

# SEÇÃO V - GÊNESE, MORFOLOGIA E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

## ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO POR CULTURA A PARTIR DE LEVANTAMENTO DE SOLOS DE BAIXA INTENSIDADE<sup>(1)</sup>

A. G. ARAÚJO<sup>(2)</sup> & M. L. LOPES ASSAD<sup>(3)</sup>

### RESUMO

O alto risco das atividades agrícolas exige a adoção de métodos de avaliação de terras que integrem parâmetros agroclimáticos e pedológicos para a definição de políticas públicas que permitam a cobertura de sinistros previsíveis. A partir do Sistema Brasileiro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, foi definida uma metodologia para elaborar o zoneamento pedoclimático das terras de Goiás e do Distrito Federal para o arroz (*Oriza sativa* L.) em sistema de sequeiro (ciclo de 110 dias). A deficiência de fertilidade foi aferida de acordo com a soma de bases, saturação por bases e, principalmente, com a CTC dos solos. Essas informações foram obtidas nos relatórios do levantamento de solos do RADAMBRASIL, das Folhas Goiânia, Goiás e Brasília, na escala de 1:1.000.000. A deficiência hídrica foi aferida por meio do estudo do risco climático para a cultura. Foram usadas séries de dados diários de precipitação relativos a 121 estações pluviométricas, dados de ETP calculados para 21 estações climatológicas, dados de CAD dos principais grupos de solos, bem como coeficientes de cultura, fases fenológicas e profundidade efetiva do sistema radicular do arroz. Com essas informações, simulou-se o balanço hídrico para quatro datas de plantio, por meio do modelo SARRA. Na condição melhorada, foram atribuídos graus médio e baixo de limitação por deficiência de fertilidade a 52,8 e 11,1% das terras, respectivamente. A aptidão das terras foi considerada como um conceito dinâmico, tendo em vista a alteração do grau de deficiência hídrica à medida que avançou a data de plantio. No caso de plantio do arroz em outubro, a aptidão foi considerada boa, regular ou muito restrita em 15,2, 48,3 e 0,4% do total das terras, respectivamente. No caso de plantio em janeiro, os valores passaram para 3,6, 26,2 e 34,0%, considerando as mesmas classes. Os resultados obtidos neste trabalho devem ser considerados como indicadores das potencialidades das terras para o arroz de sequeiro no estado de Goiás e no Distrito Federal, podendo ser utilizados em escala regional como parâmetros de planejamento e de definição de política agrícola.

**Termos de indexação:** aptidão agrícola, arroz de sequeiro, balanço hídrico, SIG, Cerrados.

<sup>(1)</sup> Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade de Brasília – UnB. Recebido para publicação em maio de 1999 e aprovado em novembro de 2000.

<sup>(2)</sup> Engenheiro-Agrônomo, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. SBN – Ed. Palácio do Desenvolvimento, sala 1205. CEP 70057-900 Brasília (DF). E-mail: agaraujo@incra.gov.br

<sup>(3)</sup> Professor Adjunto do Instituto de Geociências, UnB. E-mail: assad@unb.br

**SUMMARY:** *PEDOCLIMATIC CULTURE ZONING FROM LOW INTENSITY SURVEY*

*The high risk of agricultural activities demands the adoption of risk-assessment methods based on the integration of climatic and pedologic parameters, thus allowing the establishment of state policies concerning crop insurance. Based on the Brazilian Land Evaluation System, a methodology was drawn to elaborate a pedoclimatic zoning of the lands in the State of Goiás and Federal District for the planting of rainfed rice (*Oriza sativa* L.) (110 days-cycle). Fertility deficiency was assessed in relation to the sum of bases, base saturation and, especially, the CEC of the soils. The data were obtained from RADAMBRASIL's soil survey reports (Goiânia, Goiás and Brasília folios, in the scale of 1:1,000,000). Water deficiency was assessed by means of a study on the climatic risks for the crop. Other sources of data were: daily rainfall information from 121 pluviometric stations, ETP data calculated for 21 weather stations, available water capacity in the main types of soil, as well as the crop coefficients and growth stages, and the effective depth of rice roots. From the information above, the SARRA model simulated the water balance for four different planting dates. Of the lands, 52.8 and 11.1%, respectively, were rated as having medium and low limitations due to fertility deficiency. The aptitude of lands is considered as a dynamic concept, since the degree of water deficiency changes with the date of planting. In the case of rice planted in October, the aptitude was considered good, regular, or very restricted in 15.2, 48.3, and 0.4% of the lands, respectively. In contrast, for rice planted in January, the figures are 3.6, 26.2, and 34.0% for the same categories. The results should be seen as yardsticks for assessing the suitability of lands in Goiás and the Federal District for the planting of rainfed rice. They may be used as guidelines for agrarian planning and policy in the region.*

*Index terms: land suitability, rainfed rice, water balance, GIS, cerrados.*

## INTRODUÇÃO

As altas taxas de sinistralidade na agricultura e a falta de uma metodologia atuarial adequada no sistema de seguridade agrícola brasileiro têm provocado forte demanda por estudos regionais de zoneamento pedoclimático por cultura que considerem, nos modelos de previsão de riscos climáticos para agricultura, parâmetros relacionados com as aptidões agroclimáticas e pedológicas (Rosseti, 1998).

O sistema de avaliação de terras mais usado no Brasil é o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995). Criado na década de 60, ele foi inovador ao estabelecer uma metodologia para estratificar as terras de acordo com seu potencial de produção, considerando diferentes níveis de manejo. Tal conceito é bastante apropriado para países como o Brasil, onde, no setor agrícola, convivem produtores com os mais variados níveis de conhecimento e de recursos financeiros e tecnológicos.

A avaliação da aptidão agrícola consiste em um processo de estimativa do comportamento da terra utilizada para produção agrícola. O Sistema Brasileiro considera cinco fatores, tomados tradicionalmente para avaliar as condições agrícolas

das terras, quais sejam: deficiência de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimento à mecanização (Ramalho Filho & Beek, 1995). No entanto, a maior dificuldade para a aplicação do sistema e sua integração com a aptidão agroclimática por cultura é a falta de informações básicas de solos, uma vez que os levantamentos disponíveis em âmbito nacional são, em sua maioria, generalizados, em escalas menores que 1:500.000 (Fuks et al., 1997).

Deve-se, portanto, intensificar o uso da classe de solo como elemento básico na avaliação do potencial de uso e produção das terras (Ker & Resende, 1996). As informações que definem uma classe de solo podem ser usadas para resolver entraves advindos do grau de generalização de levantamentos de solos elaborados em escala de reconhecimento. As terras cobertas por Cambissolos rasos, Litólicos e Concrecionários indiscriminados, por exemplo, podem ser previamente consideradas inaptas, em decorrência da alta suscetibilidade à erosão e, ou, impedimento à mecanização. Em culturas de sequeiro, o mesmo poderia acontecer com os Hidromórficos, dada a deficiência de oxigenação. Com relação aos demais solos, a deficiência de fertilidade e a deficiência de água sobrepujam os outros fatores, principalmente em estudos de âmbito regional ou estadual.

As informações relativas à fertilidade podem ser extraídas dos relatórios de levantamento de solos. Na escala de 1:1.000.000, a capacidade de troca catiônica (CTC) deve ser considerada o fator mais limitante na região dos Cerrados (Araújo, 1998). Deve-se considerar também que, no Brasil Central, a acidez do solo deve ser corrigida de modo a elevar a saturação por bases (V) a 50%, visto que, nesse patamar, o pH encontra-se entre 5,5 e 6,0, proporcionando condições adequadas à maioria das culturas (Sousa et al., 1994).

Outro aspecto que não pode ser negligenciado, mesmo na avaliação da aptidão das terras a partir de dados de reconhecimento de solos, é que as culturas apresentam diferentes níveis de tolerância ao déficit hídrico, ao longo de seus respectivos ciclos de desenvolvimento. Além disso, a estação chuvosa na região dos Cerrados apresenta irregularidades, expressas pela ocorrência de veranicos, que podem afetar a produtividade, principalmente em estádios críticos das culturas (Assad & Evangelista, 1994).

Assim, é necessário que os graus de limitação por deficiência hídrica sejam aferidos segundo parâmetros ligados aos três componentes do sistema solo-planta-atmosfera. O método que mais se aproxima desse propósito é a simulação do balanço hídrico por cultura, levando em conta o reservatório de água do solo, que coloca em evidência a variação espaço-temporal da aptidão agrícola das terras (Araújo & Lopes Assad, 1999).

A cultura do arroz é muito difundida no País, ocorrendo em, praticamente, todos os estados. De grande importância econômica para a região centro-oeste, tem constituído elemento preponderante no processo de abertura dos cerrados. A partir da década de 80, porém, o sistema de sequeiro sofreu decréscimo significativo de área plantada, graças à redução de áreas virgens para cultivo, altos custos de produção, baixos preços de mercado e riscos elevados por conta da instabilidade climática (Ferreira & Yokoyama, 1998). Na produção do arroz de sequeiro, o fator mais limitante é a disponibilidade hídrica (Fageria, 1980). Assim, para seu sucesso, é preciso definir não somente as áreas, mas também as datas de plantio favoráveis, de acordo com a oferta pluviométrica e com a capacidade de água disponível dos solos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de definir uma metodologia de zoneamento de terras por cultura, a partir de dados de levantamentos de solos em escala 1:1.000.000, integrando-se a aptidão agrícola com o estudo do risco climático para uma cultura específica.

## METODOLOGIA

A área de estudo englobou as terras de Goiás e do Distrito Federal, localizadas na região centro-oeste

do Brasil, estendendo-se entre os paralelos 13°00'00" e 19°00'00"S e os meridianos 46°00'00" e 53°00'00"O.

O trabalho foi desenvolvido em ambiente computacional, utilizando sistema de informações geográficas (SGI e SPRING, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). A área total considerada foi de 388.876 km<sup>2</sup>, conforme mapa em base digital. Em sua maior parte, o clima predominante é Aw (tropical de savana), segundo critério de Köppen, com estação seca de inverno e temperatura média do mês mais frio superior a 18°C. As áreas com maiores altitudes apresentam climas do tipo Cw, onde a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C (EMBRAPA, 1978). Aproximadamente 80% da precipitação pluviométrica ocorre de novembro a março (Adámoli et al., 1985). O relevo é predominantemente plano e suave ondulado (IBGE, 1998). Os solos predominantes são os Latossolos (45% do total), seguidos dos Cambissolos (20%) e dos Podzólicos (14%), conforme IBGE (s.d.) e Silva (1997).

A cultura de referência foi o arroz (*Oriza sativa* L.), em sistema de produção de sequeiro, tendo sido previamente consideradas inaptas as terras onde ocorrem os solos com horizonte B incipiente (Cambissolos), os solos pouco desenvolvidos (Litólicos), além dos solos Petroplínticos (Concrecionários indiscriminados), por apresentarem alta suscetibilidade à erosão e, ou, sérios impedimentos à mecanização. As terras com solos Hidromórficos também foram excluídas, considerando a proposta do trabalho estudar a aptidão para o sistema de sequeiro.

O mapa básico de solos utilizado foi produzido pelo IBGE, na escala de 1:1.000.000. Originalmente, o mapa apresentava 16 classes gerais de solos. A partir das informações dos relatórios e cartas de solos das Folhas Goiás, Brasília e Goiânia do RADAMBRASIL (BRASIL, 1981; 1982; 1983), o mapa foi reclassificado conforme a textura do solo, segundo critérios de Lemos & Santos (1996).

## Avaliação da deficiência de fertilidade

A interpretação dos níveis de fertilidade quanto à soma de bases trocáveis, saturação por bases e saturação por alumínio foi feita a partir de critérios estabelecidos pela Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988) (Quadros 1 e 2), utilizando todos os dados disponíveis nos relatórios de solos das Folhas Goiás, Brasília e Goiânia do RADAMBRASIL (BRASIL, 1981; 1982; 1983).

A CTC medida a pH 7,0 indica a capacidade do solo em reter cátions, mantendo-os em condições de disponibilidade para os vegetais, e representa o tamanho do reservatório de cátions do solo. Pode ser considerada constante para cada solo, sendo inalterável a curto prazo por práticas agrícolas. Todavia, o fato de o solo apresentar saturação por bases (V) superior a 50%, naturalmente ou artificialmente por meio da calagem, não garante

**Quadro 1. Níveis de soma de bases dos solos de Goiás e do Distrito Federal**

Teor de argila	Soma de bases (Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup> K <sup>+</sup> )		
	Baixa	Média	Alta
g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
< 200	< 0,64	0,64 - 1,58	> 1,58
20 - 350	< 1,26	1,26 - 3,23	> 3,23
> 350	< 2,46	2,46 - 6,33	> 6,33

Fonte: Dados extraídos de Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

**Quadro 2. Níveis de saturação por bases (V%) e de saturação por alumínio (m%) dos solos de Goiás**

Classe	V(%)	M (%)
Baixa	< 20	< 10
Média	20 - 40	10 - 30
Alta	41 - 60	31 - 50
Muito alta	> 60	> 50

Fonte: Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás (1988).

que a fertilidade seja alta, porque as culturas exigem teores mínimos dos diversos nutrientes para produzir satisfatoriamente. Portanto, se a CTC for baixa, a soma de bases (S) com V = 50% será necessariamente baixa, sendo considerada um fator limitante. Como S é numericamente igual à metade do valor da CTC quando V = 50 %, multiplicando-se por 2 os valores de S considerados baixo, médio e alto, tem-se os valores baixo, médio e alto para CTC, respectivamente, no mesmo patamar da saturação por bases (50%). Por conseguinte, os valores do quadro 1 foram multiplicados por 2 e, com isto, foi possível estimar níveis de suficiência da CTC, considerando o solo na situação ideal (Quadro 3). Considerando-se os outros macronutrientes e os micronutrientes em níveis não-restritivos, os graus

**Quadro 3. Níveis de capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos de Goiás e do DF**

Teor de argila	CTC <sup>(1)</sup>		
	Baixa	Média	Alta
g kg <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
< 200	< 1,28	1,28 - 3,16	> 3,16
20 - 350	< 2,52	2,52 - 6,46	> 6,46
> 350	< 4,92	4,92 - 12,66	> 12,66

<sup>(1)</sup> Para V = 50%.

de limitação da fertilidade foram determinados de acordo com o valor mediano da CTC dos solos.

### Avaliação da deficiência hídrica

Os graus de limitação das terras por deficiência hídrica foram aferidos por meio do estudo do risco climático para o arroz de sequeiro. Fez-se a simulação diária do balanço hídrico para a cultura, usando-se o modelo SARRA - Sistema de Análise Regional do Risco Climático, proposto por Affholder et al. (1997). Os parâmetros de entrada do modelo foram: precipitação diária (séries de 15 anos para 121 estações pluviométricas); evapotranspiração potencial (ETp), calculada com dados de 21 estações meteorológicas; coeficientes de cultura (Kc); ciclo e fases fenológicas da planta; capacidade de água disponível (CAD) do solo e profundidade efetiva do sistema radicular.

Antes da simulação, cada um dos 121 arquivos de dados de precipitação foi relacionado, em ambiente de SIG, ao arquivo de dados da estação meteorológica mais próxima.

Foram utilizados coeficientes de cultura (Kc) decendiais para o arroz de sequeiro de ciclo curto (110 dias), estimados por Silva (1997). Para as simulações, o ciclo da cultura foi dividido em quatro fases fenológicas: fase vegetativa (até 40 dias após emergência - DAE); fase de pré-floração (41 até 65 DAE); fase de floração e enchimento de grãos (66 até 100 DAE) e fase de maturação (101 até 110 DAE). A terceira fase foi considerada crítica para a cultura (Steinmetz et al., 1988; Silva, 1997).

Com relação à CAD, os solos foram separados em cinco grandes grupos (Quadro 4). Esses valores são as medianas dos dados levantados na literatura, para os respectivos grupos de solos (Araújo, 1998). A planta de arroz é muito suscetível ao estresse hídrico, principalmente devido ao pequeno desenvolvimento radicular. Considerou-se o valor de 50 cm como a profundidade efetiva do sistema radicular, pois nela se encontram mais de 90% das raízes da planta (Stone & Pereira, 1994).

**Quadro 4. Capacidade de água disponível (CAD) dos grupos de solos**

Grupo de solo <sup>(1)</sup>	CAD
	mm m <sup>-1</sup>
AQ	61,0
PVe	73,0
LE, LR, LV	100,0
PE, TR	131,0
BV	255,0

<sup>(1)</sup> LE-Latossolo Vermelho-Escuro; LR-Latossolo Roxo; LV-Latossolo Vermelho-Amarelo; AQ-Areia Quartzosa; PVe - Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico; PE-Podzólico Vermelho-Escuro eutrófico; TR-Terra Roxa; BV-Brunizém Avermelhado.

Fonte: Araújo (1998).



A simulação do balanço hídrico resultou na estimativa do Índice de Satisfação das Necessidades de Água da planta (ISNA), expresso pela relação  $E_{Tr}/E_{Tm}$ . A evapotranspiração real ( $E_{Tr}$ ) foi estimada por meio da equação de Egleman, conforme Affholder et al. (1997). A evapotranspiração máxima ( $E_{Tm}$ ) foi estimada por meio da equação:

$$E_{Tm} = Kc \times E_{Tp}$$

em que

$E_{Tp}$  = evapotranspiração potencial;  $Kc$  = coeficiente de cultura, de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura.

O ISNA indica a porcentagem de satisfação das necessidades hídricas da planta em relação à sua exigência máxima. Na simulação, os índices foram estimados para períodos de dez dias (decêndios) e, em seguida, agrupados conforme a fase fenológica da planta. A avaliação do risco climático foi feita com base nos valores de ISNA estimados para o período crítico da cultura, ou seja, entre a floração e o enchimento de grãos. Foi considerada uma frequência de ocorrência mínima de 80%. Isso significa que, em oito de cada dez anos das séries históricas analisadas, os índices de satisfação foram iguais ou superiores aos observados.

Para definição dos níveis de risco climático e, conseqüentemente, de deficiência hídrica, foram estabelecidas quatro classes, de acordo com o ISNA obtido: deficiência muito alta ( $E_{Tr}/E_{Tm} < 0,45$ ); alta ( $0,55 > E_{Tr}/E_{Tm} \geq 0,45$ ); média ( $0,65 > E_{Tr}/E_{Tm} \geq 0,55$ ) e baixa ( $E_{Tr}/E_{Tm} \geq 0,65$ ) (Steinmetz et al., 1988). A espacialização da deficiência hídrica foi realizada por meio da geração de um modelo numérico de terreno (MNT), a partir dos valores de ISNA, conforme Araújo (1998).

### Aptidão das terras

A aptidão das terras para a cultura do arroz de sequeiro consistiu na conjugação das limitações por deficiência de fertilidade com as limitações por deficiência hídrica. A partir do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek, 1995), esses dois fatores foram considerados os que mais interferem na aptidão de solos da região Centro-Oeste do Brasil e os mais compatíveis com a escala de trabalho adotada.

O esquema geral de cruzamento de planos de informação (PIs), para determinar a aptidão, foi apoiado em Ramalho Filho (1984). Os algoritmos utilizados, estabelecidos a partir de lógica booleana, podem ser representados pelas seguintes equações:

$$Boa = F_1 \times H_1$$

$$Regular = F_{1,2} \times H_2 + F_2 \times H_1$$

$$Restrita = F_3 \times H_{1,2}$$

$$Muito\ restrita = F_{1\ a\ 3} \times H_{3,4}$$

em que

F = PI indicativo da deficiência de fertilidade; H = PI indicativo da deficiência hídrica; os algarismos representam as classes consideradas em cada PI: 1 = baixa; 2 = média; 3 = alta; 4 = muito alta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Deficiência de fertilidade

Os resultados apresentados neste item referem-se às limitações permanentes da fertilidade do solo, ou seja, àquelas presentes após a realização dos melhoramentos possíveis. No sistema Brasileiro (Ramalho Filho & Beek, 1995), essa condição corresponde ao nível de manejo C das terras, considerado o mais tecnificado.

Considerando a CTC como o fator mais limitante da fertilidade e comparando os solos em um patamar de saturação por bases de 50%, apresentam-se, na figura 1, os resultados da interpretação da fertilidade dos solos, em porcentagem da área total. Com exceção dos Latossolos Vermelho-Escuros (LEs) textura média da Folha Goiás, com grau de limitação baixo, os Latossolos apresentam grau médio de limitação da fertilidade. Já os Podzólicos Vermelho-Amarelos (PVs) apresentam grau médio ou baixo e os Podzólicos Vermelho-Escuros eutróficos (PEs), Terras Roxas Estruturadas (TR) e Brunizém Avermelhado (BV), grau baixo.

O cálcio, magnésio e potássio são nutrientes essenciais à produção econômica das culturas, e a adubação corretiva com esses elementos está limitada à quantidade de calcário suficiente para elevar a saturação por bases a 50%. Nesse patamar, os solos com maior CTC apresentaram maior quantidade de nutrientes disponíveis às plantas, em comparação com outros solos da mesma classe textural. Por esse motivo, a CTC foi adotada como fator de limitação permanente da fertilidade do solo.

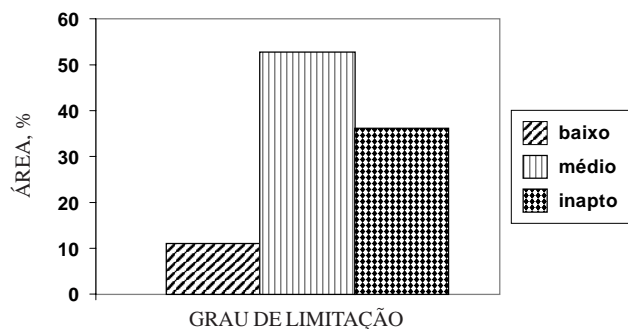


Figura 1. Graus de limitação por deficiência de fertilidade das terras de Goiás e do Distrito Federal.

Dessa forma, a comparação entre as terras dá uma idéia qualitativa de seu potencial produtivo, tendo em vista alguns parâmetros quantitativos. Esses dados básicos podem contribuir para um zoneamento de terras e para análises mais avançadas, como, por exemplo, estudos de viabilidade técnico-econômica de um empreendimento agrícola.

### Deficiência hídrica

A figura 2 ilustra a alteração, no tempo, da limitação por deficiência hídrica das terras, com o avanço da data de plantio. Os resultados estão representados em percentagem de área, apresentando, numa situação hipotética, toda a área estudada a CAD de  $100 \text{ mm m}^{-1}$  (Latosolos). Ao longo do tempo, percebe-se clara tendência de aumento das áreas de deficiência alta e muito alta, em detrimento das áreas de deficiência baixa. Estas passam de 99%, em outubro, para 13% da área total, em janeiro. Observa-se, ainda, que, apesar dessa tendência, as áreas de deficiência baixa e média somam 88% do total, para o plantio no segundo decêndio de dezembro. Observa-se tendência semelhante, porém com restrição mais acentuada, quando se considera menor valor de CAD do solo (Figura 3).

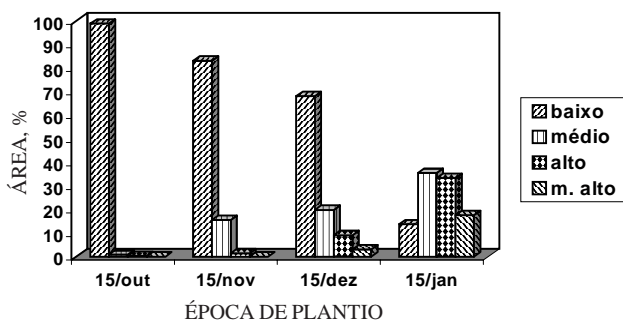


Figura 2. Alteração do grau de limitação por deficiência hídrica das terras, com o avanço da época de plantio (CAD =  $100 \text{ mm m}^{-1}$ ).

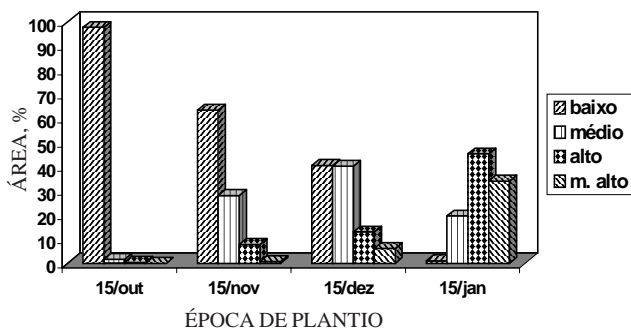


Figura 3. Alteração do grau de limitação por deficiência hídrica das terras, com o avanço da época de plantio (CAD =  $73 \text{ mm m}^{-1}$ ).

O período adequado para o plantio do arroz de sequeiro (ciclo curto) nessa região é bastante extenso. O plantio pode ser realizado, sem maiores restrições hídricas, entre o início de outubro e o final de dezembro em boa parte do estado de Goiás.

A água é o fator mais limitante para o rendimento do arroz de sequeiro. A redução do rendimento da cultura depende do estágio fisiológico da planta e da intensidade e duração da deficiência hídrica. A deficiência hídrica, quando ocorre durante a fase vegetativa, pode provocar redução do rendimento da cultura, principalmente pela redução do número de panículas. No entanto, o estágio mais crítico em termos de necessidades de água é a fase reprodutiva (Fageria, 1980). Pode-se concluir, assim, que a observação do ISNA estimado durante a fase crítica do arroz é satisfatória para o estudo do risco climático.

### Aptidão das terras

Os mapas de aptidão das terras para o arroz de sequeiro encontram-se ilustrados na figura 4. A partir deles, gerou-se um histograma que mostra, na forma de percentual da área total, a evolução da aptidão com o avanço da data de plantio (Figura 5). Observa-se, primeiramente, a clara influência da data de plantio na aptidão das terras. As terras de aptidão boa passam de 15,2 a 3,6%, se comparados os plantios em 15/10 e 15/01. Para as terras de aptidão regular, o percentual mantém-se ao redor de 48% até dezembro, passando a 26% no plantio de janeiro.

A nenhuma classe de solo foi atribuído o grau alto de limitação de fertilidade, conforme os critérios indicados no quadro 3. Por conseguinte, não houve terras com aptidão restrita. Já as terras de aptidão muito restrita assim o foram classificadas por causa do seu alto grau de limitação hídrica. Com o avanço da data de plantio, boa parte das terras de aptidão boa ou regular passou a apresentar aptidão muito restrita. Esse efeito mostrou-se bastante acentuado quando o plantio foi realizado após 31 de dezembro. Quanto às terras inaptas, não houve alteração do percentual; os Cambissolos rasos, os Litólicos, os Concrecionários e Hidromórficos Indiscriminados foram previamente classificados como inaptos e não houve aumento da área desta classe com o avanço da data de plantio.

A determinação da aptidão das terras pode ser útil, na medida em que se agreguem a ela todas as variáveis importantes para o sucesso da atividade agrícola. Quando os dados disponíveis encontram-se em escala pequena (inferior ou igual a 1:500.000), parâmetros como suscetibilidade à erosão, impedimento à mecanização e deficiência de drenagem podem ser avaliados com base nas informações da classe de solo, que, no presente caso, indicaram como inaptos os Cambissolos rasos, os Litólicos, os Concrecionários e os Hidromórficos

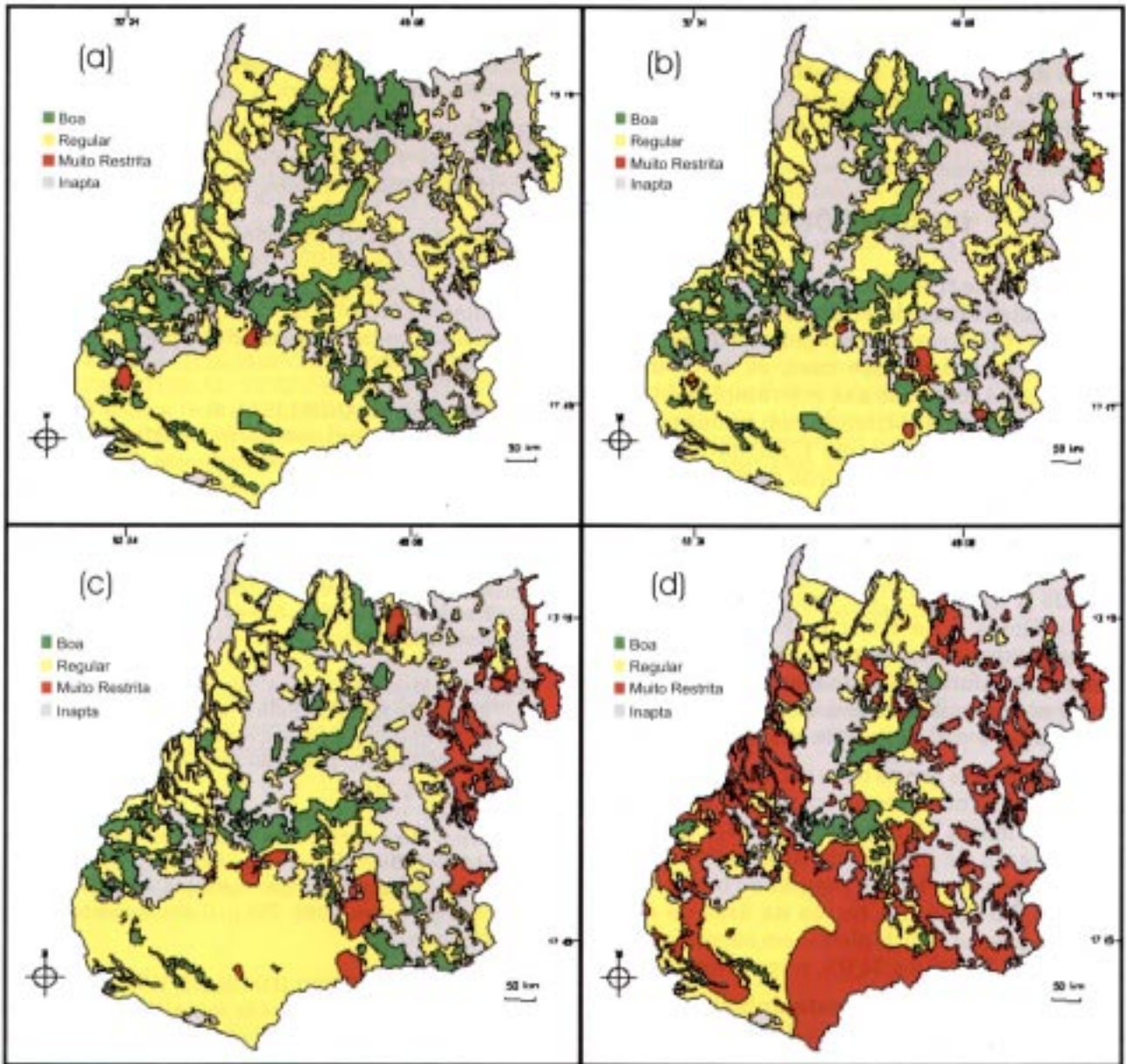


Figura 4. Aptidão edafoclimática das terras de Goiás e do Distrito Federal para o arroz de sequeiro (ciclo de 110 dias) com plantio de: (a) 11 a 20/10; (b) 11 a 20/11; (c) 11 a 20/12; e (d) 11 a 20/01.

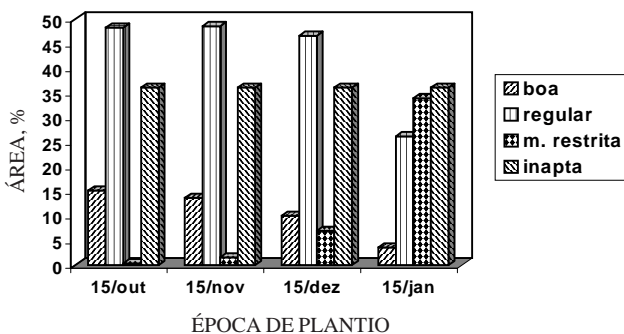


Figura 5. Alteração da aptidão edafoclimática das terras, com o avanço da época de plantio.

Indiscriminados. Nessa escala, a avaliação de parâmetros como deficiência de fertilidade e de água pode ser feita agregando-se as variáveis compatíveis, como a CTC, a saturação por bases e o risco climático, de acordo com exigências da cultura.

Estudos, em âmbito local, de custo/benefício de adubação, custo de transporte, custo de outros insumos, etc, bem como dados de solos em escalas compatíveis com atividades agrícolas desenvolvidas na propriedade (com tamanhos variando de < 1 a cerca de 10.000 ha na região de Cerrados), podem aumentar muito a precisão da avaliação da aptidão das terras. Assim, os resultados obtidos neste



trabalho devem ser considerados como indicadores das potencialidades das terras para o arroz de sequeiro no estado de Goiás e no Distrito Federal, podendo ser utilizados em escala regional como parâmetros de planejamento e de definição de política agrícola.

### CONCLUSÕES

1. Na escala de trabalho adotada (1:1.000.000), a maior dificuldade para determinar a aptidão agrícola das terras foi o grau de generalização das informações básicas; nesse caso, os solos inaptos foram avaliados com base nas informações da classe de solo e a aptidão foi estimada com maior precisão, agregando-se variáveis como CTC, saturação por bases e risco climático, de acordo com as exigências de cada cultura.

2. Na condição melhorada, foram atribuídos graus médio e baixo de limitação por deficiência de fertilidade a 52,8 e 11,1%, respectivamente, das terras de Goiás e do Distrito Federal; as terras restantes foram previamente consideradas inaptas, com base nas informações da classe de solo para os parâmetros suscetibilidade à erosão, impedimento à mecanização e deficiência de oxigenação.

3. A aptidão das terras deve ser considerada como um conceito dinâmico, tendo em vista a alteração do grau de deficiência hídrica com o avanço da data de plantio; no caso de plantio do arroz em outubro, a aptidão foi considerada boa, regular ou muito restrita em 15,2, 48,5 e 0,4% das terras na área de estudo, respectivamente; no caso de plantio em janeiro, os valores passaram para 3,6, 26,2 e 34,0%, respectivamente.

4. Os resultados obtidos neste trabalho podem ser considerados como indicadores das potencialidades das terras para o arroz de sequeiro no estado de Goiás e no Distrito Federal e utilizados em escala regional como parâmetros de planejamento e de definição de política agrícola.

### AGRADECIMENTOS

Aos colegas do Laboratório de Biofísica Ambiental da Embrapa-Cerrados, em especial ao Dr. Fernando Macena da Silva, pela disponibilização de dados pluviométricos e do modelo SARRA de simulação do balanço hídrico.

### LITERATURA CITADA

ADÁMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G. & MADEIRA NETTO, J. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W.J., ed. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel, 1985. p.33-47.

AFFHOLDER, F.; RODRIGUES, G.C. & ASSAD, E.D. Modelo agroclimático para avaliação do comportamento do milho na região dos cerrados. *Pesq. Agropec. Bras.*, 32:993-1002, 1997.

ARAÚJO, A.G. Aptidão edafoclimática das terras de Goiás e do Distrito Federal para o arroz de sequeiro. Brasília, Universidade de Brasília, 1998. 93 p. (Tese de Mestrado)

ARAÚJO, A.G. & LOPES ASSAD, M.L. Variação temporal da aptidão edafoclimática das terras de Goiás e do Distrito Federal para o arroz de sequeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. (CD-ROM)

ASSAD, E.D. & EVANGELISTA, B.A. Análise freqüencial da precipitação pluviométrica. In: ASSAD, E.D., coord. Chuva nos cerrados: análise e espacialização. Planaltina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. p.25-42.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.22 Goiás: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 640 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 25)

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. 660 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 29)

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.22 Goiânia: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 768 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31)

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS - CFSGO. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1988. 101p. (Informativo Técnico, 1)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento do solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, 1978. 455p. (Boletim Técnico, 53)

FAGERIA, N.K. Deficiência hídrica em arroz de cerrado e resposta ao fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 15:259-265, 1980.

FERREIRA, C.M. & YOKOYAMA, L.P. Perspectiva do arroz de terras altas na região centro-oeste, considerando alguns aspectos da cadeia produtiva. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 6., Goiânia, 1998. Resumos expandidos. Goiânia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. v.1. p.478-481. (EMBRAPA-CNPAF Documentos, 85)

FUKS, S.D.; BHERING, S.B.; TANAKA, A.K. & CHAGAS, C.S. Sistema de informação de solos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. CD-ROM.



- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, jul. 1998. 32p. v.10.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa esquemático de solos do Estado de Goiás. 1 mapa. 90x85 cm. Escala 1:1.000.000. Mapa baseado nos "Mapas Exploratórios de Solos", escala 1:1.000.000, das Folhas SD.22 - Goiás, SD.23 - Brasília, SE.22 - Goiânia, publicados pelo extinto Projeto RADAMBRASIL em 1981, 1982 e 1983, respectivamente, e Folha SD.23 - Belo Horizonte (em fase de publicação pelo IBGE)
- KER, J.C. & RESENDE, M. Recursos edáficos dos cerrados: ocorrência e potencial. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., Brasília, 1996. Anais/Proceedings. Planaltina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996. p.15-19.
- LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3.ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84p.
- RAMALHO FILHO, A., coord. Aptidão pedoclimática: zoneamento por produto - região do Programa Grande Carajás. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1984. não paginado.
- RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1995. 65p.
- ROSSETI, L.A. Secuidade e Zoneamento Agrícola no Brasil. Novos Rumos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SEGURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1., Brasília, 1998. <http://www.agricultura.gov.br/Proagro/anais/anais.htm>.
- SILVA, S.C. Estudo e análise espaço-temporal do risco climático no arroz de sequeiro, em áreas constituídas de areia quartzosa e Latossolo, no estado de Goiás. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 78p. (Tese de Mestrado)
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. & CASTRO, L.H.R. Avaliação dos métodos de determinação da necessidade de calcário em solos de cerrados. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1987/1990. Planaltina, 1994. p.122-124.
- STEINMETZ, S.; REYNIERS, F.N. & FOREST, F. Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil. Goiânia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. 66 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 23)
- STONE, L.F. & PEREIRA, A.L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do arroz. Pesq. Agropec. Bras., 29:1577-1592, 1994.

