



## PADRÕES DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA DO ARROZ DE TERRAS ALTAS NO CENTRO-NORTE BRASILEIRO

Alexandre Bryan Heinemann<sup>1</sup>, Silvando Carlos da Silva<sup>2</sup>, Alessandra da Cunha Moraes<sup>3</sup>, Luís Fernando Stone<sup>1</sup> e Diego Simões Fernandes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Pesquisador Doutor, Embrapa Arroz e Feijão; Santo Antônio de Goiás – GO, Fone: (0 xx 62) 3533-2125, alexandre.heinemann@embrapa.br; <sup>2</sup>Eng. Agrícola, pesquisador Mestre, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás – GO; <sup>3</sup>Tecnóloga em Geoprocessamento, Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás – GO; <sup>4</sup>Meteorologista, Pesquisador Mestre, SIMEHGO/SECTEC, Goiânia - GO.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Eventos Benedito Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém - PA.

**RESUMO:** A produção de arroz de terras altas nas regiões central e norte do Brasil, durante a estação chuvosa, pode ter como uns dos fatores ambientais limitantes a água disponível no solo. Portanto, existe a necessidade de uma melhor quantificação dos riscos climáticos existentes na região produtora de arroz de terras altas. Para essa quantificação utilizou-se o modelo SARRA (Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos) para determinar os perfis de deficiência hídrica e suas respectivas probabilidades de ocorrência na região produtora de arroz de terras altas. Os resultados obtidos permitem concluir que o atraso na semeadura propicia o aumento de probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica terminal.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Oryza sativa*, balanço hídrico, simulação.

### DROUGHT PATTERN FOR UPLAND RICE IN BRAZIL CENTRAL

**ABSTRACT:** The upland rice production in the central and northern regions of Brazil, even during the rainy season, can be limited by environmental factors such as water deficit. Hence, better quantification of existing climatic risks for upland rice production region is urgently needed. For that it was used SARRA crop model for determine the drought profiles and their probability of occurrence. The results allow to conclude that the delay in sowing increases the probability of occurrence of terminal drought.

**KEYWORDS:** *Oryza sativa*, water balance, simulation

### INTRODUÇÃO

A produção de arroz de terras altas nas regiões central e norte do Brasil, durante a estação chuvosa, pode ter como uns dos fatores ambientais limitantes a água disponível no solo. Além do mais, a presença de solos ácidos, encontrados facilmente em sistemas de produção com baixa adoção tecnológica, pode aumentar os malefícios de veranicos moderados. Portanto, existe a necessidade de melhor quantificação dos riscos climáticos existentes na região produtora de arroz de terras altas com a finalidade de fornecer melhor suporte ao programa de melhoramento dessa cultura. Excelentes ferramentas para a determinação da tipologia da deficiência hídrica são os modelos de simulação do desenvolvimento, crescimento e





produtividade de culturas. Entretanto, esses modelos demandam uma gama de dados fenotípicos para calibração e validação, dados climáticos diários e de solos que dificilmente são obtidos para a região de estudo. Uma alternativa é a utilização de modelos simplificados, que necessitam menor quantidade de dados e estimam o balanço hídrico. Uma opção entre esses modelos simplificados é o SARRA (Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos), cujo detalhamento pode ser visto em Baron & Clopes (1996). O objetivo desse estudo foi determinar os padrões de deficiência hídrica para o arroz de terras altas e sua probabilidade de ocorrência nos estados de Mato Grosso, Goiás, Rondônia e Tocantins.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange a região de produção do arroz de terras altas nos estados de Mato Grosso, Goiás, Rondônia e Tocantins. Para determinar a tipologia da deficiência hídrica do arroz de terras altas utilizaram-se duas cultivares com distintos ciclos de desenvolvimento, 110 e 135 dias da emergência à maturação fisiológica. Para cada cultivar, foram considerados dois cenários para a capacidade de água disponível no solo (CAD): 40 mm, representativo de solos com teor de argila entre 15% e 35% e 20 mm, representativo de solos com menos de 15% de argila. Esses dois cenários de CAD são representativos de condições não-restritivas ao desenvolvimento do sistema radicular do arroz, apresentando profundidade efetiva radicular de 0,40 m e de condições em que há impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular (alto teor de alumínio ou compactação do solo em subsuperfície), restringindo a profundidade efetiva do sistema radicular do arroz a 0,20 m. As datas de semeadura foram pré-fixadas em 10/11; 20/11; 30/11; 10/12; 20/12 e 30/12. Os dados diários de precipitação pluvial foram obtidos de 261 estações meteorológicas do INMET, sendo 131 em Goiás, período de 1961 a 2005, 62 em Mato Grosso, período de 1961 a 2005, 49 em Tocantins, período de 1970 a 2006 e 19 em Rondônia, período de 1966 a 2004. O modelo SARRA foi utilizado para cálculo do balanço hídrico que considera o solo como um compartimento homogêneo, isotrópico e monofásico. Também, considera o desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas sem limitação nutricional, doenças e pragas. Os dados de entrada utilizados pelo modelo são a precipitação pluvial, evapotranspiração potencial, capacidade de armazenamento de água no solo, coeficientes de cultivo e as fases fenológicas da cultura. O dado de saída do modelo é o índice de satisfação da necessidade de água pela cultura (ISNA), expresso pela relação entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração máxima (ETc/ETm). Os valores de ETc/ETm são calculados considerando 80% de frequência de ocorrência. O modelo estima a evapotranspiração da cultura por uma equação de terceiro grau, que descreve a evolução de ETc em função de ETm e da umidade do solo (HR), expressa como:

$$ETc = A + B(HR) - C(HR)^2 + D(HR)^3 \quad (1)$$

em que  $A = 0,732 - 0,05 ETm$ ;  $B = 4,97 ETm - 0,66 ETm^2$ ;  $C = 8,57 ETm - 1,56 ETm^2$  e  $D = 4,35 ETm - 0,88 ETm^2$ . A ETm é calculada em função da evapotranspiração potencial (ETo) multiplicada pelo coeficiente de cultura (Kc) do arroz de terras altas. A ETo foi estimada pelas equações de Penman-Monteith ou Thornthwaite & Mather, de acordo com a disponibilidade nas estações meteorológicas dos dados necessários a cada uma delas, e calculada para cada dez dias. Para o estabelecimento dos padrões de deficiência hídrica para





as cultivares de ciclo curto e médio, para ambos os valores de CAD, foi estabelecida uma matriz constituída de local, data de semeadura e ano (representando as linhas) e dos valores médios de ISNA para quatro fases do desenvolvimento da cultura (representando as colunas). As fases de desenvolvimento consideradas foram: da emergência aos 25 dias após a emergência (DAE), 25-65 DAE, 65-100 DAE e 100-110 DAE, para a cultivar de ciclo curto, e da emergência aos 40 DAE, 40-75 DAE, 75-115 DAE e 115-135 DAE, para a de ciclo médio. A essa matriz aplicou-se o método de classificação denominado “cluster”. Esse método é hierárquico e de aglomeração, baseado na distância euclidiana como medida de dissimilaridade e soma dos quadrados como critério de fusão (Ward, 1963). Para os dois ciclos da cultura e ambos os CAD, as tipologias das deficiências hídricas foram classificadas em três principais grupos baseados na similaridade do ISNA em função do desenvolvimento fenológico da cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo, para todos os cenários, assumiu-se a classificação em três perfis. Considerando que o ISNA maior que 0,65 está associado com baixo risco climático para a cultura do arroz de terras altas (Silva & Assad, 2001), verificou-se para a cultivar de ciclo de 110 dias que o risco climático foi baixo até 100 DAE e médio (ISNA entre 0,55 e 0,65) na fase final do ciclo, para a CAD de 40 mm e perfil de deficiência hídrica 1. Para esse mesmo perfil, para a CAD de 20 mm o risco climático foi médio dos 25 aos 100 DAE e alto (ISNA menor que 0,55) no final do ciclo (Figura 1a). Como o período crítico à deficiência hídrica de uma cultivar de 110 dias de ciclo situa-se entre 65 e 100 DAE, constata-se que apenas para a CAD de 20 mm a cultura foi submetida a risco climático nesse período, sendo ele considerado mediano. Já para o perfil 2, o risco climático foi baixo para a CAD de 40 mm durante todo o ciclo (Figura 1b). Embora para esse perfil o risco climático ao longo do ciclo tenha sido menor em relação ao perfil 1, considerando a CAD de 20 mm a cultura também foi submetida a risco climático médio no período crítico. Para o perfil 3, o risco climático foi baixo durante todo o ciclo da cultura, para ambas as CAD (Figura 1c). Para a cultivar de ciclo de 135 dias, para o perfil de deficiência hídrica 1, o risco climático foi baixo para a CAD de 40 mm até aos 100 dias após a emergência (DAE) e variou de médio a baixo após esse estágio. Para esse mesmo perfil, para a CAD de 20 mm o risco climático foi médio dos 25 aos 75 DAE e alto desse estágio até o final do ciclo (Figura 1d). Como o período crítico à deficiência hídrica de uma cultivar de 135 dias de ciclo situa-se entre 75 e 110 DAE, constata-se que para a CAD de 20 mm a cultura foi submetida a alto risco climático nesse período. Para o perfil 2, o risco climático foi baixo para a CAD de 40 mm durante todo o ciclo e para a CAD de 20 mm até aos 115 DAE e médio desse estágio até o final do ciclo (Figura 1e). Para o perfil 3, o risco climático foi baixo durante todo o ciclo da cultura, para ambas as CAD (Figura 1f). Para uma cultivar de 110 dias de ciclo, considerando a CAD de 40 mm, a probabilidade de ocorrer o perfil de deficiência hídrica 1 situa-se abaixo de 20% para as semeaduras em novembro (Figura 2a). A probabilidade aumenta à medida que a data de semeadura avança em dezembro, sendo maior que 20% para o Mato Grosso em todas as semeaduras desse mês, para Goiás a partir de 20 de dezembro e para Tocantins em 30 de dezembro. Apenas para Rondônia a probabilidade se mantém abaixo de 20%. Esse estado apresenta a maior probabilidade de ocorrência (> 80%)





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



do perfil de deficiência hídrica 3, ou seja, baixo risco climático ao longo do ciclo. Para a CAD de 20 mm, para esse mesmo ciclo, Mato Grosso apresenta probabilidade maior que 20% de ocorrer o perfil de deficiência hídrica 1 em todas as datas de semeadura consideradas (Figura 2b). Para Goiás isso ocorre nas semeaduras de dezembro e para Tocantins apenas na de 30 de dezembro. Para essa CAD, Rondônia também apresenta a maior probabilidade de ocorrência (> 80%) do perfil de deficiência hídrica 3. Da mesma maneira que se verificou para a cultivar de ciclo curto, para uma cultivar de 135 dias de ciclo, considerando a CAD de 40 mm, a probabilidade de ocorrer o perfil de deficiência hídrica 1 situa-se abaixo de 20% para as semeaduras em novembro (Figura 2c). A probabilidade aumenta à medida que a data de semeadura avança em dezembro, sendo maior que 20% para Mato Grosso e Goiás a partir de 20 de dezembro e para Tocantins na semeadura de 30 de dezembro. Apenas para Rondônia a probabilidade se mantém abaixo de 20%. Esse estado apresenta a maior probabilidade de ocorrência (> 80%) do perfil de deficiência hídrica 3. Considerando a CAD de 20 mm, para esse mesmo ciclo, a probabilidade de ocorrer o perfil de deficiência hídrica 1 também se situa abaixo de 20% para as semeaduras em novembro (Figura 4d). A probabilidade aumenta à medida que a data de semeadura avança em dezembro, sendo maior que 20% para Mato Grosso, Goiás e Tocantins a partir de 20 de dezembro. Para essa CAD, Rondônia também apresenta a maior probabilidade de ocorrência (> 80%) do perfil de deficiência hídrica 3. Verifica-se assim que a probabilidade de ocorrência de médio a alto risco climático no período crítico da cultura do arroz aumenta à medida que a semeadura avança em direção a dezembro, sendo maior para a CAD de 20 mm em relação à de 40 mm. Apenas para Rondônia o risco climático permanece baixo em quaisquer das situações consideradas. Silva & Assad (2001) constataram, para os estados de GO, MT, MS, MG, TO e BA, que o risco climático para a cultura do arroz aumenta com o atraso da data de semeadura a partir de outubro e é bastante acentuado para semeaduras realizadas após 20 de dezembro. Ademais, verificaram que quanto maior for a capacidade de água disponível maior será a minimização do risco climático.



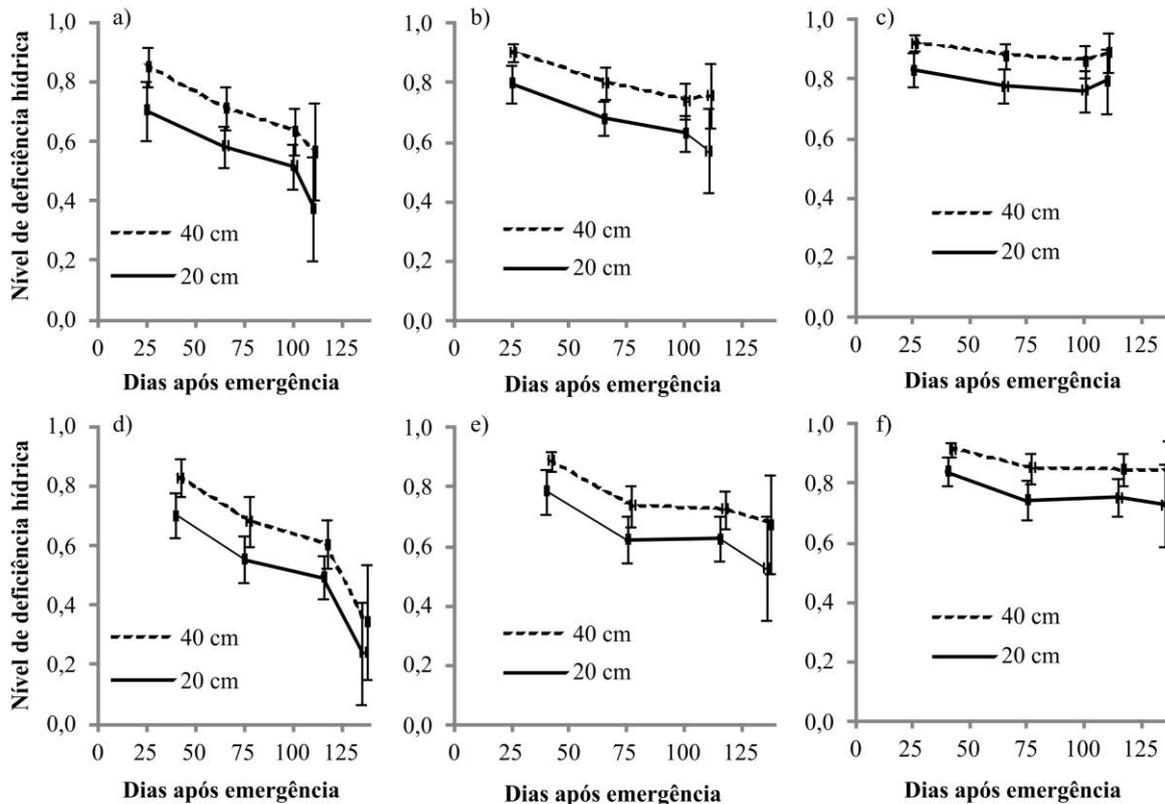


Figura 1. Perfis das deficiências hídricas (perfil 1, 2 e 3) e os respectivos desvios padrões para uma cultivar de ciclo de 110 dias (a, b e c) e para uma de ciclo de 135 dias (d, e, f) para duas profundidades efetivas do sistema radicular, 20 e 40 cm.

## CONCLUSÃO

O atraso na semeadura aumenta o risco de probabilidade de deficiência hídrica no término da cultura e cultivares de ciclos maiores (135 DAE) são mais suscetíveis a sofrerem deficiência hídrica durante o período de cultivo.

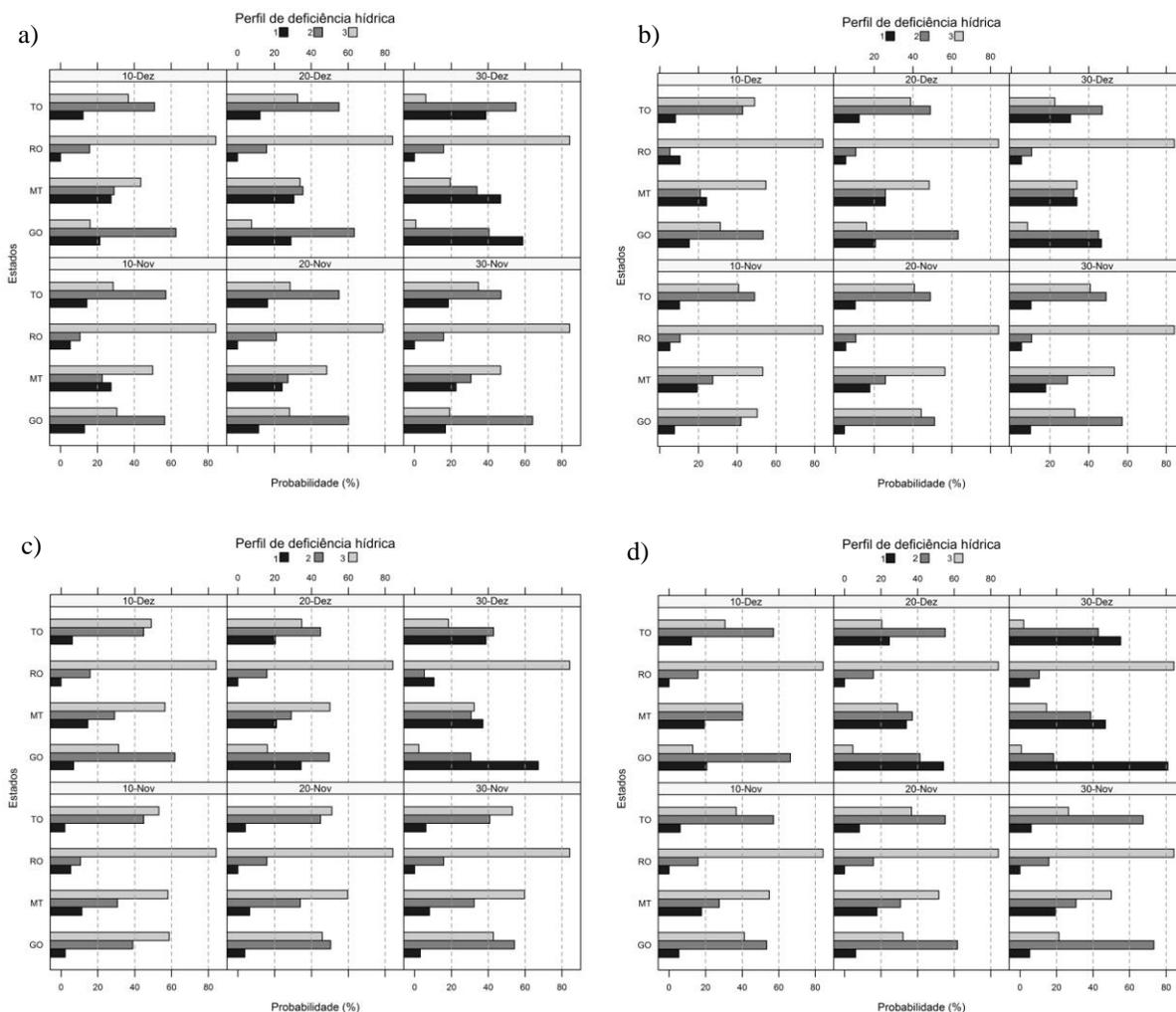


Figura 2. Probabilidade de ocorrências dos diferentes perfis de deficiência hídrica nos estados de MT, GO, RO e TO, nas diferentes datas de semeadura: a) ciclo 110 DAE e CAD 40 cm, b) ciclo 110 DAE e CAD 20 cm, c) ciclo 135 DAE e CAD 40 cm e d) ciclo 135 DAE e CAD 20 cm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARON, C.; CLOPES, A. Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos (SARRAMET/SARRAZON). Paris: CIRAD, v1996.
- SILVA, S.C. da; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, p.536-543, 2001.
- WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimise an objective function. J Amer Stat Assoc 58:236–244. 1963