

Zoneamento de aptidão climática para o algodoeiro herbáceo no Estado do Piauí¹

Climatic aptitude zoning for cotton in Piauí State, Brazil

Aderson Soares de Andrade Júnior^{2*}, Francisco Antonio de Melo Silva³, Milcíades Gadelha de Lima⁴ e José Américo Bordini do Amaral⁵

Resumo: O zoneamento de aptidão climática para a cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça Latifolium Hutch) no Estado do Piauí foi realizado para delimitar as regiões com maior potencial climático e que oferecem os menores riscos de frustração da safra. Para isso, foram considerados fatores climáticos e culturais em cenários pluviométricos distintos (anos secos, regulares e chuvosos). Utilizaram-se dados pluviométricos diários de séries com, no mínimo, 20 anos de 136 postos pluviométricos. Adotaram-se os critérios de aptidão recomendados por Varejão-Silva e Barros (2001). A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Thornthwaite. Os elementos climáticos precipitação (P), temperatura do ar, umidade relativa do ar, nebulosidade, evapotranspiração (ET_o) e o índice P/ET_o foram espacializados usando o programa Spring. Os resultados encontrados mostraram que o comportamento dos elementos climáticos foi determinante para a definição do zoneamento de aptidão climática do algodoeiro herbáceo no Piauí, notadamente, a variabilidade espacial da precipitação anual ocorrida nos cenários pluviométricos. Independentemente do cenário pluviométrico, os municípios da região Sul e Sudoeste do Piauí, na região dos cerrados, apresentaram aptidão plena ao cultivo do algodoeiro herbáceo.

Palavras-chave - *Gossypium hirsutum* L. Cenários pluviométricos. Índices climáticos. SIG.

Abstract - Climatic zoning of cotton crop (*Gossypium hirsutum* L. race Latifolium Hutch) in Piauí State have been made to establish regions of high climatic potential and to order sowing dates with small climatic risk. Climatic factors were considered at distinct rainfall scenarios (drought, regular and rainy years). Daily rainfall data series of 20 years at least, at 136 rainfall stations were analyzed. The capacity zoning was established by the use of criteria suggested by Varejão-Silva e Barros (2001). Reference evapotranspiration (ET_o) was calculated by Thornthwaite method. Climatic maps of the rainfall annual, air temperature, relative humidity of air, nebulosity and P/ET_o indexes were plotted by the use of GIS Software (Spring 4). The effects of climatic elements were decisive to define cotton crop climatic aptitude zoning to the Piauí State, especially rainfall spatial variability occurrence at the adopted study rainfall scenarios. Climatic capacity zoning of cotton crop at Piauí State changed substantially due to evaluated rainfall scenario. Independently of the used criteria and the rainfall scenario, the counties in the south and southwest regions of Piauí State, the savanna region, show complete aptitude to cotton crop cultivation.

Key words - *Gossypium hirsutum* L. Rainfall scenario. Climatic indexes. GIS.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 15/12/2006; aprovado em 09/03/2009

Parte da Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, pelo segundo autor, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Uso e Manejo de Solo e Água

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

³Eng. Agrônomo, M. Sc., Professor do Colégio Agrícola de José de Freitas, José de Freitas-PI

⁴Eng. Agrônomo, D. Sc., Professor do CCA/UFPI, Teresina-PI, gadelha@ufpi.br

⁵Eng. Agrônomo, D. Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, bordini@cpat.embrapa.br

Introdução

Os diversos tipos de algodoeiro (*Gossypium* sp) são as plantas produtoras de fibras cultivadas há mais tempo no mundo. A fibra dessa cultura é a mais importante de todas as fibras têxteis. No Piauí, a cultura do algodão já teve expressiva importância, chegando a ser um dos produtos de maior destaque na pauta de exportação. Porém, com o advento da praga do bicudo (*Anthonomus grandis*), a cultura foi praticamente dizimada no Estado. Naquela época, o bicudo era uma praga “nova” e sem inimigos naturais, para a qual não era conhecida, entre os agricultores, forma eficiente de controle. Contudo, atualmente, a cultura vem experimentando outro período de importância econômica significativa no Piauí, principalmente pela expansão em área que vem ocorrendo na região dos Cerrados do Extremo Sul Piauiense.

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da agricultura de sequeiro no Estado do Piauí está relacionado ao clima. Dentre os fatores climáticos, a chuva é o de maior importância e o que maiores prejuízos provocam, não só pela quantidade insuficiente, mas principalmente pela sua má distribuição espacial e temporal. A ocorrência de secas periódicas e veranicos em períodos que deveriam ser chuvosos, fenômenos que são relativamente frequentes, tornam a prática da agricultura de sequeiro nessa região uma atividade de altíssimo risco. Na agricultura atual, a limitação dos elementos do clima e fatores edáficos leva ao estabelecimento de locais e períodos onde as condições são menos adversas às espécies em cultivo.

As condições ambientais – o clima e o solo – controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas e devem ser adequadamente avaliados antes de se implantar uma atividade agrícola. O primeiro e mais decisivo passo em qualquer planejamento deve ser a identificação de áreas com alto potencial de produção, isto é, áreas onde o clima e o solo sejam adequados para a cultura (PEREIRA et al., 2002), denominado de zoneamento de aptidão climática.

O zoneamento agrícola é atualmente um dos mais importantes instrumentos de política agrícola do país, possibilitando redução sensível dos riscos da atividade agrícola, permitindo o adequado ordenamento territorial, o planejamento e a execução de políticas públicas e de seguridade agrícola e um desenvolvimento sustentável regional. Os estudos de zoneamento agrícola devem incorporar critérios climáticos limitantes adequados e possíveis de serem usados em função das séries de dados disponíveis dos elementos climáticos. Segundo Amorim Neto et al. (2001a), para se ter sucesso no cultivo do algodoeiro

devem prevalecer condições climáticas que permitam a planta, em seus diferentes estádios fenológicos, crescer e se desenvolver, principalmente em relação às condições térmicas e hídricas.

Estudos de zoneamento climático para o algodoeiro herbáceo, utilizando diferentes critérios de aptidão, foram conduzidos em outros Estados e regiões produtoras do país (AMORIM NETO et al., 2001a; BELTRÃO et al., 2003; VAREJÃO-SILVA; BARROS, 2001) Contudo, não se constatou na literatura a existência de estudos semelhantes realizados no Estado do Piauí, assegurando caráter inovador ao presente estudo.

Por isso, neste estudo, objetivou-se com base em elementos climáticos, características fisiológicas e fenológicas do algodoeiro herbáceo, delimitar as regiões com maior potencial agroclimático que permita a exploração da cultura em regime de sequeiro sob cenários pluviométricos distintos (anos secos, anos regulares e anos chuvosos), de forma a subsidiar a exploração econômica da cultura no Estado do Piauí, sem grandes riscos de frustração de safra e com reais possibilidades de sucesso.

Material e métodos

Exigências climáticas

O algodoeiro é uma planta de clima tropical. Porém, algumas cultivares podem se desenvolver em regiões de temperatura amena. A planta, também, se adapta a regiões semi-áridas. A planta exige umidade no solo para germinação da semente, para o início do desenvolvimento das plântulas e, notadamente, para o período compreendido entre a formação dos primeiros botões florais ao início da abertura dos frutos (35 a 120 dias do ciclo); encharcamento do solo, em qualquer fase da vida provoca avermelhamento, perda de frutos e redução da produção. Insolação (luminosidade) é importante para a planta na maior parte do ciclo (150 a 180 dias). Muito calor + muita luminosidade + regular umidade no solo são imprescindíveis para desenvolvimento e produção do algodoeiro.

A planta requer, em geral, precipitações anuais entre 500 mm e 1500 mm, bem distribuídas ao longo do ciclo; a partir de 130 dias deve existir tempo relativamente seco para abertura dos frutos e boa qualidade do algodão. A média mensal de temperatura deve estar acima de 20 °C e abaixo de 30 °C (25 °C como um possível ótimo) umidade relativa do ar em 70% e insolação em 2.500 horas luz/ano (em torno de 6,5 horas/dia como mínimo).

Caracterização climática

O Estado do Piauí está situado entre a Pré-Amazônia Úmida e o Nordeste Semi-Árido, constituindo-se em uma zona de transição climática, com características desses dois domínios geoambientais. Segundo Andrade Júnior et al. (2005), foram definidos seis tipos climáticos para o Piauí: árido (E), semi-árido (D), sub-úmido seco (C1), sub-úmido (C2), úmido (B1) e úmido (B2), cujas áreas de ocorrência no Estado variaram de acordo com o cenário pluviométrico usado no estudo (anos secos, regulares, chuvosos e médios).

Em um cenário médio, segundo a classificação climática de Thornthwaite (1948), predominam no Estado os tipos climáticos semi-árido (D) (40,6%) e sub-úmido seco (C1) (42,3%), correspondendo a 94 e 96 municípios, respectivamente (Figura 1). Por outro lado, adotando-se a classificação climática de Thornthwaite e Mather (1955), ocorre um predomínio maior do tipo climático sub-úmido seco (C1) (72,7%) (163 municípios) em detrimento ao tipo climático semi-árido (D) (11,2%) (31 municípios).

Os valores anuais de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e insolação são

extremamente variáveis nas diversas regiões do Piauí. A precipitação anual oscila de valores máximos de 1.600 mm – 1.800 mm na região centro-norte, a 400 mm – 600 mm na região sudeste (semi-árido). Apresenta variação espacial no sentido oeste – leste, com os maiores valores ocorrendo na faixa limítrofe com o Maranhão. Os valores de temperatura média do ar, na escala anual, variam de 28 °C a 30 °C, na região centro-norte e de 26 °C a 28 °C, nas regiões sul e leste, onde predominam as formações de chapadas e as serras, com as cotas de altitude mais elevadas, que influenciam no comportamento térmico do Piauí. As maiores faixas de umidade relativa do ar (70% a 75%) predominam na região centro-norte e os menores (60% a 65%), na região sudeste (semi-árido), corroborando com o comportamento pluviométrico, ou seja, os valores mais elevados de umidade relativa do ar ocorrem justamente nas áreas onde predominam as maiores cotas de chuva. A luminosidade (número de horas de brilho solar) média anual oscila na faixa de 2.700 h/ano a 2.900 h/ano (7,4 h/dia a 8,0 h/dia), superior ao mínimo exigido pela cultura do algodão herbáceo (Figura 2) (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

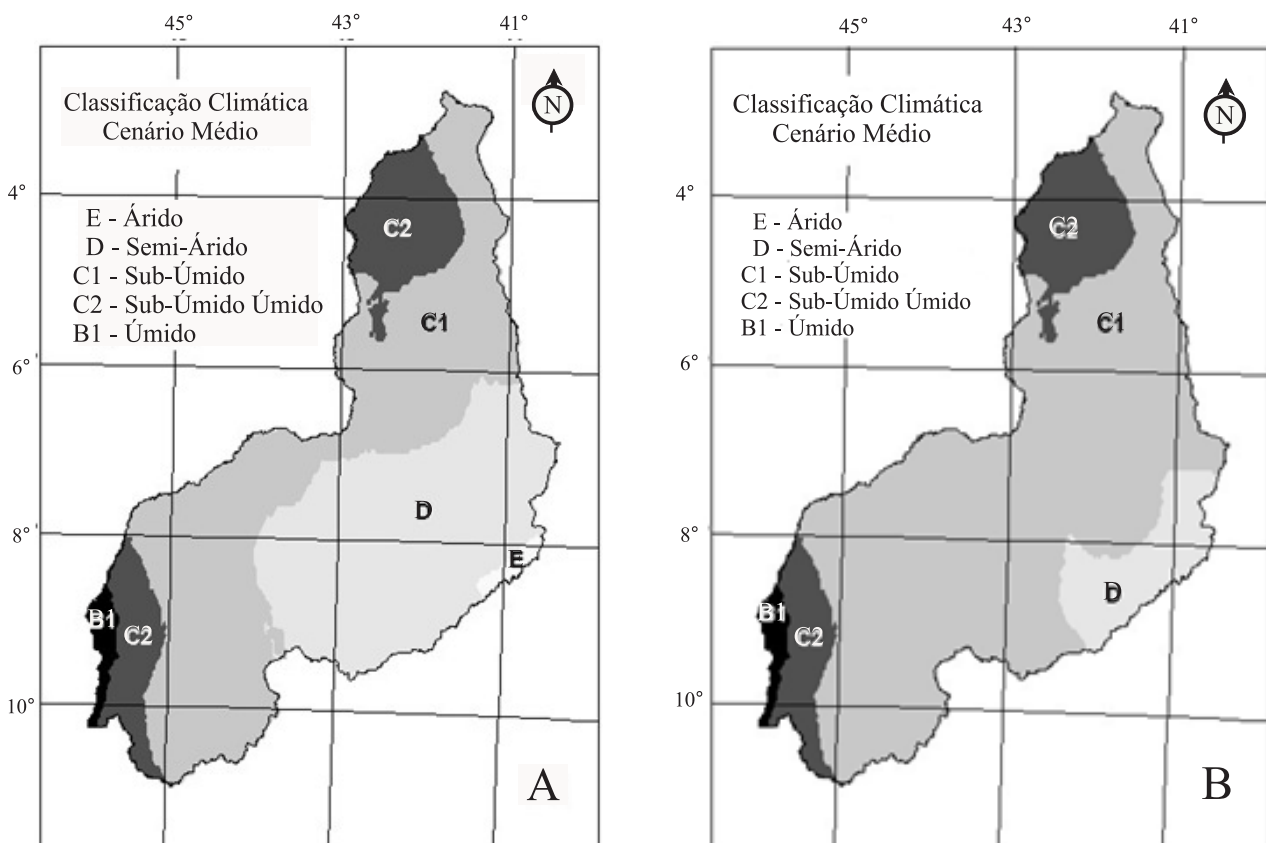


Figura 1 - Mapas de classificação climática do Estado do Piauí, segundo Thornthwaite (1948) (A) e Thornthwaite & Mather (1955) (B), no cenário pluviométrico médio

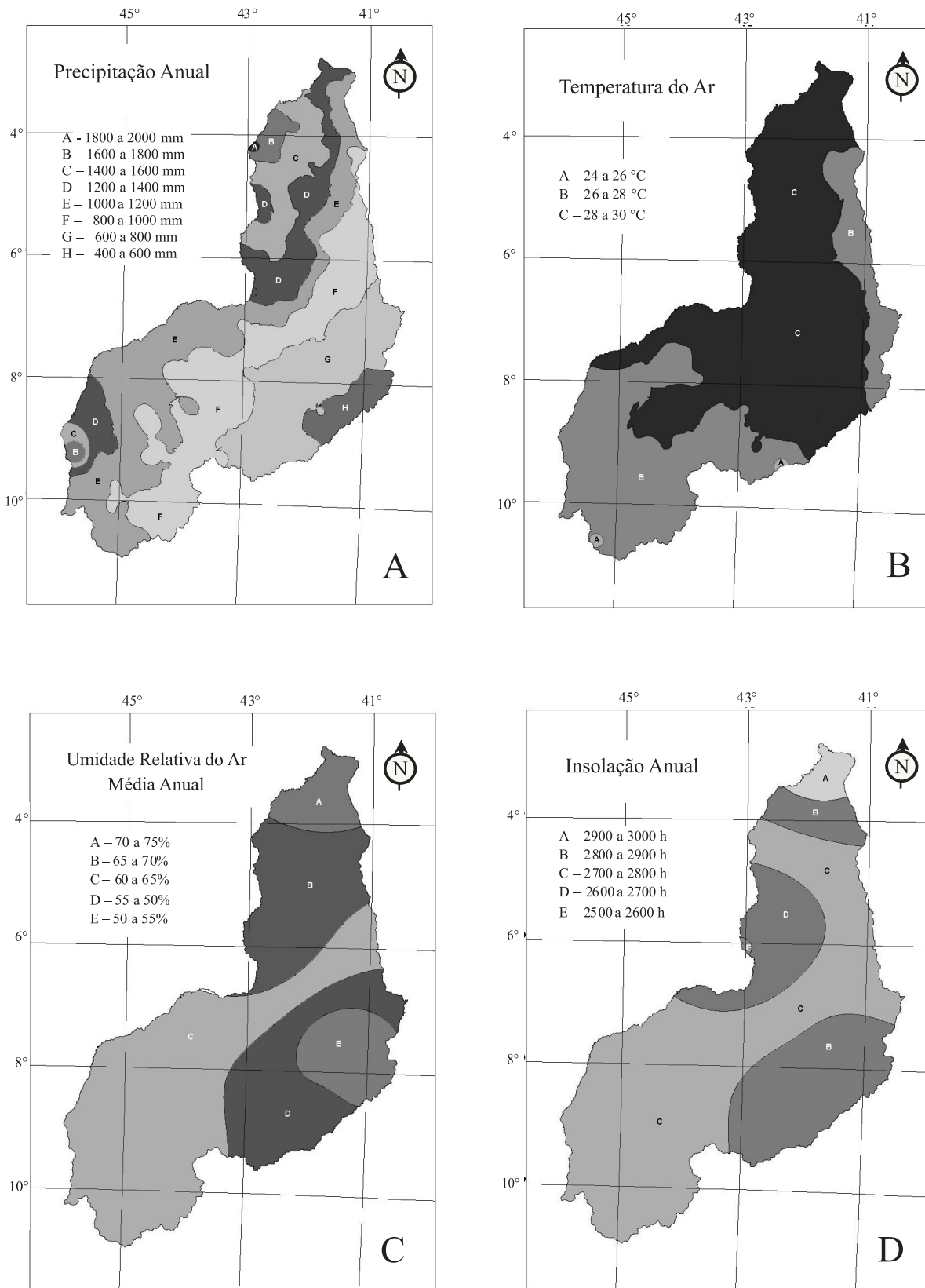


Figura 2 - Mapas anuais de precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar e insolação no Estado do Piauí

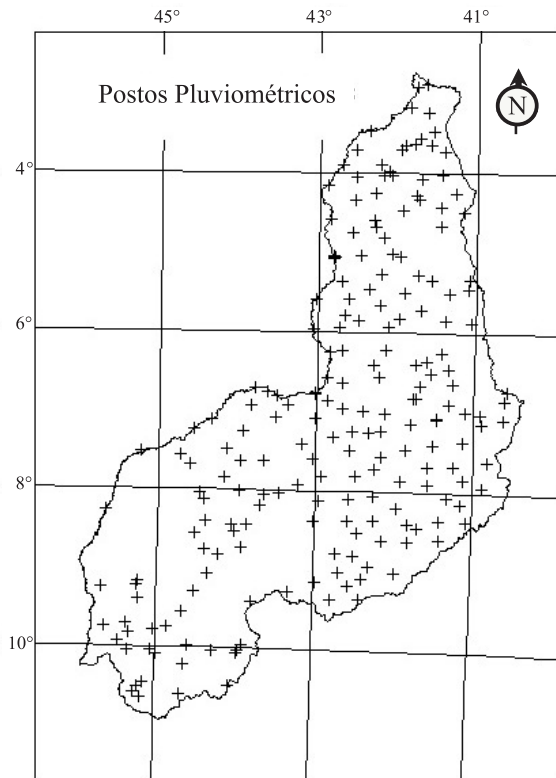


Figura 3 - Postos pluviométricos da SUDENE no Estado do Piauí

Dados climáticos

Os dados pluviométricos mensais utilizados no estudo foram publicados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) para o Estado do Piauí, abrangendo 136 postos pluviométricos, com 20 ou mais anos de registros completos (Figura 3) (SUDENE, 1990). Os valores da temperatura média do ar foram estimados utilizando-se as equações de regressão linear múltipla propostas por Lima e Ribeiro (1998). Usaram-se as coordenadas geográficas e a altitude da sede dos municípios para processar a estimativa da temperatura média do ar para todo o Estado. Os valores de evapotranspiração de referência (ET_o) mensal foram estimados pelo método de Thornthwaite (1948), segundo a metodologia apresentada por Gomes et al. (2005).

Zoneamento de aptidão climática

Para o zoneamento climático da cultura do algodão herbáceo consideraram-se elementos climáticos e culturais como parâmetros exigidos para um bom desempenho da cultura. Para a identificação dos municípios com aptidão ao cultivo do algodoeiro herbáceo em regime de sequeiro seguiram-se as exigências climáticas da cultura e os

parâmetros climáticos recomendados por Varejão-Silva e Barros (2001).

Os critérios recomendados por Varejão-Silva e Barros (2001) consideram a relação entre a precipitação (P) e a evapotranspiração de referência (ET_o) em cada mês do ciclo vegetativo i ($i = 1; 2; 3$), conforme as classes de aptidão climática abaixo definidas (Tabela 1). A condição complementar adotada para a aptidão plena foi que o quarto mês após o plantio fosse seco, exatamente para possibilitar que se completasse a maturação das sementes e a subsequente deiscência do fruto. Os autores utilizaram esses critérios para o zoneamento de aptidão climática da cultura do algodoeiro herbáceo no Estado de Pernambuco com resultados satisfatórios.

Devido à necessidade de facilitar-se a etapa de geoprocessamento e espacialização das classes de aptidão climática, com a conseqüente geração dos mapas, foi necessário proceder-se alteração na metodologia original, conforme descrito abaixo. Porém, foram mantidos os intervalos das classes de aptidão recomendadas por Varejão-Silva e Barros (2001). Todo o procedimento foi efetuado em um aplicativo desenvolvido em planilha Excel: i) definição do período chuvoso - definiu-se como aquele que compreende os meses em que ocorrem pelo menos 10% da precipitação total anual, conforme recomendação de Amorim Neto et al. (2001b); ii) cálculo da relação P/ET_o em cada mês do período chuvoso e posto pluviométrico; iii) seleção da relação P/ET_o - assumiu-se como representativa de cada posto pluviométrico, a relação P/ET_o que ocorria com maior freqüência; iv) geração dos mapas de aptidão climática usando-se o par de coordenadas geográficas dos postos pluviométricos e a relação P/ET_o selecionada.

O zoneamento de aptidão climática foi executado em cenários pluviométricos distintos, conforme metodologia proposta por Varejão-Silva e Barros (2001), como uma forma de avaliação dinâmica do comportamento dos mapas de aptidão climática à variabilidade natural das precipitações e às expectativas pluviométricas.

Definição dos cenários pluviométricos

A incorporação de cenários pluviométricos (anos secos, regulares e chuvosos) a estudos dessa natureza é desejável, pois permite torná-los ajustados e adequados à variabilidade natural das precipitações e às expectativas pluviométricas dos modelos numéricos de previsão climatológica em uso no Brasil (VAREJÃO-SILVA; BARROS, 2001).

Foram caracterizados três cenários pluviométricos distintos designados por “cenário seco”, “cenário regular”

Tabela 1 - Critérios, valores e descrição das classes de aptidão climática para o zoneamento da cultura do algodoeiro herbáceo no Piauí

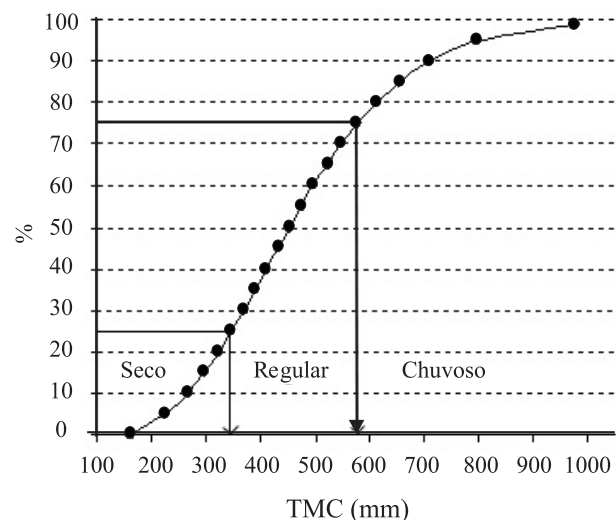
Classes de Aptidão Climática	Valores de P_i / ETo_i	Descrição
Moderada por excesso hídrico (AME)	$\frac{P_i}{ETo_i} \geq 2,5$	Indicando umidade excessiva no solo ou o período chuvoso demasiadamente longo prejudicial à maturação e colheita
Plena (AP)	$2,5 > \frac{P_i}{ETo_i} \geq 1,1$	Sem limitações hídricas para a cultura
Moderada por deficiência hídrica (AMD)	$1,1 > \frac{P_i}{ETo_i} \geq 0,9$	Indicando pequena deficiência hídrica no período vegetativo
Restrita (AR)	$0,9 > \frac{P_i}{ETo_i} \geq 0,7$	Indicando grande deficiência hídrica no período vegetativo
Inaptidão (I)	$\frac{P_i}{ETo_i} < 0,7$	Inaptidão climática por deficiência pluviométrica pronunciada

e “cenário chuvoso”, usando-se a função de distribuição de probabilidade gama incompleta (ASSIS et al., 1996), conforme metodologia proposta por Varejão-Silva e Barros (2001): i) cenário seco – constituído por anos nos quais o total de precipitação acumulada no trimestre mais chuvoso (TMC) foi menor ou igual ao valor correspondente a probabilidade de 25%; ii) cenário chuvoso – constituído por anos nos quais o total de precipitação acumulada no TMC foi maior ou igual ao valor correspondente a probabilidade de 75% e iii) cenário regular – constituído por aqueles anos não classificados nas duas categorias anteriores.

Para ilustrar melhor a caracterização dos cenários pluviométricos, um exemplo da aplicação desses critérios para o posto pluviométrico em Picos (7°05'S; 41°28'W e 195 m de altitude), é apresentado na Figura 4. Para esse posto pluviométrico específico, o cenário seco foi constituído pelos anos em que o TMC foi inferior ou igual a 349 mm; o cenário regular foi formado pelos anos em que o TMC variou de 349 mm a 578 mm e o cenário chuvoso foi constituído pelos anos em que o TMC superou 578 mm.

A aplicação dos critérios acima citados e a verificação do ajuste da função de distribuição de probabilidade gama incompleta aos dados de precipitação do TMC de todos os postos pluviométricos usados no estudo, com a conseqüente caracterização dos cenários

pluviométricos, foi processada por meio de um aplicativo desenvolvido em Access. Para a verificação do ajuste dos dados de precipitação total no TMC à função de distribuição de probabilidade gama, utilizou-se o teste de aderência de Kolmogorov – Smirnov, ao nível de 5% de probabilidade (ASSIS et al., 1996).

**Figura 4** - Precipitação no trimestre mais chuvoso em Picos, PI (7°05' S; 41°28'W e 195 m de altitude)

Geoprocessamento e espacialização

Todos os parâmetros foram geoespacializados usando-se o SIG – Spring (CÂMARA et al., 1996), permitindo a geração dos mapas anuais da relação P/ET_o. Adotou-se o seguinte procedimento: i) importação das amostras no formato de modelo numérico de terreno – MNT; ii) análise exploratória dos dados; iii) geração dos semivariogramas; iv) ajustes dos semivariogramas aos modelos matemáticos; v) geração de grade retangular, por meio do procedimento de krigeagem ordinária; vi) recorte do plano de informação, usando-se como máscara o limite estadual; vii) fatiamento e associação em classes, com intervalos variáveis, de acordo com os limites inferior e superior estabelecidos para cada parâmetro; viii) tabulação cruzada entre os planos de informação (PI's) obtidos para todos os parâmetros versus a malha municipal do Estado, permitindo estimar, para cada município, a área (km²) e a porcentagem de ocorrência das diversas classes de aptidão. Para a tabulação cruzada dos planos de informação, usou-se a malha municipal do Estado (IBGE, 2001), que inclui os municípios mais recentemente criados.

Quando a área de um determinado município apresentava duas ou mais classes da relação P/ET_o, assumiu-se que prevalecia(m) a(s) classe(s) com área de abrangência maior ou igual a 20% da área do município em questão. Ou seja, se em determinado município ocorressem as classes de $P/ET_o \geq 2,5$ e $2,5 > P/ET_o \geq 1,1$, com áreas de abrangência de 25%, para a classe $\geq 2,5$ e de 75%, para a classe $2,5 > P/ET_o \geq 1,1$, assumiu-se que prevalecia, no referido município, a classe de $P/ET_o \geq 2,5$. A utilização desse critério permitiu tornar os mapas de classificação climática mais homogêneos.

Resultados e discussão

O comportamento dos elementos climáticos foram determinantes para a definição do zoneamento de aptidão climática do algodoeiro no Estado do Piauí, notadamente, variabilidade espacial da precipitação anual ocorrida nos cenários pluviométricos adotados no estudo. A incorporação de cenários pluviométricos (anos secos, regulares e chuvosos) a estudos dessa natureza é desejável, por promover um aperfeiçoamento da qualidade da metodologia clássica, tornando-os mais ajustados e adequados à variabilidade natural das precipitações e às expectativas pluviométricas dos modelos numéricos de previsão climatológica em uso no Brasil (VAREJÃO-SILVA; BARROS, 2001).

Os critérios recomendados por Varejão-Silva e Barros (2001), por contemplarem um maior número de classes de aptidão climática, proporcionaram um

refinamento maior no zoneamento de aptidão do algodoeiro herbáceo no Estado do Piauí, principalmente no cenário seco (Figuras 5A, 5B e 5C).

No cenário seco houve predomínio das classes de aptidão plena e moderada por deficiência hídrica no solo, abrangendo as regiões Sul, Central e Norte do Estado, ocupando 46,8% e 32,0% da área do Estado, respectivamente (Tabela 2). As classes de aptidão restrita e inaptidão ao cultivo do algodoeiro localizaram-se na região Sudeste do Estado (região Semi-Árida) (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005) e ocuparam 18,5% e 2,7% da área do Estado. Não ocorreu a classe de aptidão moderada por excesso de umidade no solo (Figura 5A).

Identificaram-se, no Estado, duas regiões com aptidão plena para a cultura, compreendendo 104 municípios (Figura 5A), sendo uma ao Sul, onde estão localizados os municípios de Corrente, Gilbués e Ribeiro Gonçalves entre outros, e outra que vai da região Central até próximo ao litoral, abrangendo desde o município de Elesbão Veloso até Buriti dos Lopes. A região Semi-Árida apresenta a maior parte de sua área com aptidão restrita por deficiência hídrica, com cerca de 41 municípios (Figura 5A). Nessa região são encontradas também áreas com aptidão moderada por deficiência hídrica e áreas inaptas, sendo que essas últimas estão localizadas, principalmente, nos municípios de Acauã, Betânia do Piauí, Brejo do Piauí, Dom Inocêncio e João Costa. De fato, Ribeiro et al. (2001) avaliando o desempenho produtivo de cultivares de algodoeiro herbáceo, na região Semi-Árida (Picos e Fronteiras), constatou que as cultivares mais promissoras produziu 2.400 kg ha⁻¹ nos dois ambientes.

No cenário regular, predominaram as classes de aptidão plena e moderada por excedente hídrico no solo, abrangendo juntas praticamente quase toda a extensão territorial do Estado do Piauí, ocupando 82,4% e 15,3% da área do Estado, respectivamente (Tabela 2). As classes de aptidão moderada por deficiência hídrica, aptidão restrita e inaptidão ao cultivo do algodoeiro ocuparam uma pequena porção na região sudeste do Estado (região Semi-Árida), que juntas totalizaram 2,3% da área do Piauí, respectivamente (Figura 5B).

Os resultados apresentados indicam que cerca de 183 municípios têm aptidão plena para a cultura do algodoeiro herbáceo nesse cenário pluviométrico (Tabela 2). Os municípios localizados próximo ao litoral, tais como Bom Princípio do Piauí, Cajueiro da Praia e Parnaíba são classificados como de aptidão plena para a cultura, o que está em desacordo com o zoneamento realizado por Amorim Neto et al. (2001a), que classifica essa região como inapta. Porém, os autores não adotaram os cenários pluviométricos, o que dificulta a comparação dos resultados.

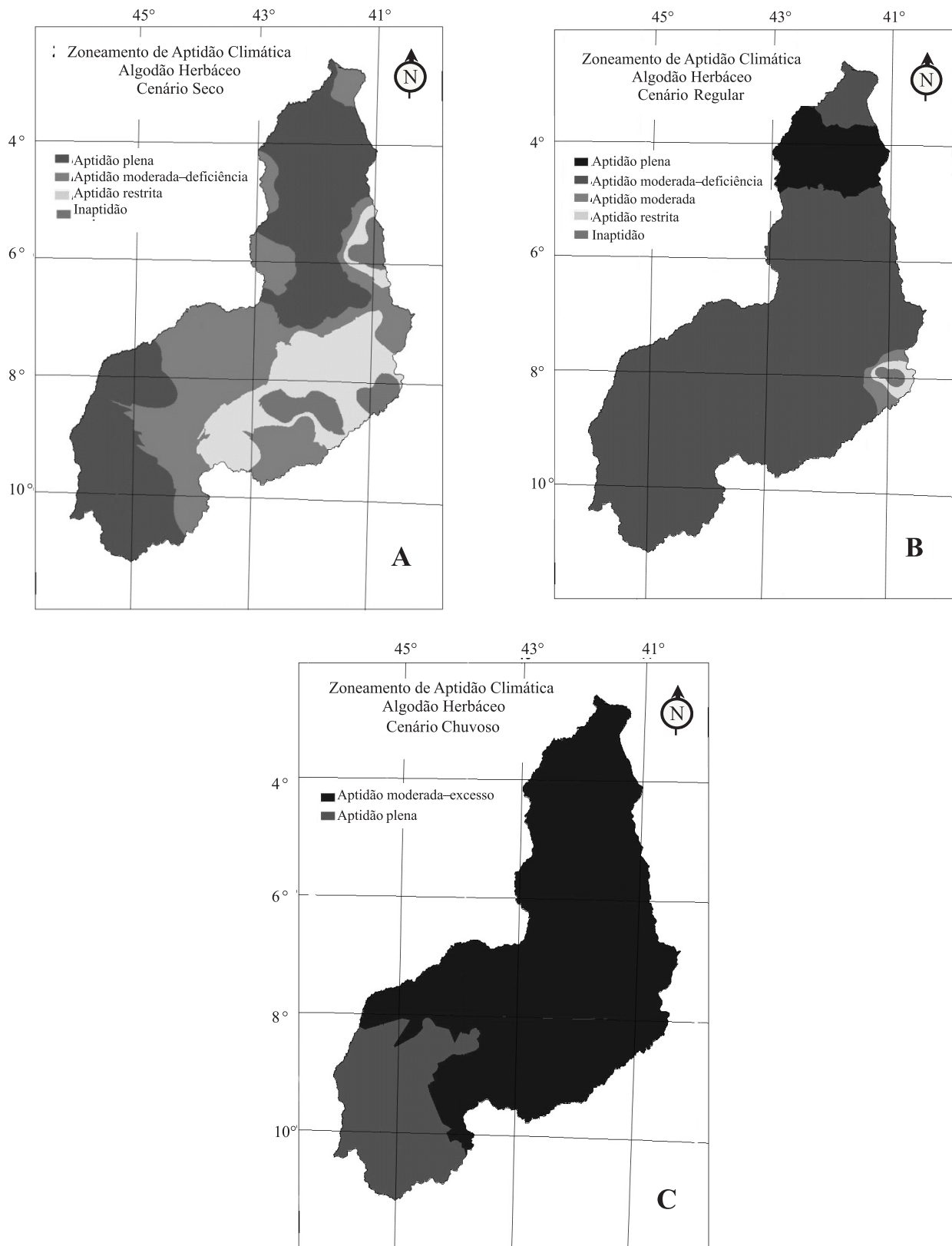


Figura 5 - Zoneamento de aptidão climática do algodoeiro herbáceo no Estado do Piauí segundo Varejão-Silva e Barros (2001): A – cenário seco; B – cenário regular e C – cenário chuvoso

Tabela 2 - Área do Estado do Piauí (km²) e número de municípios para as classes de aptidão climática do algodoeiro herbáceo, em cada cenário pluviométrico, segundo Varejão-Silva e Barros (2001)

Classes de Aptidão Climática	Área		Municípios	
	km ²	%	No	%
Cenário Seco				
AME	0	0,0	0	0,0
AP	111.219	43,4	104	46,8
AMD	85.812	33,5	71	32,0
AR	44.776	17,5	41	18,5
I	14.205	5,5	6	2,7
Cenário Regular				
AME	24.489	9,6	34	15,3
AP	224.456	87,7	183	82,4
AMD	3.343	1,3	3	1,4
AR	1.314	0,5	2	0,9
I	0	0,0	0	0,0
Cenário Chuvoso				
AME	205.212	80,2	205	92,3
AP	50.770	19,8	17	7,7
AMD	0	0,0	0	0,0
AR	0	0,0	0	0,0
I	0	0,0	0	0,0

AME – aptidão moderada por excedente hídrico; AP – aptidão plena; AMD – aptidão moderada por deficiência hídrica; AR – aptidão restrita e I – inaptidão

Uma faixa no sentido Leste-Oeste, envolvendo 34 municípios, entre eles Luzilândia, União, Cocal e Pedro II têm limitações para a cultura em função do excesso de umidade no solo. Apenas os municípios de Curral Novo do Piauí e Betânia do Piauí, localizados no Semi-Árido, apresentam aptidão restrita e outros três municípios (Acauã, Caridade e Simões), também, na região semi-árida apresentam aptidão moderada por deficiência hídrica. O mapa apresenta, na região Semi-Árida, uma pequena área inapta, mas esta não representa, pelo menos, 20% da área de nenhum município, condição que tornaria o município inapto.

No cenário chuvoso, houve apenas as classes de aptidão plena e moderada por excedente hídrico no solo (Figura 5C). Praticamente quase toda a área do Piauí (92,3%) apresentou limitações ao cultivo do algodoeiro herbáceo devido ao excedente hídrico no solo. A área que apresentou aptidão plena (7,7%) para o cultivo do algodoeiro

está localizada na região Sudoeste do Estado, onde estão localizados os municípios da região dos cerrados (Tabela 2). Quase todo o Estado (205 municípios) (Figura 5C) apresenta limitações ao cultivo do algodoeiro herbáceo devido ao excedente hídrico no solo. Neste cenário, a área com aptidão plena para o algodoeiro herbáceo está localizada na região mais ao Sul do Estado, onde estão localizados os municípios de Avelino Lopes, Baixa Grande do Ribeiro, Barreiras do Piauí, Corrente, Cristalândia do Piauí, Curimatá, Currais, Gilbués, Júlio Borges, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Parnaguá, Redenção do Gurguéia, Riacho Frio, Santa Filomena, São Gonçalo do Gurguéia e Sebastião Barros.

Conclusões

1. O comportamento dos elementos climáticos foi determinante para a definição do zoneamento de aptidão climática do algodoeiro herbáceo no Piauí;
2. Os municípios da região Sul e Sudoeste do Piauí, no cerrado piauiense, dentre eles: Avelino Lopes, Baixa Grande do Ribeiro, Barreiras do Piauí, Corrente, Cristalândia do Piauí, Curimatá, Currais, Gilbués, Júlio Borges, Monte Alegre do Piauí, Palmeira do Piauí, Parnaguá, Redenção do Gurguéia, Riacho Frio, Santa Filomena, São Gonçalo do Gurguéia e Sebastião Barros, apresentaram aptidão plena ao cultivo do algodoeiro herbáceo.

Referências

- AMORIM NETO, M. S. et al. Zoneamento agroecológico e definição de época de semeadura do algodoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 09, n. 03, p. 422-428, 2001a. Edição Especial.
- AMORIM NETO, M. S.; ARAUJO, A. E.; BELTRÃO, N. E. M. Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 09, n. 03, p. 551-556, 2001b.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. **Atlas Climatológico do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 151 p. (Documentos, 101).
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, n. 02, p. 143-151, 2005.
- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia**: teoria e prática. Pelotas: UFPel, 1996. 161 p.
- BELTRÃO, N. E. M. et al. Zoneamento e época de plantio para

o algodoeiro no Norte do Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 07, n. 01, p. 99-105, 2003.

CÂMARA, G. et al. Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers and Graphics**, v. 20, n. 03, p. 395-403, 1996.

GOMES, A. A. N.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. M. Evapotranspiração de referência mensal para o Estado do Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 09, n. 04, p. 560-564, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malha municipal digital do Brasil – 2001**. Rio de Janeiro: DGC/DECAR, 2001. 1 CD-ROM.

LIMA, M. G.; RIBEIRO, V. Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o Estado do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 06, n. 02, p. 221-227, 1998.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Zoneamento agroclimático. In: ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA,

A. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 433-443.

RIBEIRO, J. L. et al. Desempenho de cultivares de algodão herbáceo no cerrado do Meio-Norte do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., Campo Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 427-430.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste – Piauí**. Recife, 1990. (Série Pluviometria, 2).

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 01, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology – Drexel Institute of Technology**, v. 08, n. 01, p. 1-86, 1955.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento de aptidão climática do Estado de Pernambuco para três distintos cenários pluviométricos**. Recife: COTEC / DATA AGROS / SPRRA-PE, 2001, 38 p. (Relatório Técnico).