



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CAMPUS II

**DEPARTAMENTO DE
CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS**

**PÓS - GRADUAÇÃO
EM METEOROLOGIA**

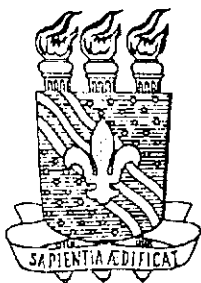
INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO AVANÇO E RECUO DOS
PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

AUTORA: IONEIDE ALVES DE SOUZA

PUBLICAÇÃO DCA - CMM TD Nº 05 - 1997

CAMPINA GRANDE

AGOSTO - 1997



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM METEOROLOGIA

*Influência da Variabilidade Climática no Avanço e Recuo dos
Processos de Desertificação no Estado do Rio Grande do Norte*

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ioneide Alves de Souza

2005
51/2005
07/12

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO - 1997

Ioneide Alves de Souza

Influência da Variabilidade Climática no Avanço e Recuo dos Processos de
Desertificação do Estado do Rio Grande do Norte

10.11.10 01:21

Dissertação apresentada ao Curso
de Mestrado em Meteorologia da
Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Climatologia

Orientadores:

José Oribe Rocha de Aragão - DCA/CCT/UFPB - Campus - II (Aposentado)

José Ivaldo Barbosa de Brito - DCA/CCT/UFPB - Campus - II

Campina Grande - PB

Agosto de 1997.



S719i Souza, Ioneide Alves de.
Influencia da variabilidade climatica no avanco e recuo dos processos de desertificacao no estado do Rio Grande do Norte / Ioneide Alves de Souza. - Campina Grande, 1997. 116 f.

Dissertacao (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Variabilidade Climatica. 2. Processos de Desertificacao. 3. Degradação Ambiental. 4. Solo. 5. Vegetacao. 6. Dissertacao. I. Aragao, Jose Oribe Rocha de, Prof. Dr. II. Brito, Jose Ivaldo Barbosa de., Prof. Dr. III. Universidade Federal da Paraiba, Joao Pessoa (PB). IV. Título

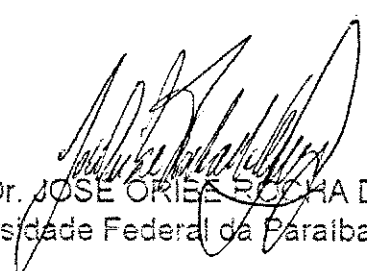
CDU 551.577.3(252)(043)

IONEIDE ALVES DE SOUZA

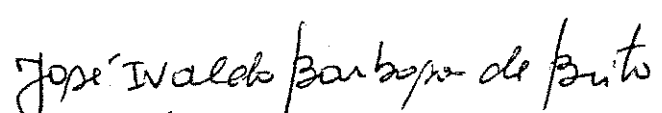
INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO AVANÇO E RECUO DOS
PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

APROVADA EM 20/8/97

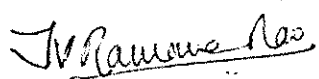
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. JOSÉ ORIEIS ROCHA DE ARAGÃO - Orientador
Universidade Federal da Paraíba



Prof. MSc. JOSÉIVALDO BARBOSA DE BRITO - Co-Orientador
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. TANTRAVAHIVENKATARAMANARAO
Universidade Federal da Paraíba



Dr. JOSÉANTÔNIO MARENGO
Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

DEDICATÓRIA

*A DEUS, o motivo maior da minha existência, sem Ele a minha vida não teria
nenhum sentido de ser, dedico.*

*"Porque nele foram criadas todas as coisas que há nos céus e na terra, visíveis
e invisíveis, sejam tronos, sejam dominações, sejam principados, sejam
potestades; tudo foi criado por ele e para ele." (carta de Paulo aos colossenses
1.16).*

Aos meus queridos pais, irmãs e irmãos, ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão por tudo que conquistei, pela fé suficiente para enfrentar os obstáculos e superá-los, pela capacidade que me ortogou em executar um dos meus objetivos, pelas pessoas maravilhosas que cruzaram o meu caminho, pelos amigos que compartilharam comigo nas dificuldades e nas vitórias, em fim, por tudo.

Aos meus pais, João Alves de Souza e Maria Salete J. dos Santos, pelo incentivo e exemplo de fé, perseverança e honestidade.

A minha família que nos momentos difíceis e na alegria, compartilhamos juntos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos recursos financeiros concedidos durante o curso.

Aos professores José Ivaldo Barbosa de Brito e José Oribe Rocha Aragão, orientadores desse trabalho, pela dedicação, incentivo e por acreditar no meu trabalho.

A Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), através do Banco de Dados do DCA/CCT/UFPB - Campus - II e ao 3º Distrito de Meteorologia (3º DISME) pela concessão de dados meteorológicos de superfície.

Aos professores Luiz Antônio Cestaro, Cleonice Furtado de Souza, Elias Nunes e Maria do Socorro da Costa Martim do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande Norte, pelo incentivo e valiosas sugestões.

A Gilmar Bristot pelo auxílio no uso de software e aos demais colegas do Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos (DMRH) da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte(EMPARN).

A Sérgio Gois professor e chefe do Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil, pela concessão do uso da mesa digitalizadora existente naquele laboratório.

A Iana Daya, do setor de informática do Laboratório de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto (LMRS), pela valiosa contribuição na concessão e de alguns software's.

A Roberta Nóbrega de Sousa, aluna do curso de Engenharia Civil e bolsista de Iniciação Científica do Departamento de Engenharia Civil pela ajuda na editoração do mapa de solos do Estado do Rio Grande do Norte.

A Engenheira Eletricista Eyres Diana Ventura da Silva pela valiosa contribuição através de programas computacionais, dedicação e amizade.

A Coordenação do Curso de Mestrado em Meteorologia e a Divanete Rocha da Cruz, secretária dessa coordenação, pelo apoio e amizade.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Ciências Atmosféricas/CCT/UFPB Campus II

A Nilza Araújo Pacheco, pela amizade e companheirismo e aos demais colegas de turma; Gildarte, Jaqueline, Andreia e Josadark.

A Viviane Batista de Sousa Silva, Adma Raia Silva e Jaidete Monteiro de Souza , pela ajuda, amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE QUADRO	
LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS	
1	
INTRODUÇÃO.....	01
1.1	
Objetivos.....	03
1.2	
Hipóteses.....	04
1.3	
Caracterização da área de estudo.....	04
2	
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	
Sistemas atmosféricos responsáveis pela precipitação no RN.....	10
2.2	
Alguns estudos sobre a variabilidade no clima do Nordeste do Brasil.....	13
2.3	
Aspectos conceituais da desertificação.....	19
2.3.1	
Evolução do conceito de desertificação.....	22
2.4	
Impactos resultantes da flutuabilidade climática.....	24
3	
DADOS E METODOLOGIA.....	27
3.1	
Dados de precipitação pluviométrica.....	27
3.2	
Dados de temperatura do ar.....	28
3.1.1	
Índices de aridez, umidade e hídrico.....	30

3.2.1	Estimativa de temperatura do ar com base nas coordenadas locais.....	30
3.2.2	Estimativa de temperatura do ar através do método da homogeneidade relativa.....	32
3.3	Procedimento Metodológico.....	34
3.3.1	Estimativa do balanço hídrico climático de Thornthwaite e Mather - 1955.....	34
3.3.2	Estimativa da evapotranspiração potencial média mensal.....	35
3.3.3	Cálculos dos índices de aridez, umidade e hídrico.....	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
4.1	Distribuição dos índices de aridez para média climatológica.....	38
4.2	Distribuição média dos índices de aridez em anos de eventos El Niño.....	43
4.3	Distribuição média dos índices de aridez em anos de eventos La Niña.....	45
4.4	Distribuição média dos índices de aridez em anos de Dipolo do Atlântico Sul Positivo.....	47
4.5	Distribuição média dos índices de aridez em anos de Dipolo do Atlântico Sul Negativo.....	50
4.6	Álise do solo.....	52
4.7	Análise conjunta do clima e do solo.....	59
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	64
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
APÊNDICE A	Distribuição espacial dos índices de aridez para o RN e fronteiras do CE e da PB.....	75
APÊNDICE B	Relação das localidades com dados de precipitação pluviométrica.....	76

APÊNDICE C	Relação das localidades com dados de temperatura do ar observada.....	79
APÊNDICE D	Valores médios de precipitação pluviométrica para o RN em anos normais, El niño, DASN, La Niña e DASP.....	80
APÊNDICE E	Classificação dos tipos de solos do RN, e seus respectivos códigos usados no quadro 4.1.....	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.	
FIGURA 1.1	Mapa da região Nordeste do Brasil com seus respectivos Estados, com destaque para a área de estudo.....	05
FIGURA 2.1	Diagrama esquemático da circulação atmosférica (Célula de Walker), em situação média e em anos de El Niño.....	14
FIGURA 2.2	Aspectos da circulação atmosférica e distribuição de TSMs no Atlântico para: a) anos chuvosos e b) anos secos no Nordeste do Brasil.....	18
FIGURA 3.1	Mapa com a distribuição espacial das localidades usadas nesse estudo.....	29
FIGURA 4.1	Mapa com a distribuição espacial da média climatológica dos índices de aridez no RN.....	41
FIGURA 4.2	Mapa com a distribuição espacial dos índices médios de aridez para anos de El Niño.....	44
FIGURA 4.3	Mapa com a distribuição espacial dos índices médios de aridez para anos de La Niña.....	46

FIGURA 4.4	Mapa com a distribuição espacial dos índices médios de aridez para anos de Dipolo do Atlântico Sul Positivo.....	49
FIGURA 4.5	Mapa com distribuição espacial dos índices médios de aridez para anos de Dipolo do Atlântico Sul Negativo.....	51
FIGURA 4.6	Mapeamento dos solos existente no Estado do Rio Grande do Norte.....	54
FIGURA 4.7	Regionalização dos solos do Estado do Rio Grande do Norte com seus respectivos graus de suscetibilidade à desertificação.....	56
FIGURA 4.8	Distribuição das principais formações vegetais existente no Estado do Rio Grande do Norte.....	59

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 3.1 Comparação de temperatura do ar em Natal e João Pessoa.	33
TABELA 4.1 Valores médios de temperatura do ar e insolação no Estado do Rio Grande do Norte.....	42

LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1	Classificação dos tipos de solos do Estado do Rio Grande do Norte quanto ao grau de suscetibilidade à desertificação.....	55
QUADRO 4.2	Resumo da classificação das condições de suscetibilidade à desertificação, do ponto de vista climático, pedológico e da vegetação.....	62

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

A_0, A_1, \dots, A_9	- Coeficientes de regressão do método dos mínimos quadrados
ABR	- Mês de Abril
AGO	- Mês de Agosto
CE	- Estado do Ceará
CCT	- Centro de Ciências e Tecnologia
d	- Número de ordem no ano
DASN	- Dipolo do Atlântico Sul Negativo (configuração de anomalias de TSM)
DASP	- Dipolo do Atlântica Sul Positivo (configuração de anomalias de TSM)
DEF	- Deficiência hídrica anual
DEZ	- Mês de Dezembro
DCA	- Departamento de Ciências Atmosféricas
DISME	- Distrito de Meteorologia
D_j	- Número de dias do mês j
DMT	- Desvio Médio absoluto das Temperaturas
DT	- Desvio absoluto das Temperaturas
ECO	- Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
EN	- El Niño
ENOS	- El Niño Oscilação Sul
ETP	- Evapotranspiração Potencial anual
ETP_j	- Evapotranspiração Potencial do mês j.
EXC	- Excesso hídrico anual
F_j	- Fator de correção do mês j
FEV	- Mês de Fevereiro
I	- Índice térmico de correção
la	- Índice de aridez
lh	- Índice hídrico
I_j	- Índice mensal térmico
lu	- Índice de umidade
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

JAN	- Mês de Janeiro
JP	- Cidade de João Pessoa
JUL	- Mês de Julho
LN	- La Niña
JUN	- Mês de Junho
Km ²	- Quilômetros quadrado
MAR	- Mês de Março
MAI	- Mês de Maio
mm	- Milímetros
N	- Cidade de Natal
NEB	- Região Nordeste do Brasil
N _j	- Duração efetiva do dia do mês j
NOV	- Mês de Novembro
OS	- Oscilação do Sul
OUT	- Mês de Outubro
PB	- Estado da Paraíba
PNM	- Pressão ao Nível do Mar
PNUMA	- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RN	- Estado do Rio Grande do Norte
S	- Latitude Sul
SET	- Mês de Setembro
SUDENE	- Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
T	- Temperatura do ar
TC	- Temperatura média compensada
T _x	- Temperatura máxima
T _m	- Temperatura mínima
TO	- Temperatura Observada
TE	- Temperatura Estimada
TMG	- Tempo Médio de Greenwich
TSM	- Temperatura da Superfície do Mar
TSMs	- Temperaturas da superfície do Mar
T ₁₂	- Temperatura no horário das doze horas
T ₁₈	- Temperatura no horário das dezoito horas

T_{00}	- Temperatura no horário das zero horas
UFPB	- Universidade Federal da Paraíba
UWM	- University Wisconsin at Milwaukee
W	- Longitude Oeste
ZCIT	- Zona de Convergência Intertropica
$\text{sen}(x)$	- Função seno de x
$\text{cos}(x)$	- Função cosseno de x
$\text{arcos}(x)$	- Arcoseno de x
$\text{tg}(x)$	- Tangente de x
$^{\circ}\text{C}$	- Grau centígrados
δ	- Declinação do sol
ϕ	- Latitudes em graus
λ	- Longitude em graus
h	- Altitude em metros
Σ_i	- Somatório dos índices mensais

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo verificar a importância da variabilidade climática produzida pelas anomalias de temperatura nos Oceanos Atlântico e Pacífico Tropical, sobre flutuabilidade dos índices de aridez e conseqüentemente, nos processos de desertificação no Estado do Rio Grande do Norte (RN). Usou-se os totais mensais de precipitação de cinquenta e sete (57) localidades, especialmente distribuídas no RN, e as temperaturas do ar e insolação média mensal de seis (06) localidades, tendo sido estimadas as temperaturas para os demais municípios que não dispunham de valores observados, mas que tinham de precipitação, para os anos de eventos El Niño, La Niña, Dipolo do AtlânticoASN e DASP. Foram calculados os índices de aridez, para cada um dos eventos e comparados os resultados destes índices. Constatou-se que nos anos de eventos El Niño e Dipolo do Atlântico Sul Negativo (DASN), há uma diminuição nos índices pluviométricos em todo o Estado, e um aumento nos valores de insolação, temperatura do ar e evapotranspiração, e, conseqüentemente, um aumento nos índices de aridez, contribuindo para houvesse uma predominância de climas semi-árido e árido em praticamente todo o RN, corroborando na ampliação nas áreas afetadas pela semi-desertificação. Em anos de eventos La Niña e DASP, ocorreu um aumento nas médias de precipitações, e uma diminuição nos valores de insolação, temperatura do ar e evapotranspiração, e, em decorrência disso, uma diminuição nos índices de aridez, de forma que o clima passou a ser sub-úmido e úmido em quase todo o RN, contribuindo para que houvesse uma redução nas áreas afetadas pela semi-desertificação. Essa flutuabilidade interanual é refletida no grau de aridez, confirmando assim, a existência de avanços ou recuos dos processos de desertificação no RN. A

ampliação das áreas áridas foi constatado em anos de El Niño e / ou em anos de DASN e o recuo, em anos de La Niña e / ou em anos de DASP. Além dessas condições climáticas, os solos predominantes no RN, possuem deficiência de fertilidade natural principalmente, do ponto de vista dos nutrientes minerais ou orgânicos, resultando em um certo grau de vulnerabilidade a desertificação. Desta forma, quase todo o RN se encontra sob condições de suscetibilidade a desertificação.

ABSTRACT

The objective of this study is to verify the importance of climatic variability produced by the tropical Pacific and Atlantic Ocean temperature anomalies, over the fluctuations in the aridity indices and consequently in the desertification processes in the State of Rio Grande do Norte. Monthly precipitation totals of 57 stations, which are spacially distributed over the State of Rio Grande do Norte, and the mean monthly values of air temperature and insolation of six stations were used in this study. The air temperatures were estimated, for those stations which did not possess the observed temperature data, for those years of occurrence of the events of El Niño, La Niña, Positive South Atlantic Dipole and Negative South Atlantic Dipole. The aridity indices were calculated for each of the above events and the results of these indices were compared. It is observed that in the years of El Niño and Negative South Atlantic Dipole, there was a decrease in the annual precipitation totals throughout the State and an increase in values of insolation, air temperature and evapotranspiration. Consequently, there is a rise in the aridity indices, which resulted in the predominance of arid and semi-arid climatic regions practically throughout the State. In the years of occurrence of La Niña and Positive South Atlantic Dipole there was an increase in the annual precipitation totals throughout the State and a decrease in the values of insolation, air temperature and evapotranspiration. As a consequence of this, there is a decrease in the aridity index, which resulted in the predominance of sub-humid and humid regions throughout the State. Thus reducing the areas affected by the processes of semi-desertification. This interannual fluctuation is reflected in the degree of aridity contributing to the advancement or recession of the desertification processes in the State. Besides these climatic fluctuations, practically all the predominant soils

in that State are not fertile, principally, deficient in mineral, plant and organic nutrientes, and as a result they are vulnerable to desertification. Practically, the whole State of Rio Grande do Norte is susceptible to the conditions of desertification.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil compreende cerca de 1.556.000 km² (18,28% do Brasil), sendo que, aproximadamente 950.000 km² estão inseridos no polígono das secas (região semi árida). No Estado do Rio Grande do Norte (RN) 92% do seu território se encontram no polígono das secas, observa-se que é uma área relativamente superior à do Nordeste como um todo que é de 58%. (Andrade **apud** Souza et al (1994).

Isto mostra que a maior parte da região Nordeste do Brasil (NEB), e particularmente no RN, é caracterizada pôr condições climáticas adversas. No que diz respeito ao clima do semi-árido, a parte central da região nordeste apresenta uma temperatura média elevada entre 24° e 29° C, com precipitações pluviométricas irregulares, com grande variabilidade no tempo e na distribuição espacial. A variabilidade temporal causa secas e enchentes severas, e as áreas mais afetadas se encontram no chamado polígono das secas, onde a precipitação total média anual é inferior a 800 mm, caindo para 500 mm no interior com algumas localidades com precipitação correspondente a 300 mm (Aragão,1976).

A evapotranspiração potencial é superior a precipitação em quase todos os meses do ano, resultando num elevado índice de semi-aridez, favorecendo o desenvolvimento de uma vegetação com acentuado grau de xerofitismo (caatinga) e também salienta-se a predominância de solos rasos, que por suas características físicas, são suscetíveis aos processos erosivos, que conforme o grau de intensidade, pode transformar áreas produtivas em solos improdutivos.

Conforme enfatizou Vasconcelos Sobrinho (1978), o polígono das secas é, evidentemente, a região brasileira mais comprometida com o processo de "desertificação", e nela existe uma vocação pré-desértica, condicionada pôr um equilíbrio ecológico instável. Ele justificou essa afirmação com base nos seguintes fatores:

- a) regime pluviométrico de baixos índices de precipitações, limitada amplitude e extrema irregularidade;
- b) solos rasos com limitada capacidade de retenção de água;
- c) amplo fotoperiodismo (aproximadamente 3000 horas de insolação anual);
- d) ventos secos e quentes superiores a 20 quilômetros pôr hora de velocidade, com forte poder de desidratação.

Vale salientar que, a palavra "desertificação" têm sido utilizada para denominar degradação ambiental, com erosão do terreno e destruição da vegetação nativa e não, necessariamente, a transformação de uma área em deserto.

O clima de uma região é de uma maneira geral, a resposta natural aos fenômenos oceânicos-atmosféricos, a orografia, a distribuição de continentes e oceanos e da latitude. No entanto, ele pode ser modificado através de atividades humanas, principalmente em ecossistemas frágeis. Como exemplo, o uso inadequado do solo, desflorestamento, queimadas e irrigação sem o conhecimento adequado do solo e do clima.

Na tentativa de diagnosticar a importância da dinâmica climática e de sua variabilidade interanual nos processos de desertificação, Procurou-se investigar a influência de fenômenos atmosféricos de grande escala, no avanço e/ou recuo nos processos da desertificação no RN.

1.2 - Objetivos

Para compreender de que maneira a variabilidade pluviométrica, associada às anomalias em sistemas atmosféricos de grande escala, contribuem na formação de processos de desertificação, definiu-se os seguintes objetivos:

1) Analisar a influência da variabilidade interanual, nos índices de aridez produzidos pela flutuabilidade climática de grande escala nos processos de desertificação no RN;

2) Elaborar um mapa com a classificação dos tipos de microclimas existentes no RN e mostrar as áreas sujeita aos processos de desertificação do ponto de vista climático, para diferentes condições climáticas de grande escala analisados.

3) Sobrepor os mapas pedológico, de vegetação e de classificação climática associadas as diferentes condições dos fenômenos de grande escala analisados, com a finalidade de elaborar uma carta temática que representem as áreas de maiores riscos aos processos de desertificação.

1.2 - Hipóteses

1) A existência de processos de desertificação no RN, estão associados as condições naturais dos solos, vegetação e relevo;

2) A ocorrência de fenômenos atmosféricos de grande escala tipo El Niño e anomalias das temperaturas das águas superficiais do Oceano Atlântico Tropical, ocasionam alterações na pluviometria do RN, provocando avanços ou recuos na formação dos processos de desertificação.

1.3 - Caracterização da Área de Estudo

A área geográfica estudada nesse trabalho, abrange todo RN e áreas fronteiras dos Estados da Paraíba (PB) e Ceará (CE), ou seja áreas compreendidas entre as latitudes de 3° 40' e 7° 50' S e as longitudes de 34°,50' e 39° 50' W, (Figura 1.1).

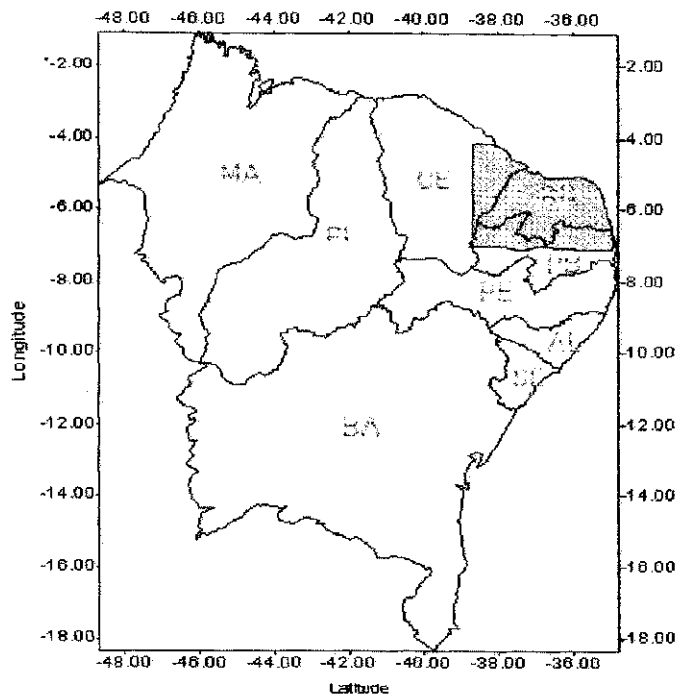


Figura 1.1 - Região Nordeste do Brasil, com seus respectivos Estados, o espaço em destaque correspondem a área de estudo que abrangem o RN e fronteiras com o CE e a PB.

O RN por estar inserido na região do Brasil que tem grande risco aos processos de desertificação, merece total atenção no que diz respeito a realização de trabalhos científicos ressaltando abordagens climática, geomorfológica, ecológica e sócio-econômica, com o intuito de melhor diagnosticar as áreas do RN que se encontram comprometidas com a degradação ambiental.

Ferreira et al (1994), mostrou que o RN é o Estado do Nordeste que apresenta maior percentual de suscetibilidade climática, neste caso 80,5% de sua superfície, são propensos aos processos de desertificação. Enquanto, nos Estados do CE e PB foram observados maiores números de indicadores, que em

termos gerais caracterizam áreas em processos de desertificação, que segundo o mesmo autor são: condições climáticas; ocupação antiga; principalmente pela prática de atividades econômicas como pecuária, agricultura, e alta densidade populacional; salinização; erosão; desmatamento; entre outros, conforme o estágio em que se encontram estes fatores, os mesmos contribuem de forma direta para redução na fertilidade potencial dos solos.

Conforme o estudo acima citado no CE as micro regiões mais atingidas são Serra de Pereiro, Sertões dos Inhamuns, Iguatu, sertão Salgado, Cariri, Baixo e Médio Jaguaribe, chegando a atingir 59,8% da área do Estado. Quanto a PB, 70,3% do seu território se encontra comprometido pela degradação ambiental. As micro regiões mais afetadas são Seridó Paraibano, Sertão de Cajazeira e Cariris Velho.

A posição geográfica da área em estudo contribui diretamente na sua classificação climática. O litoral oriental do RN e PB, recebem influências dos ventos alísios úmidos de sudeste, enquanto que, no litoral setentrional do RN e leste do CE, esses ventos chegam sem umidade. Tal situação é condicionada pela orografia, haja visto que o Planalto da Borborema se expõe no sentido norte-sul, formando barreira, e impedindo a penetração de ar úmidos para o interior do continente, o que justifica maior precipitação na encosta do Planalto, e menor a sotavento do mesmo.

Além disso, devido à posição geográfica, as brisas terrestre da costa leste dos estados da PB e RN, interagem com ventos alísios, produzindo convergência de massa e umidade e, conseqüentemente, precipitação, já que os alísios sopram quase perpendicular à costa. Porém, no litoral norte do RN e

costa leste do CE, os alísios sopram quase paralelo à costa, fazendo com que sua interação com as brisas não produza convergência (Kousky, 1980).

A área em estudo encontra-se sobre as unidades geológicas do embasamento Cristalino que no RN representa 60% da superfície e o restante pertencem a Bacia sedimentar. Dentro desta área, destacam-se várias unidades geomorfológicas, as mais expressivas são: partes dos Tabuleiros Costeiros, Planalto da Borborema e Depressão Sertaneja (Souza et al, 1994).

A cobertura vegetal é caracterizada pela presença da caatinga, que dependendo da localização geográfica e das condições geomorfológicas e climáticas, pode se apresentar arbustiva densa ou aberta. Esta vegetação perde sua folhagem no período de estiagem, e torna a florescer no período chuvoso. Além dessa vegetação, destacam-se ainda, os resquícios da mata atlântica, os cerrados, as matas ciliares ribeirinhas e vegetação de mangues (FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE, 1993).

Atualmente, esta vegetação tem se reduzido em extensão e qualidade. Tal redução reflete um intenso processo de degradação ambiental, associado principalmente ao desmatamento, sobrepastoreio e agricultura intensa em áreas inadequadas, em geral sem os devidos cuidados de preservação, o que pode contribuir no desencadeamento dos processos de desertificação. Isto tem sido observado por diversos pesquisadores em algumas áreas do RN, como as regiões do Seridó (Neri, 1982) e de Currais Novos (Conti, 1995).

É evidente que os estudos de processos de desertificação no NEB, tendo como causa a degradação ambiental ainda são preliminares. Contudo, em

outras regiões do globo estes estudos estão muito avançados como é o caso do Sahel, região situada a margem sul do deserto do sahara, onde as causas responsáveis pelo avanço do deserto foi a degradação ambiental em decorrência do intenso desenvolvimento das atividades econômicas.

Charney (1977), utilizando modelos numéricos tentou mostrar que aumentando o albedo de uma determinada região haveria uma diminuição na precipitação, para tanto fez simulação para a região do Sahel, onde constatou que a variação do albedo de 14% para 35%, contribuiu para o declínio das precipitações naquela região. Isto deve-se a fatores antropogênicos que desequilibra os fatores biológicos e ecológicos, de maneira que, a ocorrência de derrubadas e queimadas desestabilizam os solos deixando-os ressecados e estéreis, agravando-se ainda mais com ação das secas severas.

Vale salientar que Charney (1975) conjecturou que, nas áreas onde havia vegetação, após o desmatamento, há uma forte tendência ao aumento do albedo, fazendo com que uma quantidade menor de energia fique retida na superfície e, conseqüentemente, a quantidade de calor que é transferido da superfície para atmosfera seja reduzida e com isto há um resfriamento na "coluna" atmosférica acima da área desmatada, fazendo com que os movimentos convectivos sobre a área diminuam de intensidade, o que produz uma redução das nuvens convectivas e, conseqüentemente, da precipitação.

Essa interação entre a vegetação, precipitação e albedo resultam no efeito de **feedback** (realimentação). Esse é um mecanismo bio-geofísico que pode gerar instabilidade ou quase instabilidade nas regiões as margens dos desertos, contribuindo para o avanço ou recuo dessas áreas o que pode concebivelmente acentuar-se ou manifestar-se por influências antropogênicas.

O mecanismo parece ser aplicável particularmente, para o complexo desértico do Sahara, Arábia, Indo, Paquistão, os quais no verão não são dominados por fortes efeitos convectivos; e isto, é observado especialmente, nas condições de chuvas no sahel, região situada a margem sul do Sahara (Charney, 1975).

Hulme e Kelly (1993) analisaram uma série temporal de precipitação no período de 1901 a 1992 da região do Sahel, constataram um declínio nas precipitações entre 20 a 40%, principalmente após 1961, e associado a essas reduções observou-se um avanço da desertificação naquela região, a qual é justificada através de duas situações inerentes a África; primeiro refere-se ao efeito de *feedback* nas regiões marginais aos desertos descrito por Charney (1975); o segundo refere-se as mudanças na circulação geral, associados a configuração particular da distribuição das temperaturas das águas superficiais dos oceanos.

Finalmente, como o objetivo principal desse trabalho é verificar a influência da variabilidade interanual da circulação atmosférica de grande escala, nos processos de desertificação no RN. Então, é de fundamental importância considerar uma revisão bibliográfica sobre a influência dos fenômenos atmosféricos de escala sinótica e de grande escala, no clima do NEB e aspectos conceituais da desertificação.

Vale ressaltar que a variabilidade climática, nesse contexto, refere-se a episódios que ocorrem em geral em um intervalo de tempo de duração variável, podendo ser de até 2 anos (secas ou enchentes). Portanto, são flutuabilidades climáticas que ocorrem em um curto período, e não devem ser entendidas como mudanças climáticas, visto que essa última, refere-se a um processo a longo prazo, ou seja de uma década ou mais.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Sistemas Atmosféricos Responsáveis pela Precipitação no RN

As condições climáticas do NEB são influenciadas por diversos fatores físicos e geográficos, os quais estão associados aos fenômenos atmosféricos pertencentes a várias escalas, desde a planetária até a escala local. Por estar localizada na região tropical, as chuvas sobre o Nordeste sofrem influência direta das condições sobre os oceanos tropicais, principalmente das temperaturas das águas superficiais dos Oceanos Atlântico e Pacífico.

Os fenômenos oceanográficos/atmosféricos que atuam sobre o NEB, e estão diretamente relacionado com as condições oceânicas são: El Niño-Oscilação Sul (ENOS) por (Kousky e Cavalcanti, 1984; Aragão, 1986), Dipolo do Atlântico Tropical (Moura e Shukla, 1980), posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico Equatorial (Caviedes, 1972; Uvo e Nobre, 1989) e intensidade das brisas marítimas/terrestres (Kousky, 1980).

Outros fenômenos atmosféricos que ainda influenciam nas chuvas da região e que merecem atenção especial, devido a frequência e intensidade de atuação são: Vórtices ciclônicos da alta troposfera (Aragão, 1976; Virji, 1981; Kousky e Gan, 1981), distúrbios de leste (Yamazaky e Rao, 1977; Chan, 1990), frentes frias procedentes do Sul do Brasil, oriundas da região subantártica (Serra, 1941; Aragón, 1976; Kousky, 1979; Oliveira, 1984).

A influência dos sistemas atmosféricos citados repercutem diretamente nas condições climáticas do RN, PB e CE, a seguir enfatizar-se-á alguns destes sistemas atmosféricos os quais são diretamente responsáveis pela estação chuvosa na região em estudo.

A atuação da ZCIT é inerente a circulação geral da atmosfera e está intrinsecamente relacionada à temperatura da superfície do mar (TSM). Em geral, a posição média da ZCIT é em torno de 5° Norte, deslocando-se sazonalmente para norte ou para sul, conforme as condições de TSM nos oceano tropicais, relação essa assinalada por diversos pesquisadores.

Ressalta-se a forte relação entre a distribuição de TSM no Atlântico Tropical que, em certa medida, determina as posições latitudinais extremas da ZCIT e a precipitação no Nordeste do Brasil (Uvo e Nobre, 1989; Aragón et al, 1994). A ZCIT atinge a posição extrema sul nos meses de março e abril, nos anos chuvosos permanece até maio, onde ocorre o máximo de precipitações no norte do Nordeste brasileiro, enquanto nos anos secos o seu retorno em direção ao Hemisfério norte ocorre nas primeiras semanas de abril.

Souza (1985), assinalou a contribuição da ZCIT no aumento ou redução da precipitação sobre o RN, principalmente nas partes central, norte e oeste, que compreendem o semi-árido.

As Ondas de leste são conglomerados de nuvens oriundos da Costa Ocidental da África e do Atlântico Tropical chegam até o Litoral Oriental do NEB, principalmente, nos meses de junho a agosto (Yamazaky e Rao, 1977).

As brisas marítimas/terrestres que exercem forte influência na distribuição da precipitação e no clima das áreas costeiras, resultam do contraste térmico entre oceano e continente, e são de fundamental importância no processo de formação e intensificação de sistemas atmosféricos próximo à Costa. Além, de amenizar as temperaturas diárias, leva umidade para o interior do continente. Assim, principalmente na Costa Leste do NEB, as brisas contribuem diretamente para o aumento dos valores pluviométricos da região (Kousky, 1980).

Vórtices ciclônicos dos altos níveis formam-se no Oceano Atlântico Sul associado com a Alta de Bolívia, se deslocam de leste para oeste, são caracterizados pôr movimentos descendentes no centro, e movimentos ascendentes com nebulosidade na periferia. Penetram no Brasil, na maioria das vezes próximo a Salvador - Bahia, nos meses de verão, principalmente em janeiro e fevereiro, produz tempo bom na região sul e central e provocam chuvas no setor norte e nordeste do NEB (Kousky e Gan, 1981). Silva (1996) constatou que, algumas vezes este mecanismo exerce influência diretamente nos valores pluviométricos do RN.

Vale frisar que além destes sistemas, um outro mecanismo provoca chuvas no RN em algumas situações, as quais sejam, as penetrações de

sistemas frontais, ou melhor, resquícios dos mesmos, principalmente no período de novembro a janeiro, que atingem a faixa latitudinal de até 5° Sul (Lima e Rao, 1994).

2.2 - Alguns Estudos sobre a Variabilidade no Clima no NEB.

Na tentativa de melhor entender as causas geradoras de fenômeno de grande escala e sua relação com as secas e enchentes no NEB e em outras regiões do Globo, diversos pesquisadores vêm realizando estudos sobre as condições de TSM nos oceanos e o seu acoplamento com a circulação geral da atmosfera.

É importante frisar a atuação da circulação de Walker nas regiões Tropicais. Essa circulação está relacionada com a distribuição de temperatura das águas superficiais no Pacífico Equatorial. Nessa região a água superficial mais fria se encontra entre o meridiano de 160° W e a costa da América. Desse modo, os valores mais negativos dos desvios em relação à temperatura média zonal do Oceano, na região Tropical, são encontradas ao longo da Costa peruana, onde atingem aproximadamente (- 8° C), o que contrasta com águas relativamente quentes existente no Pacífico Equatorial Leste, onde os desvios são maiores que (+ 2° C). Essa diferença na temperatura da água gera uma circulação térmica, com ar ascendente até a alta troposfera no oeste do Pacífico e Indonésia, sendo transportado principalmente para leste e descendente sobre águas relativamente frias do Leste do Pacífico (Bjerknes, 1969).

Em anos que há ocorrência de fenômenos atmosféricos de grande escala (tipo El Niño), a circulação de Walker funciona anormalmente (Kousky e Cavalcanti, 1984; INPE, 1986; Philander, 1989), fizeram estudos sobre o comportamento da célula de Walker em anos habituais e anos de El Niño, e sua influência no regime pluviométrico do NEB e concluíram que há um deslocamento dos ramos ascendentes e descendentes desta circulação mais para leste de sua posição normal, conforme nos mostra a figura 2.1.

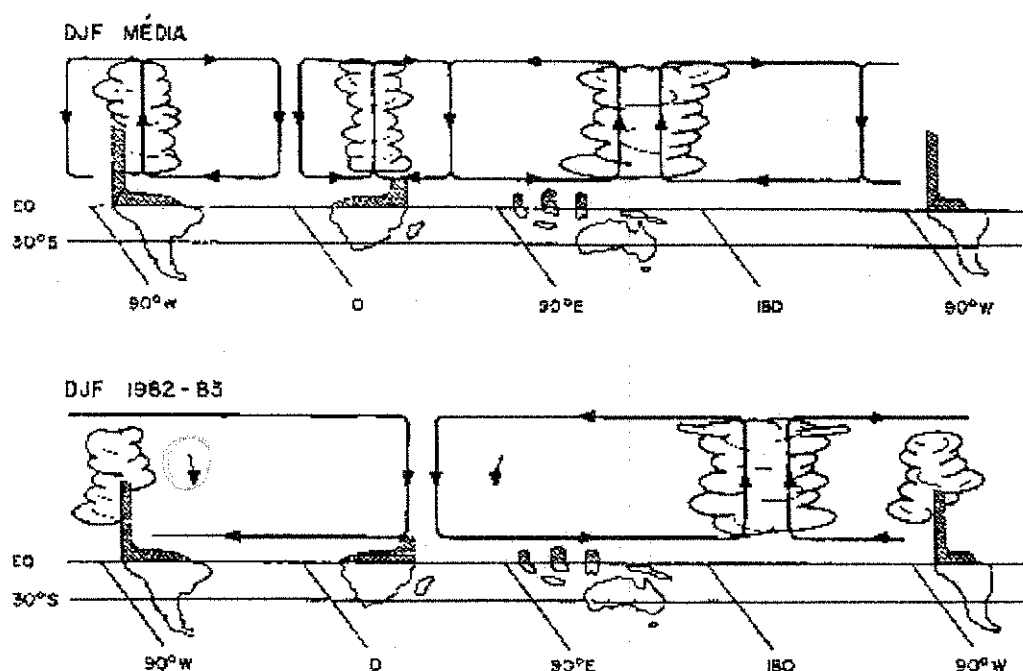


Figura 2.1 - Diagrama esquemático das circulações atmosféricas de leste-oeste (Célula de Walker) de grande escala condições médias de Dezembro, Janeiro e Fevereiro de um ano normal (DJF média) e para Dezembro, Janeiro e Fevereiro de 1982 e 1983 que foi um ano de El Niño. Note o movimento vertical descendente do ar sobre o Nordeste e Amazônia para o ano de El Niño. (fonte: Adaptação de WMO 1985 apud INPE, 1986).

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) baseia-se no aquecimento anômalo da temperatura das águas superficiais no Pacífico Tropical ao longo da região Equatorial. Esse episódio está associado a fase negativa da Oscilação do Sul (OS), que é o nome dado a um balanço na pressão ao nível do mar (PNM) entre a alta subtropical do Pacífico sudeste e a região de baixa pressão que se estende através do Oceano Índico desde a África até o Norte da Austrália (Philander, 1989).

Wyrtki (1981), realizou estudos sobre TSM e a circulação geral da atmosfera em anos de El Niño e concluiu haver um acoplamento entre oceano e atmosfera influenciado pelos sistemas permanentes de alta pressão do Pacífico Sudeste e baixa pressão da Costa Norte da Austrália.

Strang (1983), salienta que a TSM nos trópicos está vinculada a circulação atmosférica através de processo de arrasto, acumulando águas quentes superficiais onde já existem convergência atmosférica e instabilidade, ou provocando ressurgência e resfriamento onde já existem divergência e estabilidade na atmosfera, sendo tal mecanismo responsável pelo aumento ou redução de precipitação nas regiões tropicais.

Kousky e Cavalcanti (1984), atribuem a alta variabilidade interanual das precipitações no NEB à atuação das células de Hadley-Walker. A circulação de Hadley ocorre no sentido norte-sul, com movimentos ascendentes na região da ZCIT sobre o Atlântico Equatorial, e movimentos descendentes sobre o Atlântico subtropical de ambos os hemisférios.

A circulação de Walker como já foi mostrada anteriormente, possui movimentos ascendentes sobre a região da Indonésia e movimentos

descendentes no Pacífico Oriental, além de um ramo secundário com movimentos ascendentes sobre a Amazônia e descendentes sobre todo oceano Atlântico tropical, incluindo o Nordeste do Brasil e a costa oeste da África. Como este ar descendente não é propício à formação de nuvens, serve como fator limitante à precipitação. Os mesmos autores concordam que existem um deslocamento anômalo na célula de Walker mais para leste nos anos de ocorrência de El Niño, aumentando ainda mais a subsidência sobre o NEB.

Molion (1989), assinala as conseqüências do El Niño em 1982-1983, considerado o mais forte do século, e sua repercussão na Amazônia, Nordeste, Sul e Sudeste do Brasil. Na Amazônia registraram-se reduções de até 70% nas precipitações de janeiro e fevereiro. No Nordeste as reduções ocorreram em toda a estação chuvosa, sendo em algumas localidades superiores a 80%. No Sul e Sudeste ocorreram inundações.

Fenômeno oposto ao El Niño é a chamada La Niña ou anti El Niño e se caracteriza pela presença de temperatura da superfície do mar no Pacífico Tropical abaixo da média, e está associado a fase positiva da Oscilação Sul. Em anos de La Niña, em geral observa-se chuvas acima da média climatológica sobre o NEB e um decréscimo nos índices pluviométricos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Philander, 1989).

A configuração do tipo Dipolo é caracterizada pelas anomalias de TSM no Oceano Atlântico Tropical, e repercutem nas condições do anticiclone subtropical do Atlântico Norte e Sul. Este mecanismo foi investigado por Moura e Shukla (1980), Nobre (1994), entre outros. Eles concluíram que, quando as TSMs se apresentam relativamente mais aquecida no Atlântico Sul, verifica-se a existência de anos chuvosos no NEB.

Por outro lado, quando as TSMs no Atlântico Norte se encontram relativamente mais aquecida, ocorrem anos secos no NEB. E, quando as TSMs no oceano Atlântico Sul/Norte se apresentam anormalmente mais quentes/frias, está intrinsecamente associada a anos chuvosos. Quando o inverso ocorre, os anos são de secas Figura 2.2. Este estudo denomina-se Dipolo do Atlântico Sul Positivo (DASP), quando às águas do Atlântico sul estão mais aquecida do que a média, ou seja, anomalias positivas de TSMs no Atlântico Tropical Sul, e Dipolo do Atlântico Sul Negativo (DASN), quando às águas do Atlântico sul estão mais fria do que a média, ou seja, anomalias negativas de TSMs no Atlântico Tropical Sul.

DASP e DASN

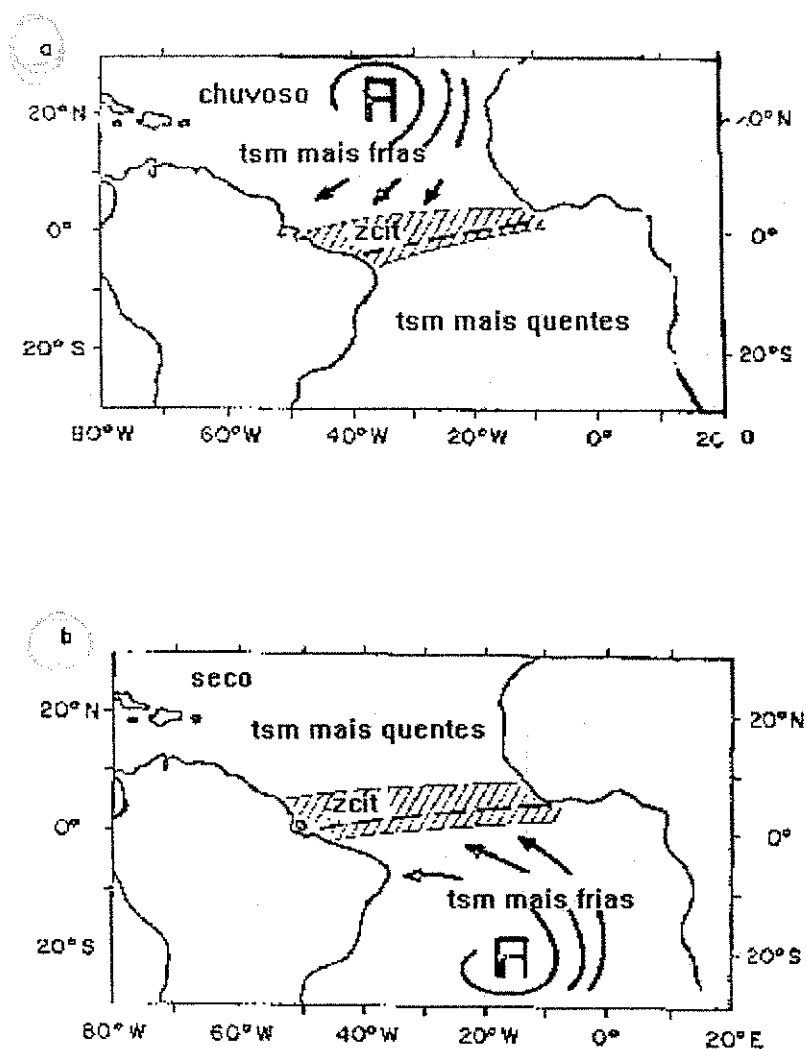


Figura 2.2 - Aspectos de grande escala da circulação atmosférica e típica distribuição de TSMs no Atlântico para: a) anos chuvosos e b) anos de seca no Nordeste. A área hachurada indica a posição média da ZCIT e a linha pontilhada, o eixo de confluência dos ventos alísios de ambos os hemisférios. O A representa a alta de pressão subtropical e as linhas grossas com flechas indicam a intensificação dos ventos alísios. (fonte: Nobre and Molion 1986 apud INPE, 1986).

Aragão et al.(1994), verificaram a correlação entre os índices de precipitação sobre o NEB e o campo global de TSM, e constataram a existência de uma relação quase linear entre as anomalias pluviométricas no NEB e às anomalias de TSMs. Observaram que quando o Pacífico central e leste se encontram com TSMs positivas e DASN, então as precipitações sobre o NEB são deficitárias como em 1983. Por outro lado, quando as TSMs no Pacífico estão negativas e DASP, as precipitações excedem a média climatológica como em 1974 e 1985.

Lima e Rao (1994), fizeram um estudo de casos extremos (secas/enchentes) no leste do NEB e concluíram que o Dipolo do Atlântico contribuiu favoravelmente para o aumento de precipitação nos anos de 1988-1989 e 1991, anos em que ocorreram enchentes em alguns locais no Leste do Nordeste.

2.3 - Aspectos Conceituais da Desertificação

Atualmente, estudos sobre desertificação têm impulsionado pesquisadores de diversas áreas, tanto em âmbito nacional, como internacional, tentando detectar e analisar as causas geradoras do fenômeno. Duas principais abordagens têm despertado o interesse de pesquisadores. Em primeiro lugar, tem se discutido a desertificação como consequência do uso inadequado dos recursos naturais em ecossistemas frágeis e, em segundo lugar, como uma possível mudança climática de pequena escala.

Preocupações com a existência de processos de desertificação no Brasil ganharam destaque após a realização da Conferência sobre Meio Ambiente em Estocolmo (Suécia) em 1972 e, posteriormente, com a realização do Seminário e Conferência Mundial sobre Desertificação em Nairóbi (Quênia), nos meses de agosto e setembro de 1977.

Desta conferência nasceu o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) com a finalidade de divulgar programas, resultados e problemas relacionados com a desertificação em todo o mundo. A partir destes eventos, seminários e conferências têm sido realizados, visando a integração e mobilização da comunidade científica brasileira. Com isso, trabalhos interdisciplinares vêm sendo desenvolvidos por alguns grupos de pesquisadores em várias partes do país.

Os resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação em Nairóbi 1977, revelam que as causas da desertificação estão associadas a degradação ambiental em decorrência da atuação de fatores externos. Desse modo, pode-se afirmar que, desertificação é uma seqüência de modificações regressivas do solo, da vegetação e do regime hídrico, conduzindo a deterioração biológica dos ecossistemas em consequência de pressões criadas por fatores climáticos e pelas atividades do homem, agindo em conjunto ou separadamente (UNITED NATIONS CONFERENCE ON DESERTIFICATION, 1977).

Ab'Sáber (1977), chama atenção para o conceito de processos parciais de desertificação que abrangem todos aqueles fatos pontuais ou areolares, suficientemente radicais para criar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais. Dessa forma, considera que todos os processos de

degradação que ultrapassam os limites da irreversibilidade podem ser considerados violentos e irracionais e todos eles iniciaram pelo desmatamento extensivo.

Vasconcelos Sobrinho (1978), atribui as causas dos processos de desertificação no NEB ao intenso desenvolvimento das atividades agropastoris e a ação predatória do homem. Estas atribuições foram enfatizadas pôr Nimer (1988) em seu trabalho intitulado: "Desertificação: Realidade ou Mito?", onde descarta a possibilidade de mudança climática regional alegando que o clima da região se encontra perfeitamente adaptado as condições ambientais. Assim, concluíram que a desertificação no NEB é resultado da forte degradação ambiental.

Solbrig (1988), ressaltou que a transformação da paisagem natural tem como resultado uma perda irrecuperável de espécies e, conseqüentemente, um desequilíbrio no ecossistema, que envolve erosão dos solos e mudanças climáticas, fazendo com que a intensidade do impacto se faça sentir em todo o mundo. O referido autor faz referência ao Chaco seco argentino, antiga mata com elevado potencial vegetal e que atualmente, encontra-se marcado pôr uma grande degradação ambiental.

Leite et al (1993), realizaram estudos sobre áreas degradadas suscetíveis aos processos de desertificação no CE através de interpretação de imagens de satélite e observações *in loco*, e constataram que a devastação da cobertura vegetal nativa e a severidade dos fenômenos erosivos, detectados no município de Irauçuba e nas regiões do Inhamuns/sertão de Crateús e Médio Jaguaribi, são as causas responsáveis pelos processos de desertificação naquele estado.

2.3.1 - Evolução do conceito de desertificação

É importante frisar que, após a década de 80 o conceito de desertificação têm sido ampliado, principalmente, em relação as possíveis causas responsáveis pelo fenômeno.

Em 1991 a United Nations Environment Programme (UNEP) adotou como conceito de desertificação, "degradação das terras em áreas áridas, semi-áridas e secas sub-úmidas principalmente, devido aos efeitos antropogênicos."

Entretanto, em junho de 1992 por ocasião da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ECO-92, realizada no Rio de Janeiro (Brasil), a desertificação foi definida como "degradação de terras áridas, semi-áridas e subúmidas, resultante de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas."

Hulme e Kelly (1993) conceituaram desertificação como "degradação das terras de regiões secas, ou o declínio permanente do potencial das terras na manutenção das atividades biológicas e humanas."

Segundo Hulme e Kelly (1993) os termos mudanças e variações climáticas, indicam variabilidade climática e tendências provindas tanto das causas naturais como das antropogenéticas. Enquanto, o termo aquecimento global médio indica mudança climática resultante da emissão de gases que produz o efeito estufa (greenhouse). Esses autores demonstram preocupações, quanto ao uso dos termos desertificação e secas que não devem ser confundidos. Seca correspondem a um período de dois ou mais anos com

precipitações abaixo da média, e desertificação é a aridificação (ato de torna-se árido) resultante de um período seco durante uma década ou mais.

Drew (1994), estudando as relações dos seres humanos com o meio ambiente, ressaltou questões sobre impactos ambientais de grande escala provocados pelo uso inadequado dos recursos naturais, como desmatamento, prática da agricultura intensiva, irrigação, urbanização, entre outros. Nesse caso, a desertificação é entendida como sendo "um conjunto de várias alterações climáticas, ecológicas e geomorfológicas, que diminuem a produtividade biológica de uma área, tornando-a, enfim, inaproveitável à agricultura."

A intensidade da variabilidade climática através da severidade das secas, provocam um ressecamento nas terras, podendo conduzir por si mesmo à desertificação, de maneira que esta pode antecipar a mudança climática. Daí a importância de se tomar os devidos cuidados, no manejo dos recursos naturais em regiões propensas a grandes variabilidades climáticas, como é o caso do semi-árido do RN.

A Convenção Internacional de Combate à Desertificação nos Países Seramente afetados pela Seca e/ou Desertificação, particularmente na África realizada em outubro de 1994, consideraram a desertificação como sendo " processo de perda da capacidade produtiva das terras em zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas devido a diversos fatores, tais como ação humana e variações climáticas" (FUNDAÇÃO GRUPO ESQUEL BRASIL, 1995).

A possibilidade de mudanças climáticas no contexto dos processos de desertificação vêm sendo abordado em Seminários e Conferências, no sentido

de "desmistificar" que o desencadeamento de processos de desertificação, independe de modificações climáticas regionais, mas, deve-se essencialmente a variações de elementos meteorológicos (secas interanuais) que contribui no ressecamento dos solos e a intensa ação antrópica sem os devidos cuidados de conservação dos solos, o que os torna mais propensos aos processos erosivos e consequentemente, a desertificação. *degradação ambiental*

2.4 - Impactos Resultantes da Flutuabilidade Climática

Aubreville 1949 apud Conti (1995), usou o termo desertificação para destacar áreas com degradação ambiental avançada na África Tropical, em decorrência do uso inadequado dos recursos naturais e especificou dois efeitos principais da desertificação. O primeiro refere-se à erosão dos solos, seja pelo processo laminar, ravinamento, processos resultantes do desmatamento, e o segundo corresponde ao aumento do déficit hídrico dos solos, em virtude de maior exposição dos mesmos a radiação solar e a ação dos ventos, ou seja maior evapotranspiração.

Charney (1975 e 1977), atribuiu a variação do albedo de 14% para 35% a fatores antropogénicos através da retirada da cobertura nativa, fez estudos relacionando a variação do albedo e as precipitações em regiões semi-áridas da África (1975) e África, Ásia e América do Norte (1977) concluiu que o aumento do albedo causa um saldo decrescente no balanço de energia entre a atmosfera e a superfície e, consequentemente, um saldo decrescente de nuvens convectivas e precipitação. Esse déficit no balanço energético ocorre através da alta refletividade da energia solar associada ao alto albedo dos desertos e semi-

desertos, reduzindo a quantidade de energia, contribuindo significativamente para o enfraquecimento e secamento do ar na troposfera e, conseqüentemente, redução na precipitação.

Ferreira et al (1994) constataram que o clima, é um fator importantíssimo no agravamento dos processos de desertificação no NEB, principalmente pela sua variabilidade interanual. Conforme os resultados obtidos para essa região, no RN, os indicadores considerados relevantes foram a suscetibilidade climática, atividades agropastoris, erosão e salinização dos solos.

Conti (1995), realizou estudo sobre a evolução pluviométrica e sua relação com os processos de desertificação na região semi-árida do Brasil, concluiu que o fenômeno da desertificação no sentido ecológico resulta, quase sempre da atuação desordenada do homem em ambiente de equilíbrio precário, em decorrência do grau de desenvolvimento em que se encontra a população nativa, e enfatizou o caso da região do Sahel na África. Quanto às questões climáticas, constatou sobreposição das retas de tendência negativa e ocorrência de áreas degradadas o que comprova que a ação antrópica e os mecanismos naturais atuam solidariamente. Observou ainda que os coeficientes de variação interanual de precipitação, registradas em retas de tendências negativas, indicam o caráter transicional assemelhando-se aos perfis de regiões secas do globo. CV

Silva (1996), fez um estudo da variabilidade interdiária da precipitação no RN, para dois anos extremos seco (1982) e chuvoso (1985). No primeiro caso (ano seco), observou que valores dos totais pluviométricos da estação chuvosa (fevereiro a maio) no Estado como um todo foram inferiores a média climatológica. No litoral e sudoeste oscilaram entre 550 mm e 800 mm, e nas

demais regiões os totais da estação ficaram entre 200 mm a 500 mm. No segundo caso (ano chuvoso), em geral, os valores dos totais da estação chuvosa oscilaram entre 800 mm e 2300 mm, valores esses superiores a média climatológica de cada localidade. Vale salientar que, 1982-1983 foi um ano de evento El Niño e 1985 foi um ano de evento La Niña.

Essa flutuabilidade do clima traz consigo resultados desastrosos ao meio ambiente, redução da biota e desgastes nos solos, contribuindo de certa forma para as mudanças ambientais. No RN, devido à estrutura geológica e hidrológica, essas mudanças são mais perceptíveis, pois, cerca de 60% de sua área encontra-se sobre o embasamento cristalino que possui pouca permeabilidade, o que dificulta a percolação da água para o lençol subterrâneo. OK

Em anos chuvosos, como as precipitações são mal distribuídas no tempo e no espaço, então os processos erosivos são intensificados, sejam em área de topografia inclinada ou plana, pôr meio da erosão laminar, provocando ravinas, e em estágios mais avançados, as voçorocas. Em anos de secas severas, os solos desprotegidos de vegetação são facilmente erodidos através de ventos fortes à superfície, removendo partículas de solo para outras áreas.

Portanto, em conseqüência disso, a profundidade do solo é reduzida e há uma perda da camada superficial dos solos, ou seja, há uma retirada do horizonte A (primeira camada do solo ou a camada superior), ocasionando efeitos danosos tanto em termos de aceleração dos processos erosivos como em termos de fertilidade natural.

CAPÍTULO 3

DADOS E METODOLOGIA

3.1 - Dados de Precipitação

Para obtenção dos índices de aridez e umidade, usou-se as séries climatológicas de precipitação de cinquenta e oito Municípios do RN, dezessete da PB e nove do CE, no período compreendido entre 1955 a 1989, conforme relacionados no Apêndice B e especialmente distribuídos na Figura 3.1. Em geral, as localidades utilizadas apresentam séries pluviométricas superiores a trinta anos de observações, entretanto, foi necessário a inclusão de algumas localidades com menos anos de observação, mas, não chega a ser inferior a vinte e cinco anos de observações. *25 anos*

A partir das análises dos campos de TSMs nos Oceanos Tropicais realizado por da Silva (1993), selecionou-se os anos que registrou-se ocorrência de fenômenos atmosféricos de grande escala, como El Niño (1957-58, 65-66, 72, 76, 82-83 e 87); La Niña (1955, 62, 64, 67-68, 71, 75, 85 e 88); DASP (1963, 67, 71, 73-74) e DASN (1958, 70, 76 e 82). Posteriormente, calculou-se a média mensal, sazonal e anual das precipitações para cada uma destas situações.

Os dados de precipitações usados, foram obtidos através dos registros hidrometeorológicos da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), existentes no Banco de Dados do Departamento de Ciências Atmosféricas da UFPB-Campus - II.

3.2 - Dados de Temperatura do Ar

Foram usadas as séries de temperatura do ar correspondentes ao mesmo período considerado para a precipitação, de seis estações climatológicas existentes no RN, cinco na PB e duas no CE conforme Apêndice C. Calculou-se a média de temperatura do ar para cada situação, ou seja, para os anos que evidenciou-se fenômenos atmosféricos de grande escala, já citados no item 3.1. Usou-se ainda médias mensais de temperaturas estimadas.

Estes dados foram fornecidos pelo Banco de Dados do Departamento de Ciências Atmosféricas UFPB-Campus-II e 3º DISME (3º Distrito de Meteorologia) ligado ao Ministério da Agricultura.

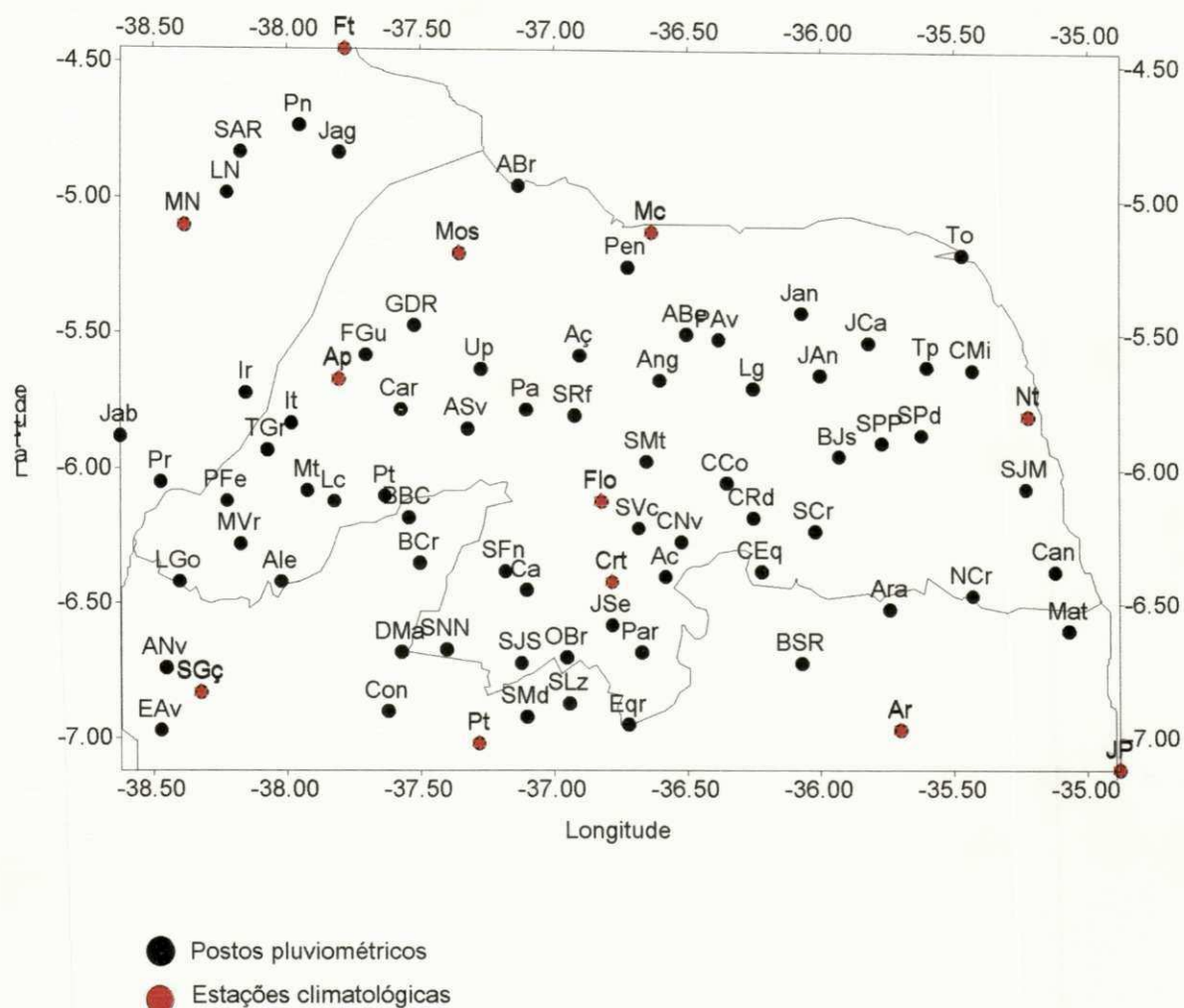


Figura 3.1 - Distribuição espacial dos postos pluviométricos e estações climatológicas do RN e fronteiras da PB e CE. Os códigos das localidades encontram-se nos Apêndices B. Os **círculos vermelho** representam as estações climatológicas e os **círculos preto** representam os postos pluviométricos.

3.1.1 - Índices de Aridez, Umidade e Hídrico

Os índices de aridez, umidade e hídrico foram obtidos, através do balanço hídrico climático segundo Thornthwaite - Mather (1955) descrito por Ometto (1981), usado por Varejão Silva (1992) em um programa computacional. Para execução deste programa, é necessário informações das coordenadas geográficas, valores médios mensais de precipitação e temperatura.

3.2.1 - Estimativa de Temperaturas do Ar com base nas Coordenadas Locais

Para as localidades que não existem dados observados de temperaturas do ar, usou-se o método de Cavalcante e Silva (1994) que estima a temperatura média do ar em função das coordenadas geográficas e temperatura de localidades circunvizinhas.

Esse método fundamenta-se no uso das temperaturas (compensada, máxima e mínima) observadas, para ajuste de uma curva de regressão para estimativas de temperatura em função das coordenadas locais.

O método foi usado para estimar temperaturas de todo o Nordeste brasileiro, onde os autores agruparam os nove Estados em sub regiões, pôr exemplo os Estados do RN, PB e CE compõe a sub região 2.

A Temperatura média compensada, é calculada conforme expressão:

$$T_c = (T_{12} + T_{18} + 2T_{00}) / 4 \quad (3.1)$$

ou

$$T_c = (2T_{00} + T_{12} + T_x + T_m) / 5 \quad (3.2)$$

Os índices numéricos T_{12} , T_{18} , T_{00} , T_{12} , indicam as temperaturas observadas nesses horários 12h 00, 18h 00 e 00h 00 TMG (Tempo Médio de Greenwich) e T_x e T_m são as temperaturas máxima e mínima, respectivamente.

A função de ajuste é a superfície quadrática, dada em função da longitude λ e latitude ϕ (em graus) e a altitude h (em metros), expressa pôr:

$$T = A_0 + A_1 \lambda + A_2 \phi + A_3 h + A_4 \lambda^2 + A_5 \phi^2 + A_6 h^2 + A_7 \phi \lambda + A_8 \lambda h + A_9 \phi h \quad (3.3)$$

Os coeficientes A_0, A_1, \dots, A_9 , foram obtidos pelo método dos mínimos quadrados.

A equação da regressão múltipla, usada para o ajuste é dada pôr:

$$T = A + B \lambda + C \phi + D h \quad (3.4)$$

Onde, A, B, C e D são os coeficientes de regressão.

Estas temperaturas foram usadas como referencial para se estimar, as temperaturas dos anos específicos, onde usou-se o método da homogeneidade relativa para calcular os desvios médios dos anos selecionados e

posteriormente somá-los (quando positivos) e subtraí-los (quando negativos) aos valores de temperaturas já estimados.

3.2.2 - Estimativa de Temperatura do Ar através do Método da Homogeneidade Relativa.

Com base nas médias de temperaturas observadas das estações citadas no Apêndice C, e as médias mensais estimadas daquelas localidades onde se encontram as mesmas estações, estimou-se as temperaturas para os anos de El Niño, La Niña, DASN e DASP para as localidades onde os dados de temperatura do ar não são disponíveis, através da razão entre a diferença das temperaturas observadas e estimadas e a quantidade de localidades que dispunham de temperatura do ar observada, ou seja $(TO - TE)/n$, onde **TO** e **TE** correspondem respectivamente, as temperaturas observadas e estimadas, **n** é o número de localidades que dispunham de temperaturas do ar observadas conforme a posição geográfica das localidades que se pretende estimar a temperatura, a partir desses dados calculou-se a média dos desvios absoluto dessas estações.

Com a média dos desvios absoluto e as médias mensais das temperaturas estimadas para as localidades do Apêndice B, estimou-se as temperaturas médias mensais do ar para situações anômalas citadas anteriormente, as quais possuíam dados de precipitação e não dispunham de temperatura. Isto foi possível, através da aplicação do método da homogeneidade relativa Silva (1987), onde considera-se que as variações do tempo e do clima não são restritas a um único local. Deste modo, a atuação de fenômenos periódicos, a tendência da variabilidade climática é mantida para

regiões de meso escala. Ver exemplo na Tabela 3.1 - Onde usou-se as temperaturas para as cidades de Natal e João Pessoa.

TABELA 3.1. - Comparação de Temperatura do ar em Natal (N) e João Pessoa (JP), cidades que se encontram na mesma região geográfica (Litoral Oriental) em situações médias de anos de El Niño (EN), DT é o desvio absoluto e o DMT é o desvio médio entre Natal e João Pessoa.

MESES	T (°C) EN (N)	T (°C) (N)	T (°C) EN (JP)	T (°C) (JP)	DT (°C) (N)	DT (°C) (JP)	DMT (°C) (T-TEN)
Jan	27.0	27.2	26.6	26.7	- 0.2	- 0.1	- 0.15
Fev	27.3	27.3	26.8	26.8	0.0	0.0	0.0
Mar	27.3	27.2	26.7	26.7	0.1	0.0	0.05
Abr	26.8	26.7	26.6	26.3	0.1	0.3	0.2
Mai	26.8	26.1	25.6	25.5	0.2	0.1	0.15
Jun	26.3	25.0	24.8	24.6	0.2	0.2	0.2
Jul	25.2	24.4	24.3	23.8	0.2	0.5	0.35
Ago	24.6	24.6	24.3	23.9	0.1	0.4	0.25
Set	24.7	25.5	24.9	24.8	0.0	0.1	0.05
Out	25.5	26.3	26.3	25.7	0.1	0.6	0.35
Nov	26.4	26.7	26.7	26.3	- 0.1	0.3	0.1
Dez	26.6	27.0	26.9	26.5	0.0	0.4	0.2
Anual	26.2	26.1	25.8	25.6	0.0	0.2	0.14

Assim, usou-se o desvio médio entre Natal e João Pessoa para estimar a temperatura média mensal do ar em Canguaretama que se encontram na mesma região geográfica, isto foi possível através da soma dos desvios médios das cidades de João Pessoa e Natal a temperatura média mensal estimada para Canguaretama. Método semelhante aplicou-se às demais localidades e aos demais eventos de grande escala considerados.

3.3 - Procedimentos Metodológicos

3.3.1 - Estimativa do Balanço Hídrico Climático de Thornthwaite e Mather - 1955

O balanço hídrico climático tem como finalidade contabilizar as condições hídricas do solo, para isto, é necessário dados médios mensais de temperatura do ar, precipitação pluviométrica e uma estimativa da capacidade de água disponível, neste caso adotamos uma capacidade única de armazenamento de água pelo solo, de 100 mm; muito embora sabendo que, na escolha da capacidade de armazenamento, deve-se considerar fatores como: textura, estrutura e profundidade do solo, e quantidade de matéria orgânica, bem como o sistema radicular da planta, no entanto, torna-se quase impossível a obtenção desses dados para todas as localidades. Pôr isto, considerou-se apenas o porte da vegetação predominante, a caatinga, que possui um sistema radicar menos profundo.

3.3.2 - Estimativa da Evapotranspiração Potencial Média Mensal

A evapotranspiração potencial adotada pôr Thornthwaite -1948 **apud** Ometto (1981), para indicar em milímetros a perda da água de um solo vegetado, sem déficit hídrico, num determinado período, pode ser definida como sendo a quantidade ideal de precipitação. *pl. não houve déficit*

Para estimar tal parâmetro Thornthwaite e Mather (1955) **apud** Ometto (1981) baseou-se na temperatura média mensal do ar e na duração efetiva do dia. O método estabelece um índice mensal térmico, obtido pela expressão:

$$I_j = (T_j / 5)^{1,514} \quad (3.5)$$

Onde I_j e T_j são, respectivamente, o índice térmico e a temperatura média do mês $j = 1, 2, 3, \dots, 12$. O índice térmico anual é obtido pelo somatório dos índices mensais, pela seguinte expressão:

$$I = \sum_{j=1}^{12} I_j \quad (3.6)$$

A evapotranspiração potencial em mm/mês é calculada pela expressão:

$$(Etp)_j = 0,533F_j (10T_j / I)^a \quad (3.7)$$

Onde, $(ETp)_j$ é a evapotranspiração potencial do mês j , T é a temperatura média do mês j , a é uma função cúbica do índice anual térmico, dado pôr:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49 \quad (3.8)$$

F_j é um fator de correção, dado pôr:

$$F_j = (D_j \times N_j) / 12 \quad (3.9)$$

D_j é o número de dias do mês j , N_j é a duração efetiva do dia de ordem 15 do mês j . representado pôr:

$$N_j = 2 \arccos (-\text{tg}\phi \cdot \text{tg}\delta) / 15 \quad (3.9)$$

Onde, ϕ é a latitude local e $\delta = 23,45^\circ \text{ sen } [360 (284+d) / 365]$, onde d é o número de ordem, no ano, do dia considerado.

3.3.3 - Cálculo dos Índices de Aridez, Umidade e Hídrico

O índice de aridez é a deficiência hídrica expressa em porcentagem da evapotranspiração potencial, em um certo período Ometto (1981). Variando entre 0 e 100. Enquanto, que o índice de umidade é o excesso hídrico expresso em porcentagem da necessidade, ou seja da evapotranspiração potencial variando entre 0 e um valor qualquer positivo. O índice hídrico é igual ao índice de umidade menos 60% do valor do índice de aridez, e são dados por:

$$1) I_a = DEF / ETP \cdot 100 \quad (3.10)$$

$$2) I_u = EXC / ETP \cdot 100 \quad (3.11)$$

$$3) I_h = (I_u - 0,6 \cdot I_a) \quad (3.12)$$

Onde,

I_a = índice de aridez

I_u = índice de umidade

I_h = índice hídrico ou índice de umidade efetiva

DEF = deficiência hídrica anual

ETP = evapotranspiração potencial anual

EXC = excedente hídrico anual

A deficiência hídrica correspondem a quantidade de água que necessita ser suplementada ao solo para manutenção da evapotranspiração potencial.

O excesso hídrico ocorre quando a precipitação pluviométrica supera a evapotranspiração potencial, estando o solo na sua capacidade máxima de armazenamento, ou seja representa a perda da água através da percolação no perfil do solo e pelo escoamento superficial.

Os índices de aridez, umidade e hídrico foram calculados para condições média climatológica, ou seja, média de todos os anos, para os anos de eventos de El Niño, La Niña, DASP e DASN, com o objetivo de verificar a influência da variabilidade interanual de macro escala no aumento e diminuição das áreas afetadas pôr um elevado grau de aridez no RN e áreas fronteiras do CE e PB.

CAPITULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Distribuição dos Índices de Aridez para Média Climatológica

Thorntwaite e Mather -1955 **apud** Ometto (1981), fizeram a classificação climática em função do índice efetivo de umidade ou índice hídrico (Ih) e estabeleceram nove tipos climáticos, nesse trabalho considerou-se apenas quatro tipos, a saber:

Tipos climáticos	Índices hídricos
Árido	- 40 a - 60
Semi-árido	- 20 a - 40
Seco e sub-úmido	0 a - 20
Úmido	> 0

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente em 1991, adotou como índice de aridez a razão entre precipitação e a evapotranspiração potencial (fórmula de Thorntwaite adaptada) Rodrigues **apud** Conti (1995), para obtenção dos seguintes limites:

Tipos climáticos	Índice de aridez
Hiper-árido	< 0,05
Árido	0,05 - 0,20
Semi-árido	0,21 - 0,50
Sub-úmido seco	0,51 - 0,65
Sub-úmido e úmido	> 0,65

Nesse trabalho usou-se o índice de aridez estabelecido por Thornthwaite e Mather -1955, e adotou-se os seguintes limites para classificação do grau de aridez:

Índice de aridez	Grau de suscetibilidade à desertificação
< 45	menos crítico
46 a 55	relativamente crítico
56 a 65	crítico
> 65	muito crítico

Assim, os índices de aridez superiores a 50 revelam as áreas com acentuado grau de aridez na maior parte do ano, onde o clima já pode ser considerado semi-árido. Isto, se verifica através das deficiências hídricas e da estrutura geomorfológica local, fatores inerentes as condições naturais da região semi árida.

A Figura 4.1 mostra a distribuição média dos índices de aridez para o RN, que representa a deficiência hídrica expressa em porcentagem de evapotranspiração potencial. Desta forma, o índice de aridez é zero quando não existe deficiência hídrica e é 100 quando a deficiência hídrica é igual a evapotranspiração potencial.

Desta forma verifica-se através da Figura 4.1, que representa o índice de aridez médio climatológico, que as áreas consideradas menos crítica, restringiu-se apenas a região do Litoral Oriental e localidades com altitudes elevadas, onde o índice de aridez foi inferior a 45. Por outro lado, áreas em situações relativamente críticas foram encontradas nas regiões Agreste, Central (com maior representatividade na parte centro sul) e extremo Oeste, índice de aridez entre 55 e 45. Situações críticas foram identificadas nas regiões Central e Oeste, principalmente, no extremo norte destas regiões, índice de aridez entre 65 e 56. E situações muito críticas foram constatadas no no extremo norte da região central, índice de aridez superior a 65 Figura 4.1.

Assim constatou-se que, a maior parte do Território norte-riograndense, encontra-se em situação bastante delicada, no que diz respeito as condições de deficiência hídrica, fator fundamental para o desenvolvimento e equilíbrio do ecossistema daquele Estado.

Vale ressaltar que situações semelhantes a essas observadas no RN, foram também constatadas nas regiões fronteiras da PB e do CE, conforme Apêndice A.

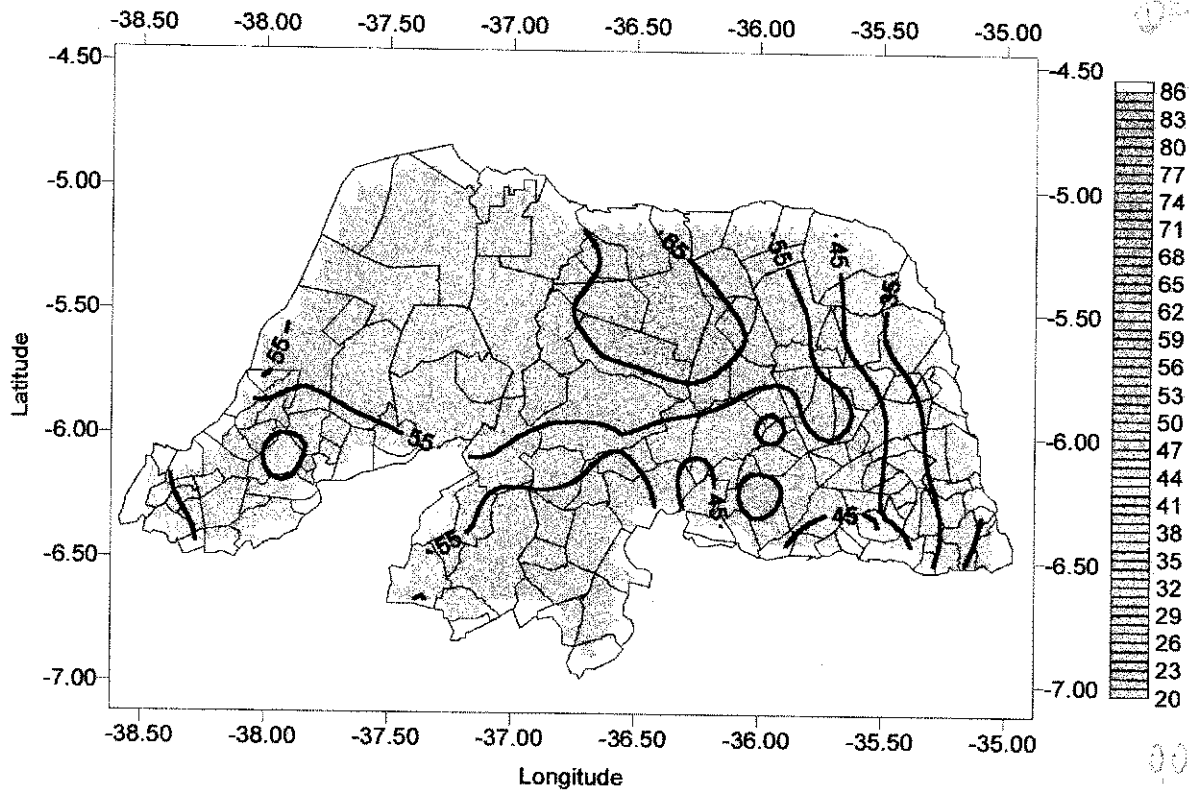


Figura 4.1 - Distribuição espacial dos índices médios de aridez para média climatológica para o Estado do Rio Grande do Norte.

TABELA 4.1 -Valores médios de temperatura do ar (° C) e insolação mensal da quadra chuvosa (Fevereiro a Maio) para os anos de El Niño (EN), DASN, La Niña (LN) e DASP, considerou-se a média da quadra chuvosa das seguintes localidades.

Local	Altitude (metros)	L. Oeste (graus)	L. Sul (graus)	Média T (°C)	EN T (°C)	DASN T (°C)	LN T (°C)	DASP T (°C)	Média Ins/h	EN Ins/h	DASN Ins/h	LN Ins/h	DASP Ins/h
Natal	8 m	35° 13'	5° 48'	26.1	26.3	26.0	25.9	26.0	207	221	220	207	180
Cruzeta	140 m	36° 47'	6° 24'	26.5	27.0	26.6	26.4	26.4	225	231	238	225	209
Florânia	210 m	36° 49'	6° 07'	26.0	25.9	26.1	25.4	25.4	200	217	225	208	133
Macau	2 m	36° 38'	5° 07'	27.0	27.4	27.3	26.8	26.6	187	197	220	172	167
Mossoró	15 m	37° 21'	5° 12'	26.6	26.6	26.7	26.4	26.5	189	200	210	167	177
Apodi	305 m	38° 48'	5° 40'	27.2	27.5	28.0	26.6	26.9	213	226	240	137	212

4.2 - Distribuição Média dos Índices de Aridez em Anos de Evento El Niño.

Como já foi referenciado no capítulo 2, o El Niño é um fenômeno atmosférico de escala global, sua ocorrência se dar com uma certa oscilação, podendo perdurar de um a dois anos; Os danos provocados em decorrência de sua atuação, são irreparáveis. No NEB, particularmente na região semi árida, a variabilidade do clima acentua-se ainda mais, em relação aos anos normais.

Como a precipitação pluviométrica é um elemento essencial na classificação climática, sua variabilidade associada a outros elementos do clima, provocam uma oscilação no comportamento geral do clima local. Em anos de El Niño, observa-se um decréscimo bastante significativo no índices pluviométricos em quase todo o RN, ficando a média para estes anos inferior a média climatológica. conforme Apêndice D. Na temperatura do ar, nota-se um acréscimo em torno de 0,2 graus centígrados no Litoral, aumentando para até 0,4 no interior do Estado, situação semelhante ocorreu com a insolação, cujos valores médios são mais elevados em anos de El Niño, quando comparados com os valores médios climatológicos Tabela 4.1.

Como a evapotranspiração potencial, é função direta da radiação solar, e esta, é responsável pelas variações na temperatura, então, como resultado disto há um aumento na taxa de evapotranspiração, agravando-se ainda mais a deficiência hídrica, pois, praticamente, não houve armazenamento de água no solo, registrando-se assim, um cômputo negativo no balanço hídrico em relação aos dados médios, tanto devido à diminuição da precipitação como devido ao aumento de temperatura, conforme mostra os índices de aridez na Figura 4.2, que de uma maneira geral foram superiores a média, ampliando-se, portanto, as áreas com deficiência hídrica em todo RN.

Portanto através da Figura 4.2, verifica-se que as áreas menos críticas foram reduzidas apenas para uma pequena porção do Litoral Oriental (parte sul). Situação semelhante observou-se em relação as áreas relativamente críticas, pois estas foram identificadas numa estreita faixa da região Agreste e localidades com altitudes elevadas, regiões estas consideradas menos críticas na média climatológica. Por outro lado, as áreas críticas foram expandidas por quase todo Estado, principalmente, nas regiões Agreste, Central e Oeste. Situações muito crítica detectou-se na parte Centro Norte e Litoral Setentrional do Estado, com índices de aridez superior a 65.

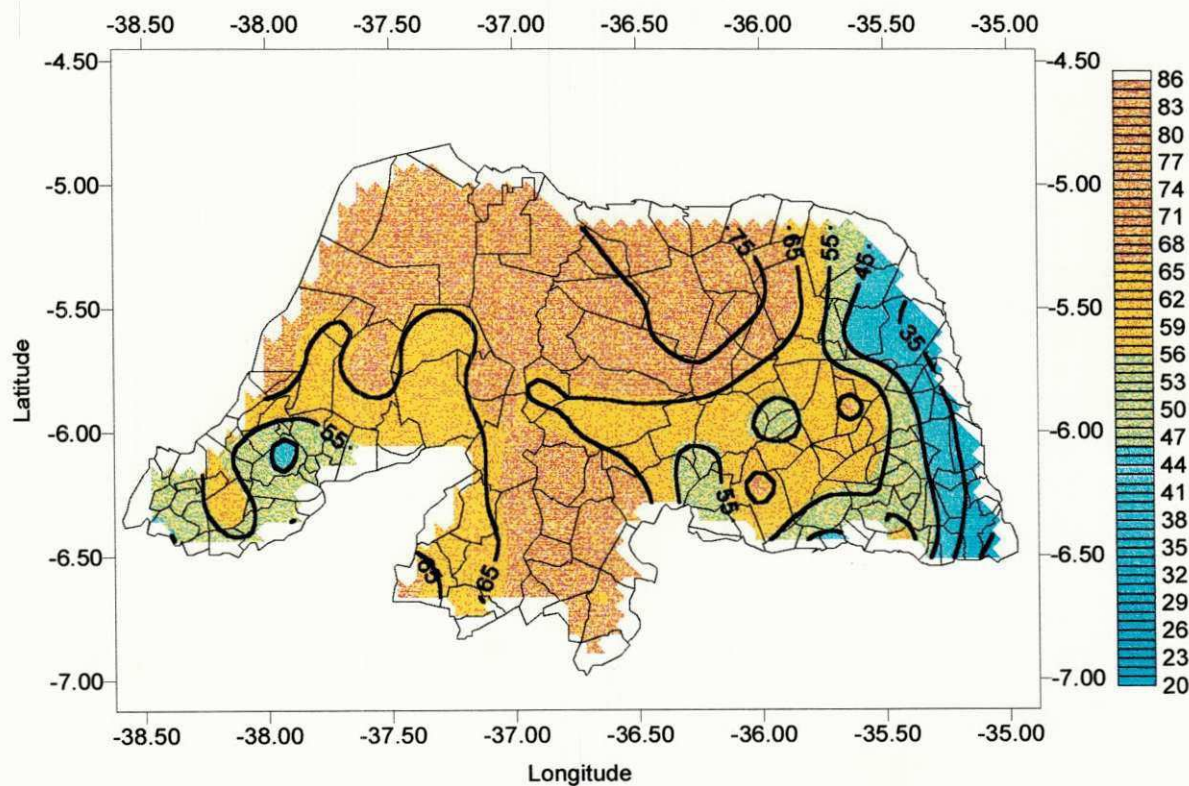


Figura 4.2 - Distribuição espacial dos índices médios de aridez em anos de El Niño, para o Estado do Rio Grande do Norte.

4.3 - Distribuição Média dos Índices de Aridez em Anos de Eventos La Niña

O fenômeno de La Niña, refere-se a fase negativa da Oscilação Sul, suas características são opostas as do El Niño. Neste caso, sua atuação ocasiona uma variabilidade no clima do NEB e particularmente no semi árido. Em anos que este fenômeno torna-se evidente, a estação chuvosa começa mais cedo, registra-se um aumento bastante significativo nos índices pluviométricos, estes valores ultrapassam a média climatológica conforme Apêndice C. Há um decréscimo nas médias de temperatura, em torno de 0,4 graus centígrados e nos valores médios mensais da insolação ver Tabela 4.1. Com isto a taxa de evapotranspiração diminui em relação aos anos normais e conseqüentemente, há um maior armazenamento de água no solo, devido ao aumento da precipitação e a diminuição na evapotranspiração, reduzindo-se portanto as áreas com deficiências hídricas em praticamente todo o RN.

Esta redução nos índices de aridez verifica-se através da Figura 4.3, onde situações menos crítica foram identificadas nas regiões do Litoral Oriental, Agreste e áreas com altitudes elevadas. Deste modo, o restante do RN, ou seja, as regiões Central e Oeste foram classificadas como relativamente críticas. Para essas condições o clima pode ser classificado como úmido e sub-úmido. Portanto, em anos de La Niña as condições de aridez no RN, em geral diminui, quando comparados com as condições média climatológica e teoricamente desacelera os processos de desertificação, quando o índice de aridez é tomado como parâmetro.

Vale ressaltar que, esta oscilação observada nos elementos climáticos principalmente na precipitação, indiretamente contribui na formação de processos de degradação ambiental, visto que, a distribuição das precipitações são irregulares, em algumas localidades concentram-se apenas em alguns meses do ano, favorecendo o escoamento superficial que dependendo da intensidade das chuvas e da declividade do terreno, arrastam a camada superficial do solo desprotegido de vegetação, e conseqüentemente, contribui na formação de ravinas e voçorocas. Desta maneira, a erosão laminar é o fator preponderante nos desgastes dos solos.

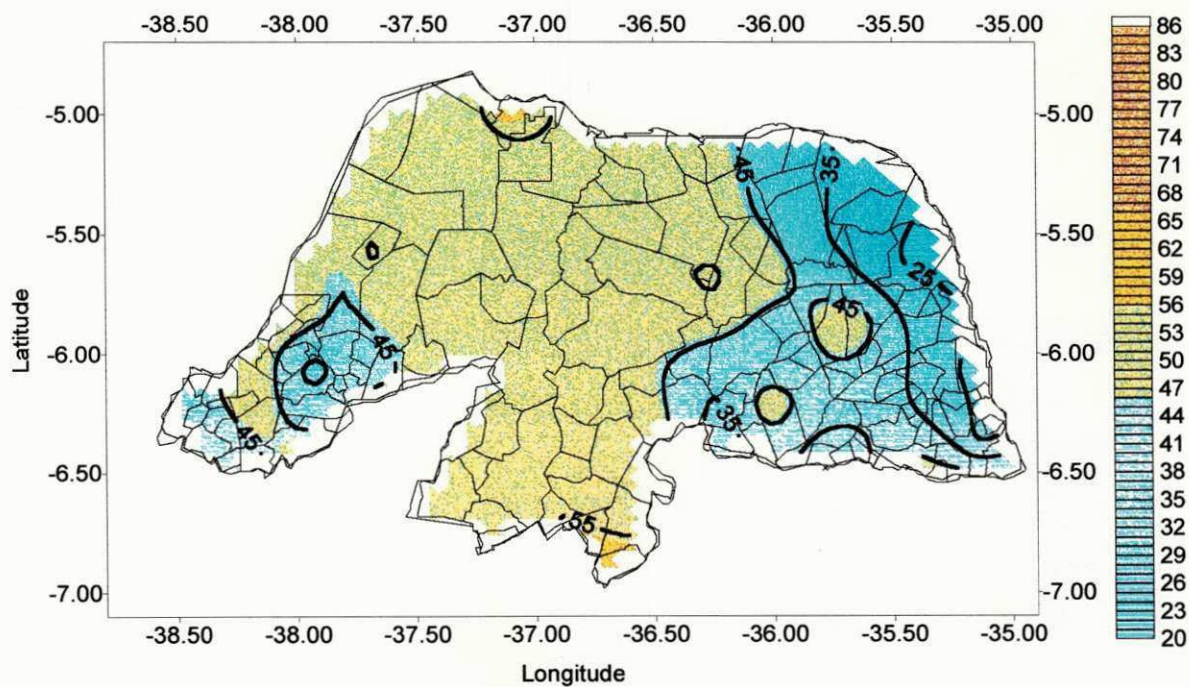


Figura 4.3 - Distribuição espacial dos índices médios de aridez em anos de La Niña, para o Estado do Rio Grande do Norte.

4.4 - Distribuição Média dos Índices de Aridez em Anos de Dipolo do Atlântico Sul Positivo

Para caracterizar os anos que foram registrados ocorrência de DASP ou DASN, verifica-se o comportamento das TSMs, no Oceano Atlântico Norte e Sul. Quando as TMS no Atlântico Sul se apresentam mais elevada do que a média e no Atlântico Norte menor que as médias, então, observa-se a ocorrência de DASP. E, situação inversa denomina-se de DASN, ou seja, TMS no Atlântico Sul são inferiores e no Atlântico Norte são superiores á média climatológica.

Sabe-se que as ocorrências destes eventos influenciam diretamente no regime pluviométrico do NEB (Moura e Shukla, 1980). Quando acontece o DASP, nota-se um aumento considerável na precipitação da região semi-árida, chegando a ser superior a média climatológica em algumas localidades, conforme mostra o Apêndice C. Quanto as temperaturas do ar no do RN, percebe-se uma atenuação no período da quadra chuvosa, e no cômputo geral esta diminuição chega a ser em torno de 0,2 graus centígrados no interior do continente, no Litoral Oriental o desvio anual é mínimo. Em relação aos valores médios de insolação, observou-se um decréscimo, conforme mostra a Tabela 4.1. Em consequência desses decréscimos nas temperaturas, na insolação média mensal e aumento das precipitações; há uma redução nas taxas de evapotranspiração potencial, corroborando assim, para que haja um aumento na quantidade de água armazenada ao longo do ano.

Através da Figura 4.4, observou-se que áreas menos críticas foram identificadas nas regiões do Litoral Oriental, Agreste e Oeste (parte sul) onde

se encontram as maiores elevações do RN. As demais regiões, Central e Oeste foram caracterizadas pelas condições relativamente crítica.

De uma maneira geral, notou-se uma diminuição nos valores médios dos índices de aridez em todo Território norte-rio-grandense e conseqüentemente, uma redução nas áreas afetadas pela deficiência hídrica. Portanto, as condições observadas em anos de DASP, são as melhores, ou seja, a variabilidade climática interanual é bastante atenuada, quando comparada com a média climatológica.

Por outro lado, as áreas que mesmo em anos normais conservam um índice de umidade considerável, como a micro região do Litoral Sul e locais com altitudes elevadas, nas condições de DASP os solos certamente permaneceram em capacidade de campo durante todo o ano.

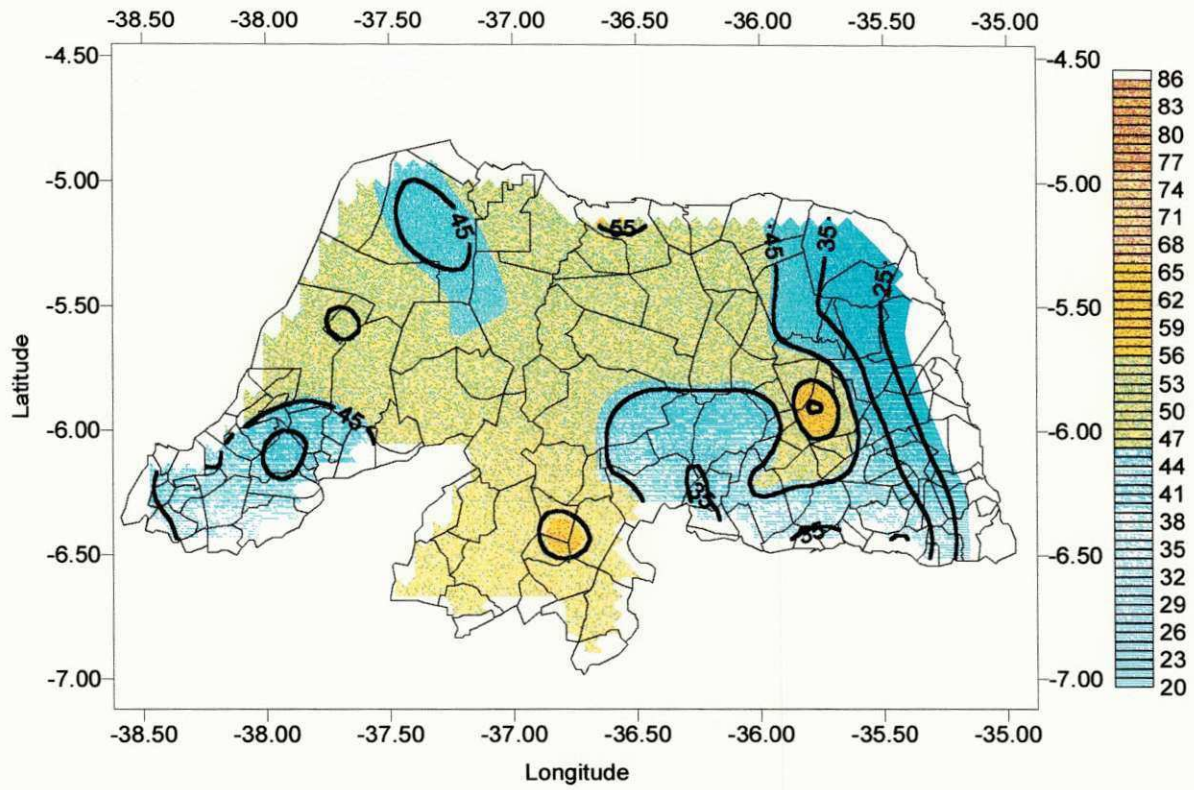


Figura 4.4 - Distribuição espacial dos índices de aridez em anos de Dipolo do Atlântico Sul Positivo, para o Estado do Rio Grande do Norte.

4.5 - Distribuição Média dos Índices de Aridez em Anos de Dipolo do Atlântico Sul Negativo

*Sign
que o
El Niño*

Conforme comentário sobre TMS no item 4.4, a evidência do DASN inibe os movimentos convectivos sobre o Oceano Atlântico e, em decorrência disto, há redução no transporte de umidade para atmosfera e conseqüentemente, na formação de nuvens e como resultados de tudo isto, diminuição na precipitação pluviométrica sobre o NEB. Esta variabilidade no regime pluviométrico atinge principalmente, a parte semi árida, onde os déficit registrados em algumas localidades chegam a ser superiores a 50%, conforme Apêndice C quando comparados com valores médios. Os valores observados se assemelham as condições verificadas em anos de El Niño, sendo que, em algumas localidades coincidentes os valores observados de precipitações são bastantes díspares. Em muitas localidades os valores pluviométricos observados em anos de DASN, são inferiores aos registrados em El Niño, situações inversas foram também observadas. Quanto as temperaturas do ar e a insolação média mensal, observou-se uma elevação bastante significativa no período da quadra chuvosa, isto em relação as média climatológica, e quanto aos anos com evento El Niño, o comportamento é semelhante.

A Figura 4.5 demonstra que houve um aumento bastante significativo nos valores médios dos índices de aridez em anos de eventos de DASN. Desta forma, áreas em situação menos crítica foi detectada apenas numa estreita faixa da região do Litoral Oriental. Enquanto que situações relativamente crítica e crítica foram observadas praticamente em todas as regiões, exceto litoral sul. Condições muito crítica foram observadas nas regiões Central e Oeste e extremamente crítica na parte centro norte. Portanto, observou-se que nessas condições a variabilidade climática interanual é mais intensa, ou seja, é

a situação mais crítica, quando comparada com as demais situações comentadas anteriormente.

Assim, pode-se concluir que a atuação do DASN em muitas localidades, ou praticamente em todo Território norte-riograndense, aumenta as condições de aridez, fazendo com que quase todo RN fique predominantemente árido. Tendo situação mais grave na parte central do Estado, onde foram registrados índices de aridez superiores à 70 conforme Figura 4.5.

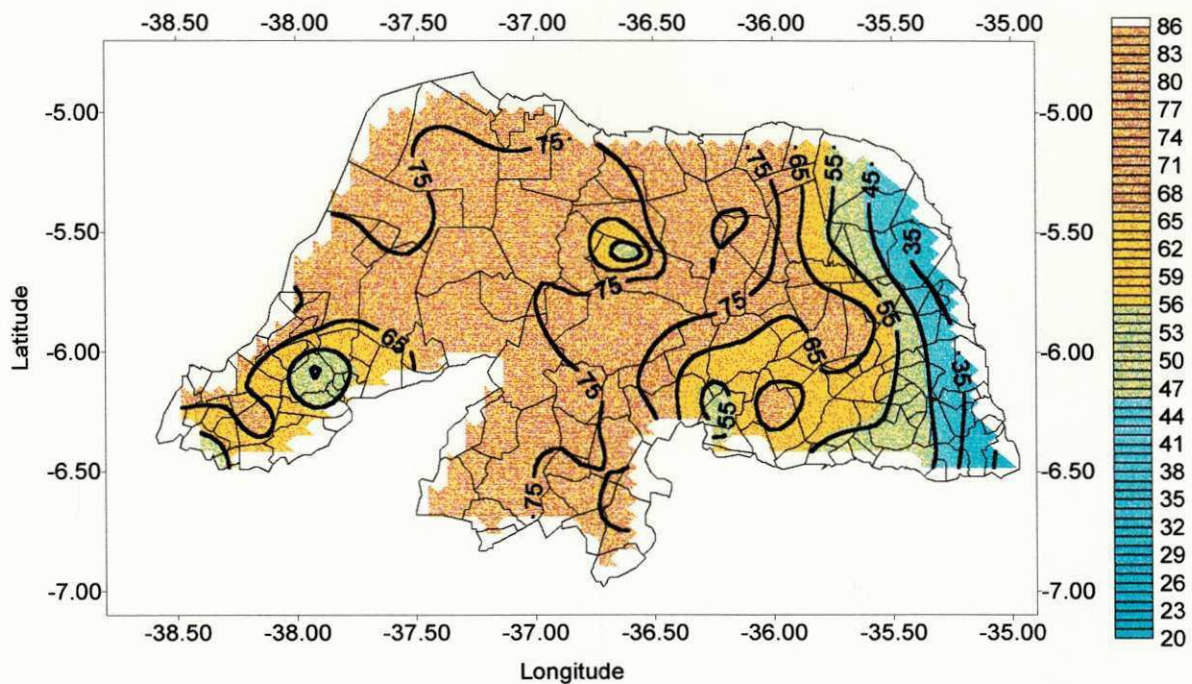


Figura 4.5 - Distribuição espacial dos índices médios de aridez em anos de Dipolo do Atlântico Sul Negativo, para o Estado do Rio Grande do Norte.

4.6 - Análise dos Solos

A Rodrigues et al (1973) consideraram o grau de fertilidade natural dos solos do RN e fizeram a seguinte classificação:

1) **Deficiência nula** - Solos com elevada reserva de nutrientes disponíveis às plantas e sem nenhuma toxidez devido a sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento dos vegetais. No RN não foram constatados solos com este grau de limitação.

2) **Ligeira deficiência** - Solos com boa reserva de nutrientes disponíveis às plantas e sem apresentar toxidez devido a sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao desenvolvimento dos vegetais, podendo apresentar respostas às adubações adequadas. Como exemplo de solos com este grau de limitação podem ser citados: Cambisol Eutrófico e Latosol Vermelho-Amarelo Eutrófico desenvolvidos de calcário na Chapada do Apodi, a maioria dos Brunos Não Cálcicos e parte do Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico.

3) **Moderada deficiência** - Solos com limitada reserva de um ou mais nutrientes. Tais solos permitem bons rendimentos em condições naturais somente nos primeiros anos de sua utilização agrícola, após este, os rendimentos decrescem rapidamente com o contínuo uso agrícola. Exemplo destes solos são: parte do Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico e Podzólico.

4) **Forte deficiência** - Solos nos quais um ou mais nutrientes são encontrados em pequena quantidade. Proporcionam baixos rendimentos em

condições naturais às culturas não adaptadas ou mais exigentes. Necessitam de fertilizantes desde o início de sua utilização agrícola. Exemplos: Latosol Vermelho-Amarelo Distrófico e Podzólico Vermelho-Amarelo.

5) **Deficiência muito forte** - Solos com conteúdo de nutrientes muito restrita, tornando-se praticamente sem nenhuma possibilidade de agricultura e pastagens, em condições naturais. São solos arenosos essencialmente quartzosos ou solos sob vegetação de Cerrados, reconhecidamente pobres. Exemplos: Areia Quartzosas Distrófica, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófica textura média, Latosol Vermelho-Amarelo Distrófico textura média, todos fase cerrados; Areia Quartzosas Marinha Distrófica (Dunas).

Os tipos de solos existentes no RN, conforme citados no itens anteriores encontram-se na figura 4.6, de acordo com o levantamento exploratório e reconhecimento dos solos do RN (Jacomine et al, 1971).

Com base no grau de limitação por deficiência de fertilidade dos solos, adotou-se os seguintes limites para classificar o grau de suscetibilidade desses solos aos processos de desertificação.

Grau de deficiência natural	Grau de suscetibilidade à desertificação
Deficiência nula	Ausente
Ligeira deficiência	Menor suscetibilidade
Moderada deficiência	Média suscetibilidade
Forte deficiência	Suscetível
Deficiência muito forte	Maior suscetibilidade

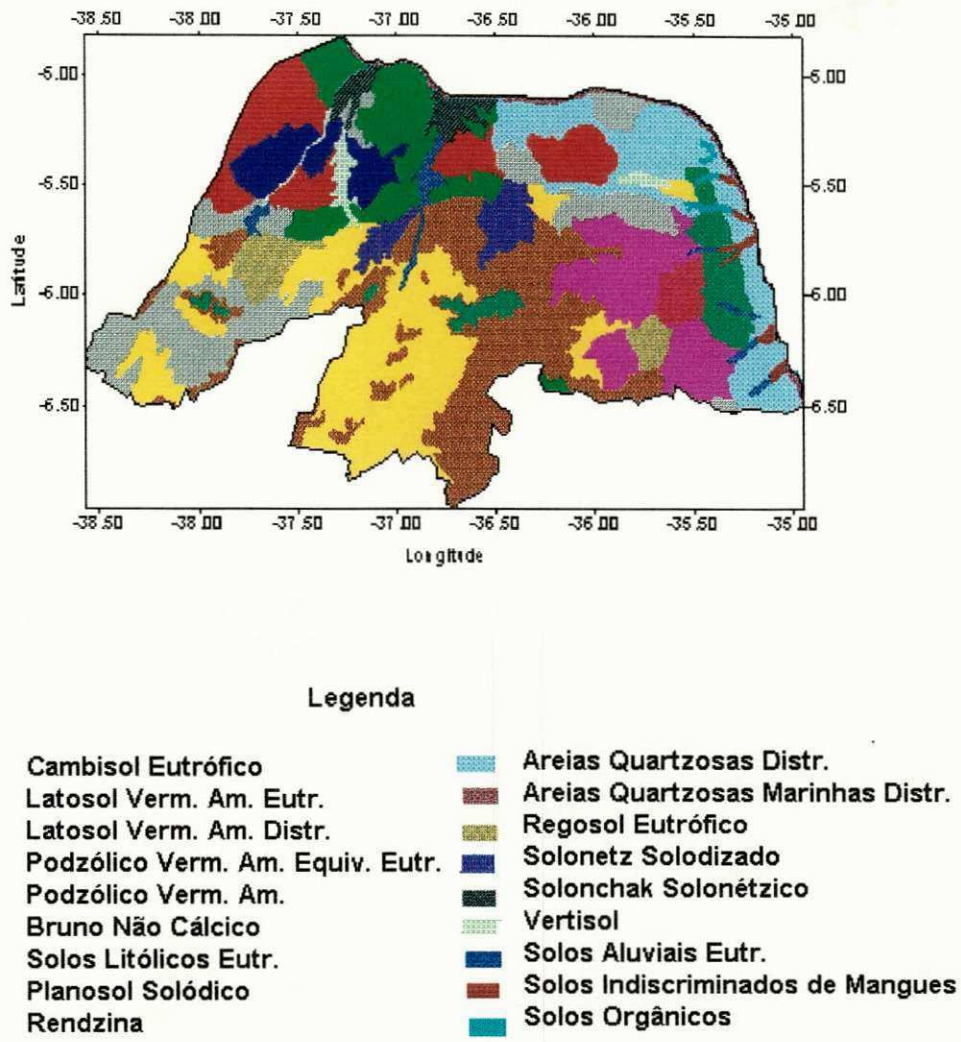
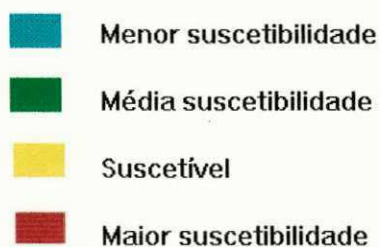
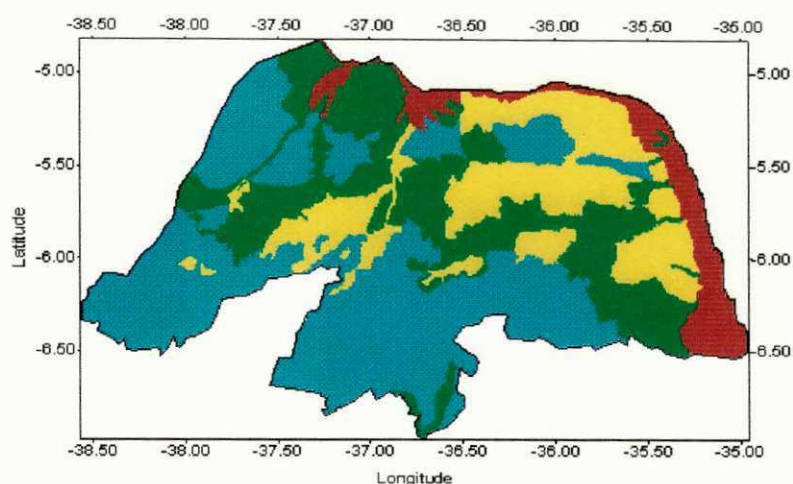


Figura 4.6 - Mapeamento dos solos existentes no Estado do Rio Grande do Norte (Fonte: Jacomine et al, 1971).

Quadro 4.1 - Classificação dos tipos de solos do RN quanto ao grau de fertilidade natural, conforme figura 4.6. Os códigos apresentados no quadro encontram-se no Apêndice C.

Menor suscetibilidade	Média suscetibilidade	Suscetível	Maior suscetibilidade
PE1, PE2, PE3, PE4, PE5, PE7, PE8, PE10, PE11; NC1, NC2, NC3, NC4, NC6, NC10, NC11; PL2 Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5; V1; Ae1 e Ae2; RZ1 e RZ2; Re1, Re2, Re3, Re4, Re5, Re6, Re7, Re8, Re13, Re14, Re15 e Re16.	LVe1, LVe2, LVe3 e LVe4; PE6, PE12 e PE13; PL1,V2 e V3; HOe; HGe1 e HGe2; Ae3; Re9, Re12, Re17; REe1 e REe2.	LVd1, LVd2 e LVd3; PV1; PE9; NC5, NC7, NC8 e NC9; PL3, SS1, SS2; Ae4; Re10 e Re11; AQd4, AQd5, AQd6 e AQd7.	SK1 e SK2; SM; AQd1, AQd2 e AQd3 e AMd.

De acordo com o quadro 4.1, realizou-se a regionalização das condições de fertilidade natural dos solos e o seu grau de suscetibilidade aos processos de desertificação conforme nos mostra a figura 4.7.



* Índices de aridez pouco elevados

Figura 4. 7 - Regionalização dos solos do Estado do Rio Grande do Norte e seus respectivos graus de suscetibilidade à desertificação.

A regionalização exposta na figura 4.7, em relação aos tipos de solos e sua vulnerabilidade aos processos de desertificação serão analisadas a seguir.

serão

1) **Menor suscetibilidade** - Abrange partes das regiões Agreste, Central e Oeste (centro-sul), com maior representatividade na região Oeste. Os principais tipos de solos são: PE1-PE8 (Podzólico Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa), PE10, PE11 (Podzólico Vermelho

Amarelo Equivalente Eutróficos textura argila e/ ou arenosa); NC1-NC4 (Bruno Não Cálculo), NC6, NC10-NC11 (Bruno Não Cálculo associados aos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ ou moderado textura média e / ou argila); PL2 (Planosol Solódico associado aos Litólicos Eutróficos); Ce1, Ce2, Ce3, Ce4, Ce5 (Cambisol Eutrófico); V1 (Vertisol); Ae1 e Ae2 (Solos Aluviais Eutróficos); RZ1 e RZ2 (Rendzina); Re1-Re8 (Solos Litólicos Eutróficos), Re13-Re16 (Solos Litólicos Eutróficos fase pedregosa e textura arenosa).

2) Média suscetibilidade - Abrange partes das regiões Agreste, Centro e Oeste. Engloba os seguintes tipos: LVe1-LVe4 (Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico), PE6, PE12, PE13 (Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico associados aos Solos Litólicos Eutróficos); PL1 (Planosol Solódico); V2 e V3 (Vertisol associados aos solos Aluviais Eutróficos); HOe (Solos Orgânicos Eutróficos); HGe1e HGe2 (Solos Gley Eutróficos); Ae3 (Solos Aluviais Eutrófico); Re9, Re12 e Re17 (Solos Litólicos Eutróficos), RE1 e RE2 (Regosol Eutrófico com fragipan).

3) Suscetível- Esta situação ocorre principalmente em terrenos sedimentares, engloba partes do Litoral Oriental, Setentrional, região Centro Norte e uma pequena parte da região Centro-Oeste. Os solos predominantes são: LVd1-LVd4; (Latosol Vermelho Amarelo Distrófico associados as Areias Quartzosas Distrófica); PE6 (Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico associados as Areias Quartzosas Distrólicas); NC5-NC9 (Bruno Não Cálculo associados aos Solonetz Solodizado textura indiscriminada); PL3 (Planosol associado aos Solonetz Solodizado textura indiscriminada); SS1 e SS2 (Solonetz Solodizado textura indiscriminada); Ae4 (Solos aluviais associados aos Solonetz Solodizado textura indiscriminada); Re10 e Re11 (Solos Litólicos associados aos Solonetz Solodizado textura indiscriminada);

AQd4-AQd7 (Areias Quartzosas Distróficas associadas aos Latosol Vermelho Amarelo Distrófico).

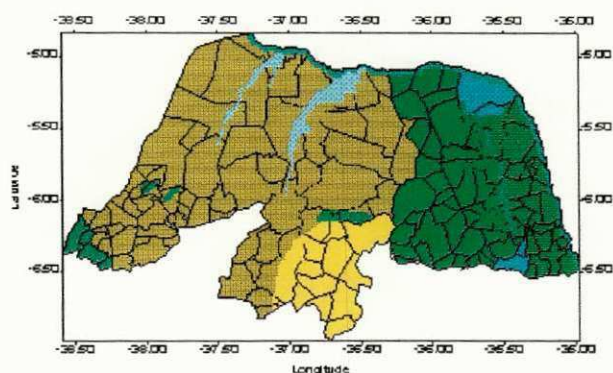
4) *Maior suscetibilidade* - Abrange os seguintes tipos de solos: PE9 (Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico associados aos Solonetz Solodizado textura indiscriminada aos Planosol Solódico); SK1 e SK2 (Solonchak Solonézico); SM (Solos Indiscriminados de Mangues); AQd1-AQd3 (Areias Quartzosas Distróficas) e AMd (Areias Quartzosas Marinhas Distróficas). Estes encontram-se principalmente, nas regiões dos tabuleiros costeiros, ou seja áreas litorâneas, foz dos rios Ceará-Mirim, Piranha-Açu e Apodi-Mossoró.

Assim, conforme os tipos de solos predominantes no RN figura 4.6 e o grau de fertilidade natural desses, concluiu-se que de uma forma geral, esses são vulneráveis à desertificação principalmente, quando afetados por fatores externos como o clima local que é caracterizado por variabilidades interanuais e o manejo inadequado dos solos.

4.7 - Análise Conjunta do Clima, Solo e Vegetação

Através da sobreposição das cartas de **clima** figura 4.1 (grau de aridez), **solo** figura 4.7 (grau de fertilidade) e **vegetação** figura 4.8 (grau de xerofitismo), obteve-se a seguinte classificação das áreas suscetíveis a desertificação no RN.

- I - Menor suscetibilidade
- II - Média suscetibilidade
- III - Suscetível
- IV - Maior suscetibilidade



Legenda

- Mata atlântica
- Cerrados
- Vegetação de dunas
- Formações florestais secundárias
- Mata ciliar de carnaúba
- Caatinga hipoxerófila
- Caatinga hiperxerófila
- Caatinga hiperxerófila sub-desértica

Figura 4.8 - Distribuição das principais formações vegetais existente no Estado do Rio Grande do Norte (Fonte: IDEC, 1975)

1) **Menor suscetibilidade**, foi localizado no litoral Oriental e áreas serranas. Clima seco sub-úmido com índice de aridez menor que 45 e deficiência hídrica de 6 a 8 meses. A vegetação bastante variada é a mais exuberante do Estado, incluindo as formações florestais como: floresta perenifólia higrófila costeira (Mata Atlântica), floresta subperenifólia (incluindo cerrados e formações florestais secundárias - capoeira) e floresta subcaducifólia. Estas variam de densa a menos densa e de elevado a pequeno porte, com diversificação de espécies. Quanto aos solos, estes são os mais suscetíveis aos processos de desertificação encontrados no Estado, possuem baixa fertilidade natural (deficiência em nutrientes minerais). Os mais representativos são Latosol Vermelho Amarelo Distrófico, Areias Quartzosas distrófica e Areias Quartzosas Marinha distróficas e Planosol Solódico.

2) **Média suscetibilidade**, foi observado em quase todo o Estado (Agreste, Centro-sul e Oeste-sul). Clima semi-árido com índice de aridez entre 46 e 55, com deficiência hídrica de 8 a 10 meses. A vegetação predominante é a Caatinga hipoxerófila com característica arborea e densa e hiperxerófila de médio a pequeno porte e menos densa, os cerrados e florestas ciliar. Os solos são os que apresentam menor grau de suscetibilidade (quanto a fertilidade) estes possuem de média a alta fertilidade natural, ricos em nutrientes minerais, porém, pobres em nutrientes vegetais e orgânicos. Isto possivelmente, devido ao clima que produz nestas áreas vegetação tipo caatinga. Os mais representativos são : Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, Bruno Não Cálcico, Cambisol Eutróficos Litólicos Eutróficos, Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico e Rendzina.

3) **Suscetível**, foi constatado principalmente na parte central e Oeste (extremo norte) do Estado. Clima semi-árido e árido, índices de aridez entre 56 e 65, com deficiência hídrica de 10 a 12 meses. A Caatinga hiperxerófila

caracterizada pela presença de arbustos de pequeno a médio porte, hiperxerófila subdesértica "seridó" com caráter xerófilo acentuado e grande quantidade de plantas espinhosas variando de porte e densidade e hiperxerófila subdesértica de "caicó", caatinga seca caracterizada por arbustos esparsos sobre o solo desnudo, com predominância de cactáceas. Os solos são considerados poucos suscetíveis (quanto a fertilidade), os mais representativos são os Bruno Não Cálcico, Litólicos Eutróficos, Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico, Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico Cambisol Eutrófico, Rendzina e as Areias Quartzosas.

4) **Maior suscetibilidade**, identificado na região Central, na parte Norte abrangendo os municípios de Pedro Avelino, Angicos, Jandaíra, Afonso Bezerra, Macau e na parte Centro Sul o município de Currais Novos. Clima árido com índice de aridez maior que 65 e deficiência hídrica durante todo o ano. A vegetação apresenta um alto grau de xerofitismo, sendo classificada na parte Centro-Sul como Caatinga hiperxerófila subdesértica e na parte Norte predomina a Caatinga hiperxerófila, vegetação de praias e dunas, e os Manguesais na foz dos Piranha-Açu e Apodi-Mossoró. Quanto aos solos no extremo norte os mais suscetíveis são: Areias Quartzosas Distróficas, Areias Quartzosas Marinha distrófica, Solonchak Solonétzico, Solonetz Solodizado Latosol Vermelho Amarelo Distrófico. Na parte Centro-Sul apresentam menor suscetibilidade, são; os Bruno Não Cálcicos e os Litólicos Eutróficos.

Finalmente, observa-se que o clima, principalmente a sua variabilidade interanual, tem um papel importante nos processos de desertificação no RN. Um resumo dos resultados obtidos quanto as condições de suscetibilidade à desertificação é apresentado na quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Resumo da classificação das condições de suscetibilidade à desertificação, do ponto de vista climático (grau de aridez), da vegetação (grau de xerofitismo) e pedagógico (grau de fertilidade natural).

Grau de suscetibilidade	Clima	Vegetação	Solos
Menor suscetibilidade	<ul style="list-style-type: none"> - C seco sub úmido - C semi-árido - Índice de aridez < 45 - Déf. Híd. de 6 a 8 meses 	<ul style="list-style-type: none"> - F. perenifólia higrófila costeira (Mata Atlântica), - F. subperenifólia (incluindo cerrados e capoeira) e - F. subcaducifólia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, - Bruno Não Cálcico, - Planosol Solódico, - Cambisol Eutróficos, - Vertisol, - Solos Aluviais Eutróficos, - Rendizina, - Litólicos Eutróficos
Média suscetibilidade	<ul style="list-style-type: none"> - C. semi-árido - Índice de aridez entre 46 a 55 - Déf. Híd. de 8 a 10 meses 	<ul style="list-style-type: none"> - Caatinga Hipoxerófila (arbustos e árvores) - Cerrados e Tabuleiros - Manguesais - F. Ciliar de Carnaúba 	<ul style="list-style-type: none"> - Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico, - Podzólico Vermelho Amarelo E. Eutrófico, - Vertisol, - Solos orgânicos Eutróficos, - Solos Gley Eutróficos Indiscriminados, - Solos Litólicos Eutróficos, - Regosol Eutrófico

Suscetível	<ul style="list-style-type: none"> - C. Árido - Índice de aridez entre 56 a 65 - Déf. Híd. de 10 a 12 meses 	<ul style="list-style-type: none"> - Caatinga Hiperxerófila (arbustiva densa a esparsa) - Caatinga Hiperxerófila subdesértica (moitas isolada e cactáceas) - Cerrados 	<ul style="list-style-type: none"> - Latosol Vermelho Amarelo Distrófico, - Solonetz Solodizado, - Solos Aluviais Eutróficos, - Solos Litólicos Eutróficos, - Areias Quartzosas Distrófica
Maior suscetibilidade	<ul style="list-style-type: none"> - C. Hiper árido - Índice de aridez > 65 - Déf. Híd. durante todo o ano 	<ul style="list-style-type: none"> - Caatinga Hiperxerófila subdesértica "seridó", - Vegetação de praias e dunas, 	<ul style="list-style-type: none"> - Solonchak Solonétzico, - Solos Indiscriminados de Mangues, - Areias Quartzosas Distróficas, - Areias Quartzosas Marinhas Distróficas (Dunas)

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conforme os objetivos propostos e as hipótese levantadas nesse estudo, chegou-se as seguintes conclusões:

As condições climáticas, pedológicas e de vegetação dominantes no RN, são vulneráveis à desertificação.

O avanço dos processos de desertificação foram constatados em anos de El Niño e DASN, onde a deficiência pluviométrica, aumento da insolação e da temperatura do ar provocam um aumento no grau de aridez e nas áreas afetadas.

O recuo dos processos de desertificação ocorreram em anos de La Niña e DASP, os valores pluviométricos foram superiores, enquanto a insolação e a temperatura do ar foram inferiores as respectivas médias climatológicas, ocasionando uma diminuição no grau de aridez e nas áreas afetadas.

Em termos gerais os solos Norte-rio-grandenses possuem certa deficiência no grau de fertilidade natural, seja em relação aos nutrientes orgânicos ou minerais.

Regiões que os solos apresentam menor grau de suscetibilidade em fertilidade natural (centro -sul), são as que possuem maior vulnerabilidade em termos climáticos (deficiência hídrica). Visto que a média anual das precipitações variam em torno de 400 a 650 mm, não atendendo assim, as necessidades hídricas desses solos devido a alta evaporação.

Regiões que apresentaram maior suscetibilidade termos pedológicos (litoral oriental), são as de menor grau de suscetibilidade climática, a média anual das precipitações é superior a 1000 mm, favorecendo a formação vegetal, o que a torna mais exuberante e diversificada em todo o RN, de forma que essa fornecem matéria orgânica ao solo, suprimindo em parte a deficiência de fertilidade natural comum nessa região.

Áreas com maior suscetibilidade do ponto de vista climático, pedológico e vegetação, foram detectadas na região centro-norte do RN, principalmente, nos municípios de Macau, Pendências, Afonso Bezerra, Jandaíra e Angicos.

A flutuabilidade climática interanual produzido por fenômenos atmosféricos de grande escala, tipos de solos e vegetação, associados a fatores externos como ação antrópica desordenada, são os grandes responsáveis pelos processos de desertificação vericados no Rio Grande do Norte.

Após considerarmos essas conclusões, recomenda-se:

Ampliar a área de estudo englobando os Estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco, utilizando-se a mesma metodologia com o objetivo de verificar a contribuição da variabilidade climática nos processos de desertificação no semi-árido do NEB.

Verificar o índice do albedo em anos de El Niño, com o intuito de analisar e definir o seu grau de risco à desertificação. Visto que geralmente, todos os anos os agricultores preparam a terra antes do período chuvoso, através da retirada da vegetação e queimadas, no entanto, em anos de El Niño onde há redução nas precipitações, essas áreas antes preparadas para o plantio de subsistência, praticamente, ficaram com os solos desprotegidos da vegetação, o que possivelmente ocorrerá uma variação no albedo. Daí a importância de analisar tal situação.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER. A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil Intertropical**. Geomorfologia nº 53 IGEUG - USP, São Paulo, 1977, 19p.
- ARAGÃO, J. O. R ; ROUCOU, P.; HARZALLAH, A.; FONTAINE, B.; JANICOT, S. **Varabilité atmosphérique sur le Nordeste Brésilien dans le modèle de circulation générale du LMD (1970-1988)**. Publications de l'Association Internationale de Climatologie, Paris, 4 (7), p.432-438, 1994.
- ARAGÃO, J. O. R. **A general circulation model investigation of the atmospheric response to El Niño**. NCAR/CT 100, 1986, 144p.
- ARAGÃO, J. O. R. **Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil**. São José dos Campos, 1976. 51p. (Dissertação de Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- BJERKNES, J. **Atmospheric Teleconnections from the Equatorial Pacific** *Monthly Weather Review*, Boston, 97 (sf), p.163-172, 1969.
- CAVALCANTE, E. P. e SILVA, E. D. V. **Estimativa de temperatura do ar em função das coordenadas locais**. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8, 1994, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Meteorologia: 1994. 2v., v.1, p.154-158.
- CAVIEDES, C. N. **Secas and El Niño: two simultaneous climatic hazards in South American**. *Process Association American Geography* (5), p.44-49, 1972.

CHAN, S. C. Analises dos distúrbios de ondas de leste sobre o sul do Oceano Atlântico. São José dos Campos, 1990. 104p. (Dissertação de mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

CHARNEY, J. Dynamics of deserts and drought in the Sahel. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, London, 101 (428), p.193-202, 1975.

CHARNEY, J. A comparative Study of the effects of albedo change drought in semi-arid regions. **Journal of the Atmospheric Science**, Boston, (34), p.1366-1385, 1977.

CONTI, J. B. Desertificação nos Trópicos (proposta de metodologia de estudo aplicado ao Nordeste do Brasil). São Paulo, 1995. 270p.(Tese livre docência) - Universidade de São Paulo.

da SILVA, A. M. **Anomaly Atlas - sst - sea surface temperature**. UWM. Milwaukee. version UWM 1.05, approach, 1993, (DRAF).

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente** (Trad. de João Alves dos Santos). 3ed. Ed. Bertrand, Rio de Janeiro, 1994, 224p.

FERREIRA, D. G. ; MELO, H. P., RODRIGUES NETO, F. R. ; NASCIMENTO, P. J. S. A. **Desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnóstico e Perspectiva**. in: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza, 56 p.

FUNDAÇÃO GRUPO ESQUEL BRASIL. **Convenção Internacional de Combate à Desertificação nos Países seriamente afetados por secas e / ou desertificação, Particularmente na África**. Brasília, 1995, 18p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE. (IDEC), **Diagnóstico Estrutural do Rio Grande do Norte**. Natal, 1975, 60p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DO RIO GRANDE DO NORTE. (IDEC), **Perfil do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 1993, 210p.

- HULME, M. e KELLY, M. Desertication and Climate Change. **Environment**. London, 35 (6), p.4-45, 1993.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. (INPE), Climatologia dinâmica do Brasil. **Climanálise**, São José dos Campos, N^o Especial, 1986, 51p.
- JACOMINE, P. K. T; SILVA E RODRIGUES, F. B.; FORMIGA, R. A; ALMEIDA, J. C. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento dos Solos do estado do Rio Grande do Norte**. Ministério da Agricultura, DNPEA (Divisão de Pesquisa Pedológica), Recife, 1971, 531p. (Boletim Técnico, 21).
- KOUSKY, V. E. Diurnal rainfall Variation in Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, Boston, 108 (4), p.488 - 498, 1980.
- KOUSKY, V. E. e GAN, M. A. Upper Tropospheric Cyclonic Vortices in the Tropical South Atlantic. **Tellus**, Boston, (33), p.538 - 551, 1981.
- KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, Boston, 107 (3), p.1140-1153, 1979.
- KOUSKY, V. E., e CAVALCANTI, I. F. A Eventos oscilação do Sul-El-Niño: Características, evolução e anomalias de precipitação. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, 36 (11), p.1888-1899, 1984.
- LEITE, F. R. B., SOARES, A. M. L. e MARTINS, M. L. R. **Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará (2^a aproximação)**, in: SBSR, 7, 1993, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 1993. p.156-161.
- LIMA, M. C. e RAO, V. B. **Estudos de casos extremos (secas/enchentes) no leste da região Nordeste do Brasil**. in: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8,1994, Belo Horizonte. Anais ... Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Meteorologia: 1994. 2v., v. 2, p.46-47.
- MOLION, L. C. B. ENOS e o Clima do Brasil. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, 58 (10), p.23-29, 1989.

- MOURA, A. D. e J. SHUKLA. **Um estudo sobre a dinâmica das secas no Nordeste do Brasil: Observações, teoria e experimentos numéricos com um modelo global de circulação atmosférica.** São José dos Campos, 1980, 64p.
- NERI, M. S. A. **Processos de Desertificação: O caso de São José do Seridó/RN** Natal, 1982. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- NIMER, E. **Desertificação: Realidade ou Mito?** *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 50 (1), p.7-39, 1988.
- NOBRE, P. **Variabilidade Climática sobre o Atlântico Tropical parte I: Estudo de Componentes Principais.** in: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8, 1994, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Meteorologia: 1994. 2v., v. 2, p.88-92.
- OLIVEIRA, L. L. **Zona de Convergência do Atlântico Sul e suas influências no Regime de precipitação do Nordeste do Brasil.** São José dos Campos, 1984. 74p. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal.** Ed. Ceres, São Paulo, 1981, 220p.
- PHILANDER, S. G. **El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation.** Ed Academic Press, New York, 1989, p.8-57.
- RAO, V. B.; YAMAZAKI, Y.; RAO, T. V. R. **Diurnal tidal Oscillations in the meridional wind between 30 and 60km.** INPE - 759 - / 009, São José dos Campos, 1975.
- RODRIGUES E SILVA, F. B.; JACOMINE, P. K. T. E; ALMEIDA, J. C. **Aptidão Agrícola dos Solos do Estado do Rio Grande do Norte.** (Interpretação do levantamento exploratório de solos), Ministério da Agricultura, DNPEA (Divisão de Pesquisa Pedológica), Recife, 1973, 52p. (Boletim Técnico, 22).
- SERRA, A. B. **The general circulation over south American.** *Bulletim American Meteorologic Society*, Boston, (22), p173-179, 1941.

- SILVA, J. B. **Estatística Aplicada a Climatologia e a Ecologia Agrícola**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5, 1987, Belém. Anais... Belém, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: 1987. 180p.
- SILVA, M. L. N. **Variação temporal e espacial interdiária da precipitação da estação chuvosa do estado do Rio Grande do Norte em dois anos extremos**. Campina Grande, 1995. 23p. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Métodos Estatísticos e Climatologia Aplicados a Meteorologia) - Universidade Federal da Paraíba.
- SOLBRIG, O. T. **Destrucción o Transformacion del Paisaje Tropical Sudamericano**. *Revista Interciência*, Caracas, 13 (2), p.79-82, 1988.
- SOUZA, C. F. **Ritmo climático e irregularidades pluviométricas no Estado do Rio Grande do Norte**. São Paulo, 1985. 140p. (Dissertação de Mestrado) FFLCH - Universidade de São Paulo.
- SOUZA, M. J. N. de, MARTINS, M. L. R., SOARES, Z. M. L., FREITAS FILHO, M. R. de, **Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil**. in: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, Fortaleza, 1994, 26p.
- STRANG, D. M. G. **Configuração do ar superior e variabilidade das chuvas no Nordeste do Brasil**. C. T. A, São José dos Campos, 1983, 38p.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON DESERTIFICATION. **Desertification: Its causes and consequenses**, Pergamon Press, Oxford, 1977, 448p.
- UVO, C. R. B. ; NOBRE, C. A. A zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no Norte do Nordeste do Brasil. *Parte II* : influência dos ventos e TSM do Atlântico Tropical. in: **Climanálise**, São José dos Campos, 4 (10), p.39 - 47, 1989.
- VAREJÃO SILVA, M. A. **Estimativa do Balanço Hídrico Climático segundo Thornthwaite e Mather (1955)**, Recife, 1992.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de Desertificação no Nordeste Brasileiro**. ITC, SEAGRI, p.69-73, Recife, 1978.

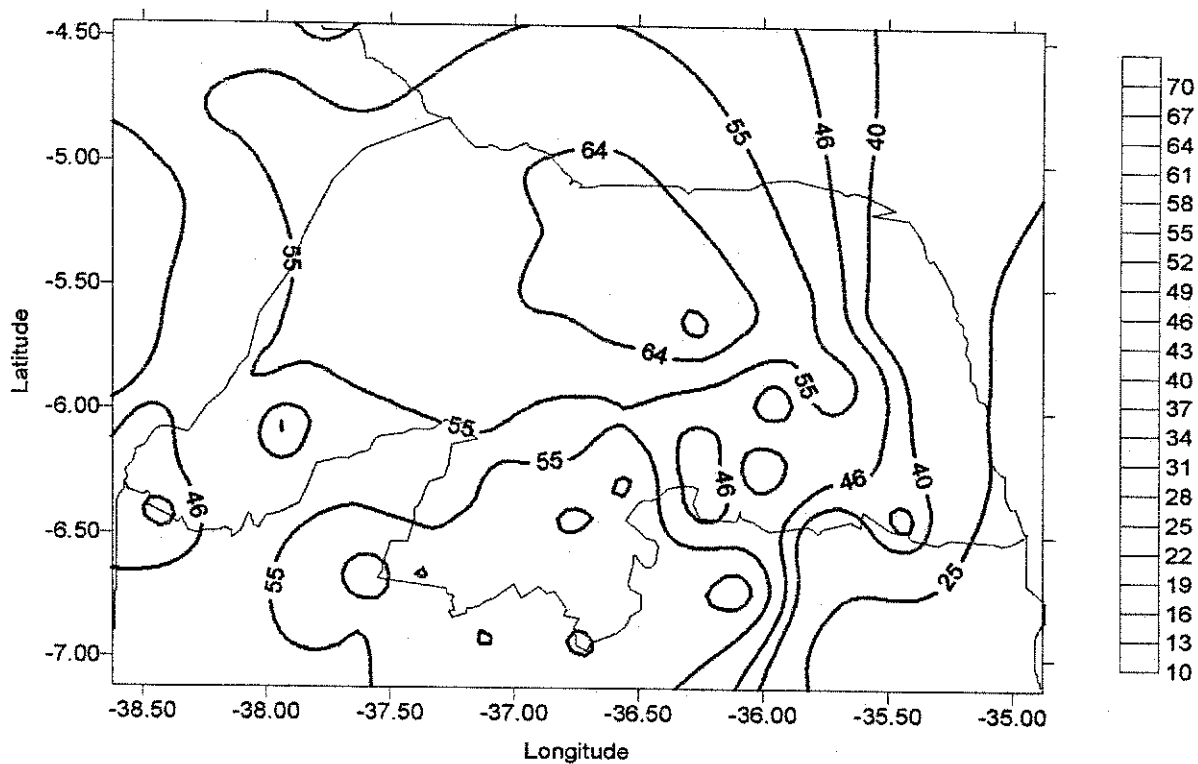
VIRJI, H. A. A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South American estimated from cloud winds. **Monthly. Weather Review**, Boston, 109 (5), p.599-610, 1981.

WYRTKI, K. **The southern Oscillation, Ocean-Atmopheric Interaction an El Niño**. University of Hawaii, Honolulu, 1981, 10p.

YAMAZAKI, Y. e RAO, V. B. Tropical cluodiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of Meteorological Society of Japan**, Tokio, 55 (2), p.205-207, 1977.

APÉNDICES

APÊNDICE A - Distribuição espacial dos índices médios de aridez para o Rio Grande do Norte e regiões fronteiras dos estados do Ceará e da Paraíba.



APÊNDICE B - Relação das localidades usadas nesse estudo.

Códigos	Municípios	Siglas	Ordem	Long W	Lat. Sul
3826884	Acari	Ac	1	36° 35'	6° 24'
2895974	A. Branca	ABr	2	37° 08'	4° 57'
3816382	Angicos	Ang	3	36° 36'	5° 40'
3817001	A. Bezerra	ABe	4	36° 30'	5° 30'
3823898	Alexandria	Ale	5	38° 01'	6° 25'
3815123	Açu	A	6	36° 54'	5° 35'
3814342	Apodi	Ap	7	38° 48'	5° 40'
3815737	A. Severo	ASv	8	37° 19'	5° 51'
3818989	B. Jesus	BJs	9	35° 34'	5° 59'
3825981	Caicó	Ca	10	37° 06'	6° 27'
3827466	C. Redondo	CRd	11	36° 11'	6° 14'
3819216	C. Mirim	CMi	12	35° 26'	5° 38'
3829779	Canguaretama.	Can	13	35° 07'	6° 23'
3814589	Caraúbas	Car	14	37° 34'	5° 47'
3827131	C. Corá	CCo	15	36° 21'	6° 03'
3827759	C. Ezequiel	CEq	16	36° 13'	6° 23'
3826844	Cruzeta	Crt	17	36° 47'	6° 24'
3826598	C. Novos	CNv	18	36° 31'	6° 16'
3836957	Equador	Eqr	19	36° 43'	6° 57'
3814163	F. Guerra	FGu	20	37° 42'	5° 35'
3826238	Florania	Flo	21	36° 49'	6° 07'
3804998	D. Rosado	GDR	22	37° 31'	5° 28'
3814606	Itaú	It	23	37° 59'	5° 50'
3807888	Jandaira	Jan	24	36° 04'	5° 25'
3818301	J. Angicos	JAn	25	36° 00'	5° 39'
3836146	J. Seridó	JSe	26	36° 47'	6° 35'
3818039	J. Camara	JCa	27	35° 49'	5° 32'
3817451	Lages	Lg	28	36° 15'	5° 42'
3824238	Lucrécia	Lc	29	37° 49'	6° 07'
3823822	L. Gomes	LGo	30	38° 24'	6° 25'
3806275	Macau	Mc	31	36° 38'	5° 07'

3824119	Martins	Mt	32	37° 55'	6° 05'
3823569	M. Vieira	MVr	33	38° 10'	6° 17'
3805431	Mossoró	Mos	34	37° 21'	5° 12'
3819657	Natal	Nt	35	35° 13'	5° 48'
3829915	N. Cruz	NCr	36	35° 26'	6° 28'
3836411	O.Branco	OBr	37	36° 47'	6° 42'
3836369	Parehas	Par	38	36° 40'	6° 41'
3824274	Patu	Pt	39	37° 38'	6° 06'
3823258	P. Ferros	PFe	40	38° 13'	6° 07'
3815583	Parau	Pa	41	37° 06'	5° 47'
3817025	P. Avelino	PAv	42	36° 32'	5° 31'
3806557	Pendencias	Pen	43	36° 43'	5° 15'
3816617	S. Rafael	SRf	44	36° 55'	5° 48'
3825766	S. Fernando	SFn	45	37° 11'	6° 23'
3818778	S. Pedro	SPd	46	35° 37'	5° 52'
3818847	S.P. Potengi	SPP	47	35° 46'	5° 54'
3826465	S. Vicente	SVc	48	36° 41'	6° 13'
3829155	S.J. Mipibu	SJM	49	35° 14'	6° 04'
3827499	S. Cruz	SCr	50	36° 01'	6° 14'
3816972	S.do Matos	SMT	51	36° 39'	5° 58'
3835322	S. N. Negra	SNN	52	37° 24'	6° 40'
3835462	S.J. Sabugi	SJS	53	37° 12'	6° 13'
3818282	Taipu	Tp	54	35° 36'	5° 12'
3809407	Touros	To	55	35° 28'	5° 12'
3813889	T. Grande	TGr	56	38° 04'	5° 56'
3815249	Upanema	Up	57	37° 16'	5° 38'
Est. PB					
3833413	A. Navarro	ANv	58	38° 27'	6° 44'
3838055	Araruna	Ara	59	35° 44'	6° 31'
3838962	Areia	Ar	60	35° 42'	6° 58'
3824396	B. B. do Cruz	BBC	61	37° 32'	6° 11'
3825701	Brejo do Cruz	BCr	62	37° 30'	6° 21'
3837488	B. S. Rosa	BSR	63	36° 04'	6° 43'
3834877	Condado	Con	64	37° 37'	6° 54'
3834389	D. de Malta	DMA	65	37° 34'	6° 41'
3833908	E. Ávido	EAv	66	38° 28'	6° 58'

3940225	J. Pessoa	JP	67	34° 53'	7° 07'
3839291	Mataraca	Mat	68	35° 04'	6° 36'
3845045	Patos	Pt	69	37° 17'	7° 01'
3833639	S. Gonçalo	SGç	70	38° 19'	6° 05'
3836715	S. Luzia	SLz	71	36° 56'	6° 52'
3835882	S. Mamede	SMD	72	37° 06'	6° 55'
Est. CE					
2884944	Fortim	Ft	73	37° 47'	4° 27'
3813472	Iracema	Ir	74	38° 09'	5° 43'
3812779	Jaguaribe	Jab	75	38° 37'	5° 53'
2894643	Jaguaruana	Jag	76	37° 48'	4° 50'
3803381	Limoeiro N.	LN	77	38° 06'	5° 09'
3803224	Morada N.	MN	78	38° 23'	5° 06'
2894413	Palhano	Pn	79	37° 57'	4° 44'
3823107	Pereiro	Pr	80	38° 28'	6° 03'
2893669	S.A. Russas	SAR	81	38° 10'	4° 50'

APÊNDICE C - Relação das localidades usadas nesse estudo com dados de temperaturas do ar observadas.

Códigos (estação)	Local	Altitude (em metros)	Long. Oeste (em graus)	Lat. Su (em graus)
	Natal/RN	8	35° 13'	5° 48'
82693	Cruzeta/RN	110	36° 47'	6° 24'
82691	Florânia/RN	240	36° 49'	6° 07'
82594	Macau/RN	2	36° 38'	5° 07'
82591	Mossoró/RN	15	37° 21'	5° 12'
82590	Apodi/RN	305	38° 48'	5° 40'
82696	Areia/PB	445	35° 42'	6° 58'
82798	João Pessoa/PB	5	34° 53'	7° 07'
82689	S. Gonçalo/PB	235	38° 19'	6° 50'
82791	Patos/PB	250	37° 17'	7° 01'
82795	C. Grande/PB	508	35° 52'	7° 13'
82491	Aracati/CE	10	37° 47'	4° 27'
82588	Morada Nova/CE	50	38° 23'	5° 06'

APÊNDICE D - Valores médios de precipitação (mm), para o estado do Rio Grande do Norte em anos normais, El Niño, DASN, La Niña e DASP.

Local	Normal	El Niño	DASN	La Niña	DASP	Altitude
Acari	528,6	388,9	315,7	744,2	719,4	330 m
A. Branca	609,5	471,6	378,6	753,3	1061,8	5 m
Angicos	543,5	449,6	348,8	789,7	899,9	109 m
A. Bezerra	537,3	423,2	341,3	733,1	891,0	80 m
Alexandria	782,2	705,5	568,2	1050,2	1228,5	315 m
Açu	585,9	517,4	431,5	842,3	1012,4	68 m
Apodi	742,5	643,6	572,3	1068,6	976,5	305 m
A. Severo	773,8	696,1	573,9	1045,4	1082,6	65 m
B. Jesus	913,9	753,2	622,8	997,8	896,2	89 m
Caicó	684,8	612,0	472,2	962,3	1022,4	143 m
C. Redondo	709,5	598,2	598,6	953,9	1026,4	520 m
C. Mirim	1079,9	850,2	949,9	1279,1	1506,9	40m
Canguaretama	1364,0	1195,1	1255,7	1539,5	1761,8	48 m
Caraúbas	660,8	519,5	429,4	914,9	927,7	146 m
Cerro Corá	578,5	475,7	402,6	813,6	870,3	590 m
C. Ezequiel	719,4	607,3	508,4	921,0	879,1	610 m
Cruzeta	578,4	470,3	533,1	785,5	675,2	140 m
Currais Novos	457,3	390,9	313,1.	701,4	743,4	350 m
Equador	459,0	318,4	214,5	488,0	611,6	500 m
Felipe Guerra	764,2	639,2	467,8	740,0	873,4	70 m
Florânia	657,0	536,4	411,5	906,9	995,7	210 m
G. D. S. Rosado	729,7	565,2	416,5	928,5	1035,2	36 m
Itaú	753,2	546,6	417,8	1026,9	941,3	130 m
Jandaíra	525,9	258,7	201,5	730,7	607,9	235 m
J. de Angcos	528,7	459,9	362,3	722,7	754,8	150 m
J. do seridó	571,4	506,6	358,0	796,7	836,5	220 m
J. Câmara	644,5	508,3	598,0	867,9	877,2	140 m
Lages	414,7	331,8	210,4	628,5	735,3	198 m
Lucrécia	928,6	783,9	788,5	1031,6	1235,9	235 m
Luiz Gomes	929,6	803,1	700,7	1078,9	1290,7	640 m

Macau	537.6	367.3	389.9	921.0	750.3	2 m
Martins	1106.8	1052.3	869.6	1458.8	1626.3	645 m
M. Vieira	795.5	660.5	517.8	1001.7	1124.4	195 m
Mossoró	672.5	423.0	435.0	750.4	1093.0	15 m
Natal	1562.7	1341.4	1294.3	1688.4	2375.1	8 m
Nova Cruz	746.7	580.3	641.0	745.0	737.4	90 m
Ouro Branco	590.8	525.9	362.0	795.8	881.1	195 m
Parelhas	561.0	517.1	372.5	738.4	872.7	325 m
Patu	880.2	774.5	839.4	1132.4	1037.7	305 m
P. dos Ferros	772.0	758.7	619.9	891.6	1085.4	175 m
Paraú	654.5	528.4	474.1	836.9	1029.7	38 m
P. Avelino	480.2	342.7	286.8	711.4	846.1	97 m
Pendências	603.6	440.3	466.7	877.8	939.1	20 m
São Rafael	717.6	605.4	405.3	904.8	1071.9	70 m
São Fernando	765.5	622.4	519.3	939.6	849.3	135 m
São Pedro	662.9	455.8	448.4	766.3	846.9	75 m
S. P. do Potengi	557.2	592.5	409.6	710.2	715.0	97 m
S. J. do Sabugi	636.7	592.5	464.5	900.1	976.4	175 m
S. J. do Mipibu	1281.3	1069.6	1110.6	1588.5	1986.9	50 m
S. do Matos	737.0	601.4	341.4	1053.8	1125.2	140 m
São Vicente	572.4	423.8	352.8	809.7	852.5	320 m
São Cruz	514.5	409.9	397.1	650.8	747.3	240 m
S. N. do Norte	758.1	581.0	443.7	980.7	1088.9	160 m
Tab. Grande	817.6	661.9	532.4	1040.8	990.1	180 m
Taipu	860.7	959.3	954.0	1188.4	1170.1	50 m
Touros	1037.1	890.1	892.2	1365.8	1485.8	4 m
Upanema	661.5	649.5	525.4	802.8	1131.8	45 m

APÊNDICE E- Classificação dos tipos de solos do estado do Rio Grande do Norte, conforme (Rodrigues et al, 1968).

Solos com horizontes B e Latossólico (não hidromórficos)

- LVd1** - Latosol Vermelho Amarelo Distrófico - textura argilosa fase floresta subcaducifólia relevo plano.
- LVd2** - Latosol Vermelho Amarelo Distrófico - textura média fase floresta subperenifólia relevo plano.
- LVd3** - Latosol Vermelho Amarelo Distrófico - textura média fase floresta subcaducifólia relevo plano.
- LVe1** - Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico - textura argilosa fase floresta subcaducifólia relevo plano.
- LVe2** - Associação de: Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico - textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Areias Quartzosas Distrófica fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico latossólico textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano.
- LVe3** - Associação de: Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico - textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Cambisol Eutrófico com A fraco raso textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.
- LVe4** - Associação de : Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico - textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abruptico plinthico textura argilosa fase concrecionária caatinga hiperxerófila relevo plano.

Solos com horizonte B textural e argila de atividade baixa (não hidromórficos)

- PV1** - Podzólico Vermelho Amarelo abrupto plinthico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano.
- PE1** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - orto fase floresta caducifólia relevo ondulado e forte ondulado e Solos Litólicos Eutrófico com A fraco textura arenosa e/ ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito e Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico - textura argilosa intermediário para Cambisol Eutrófico fase floresta subcaducifólia relevo suave ondulado.
- PE2** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - textura média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado.
- PE3** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - textura média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Bruno Não Cálcico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutrófico com A fraco textura arenosa e/ ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaisse e granito.
- PE4** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - textura média fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado e Bruno Não Cálcico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado.
- PE5** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Regosol Eutrófico com fragipan fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e Bruno Não Cálcico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutrófico com A fraco

textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave onduado substrato gnaisse e granito.

- PE6** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutróficos abruptos textura média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico textura média intermediário para Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hiperxerófila relevo plano.
- PE7** - Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto textura argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo ondulado.
- PE8** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto textura argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto plinthico textura média fase concrecionária caatinga hipocerófila relevo plano.
- PE9** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto plinthico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano e Planosol Solódico com A fraco fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
- PE10** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto plinthico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado substrato gnaisse e granito.
- PE11** - Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

Solos com horizonte B textural e argila de atividade alta (não hidromórficos)

- PE12** - Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - argila de atividade alta abrupto plinthico textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
- PE13** - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - argila de atividade alta abrupta plinthico textura média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ou moderado textura média e/ou argilosa fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado substrato calcário e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico argila de atividade alta abrupto plinthico textura média fase seixosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
- NC1** - Associação de: Bruno Não Cálcico - fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito.
- NC2** - Associação de: Bruno Não Cálcico - fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico - textura média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato gnaisse e granito.
- NC3** - Associação de: Bruno Não Cálcico - fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaisse e granito e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.
- NC4** - Associação de: Bruno Não Cálcico - fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado e

forte ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse e granito.

NC5 - Associação de: Bruno Não Cálculo - fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato micaxisto e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

NC6 - Associação de Bruno Não Cálculo vértico fase pedregosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse e granito e Bruno Não Cálculo fase pedregosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado.

NC7 - Associação de: Bruno Não Cálculo vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrupto textura média fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaisse e granito.

NC8 - Associação de: Bruno Não Cálculo vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

NC9 - Associação de: Bruno Não Cálculo vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Bruno Não Cálculo fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

NC10 - Associação de: Bruno Não Cálcico vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos, com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato gnaisse e granito e Bruno Não Cálcico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

NC11-Associação de: Bruno Não Cálcico variação TAIPU fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

PLANOSOLS

PL1 - Associação de: Planosol Solódico com A fraco fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo abruptico plinthico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

PL2 - Associação de: Planosol Solódico com A fraco fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito.

PL3 - Associação de: Planosol Solódico com A fraco fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito.

Solos com horizonte B incipiente (não hidromórficos)

Ce1-Associação de: Cambisol Eutrófico com A fraco e/ou moderado textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ou moderado textura média e/ou argilosa fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.

Ce2 - Associação de: Cambisol Eutrófico com A fraco e/ou moderado textura argilosa fase hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

- Ce3** - Associação de Cambisol Eutrófico com A fraco e/ou moderado textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Cambisol Eutrófico com A fraco raso textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.
- Ce4** - Associação de: Cambisol Eutrófico com A fraco e/ou moderado textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ou moderado textura média e/ou argilosa fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.
- Ce5** - Associação de: Cambisol Eutrófico com A fraco raso textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Rendizina variação BÚZIOS fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e Cambisol Eutrófico com A fraco textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.

VERTISOLOS

V1-VERTISOL fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

V2 - Associação de: Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relevo plano e Rendizina fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

V3 - Associação de: Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relevo plano.

Solos halomórficos

SS1 - Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

SS2 - Associação de: Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase

pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado substrato gnaisse e granito e Afloramento de rocha.

SK1 - Solonchak Solonétzico textura indiscriminada fase relevo plano.

SK2 - Associação de: Solonchak Solonétzico textura indiscriminada fase relevo plano e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relevo plano.

SM - Solos Indiscriminados de Mangues textura indiscriminada fase relevo plano.

Solos hidromórficos (greyzados ou orgânicos)

HOe - Solos Orgânicos Eutróficos fase campos de várzea relevo plano.

HGe1 - Associação de: Solos Gley Eutróficos Indiscriminados textura indiscriminada fase campos de várzea relevo plano e Solos Orgânicos Eutróficos fase campos de várzea relevo plano.

HGe2 - Associação de: Solos Gley Eutróficos Indiscriminados textura indiscriminada fase campos de várzea relevo plano e Solos Orgânicos Eutróficos fase campos de várzea relevo plano e Vertisol fase campos de várzea relevo plano.

Solos pouco desenvolvidos (não hidromórficos)

Ae1 - Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta de várzea relevo plano.

Ae2 - Associação de: Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta de várzea relevo plano e Solos Gley Eutróficos Indiscriminados textura indiscriminadas fase campos de várzea relevo plano.

Ae3 - Associação de: Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta de várzea relevo plano e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase floresta de várzea relevo plano.

- Ae4** - Associação de: Solos Aluviais Eutróficos textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relevo plano e Solos Halomórficos Indiscriminados textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relevo plano.
- RZ1** - Associação de: Rendzina fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ou moderado textura média e/ou argilosa fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.
- RZ2** - Associação de: Rendzina fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Cambisol Eutrófico, com A fraco raso textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Solos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ou moderado textura média e/ou argilosa fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário.
- Re1** - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco e/ou moderado textura média e/ou argilosa fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano substrato calcário e Afloramento de rocha.
- Re2** - Solos Litólicos Eutróficos com a fraco textura média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato micaxisto.
- Re3** - Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato micaxisto.
- Re4** - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com a fraco textura média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato micaxisto e Bruno Não Cálculo fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado.
- Re5** - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com a fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granitio e Podzólico Vermelho Amarelo

Equivalente Eutrófico, raso textura média cascalhenta fase caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado e Afloramento de rocha.

Re6 - substrato gnaiss e granito e Bruno Não Cálcico vértico fase pedregosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado.

Re7 - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado substrato gnaiss e granito e Bruno Não Cálcico fase pedregosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e Afloramento de rocha.

Re8 - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato gnaiss e granito e Planosol Solódico com A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Afloramento de rocha.

Re9 - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com a fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaiss e granito e Solonetz Solodizado textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e Bruno Não Cálcico vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Re10 - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaiss e granito e Solonetz Solodizado, textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e Afloramento de rocha.

Re11 - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaiss e granito e Regosol Eutrófico, com fragipan fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Solonetz Solodizado, textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

Re12 - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com a fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave

ondulado e ondulado substrato gnaiss e granito e Bruno Não Cálcico, fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Regosol Eutrófico, com fragipan fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

- Re13** - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato gnaiss e granito e Bruno Não Cálcico vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Vertisol fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
- Re14** - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaiss e granito e Afloramento de rocha.
- Re15** - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos, com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss e granito e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado e Afloramento de rocha.
- Re16** - Associação complexa de: Solos Litólicos Eutróficos, com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss e granito e Afloramento de rocha.
- Re17** - Associação complexa de: Solos Litólicos Eutróficos com A fraco textura arenosa fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato quartzito e Afloramento de rocha.
- REe1** - Associação de Regosol Eutrófico com fragipan fase rochosa caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e ondulado e Planosol Solódico, com A fraco fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo abruptico plinthico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano.
- REe2** - Associação de: Regosol Eutrófico com fragipan fase rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, raso textura média cascalhenta fase

caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e Solos Litólicos Eutróficos, com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Solos areno-quartzosos profundos (não hidromórficos)

AQd1 - Areias Quartzosas Distróficas fase cerrado relevo plano.

AQd2 - Associação de: Areias Quartzosas Distróficas fase floresta subperenifólia relevo plano e Areias Quartzosas Distróficas fase cerrado relevo plano e Latsol Vermelho Amarelo Distrófico, textura média fase floresta subperenifólia relevo plano.

AQd3 - Associação de: Areias Quartzosas Distróficas fase cerrado relevo plano e Podzólico Vermelho Amarelo, com fragipan textura média fase floresta subperenifólia relevo plano e Latosol Vermelho Amarelo Distrófico textura média fase floresta subperenifólia relevo plano.

AQd4 - Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

AQd5 - Associação de: Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo plano e Podzólico Vermelho amarelo Equivalente Eutrófico abríptic textura média fase caatinga hipoxófila relevo plano e Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

AQd6 - Associação de: Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hiperxerófila relevo plano e Latosol Vermelho Amarelo Eutrófico textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxófila relevo plano e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico latossólico textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

AQd7 - Associação de: Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo plano e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico abrúptico plinthico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

AMd - Areias Quartzosas Marinhas Distróficas (dunas) fase relevo suave ondulado ondulado.