

## CARACTERIZAÇÃO DO RISCO CLIMÁTICO PARA CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

\* Silvano Carlos da Silva  
\*\* Elza Jacqueline Leite Meireles  
\*\*\* Luciano de Souza Xavier

### Resumo

Foi utilizado um modelo de balanço hídrico para estimar o risco climático por deficiência hídrica a que a cultura de arroz de sequeiro está exposta no estado de Minas Gerais. As regiões de maior e menor risco climático foram caracterizadas no tempo e no espaço, utilizando-se um sistema de informações geográficas. Os resultados mostram que quanto mais se retardar o plantio, maior será o risco climático, e que as regiões situadas no Triângulo Mineiro são as que mais apresentam condição de baixo risco climático.

### Introdução

O arroz constitui um dos alimentos básicos da população brasileira. Em Minas Gerais, o arroz de sequeiro é cultivado, principalmente, em solos de cerrado, concentrando-se mais na região do Triângulo Mineiro e alto Paranaíba, noroeste e sul do estado, com cerca de 60% do total da área (Soares et al., 1989).

A cultura de arroz é bastante exigente em água para o seu desenvolvimento e produção de grãos. O plantio deve ocorrer em épocas que possibilitem à cultura condições climáticas favoráveis.

Em Minas Gerais, a estação chuvosa ocorre de outubro a abril, porém, nesse período, é comum a ocorrência de intervalos sem

chuva que, dependendo da fase de desenvolvimento, pode provocar redução na produção de grãos.

O rendimento de certas cultivares de arroz varia fortemente quando cultivadas em diferentes localidades e estações do ano (Akita, 1995).

Com variação espaço-temporal, diversos elementos do ambiente podem variar, influenciando o desenvolvimento e o rendimento de qualquer cultura.

Para explicar a ação dos elementos climáticos sobre a produção do arroz de sequeiro, é necessário investigar o efeito desses elementos sobre o seu rendimento. Entretanto, neste estudo, o único elemento ambiental limitante à produção do arroz de sequeiro foi a precipitação pluvial, responsável diretamente pela variação da produtividade dessa cultura.

Apesar de a água ser importante durante todo o ciclo de qualquer planta, a maioria das culturas possui períodos críticos, durante os quais a falta de água reduz seus rendimentos.

No caso do arroz de sequeiro, verifica-se que a ocorrência de um período de estresse hídrico durante a fase vegetativa pode reduzir a altura da planta, o número de perfilhos e área foliar, mas a planta pode recuperar-se do atraso no crescimento se a necessidade hídrica for suprida em tempo de permitir uma recuperação da floração (Ioshida & Parao, 1976). Por outro lado,

\* Eng. Agrícola - EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

\*\* Eng. Agrícola - EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

\*\*\* Geógrafo - EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão

se o estresse hídrico ocorrer durante o período reprodutivo de nada adiantará supri-la de água nas fases seguintes, pois o processo é irreversível (Matsushima, 1962). Ainda nessa linha de pesquisa, Pinheiro (1989) cita que as quebras no rendimento são especialmente acentuadas durante o florescimento, devido ao efeito irreversível do estresse hídrico sobre os processos relacionados ao desenvolvimento reprodutivo, resultando em esterilidade e dessecação das espiguetas.

A regionalização dos elementos agroclimáticos que definem a produtividade das culturas, tais como precipitação pluvial, evapotranspiração potencial e outros, exige uma análise mais abrangente tanto no tempo quanto no espaço. Para tanto, recentemente a expansão da utilização de sistemas de informações geográficas (SIG) tem permitido a caracterização espaço-temporal de variáveis ambientais, dentre as quais incluem-se as agroclimáticas.

Os SIGs são, na verdade, segundo Felgueiras (1987), sistemas que automatizam tarefas realizadas manualmente e facilitam a realização de análises complexas, através da integração de dados geocodificados.

Um SIG tem como características principais a capacidade de coletar, armazenar, recuperar e integrar informações provenientes de fontes e formatos distintos, além da disponibilidade de programas informatizados para edição de mapas, textos e gráficos (Marble & Peuquet, 1983).

Enfim, o objetivo deste trabalho é a caracterização do risco climático na cultura de arroz de sequeiro no estado do Minas Gerais em função da diminuição de precipitação pluvial na fase de florescimento – enchimento de grãos.

## Metodologia

Utilizou-se o modelo BIPZON, desenvolvido por Franquin & Forest (1977), para cálculo do balanço hídrico para períodos de cinco dias. Esse modelo foi validado em vários estudos, como mostram os trabalhos de Dancette (1984), Forest & Kalms (1984), Steinmetz et al. (1985), Assad (1986), Silva et al. (1994) e Meireles et al. (1995).

É importante ressaltar que o modelo utilizado considera a cultura do arroz de sequeiro sem limitação nutricional e com o controle adequado de pragas, doenças e invasores.

## Parâmetros de Entrada do Modelo

### Precipitação Pluvial Diária

Foram utilizadas as séries de dados diários de chuva de 331 estações pluviométricas do estado de Minas Gerais, com 15 anos de dados. Essas informações foram fornecidas pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), atual ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

### Capacidade de Armazenamento de Água no Solo

Foram considerados três tipos de solo com diferentes capacidades de armazenamento de água no solo.

- solo tipo 1: solos de baixa capacidade de armazenamento de água (30mm) – areia Quartzosa e solos Aluviais Arenosos;
- solo tipo 2: solos de média capacidade de armazenamento de água (50mm) – Latossolo Vermelho-Escuro (argila < 35%) e Latossolo Vermelho-Amarelo;
- solo tipo 3: solos de alta capacidade de armazenamento de água (70mm) – Podzólicos Vermelho-Amarelos; Podzólicos Vermelho-Escuros (Terra Roxa Estruturada), Cambissolos Roxos e Latossolos Vermelho-Escuros (argila > 35%).

### Coeficiente de Cultura

Foram utilizados dados de coeficiente de cultura para período de cinco dias, obtidos por Steinmetz et al. (1985).

### Evapotranspiração Potencial

A evapotranspiração potencial foi estimada pela equação de Penman.

### Cultivares de Arroz de Sequeiro Estudadas

Foram utilizadas cultivares de ciclo curto (110 dias) e ciclo médio (135 dias). Considerou-se um período crítico (floração-enchimento de grãos) de 35 dias.

Os balanços hídricos foram determinados no período compreendido entre 1º de outubro a 31 de dezembro, considerando-se o primeiro, terceiro e sexto quinquídio de cada mês.

Um dos produtos mais importantes do modelo é a relação  $E_{Tr}/E_{Tm}$  – Evapotranspiração real e Evapotranspiração máxima –, que expressa a quantidade de água que a planta consumiu e a que seria desejada para garantir a sua máxima produtividade.

Para cada localidade foram calculados os valores de  $E_{Tr}/E_{Tm}$  médios da fase de florescimento-enchimento de grãos para cada ano. Uma vez determinados esses valores, efetuou-se uma análise freqüencial para 80% de ocorrência.

Para a caracterização do risco climático ao cultivo do arroz de sequeiro no estado de Minas Gerais, foram estabelecidas três classes de  $E_{Tr}/E_{Tm}$ , segundo Steinmetz et al. (1985):

- $E_{Tr}/E_{Tm} \geq 0,65$ : a cultura do arroz de sequeiro está exposta a um baixo risco climático e a região é favorável;
- $0,65 < E_{Tr}/E_{Tm} < 0,55$ : a cultura do arroz de sequeiro está exposta a um risco climático médio e a região é intermediária;
- $E_{Tr}/E_{Tm} < 0,55$ : a cultura do arroz de sequeiro está exposta a um alto risco climático e a região é desfavorável.

Os valores calculados que definem o risco climático foram espacializados utilizando-se um sistema de informações geográficas (SIG).

Para execução da espacialização foram adotados os seguintes

procedimentos: digitação de arquivos de pontos (em formato ASCII), organização em três colunas com latitude, longitude e valores de relação  $E_{Tr}/E_{Tm}$  com 80% de freqüência de ocorrência; transformação das coordenadas geográficas em coordenadas de projeção cartográfica utilizadas (no caso, projeção policônica); leitura do arquivo de pontos; organização das amostras; geração de uma grade regular (grades retangulares, regularmente espaçadas de pontos, em que o valor da cota de cada ponto é estimado a partir da interpolação de um número de vizinhos mais próximo).

Por se tratar basicamente de uma análise bidimensional, na qual as variações de  $E_{Tr}/E_{Tm}$  foram espacializadas em função do tempo, sendo desconsiderados os efeitos orográficos, o interpolador escolhido foi aquele que mais se aproximou de um resultado linear. Assim, foi selecionado o interpolador que considerou a média dos  $N$  pontos mais próxima por quadrante da grade regular, com peso  $W = 1/d^n$ , sendo o expoente “ $n$ ” definido como 4.

O modulo de conversão compreende as seguintes transformações de formatos: conversão vetor-varredura (geração de uma imagem a partir de dados vetoriais); conversão varredura-vetor (geração de dados poligonais a partir de uma imagem temática); refinamento da grade regular (transformação de uma grade re-

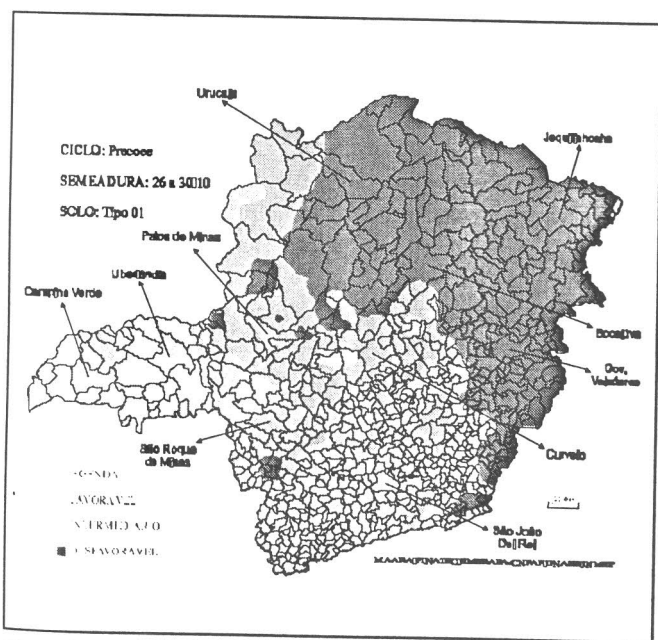


Figura 1 – Especialização do risco climático nas diversas regiões do estado de Minas Gerais para a cultura do arroz de sequeiro, ciclo 110 dias, com 30mm de armazenamento de água no solo e plantio na sexta pênitada de outubro

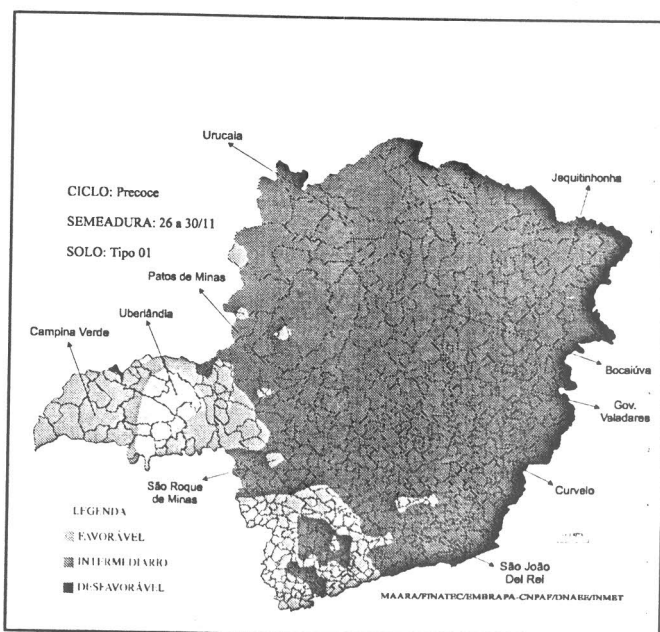
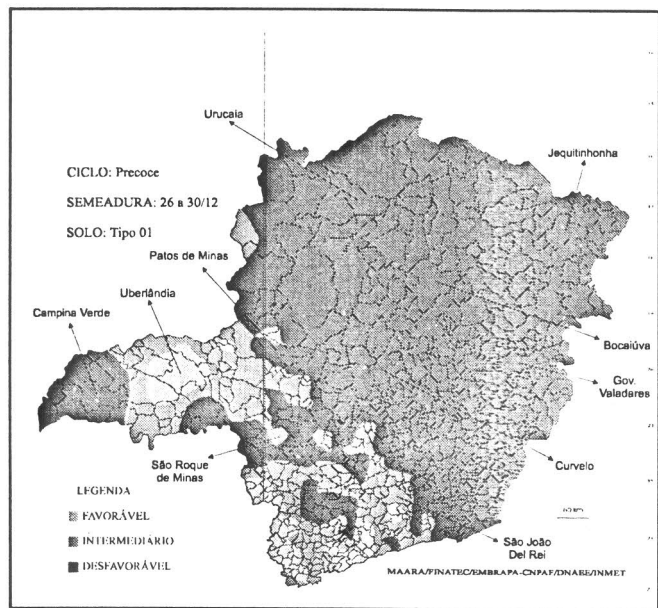


Figura 2 – Especialização do risco climático nas diversas regiões do estado de Minas Gerais para a cultura do arroz de sequeiro, ciclo 110 dias, com 30mm de armazenamento de água no solo e plantio na sexta pênitada de novembro

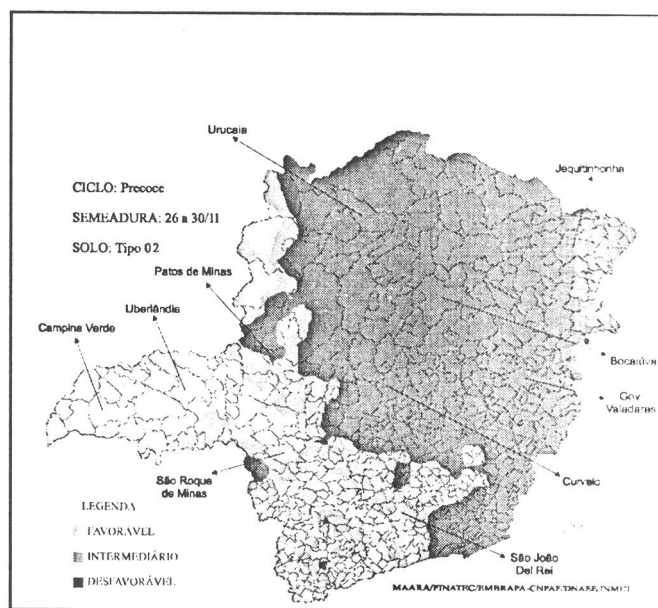
gular num arquivo de imagens, com maior densidade de pontos); geração de isolinhas (obtenção de mapas de isovalores a partir de grades regulares, refinados ou não); conversão de projeções cartográficas.

Convertidos os dados e feitas as transformações necessárias, a imagem foi fatiada e reclassificada. Verificados os erros e ajus-

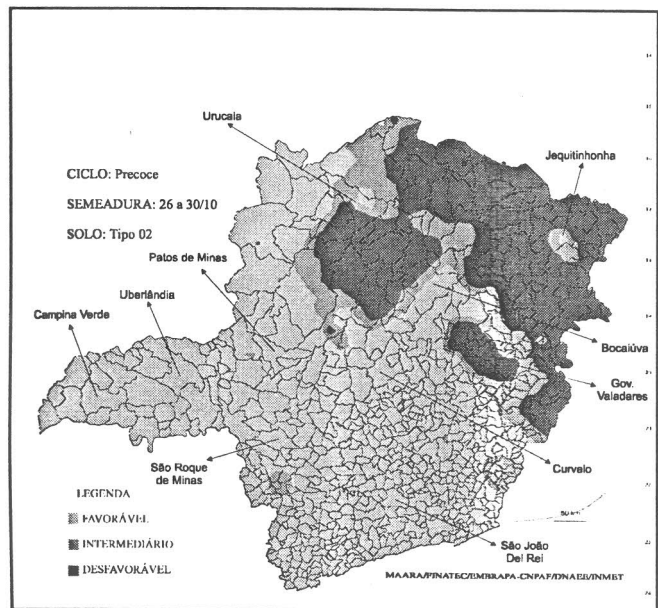
tados os valores das interpolações, foram confeccionadas 54 figuras (das quais cinco são apresentadas neste artigo) definindo as regiões de maior ou menor risco climático caracterizadas como favoráveis, intermediárias e desfavoráveis ao cultivo do arroz de sequeiro no estado de Minas Gerais (Figuras 1 a 5).



**Figura 3** – Especialização do risco climático nas diversas regiões do estado de Minas Gerais para a cultura do arroz de sequeiro, ciclo 110 dias, com 30mm de armazenamento de água no solo e plantio na sexta pênada de dezembro



**Figura 5** – Especialização do risco climático nas diversas regiões do estado de Minas Gerais para a cultura do arroz de sequeiro, ciclo 110 dias, com 50mm de armazenamento de água no solo e plantio na sexta pênada de novembro



**Figura 4** – Especialização do risco climático nas diversas regiões do estado de Minas Gerais para a cultura do arroz de sequeiro, ciclo 110 dias, com 50mm de armazenamento de água no solo e plantio na sexta pênada de outubro

## Referências Bibliográficas

- AKITA, S. 1995. Aspectos ecofisiológicos relacionados ao aumento do potencial de rendimento biológico e comercial da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.). In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9. 1994. Goiânia. *Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP-APA. v. 1 (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).
- ASSAD, E.D. 1986. *Simulation de irrigation et du drainage pour les pluviales de riz de maiz en soils de bas-fonds a Brasília*. Montpellier, IRAT, 10 p. (Memories et Travaux de IRAT, 13).
- DANCETTE, C. 1984. Estimation des besoins en eau des principales cultures pluviales en zone Soudanno-Sahélienne. *L'Agronomie Tropicale*, Paris, v. 38, n. 4, p. 267-280.
- FELGUEIRAS, C.A. 1987. *Desenvolvimento de um Sistema de Modelagem Digital de Terreno para Microcomputadores*. São José dos Campos: INPE, 243 p. (Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

- FOREST, F. & KALMS, J.M. 1984. Influence du regime d'alimentation en eau sur production du riz pluvial et simulation du bilan hydrique. *L'Agronomie Tropicale*, Paris, v. 39, n. 1, p. 42-50.
- FRANQUIN, P. & FOREST, F. 1977. Des programmes dévaluation et analyse fréquentielles des termes du bilan hydrique. *L'Agronomie Tropicale*, Paris, v. 32, n. 1, p. 1-22.
- MARBLE, D.F. & PEUQUET, D.J. 1983. *Geographic information system and remote sensing: manual of remote sensing*. 2 ed. Falls Church, American Society of Photogrametry. p. 923-958.
- MATSUSHIMA, S. 1962. *Some experiments on soil-plant relationships in rice*. Kuala Lumpur: Kuala Lumpur Cooperative. 35 p.
- MEIRELES, E.J.L.; SILVA, S.C. da; ASSAD, E.D. et al. 1995. *Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no estado de Tocantins*. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP. 72 p. (EMBRAPA-CNPAP, Documentos, 58).
- PINHEIRO, B. da S. 1989. *Estudo das Relações Hídricas durante o Processo de Emissão de Panículas e Antese do Arroz de Sequeiro (Oryza sativa L.)*. Campinas. (Tese de Doutorado, UNICAMP).
- SILVA, S.C.; ASSAD, E.D.; SANO, E.E. et al. 1994. *Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no estado de Goiás*. Brasília: EMBRAPA-SPI.
- SOARES, A.A.; GUIMARÃES, E.P.; MORAIS, O.P. de et al. 1989. Cultivares de arroz de sequeiro recomendadas para Minas Gerais e região Centro-Oeste do Brasil. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: n. 161, p. 12-16.
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N.; FOREST, F. 1985. Evaluation of the climatic risk on upland rice in Brazil. In: COLLOQUE "RESISTANCE A LA RECHERCHES EN MILLIEN INTERTROPICAL: QUELLES RECHERCHES AND YIELD POUR LE MOYEN TERME?", 1984, Dakar. *Proceedings*. Paris: CIRAD, p. 43-54.
- YOSHIDA, S. & PARAO, F.T. 1976. Climatic influence on yield components of lowland rice in the tropics. In: SYMPOSIUM ON CLIMATE & RICE, 1974, Los Baños. *Proceedings*. Los Baños: IRRI, p. 471-494.