Niña em relação aos outros anos; b) no mês de janeiro, em média tanto os anos de El Niño como os de La Niña proporcionam menor ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais ao arroz, quando comparados aos anos neutros; c) no mês de fevereiro não se observa diferença entre os eventos e os anos neutros; d) no mês de março os eventos El Niño apresentam leve tendência de, em média, provocarem maior número de dias com temperaturas mínimas do ar prejudiciais ao arroz.

O mesmo estudo indicado anteriormente mostrou que a tendência a baixas produtividades, verificadas em anos de El Niño, pode ser explicada principalmente pelos baixos índices de insolação relativa (número de horas de sol registrado em relação ao número máximo possível de horas de sol) verificados em todo o período de cultivo, sobretudo no mês de fevereiro, quando grande parte das lavouras encontra-se nas fases de floração e/ou enchimento de grãos, muito sensíveis à baixa disponibilidade de radiação solar. Por outro lado, a tendência de altos rendimentos verificada nos anos de La Niña pode ser creditada, em parte, aos maiores índices de insolação relativa nos meses de primavera, fato que favorece a semeadura dentro da época recomendada e o estabelecimento da cultura, além de aumentar a eficiência da adubação de cobertura.

Um estudo realizado na região de Pelotas, RS, mostrou que a ocorrência do El Niño diminuiu a necessidade de irrigação do arroz, no período de dezembro a fevereiro, em média 4,3%. Nos eventos mais fortes a diminuição foi de 36,5%, em média. A ocorrência do La Niña aumentou a necessidade de irrigação do arroz, de dezembro a fevereiro, em média 9,0%, sendo que, nos eventos mais fortes, o aumento foi de 43,8%, em média.

### **Impacto dos fenômenos El Niño e La Niña na produtividade do arroz irrigado**

No Rio Grande do Sul, os eventos El Niño são desfavoráveis para a cultura do arroz irrigado em 53% dos casos (Tabela 2). Isso é causado pelo excesso de chuvas, principalmente nos meses de primavera, que contribui para o atraso da semeadura e, em alguns casos, provocam perda de lavouras devido a enchentes.

Os eventos La Niña são favoráveis à cultura do arroz irrigado em 60% dos casos (Tabela 2). Esses resultados são explicados, em parte, pela redução das chuvas, principalmente nos meses de primavera, que favorece a semeadura e o desenvolvimento da cultura, bem como a eficiência da adubação nitrogenada de cobertura. Os anos neutros, em 62% dos casos, são benéficos para o arroz irrigado (Tabela 2).

Analisando-se o impacto desses fenômenos nas distintas regiões produtoras do Estado, verifica-se que para os eventos El Niño, em média, a Campanha, a Planície Costeira Interna à Lagoa dos Patos, a Planície Costeira Externa à Lagoa dos Patos e a Zona Sul são prejudicadas pelo fenômeno, enquanto que a Fronteira Oeste é levemente favorecida (59% dos anos) e a Depressão Central não é afetada pelo fenômeno, em termos de produtividade do arroz irrigado.

A análise do impacto dos eventos La Niña mostra que quatro das seis regiões são beneficiadas pelos mesmos, sendo que somente a Planície Costeira Externa à Lagoa dos Patos e a Zona Sul são prejudicadas pelo fenômeno (Tabela 2).

### **Medidas para minimizar o impacto dos fenômenos El Niño e La Niña na lavoura de arroz irrigado**

#### **Medidas para minimizar o impacto em anos de El Niño**

Apesar do El Niño afetar diferentemente as regiões produtoras de arroz e causar danos variáveis de acordo com a sua intensidade, uma série de medidas podem ser tomadas visando diminuir o impacto negativo. As medidas que têm sido recomendadas são as seguintes:

a) manter desobstruídas valas de drenagem, bueiros e vertedouros de açudes; b) supervisionar terraços e canais de escoamento para evitar pontos de ruptura; c) preparar com antecedência toda a estrutura necessária para a semeadura (máquinas, equipamentos, insumos...), pois, o excesso de chuva pode diminuir o número de dias viáveis para efetuar a semeadura dentro do período preferencial, recomendado pelo Zoneamento Agrícola; d) dar preferência para os sistemas de cultivo em que a semeadura seja menos afetada pela chuva tais como a semeadura direta, o pré-germinado e o transplante de mudas; e) evitar a semeadura em áreas sujeitas a inundações; f) preferir cultivares de ciclo precoce, particularmente para as semeaduras de final do período recomendado, visando escapar do frio nas fases críticas da planta (pré-floração e floração); g) dar especial atenção ao controle de doenças, em particular a brusone, pois, dias chuvosos ou encobertos a favorecem; h) lembrar que a possível baixa luminosidade não dará resposta a altas doses de adubação nitrogenada; i) preparar as colheitadeiras com antecedência de modo que a colheita seja feita no menor tempo possível e j) efetuar o seguro agrícola.

### **Medidas para minimizar o impacto em anos de La Niña**

As medidas que têm sido recomendadas são as seguintes:

a) evitar o esvaziamento dos açudes, pois a quantidade de chuva pode não ser suficiente para enchê-los novamente; b) dimensionar a área a ser semeada de acordo com a disponibilidade de água; c) racionalizar o uso da água. Manejar a água com o mínimo de circulação entre os quadros, evitando o desperdício; d) dar preferência aos sistemas de semeadura direta, cultivo mínimo, pré-germinado e mix, ao sistema convencional; e) no sistema convencional, evitar semeaduras superficiais; f) evitar banhos, principalmente nos sistemas de semeadura direta e cultivo mínimo, pois essa prática favorece a ocorrência de invasoras. g) observar, com cautela, a aplicação de herbicidas em relação ao teor de umidade do solo, para maior eficiência dos mesmos; h) observar as épocas de semeadura recomendadas pelo Zoneamento Agrícola; i) começar a semear no início do período recomendado pelo Zoneamento Agrícola, de modo que as fases críticas da planta à radiação solar coincidam com períodos de maior disponibilidade de energia solar, normalmente verificados em anos de La Niña; j) escalonar as épocas de semeadura, utilizando cultivares de ciclos diferentes; k) semear primeiro as cultivares de ciclo médio e depois as de ciclo curto e l) efetuar o seguro agrícola.

É importante que os produtores de arroz irrigado considerem os prognósticos de ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña no planejamento das suas lavouras e utilizem as recomendações previamente citadas. Deve-se relembrar

que no período de 1900 a 2002, ou seja, nos últimos 103 anos, ocorreram 30 eventos "El Niño" e 21 eventos "La Niña". Portanto, esses fenômenos ocorreram em aproximadamente 50% dos anos e vão continuar ocorrendo no futuro. Isso recomenda que os produtores devem aprender a conviver com esses fenômenos, aproveitando o que eles tem de bom e procurando minimizar os seus impactos negativos.

## **Zoneamento agroclimático para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**

O Zoneamento Agroclimático é uma ferramenta de grande utilidade para o planejamento da lavoura de arroz irrigado, pois ele permite minimizar o impacto negativo do clima e, ao mesmo tempo, explorar as suas potencialidades nas distintas regiões de cultivo. O Zoneamento Agroclimático do arroz irrigado e de outras culturas passou a ser utilizado como instrumento de política agrícola a partir de 1995 com a implantação do Projeto de Redução de Riscos Climáticos na Agricultura, que originou o Zoneamento Agrícola do Brasil, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). No Zoneamento Agrícola, além de definir as regiões mais apropriadas, em termos de clima e solo, são estabelecidos períodos de semeadura em que o risco climático é menor, a nível de município.

Para o RS, foram definidos os períodos de semeadura dos municípios pertencentes às regiões consideradas como "Preferencial" e "Tolerada" pelo zoneamento agroclimático previamente estabelecido. Os critérios utilizados foram os seguintes: a) temperatura do solo, a 5cm de profundidade, maior ou igual a 20°C para definir o decêndio de início da semeadura; b) probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C durante um período de 20 dias, envolvendo as fases de pré-floração e floração; c) disponibilidade de radiação solar num período de 42 dias em torno da floração; d) dados experimentais sobre as datas médias de pré-floração e floração, para cultivares de ciclos médio e precoce, nas diferentes épocas de semeadura. Considerando-se as limitações decorrentes do pequeno número de Estações Meteorológicas, em relação ao número de municípios, optou-se por definir os períodos de semeadura para as doze regiões e suas sub-regiões agroecológicas do Estado, e atribuir esses períodos de semeadura a cada um dos municípios pertencentes a essas sub-regiões.

Os períodos favoráveis de semeadura variam em função das regiões e sub-regiões e do ciclo das cultivares (Figura 5 e Tabela 3). Foram estabelecidos oito grandes grupos de períodos de semeadura, sendo quatro para cultivares de ciclo médio (M) e quatro para cultivares de ciclo precoce (P). Para as cultivares de ciclo médio, o período de semeadura pode estender-se de 21 de setembro a

20 de novembro, nas regiões mais quentes (Fronteira Oeste e Alto Vale do Uruguai), e de 21 de outubro a 20 de novembro nas regiões mais frias (Serra do Nordeste e Planalto Superior). Para as cultivares de ciclo precoce, para essas mesmas regiões, esse período varia, respectivamente, de 11 de outubro a 10 de dezembro e de 1º a 30 de novembro (Figura 5 e Tabela 3).

Baseado nessas informações, foram estabelecidos os períodos de semeadura para todos os municípios enquadrados nas regiões "Preferencial" e "Tolerada" pelo zoneamento climático. Maiores detalhes podem ser obtidos na internet, nos seguintes endereços: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br) e [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)

Para SC, os principais critérios utilizados foram os seguintes: a) início de semeadura no decêndio em que a temperatura média do ar seja superior a 15°C, pelo fato da semeadura ser feita com sementes pré-germinadas; b) caracterização dos períodos favoráveis de semeadura pelo uso do programa de computador ZonExpert 1.0, que simula para períodos de 10 dias, o crescimento e o desenvolvimento da cultura, em função das suas exigências climáticas e os compara com as condições climáticas de cada região; c) a temperatura mínima média, durante as fases de pré-floração e floração, deve ser maior ou igual de 17,6°C; d) as cultivares, para fins de simulação, foram classificadas como de ciclo precoce (110 dias), ciclo médio (120 dias) e ciclo tardio (140 dias).

A análise da Figura 6 e da Tabela 4 mostra que as regiões recomendadas para o cultivo de arroz em SC restringem-se à faixa litorânea e o Vale do Rio Itajaí. Dentro dessa área, é possível identificar cinco regiões distintas: Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte (1); Litoral Centro (2); Litoral Sul e Região Sul (3); Médio Vale do Itajaí (4) e Alto Vale do Itajaí (5). A região do Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte apresenta maior amplitude no período recomendado para todos os ciclos de cultivo estudados, iniciando em 11 de agosto e estendendo-se até 10 de janeiro. Nessa região, a semeadura pode ser iniciada mais cedo, a partir de 11 de agosto para as cultivares de ciclos médio e tardio e a partir de 21 de agosto para as cultivares de ciclo precoce. O período favorável encerra-se em 10 de janeiro para as cultivares precoces, 20 de dezembro para as médias e 10 de dezembro para as tardias.

A Tabela 4 mostra que região Litoral Sul e Região Sul apresenta um período recomendado menos amplo que a região Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte, variando de 1º de setembro a 20 de dezembro, ou seja, o início da época recomendada se dará somente 20 dias depois e terminará 20 dias antes. Já na região do Alto Vale do Itajaí o período recomendado vai de 11 de outubro a 10 de dezembro, com uma amplitude de apenas 60 dias. A menor amplitude dessa região em relação às demais deve-se à sua maior altitude, o que implica em incidência de frio nas fases críticas da cultura. Maiores informações sobre o

zoneamento agrícola do arroz irrigado em Santa Catarina encontram-se na página: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br).

Para atender aos critérios estabelecidos pelo Zoneamento Agrícola, as épocas de semeadura no RS e em SC foram espaçadas de 10 em 10 dias.

O Zoneamento Agrícola vem sendo utilizado como instrumento de Política Agrícola do Governo Federal e como suporte à tomada de decisões no âmbito do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária PROAGRO. A cada ano, no período que antecede o início da safra do arroz e das demais culturas incluídas no Zoneamento Agrícola, são publicadas no Diário Oficial da União as Portarias contendo uma série de informações tais como: cultivares inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), no âmbito do Zoneamento Agrícola; épocas recomendadas de semeadura em nível de município e tipos de solo aptos para o plantio. As informações do Zoneamento Agrícola estão sendo amplamente divulgadas, através de publicações e via Internet, às associações de produtores, entidades de assistência técnica e extensão rural, agentes financeiros, cooperativas, secretarias de agricultura e entidades públicas e privadas, de modo que este instrumento de avanço tecnológico possa ser adotado e, a curto prazo, trazer benefícios diretos aos agricultores que dele se utilizam. Para maiores informações sobre o Zoneamento Agrícola, consulte a página: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)

## Referências Bibliográficas

ASSIS, F.N. de; MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 7, p. 797-800, 1989.

ASSAD, E.D. Metodologias para zoneamento de riscos climáticos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. p. 79-85.

BERNARDES, B.C. Irrigação do arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 10, n. 17, p. 371-382, 1956.

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; GRAVE, R.A.; DIDONET, I.A.; STEINMETZ, S. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz na região de Depressão Central, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 1-9, 1998.

CAMPOS, C.R.J. de; STEINMETZ, S.; C. Aspectos sinóticos da ocorrência de temperaturas baixas durante a fase reprodutiva do arroz irrigado na região sul do Rio Grande do Sul: Estudo de casos. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 121-133, junho, 2001.

CARMONA, L. de C. **Efeitos associados aos fenômenos El Niño e La Niña no rendimento do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul**. 2001. 77 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CUNHA, G.R. da. El Niño Oscilação Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.

CPTEC.INPE. Tabela de anos El Niño/La Niña. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/products/lanitabp.html>. Acesso em 11 jun. 2003.

EBERHARDT, D.S. Consumo de água em lavoura de arroz irrigado sob diversos métodos de preparo do solo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20., 1993, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1993. p. 173-176. (EMBRAPA-CPACT. Documentos, 1).

EMBRAPA (Brasília, DF). **Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada: região sul**. Brasília: Embrapa-DEP, 1988. 208 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. EPAGRI. Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis. EPAGRI, 1999, 1 CD-ROM.

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.

GALVANI, E. & PEREIRA, A.R. El Niño Oscilação Sul (ENOS), quantificação e classificação da intensidade do fenômeno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p. 280-282.

GRIMM, A.M.; TELEGINSKI, S.E.; COSTA, S.M.S. da.; FERLIZI, P.G. Anomalias de precipitação no sul do Brasil em eventos La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão. Os benefícios das modernas técnicas de previsão do tempo e clima para as atividades socioeconômicas: **Anais...** Campos do Jordão, SBMET/INPE, v. 2, p. 1113-1117, 1996a.

GRIMM, A.M.; TELEGINSKI, S.E.; FREITAS, E.D. de; COSTA, S.M.S. da.; FERLIZI, P.G.; GOMES, J. Anomalias de precipitação no sul do Brasil em El Niño. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, SBMET/INPE, v. 2, p. 1098-1102, 1996b.

INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da; ASSIS, F.N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 187-191, 1998.

KWON, Y.W.; KIM, D.S.; PARK, S.W. Effect of soil temperature on the emergence-speed of rice and barnyardgrasses under dry direct-seeding conditions. **Korean Journal of Weed Science**, v. 16, n. 2, p. 81-87, 1996.

MARCOLIN, E. CORRÊA, N.I.; LOPES, M.S.; MACEDO, V.R.M.; MARQUES, J.B.B. Determinação do consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado. CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 263-265.

MONTEITH, J.L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 9, p. 747-766, 1972.

MOTA, F.S. da. Influência da radiação solar e do "frio" no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 47, n. 413, p. 22-23, 1994.

MOTA, F.S. da. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre o rendimento e a necessidade de irrigação do arroz na região de Pelotas (RS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 169-172.

MOTA, F.S. da; ALVES, E.G.P.; BECKER, C.T. Informação climática para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 43, n. 392, p. 3-6, 1990.

MOTA, F.S.; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J.C.; MOTTA, W.A.; WESTPHALEN, S.L. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas:IPEAS, 1974. v. 2, 122 p. (IPEAS. Circular Técnica, 50)

MOTA, F.S. da; ZAHLER, P.J.M. **Clima, agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Mundial, 1994. p. 23-30.

MUELLER, S. **Influência da adubação nitrogenada sobre o rendimento e outros parâmetros de três cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1980. 191 p.

NETTO, J.A.; STEINMETZ, S. Caracterização das massas de ar em relação à ocorrência de frio durante o período reprodutivo do arroz na região de Pelotas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande: SBA, 1995. p. 202-203.

NISHIYAMA, I.; ITO, N.; HAYASE, H.; SATAKE, T. Protecting effect of temperature and depth of irrigation water from sterility caused by cooling treatment at the meiotic stage of rice plants. **Proceedings of the Crop Science Society of Japan**. v. 38, n. 3, p. 554-555, 1969.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PEDROSO, B.A. Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares. Porto Alegre: Sagra, 1982. 175 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1994. 2v.

ROSSETTI, L.A. Seguridade e zoneamento agrícola no Brasil. Novos rumos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 57-78.

SACHET, Z.P. **Consumo de água de duas cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em três tratamentos de irrigação**. 1977. 90p. Dissertação Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.

SATAKE, T. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p. 281-300.

STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N. de; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. Regionalização do risco de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz no estado do Rio Grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 79-91, junho, 2001a.

STEINMETZ, S.; ASSIS, F.N. de; BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; DIDONÉ, I.A. OLIVEIRA, H.T. de; SIMONETI, C. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz em distintas regiões produtoras do estado do Rio Grande do Sul. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 63-77, junho, 2001b.

STEINMETZ, S.; BRAGA H.J. Zoneamento de épocas de semeadura para o arroz irrigado nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 429-438, 2001c.

STEINMETZ, S.; INFELD, J.A.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; OLIVEIRA, J.C.S. de; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001d. 31 p. Versão 3. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).

STEINMETZ, S. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña na ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais ao arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999. p. 185-188.

TERRES, A.L.; GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas e Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 83-94.

TERRES, A.L.; RIBEIRO, A.S.; MACHADO, M.O. Progress in breeding for cold-tolerant semidwarf rice in Rio Grande do Sul, Brazil. In: TEMPERATE RICE CONFERENCE, 1994, Yanco. **Proceedings...** Riverina: Charles Sturt University, 1994. v. 1, p. 43-50.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.

YOSHIDA, S.; PARAO, F.T. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p. 471-494.

**Tabela 1.** Temperaturas críticas mínima, máxima e ótima para o crescimento e o desenvolvimento do arroz.

Fases de Desenvolvimento	Temperatura crítica ( °C ) <sup>1</sup>		
	Mínima	Máxima	Ótima
Germinação	10	45	20-35
Emergência e estabelecimento da plântula	12-13	35	25-30
Desenvolvimento da raiz	16	35	25-28
Alongamento da folha	7-12	45	31
Perfilhamento	9-16	33	25-31
Iniciação do primórdio floral	15	35	25-30
Emergência da panícula	15-20	38	25-28
Antese	22	35	30-33
Maturação	12-18	30	20-25

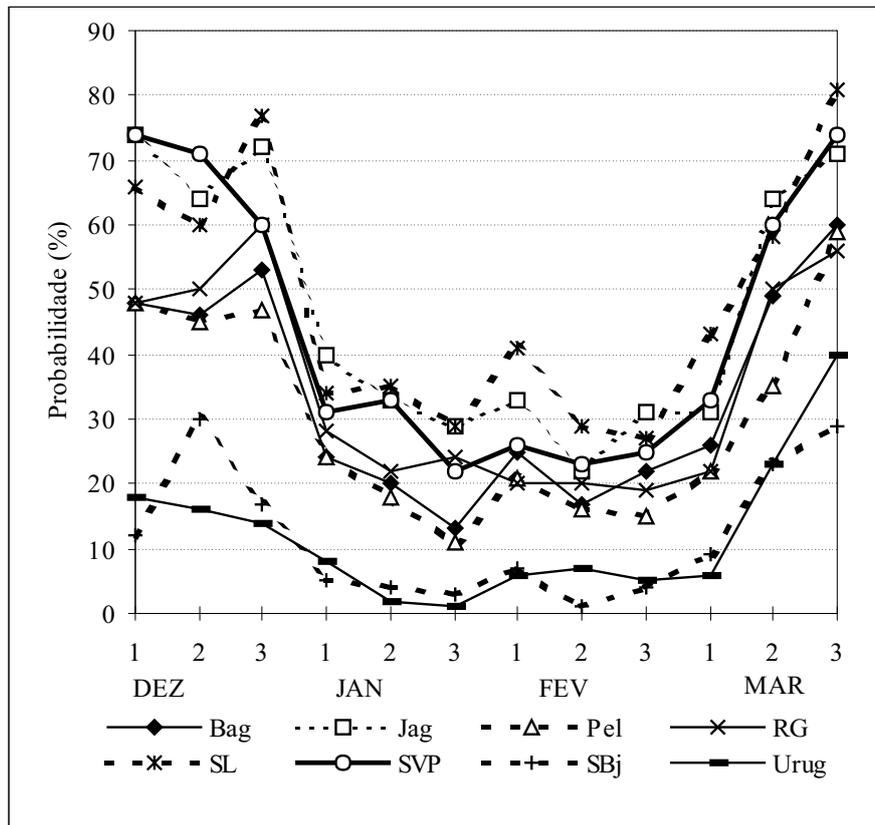
Fonte: Yoshida, 1981

<sup>1</sup> Refere-se à temperatura média diária, com exceção para germinação.

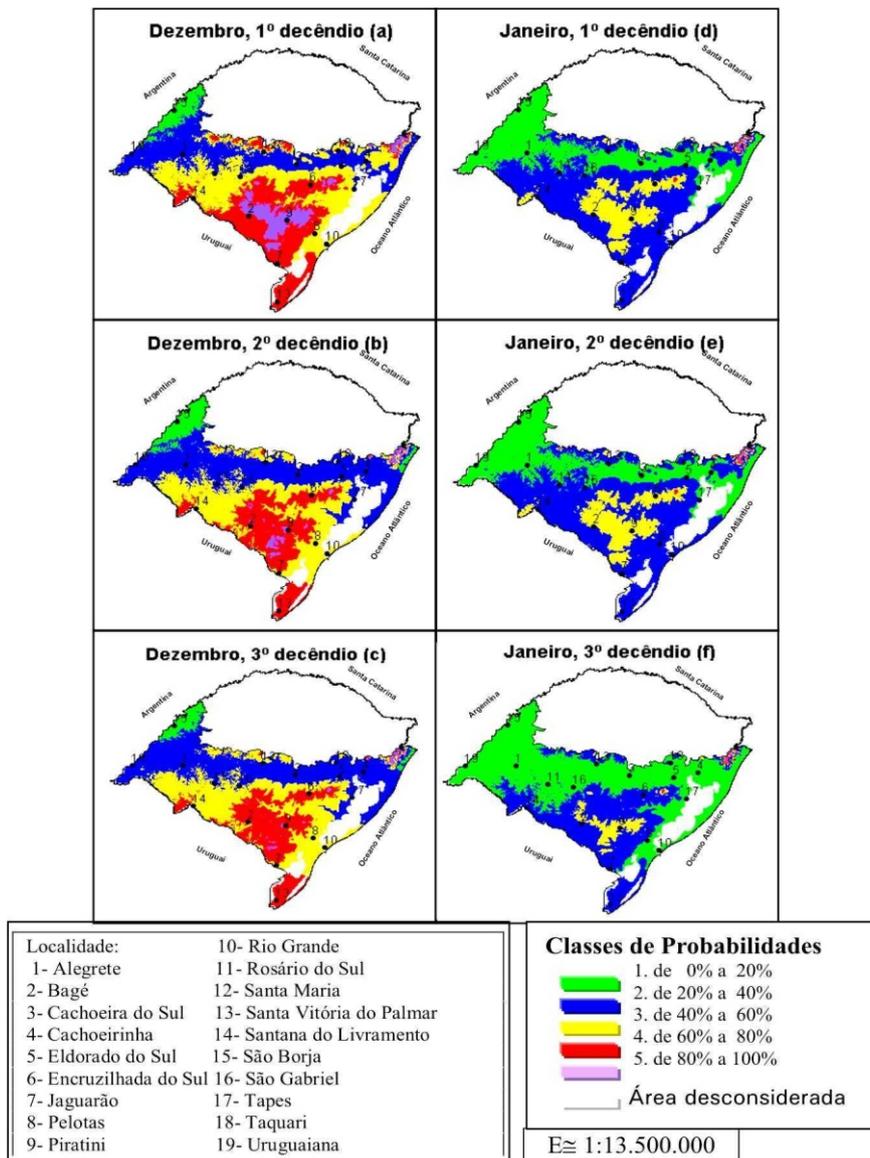
**Tabela 2.** Ocorrência positiva e negativa do desvio da média do rendimento de arroz irrigado, para os anos de El Niño, La Niña e Neutros, período 1944-2000, para as regiões orizícolas do estado do Rio Grande do Sul.

REGIÃO	EL NIÑO		LA NIÑA		NEUTRO	
	+	-	+	-	+	-
1.Fronteira Oeste	10(59%)	7(41%)	8(80%)	2(20%)	13(45%)	16(55%)
2.Campanha	6(35%)	11(65%)	7(70%)	3(30%)	18(64%)	10(36%)
3.Depressão Central	8(50%)	8(50%)	6(60%)	4(40%)	18(62%)	11(38%)
4.Plan. Cost. Int. Lagoa dos Patos	8(47%)	9(53%)	7(70%)	3(30%)	12(41%)	17(59%)
5.Plan. Cost. Ext. Lagoa dos Patos	6(35%)	11(65%)	4(40%)	6(60%)	20(69%)	9(21%)
6.Zona Sul	7(41%)	10(59%)	4(40%)	6(60%)	18(64%)	10(36%)
Rio Grande do Sul	8(47%)	9(53%)	6(60%)	4(40%)	18(62%)	11(38%)

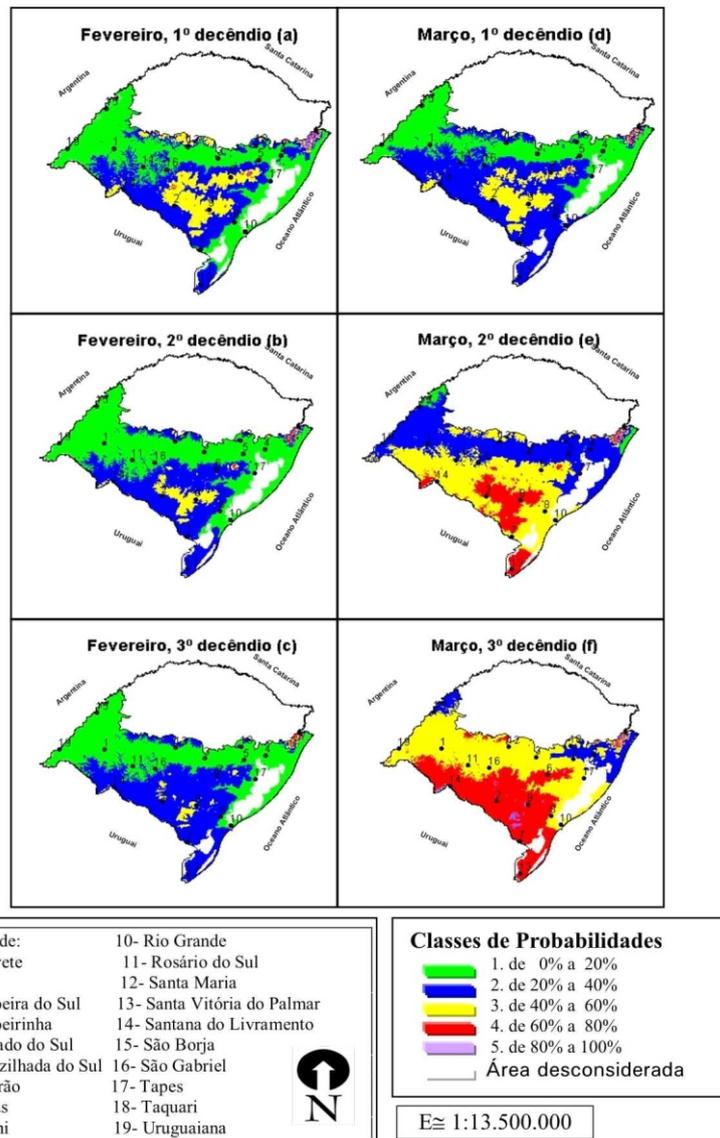
Fonte: Carmona, L. de C. (2001).



**Fig. 1.** Probabilidade de ocorrência de três ou mais dias com temperatura mínima do ar menor ou igual 15°C, nos decêndios de dezembro, janeiro, fevereiro e março, nas localidades de Bagé (Bag), Jaguarão (Jag), Pelotas (Pel), Rio Grande (RG), Santana do Livramento (SL), Santa Vitória do Palmar (SVP), São Borja (SBj) e Uruguaiiana (Urug) RS.  
 Fonte: Steinmetz et al., 2001 b.



**Fig.2.** Regionalização das probabilidades de ocorrência de três ou mais dias com temperatura mínima do ar menor ou igual a 15°C, nos decêndios dos meses de dezembro e janeiro, nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. (Fonte: Steinmetz et al., 2001a).



**Fig. 3.** Regionalização das probabilidades de ocorrência de três ou mais dias com temperatura mínima do ar menor ou igual a 15°C, nos decêndios dos meses de fevereiro e março, nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Fonte: Steinmetz et al., 2001a.

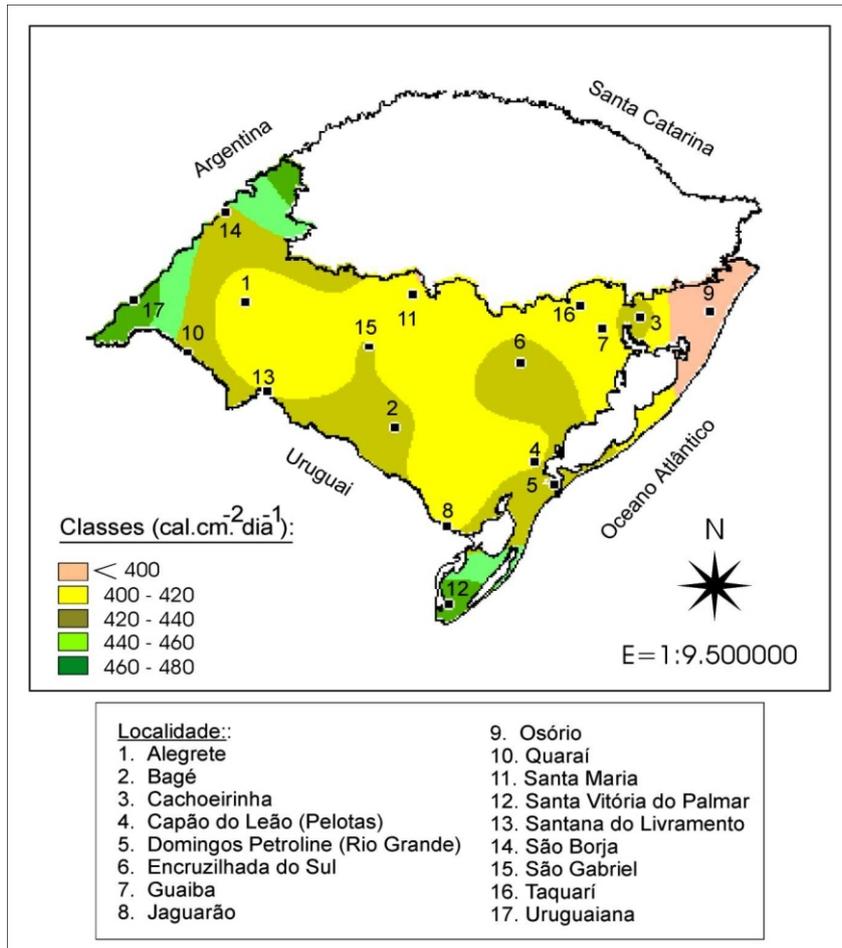
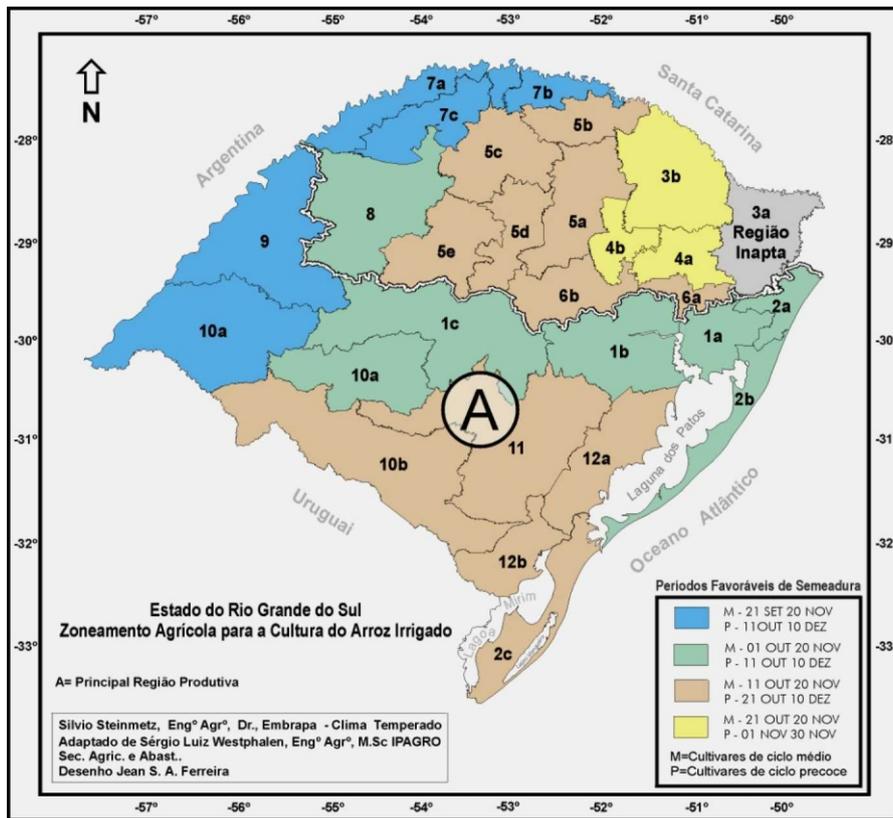


Fig. 4. Níveis de radiação solar global (média de fevereiro e março, exceto para Uruguaiana (janeiro e fevereiro)) na zona arrozeira do Rio Grande do Sul.



**Fig. 5.** Períodos favoráveis de semeadura para cultivares de ciclos precoce e médio de arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul. Os números e as letras indicam as regiões e sub-regiões agroecológicas, como indicado nas Tabela 3. Fonte: Steinmetz & Braga, 2001c.

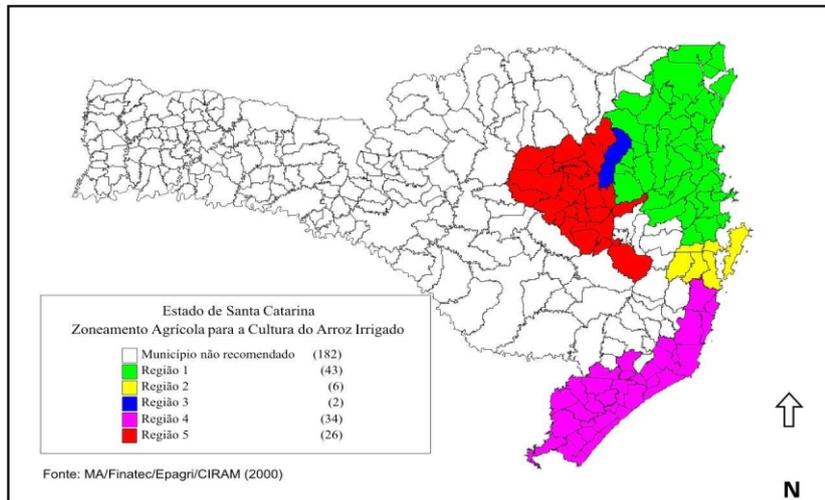
**Tabela 3.** Períodos favoráveis de semeadura para cultivares de arroz irrigado, de ciclos precoce e médio, nas regiões e sub-regiões agroecológicas do Estado do Rio Grande do Sul.

Regiões Agroecológicas		Sub-Regiões Agroecológicas	Períodos Favoráveis de Semeadura	
			Ciclo Precoce	Ciclo Médio
	7- Alto Vale do Uruguai	7a, 7b, 7c	11 de outubro a 10 de dezembro	21 de setembro a 20 de novembro
	9- São Borja - Itaqui 10- Campanha	10ã		
	1- Depressão Central 2- Litoral 3- Missioneira de Santo Ângelo - São Luiz Gonzaga	1a, 1b, 1c 2a, 2b	11 de outubro a 10 de dezembro	01 de outubro a 20 de novembro
	2- Litoral	2c	21 de outubro a 10 de dezembro	11 de outubro a 20 de novembro
	5- Planalto Médio	5a, 5b, 5c, 5d, 5e		
	6- Encosta Inferior da Serra do Nordeste	6a, 6b		
	10- Campanha	10b		
	11- Serra do Sudeste	12a, 12b	01 de novembro a 30 de novembro	21 de outubro a 20 de novembro
	12- Região das Grandes Lagoas			
	3- Planalto Superior	3b	01 de novembro a 30 de novembro	21 de outubro a 20 de novembro
	4- Serra do Nordeste	4a, 4b		
	3- Planalto Superior	3ã	Cultivo não recomendado	

Fonte: Steinmetz & Braga, 2001c.

**Tabela 4.** Períodos favoráveis de semeadura para cultivares de arroz irrigado, de ciclos precoce, médio e tardio no Estado de Santa Catarina.

Regiões		Períodos Favoráveis de Semeadura		
		Ciclo Precoce	Ciclo Médio	Ciclo Tardio
	1 - Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte	21 de agosto a 10 de janeiro	11 de agosto a 20 de dezembro	11 de agosto a 10 de dezembro
	2 - Litoral Centro	11 de setembro a 31 de dezembro	01 de setembro a 10 de dezembro	21 de agosto a 30 de novembro
	3 - Litoral Sul e Região Sul	21 de setembro a 20 de dezembro	11 de setembro a 10 de dezembro	01 de setembro a 20 de novembro
	4 - Médio Vale do Itajaí	21 de setembro a 10 de dezembro	21 de setembro a 30 de novembro	21 de setembro a 20 de novembro
	5 - Alto Vale do Itajaí	11 de outubro a 10 de dezembro	11 de outubro a 30 de novembro	11 de outubro a 20 de novembro



**Fig.6.** Zoneamento agrícola da cultura do arroz irrigado no estado de Santa Catarina. Fonte: Steinmetz & Braga, 2001c.