

Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará¹

Risk climatic zonation for the cowpea crop in Ceará State, Brazil

Aderson Soares de Andrade Júnior², Alexandre Hugo César Barros³, Clescy Oliveira da Silva⁴ e Francisco Rodrigues Freire Filho⁵

Resumo- Um modelo de balanço hídrico diário foi usado para estimar os riscos climáticos, por deficiência hídrica, na cultura do feijão-caupi, quando cultivado em solos com diferentes capacidades de retenção de água (solos de textura arenosa, média e argilosa), no período de novembro a maio, no Estado do Ceará. Utilizou-se um sistema de informações geográficas para regionalizar as áreas de baixo, médio e alto risco climático. O cultivo de feijão-caupi apresenta riscos climáticos diferenciados em função da época de semeadura e do tipo de solo. Independentemente da capacidade de retenção de água do solo, a semeadura no período de 20 a 31 de janeiro mostrou-se favorável para o cultivo de feijão-caupi nos municípios localizados na região centro-sul do Estado. Para os municípios situados ao norte do Estado, é recomendado que o cultivo de feijão-caupi seja efetuado, preferencialmente, de 1º a 10 de março, uma vez que o período chuvoso se estende durante os meses de abril a maio e com a vantagem adicional da colheita das vagens ocorrer no início da estação seca.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, chuva, épocas de semeadura, balanço hídrico

Abstract- A water balance model was used for estimating the climatic risks using water deficit for cowpea crop, when cultivated in different soil water retention capacity (sandy, loam and clays soils), from November to May, in Ceará State, Brazil. The areas with low, medium and high climatic risk were zoning by a geographic information system. Cowpea crop has different climatic risks in function of growing season and soil type. For all soil water retention capacity, the planting date from 20th to 31st January was the most favorable for the cowpea development at the central and south counties of the Ceará State. For the counties of the north of the Ceará State, the planting date must be from 1st to 10th March, because the rainy season occurs from April to May with additional advantage of harvest be processed when the dry season is beginning.

Index terms: *Vigna unguiculata*, rainfall, growing season, water balance

¹ Recebido para publicação em 07/03/2006; aprovado em 02/10/2006.

² Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Bolsista CNPq, e-mail: aderson@cpamn.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos – UEP de Recife, Recife, PE, e-mail: alex@cnps.embrapa.br

⁴ Estudante, CEFET-PI, Estagiária Zoneamento Agrícola, Bolsista ITI-CNPq, e-mail: clescy@cpamn.embrapa.br

⁵ Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, e-mail: freire@cpamn.embrapa.br

Introdução

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão macassar é uma leguminosa bem adaptada às condições brasileiras de clima e solo. É cultivado para produção de grãos e representa o alimento básico das populações de baixa renda situadas, notadamente, nas regiões de clima semi-árido do Nordeste brasileiro. É uma excelente fonte de proteínas (23% a 25% em média), apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa qualidade de gordura e não conter colesterol (Granjeiro et al., 2005).

O feijão-caupi ocupa 60% das áreas cultivadas com feijão no Nordeste brasileiro. A maioria dos produtores de feijão-caupi são pequenos agricultores, em sistema de parceria e em nível de subsistência. O maior produtor da região é o estado do Ceará, com uma área plantada de 585.349 hectares e uma produção de 151.976 toneladas, na safra 2004 / 2005, o que representa 23% e 18,3% em relação a região Nordeste, respectivamente. Quanto à área cultivada, destacam-se como as principais microrregiões produtoras, os Sertões de Crateús, Sertões de Quixeramobim e Sertão de Senador Pompeu, com 10,7%, 7,3% e 6,9% da área total cultivada no Estado, respectivamente (IBGE, 2005).

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, devido a sua grande irregularidade na ocorrência das chuvas, traduzida por períodos de veranicos de diferentes durações, notadamente se estes ocorrerem durante as fases mais críticas (floração e enchimento de grãos) (Doorenbos & Kassam, 1994), onde a falta de água reduz sensivelmente seus rendimentos, a definição do período de cultivo é de extrema importância. Em um cenário climático dessa natureza, o zoneamento agrícola de risco climático constitui ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão, principalmente para minimizar as constantes perdas de safra por parte dos pequenos produtores.

O zoneamento agrícola de risco climático permite, a partir do conhecimento das variabilidades climáticas locais (como por exemplos a precipitação e a evapotranspiração de referência) e de sua espacialização regional por meio de um sistema de informação geográfica (SIG), definir regiões de aptidão climática e épocas mais adequadas de semeadura como forma de diminuir os efeitos causados pela má distribuição de chuvas (Teixeira & Azevedo, 1996; Zullo Júnior et al., 1999; Silva & Azevedo, 2000).

Vários estudos mostram que a definição das épocas de semeadura, por meio do balanço hídrico do solo, contribui para reduzir o risco climático causado pela dis-

tribuição irregular das chuvas (Rodrigues Neto, 1991; Silva et al., 1994; Assad et al., 1997; Silva et al., 1998; Andrade Júnior, 2000; Marin et al., 2000; Andrade Júnior et al., 2001a; Andrade Júnior et al., 2001b; Andrade Júnior et al., 2004). Entretanto, no caso do Estado do Ceará, praticamente inexistem estudos nessa linha, com a cultura de feijão-caupi, nas suas diferentes microrregiões. Dessa forma, objetivou-se regionalizar o risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará, para semeaduras em diferentes épocas dentro da estação chuvosa, utilizando-se um sistema de informações geográficas.

Material e Métodos

O zoneamento de risco climático foi efetuado em duas etapas: a) cálculo dos balanços hídricos diários usando o programa computacional Sarrazon (Baron et al., 1996) e b) espacialização dos índices de satisfação das necessidades hídricas das culturas utilizando o programa computacional Spring, versão 4.0, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).

Na primeira etapa, os balanços hídricos foram efetuados no período de novembro a maio. As simulações foram efetuadas a cada dez dias (decêndios) e para as épocas de semeadura de 05 de novembro a 25 de maio. Exemplificando: a data de semeadura de 25 de janeiro representa o período de 21 a 31 de janeiro. As variáveis de entrada utilizadas do modelo foram:

- i) Precipitação pluvial diária: utilizaram-se as séries de dados de 257 postos pluviométricos, com no mínimo 15 anos de registros diários, obtidos junto ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) (Figura 1);
- ii) Evapotranspiração de referência (ET_o): os dados diários referentes a ET_o, estimados pelo método de Penman - Monteith, para 13 municípios do Estado (Fortaleza, Guaramiranga, Sobral, Aracati, Jaguaruana, Crateús, Quixeramobim, Morada Nova, Tauá, Iguatu, Campos Sales, Barbalha e Juazeiro do Norte), foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 1);
- iii) Capacidade de armazenamento de água no solo (CAD): variou em função do tipo de solo e da cultura. Assumiram-se três tipos de solos: Tipo 1 (CAD = 20 mm) - Neossolos Quartzarênicos (com menos de 15% de argila); Tipo 2 (CAD = 40 mm) - Latossolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com menos de 35% de argila) e

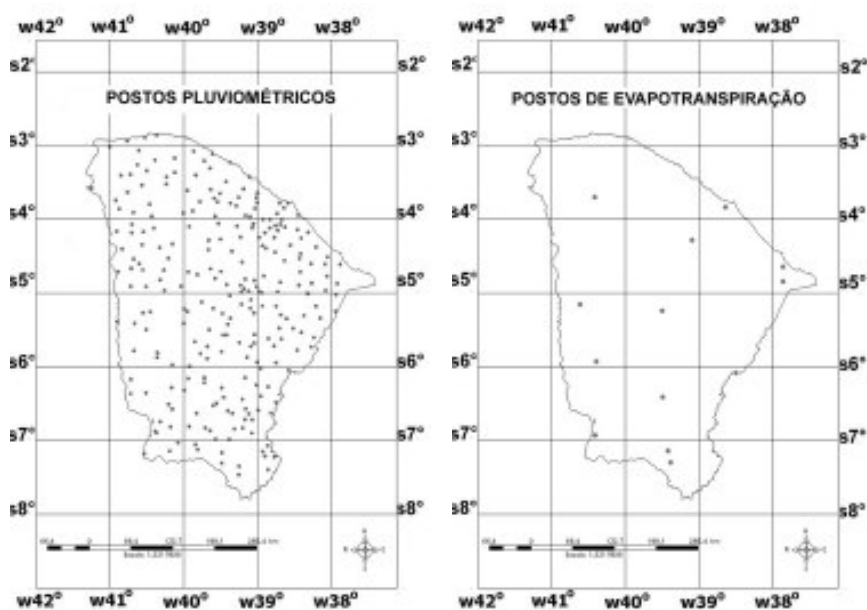


Figura 1 - Distribuição espacial dos postos pluviométricos e de evapotranspiração usados no estudo

Tipo 3 (CAD = 60 mm) - Argissolos Vermelho-Amarelo e Vermelho-Escuro (com mais de 35% de argila). Considerou-se a CAD constante ao longo do ciclo da cultura;

iv) Cultivares: para representar as cultivares de feijão-caupi recomendadas para o Estado, foi eleita uma cultivar hipotética, considerada adaptada às condições de temperatura e fotoperíodo dos diferentes locais, com ciclo de 70 dias (precoce). Foi considerado apenas um ciclo, uma vez que a diferença entre as cultivares quanto ao ciclo é pouco variável (< 10%). A definição e duração das fases fenológicas foi estabelecida da seguinte forma: i) fase I – da semeadura até 10% do desenvolvimento vegetativo (DV) (15 dias); ii) fase II – de 10% do DV até a floração (20 dias); iii) da floração até o enchimento das vagens (EV) (20 dias) e iv) do EV até a maturação (15 dias);

v) Coeficientes de cultura (Kc): usou-se valores de Kc decendiais ao longo do ciclo da cultura de feijão-caupi (Andrade Júnior et al., 2001a), cujos valores encontram-se na Tabela 1.

O modelo de simulação do balanço hídrico da cultura (Sarrazon) permitiu a determinação dos valores de

Tabela 1 - Valores de coeficientes de cultura (Kc) decendiais para o feijão-caupi

| Ciclo (dias) | Decêndios | | | | | | |
|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 70 | 0,30 | 0,50 | 0,80 | 0,90 | 1,20 | 1,00 | 0,75 |

evapotranspiração real (ETr) e evapotranspiração máxima (ETm), com os quais estimaram-se os valores dos índices de satisfação das necessidades de água (ISNA) da cultura (equação 1). A ETr expressa a quantidade de água que a planta efetivamente consumiu e a ETm representa a quantidade de água desejável para garantir sua produtividade máxima (Silva et al., 1998).

$$ISNA = \left(\frac{ETr}{ETm} \right) \quad (1)$$

em que:

ISNA - índice de satisfação das necessidades de água (adimensional);

ETr - evapotranspiração real da cultura (mm);

ETm - evapotranspiração máxima da cultura (mm).

Para a caracterização do risco climático associado ao cultivo de feijão-caupi foram estabelecidas três classes de ISNA, a saber: i) $ISNA \geq 0,50$ - baixo risco climático (período favorável para plantio); ii) $0,50 > ISNA > 0,40$ - médio risco climático (período intermediário para plantio) e iii) $ISNA < 0,40$ - alto risco climático (período desfavorável para plantio).

Na segunda etapa, foram empregados os valores de ISNA estimados para o período fenológico compreendido entre a floração e o enchimento das vagens (período mais crítico ao déficit hídrico), com frequência mínima de 80% nos anos utilizados em cada estação pluviométrica. Isso significa que se um determinado município apresenta baixo risco climático para o cultivo do feijão-caupi quando semeado em 25 de janeiro, em um solo tipo 1, essa condição deverá ocorrer oito anos em cada dez anos.

Cada valor de ISNA observado durante essa fase, foi associado à localização geográfica da respectiva estação para posterior espacialização dos mesmos, utilizando-se o programa computacional Spring (INPE). Após a tabulação cruzada dos mapas de ISNA's com a malha municipal, foram considerados aptos ao cultivo de feijão-caupi os municípios com, no mínimo, 20% de sua área com baixo risco climático ou com 60% de sua área com médio risco climático. Por se tratar de um modelo agroclimático, assumiu-se que não existem limitações quanto à fertilidade de solos e danos causados por pragas e doenças.

Resultados e Discussão

O cultivo de feijão-caupi foi indicado como favorável apenas para as datas de semeadura compreendidas entre 15 de dezembro e 25 de março, período esse que coincide com o início da pré-estação e o pleno estabelecimento da quadra chuvosa no Estado do Ceará (FUNCEME, 2005a).

Nas Figuras 2 a 4 são mostrados os mapas de risco climático para o feijão-caupi no Estado do Ceará quando semeado em solos de baixa (tipo 1), média (tipo 2) e alta (tipo 3) capacidade de retenção de água. Independentemente da capacidade de retenção de água, à medida que as

épocas de semeadura foram simuladas de dezembro a março, as áreas indicadas como de baixo risco climático avançam em direção às regiões centro e norte do Estado, já que nessas regiões o período chuvoso estende-se até os meses de abril e maio (FUNCEME, 2005a).

Para qualquer combinação entre época de semeadura e tipo de solo, constatou-se que a região centro-oeste do Estado apresentou sempre alto risco climático para a cultura do feijão-caupi. Isso porque representa justamente a macrorregião pluviométrica homogênea do Sertão Central e Inhamuns, onde o período chuvoso é mais irregular e a média histórica é de apenas 560 mm anuais (FUNCEME, 2005b).

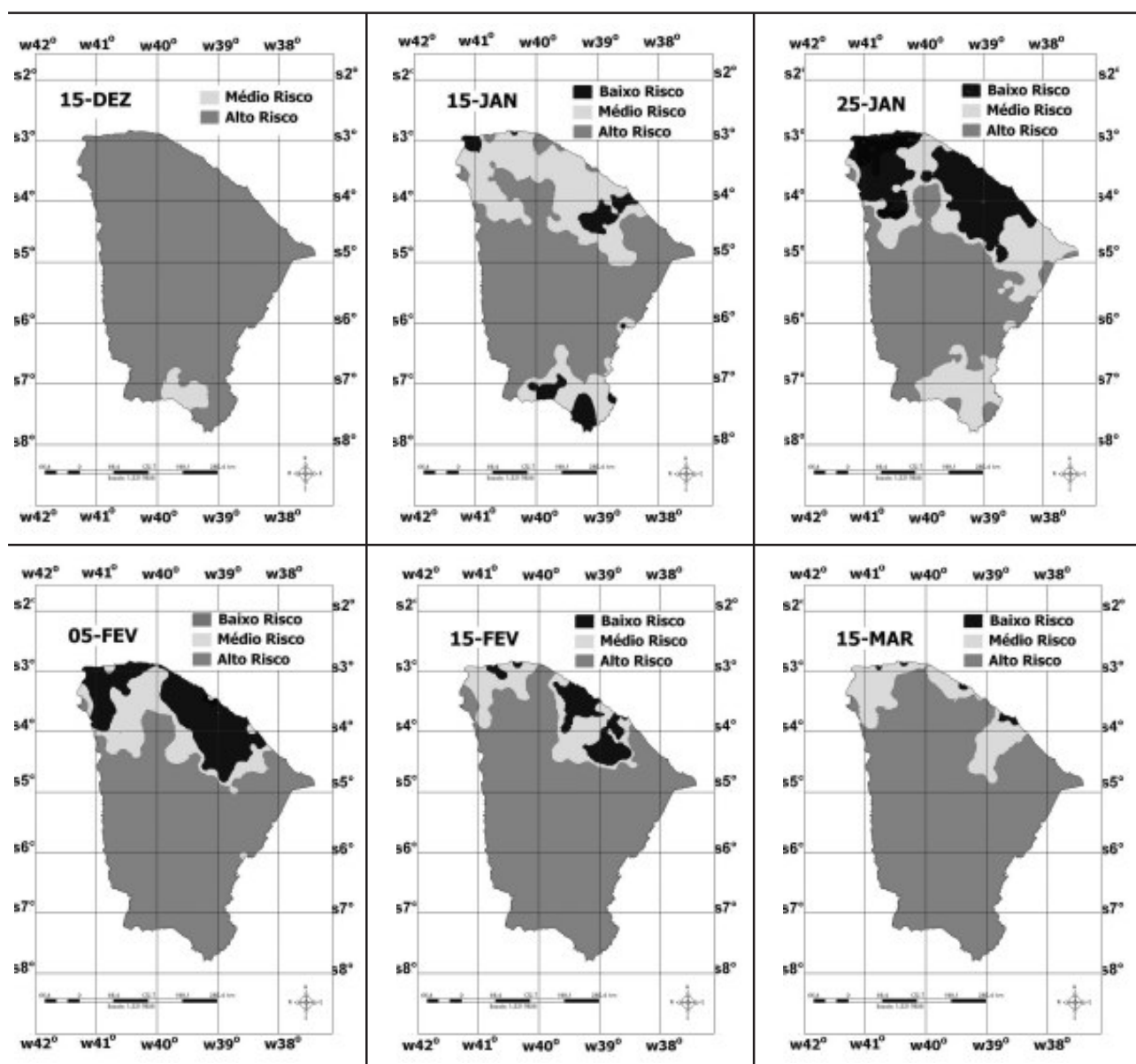


Figura 2 – Espacialização de riscos climáticos para feijão-caupi, em áreas com solo tipo 1, no Ceará

Considerando-se todas as datas de semeadura simuladas, as áreas consideradas aptas (com baixo risco climático) tendem a ser maior (43,78%) quando se simulou como representativos os solos do tipo 3, uma vez que apresentam maior capacidade de armazenamento de água em comparação aos solos do tipo 2 (29,73%) e 1 (9,57%), pois em termos granulométricos possuem teores de argila superiores a 35% (Tabela 2).

Em termos de períodos que favoreceram os riscos climáticos mais baixos, independentemente do tipo de solo, constatou-se que o cultivo de feijão-caupi deve ser, preferencialmente, indicado para o período de semeadura de 21

a 31 de janeiro, uma vez que houve maior ocorrência dessas áreas quando se simulou o uso dos solos tipo 1 (34.266,25 km²), 2 (84.985,25 km²) e 3 (100.867,00 km²) correspondendo a 36,59%, 74,51% e 81,89%, respectivamente, da área do Estado (Tabela 2). Visualizando-se os mapas, constata-se que essa data de semeadura é mais indicada para os municípios da região centro-sul do Estado, onde o período chuvoso inicia-se mais cedo, ou seja, em meados de dezembro.

Para os municípios situados ao norte do Estado, é recomendado que o cultivo de feijão-caupi seja efetuado, preferencialmente, de 1º a 10 de março, uma vez que o perí-

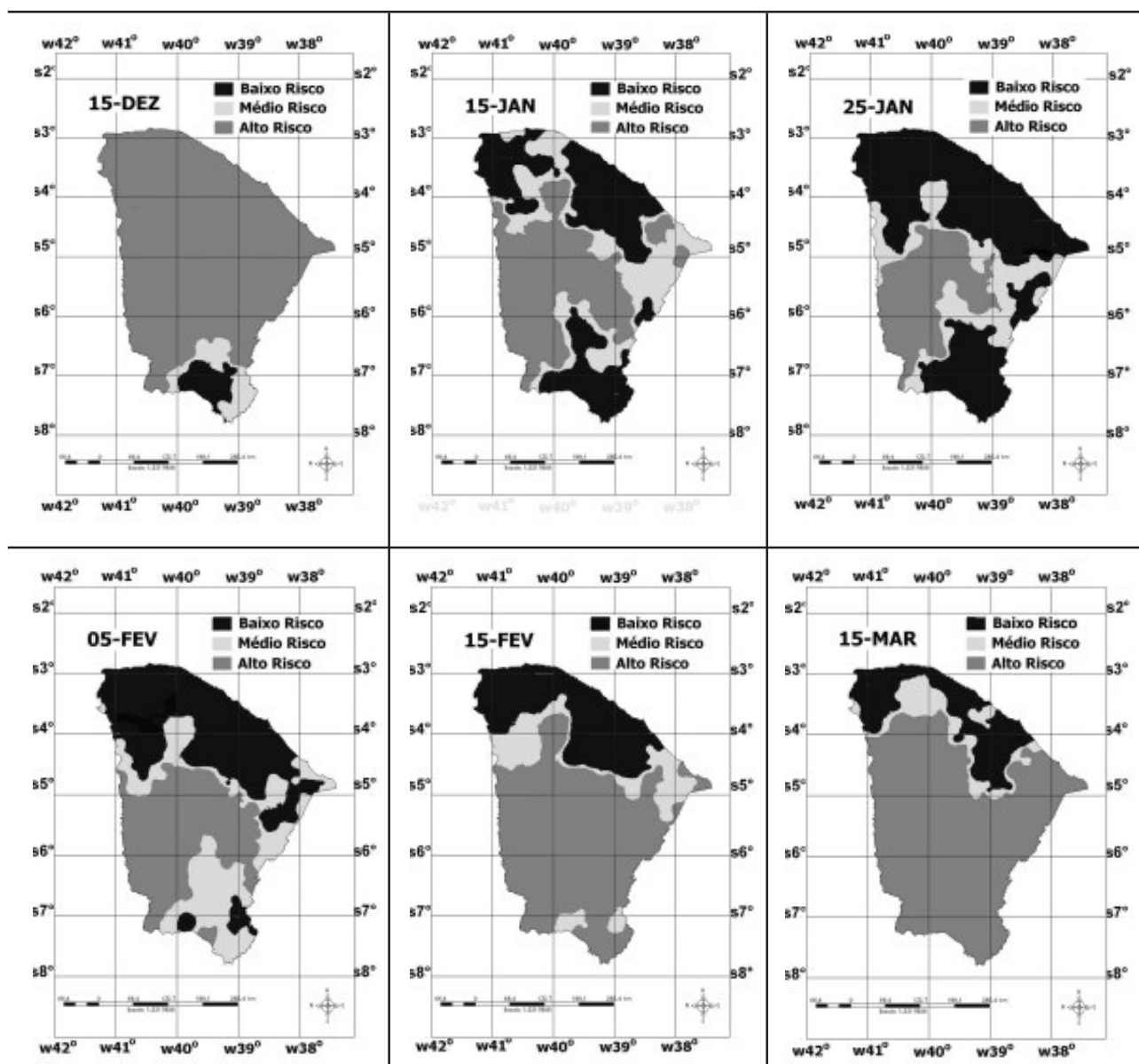


Figura 3 – Espacialização de riscos climáticos para feijão-caupi, em áreas com solo tipo 2, no Ceará

odo chuvoso se estende durante os meses de abril a maio e com a vantagem adicional da colheita se processar no início da estação seca. De fato, no período de 1º a 10 de janeiro houve uma redução nas áreas aptas ao cultivo de feijão-caupi, ocorrendo um pico de acréscimo no período de 1º a 10 de março de 16,75%, 35,10% e 49,53%, para solos tipo 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 2).

Essa indicação se justifica mais quando se utiliza o solo do tipo 3 em comparação com os solos tipo 2 e 1. Isso ocorre porque, quando as chuvas são distribuídas de forma uniforme em uma determinada região, a capacidade de armazenamento de água do solo torna-se fator fundamen-

tal da definição da aptidão climática. Comportamento semelhante foi observado por Andrade Júnior et al. (2001a), Andrade Júnior et al. (2001b) e Andrade Júnior et al. (2004), em estudos de zoneamento de risco climático para as culturas de feijão-caupi, milho e soja, no Estado do Piauí, e soja, no Estado do Maranhão, respectivamente.

Segundo dados da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (2005), dentre os 30 maiores municípios produtores do Estado, o cultivo do feijão-caupi apresentou aptidão climática favorável (baixo risco climático em, pelo menos, uma data de semeadura), em solos com elevada capacidade de retenção de água, em 24

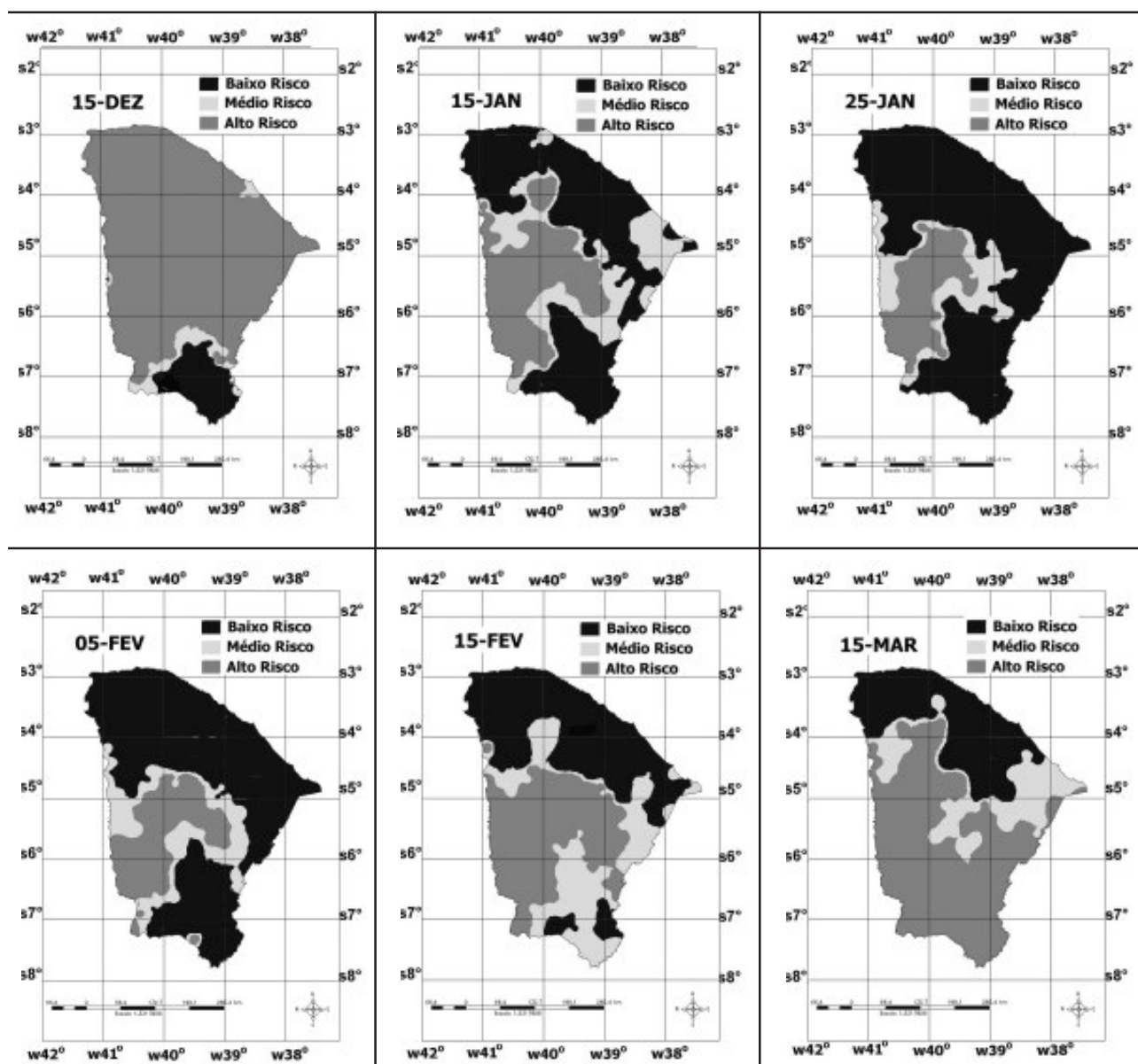


Figura 4 – Espacialização de riscos climáticos para feijão-caupi, em áreas com solo tipo 3, no Ceará

Tabela 2 - Distribuição das áreas (km² e %) de alto, médio e baixo risco climático ao cultivo de feijão-caupi no Estado do Ceará, nas diferentes datas de semeadura simuladas

| Períodos de semeadura | km ² | | | (%) | | |
|---------------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Alto risco | Médio risco | Baixo risco | Alto risco | Médio risco | Baixo risco |
| Solo tipo 1 (CAD = 20 mm) | | | | | | |
| 1º – 10 Dez | 148.770,50 | 1619,75 | 0,00 | 98,24 | 1,76 | 0,00 |
| 11 – 20 Dez | 146.181,00 | 4.210,00 | 0,00 | 95,53 | 4,47 | 0,00 |
| 21 – 31 Dez | 149.000,25 | 1.390,50 | 0,00 | 98,68 | 1,32 | 0,00 |
| 1º – 10 Jan | 136.789,75 | 12.052,75 | 1.548,25 | 83,35 | 14,76 | 1,89 |
| 11 – 20 Jan | 95.578,75 | 46.502,00 | 7.968,00 | 47,49 | 39,30 | 13,21 |
| 21 – 31 Jan | 75.656,25 | 40.468,50 | 34.266,25 | 32,61 | 30,80 | 36,59 |
| 1º – 10 Fev | 103.107,25 | 20.530,75 | 26.752,75 | 54,14 | 16,92 | 28,94 |
| 11 – 20 Fev | 122.535,50 | 18.213,00 | 9.642,50 | 72,19 | 14,16 | 13,66 |
| 21 – 28 Fev | 129.758,75 | 17.715,75 | 2.916,50 | 76,90 | 20,08 | 3,02 |
| 1º – 10 Mar | 112.980,75 | 21.711,25 | 15.699,00 | 63,61 | 19,64 | 16,75 |
| 11 – 20 Mar | 131.416,25 | 18.232,75 | 741,50 | 79,75 | 19,48 | 0,77 |
| 21 – 31 Mar | 150.387,25 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 125.180,19 | 16.887,25 | 8.294,56 | 75,21 | 15,22 | 9,57 |
| Solo tipo 2 (CAD = 40 mm) | | | | | | |
| 1º – 10 Dez | 141.595,25 | 8.795,00 | 0,25 | 90,57 | 9,43 | 0,00 |
| 11 – 20 Dez | 134.932,50 | 8.860,75 | 6.597,75 | 86,00 | 7,30 | 6,70 |
| 21 – 31 Dez | 125.417,25 | 13.706,00 | 11.267,50 | 74,15 | 14,03 | 11,82 |
| 1º – 10 Jan | 91.643,75 | 38.196,50 | 20.550,75 | 44,39 | 31,74 | 23,86 |
| 11 – 20 Jan | 56.731,75 | 38.744,50 | 54.914,50 | 22,50 | 24,54 | 52,97 |
| 21 – 31 Jan | 36.567,00 | 28.838,75 | 84.985,25 | 12,07 | 13,41 | 74,51 |
| 1º – 10 Fev | 51.255,75 | 38.645,25 | 60.479,25 | 19,04 | 27,03 | 53,94 |
| 11 – 20 Fev | 90.969,25 | 21.273,00 | 38.148,75 | 45,39 | 17,21 | 37,40 |
| 21 – 28 Fev | 96.221,25 | 26.729,50 | 27.440,25 | 47,00 | 24,98 | 28,02 |
| 1º – 10 Mar | 92.600,00 | 22.958,75 | 34.832,25 | 48,15 | 16,75 | 35,10 |
| 11 – 20 Mar | 110.371,25 | 13.661,75 | 26.640,25 | 61,02 | 11,51 | 27,48 |
| 21 – 31 Mar | 140.629,00 | 7.151,75 | 2.610,00 | 88,64 | 6,45 | 4,91 |
| | 97.411,17 | 22.296,79 | 30.705,56 | 53,24 | 17,03 | 29,73 |
| Solo tipo 3 (CAD = 60 mm) | | | | | | |
| 1º – 10 Dez | 138.417,50 | 5.993,50 | 5.979,50 | 87,68 | 5,95 | 6,36 |
| 11 – 20 Dez | 126.042,25 | 10.177,00 | 14.171,75 | 77,35 | 8,35 | 14,30 |
| 21 – 31 Dez | 115.103,50 | 16.010,50 | 19.276,75 | 64,82 | 15,47 | 19,71 |
| 1º – 10 Jan | 62.645,00 | 44.526,25 | 43.219,25 | 26,90 | 29,91 | 43,18 |
| 11 – 20 Jan | 46.973,25 | 31.314,50 | 74.944,25 | 17,11 | 17,46 | 65,44 |
| 21 – 31 Jan | 25.930,00 | 23.594,00 | 100.867,00 | 7,27 | 10,84 | 81,89 |
| 1º – 10 Fev | 29.119,00 | 24.234,25 | 97.037,50 | 9,06 | 11,18 | 79,76 |
| 11 – 20 Fev | 54.414,25 | 32.797,00 | 63.180,00 | 20,24 | 23,11 | 56,65 |
| 21 – 28 Fev | 63.618,75 | 31.487,00 | 49.460,50 | 28,16 | 23,09 | 48,75 |
| 1º – 10 Mar | 61.917,75 | 33.933,25 | 54.239,75 | 30,15 | 20,22 | 49,63 |
| 11 – 20 Mar | 83.482,00 | 22.179,25 | 44.729,50 | 45,19 | 13,45 | 41,36 |
| 21 – 31 Mar | 115.633,50 | 18.470,75 | 16.286,50 | 64,45 | 17,27 | 18,27 |
| | 76.941,40 | 24.559,77 | 48.616,02 | 39,86 | 16,36 | 43,78 |

municípios: Acopiara, Aurora, Brejo Santo, Canindé, Crateús, Hidrolândia, Iço, Iguatu, Ipaoranga, Ipu, Ipueiras, Jaguaratama, Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Mauriti, Morada Nova, Novo Oriente, Ocara, Quixadá, Quixeramobim, Salitre, Santa Quitéria, Senador Pompeu e Tamboril. Em solos com baixa capacidade de retenção de água, o cultivo do

feijão-caupi foi considerado de baixo risco climático em apenas nove municípios: Aurora, Brejo Santo, Canindé, Hidrolândia, Ipu, Limoeiro do Norte, Mauriti, Morada Nova e Ocara, mostrando que a capacidade de retenção de água no solo é uma característica importante na definição do zoneamento de risco climático de culturas.

Por outro lado, apenas os municípios de Madalena, Pedra Branca e Tauá não apresentaram aptidão climática favorável ao cultivo de feijão-caupi em nenhuma das datas de semeadura e tipo de solo simulado. De fato, apesar desses municípios apresentarem relativa importância econômica como produtores de feijão-caupi, dados históricos médios do IBGE, referentes ao período de 1990 a 2004 (IBGE, 2005), mostram que, à exceção do município de Pedra Branca (320 kg.ha⁻¹), os municípios de Madalena (244 kg.ha⁻¹) e Tauá (188 kg.ha⁻¹) apresentam baixos níveis de produtividade da cultura, inferiores em 13,2% e 33,1%, respectivamente, em relação à média histórica do Estado do Ceará (280 kg.ha⁻¹). Esse fato é um indicativo de que esses municípios não reúnem as condições climáticas e de disponibilidade hídrica no solo adequadas ao desenvolvimento e produção do feijão-caupi.

É importante ressaltar que as indicações de municípios e épocas de semeadura favoráveis ao cultivo de feijão-caupi, acima efetuadas, levaram em consideração apenas o aspecto relativo ao balanço de água em cada um dos tipos de solo simulados. É aconselhável incorporar outras variáveis climáticas, como, por exemplo, a temperatura máxima, como elemento definidor da aptidão climática, já que a cultura responde negativamente em termos produtivos à ocorrência de temperaturas elevadas durante as fases de floração e enchimento de vagens (Pinho et al., 2005).

Conclusões

1. Independentemente da capacidade de retenção de água do solo, a semeadura no período de 21 a 31 de janeiro mostrou-se favorável para o cultivo de feijão-caupi em praticamente todo o Estado do Ceará, notadamente para os municípios localizados na região centro-sul do Estado;
2. Para os municípios situados ao norte do Estado, é recomendado que o cultivo de feijão-caupi seja efetuado, preferencialmente, de 1º a 10 de março, uma vez o período chuvoso se estende durante os meses de abril a maio e com a vantagem adicional da colheita das vagens ocorrer no início da estação seca.

Referências Bibliográficas

ANDRADE JÚNIOR, A. S. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense**. Piracicaba, 2000. 566 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2000.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; SILVEIRA JÚNIOR, D. M. Zoneamento de risco climático para a cultura do milho no Estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.2, p.369-377, 2004.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MELO, F. de B.; BASTOS, E. A. Zoneamento de risco climático para o feijão-caupi no Piauí. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 5., 2001, Teresina, **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2001a. p.3-7.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SENTELHAS, P. C.; LIMA, M. G.; AGUIAR, M. J. N.; LEITE, D. A. S. R. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, p.544-550, 2001b.

ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; SANS, L. M. A.; FARIAS, J. R.; SILVA, S. C. Zoneamento agroclimático para grãos na região do Meio-Norte Brasileiro. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS DO MEIO-NORTE, 1., 1997, Teresina, **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1997. p.20-38 (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 27).

BARON, C.; PEREZ, P.; MARAUX, F. **Sarrazon: Bilan hydrique appliqué au zonage**. Montpellier: CIRAD, 1996. 26p.

CONAB. **Acompanhamento sistemático de avaliação de safra agrícola**: Estado do Ceará. Fortaleza, 2005. 10p.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. p.3-101 (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Chuvas no Ceará**. Fortaleza, 2005a. Disponível em: <<http://www.funceme.br/DEPAM/index.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2005.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Boletim de análise das chuvas de 2005**. Fortaleza, 2005b. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.htm>>. Acesso em: 12 dez 2005.

GRANJEIRO, T. B.; CASTELLÓN, R. E. R.; ARAÚJO, F.M.M. C.; SILVA, S. M. S; FREIRE, E. A.; CAJAZEIRAS, J. B.; ANDRADE NETO, M.; GRANJEIRO, M. B.; CAVADA, B. S. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Org). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 339 – 365.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. 2005. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabelas>>. Acesso em: 06 dez. 2005.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C., UNGARO, M. R. G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência hídrica, no Estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, v. 57, n.1, p.1-6, 2000.

PINHO, J. L. N.; TÁVORA, F. J. A. F.; GONÇALVES, J. A. Aspectos fisiológicos. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.191-210.

RODRIGUES NETO, F. R. **Orientação de culturas aptas às condições do Estado do Piauí, segundo as distribuições espacial e temporal.** Viçosa, 1991. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

SILVA, G. B. da; AZEVEDO, P. V. de. Potencial edafoclimático da “Chapada Diamantina” no Estado da Bahia para o cultivo de Cítrus. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.1, p.139-139, 2000.

SILVA, S. C. da; ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; LOBATO, E. J. V.; SANO, E. E.; STEINMETZ, S.; BEZERRA, H. da S.; CUNHA, M. A. C.; SILVA, F. A. M. **Zoneamento agroclimático para o arroz de sequeiro no Estado de Goiás.** Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. 52p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 43).

SILVA, S. C. da; BRITES, R. S.; ASSAD, E. D. Identificação de risco climático para a cultura de arroz de sequeiro no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n.7, p.1005-1011, 1998.

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P.V. de. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.1, p.139-145, 1996.

ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do trigo (*triticum aestivum* L.) de sequeiro no Estado de São Paulo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: UFSC, 1999. 1 CD ROM.