

**ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO PARA A CULTURA  
DO CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.)  
NO NORDESTE DO BRASIL  
E NORTE DE MINAS GERAIS**



© Embrapa Agroindústria Tropical, 2000

Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 27

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita 2270  
Planalto Pici  
Caixa Postal 3761  
CEP 60511-110 Fortaleza, CE  
Tel.: (0xx85)299-1800  
Fax: (0xx85)299-1803 / 299-1833  
Endereço eletrônico: [negocios@cpnat.embrapa.br](mailto:negocios@cpnat.embrapa.br)

### **Embrapa Solos**

Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste  
Rua Antônio Falcão 402  
Boa Viagem  
CEP 51020-240 Recife, PE  
Tel.: (0xx81)325-5988  
Fax: (0xx81)325-0231

Tiragem: 400 exemplares

Anexo mapa na escala 1:2.000.000

### **Comitê de Publicações**

Presidente: Raimundo Braga Sobrinho  
Secretário: Marco Aurélio da Rocha Melo  
Membros: João Ribeiro Crisóstomo  
José Carlos Machado Pimentel  
José de Souza Neto  
Oscarina Maria da Silva Andrade  
Heloísa Almeida Cunha Filgueiras  
Maria do Socorro Rocha Bastos

**Coordenação editorial:** Marco Aurélio da Rocha Melo

**Diagramação:** Arilo Nobre de Oliveira

**Normalização bibliográfica:** Rita de Cassia Costa Cid

**Revisão:** Mary Coeli Grangeiro Ferrer

AGUIAR, M. de J.N.; SOUSA NETO, N.C. de; BRAGA, C.C.; BRITO, J.I.B. de; SILVA, E.D.V.; SILVA, F.B.R.; BURGOS, N.; VAREJÃO-SILVA, M.A.; COSTA, C.A.R. da.  
**Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil e Norte de Minas Gerais.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical / Recife: Embrapa-CNPS-ERP-NE, 2000. 30p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 27).

Zoneamento; Clima; Solo; Nordeste; Caju; Zoning; Climate; Soil; Northeast; Brazil; Cashew.

CDD: 333.714

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Climatologia**

**Maria de Jesus Nogueira Aguiar (Coordenadora)**

Enga.-Agra., M.Sc., Climatologia Agrícola, Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical

**Célia Campos Braga**

Meteorologista, M.Sc., Agrometeorologia, Professora e Pesquisadora do DCA/CCT/UFPB

**José Ivaldo Barbosa de Brito**

Meteorologista, M.Sc., Professor e Pesquisador do DCA/CCT/UFPB

**Mário Adelmo Varejão Silva (Consultor)**

Eng.-Agr., Dr., Meteorologia, Professor e Pesquisador da UFRPE

### **Solos**

**Nestor Corbiniano de S. Neto**

Eng.-Agr., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste

**Fernando Barreto R. e Silva**

Eng.-Agr., Dr., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste

**Nivaldo Burgos**

Eng.-Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste

### **Geoprocessamento**

**Carlos Antonio Reinaldo da Costa**

Matemático, M.Sc. Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical

**Eyres Diana Ventura Silva**

Enga.-Elétr., Análise de Sistema, Técnica em Informática do DCA/CCT/UFPB



## APRESENTAÇÃO

O agronegócio do caju constitui uma atividade de elevada expressão econômica e social no Nordeste brasileiro. A exploração desta cultura está concentrada nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, com mais de 95% da produção. Ocupa na Região uma área de 700 mil hectares e é responsável por 300 mil empregos diretos e indiretos. Da castanha (fruto) e do pedúnculo (pseudofruto) são obtidos inúmeros derivados, dentre os quais destacam-se: amêndoas, refrigerantes, sucos, doces, néctares, polpas, líquido da castanha (LCC) etc.

O ponto de partida para o desenvolvimento sustentável de qualquer ramo de agronegócio está na definição adequada de áreas com potencial edafoclimático para a exploração da cultura. O Banco do Nordeste, em sua missão de promover o desenvolvimento sustentável da Região, tem realizado estudos nesse sentido a fim de potencializar novas oportunidades e ampliar horizontes dos negócios aí já instalados.

Objetivando o conhecimento de novas áreas favoráveis ao desenvolvimento da cultura do caju e a ampliação de novas fronteiras agrícolas com esta cultura, o Banco do Nordeste, em parceria com a Embrapa, viabilizou o estudo “Zoneamento Pedoclimático da Cultura do Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)”.

O Banco, atualmente, contribui para a modernização da cajucultura nordestina, exigindo nos financiamentos que os recursos sejam destinados sobretudo para investimentos que contemplem o plantio de cajueiro anão precoce, em novas áreas, e em substituição a antigas copas de cajueirais existentes, com adensamento das áreas liberadas utilizando o cajueiro anão precoce, propiciando o aumento de rendimento dos atuais 150 a 200kg/ha para 800kg/ha, em regime de sequeiro.

Como resultado prático do presente estudo, espera-se o desenvolvimento desta cultura em outros Estados, ampliando a fronteira agrícola do caju, com destaque para o Maranhão, indo ao encontro do que preconiza o *Perfil Mercadológico* adotado pelo Banco, potencializando sua ação desenvolvimentista com redução de riscos.

Byron Costa de Queiroz

Presidente do Banco do Nordeste



## PREFÁCIO

A cultura do cajueiro, como todas as espécies vegetais, principalmente as que são cultivadas economicamente, deve ter suas exigências específicas em relação ao solo, clima, nutrição, água etc., convenientemente atendidas para oferecer respostas compensadoras àqueles que optaram pela sua exploração.

Espécie oriunda da própria região Nordeste, o cajueiro, até bem pouco tempo, era cultivado à margem da utilização de tecnologias modernas e, principalmente, sem o conhecimento mínimo das potencialidades das áreas de exploração.

O zoneamento pedoclimático é fator básico para a definição das culturas mais indicadas para determinadas áreas ou regiões, para a obtenção de maiores produções e melhor qualidade dos produtos. O resultado do estudo representa uma ferramenta de grande importância para o correto planejamento de uma agricultura técnica e economicamente bem sucedida, observadas as exigências da cultura eleita e o nível de tecnologia a ser empregado.

O cajueiro, cultura de reconhecida importância para a região, não apenas do ponto de vista econômico, em função da posição que ocupa na pauta de exportações, mas, também, socialmente, pela absorção de mão-de-obra agrícola em período não coincidente com o de outras culturas, exigia um estudo mais profundo. Era imprescindível que se norteasse a exploração da cajucultura mediante a escolha das áreas mais apropriadas para o cultivo e identificando-se as necessidades de uso de tecnologias compatíveis com as exigências da fruticultura moderna.

Este “Zoneamento Pedoclimático da Cultura do Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no Nordeste do Brasil e Norte de Minas Gerais” veio atender à essa lacuna, há muito observada, e que ocasionou a implantação, na região, de uma cajucultura extensiva, de produtividade descendente, em grande parte já senescente, carecendo de urgente renovação.

Trabalho de vulto, para sua consecução contou com a participação de renomados técnicos especializados, lotados na Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco, na Embrapa Agroindústria Tropical e Embrapa Solos / ERP/NE.

Tendo como premissa o emprego de alta tecnologia (nível C) na instalação e condução dos pomares, em condições de sequeiro, ele define as áreas segundo as classes de aptidão PREFERENCIAL (sem restrições climáticas e/ou pedológicas), REGULAR (sem restrições climáticas e restrições pedológicas ligeiras a moderadas), MARGINAL (restrições climáticas, moderadas a fortes, e pedológicas, ligeiras a moderadas) e CULTIVO NÃO INDICADO (restrições climáticas e pedológicas muito fortes), em relação aos parâmetros pedoclimáticos da cultura, mostrando a distribuição dessas áreas por municípios e por estados da região Nordeste, inclusive da parte norte do Estado de Minas Gerais.

Com base na identificação do potencial para a cajucultura, segundo as classes de aptidão descritas, foram discriminados em mapas, agrupamentos de solos, simbolizados através de letras e cores de tonalidades diferentes, representando as terras com alto potencial, com médio potencial, com baixo potencial e sem potencial.

Embora o Estado do Ceará ainda detenha a liderança na produção de castanha de caju no Brasil, esse estudo demonstra que os estados do Piauí e do Maranhão possuem maior volume de terras aptas para a cultura, na região.

De fato, o sucesso que vem alcançando o esforço para a implantação de uma cajucultura tecnificada, moderna e produtiva, nesses dois estados, demonstra cabalmente a importância da elaboração do Zoneamento Pedoclimático e a sua aplicabilidade para definição correta da utilização das áreas de exploração agrícola.

Espera-se que este estudo contribua positivamente nas ações orientadas para a renovação da cajucultura regional, evitando desperdício de esforço e tempo e, principalmente, a má utilização das terras potenciais do nordeste e norte de Minas Gerais.

Louve-se, nesta oportunidade, a sensibilidade e a contribuição do Banco do Nordeste do Brasil, destinando recursos financeiros para a elaboração e publicação desse trabalho, viabilizando, ao público interessado, o verdadeiro beneficiário dos resultados obtidos com o zoneamento pedoclimático da cultura do cajueiro, o acesso às valiosas informações aqui contidas.

Francisco Férrer Bezerra  
Chefe-Geral  
Embrapa Agroindústria Tropical



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
<b>EXIGÊNCIAS DA CULTURA</b> .....	<b>14</b>
<b>ZONEAMENTO CLIMÁTICO</b> .....	<b>14</b>
<b>PARÂMETROS CLIMÁTICOS</b> .....	<b>14</b>
<b>Precipitação</b> .....	<b>14</b>
Disponibilidade de dados .....	16
Distribuição da precipitação .....	16
Discriminação dos anos quanto à precipitação .....	17
<b>Temperatura do ar</b> .....	<b>17</b>
Disponibilidade de dados .....	17
Estimativa das médias das temperaturas .....	18
<b>BALANÇO HÍDRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>CARTA DO ZONEAMENTO CLIMÁTICO</b> .....	<b>18</b>
<b>ZONEAMENTO PEDOLÓGICO</b> .....	<b>19</b>
<b>PARÂMETROS PEDOLÓGICOS</b> .....	<b>19</b>
<b>Textura</b> .....	<b>21</b>
<b>Relevo</b> .....	<b>21</b>
<b>Profundidade efetiva</b> .....	<b>21</b>
<b>Suscetibilidade à erosão</b> .....	<b>21</b>
<b>Drenagem</b> .....	<b>21</b>
<b>Pedregosidade/rochosidade</b> .....	<b>21</b>
<b>Tolerância à salinidade e ao sódio</b> .....	<b>21</b>
<b>CLASSES DE APTIDÃO PEDOLÓGICA</b> .....	<b>22</b>
<b>ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO</b> .....	<b>24</b>
<b>CLASSES DE APTIDÃO PEDOCLIMÁTICA</b> .....	<b>24</b>
<b>RESULTADOS E CONCLUSÕES</b> .....	<b>26</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>



# **ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO PARA A CULTURA DO CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.) NO NORDESTE DO BRASIL E NORTE DE MINAS GERAIS**

**RESUMO** - O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é explorado na Índia, Moçambique, Tanzânia e Brasil, onde os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte são responsáveis por 93% da produção, sendo o Ceará o maior produtor. Este trabalho objetivou caracterizar quatro classes de aptidão: boa, regular, restrita e inapta para a exploração do cajueiro de acordo com parâmetros de clima e solo e investigar as áreas exploradas com a cultura do cajueiro e as regiões potenciais para seu cultivo nos estados do Nordeste do Brasil e norte de Minas Gerais. Foram elaborados: 1) tabela de aptidão do cajueiro relacionada aos parâmetros de clima e solo; 2) zoneamento climático incluindo cartas de isoietas, isotermas e balanço hídrico; 3) zoneamento pedológico, a partir do Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil e da base de dados informatizada relativos às informações de solos; 4) cruzamento dos zoneamentos de clima e solo com as exigências do cajueiro, segundo as classes de aptidão; e 5) digitalização dos mapas (escala de 1:2.000.000) no *software ArcInfo*. Concluiu-se que no Nordeste do Brasil 17,65% são terras de aptidão plena para a cultura, 11,57% de aptidão regular, 22,33% de aptidão marginal e 48,45% são terras sem aptidão. Em função da elevação dos custos de produção, as agências de crédito não financiam a cultura do cajueiro nas áreas consideradas marginais. Os Estados do Maranhão e do Piauí possuem as maiores áreas aptas para a cajucultura, apesar de o Ceará deter a maior área plantada e a maior produção, mas com baixa produtividade.

Termos para indexação: zoneamento, clima, solo, Nordeste, caju.

## **PEDOLOGIC AND CLIMATE ZONING OF THE CASHEW CROP IN NORTHEAST BRAZIL AND NORTH OF MINAS GERAIS**

**ABSTRACT** - The cashew plant (*Anacardium occidentale* L.) is an economic and important crop in Índia, Mozambique, Tanzania and Brazil. In Brazil, the states of Ceará, Piauí and Rio Grande do Norte are responsible for 93% of the total production, being the state of Ceará the largest producer. This work was undertaken aiming to characterize four types of approaches (good, regular, marginal and unapt) for cashew production in Northeast Brazil and North of Minas Gerais, based on general parameters like climate and soil. For this purpose were constructed, five phases: 1) cashew plant table based on soil and climate parameters; 2) climate zoning based on isoiets, isotherms and hydric balance; 3) pedologic zoning, taken in account Agroecological zoning for Northeast Brazil and available data base on soils; 4) Cross information involving climate and soil zoning adapted for cashew plant; 5) construction of maps (scale: 1:2,000,000) using software Arcinfo. It was concluded that 17,65% of the study area were totaly 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. Due to increase of the production costs, the Financial agencies do not provide financial support for the cashew in marginals areas. The states of Maranhão and Piauí have the largest areas for cashew prodution, although the state of Ceará has the largest acreage and production but it has presented low productivity.

Index terms: zoning, climate, soil, Northeast, Brazil, cashew.

## INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta encontrada em quase todo o mundo tropical, embora em termos de importância econômica sua exploração restrinja-se à Índia, Brasil, Moçambique e Tanzânia (Pimentel, 1988). Segundo Barros et al. (1993), o cajueiro é originário do Brasil, onde pode ser encontrado em 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, ficando o Ceará como o maior produtor, tendo sido 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 60, predominava o cultivo extensivo do cajueiro, principalmente, na zona litorânea. Pimentel (1988), Paula Pessoa & Parente (1991) mostram que, a partir de 1968, os produtores foram incentivados pela SUDENE (artigo 34/18), PROTERRA (Decreto-lei 1134), Banco do Brasil (FISSET) e, posteriormente, através 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, o seu plantio ocorreu com sementes não selecionadas, em solos impróprios, em áreas com condições climáticas desfavoráveis e manejo inadequado dos 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 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).

A sua importância na economia do Nordeste, em particular na do Estado do Ceará, motivou a criação do Centro Nacional de Pesquisa de Caju (CNPc), pela Embrapa, em 1987, o qual, a partir de 1993, foi transformado em Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), como consequência da ampliação de sua missão institucional.

Em função dessa importância econômica e atendendo a demandas de órgãos que elaboram a política desenvolvimentista, de pesquisadores e dos próprios produtores, o CNPAT promoveu a elaboração do Zoneamento Pedoclimático da Cultura do Caju para Região Nordeste do Brasil, objetivando orientar as ações de recuperação da cajucultura, mediante o uso de alta tecnologia na instalação de novos plantios com base na aptidão pedoclimática. Assim, foram desenvolvidos estudos sobre as exigências da cultura, as características climáticas e de solo, tendo em vista a preservação deste recurso e a obtenção de maiores rendimentos da cultura de forma sustentada.

## **METODOLOGIA**

Para a realização do Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro na região Nordeste e Norte de Minas Gerais, foram considerados os fatores climáticos e pedológicos e analisadas as necessidades da cultura, sendo adotado um conjunto de procedimentos metodológicos que norteou todas as fases deste trabalho.

## **EXIGÊNCIAS DA CULTURA**

Os parâmetros do clima e do 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. Referidos parâmetros são mostrados, didaticamente, na Tabela 1.

## **ZONEAMENTO CLIMÁTICO**

O zoneamento climático foi estabelecido com base nos dados de precipitação e temperatura do ar, levando-se em conta três cenários pluviométricos distintos (“seco”, “regular” e “chuvoso”), para os quais foram elaborados os balanços hídricos, de acordo com Thornthwaite & Mather (1957).

## **PARÂMETROS CLIMÁTICOS**

Foi utilizado o banco de dados pluviométricos da SUDENE (1990), sendo considerados apenas os postos com séries históricas de mais de 30 anos de observação, com exceção daqueles localizados no Estado do Maranhão, mais recentes, dos quais, usaram-se séries históricas com mais de 20 anos. Os dados de temperatura são restritos em todo o Nordeste e para estimá-los, para os locais onde existiam os dados de chuva, foi feita uma regressão linear.

## **Precipitação**

A análise preliminar e a homogeneização dos dados pluviométricos foram, previamente, realizadas pela SUDENE usando a metodologia de Hiez (1978). Isso não significa que eles não contenham erros. Mesmo assim, constituem-se no melhor acervo pluviométrico atualmente existente, da região Nordeste.

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

Parâmetros									
Classes	Altitude (m)	Precipitação (mm/ano)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Erosão/mecanização e relevo (%)	Profundidade do lençol freático (m)	Profundidade do solo (m)	Textura (%)	Drenagem
Excelente/ boa	0 < Alt. < 300	800 < P < 1.500 (período seco de 4 a 5 meses)	19 < TM < 34	65 < UR < 85	10 > declive > 0 Rocha na superfície < 10	2,5 < PL < 6,0	PS > 200	15 < arg. < 30	Boa Drenagem
Regular	300 < Alt. < 600	600 < P < 800 (período seco de 5 a 7 meses)	34 < TM < 40 16 < TM < 19	65 > UR > 40	35 > declive > 10 20 > Rocha na superfície > 10	8,0 > PL > 6,0	150 < PS < 200	8 < arg. < 15 30 < arg. < 70 Tipo 1:1 0 < casc. < 20	Acentuada- mente drenado
Restrita	600 < Alt. < 900	500 < P < 600 (período seco de 5 a 7 meses)	15 < TM < 16 40 < TM < 42	90 > UR > 85	40 > Rocha na superfície > 10	10 > PL > 8,0	100 < PS < 150	30 < arg. < 40 Tipo 2:1 0 < casc. < 40	Moderada- mente drenado
Inapta	Alt. > 900	P < 500 (Período seco su- perior a 7 meses)	TM > 42 TM < 15	UR < 40 UR > 90	Declive > 35 Rocha na superfície > 40	PL < 1,0 PL > 10,0	PS < 100	arg. < 8 arg. > 40 Tipo 2:1 arg. > 70 Tipo 1:1 casc. > 40	Mal drenado Excessiva- mente drenado

Fonte: Lima (1988); Ramos (1991); Ramos et al. (1994).

## Disponibilidade de dados

Os dados pluviométricos usados neste trabalho foram cedidos ao Projeto UFPB/CNPAT pela Divisão de Hidrometeorologia (HM) do Departamento de Recursos Naturais (DRN) da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Esses dados referem-se aos totais mensais e anuais de precipitação para todo o Nordeste do Brasil, incluindo o norte de Minas Gerais (Tabela 2). Não foi possível, porém, obter dados para localidades situadas nas vizinhanças dos limites do Nordeste (Pará, Tocantins, Goiás e Espírito Santo).

**TABELA 2. Totais das séries históricas de dados pluviométricos, com mais de 30 anos, com menos de 20 anos e entre 20 e 30 anos por Estado do Nordeste, analisados no zoneamento climático.**

Estado	Mais de 30 anos	30 a 20 anos	Menos de 20 anos	Total
AL	33	25	-	58
BA	175	291	-	466
CE	213	-	-	213
MA	1	32	30	63
MG (norte)	2	62	-	64
PB	71	-	-	71
PE	70	-	-	70
PI	24	112	-	136
RN	66	-	-	66
SE	25	34	-	59

Fonte: Departamento de Recursos Naturais (SUDENE, 1990).

Devido à grande diversidade dos períodos de registro disponíveis, não foi possível adotar um período comum a todas as localidades, pois implicaria drástica redução da quantidade de locais que seria utilizada para a determinação dos diferentes campos envolvidos. Por isso mesmo, para cada localidade com série de observações superior a 30 anos, consideraram-se todos os dados disponíveis, independente do início da série. Em algumas áreas, onde o número de localidades ficou muito reduzido, foi necessário se considerar, também, os postos pluviométricos com registros de até 20 anos.

## Distribuição da precipitação

É prática corrente efetuar estimativas do balanço hídrico climático usando valores médios temporais dos totais mensais de precipitação, obtidos para longas séries de dados (Thornthwaite e Mather, 1957). Essa metodologia, no entanto, admite, implicitamente, que a média climatológica da precipitação representa a chuva esperada com 50% de probabilidade, ou que os totais pluviométricos se distribuem de forma gaussiana, em que a média equivale



à moda da distribuição. Em se tratando de uma região semi-árida, a distribuição dos totais mensais de chuva não segue a distribuição normal, ajustando-se melhor a uma distribuição gama incompleta (Hargreaves, 1973; Azevedo, 1974; Mosiño, 1981; Mosiño & Miranda, 1979) o que foi comprovado para diferentes áreas do Nordeste (Varejão-Silva et al., 1984; Silva, 1985; Braga & Varejão-Silva, 1990).

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 ajustamento foi empregado o teste de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1980).

#### Discriminação dos anos quanto à precipitação

Para tornar a climatologia da precipitação mais condizente com a variabilidade climática do Nordeste, os anos hidrológicos foram distribuídos em três categorias: “secos”, “regulares” e “chuvosos”, levando-se em conta a distribuição dos totais acumulados nos seis meses consecutivos mais chuvosos, haja vista ser o cajueiro uma planta perene. Utilizaram-se os seguintes critérios:

- anos secos - aqueles em que o total de precipitação, acumulado nos seis meses consecutivos mais chuvosos, era igual ou menor que o valor correspondente à probabilidade de 25%, calculada pelo processo anteriormente descrito;
- anos chuvosos - aqueles cujo total de precipitação, acumulado nos seis meses consecutivos mais chuvosos, era superior ao valor correspondente à probabilidade de 75%;
- anos regulares - todos os não classificados nas duas categorias anteriores.

Esse procedimento possibilitou que fossem efetuadas três estimativas distintas do balanço hídrico (usando o conjunto de dados de precipitação incluídos em cada uma dessas categorias) para cada localidade, com séries pluviométricas superiores a 20 anos. A adoção desses três distintos “cenários pluviométricos” oferece melhor caracterização do campo da precipitação do que o simples uso de isoietas médias.

#### Temperatura do ar

Os dados de temperatura restringem-se a aproximadamente 100 postos, ao passo que os dados de precipitação se originam de mais de 5.000 postos.

#### Disponibilidade de dados

Os dados de temperatura média do ar foram cedidos pelo Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET, 1992) e referem-se a valores médios mensais das temperaturas compensadas, máximas e mínimas diárias. O acervo de dados de temperatura é muito restrito, quando comparado ao pluviométrico, impossibilitando o traçado de isoterms e restringindo demasiadamente o número de localidades para as quais é possível efetuar os balanços hídricos. Daí por que as médias de temperatura foram estimadas para as localidades onde inexistiam os dados respectivos.

## Estimativa das médias das temperaturas

Como já foi mencionado, existem muito mais postos pluviométricos do que termométricos e para contornar esse impasse foi necessário estimar as temperaturas (compensada, máxima e mínima) mensais médias, usando-se o seguinte modelo linear:

$$t_m = A_m + B_m \phi + C_m \lambda + D_m z,$$

onde,  $t_m$  designa o valor estimado da temperatura (compensada, máxima, mínima);  $m$  é a média do mês ( $m = 1, 2, 3... 12$ );  $\phi$ ,  $\lambda$  e  $z$  simbolizam, respectivamente, a latitude, a longitude e a altitude do local;  $A_m$ ,  $B_m$ ,  $C_m$  e  $D_m$  são os coeficientes de regressão linear múltipla, estimados, para cada mês, levando-se em conta todas as localidades para as quais se dispunham de dados.

Estabeleceram-se os coeficientes de regressão para duas regiões distintas:

- Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas; e
- Sergipe, Bahia e Norte de Minas Gerais;

o que se revelou melhor do que considerar o Nordeste como um todo.

A relativa carência de dados de temperatura não possibilitou efetuar nenhuma discriminação térmica quanto aos anos “secos”, “regulares” e “chuvosos”.

## BALANÇO HÍDRICO

Balanços hídricos climatológicos foram estimados para cada localidade e, separadamente, para cada cenário pluviométrico (anos “secos”, “regulares” e “chuvosos”), usando-se o conhecido método proposto por Thornthwaite & Mather (1957), para a capacidade de armazenamento de água pelo solo de 125 mm, valor considerado adequado à cultura do cajueiro, nos solos do Nordeste, em escala regional, conforme recomendado por Varejão-Silva et al. (1984).

## CARTA DO ZONEAMENTO CLIMÁTICO

Com base nos parâmetros referidos, 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 - 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;
- F - inapta limitada pela temperatura baixa.

## ZONEAMENTO PEDOLÓGICO

Utilizou-se, como material básico, o mapa do “Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil” (Silva et al.,1993), digitalizado no *software PC Arcinfo*, 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, 1986a; 1986b; 1973; 1971; 1972a; 1972b; 1975a; 1975b; 1979a; 1976; 1979b) nas escalas 1:400.000 até 1:1.000.000, executados pela antiga Comissão de Solos do DNPEA, em convênio com a SUDENE e concluídos pela Embrapa Solos (antigo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos).

O primeiro passo na aplicação desta metodologia foi enquadrar os diversos segmentos de solos que compõem as unidades geoambientais (UG's) da área do Nordeste, utilizada como célula interpretativa, segundo as classes do potencial pedológico, aplicando-se o *software Access*. Os segmentos de solo de cada UG foram apreciados, separadamente, visando a sua representação cartográfica através da soma das aptidões resultantes desta interpretação. O segundo passo foi cruzar essas resultantes com as informações de clima, produzindo-se a aptidão pedoclimática. Esses resultados serviram para elaborar o mapa digitalizado (mapa básico), na escala 1:2.000.000, usando-se o *software PC Arcinfo*.

## PARÂMETROS PEDOLÓGICOS

Os parâmetros a seguir descritos e detalhados foram aplicados a todos os solos que compõem as unidades geoambientais do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE), sendo enquadrados nas classes de aptidão pedológica, de acordo com os graus de limitação atribuídos em relação a cada um dos parâmetros. As características edáficas, suscetibilidade à erosão e drenagem, são passíveis de melhoramentos compatíveis com o nível de manejo C, com alta tecnologia, ou seja, utilizando clones de cajueiro anão precoce, registrados pela Embrapa Agroindústria Tropical, manejo do solo mecanizado, calagem, adubação, fitossanidade entre outras práticas culturais, além de o cultivo ser desenvolvido em áreas de aptidão para a cultura. Os parâmetros pedológicos estudados e os respectivos graus de limitação (dados de entrada no *Access*) são mostrados na Tabela 3.

**TABELA 3. Níveis de ocorrência (\*) dos parâmetros pedológicos versus classes de aptidão utilizados para o cajueiro, considerando o nível de manejo C, com alta tecnologia. Recife, PE, 1998.**

Classe de aptidão	Parâmetros pedológicos						
	Textura	Relevo	Profundidade efetiva	Susceptibilidade à erosão	Drenagem	Pedregosidade ou rochosedade	Tolerância à salinidade e à sodicidade
Boa	3	1 e 2	1	1 ou 2**	2	1	3**
Regular	2 e 4	3	1	3***	2/3**	2	3/4 ***
Restrita	1	4	2	4****	3****	3	4****
Inapta	-	5 e 6	3	5*****	4	4	5*****

Fonte: CEPA (1985).

(\*) Níveis de ocorrência dos parâmetros pedológicos de acordo com a Tabela 4.

(\*\*) Melhoramento viável com práticas simples e pequeno emprego de capital.

(\*\*\*) Melhoramento viável com práticas intensivas e mais sofisticadas, e considerável emprego de capital.

(\*\*\*\*) Melhoramento viável somente com práticas de grande vulto, aplicadas a projetos de larga escala.

(\*\*\*\*\*) Melhoramento em viabilidade técnica ou econômica.

**TABELA 4. Relação dos parâmetros pedológicos empregados na avaliação das terras e os respectivos níveis de ocorrência no solo. Recife, PE, 1998.**

Textura (% de argila)	Relevo (% de declive)	Profundidade efetiva (cm)	Susceptibilidade à erosão	Drenagem	Pedregosidade/ rochosedade (%)	Tolerância à salinidade e à sodicidade
muito argilosa (1)	plano (1) < 3 > 60	profundo (1) > 200	nula (1)	bem drenado (1)	ausente praticamente nenhuma (1)	tolerante (1)
argilosa (2) 35 < arg. < 60	suave (2) ondulado 3 - 8	moderadamente profundo (2) 120 - 60	ligeira (2)	moderadamente drenado (2)	pouca (2) até 15	ligeiramente tolerante (2) < 6 (não solódico)
média (3) 15 < arg. < 35	ondulado (3) 8 - 20	raso (3) 60 - 30	moderada (3) drenado (3)	imperfeitamente 15 - 20	moderada (3)	moderadamente tolerante (3) 6 - 15 (solódico)
arenosa (4) < 15	ondulado a forte ondulado (4) 20 - 45	muito raso (4) < 30	forte (4)	mal drenado (4)	abundante (4) > 50	fortemente tolerante (4) > 15 (sódico)
	forte ondulado (5) 20 - 45		muito forte (5)			não tolerante (5)
	montanhoso (6) 45 - 75					

Fonte: CEPA (1985).

## **Textura**

A textura foi considerada por relacionar-se estreitamente com outras propriedades do solo, tais como: capacidade de retenção de água, permeabilidade, capacidade de retenção de cátions, aradibilidade, suscetibilidade à erosão, entre outras.

## **Relevo**

O relevo resulta de combinações entre declividade, comprimento de encostas e desníveis relativos às elevações, ou seja, é a configuração superficial dos terrenos, implicando formas do modelado das áreas onde as unidades de solo ocorrem. Qualifica as formas topográficas das áreas de ocorrência dessas unidades de solo.

Distinções baseadas nessas condicionantes são empregadas para prover informações sobre praticabilidade de emprego de equipamentos agrícolas, mormente os mecanizados, e facultar inferências sobre suscetibilidade dos solos à erosão.

## **Profundidade efetiva**

Refere-se à profundidade do solo em que as raízes estão presentes ou podem penetrar livremente, em razoável quantidade. A profundidade do solo é limitada por: presença de lençol freático, substrato rochoso, estruturas coesas, horizontes ou camadas impeditivas compactadas ou altos teores de silte e argila - fragipãs ou "claypans", o bastante para impedir ou retardar seriamente o desenvolvimento da planta e restringir a drenagem do solo.

## **Suscetibilidade à erosão**

Diz respeito ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer, quando submetida ao uso, sem que se utilize medidas conservacionistas. A erosão depende das condições climáticas (especialmente da intensidade da chuva e do vento), das condições do solo (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compacta e pedregosidade), das condições do relevo (declividade, extensão da pendente, microrrelevo) e da cobertura vegetal.

## **Drenagem**

O excesso de água ocasionado pela falta de drenagem resulta em aeração insuficiente para as raízes das plantas, limitando, assim, o seu desenvolvimento. Em função do grau de hidromorfismo do solo, as condições de drenagem são avaliadas.

## **Pedregosidade/rochosidade**

A distribuição, a forma e o tamanho das pedras/rochas na superfície e/ou subsuperfície interferem diretamente na utilização de implementos e máquinas agrícolas.

## **Tolerância à salinidade e ao sódio**

Os sais solúveis concentram-se nas camadas superficiais do solo, em razão de o fluxo ascendente da água capilar do solo ser superior ao fluxo descendente da água de infiltração. Isso acontece nas áreas em que as chuvas são relativamente escassas. Desta

forma, a salinidade do solo refere-se à presença de sais solúveis e à saturação pelo cátion  $\text{Na}^+$  no complexo sortivo, em níveis considerados nocivos às plantas cultivadas (presença de sais solúveis). É determinada em amostras no laboratório, baseando-se na condutividade elétrica expressa em dS/cm a 25°C.

A saturação com sódio trocável ( $\text{Na}^+$ ) em elevadas quantidades é também denominada de “alcalinidade negra” uma vez que o solo pode se apresentar enegrecido, tanto na superfície como nas camadas internas do perfil. O sódio trocável no complexo sortivo é dado em valores percentuais pela fórmula  $\text{Na}^+ / T \times 100$ . Segundo Pearson (1960) citado por Amaral (1993), essas características são muito importantes para as culturas em regiões semi-áridas. A Tabela 5 mostra, em cinco classes, o grau de importância destes parâmetros.

**TABELA 5. Alteração no rendimento das plantas em relação ao grau de tolerância à condutividade elétrica e à saturação por sódio no solo.**

Classe	Condutividade elétrica 25° C (dS/cm)	Saturação por sódio $\text{Na}^+/T \times 100$	Comportamento das plantas
Tolerante	< 4	< 6 (não solódico)	Sem problemas
Ligeiramente tolerante			Pequenos problemas
Moderadamente tolerante	4 - 8	6 - 15 (solódico)	Rendimento das culturas sensíveis é afetado ou inibido, problema moderado em relação ao sódio
Fortemente tolerante	8 - 15	> 15 (sódico)	O rendimento de muitas culturas é muito afetado e inibido pela presença de sais, e o sódio trocável apresenta sérios problemas
Não tolerante	> 15		Nocivo

Fonte: CEPA (1985).

## CLASSES DE APTIDÃO PEDOLÓGICA

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.

A motomecanização poderá estar presente nas diversas fases da operação agrícola.

Para a avaliação da aptidão pedológica do cajueiro consideraram-se as características morfológicas, físicas e químicas dos solos, através dos parâmetros descritos. A análise dos dados permitiu selecionar aqueles parâmetros que mais diretamente influenciam

o desenvolvimento e a produtividade do cajueiro, tendo em vista o sistema de manejo com alta tecnologia. Foram analisadas quatro classes de aptidão, definidas de acordo com os níveis de ocorrência dos parâmetros pedológicos (Tabela 4), tendo como referência a relação dos parâmetros pedológicos empregados na avaliação das terras e os respectivos níveis de ocorrência no solo (Tabela 5).

Na atribuição dos graus de limitação aos diferentes segmentos de solo das unidades geoambientais (UG's) consideradas, tomou-se como referência um solo que praticamente atende a todas as exigências das culturas sem apresentar restrições significativas aos cultivos. Os desvios dos solos em relação ao solo referência foram considerados como limitação ao uso agrícola.

O aumento da intensidade da limitação do grau nulo para o muito forte, atribuído aos vários fatores considerados, diminui as possibilidades de uso das terras. A avaliação da aptidão das terras é obtida através da interpretação do levantamento de solos, sendo o resultado da interação das exigências das culturas e das condições agrícolas das terras, em relação ao nível de manejo C, com alta tecnologia, ou seja utilizando clones de cajueiro anão precoce, registrados pela Embrapa Agroindústria Tropical, manejo do solo mecanizado, calagem, adubação, fitossanidade entre outras práticas culturais, além de o cultivo ser desenvolvido em áreas de aptidão para a cultura.

A característica-diagnóstico que apresenta o maior grau de limitação determina a classe de aptidão, com exceção da fertilidade que, mesmo apresentando limitações mais fortes, pode manter o solo na classe Regular ou até mesmo Boa. No presente estudo, em virtude da adoção somente do nível de manejo C, que reflete alto nível tecnológico, para a avaliação das terras, a deficiência de fertilidade não se constitui um entrave e não foi considerada como parâmetro. As classes de aptidão pedológicas são:

- Boa - Esta classe compreende terras sem limitações significativas à cultura considerada com produção sustentada. Pode haver um mínimo de restrições, que, praticamente, não reduzem a produtividade e que não aumentam os insumos exigidos, acima de um nível considerado aceitável.
- Regular - Nesta classe estão compreendidas as terras que apresentam limitações moderadas para a cultura com produção sustentada. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, aumentando a necessidade de insumos de forma a elevar as vantagens a serem obtidas do seu uso. Ainda que atrativas, essas são sensivelmente inferiores àquelas abrangidas pela classe Boa.
- Restrita - Compreende as terras que apresentam limitações fortes para o cultivo do cajueiro. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios. Neste caso, quase sempre, não compensa o uso de insumos, de forma a não elevar os custos, inviabilizando a produção sustentada da cultura.
- Inapta - As terras enquadradas nesta classe apresentam sérias limitações ao uso agrícola, que impossibilitam a produção sustentada da cultura.

## ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO

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

### CLASSES DE APTIDÃO PEDOCLIMÁTICA

As classes de aptidão pedoclimática definidas neste estudo resultaram 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 das limitações. (Tabela 6).

**TABELA 6. 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	Classes de aptidão climática					
	Preferencial	Marginal		Cultivo não indicado		
	C	B	D	A	E	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

**Preferencial** - Nesta classe estão compreendidas as áreas que não apresentam restrições de ordem climática e/ou pedológica para a cultura do cajueiro podendo apresentar altos rendimentos em escala comercial de exploração.

- terras da classe de aptidão Boa em clima de classe C (preferencial).

**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, podendo apresentar médios rendimentos em escala comercial de exploração.

- terras da classe de aptidão Regular em clima de classe Preferencial



**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, apresentando baixos rendimentos em escala comercial de exploração. São áreas que resultam das seguintes combinações de classes:

- terras da classe de aptidão Boa, Regular e Restrita em clima de classe Marginal, representadas na carta do zoneamento pedoclimático pelas letras B e D.

**Cultivo não indicado** - Esta classe compreende áreas que apresentam restrições muito fortes que inviabilizam o seu aproveitamento econômico para o cajueiro. São terras que resultam das seguintes combinações:

- terras das classes de aptidão Boa, Regular, Restrita ou Inapta em clima de classe de cultivo não indicado (A, E e F);
- terras da classe Inapta em clima de classe Preferencial (C);
- terras da classe Inapta em clima de classe Marginal (B e D).

A unidade geoambiental foi utilizada como célula interpretativa segundo Silva et al. (1992). 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 do sistema metodológico adotado, foi utilizado um esquema de simbolização, 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 do mapa.

Com base no potencial das terras para a cultura considerada, foram discriminados em mapas 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.

**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 7 mostram que, com base nos parâmetros utilizados e nas necessidades da cultura, 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, terras de aptidão plena (17,65%) e de aptidão regular (11,57%). Apesar, de o 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.

**TABELA 7. Classes de aptidão pedoclimática com suas áreas e percentuais para o Nordeste do Brasil e Norte de Minas Gerais. Recife, PE, 1998.**

Classe de aptidão	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
P	301.718,58	17,65
R	197.077,54	11,57
M	380.353,49	22,33
Ni	823.942,70	48,37
Água	1.295,61	0,08
TOTAL		100

Legenda:

P = Área Potencial de Aptidão Plena

R = Área de Aptidão Regular

M = Área de Aptidão Marginal

Ni = Área não Indicada

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 nos referimos anteriormente. Daí por que, os percentuais citados são valores relativos.

Vale destacar que estes resultados se referem às exigências do cajueiro em relação aos parâmetros pedoclimáticos mostrados na metodologia, os quais, se forem modificados ou atualizados, podem levar a resultados diferentes.

O trabalho foi elaborado na escala de 1:2.000.000, o que ressalta a sua importância como um instrumento para o planejamento da exploração 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 (mapa anexo) da aptidão pedoclimática da cajucultura para a região Nordeste, a qual mostra que, ao contrário do que acontece atualmente, nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte encontram-se as maiores áreas de terras inaptas, mesmo que ressalvada a possibilidade de, numa escala maior, ser possível identificar áreas aptas de menor tamanho.

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, daí a sua liderança.

Os resultados deste zoneamento recomendam a realização de trabalhos semelhantes utilizando-se escalas maiores, e, conseqüentemente, aumentando a sua precisão.

## AGRADECIMENTOS

Os nossos sinceros agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a confecção deste trabalho, principalmente, ao Banco do Nordeste pelo apoio financeiro e aos colegas:

Ademar Barros da Silva - Dr., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
Aldo Pereira Leite - B.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
Antônio Cabral Cavalcanti - Dr., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
Antônio Renes Lins Aquino - Dr., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical  
Augmar D. Ramos - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical  
Carlos Antônio R. Costa - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical  
Flávio Hugo Barreto - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
Jedaías Batista de Lima – Bolsista do PIBIC  
João E. Pereira Filho - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical  
José Carlos P. dos Santos - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
José Coelho de Araújo Filho - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
Lúcia Raquel Queiroz Nogueira – M.Sc., Pesquisador da Embrapa Solos Nordeste  
Paulo César E. Frota - M.Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical  
Raimundo Braga Sobrinho - Dr., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, F.C.S. do. **Aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais**: avaliação e adequação. Piracicaba: ESALQ/USP, 1993. 156p.
- 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.
- AZEVEDO, D.C. **Chuvas do Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura/ Instituto Nacional de Meteorologia, 1974.
- BARROS, L.M.; PIMENTEL, C.R.M.; CORREA, M.P.F.; MESQUITA, A.L.M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1993. 65p. (Embrapa-CNPAT. Circular Técnica, 1).
- BRAGA, C.C.; VAREJÃO-SILVA, M.A. Distribution statistique des disponibilités en eau (Precipitation moins évapotranspiration) pour la production agricole, et cartographie de ces distributions. **La Meteorologie**, v.34, p.30-39, 1990.
- CEPA (Salvador-BA). **Aptidão pedoclimática por cultura do Estado da Bahia**. Salvador, 1985. 50 p.

- DNMET. **Normais climatológicas**: 1961-1990. Brasília: Embrapa-SPI, 1992.
- HARGREAVES, G.H. **Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil**. Logan: Utah State University, 1973.
- 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**, v.46, p.68-78, 1980.
- MIELKE, P.W. Simple iterative procedures for two-parameter gamma distribution maximum likelihood estimates. **Journal of Applied Meteorology**, v.15, n.12, p.181-183, 1976.
- MOSIÑO, P.A. The variability of rainfall in Mexico and its determination by means of gamma distribution. **Geografiska Annaler**, v.63, n.1/2, p.1-10, 1981.
- MOSIÑO, P.A.; MIRANDA, E.G.V. Rainfall anomalies in Mexico and Central America. **Geofísica**, v.10, n.11, p.41-76, 1979.
- PAULA PESSOA, P.F.A. de; PARENTE, J.I.G. **Evolução e perspectiva para a cajucultura Nordestina**. Fortaleza: CNPCa, 1991. (Embrapa-CNPCa. Boletim de Pesquisa, 04).
- PIMENTEL, C.R.M. **Aspectos da distribuição e produção de caju no Estado de Ceará**: Fortaleza: CNPCa, 1988. 12p. (Embrapa-CNPCa. 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. (Embrapa-CNPCa. 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. (Embrapa-CNPAT. Boletim de Pesquisa, 11).
- SILVA, F.B.R.; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUSA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: caracterização dos recursos naturais e socioeconômico das unidades geoambientais. Brasília: Embrapa-CPATSA/SNICS, 1992. 194p.
- SILVA, F.B.R.; RICHE, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUSA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA/Recife: EMBRAPA-CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. 2v. il.
- SILVA, R.A. Probabilidades de chuva no Estado do Ceará. **Boletim Técnico de Recursos Hídricos da UFC**. Fortaleza, v.4, 1985.
- SUDENE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste**. Recife,1990. (Série Pluviométrica, 2).

- 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. **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 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, 08).
- 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 de Alagoas. Recife: Embrapa/ CPP-SUDENE/DRN, 1975a. 532p. (Boletim Técnico, 35; Série Recursos de Solos, 05).
- SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do Estado de Sergipe. Recife: Embrapa/ CPP-SUDENE/DRN, 1975b. 506p. (Boletim Técnico, 36; Série Recursos de Solos, 06).
- 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 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 do norte do Estado de Minas Gerais. Recife: Embrapa/SNLCS-SUDENE/DRN, 1979b. 407p. (Boletim Técnico, 60; Série Recursos de Solos,12).
- THOM, H.S.C. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, 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. Centertan).
- VAREJÃO-SILVA, M.A., BRAGA, C.C.; AGUIAR, M.J.N.; NIETZCHE M.H.; SILVA, B.B. **Atlas climatológico do Estado da Paraíba**, Campina Grande: UFPB/FINEP/BNB, 1984.