

ISSN 0104-1347

Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) na Região Nordeste do Brasil e no norte de Minas Gerais

Pedologic and climatic zoning for cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Northeast Region of Brazil and north of Minas Gerais

Maria de Jesus Nogueira Aguiar¹, Nestor Corbiniano de S. Neto², Célia Campos Braga³,
José Ivaldo Barbosa Brito³, Eyres Diana Ventura Silva⁴, Mário Adelmo Varejão Silva⁵,
Carlos Antonio Reinaldo Costa¹ e Jedaías Batista de Lima⁶

Resumo - O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é cultivado na Índia, em Moçambique, na Tanzânia e no Brasil, onde os estados do Ceará, do Piauí e do Rio Grande do Norte são responsáveis por 93% da produção, destacando-se o Ceará como o maior produtor. Este trabalho teve por objetivo a realização de um zoneamento pedoclimático visando melhor descrever as áreas, atualmente, utilizadas com a cultura do cajueiro e identificar regiões potenciais para seu cultivo nos estados do Nordeste do Brasil e no norte de Minas Gerais. Concluiu-se, pelo zoneamento pedoclimático realizado, que, no Nordeste do Brasil, 17,65% são terras de aptidão plena para a cultura (classe preferencial), 11,57% de aptidão regular, 22,33% de aptidão marginal e 48,45% são terras sem aptidão (não indicado o cultivo). Os estados do Maranhão e do Piauí possuem as maiores áreas aptas para a cajucultura, apesar do Ceará deter a maior área plantada e a maior produção, porém com baixa produtividade

Palavras-chave: clima, solo, caju.

Abstract - The cashew (*Anacardium occidentale* L.) is an important crop in Índia, Mozambique, Tanzania, and Brazil. In Brazil, 93% of the total production is concentrated in the states of Ceará, Piauí, and Rio Grande do Norte, being the state of Ceará the largest producer. This work was undertaken aiming to characterize four areas (good, regular, marginal and inapt) for cashew production in Northeast Brazil and north of Minas Gerais. It was concluded that 17.65% of the area studied was well adapted for cashew production, while 11.57% presented regular adaptation, 22.33% were classified as marginal adaptation, and 48.45% were classified as inapt for cashew production. The states of Maranhão and Piauí have the largest areas adapted for cashew production. The largest acreage is in the state of Ceará, however with low productivity.

Key Words: climate, soil, cashew.

¹ Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Caixa Postal 3761, CEP 60511-110 Fortaleza, CE. E-mail: juju@cnpat.embrapa.br

² Pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE.

³ Professor da UFPb, Campina Grande, PB.

⁴ Analista de Sistemas da UFPb, Campina Grande, PB.

⁵ Professor da UFRPE, Recife, PE.

⁶ Bolsista da UnB-Finatec/Zoneamento Agrícola-MAPA.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta encontrada em quase todo o mundo tropical, embora em termos de importância econômica seu cultivo restrinja-se à Índia, ao Brasil, a Moçambique e à Tanzânia (PIMENTEL, 1988). Segundo BARROS et al. (1993), o cajueiro é originário do Brasil, onde pode ser encontrado em quase todo o território, não obstante se concentrar no Nordeste. PIMENTEL (1988) complementa, mostrando que o Ceará, o Piauí e o Rio Grande do Norte são responsáveis por 93% da produção do Nordeste, sendo o estado do Ceará o maior produtor (responsável por 76% da produção da região, em 1985).

A cajucultura tem um papel importante na sócio-economia da Região Nordeste, por ocupar a maior parte da mão-de-obra agrícola no período de outubro a dezembro, não concorrendo com as atividades das culturas tradicionais de subsistência da região, como milho e feijão, e por ser um dos principais produtos de exportação.

No Ceará, até a década de 1960, predominava o cultivo extensivo do cajueiro, principalmente, na zona litorânea (PIMENTEL, 1988). PAULA PESSOA & PARENTE (1991) mostraram que, a partir de 1968, os produtores foram incentivados pela SUDENE, PROTERRA (Decreto-lei 1134), Banco do Brasil (FISSET) e, posteriormente, por meio do FINOR (Reflorestamento e Fundo de Investimento do Nordeste), além da perspectiva de exportação. Incentivos estes, que, sem dúvida, foram os principais indutores da expansão da cajucultura de forma mais organizada. No entanto, a sua semeadura ocorreu com sementes não selecionadas, em solos impróprios, em áreas com características climáticas desfavoráveis e manejo inadequado de pomares, ocasionando uma baixa produtividade, cuja média está em torno de 220 kg/ha, segundo estimativas do ANUÁRIO (1995). Por meio de pesquisa de campo constatou-se que nos estados do Piauí e do Rio Grande do Norte a situação se repetia na implantação de áreas extensivas com a cultura. Com uma produtividade muito baixa, seria inviável se pensar em uma cajucultura auto-sustentável.

Por meio do melhoramento genético foram desenvolvidos clones com características de

nanismo, precocidade e alta produtividade, cuja utilização em plantios extensivos e com tecnologia moderna pode contribuir para transformar a exploração, hoje extrativista, em um negócio rentável, principalmente, se for utilizada a irrigação, que garante produção durante o ano inteiro (ARAÚJO & SILVA, 1995).

Para a realização do Zoneamento Pedoclimático para a cultura do cajueiro na Região Nordeste e norte de Minas Gerais, foram considerados elementos climáticos e pedológicos versus as necessidades da cultura.

Material e Métodos

O conjunto de procedimentos metodológicos que norteou todas as fases deste trabalho foram os seguintes:

a) Exigências da cultura

Os elementos de clima e de solo que definiram os requerimentos da cultura do cajueiro foram estabelecidos a partir de estudos de especialistas nas áreas e da realização de extensa pesquisa bibliográfica sobre o assunto, sendo apresentados na Tabela 1.

b) Zoneamento climático

O zoneamento climático foi estabelecido com base nos dados de precipitação e temperatura do ar, levando-se em conta três cenários pluviométricos (seco, regular e chuvoso), para os quais foram elaborados os balanços hídricos, de acordo com THORNTHWAITE & MATHER (1957), para a capacidade de armazenamento de água no solo de 125 mm, valor considerado adequado à cultura do cajueiro, nos solos do Nordeste, em escala regional, conforme recomendação de VAREJÃO-SILVA et al. (1984).

Foi utilizado o banco de dados pluviométrico da SUDENE (1990), cujos dados foram homogeneizados segundo HIEZ (1978), sendo considerados apenas os postos com séries históricas de mais de trinta anos de observação, com exceção daqueles localizados no estado do Maranhão (mais recentes), dos quais usaram-se séries históricas com mais de vinte anos.

Os dados de temperatura média do ar normais foram publicados pelo Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET, 1992). Todavia, considerando-se que dados de temperatura são restritos em todo o Nordeste, foram feitas estimativas para os locais onde existiam os dados de chuva via regressão linear. Não foi possível, porém, obter-se dados para localidades situadas nas vizinhanças dos limites do Nordeste (Pará, Tocantins, Goiás e Espírito Santo).

Neste trabalho utilizou-se a distribuição gama incompleta, seguindo a conceituação de THOM (1951). Os parâmetros dessa distribuição foram obtidos mês a mês para cada localidade pelo método de máxima verossimilhança segundo MIELKE

(1976), que fornece resultados mais realistas do que o método dos mínimos quadrados. Para verificação do ajuste foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov (MASSEY Jr., 1980).

Com base nos indicadores referidos (Tabela 1), elaborou-se a carta do zoneamento climático, na escala de 1:2.000.000, que dividiu o Nordeste em seis zonas, de acordo com a aptidão climática para a cultura do caju: A - inapta por excesso de umidade; B - restrita por excesso de umidade; C - aptidão plena para o plantio do cajueiro; D - restrita por deficiência de água; E - inapta por deficiência de água; e F - inapta limitada pela temperatura baixa. Essas zonas determinaram as classes de aptidão climática Preferencial (C), Marginal (B e D) e cultivo não indicado (A, E e F).

Tabela 1. Classes de aptidão versus parâmetros pedoclimáticos do cajueiro no Nordeste, Fortaleza, CE, 1997.

Parâmetro	Classe			
	Excelente/boa	Regular	Restrita	Inapta
Altitude (m)	0 < Alt < 300	300 < Alt < 600	600 < Alt < 900	Alt > 900
Precipitação (mm/ano)	800 ≤ P < 500 (período seco de 4 a 5 meses)	600 < P < 800 (período seco de 5 a 7 meses)	500 < P < 600 (período seco de 5 a 7 meses)	P < 500 (Período seco maior do que 7 meses)
Temperatura média (°C)	19 < TM < 34	34 < TM < 40 16 < TM < 19	15 < TM < 16 40 < TM < 42	TM > 42 TM < 15
Umidade Relativa (%)	65 < UR < 85	65 > UR > 40	90 > UR > 85	UR < 40 UR > 90
Erosão/mecanização e relevo (%)	10 > declive > 0 Rocha na superfície < 10	35 > declive > 10 20 > Rocha na superfície > 10	40 > Rocha na superfície > 10	Declive > 35 Rocha na superfície > 40
Profundidade do lençol freático (m)	2,5 < PL < 6,0 PL > 2,5	8,0 > PL > 6,0	10 > PL > 8,0	PL < 1,0 PL > 10,0
Profundidade do solo (cm)	PS > 200	150 < PS < 200	100 < PS < 150	PS < 100
Textura (%)	15 < arg < 40	8 < arg < 15 40 < arg < 70 Tipo 1:1 0 < casc < 20	30 < arg < 40 Tipo 2:1 0 < casc < 40	(1) arg < 8 arg > 40 Tipo 2:1 (2) arg > 70 Tipo 1:1 casc > 40
Drenagem	Boa drenagem	Acentuadamente drenado	Moderadamente drenado	Mal drenado (1) Excessivamente drenado (2)

Fonte: LIMA (1988); RAMOS (1991); RAMOS et al. (1994); ARAÚJO & SILVA (1995).

Alt: altitude; P: precipitação; TM: temperatura média; UR: umidade relativa; PL: profundidade do lençol freático; PS: profundidade do solo; arg: argila; casc: cascalho.

c) Zoneamento pedológico

Utilizou-se, como material básico, o mapa do “Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil” (SILVA *et al.*, 1993), digitalizado no software PC ARC/INFO, e uma base de dados informatizada em ACCESS, relativa às informações de solos. Essas informações foram extraídas dos levantamentos exploratórios disponíveis de todos os estados do Nordeste, incluindo o norte do estado de Minas Gerais, (SUDENE, 1971, 1972a, 1972b, 1973, 1975a, 1975b, 1976, 1979a, 1979b, 1986a, 1986b), nas escalas 1:400.000 até 1:1.000.000.

O primeiro passo na aplicação desta metodologia foi enquadrar os diversos segmentos de solos que compõem as 172 unidades geoambientais (UG's) da área do Nordeste, utilizada como célula interpretativa, segundo as classes do potencial pedológico. Os segmentos de solo de cada UG foram avaliados separadamente, visando a sua representação cartográfica por meio da soma das aptidões resultantes desta interpretação. Esses resultados serviram para elaborar o mapa digitalizado (mapa básico), na escala 1:2.000.000, usando-se o software PC ARC/INFO.

As terras foram avaliadas segundo o nível de manejo C, de acordo com RAMALHO FILHO & BEEK (1994), com base em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico identificando quatro classes de aptidão pedológicas: Boa, Regular, Restrita e Inapta.

d) Zoneamento pedoclimático

O zoneamento pedoclimático é o resultado do cruzamento do zoneamento climático com o

zoneamento pedológico. A Tabela 2 mostra as classes de aptidão pedoclimática definidas, neste estudo, resultado da conjugação das classes climáticas com as pedológicas. Trata-se de uma abordagem integrada dos conceitos das aptidões que refletem a natureza e a intensidade de suas limitações.

Em relação às classes de aptidão pedoclimática resultante, destacam-se:

- Classe Preferencial: nesta classe estão compreendidas as áreas que não apresentam restrições de ordem climática e/ou pedológica para a cultura do cajueiro;
- Classe Regular: esta classe compreende as áreas sem restrições de ordem climática, porém, com restrições ligeira a moderada de ordem pedológica para a cultura do cajueiro;
- Classe Marginal: nesta classe estão compreendidas áreas que apresentam restrições moderada a forte de ordem climática, e de nula a forte de ordem pedológica, para o cajueiro; e
- Classe Cultivo não indicado: esta classe compreende áreas que apresentam restrições muito fortes que inviabilizam o seu aproveitamento econômico para o cajueiro.

A unidade geoambiental foi utilizada como célula interpretativa segundo SILVA *et al.* (1993). As classes de aptidão pedoclimática, representadas no mapa do Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil, referem-se à soma das classes de aptidão dos segmentos de solo representativos, maior ou igual a 10%, no caso das unidades geoambientais formadas por mais de uma aptidão pedoclimática.

Para demonstrar a eficiência da comunicação visual e a viabilidade de representação cartográfica

Tabela 2. Classes de aptidão pedoclimática resultantes da conjugação de classes de aptidão agrícola das terras com classes de aptidão climática, Recife, PE, 1998.

Classe de aptidão pedológica	Classe de aptidão climática					
	Preferencial C	Marginal B	Marginal D	Cultivo não indicado A	Cultivo não indicado E	Cultivo não indicado F
Boa	Preferencial	Marginal	Marginal	Não indicado	Não indicado	Não indicado
Regular	Regular	Marginal	Marginal	Não indicado	Não indicado	Não indicado
Restrita	Marginal	Marginal	Marginal	Não indicado	Não indicado	Não indicado
Inapta	Não indicado	Não indicado	Não indicado	Não indicado	Não indicado	Não indicado

A: inaptas por excesso de umidade; B: restrita por excesso de umidade; C: aptidão plena para o plantio do cajueiro; D: restrita por deficiência de água; E: inapta por deficiência de água; e F: inapta limitada pela temperatura baixa.

do sistema metodológico adotado, foi utilizado um esquema de símbolos, composto de letras e cores em diferentes tonalidades, relacionando as classes de aptidão pedoclimática e as faixas de proporções, o qual é também definido na legenda da Figura 1. Com base no potencial das terras para a cultura considerada, foram discriminados os seguintes agrupamentos:

- Terras com Alto Potencial: incluem áreas que devem apresentar classe de aptidão pedoclimática Preferencial: P - Aptidão preferencial no nível de manejo C;

- Terras com Médio Potencial: compreendem áreas que devem apresentar classe de aptidão pedoclimática Regular: R - Aptidão Regular no nível de manejo C;

- Terras com Baixo Potencial: incluem terras que devem apresentar classe de aptidão pedoclimática Marginal: M - Aptidão Marginal no nível de manejo C; e

- Terras sem Potencial: incluem as terras não indicadas para cultivo no nível de manejo C. Ni - Cultivo não Recomendado no nível de manejo C.

Resultados e conclusões

Os resultados apresentados na Tabela 3, baseados nos índices definidos em função das necessidades da cultura, mostram que, do total da região, 22,33% e 48,37% são terras de aptidão marginal e não indicada, respectivamente, para a exploração da cajucultura e 0,08% são constituídas de aguadas. Na área restante, encontram-se as terras onde podem se desenvolver a exploração econômica da cultura, ou seja, zonas preferencias (17,65%) e de aptidão regular (11,57%).

Tabela 3. Classes de aptidão pedoclimática com suas áreas e percentuais para o Nordeste do Brasil. Recife, PE, 1998.

Classe de aptidão pedoclimática	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Preferencial	301.718,58	17,65
Regular	197.077,54	11,57
Marginal	380.353,49	22,33
Não Indicado	823.942,70	48,37
Aguadas	1.295,61	0,08
Total	1.704.387,92	100,00

Apesar do estudo ter sido realizado considerando o emprego de alta tecnologia, o Banco do Nordeste considera as terras marginais como inaptas, porque onera bastante o custo de produção do cajueiro.

Ressalta-se, no entanto, que, em cada “Unidade Geoambiental” a classe de aptidão predominante é o que determina a sua classificação ou identificação, mas não significa que toda ela seja composta por uma única classe. Áreas com outras classes de aptidão poderão estar inclusas na “Unidade Geoambiental”, desde que somem, individualmente, mais de 10% da área da unidade, como já referido anteriormente. Daí por que, os percentuais citados são valores relativos.

O trabalho foi elaborado na escala de 1:2.000.000, o que ressalta a sua importância como um instrumento para o planejamento da cajucultura, não sendo, no entanto, excludente em relação a manchas de terras aptas não identificadas na escala utilizada e que poderão ser detectadas pela utilização de uma escala maior.

Com base nos resultados construiu-se a representação gráfica (Figura 1) da aptidão

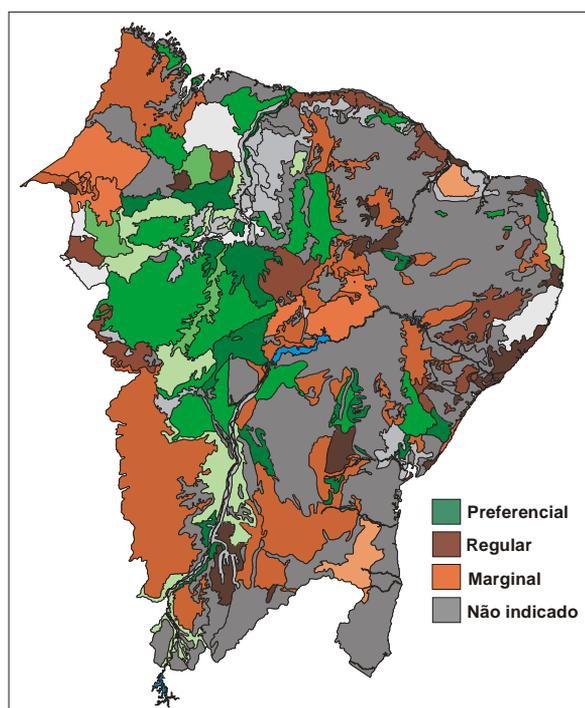


Figura 1. Zoneamento pedoclimático da cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil e norte de Minas Gerais.

pedoclimática da cajucultura para a Região Nordeste.

Os registros de dados de produção e de exportação indicam que o Ceará é o maior produtor de castanha de caju do Brasil. No entanto, diante dos resultados deste trabalho, os estados do Maranhão e do Piauí surgem como detentores de um maior volume de áreas aptas para a cajucultura, colocando o Ceará como o menos provido, apesar de deter, ainda, a maior área plantada e em produção, na região, decorrendo desse aspecto a sua liderança.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, principalmente, ao Banco do Nordeste e ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento pelo apoio financeiro, e aos colegas da Embrapa Agroindústria Tropical Antônio Renes Lins Aquino, Augmar D. Ramos, João E. Pereira Filho, Paulo César E. Frota e Raimundo Braga Sobrinho.

Referências bibliográficas

- ANUÁRIO estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, v.55, 1995.
- ARAÚJO, J.P.P. de, SILVA, V.V. (Orgs.) **Cajucultura**: modernas técnicas de produção. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 292p.
- BARROS, L.M., PIMENTEL, C.R.M., CORREA, M.P.F. et al. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 65p. (Circular técnica, 1).
- DNMET. **Normais climatológicas**: 1961-1990. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1992. 84p.
- HIEZ, G. **Processamento dos dados pluviométricos do Nordeste**: a homogeneização dos dados. Recife: SUDENE/ORSTOM, 1978.
- LIMA, V. de P.M.S. (Org.) **Cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: BNB-ETENE, 1988. 486p.
- MASSEY Jr., F.J. The Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit. **Journal of American Statistical Association**, Boston, v.46, p.68-78, 1980.
- MIELKE, P.W. Simple iterative procedures for two-parameter gamma distribution maximum likelihood estimates. **Journal of Applied Meteorology**, Boston, v.15, n.12, p.181-183, 1976.
- PAULA PESSOA, P.F.A. de, PARENTE, J.I.G. **Evolução e perspectiva para a cajucultura Nordestina**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPCa, 1991. (Boletim de pesquisa, 04).
- PIMENTEL, C.R.M. **Aspectos da distribuição e produção de caju no estado do Ceará**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPCa, 1988. 12p. (Documentos, 01).
- RAMALHO FILHO, A., BEEK, K.J. **Sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1994. 65p.
- RAMOS, A.D. **Solos cultivados com cajueiro no Ceará e áreas potenciais para a cultura**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPCa, 1991. 33p. (Boletim de pesquisa, 5).
- RAMOS, A.D., OLIVEIRA, F.N.S., LIMA, A.A.C. **Solos cultivados com cajueiro no Piauí**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1994. 24p. (Boletim de pesquisa, 11).
- SILVA, F.B.R., RICHE, G.R., TONNEAU, J.P. et al. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/Recife: EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v.il.
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte. Recife: MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1971. 531p. (Boletim técnico, 21, Série pedologia, 9).
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA/EPE-SUDENE/DRN, 1972a. 683p. (Boletim técnico, 15, Série pedologia, 8).
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado de Pernambuco. Recife: MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1972b. 2v. (Boletim técnico, 26, Série pedologia, 14).
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado do Ceará. Recife: MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1973. 2v. (Boletim técnico, 28, Série pedologia, 16).
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado de Alagoas. Recife: EMBRAPA/PPP-SUDENE/DRN, 1975a. 532p. (Boletim técnico, 35, Série recursos de solos, 05).
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado de Sergipe. Recife: EMBRAPA/PPP-

SUDENE/DRN, 1975b. 506p. (Boletim técnico, 36, Série recursos de solos, 06).

SUDENE. **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São Francisco do estado da Bahia. Recife: EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN, 1976. 404p. (Boletim técnico, 38, Série recursos de solos, 07).

SUDENE. **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco do estado da Bahia. Recife: EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN, 1979a. 2v. (Boletim técnico, 52, Série recursos de solos, 10).

SUDENE. **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos do norte do estado de Minas Gerais. Recife: EMBRAPA/SNLCS-SUDENE/DRN, 1979b. 407p. (Boletim técnico, 60, Série recursos de solos, 12).

SUDENE. **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos do estado do Maranhão. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN, 1986a. 2v. (Boletim

de pesquisa, 35, Série recursos de solos, 17).

SUDENE. **Levantamento exploratório:** reconhecimento de solos do estado do Piauí. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN, 1986b. 2v. (Boletim de pesquisa, 36, Série recursos de solos, 18).

SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste.** Recife, 1990. (Série pluviométrica, 2).

THOM, H.S.C. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, Boston, v.8, n.4, p.117-121, 1951.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.C. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance.** Logan: Drexel Institute of Technology, 1957. (Publications in Climatology, X:3. Centerton).

VAREJÃO-SILVA, M.A., BRAGA, C.C., AGUIAR, M.J.N. et al. **Atlas climatológico do estado da Paraíba.** Campina Grande: UFPB/FINEP/BNB, 1984.