

# IDENTIFICAÇÃO DE RISCO CLIMÁTICO PARA A CULTURA DE ARROZ DE SEQUEIRO NO ESTADO DE GOIÁS<sup>1</sup>

SILVANDO CARLOS DA SILVA<sup>2</sup>, RICARDO SEIXAS BRITES<sup>3</sup> e EDUARDO DELGADO ASSAD<sup>4</sup>

RESUMO - Foi utilizado um modelo de balanço hídrico para estimar o risco por deficiência hídrica a que a cultura do arroz (*Oriza sativa* L.) de sequeiro está exposta, quando a semeadura é feita nos meses de novembro e dezembro, em Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro no Estado de Goiás. 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, o qual apresenta uma tendência em aumentar de norte para sul e de oeste para leste. Foi também verificado que existe uma variabilidade de chuvas em Goiás.

Termos para indexação: *Oriza sativa*, balanço hídrico, evapotranspiração.

## IDENTIFICATION OF CLIMATIC RISKS FOR THE UPLAND RICE IN GOIÁS STATE, BRAZIL

ABSTRACT - A water balance model was utilized to estimate risks of water stress to which upland rice (*Oriza sativa* L.) is exposed when sown during the period of November-December in Dark Red and Yellow Red Latosols of Goiás State. The regions with high climatic risk were characterized in time and space, utilizing a geographic information system. Results showed that the more sowing is delayed, the greater the climatic risk, which increases from North to South and from West to East. Data also showed a great precipitation variability in the State.

Index terms: *Oriza sativa*, water balance, evapotranspiration.

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 24 de novembro de 1997.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup> Eng. Agríc., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74001-970 Goiânia, GO. E-mail: silvando@cnpaf.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agríc., Dr., Dep. de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36570-000 Viçosa, MG.

<sup>4</sup> Eng. Agríc., Dr., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina, DF.

## INTRODUÇÃO

Apesar de a água ser importante durante todo o ciclo de qualquer planta, a maioria das culturas possui períodos durante os quais a falta de água reduz, acentuadamente, 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 desse atraso no crescimento se a necessidade hídrica for suprida em tempo de permitir uma recuperação antes da floração (Yoshida & Parao, 1976). Por sua vez, se o estresse hídrico ocorrer no período reprodutivo, de nada adiantará supri-la de água nas fases seguintes, pois o processo é irreversível (Matsushima, 1962). Ainda nessa linha de pesquisa, Pereira et al. (1994) verificaram que a cultura do arroz de sequeiro sob estresse hídrico apresentou redução na área foliar, no número de panícula, no peso seco das raízes, na produção de matéria seca e, conseqüentemente, na produção de grãos.

O Estado de Goiás está localizado em uma região caracterizada por um período chuvoso, com início em outubro e término em abril. Além disso, nesse período, pela irregularidade na distribuição pluvial, o risco climático é acentuado em consequência da diminuição freqüente da quantidade de água para as culturas. Esta

irregularidade de precipitação pluvial é muitas vezes traduzida por períodos sem chuva, que duram de 5 a 35 dias (Assad, 1994), podendo provocar redução na produção de grãos.

Pinheiro & Guimarães (1990) citam que para diminuir os efeitos causados pela diminuição de água no cultivo do arroz de sequeiro, é essencial considerar as variabilidades climáticas da localidade, adequando-as à época de plantio e densidade de semeadura.

É fundamental salientar que quanto maior a capacidade de armazenamento de água do solo, menores serão os riscos climáticos para a cultura do arroz de sequeiro. Faz-se necessário adotar técnicas que permitam aprofundar o enraizamento das plantas e aumentar a capacidade de armazenamento de água do solo. Tais técnicas incluem a aração profunda do solo, com pré-incorporação dos restos culturais, visando melhorar o seu perfil (Seguy et al., 1984; Stone et al., 1984; Kluthcouski et al., 1991).

Vários estudos mostram que a definição das épocas de plantio por meio do balanço hídrico do solo para a cultura, pode contribuir para diminuir o risco climático, causado pela diminuição de água, não apenas no arroz de sequeiro (Steinmetz et al., 1985; Silva et al., 1995), mas também em outras culturas (Sans & Goodwin, 1978; Assad, 1986).

A regionalização dos elementos agroclimáticos que definem a produtividade das culturas, como precipitação pluvial, evapotranspiração potencial, entre outros, exige uma análise mais abrangente, tanto no tempo como no espaço.

A expansão da utilização de sistemas de informação geográfica (SIG), tem permitido a caracterização espaço-temporal de variáveis de ambiente, entre as quais estão inseridas as agroclimáticas. Segundo Felgueiras (1987), os SIGs são sistemas que automatizam tarefas realizadas manualmente e facilitam a realização de análises complexas, por meio da integração de dados geocodificados, que incluem imagens de satélites e modelos numéricos de terreno (MNTs), representados graficamente em um mapa (Silva, 1995).

Objetivou-se neste trabalho caracterizar o risco climático a que a cultura do arroz de sequeiro está exposta, quando a semeadura é feita nos meses de novembro e dezembro, em Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro no Estado de Goiás, utilizando-se um sistema de informações geográficas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o modelo para cálculo do balanço hídrico diário, BRASDHC (Brasil-Diagnóstico Hídrico das Culturas) derivado do BIPODE, desenvolvido por Forest (1984). Os balanços hídricos foram realizados nos meses de novembro e dezembro.

Variáveis de entrada do modelo

1. Precipitação pluvial diária - foram utilizadas as séries dos anos de 118 estações pluviométricas, com no mínimo 15 anos de dados diários, espacializadas na Fig. 1.

2. Capacidade de armazenamento de água no solo - considerou-se a capacidade de armazenamento de água do solo de 68 mm/m, para um Latossolo, segundo Azevedo et al. (1983).

3. Coeficiente de cultura - foram utilizados os dados de coeficiente de cultura decendiais, obtidos por Kalms (1980).

4. Evapotranspiração potencial - a evapotranspiração potencial foi estimada pela equação de Hargreaves (1974).

O modelo estima a evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) por uma equação de terceiro grau, proposta por Eagleman (1971), que descreve a evolução da ET<sub>r</sub>, em função da evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e da umidade do solo (HR), expressa como segue:

$$ET_r = A + B \times HR - C \times HR^2 + D \times HR^3$$

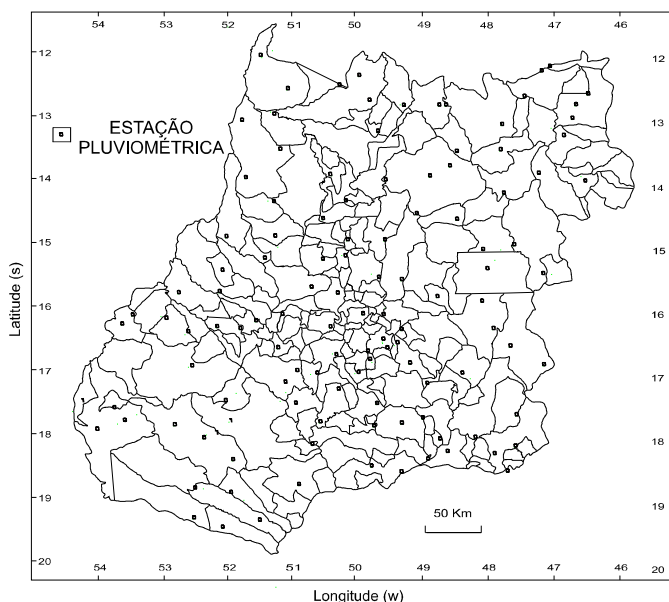
em que,

$$A = 0,732 - 0,05 \times ET_m ;$$

$$B = 4,97 \times ET_m - 0,66 \times ET_m^2 ;$$

$$C = 8,57 \times ET_m - 1,56 \times ET_m^2 ;$$

$$D = 4,35 \times ET_m - 0,88 \times ET_m^2 ;$$



**FIG. 1. Distribuição espacial das estações pluviométricas utilizadas, Goiás, Brasil.**

A evapotranspiração máxima foi estimada pela seguinte equação:

$$ET_m = ET_p \times K_c$$

em que,

ET<sub>p</sub> - evapotranspiração potencial (mm/dia);

K<sub>c</sub> - coeficiente de cultura.

Um dos resultados mais importantes do modelo é a relação E<sub>Tr</sub>/E<sub>Tm</sub> tomada como variável básica de definição deste trabalho. A E<sub>Tr</sub> expressa a quantidade de água que a planta consumiu e a E<sub>Tm</sub> representa a quantidade de água desejável para garantir sua produtividade máxima. A relação E<sub>Tr</sub>/ E<sub>Tm</sub> indica a disponibilidade de água para a cultura. Por exemplo, se E<sub>Tr</sub>=E<sub>Tm</sub>, existe água adequada para a planta (Doorenbos et al., 1994).

Para a caracterização do risco climático associado ao cultivo do arroz de sequeiro no Estado de Goiás foram estabelecidas três classes de E<sub>Tr</sub>/E<sub>Tm</sub>, segundo Steinmetz et al. (1985):

- a) E<sub>Tr</sub>/E<sub>Tm</sub> ≥ 0,65 - baixo risco climático;
- b) 0,65 > E<sub>Tr</sub>/E<sub>Tm</sub> ≥ 0,55 - risco climático médio;
- c) E<sub>Tr</sub>/E<sub>Tm</sub> < 0,55 - alto risco climático.

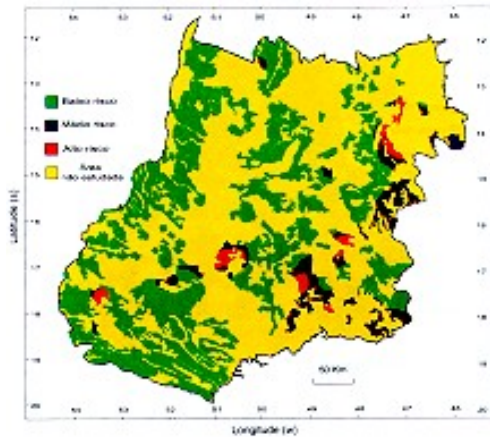
Em cada estação pluviométrica foram calculados os valores de E<sub>Tr</sub>/E<sub>Tm</sub> na fase de florescimento-enchimento de grãos, em cada ano estudado. Uma vez determinados esse valores foi realizada uma análise freqüencial, para 80% de ocorrência.

Com o SIG foi confeccionada uma série de mapas detalhando as regiões de maior e menor risco climático nas áreas constituídas de Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro em Goiás, segundo a data de plantio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figs. de 2 a 6, que referem-se ao plantio em novembro, observa-se a existência de muitas áreas situadas entre os paralelos 14°S e 16°S e meridianos 46°W e 47°W (Região Leste), em condição de alto risco climático. Essas mesmas condições são indicadas no trabalho de Silva et al. (1995); localidades como Cabeceiras (Lat. 15° 47' S e Long. 46° 59' W) e Formosa (Lat. 15° 24' S e Long. 47° 27' W) apresentam condições de alto risco climático devido, principalmente, ao baixo índice pluviométrico característico daquelas regiões.

A Fig. 2 apresenta duas áreas entre os paralelos 16°S e 18°S e meridianos 49°W e 50°W e 50°W e 51°W (Região Sul) com alto risco climático, porém 70% de toda a área apresenta baixo risco climático. Entretanto, essas áreas, onde estão localizados os municípios de Piracanjuba (Lat. 17° 18' S e Long. 49° 1' W) e Palminópolis (Lat. 16° 47'S e Long. 50° 14' W), apresentam baixo risco climático caso o plantio seja realizado em 15/11 (Fig. 4) em Palminópolis e, em 25/12 (Fig. 9) em Piracanjuba. Esta situação diverge um pouco dos resultados obtidos por Silva et al. (1995), que retratam médio risco climático. Provavelmente tal diferença foi causada porque no presente trabalho foi utilizado 68 mm de água disponível no solo para o cálculo do balanço hídrico, enquanto os referidos autores trabalharam com 50 mm.



**FIG. 2. Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 1º/11.**

Comparando as Figs. 2, 3, 4, 5 e 6 em relação a uma área localizada no paralelo 17° S e meridianos 47° W a 48° W, observa-se que em 1º/11 esta região apresenta baixo risco climático (Fig. 2). Entretanto, na Fig. 3 (plantio em 5/11) e Fig. 4 (plantio em 15/11), as condições nesta mesma área são de médio e alto risco climático. Logo após dez dias, no entanto, para plantio em 25/11, a mesma área volta a apresentar baixo risco climático (Fig.5). Sequencialmente, na Fig. 6 (plantio em 30/11), esta área apresenta alto risco climático. Portanto, observa-se que em algumas regiões do Estado de Goiás ocorre grande variabilidade na distribuição pluvial.

Nas regiões situadas nos paralelos 19°S a 20°S e meridianos 51°W a 52°W (região sul), as Figs. 4, 5 e 6 retratam algumas áreas que não apresentam baixo risco climático pelo fato de o Estado de Goiás apresentar um decréscimo no índice pluvial de norte a sul. O município de Itajá (Lat. 19° 7' S e Long. 51° 38' W) inclui-se nesta região e, sendo uma área importante na produção do arroz de sequeiro, indica-se que o melhor período para plantio é de 1º a 10/11.

No plantio no mês de dezembro (Figs. de 7 a 10), as situações de risco climático ficam mais comprometidas, apresentando maior número de regiões com alto risco climático, comparando com o mês de novembro.

As Figs. 7 e 10 retratam que, em localidades situadas nos paralelos 15°S a 16°S e meridianos 52°W a 53°W (região noroeste), o arroz de sequeiro está exposto a alto risco climático; a Fig. 8 apresenta risco climático médio. Já na Fig. 9 observa-se que esta mesma região apresenta baixo risco climático para a cultura do arroz de sequeiro. Trata-se de uma região bastante significativa no cultivo do arroz de sequeiro, e abrange os municípios de Jussara (Lat. 15° 41' S e Long. 51° 16' W) e Montes Claros de Goiás (Lat. 15° 58' S e Long. 51° 52' W). Nesta área, o mês de novembro apresenta-se como o mais apropriado.

As localidades situadas a oeste do Distrito Federal, nos paralelos 15°S a 16°S e meridiano 48°W em 5/12 (Fig.7), apresentam baixo risco climático e, logo após dez dias (Fig. 8), a condição é de médio risco; em seguida, dez dias a mais (Fig. 9), apresentam novamente baixo risco climático e, finalmente, em 30/12 (Fig.10) apresentam condição de alto risco climático. Entende-se que este estudo oferecerá subsídios para escalonamento da semeadura do arroz de sequeiro em algumas áreas do Estado de Goiás.

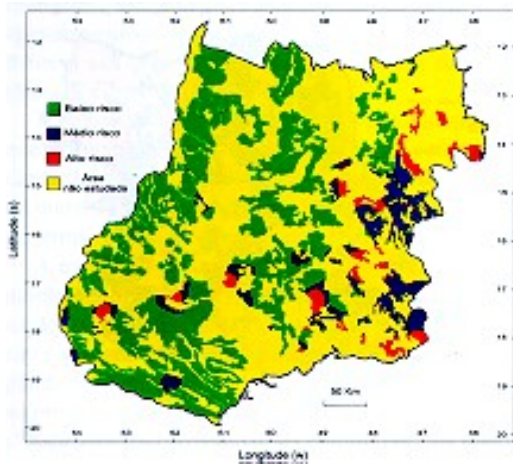


FIG. 3. Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 5/11.

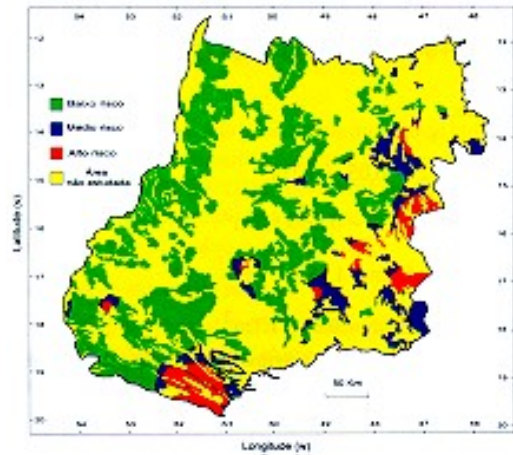


FIG. 4. Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 15/11.

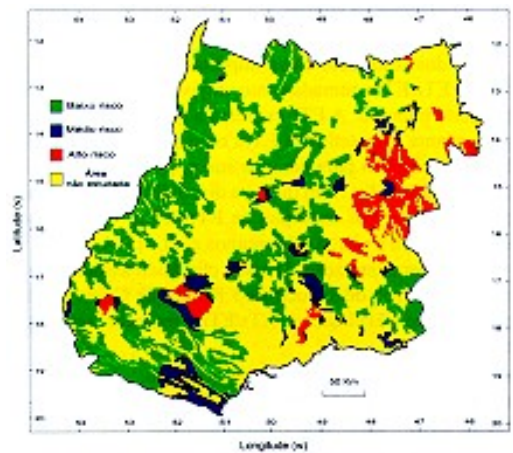
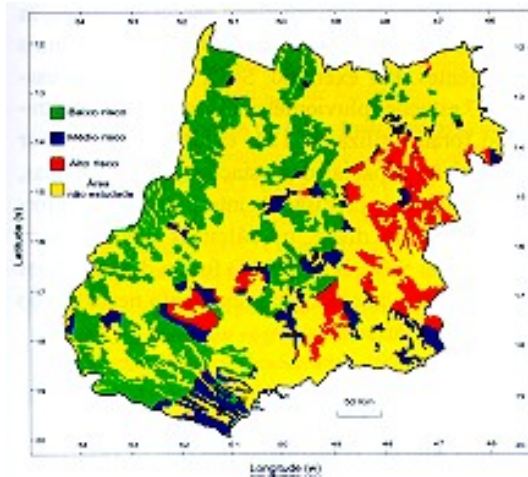
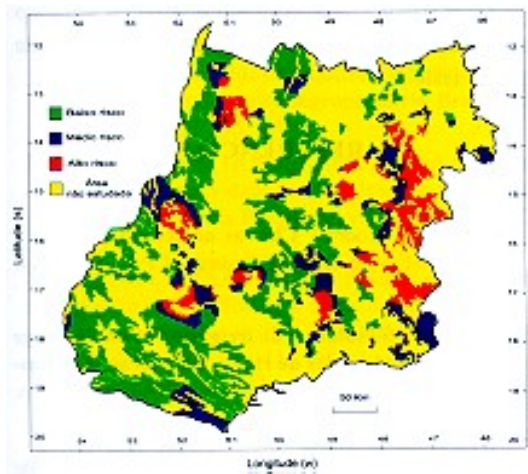


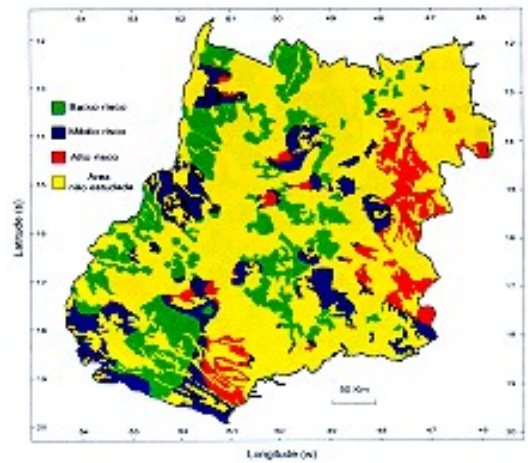
FIG. 5. Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 25/11.



**FIG. 6.** Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 30/11.



**FIG. 7.** Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 5/12.



**FIG. 8.** Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 15/12.



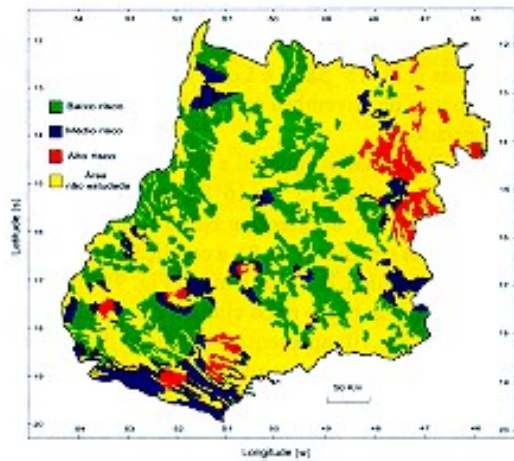


FIG. 9. Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 25/12.

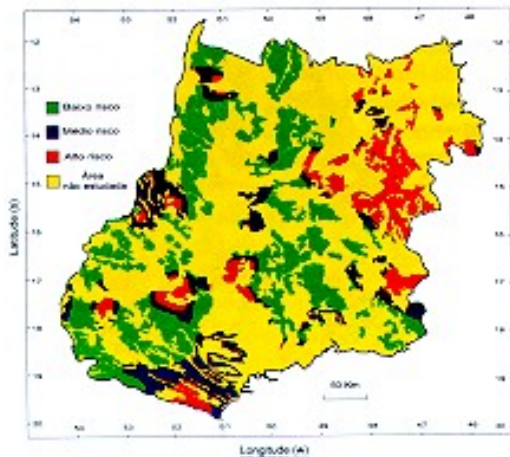


FIG. 10. Espacialização de riscos climáticos nas áreas com Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, no Estado de Goiás, para plantio do arroz de sequeiro em 30/12.

Analisando a região onde encontram-se os municípios de Rio Verde (Lat. 17° 23' S e Long. 50° 41' W), Jataí (Lat. 17° 55' S e Long. 51° 45' W) e Mineiros (Lat. 17° 34' S e Long. 52° 35' W), considerada representativa pelo grande número de produtores que cultivam o arroz de sequeiro, as datas mais apropriadas para a semeadura são: em Rio Verde, 1<sup>o</sup>/11; 5/11; 15/11; 5/12; 15/12 e 25/12, Jataí, novembro e dezembro, e Mineiros, 1<sup>o</sup>/11 a 5/12.

Finalmente, comparando com os resultados obtidos por Silva et al. (1995), verificam-se divergências, pois apesar de os objetivos serem idênticos, as informações utilizadas neste estudo são mais abrangentes. Por exemplo, Silva et al. (1995) usaram 67 estações pluviométricas, enquanto neste trabalho foram utilizadas 121, evidenciando melhor distribuição espacial das estações pluviométricas, com aumento da precisão da interpolação das informações. Além disso, os cálculos dos balanços hídricos em Silva et al. (1995) foram determinados para períodos de cinco dias, enquanto neste estudo eles foram diários.

## CONCLUSÕES

1. Há grande variabilidade de chuvas no Estado de Goiás.

2. Atrasar o plantio do arroz de sequeiro em Goiás implica aumento de riscos climáticos.
3. Os riscos climáticos para o arroz de sequeiro em Goiás aumentam do norte para o sul e do oeste para o leste.

## REFERÊNCIAS

- ASSAD, E.D. (Coord.). **Chuvas no cerrado**: análise e espacialização. Brasília: Embrapa-CPAC/SPI, 1994. 423p.
- ASSAD, E.D. **Simulation de irrigation et du drainage pour les pluviales de riz de maiz en soils de bas-fonds a Brasília**. Montpellier: IRAT, 1986. 10p. (IRAT. Memories et Travaux, 13).
- AZEVEDO, J.A.; SILVA, E.M. da; RESENDE, M. **Aspectos sobre manejo da irrigação por aspersão para o cerrado**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1983. 53p. (Embrapa-CPAC. Circular técnica, 16).
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H.; BENTVELSEN, C.L.M. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 33).
- EAGLEMAN, A.M. An experimentally derived model for actual evapotranspiration. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.8, n.4/5, p.385-409, 1971.
- FELGUEIRAS, C.A. **Desenvolvimento de um sistema de modelagem digital de terreno para microcomputadores**. São José dos Campos: INPE, 1987. 243p. Dissertação de Mestrado.
- FOREST, F. **Simulation du bilan hydrique des cultures pluviales**: présentation et utilisation du logiciel BIP. Montpellier: IRAT-CIRAD, 1984. 63p.
- HARGREAVES, G.T. Estimation of potential and crop evapotranspiration. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.17, n.4, p.701-704, 1974.
- KALMS, J.M.L. **Evapotranspiration réelle maxima (ET<sub>m</sub>) du riz en région Centre de Côte d'Ivoire**. Bouaké: Institute des Savanas, 1980. 15p.
- KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A.R.; TEIXEIRA, S.M.; OLIVEIRA, E.T. de. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz**. I. Sistema Barreirão. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. 20p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 33).
- MATSUSHIMA, S. **Some experiments on soil-plant relationships in rice**. Kuala Lumpur: Kuala Lumpur Cooperative, 1962. 35p.
- PEREIRA, J.A.; TAVARES SOBRINHO, J.; BELTRÃO, N.E. de M. Respostas de cultivares tradicionais e melhoradas de arroz de sequeiro e diferentes níveis de umidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.6, 857-865, 1994.
- PINHEIRO, B. da S.; GUIMARÃES, E.P. Índice de área foliar e produtividade de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.6, p.863-872, 1990.
- SANS, L.M.A.; GOODWIN, J.B. Seleção de época de plantio para minimizar o efeito do veranico para a cultura do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 11., 1976, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP-ESALQ, 1978. p.537-547.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G. da; BLUMENSCHNEIN, F.N.; DALL'ACQUA, F.M. **Técnicas de preparo do solo**: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1984. 26p. (Embrapa-CNPAP. Circular técnica, 17).
- SILVA, F.A.M. da. **Estimativa da variação espaço temporal da disponibilidade hídrica decedial no Estado de Goiás**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1995. 139p. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, S.C. da; ASSAD, E.D.; LOBATO, E.J.V.; SANO, E.E.; STEINMETZ, S.; BEZERRA, H. da S.; CUNHA, M.A.C. da; SILVA, F.A.M. da. **Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no Estado de Goiás**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 80p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 43).
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N.; FOREST, F. 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, 1985. p.43-54.
- STONE, L.F.; STEINMETZ, S.; SANTOS, A.B. dos. Manejo do solo e da cultura para minimizar o efeito de deficiência hídrica na produtividade do arroz de sequeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.114, p.33-38, 1984.
- YOSHIDA, S.; PARAIO, F.T. Climatic influence on yield components of lowland rice in the tropics. In: SYMPOSIUM ON CLIMATE & RICE, 1974, Los Baños. **Proceedings...** Los Baños: IRRI, 1976. p.471-494.