



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

JANDER BARBOSA MONTEIRO

**CHOVER, MAS CHOVER DE MANSINHO: desastres naturais e chuvas
extremas no Estado do Ceará**

FORTALEZA – CEARÁ

2011

JANDER BARBOSA MONTEIRO

CHOVER, MAS CHOVER DE MANSINHO: desastres naturais e chuvas extremas no
Estado do Ceará

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia, do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Rodriguez de Carvalho Pinheiro

FORTALEZA – CEARÁ
2011

M775c Monteiro, Jander Barbosa
Chover, mas chover de mansinho: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará/ Jander Barbosa Monteiro. — Fortaleza, 2011.
198p. : il.
Orientador: Prof. Dr. Daniel Rodriguez de C. Pinheiro
Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia.
1. Desastre natural. 2. Vulnerabilidade socioambiental. 3. Medidas mitigatórias.
I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência e Tecnologia .

CDD: 910.02

JANDER BARBOSA MONTEIRO

CHOVER, MAS CHOVER DE MANSINHO: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia, do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

Aprovada em: 18/03/2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Rodriguez de Carvalho Pinheiro (Orientador)

Universidade Estadual do Ceará – UECE

Profa. Dra. Maria Elisa Zanella

Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Fábio Perdigão Vasconcelos

Universidade Estadual do Ceará - UECE

AGRADECIMENTOS

A colaboração de inúmeros personagens que participaram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho foi imprescindível e fundamental para as ideias e para a sua materialização. Assim, gostaria de agradecer:

Primeiramente a Deus, por ter me possibilitado o ingresso em um Curso de Mestrado, uma das melhores experiências já vivenciadas por mim.

Ao Prof. Dr. Daniel Rodriguez de Carvalho Pinheiro, meu orientador e um ótimo profissional, que deu contribuições metodológicas fantásticas e sugestões fundamentais para um melhor desenvolvimento do projeto de pesquisa.

À Profa. Dra. Maria Elisa Zanella pelo imenso apoio prestado no decorrer da pesquisa, mas principalmente por ter me encorajado a pesquisar sobre esta maravilhosa temática de estudo ainda pouco trabalhada no Estado do Ceará. Suas contribuições foram de suma importância, e seu entusiasmo me fez desenvolver uma grande paixão pelo objeto de estudo.

Ao Prof. Doutorando Paulo Roberto Lopes Thiers, que auxiliou na confecção dos mapas temáticos da pesquisa, os quais foram extremamente importantes para análise do resultados alcançados.

Aos meus pais (João Gonçalves Monteiro e Lauricélia Maria Barbosa Monteiro), que me deram todo o apoio emocional, estrutural e financeiro para conseguir ingressar em um curso de Mestrado. Serei eternamente grato a vocês.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro, disponibilizando uma bolsa de estudos, fundamental para o desenvolvimento da pesquisa.

À Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará, que, na figura de Alísio Silva Santiago, foi muito solícita, disponibilizando importantes informações qualificadas que foram utilizadas neste trabalho de pesquisa.

Ao Programa de Educação Tutorial – PET do Curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará – UFC, que proporcionou um grande amadurecimento e envolvimento com a pesquisa acadêmica, fundamental para a inserção em um Mestrado Acadêmico.

À pesquisadora Dra. Terezinha de Maria B. S. Xavier, pelo incentivo prestado no desenvolvimento da pesquisa e por ter implantado a técnica dos quantis no estudo de eventos extremos para o Estado do Ceará, a qual foi fundamental para o estudo desenvolvido nesta dissertação.

À Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, que, na figura de Namir Mello, disponibilizou informações qualificadas extremamente importantes para o desenvolvimento da pesquisa.

Às amigas Luana Lima Bandeira e Juliana Felipe Farias, pelo apoio prestado na tabulação de alguns dados no início da pesquisa.

Aos amigos Tiago Rodrigues da Rocha, Anderson Rodrigues da Costa, Andressa Braz Rodrigues, Caroline Vítor Loureiro e Carla Roberta da Silva Vítor pelo apoio prestado principalmente em períodos de grandes dificuldades enfrentadas no decorrer do Mestrado.

*“Oh! Deus, perdoe este pobre coitado
Que de joelhos rezou um bocado
Pedindo pra chuva cair sem parar
Oh! Deus, será que o senhor se zangou
E só por isso o sol arretirou
Fazendo cair toda a chuva que há
Senhor, eu pedi para o sol se esconder um tiquinho
Pedi pra chover, mas chover de mansinho
Pra ver se nascia uma planta no chão
Oh! Deus, se eu não rezei direito o Senhor me perdoe,
Eu acho que a culpa foi
Desse pobre que nem sabe fazer oração
Meu Deus, perdoe eu encher os meus olhos de água
E ter-lhe pedido cheinho de mágoa
Pro sol inclemente se arretirar
Desculpe eu pedir a toda hora pra chegar o inverno
Desculpe eu pedir para acabar com o inferno
Que sempre queimou o meu Ceará”*

Waldeck Artur de Macedo (Gordurinha) – Súplica Cearense

RESUMO

Na década de 1940, 26% dos brasileiros habitavam áreas urbanas. Esse número aumentou consideravelmente e, na década de 2000, chegou a 80%. Essa urbanização também significou maior impermeabilização do solo, edificação nas várzeas, canalização dos rios e riachos, etc. (CUNHA, 2006). A urbanização significou uma maior possibilidade de desastres naturais. No Estado do Ceará, há notícias de dois tipos de desastres naturais: a estiagem e as inundações das cidades. Por isso, esta pesquisa discute estatisticamente (através da técnica dos quantis) quais são os valores normais para a chuva no Estado do Ceará em 30 anos (1980 a 2009). A pesquisa também avalia sinais de impactos socioambientais associados a desastres naturais no período de 2001 a 2009. No final, sugere-se uma elaboração de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que analisaria episódios de chuvas extremas e informa a possibilidade de desastres naturais. Para atingir aqueles objetivos foi realizada uma pesquisa documental na: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e na Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Estado do Ceará (CEDEC). Depois foi feita uma revisão da definição de desastre natural, ameaça, vulnerabilidade, risco e dos métodos de investigação científica do banco de dados chamado: Emergency Events Database – EM-DAT. O resultado do exame dos decretos de *situação de emergência*, de *estado de calamidade pública* e a quantidade de pessoas atingidas por estiagens ou inundações mostram que esses desastres naturais no Estado do Ceará são recorrentes. Em muitas cidades do Ceará há sinais de vulnerabilidade social e ambiental. As cidades do Ceará não estão preparadas para enfrentar as estiagens ou inundações. Mesmo em situação de risco, as comunidades e os governos não costumam tomar medidas preventivas ou mitigatórias. Os custos econômicos, financeiros e emocionais da reconstrução das cidades atingidas por desastres naturais (R\$ 1,1 bilhões) são onze vezes maiores do que os gastos com prevenção (R\$ 100 milhões). Evitar a ocorrência dos desastres naturais talvez seja impossível. Mas é possível minimizar seus efeitos.

Palavras-chave: Desastre natural; Vulnerabilidade socioambiental; Medidas mitigatórias.

ABSTRACT

In the 1940s, 26% of Brazilians lived in urban areas. This number has increased dramatically and in the 2000s, reached 80%. This also meant urbanization: increased soil sealing, building in floodplains, canalization of rivers and streams, etc. (Cunha, 2006). Urbanization it meant a greater likelihood of natural disasters. In Ceará, there are reports of two types of natural disasters: drought and flooding towns. Therefore, this research discusses statistically (using the technique of *quantiles*) what are the normal values for rain in Ceará State in 30 years (1980-2009). The survey also assesses signs of environmental impacts associated with natural disasters from 2001 to 2009. In the end, we suggest a development of a Geographic Information System (GIS) to analyze episodes of extreme rainfall and the possibility informs natural disasters. To achieve these objectives we conducted a survey in the documentary: Ceará Foundation for Meteorology and Water Management (FUNCEME) State Coordination of Civil Defense of the State of Ceara (CEDEC). Then, a review was made of the definition of natural disaster, threat, vulnerability, risk, and methods of scientific investigation of databases called: Emergency Events Database (EM-DAT). The test result of the decrees of emergency, state of public calamity and the number of people affected by droughts or floods show that these natural disasters in the State of Ceara are recurrent. In many cities of Ceara have signs of social and environmental vulnerability. Cities of Ceara are not prepared to deal with droughts or floods. Even in under risk, communities and governments tend not to take preventive measures or mitigation. The economic costs, financial and emotional reconstruction of cities affected by natural disasters (U.S. \$ 628 million) is eleven times greater than spending on prevention (U.S. \$ 59 million). Prevent the occurrence of natural disasters is perhaps impossible. But you can minimize its effects.

Keywords: Natural disasters, social and environmental vulnerability, mitigation.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Classificação dos desastres naturais em relação à intensidade, segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil.....	29
TABELA 2	Postos pluviométricos selecionados por região pluviométrica homogênea.....	60
TABELA 3	Tabela 3 – Modelo de formatação dos valores agrupados para posterior aplicação da técnica dos quantis para uma região pluviométrica homogênea do Estado do Ceará (Litoral 1).....	65
TABELA 4	Oceanic Niño Index para os anos de 1979 a 2010.....	84
TABELA 5	Fenômenos ENOS, dipolo do Atlântico e situação climática dos anos da série histórica 1980-2009 através da técnica dos quantis.....	86

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Zona de conflito entre sociedade e natureza: origem dos desastres.....	26
FIGURA 2	População Mundial e frequência anual de desastres naturais para todo o globo.....	31
FIGURA 3	Atuação da ZCIT no dia 9 de abril de 2009, causando fortes pancadas de chuva no setor Norte da região Nordeste.....	36
FIGURA 4	Atuação de uma frente fria que provocou chuvas no Estado da Bahia, no dia 07 de abril de 2010.....	37
FIGURA 5	VCAN em atuação no setor Norte do Nordeste do Brasil, no dia 9 de janeiro de 2011, causando fortes chuvas no Estado do Ceará.....	38
FIGURA 6	Linha de instabilidade em atuação nas regiões Norte/Nordeste do Brasil, no dia 01 de agosto de 2008.....	39
FIGURA 7	CCM atuando em parte do litoral cearense, ocasionando chuva de 135 mm na cidade de Fortaleza, na madrugada do dia 5 de janeiro de 2011.....	40
FIGURA 8	Onda de leste atuando no dia 17 de junho de 2010, causando fortes pancadas de chuva em parte do litoral nordestino.....	41
FIGURA 9	Áreas selecionadas no projeto “Tempo de Chuva” para cálculos de temperaturas no Atlântico Intertropical.....	43
FIGURA 10	Região Niño $\frac{3}{4}$ no Oceano Pacífico equatorial.....	44
FIGURA 11	Figura 11 – Classificação dos riscos ambientais.....	51
FIGURA 12	Divisão do Estado do Ceará em regiões pluviométricas homogêneas.....	59
FIGURA 13	Localização dos postos pluviométricos por região pluviométrica homogênea.....	64
FIGURA 14	Modelo esquemático das classes quantílicas para a Região Pluviométrica Homogênea - RPH Litoral 1 (Litoral oeste do Estado do Ceará).....	66
FIGURA 15	Valores anuais estabelecidos para a RPH Litoral 1.....	74

FIGURA 16	Valores anuais estabelecidos para a RPH Litoral 2.....	75
FIGURA 17	Valores anuais estabelecidos para a RPH Litoral 3.....	76
FIGURA 18	Gráfico da pluviosidade anual dos postos FUNCEME e PICI de 1990 a 2007.....	77
FIGURA 19	Gráfico de Dispersão entre posto pluviométrico FUNCEME e PICI.....	77
FIGURA 20	Valores anuais estabelecidos para a RPH Maciço de Baturité.....	78
FIGURA 21	Valores anuais estabelecidos para a RPH Ibiapaba.....	79
FIGURA 22	Valores anuais estabelecidos para a RPH Jaguaribana.....	80
FIGURA 23	Valores anuais estabelecidos para a RPH Cariri.....	81
FIGURA 24	Valores anuais estabelecidos para a RPH Sertão Central e Inhamuns.....	82
FIGURA 25	Dipolo da TSM no Atlântico Intertropical no período de 1964 a 2010.....	86
FIGURA 26	Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 1993.....	90
FIGURA 27	Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2005.....	93
FIGURA 28	Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2006.....	94
FIGURA 29	Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2008.....	95
FIGURA 30	Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2009.....	96

FIGURA 31	Exemplo da componente meridional da “pseudo-tensão” do vento no mês de abril do ano de 1974.....	98
FIGURA 32	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 1.....	101
FIGURA 33	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 1.....	103
FIGURA 34	Registros de inundações, número de pessoas atingidas, decretações de emergência e estado de calamidade pública nos municípios da RPH Litoral 2.....	104
FIGURA 35	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 2.....	106
FIGURA 36	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 3.....	107
FIGURA 37	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 3.....	108
FIGURA 38	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Maciço de Baturité.....	109
FIGURA 39	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Maciço de Baturité.....	110
FIGURA 40	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Ibiapaba.....	111
FIGURA 41	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Ibiapaba.....	112
FIGURA 42	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Jaguaribana.....	113
FIGURA 43	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Jaguaribana.....	114
FIGURA 44	Reservas hídricas do Estado do Ceará e na RPH Jaguaribana.....	115

FIGURA 45	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Cariri.....	117
FIGURA 46	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Cariri.....	119
FIGURA 47	Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns.....	120
FIGURA 48	Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns.....	122
FIGURA 49	Valores estabelecidos para os quantis da quadra chuvosa do Estado, por Região Pluviométrica Homogênea – RPH.....	126
FIGURA 50	Municípios em alerta de estiagem ou inundações no Estado do Ceará para o ano de 2010.....	127
FIGURA 51	Exemplo prático da utilização do SIG.....	128

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AVADAN** – Formulário de avaliação de danos
- CCM** – Complexo Convectivo de Mesoescala
- CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEDEC** – Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Ceará
- CEPAL** – Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
- CPC** – Climate Prediction Center
- CPTEC** – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
- CRED** – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
- ECP** – Estado de Calamidade Pública
- EM-DAT** – Emergency Events Database
- ENOS/ENSO** – El Niño/LaNiña Southern Oscillation
- FUNCEME** – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
- GIS** – Geographic Information Systems
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- IT** – Instabilidade Tropical
- NATCAT** – National Cat Protection Society
- NOAA** – National Oceanic and Atmosphere Administration
- OFDA** – Office of Foreign Disaster Assistance
- OMM** – Organização Meteorológica Mundial
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PIRATA** – Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic
- RPH** – Região Pluviométrica Homogênea
- SE** – Situação de Emergência
- SIG** – Sistema de Informação Geográfica
- SINDEC** – Sistema Nacional de Defesa Civil
- TSM** – Temperatura da Superfície Marítima

UGI – União Geográfica Internacional

UNDP – United Nations Development Programme

VCAN – Vórtice Ciclônico de Alto Nível

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	CRITÉRIOS TEÓRICOS E OPERACIONAIS PARA O ENTENDIMENTO DOS DESASTRES NATURAIS.....	23
2.2	OS DESASTRES NATURAIS NO BRASIL.....	31
2.3	OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS CAUSADORES DE CHUVA NO NORDESTE BRASILEIRO.....	35
2.4	A INFLUÊNCIA DOS OCEANOS SOBRE A CHUVA NO CEARÁ.....	42
2.5	RISCO URBANO, AMEAÇA E VULNERABILIDADE: TRÊS CONCEITOS INTER-RELACIONADOS.....	45
3	MATERIAIS E TÉCNICAS	55
3.1	A TÉCNICA DOS QUANTIS.....	55
3.2	A METODOLOGIA PRESENTE NO BANCO DE DADOS EM-DAT PARA DECRETAR DESASTRES NATURAIS.....	67
3.3	O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG COMO FERRAMENTA QUE AUXILIA NA DETECÇÃO DE SINAIS DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS.....	70
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	73
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ ATRAVÉS DA TÉCNICA DOS QUANTIS.....	73
4.2	ANOS EXTREMOS (MUITO SECOS E MUITO CHUVOSOS) NO ESTADO DO CEARÁ, NO PERÍODO DE 1980-2009.....	83
4.3	SINAIS DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ.....	98

4.4	GERENCIAMENTO DE DESASTRES NATURAIS: A CONTRIBUIÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) PARA A CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE ALERTA NO ESTADO DO CEARÁ.....	123
5	CONCLUSÕES.....	130
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
	REFERÊNCIAS.....	139
	APÊNDICES.....	145

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização em escala planetária atingiu, no final do século XX e neste início de século XXI, índices consideravelmente elevados, constatando-se que, atualmente, a população do planeta é majoritariamente urbana. Entre 1940 e 1980, observa-se uma inversão quanto ao lugar de residência da população brasileira, com um aumento considerável do índice de urbanização, que era de 26% na década de 1940, 68% em 1980 (SANTOS, 1993), chegando a 83,5% da população total brasileira no ano de 2007, segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (PÉCORA, 2009). Observando as estimativas para as próximas décadas, acredita-se que o processo de urbanização tende a expandir-se ainda mais, e um grande contingente populacional estará habitando as áreas urbanas.

Na medida em que se expande o processo de urbanização desordenada, aumenta, também, a preocupação com os impactos dos desastres naturais sobre a sociedade, os quais podem causar diferentes danos à qualidade de vida humana, como: elevados números de mortos e feridos, altos índices de doenças e de desabrigados, perdas econômicas, impactos no meio ambiente etc.

Observando o processo de urbanização que ocorre nos países de economia periférica e sob influência da globalização excludente, como no Brasil, podemos destacar que esse processo se deu de forma rápida e concentrada, intensificando a exclusão socioespacial nas principais regiões metropolitanas e em outras regiões de maior dinâmica econômica. Tal fato

“Está intimamente ligado às políticas desenvolvimentistas de alocação de investimentos nas grandes capitais nacionais e regionais (iniciada nos anos de 1930), o que culminou num forte desequilíbrio econômico inter e intra-regionais, favorecendo, essencialmente o crescimento do êxodo rural em quase todo o país” (ALMEIDA, 2006, p. 183).

Com o crescimento desenfreado das cidades, estas passam a apresentar inúmeros problemas, relacionados, sobretudo, ao “inchaço” populacional. As próprias atividades urbanas (indústria, comércio, serviços etc.) não conseguiram absorver a maioria dos migrantes rurais, resultando em um grande número de desempregados, formando populações marginalizadas e segregadas social e espacialmente. Essa população passou a habitar ambientes instáveis na cidade do ponto de vista natural (como margens de rios e lagoas, encostas íngremes etc.), contribuindo consideravelmente para um incremento dos impactos socioambientais associados a desastres naturais.

Nos últimos anos, pudemos observar um aumento da frequência de impactos nas cidades brasileiras relacionados a desastres naturais, principalmente nas grandes metrópoles, devido a uma maior pressão sobre o solo e à presença de uma população cada vez mais vulnerável a esses impactos.

Os desastres naturais mais frequentes no Brasil são as inundações urbanas, os deslizamentos de terra, as secas e a erosão, e, nesse sentido, os estudos dos impactos das precipitações têm um grande significado nas áreas urbanas brasileiras, principalmente pela possibilidade de serem relacionados às inundações, que vêm causando, a cada ano, sérios prejuízos à população, principalmente em áreas localizadas próximas aos leitos dos rios.

Esses impactos pluviais gerados por eventos de chuvas extremas são, na maioria das vezes, enquadrados na categoria de desastres naturais, dependendo de sua magnitude e extensão espacial (BRANDÃO, 2001).

No Estado do Ceará, podemos observar frequentemente dois tipos desses desastres naturais que ocorrem com maior frequência no Brasil: as estiagens e as inundações urbanas. Ambos estão relacionados às chuvas (seja pela ocorrência ou não destas), e, nesse contexto, vemos a importância de se analisar os desastres naturais desencadeados pela baixa pluviosidade ou por

episódios pluviométricos intensos, os riscos a que estão sujeitos os indivíduos que habitam áreas consideradas vulneráveis, e até mesmo observar como tais desastres afetam de forma diferenciada determinadas regiões do Estado do Ceará.

Assim, esta pesquisa objetiva discutir estatisticamente valores normais e extremos para a chuva no Estado do Ceará em uma série histórica de 30 anos (1980 a 2009) e avaliar sinais de impactos socioambientais associados a desastres naturais no período de 2001 a 2009¹.

Como objetivos específicos, procuramos analisar a pluviosidade anual dos municípios do Estado do Ceará, no período de 1980 a 2009, por meio da técnica estatística dos quantis; identificar sinais de ocorrência de desastres naturais no Estado do Ceará no período de 2001 a 2009, analisando concomitantemente a vulnerabilidade socioambiental dos municípios mais atingidos por esses desastres, e, ao final, sugerimos a elaboração de um Sistema de Informações Geográficas – SIG, no intuito de analisar pontualmente episódios extremos e gerenciar possíveis ocorrências de desastres naturais.

Para atingir tais objetivos, realizou-se uma pesquisa documental por meio de consultas a informações qualificadas presentes em órgãos relacionados à temática de estudo (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará), revisão bibliográfica de alguns conceitos, como desastres naturais, risco, ameaça, vulnerabilidade etc., como também foram utilizadas metodologias presentes em banco de dados (Emergency Events Database – EM-DAT) e técnicas que permitem caracterizar, de forma mais confiável, um determinado evento como extremo (técnica dos quantis). Essas metodologias e técnicas serão discutidas mais adiante.

¹ Um período maior não foi analisado porque a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Ceará – CEDEC, só disponibilizou informações a partir do ano de 2001.

A necessidade de desenvolver estudos sobre a influência e os impactos associados a fenômenos adversos, bem como o desenvolvimento de metodologias com o intuito de entender os desastres naturais, torna-se fundamental, de forma que esses estudos e essas metodologias possam ser utilizados como um indicador para a gestão pública (municipal, estadual e nacional) no tocante à tomada de decisões que possibilitem a retirada da população local da área de risco (quando necessário), à tomada de medidas preventivas para mitigar os impactos e às soluções para socorrer as vítimas atingidas por tais desastres naturais.

Dessa forma, esta dissertação pode contribuir para subsidiar pesquisas, avaliações e estudos e auxiliar na organização e estruturação do espaço urbano, oferecendo elementos para políticas públicas, organizações, como também para que técnicos de planejamento envolvidos nas áreas de risco possuam elementos técnicos e teóricos para realizar ações com o intuito de minimizar os impactos provenientes dos desastres naturais.

No primeiro capítulo da dissertação, é realizada uma discussão sobre os conceitos utilizados na pesquisa, os quais serviram de base para a realização deste trabalho, permitindo uma análise mais qualificada do que se propôs discutir no projeto de pesquisa. São eles: desastre natural, risco, ameaça e vulnerabilidade. Nesse mesmo capítulo, também foram realizadas breves discussões sobre os desastres naturais no Brasil, os sistemas atmosféricos atuantes na região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos sobre a chuva no Ceará.

Em seguida, o segundo capítulo trata dos materiais e métodos utilizados na pesquisa, procurando destacar a origem das informações qualificadas utilizadas no trabalho, como também a importância e o tratamento/interpretação delas, por meio de técnicas estatísticas, critérios utilizados por banco de dados de desastres naturais e utilização de Sistemas de Informação Geográfica - SIG.

O terceiro capítulo trata dos resultados e das discussões alcançadas com a pesquisa e foi dividido em três seções. Primeiramente, faz-se uma análise estatística dos municípios do Estado do Ceará por meio da técnica dos quantis e identificação/análise de anos extremos (muito secos e muito chuvosos) na série histórica utilizada (1980-2009). Em seguida, foram destacados sinais de ocorrência de desastres naturais no Estado e, finalmente, sugeriu-se e discutiu-se a importância da implantação de um Sistema de Informação Geográfica - SIG para o gerenciamento e a mitigação de desastres naturais.

No último capítulo, foram realizadas algumas considerações e conclusões acerca do trabalho de pesquisa realizado, por meio do referencial teórico utilizado e com base nos resultados identificados por meio das técnicas utilizadas e dos critérios definidos para decretar desastres naturais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CRITÉRIOS TEÓRICOS E OPERACIONAIS PARA O ENTENDIMENTO DOS DESASTRES NATURAIS

Devido à grande variedade de fatores que levam à ocorrência de possíveis efeitos desencadeados, não existe ainda uma unanimidade quanto ao conceito de desastre natural, e, nesse sentido, pode ser comum confundir a utilização desse termo.

Observando a própria etimologia da palavra, podemos consultar o dicionário e destacar que o termo desastre possui alguns sinônimos, como: desgraça (infortúnio, miséria, infelicidade), fatalidade (acontecimento imprevisível, inevitável, marcado pelo destino), catástrofe (acontecimento deplorável, grande desgraça) ou acidente (BUENO, 1996). Então, seria correto afirmar que um desastre natural seria uma fatalidade ou um acontecimento casual proveniente de alguma força natural? Será que o conceito de desastre natural poderia estar resumido a essa definição?

A etimologia do termo desastre se relaciona com a palavra astro. O prefixo *des-* indica um componente negativo. Nesse sentido, o desastre implica um grau de desgraça, um azar maligno, de dano para a sociedade ou para a vida. A palavra catástrofe é muito utilizada para falar de desastre, porém seu significado é diferente. Catástrofe vem do grego e significa ponto de retorno, de reversão de um processo. Inicia com a partícula “*cata*” (algo que cai), e o sufixo “*strofe*” significa algo que divide, o ponto onde se encerra um ciclo, onde se dá uma volta. Assim, terremotos, erupções vulcânicas, ciclones etc. são catástrofes, porém não são desastres, a não ser que afetem um determinado ponto onde exista uma população (CRUZ, 2003).

Nesse sentido, para entender os desastres chamados de “naturais”, devemos nos desprender de uma série de más interpretações. Uma das mais frequentes é justamente a ideia de que os desastres naturais podem ser

entendidos como forças naturais ou sobrenaturais poderosas que atuam de forma irremediável contra os seres humanos, sendo até classificados por alguns meios de comunicação como uma tragédia ou uma fatalidade.

Algumas pessoas até possuem uma “consciência mágica”, transferindo a causa desses acontecimentos reais e cotidianos a um nível sobrenatural, impossível de compreender de forma racional, acreditando na força suprema de um deus ou algo semelhante. Nesses casos, observamos uma visão fatalista que, em alguns casos, inibe a ação e conduz a resignação e ao conformismo, concebendo a chuva, a seca, um maremoto ou um terremoto como um castigo divino.

Outro tipo de concepção, também errônea e perniciosa, costuma atribuir a causa dos desastres à atuação maléfica da natureza, ou seja, o que antes era considerado como “castigo divino”, agora é considerado como “castigo da natureza”. Essa má interpretação é inconscientemente e de forma constante propagada pelos meios de comunicação, gerando, também, uma sensação de fatalismo e imobilidade que surge da impotência que o homem sente em relação à natureza.

Outro problema comum diz respeito à utilização de dois termos que são muitas vezes utilizados como sinônimos, mas que são totalmente diferentes: “fenômeno natural” e “desastre natural”.

Um fenômeno natural é toda manifestação da natureza, ou seja, refere-se a qualquer expressão que a natureza adota como resultado do seu próprio funcionamento interno (ROMERO & MASKREY, 1993). Há fenômenos que podem ter certa regularidade, como também podem existir aqueles de aparição extraordinária e surpreendente, os quais podem ser previsíveis ou imprevisíveis.

A ocorrência de um “fenômeno natural”, seja ele previsível ou extraordinário, não necessariamente provoca um “desastre natural”. A natureza é dinâmica, e esses fenômenos devem ser considerados como elementos ativos da geomorfologia terrestre.

Não podemos simplesmente considerar uma chuva torrencial como catastrófica ou desastrosa devido às erosões e sedimentações que esta provoca na paisagem natural. Nesse sentido, podemos entender que os efeitos de certos fenômenos naturais não são necessariamente desastrosos. Eles só podem ser considerados desastrosos quando atingem uma determinada área (povoada), provocando danos materiais e/ou humanos e vitimando pessoas (MASKREY, 1993).

Assim, um desastre natural seria a correlação entre um fenômeno natural perigoso (terremoto, furacão, maremoto etc.) e determinadas condições socioeconômicas e físicas vulneráveis (como uma situação econômica precária, habitações mal construídas, solos instáveis etc.). Em outras palavras, poderíamos dizer, então, que há uma alta situação de risco de desastre se um ou mais fenômenos naturais perigosos ocorrerem em situações vulneráveis.

Por exemplo, uma inundação (fenômeno natural) só causa desastre quando afeta diretamente ou indiretamente o homem e suas atividades em um lugar e em um determinado tempo. Dessa forma, um desastre pode ser entendido como a realização ou concretização das condições de risco preexistentes na sociedade (desastre → risco ambiental x vulnerabilidade). (MASKREY, 1993).

A sociedade, praticamente, está “dentro” da natureza, porém vive esta relação com certa ambiguidade: por um lado, ela pode ser considerada harmônica, e por outro conflituosa. Segundo o ponto de vista tradicional, o que seria harmônico é a normalidade; já o conflituoso seria o desastre (CRUZ, 2003). Nesse sentido, o desastre seria um sucesso limitado em um determinado tempo e espaço, que só pode ser compreendido se partirmos da noção de normalidade.

Se um determinado processo negativo ou danoso é aceitado como parte da normalidade, não podemos falar de um desastre. Por exemplo, se uma inundação é geralmente vista como um desastre, para os antigos egípcios o desastre ocorreria se não ocorresse a inundação do rio Nilo anualmente.

A normalidade é concreta em termos de tempo e espaço: é o resultado de todas as atividades humanas sobre o terreno, da inter-relação entre natureza e sociedade e das relações locais entre os próprios homens. Nós podemos enxergar as feições da normalidade na paisagem, no marco físico e ideológico da vida cotidiana. Não podemos simplesmente centrar essa noção somente na relação sociedade-natureza (ver figura 1), pois estaríamos falseando a imagem: a práxis depende principalmente de relações sociais, pois alguém ganha e alguém perde na manipulação de recursos como a terra, a água, o ar, dentre outros (CRUZ, 2003).

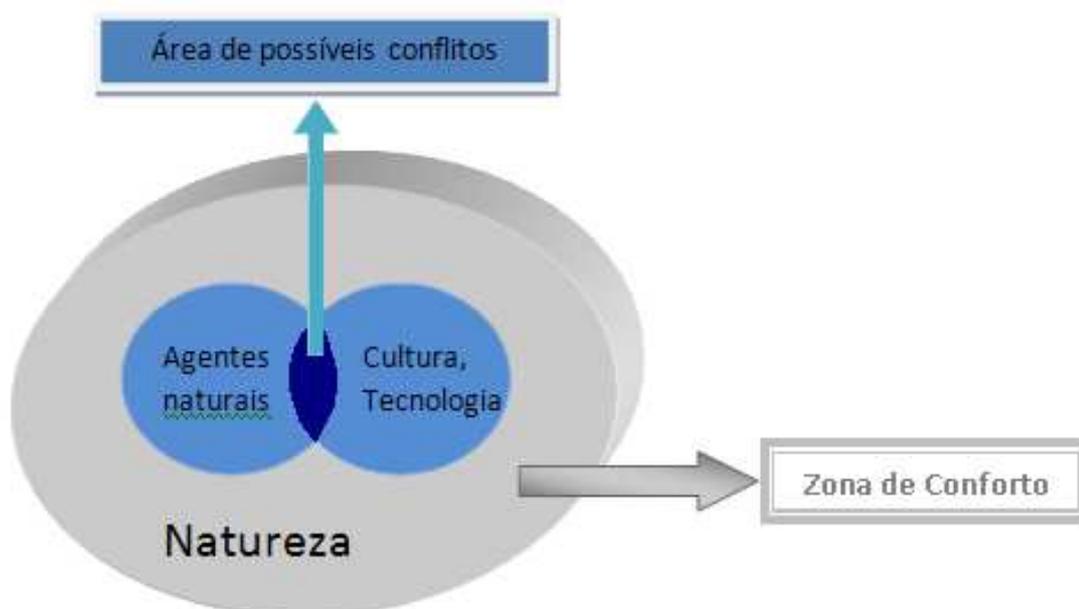


FIGURA 1 - Zona de conflito entre sociedade e natureza: origem dos desastres. Adaptado de CRUZ (2003, p.15).

O desastre produz um desajuste, uma quebra no desenvolvimento da paisagem visível. Porém, podemos nos perguntar: onde acaba a normalidade e começa o desastre? Quais são os limites cronológicos temporais? Geralmente, a sociedade não consegue enxergar tal limite,

acreditando que os danos sempre são culpa de uma exceção, algo que aconteceu ao acaso, proveniente de um agente externo, originado para além dos parâmetros normais, como se normalidade e desastre se transformassem em dois mundos separados por uma linha mágica (CRUZ, 2003).

Atualmente, quando falamos de desastres, referimo-nos às enormes perdas humanas e materiais geradas pela ocorrência de terremotos, erupções vulcânicas, inundações, deslizamentos de terra, contaminação ambiental, dentre outros.

Se pensarmos nas vítimas de qualquer desastre e em suas necessidades imediatas, o que perderam e o que costumam reclamar, e compararmos sua realidade com a dos grupos sociais marginalizados, comprovaremos certa similaridade. Parece até que morte prematura e violenta, enfermidades e miséria só são consideradas desastre quando agentes naturais e tecnológicos agregam uma nova dimensão a circunstâncias sociais críticas.

Certamente, aqueles indivíduos mais vulneráveis, marginalizados social e espacialmente, acabam sentindo mais severamente os impactos provenientes de desastres naturais.

Ser vulnerável a um fenômeno natural perigoso é estar suscetível a sofrer um dano e ter dificuldades de recuperar-se dele. Essas condições vulneráveis não se deram independentemente do homem. Muito pelo contrário, foi o próprio homem quem as criou. A vulnerabilidade, vista como uma condição objetiva da sociedade, foi sofrendo e ainda está em permanente transformação, sendo um produto do processo histórico de mudanças na sociedade.

Assim, vemos que a concepção natural ou sobrenatural foi dando lugar a uma concepção mais social e integral dos desastres naturais, fato que ocorreu paulatinamente durante as últimas cinco décadas. Seguindo a definição pioneira de desastre, oferecida por Charles Fritz (1961) por volta da década de sessenta, e a contribuição da sociologia para os desastres, inspirado no trabalho original de Enrico Quarantelli e Russel Dynes (ver LAVELL & FRANCO, 1996), os estudos sobre percepção de ameaças e riscos

foram impulsionados por geógrafos sociais, como Burton, Kates e White (1978), durante o final da década de sessenta e em décadas posteriores.

Desde então, a partir da década de 1980, nasceu uma corrente de pensamento em torno da vulnerabilidade da sociedade, visto como um componente essencial na conformação das condições que propiciavam os desastres naturais. A partir desse momento, os desastres começam a ser concebidos como “problemas resultantes do desenvolvimento”.

Assim, os desastres naturais passaram a ser estudados, cada vez mais, de forma peculiar. Burton et al. (1978) sugeriram sete parâmetros relacionados aos eventos naturais que estão diretamente vinculados aos desastres naturais: magnitude (alta – baixa); frequência (frequente – rara); duração (longa – curta); extensão areal (ampla – limitada); velocidade de ataque (rápida – lenta); dispersão espacial (difusa – concentrada); espaço temporal (regular – irregular).

Já com relação à classificação, segundo a Secretaria de Defesa Civil Nacional, os desastres passaram a ser diferenciados, entre si, quanto à evolução, à origem, à duração e à intensidade (CASTRO, 1999).

Quanto à evolução, há três tipos de desastres: os súbitos (rápida velocidade de evolução do processo), os graduais (etapas de agravamento progressivo) e a somação de efeitos parciais (ocorrência de numerosos acidentes semelhantes, cujos impactos somados definem um desastre de grande proporção) (CASTRO, 1999).

Quanto à origem, podem ser diferenciados em três tipos: os naturais (causados por fenômenos naturais extremos que independem da ação humana), os humanos (causados pela ação ou omissão humana) e os mistos (associados às ações ou omissões humanas, que contribuem para intensificar, complicar ou agravar os desastres naturais) (CASTRO, 1999).

Quando à duração, os desastres naturais se classificam em dois tipos: os episódicos (chamam mais atenção pela sua magnitude) e os crônicos

(geram sérios prejuízos ambientais, especialmente em longo prazo) (CASTRO, 1999).

Quanto à intensidade, os desastres podem ser caracterizados em quatro níveis, sendo o primeiro nível considerado de pequeno porte, e os últimos (níveis III e IV) sendo considerados de grande intensidade, com impactos muito significativos, acarretando em decretos de Situação de Emergência - SE e Estado de Calamidade Pública, respectivamente (ver tabela 1).

TABELA 1 – Classificação dos desastres naturais em relação à intensidade, segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil.

Nível I	Desastre considerado de pequeno porte, com poucos impactos e prejuízos pouco vultosos, ou seja, facilmente superável com os recursos do município.	Menor ou igual a 5% do PIB municipal
Nível II	Desastre considerado de média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam ainda tão vultosos. Pode ser superado pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.	Entre 5% e 10% do PIB municipal
Nível III	Desastre considerado de grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, complementados com recursos estaduais e federais. É o que chamamos de <i>Situação de Emergência</i> .	Entre 10% e 30% do PIB municipal
Nível IV	Desastre com impactos muito significativos e prejuízos muito	

	vultosos. O município não consegue superar sem receber uma ajuda externa. É o que chamamos de <i>Estado de Calamidade Pública</i> .	Maior que 30% do PIB municipal
--	---	---------------------------------------

Adaptado de Castro (1999)

Se observarmos de forma mais atenta a definição social de desastre natural, na intenção de introduzir nela elementos do mundo natural e do mundo social, resulta cada vez mais claro que um desastre representa o “ponto culminante”, a crise desatada por um processo contínuo de desajuste do ser humano, das suas formas de assentamento, construção, produção e convivência com o meio ambiente natural. Como consequência, representa uma manifestação do inadequado manejo do meio ambiente e da ausência de princípios duradouros de sustentabilidade.

Porém, como identificar este ponto culminante? A partir de que momento um determinado fenômeno natural pode ser considerado um desastre natural? A partir dessas indagações, vemos que, apesar da importância dos estudos que fazem referência ao conceito de desastre natural, estes não permitem que seja realizada uma classificação de um desastre de forma mais operacional, no intuito de orientar intervenções às consequências dele.

Assim, buscando uma melhor operacionalidade do conceito de desastre natural, o banco de dados EM-DAT (*Emergency Events Database*), desenvolvido e administrado pelo CRED (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*) da Universidade de Louvain, Bélgica, com suporte da OFDA (*Office of Foreign Disaster Assistance*), procurou estabelecer uma classificação por meio de critérios que permitem a catalogação de um determinado evento como desastre natural.

O EM-DAT conceitua como desastre natural uma situação ou um evento que ultrapassa a capacidade de resposta de um determinado local, necessitando de assistência externa para o retorno da normalidade, ou seja, pode ser caracterizado como um evento imprevisto que causa grandes

prejuízos e danos às áreas afetadas. Para um fenômeno natural ser considerado pelo EM-DAT como desastre, pelo menos um desses elementos deve ser preenchido: a) 10 ou mais vítimas fatais; b) 100 ou mais pessoas afetadas; c) declaração de estado de emergência; e d) pedido de assistência internacional (MARCELINO, NUNES & KOBIYAMA, 2006).

2.2. OS DESASTRES NATURAIS NO BRASIL

Diversos estudos e diversas observações mostram claramente um incremento na frequência e na intensidade de desastres naturais a nível global associados às variações climáticas e, possivelmente, às mudanças climáticas (ver figura 2).

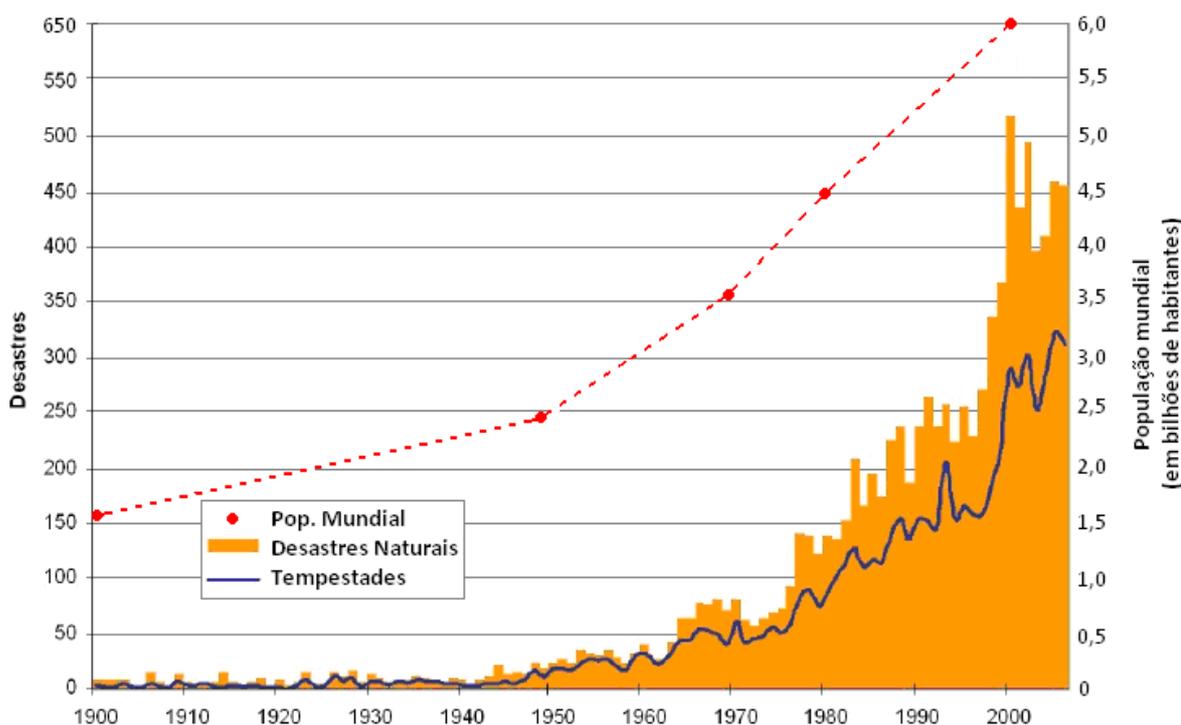


FIGURA 2 – População Mundial e frequência anual de desastres naturais para todo o globo (1900-2006). Fonte: FREITAS, 2009 e EM-DAT, 2011.

Porém, não podemos esquecer que um fenômeno natural só é considerado desastre quando existe uma determinada população que foi

atingida por ele. Nesse sentido, podemos destacar que o aumento na frequência de desastres naturais pode estar relacionado, em grande parte, com o aumento da população mundial, que era de 1,6 bilhões em 1900 e chegou ao incrível número de 6,7 bilhões de habitantes em 2008 (FREITAS, 2009).

Obviamente, outros fatores, como a ausência de dados (alguns desastres naturais não eram registrados) nas décadas iniciais do século XX e um aumento da vulnerabilidade da população nas últimas décadas, podem ser preponderantes para um incremento de registros de desastres naturais em todo o globo, conforme pudemos observar na figura anterior.

Os desastres naturais podem estar relacionados com a dinâmica externa da Terra (dinâmica atmosférica), como é o caso das tempestades, dos tornados, das secas, das inundações, das ressacas, dos vendavais etc., ou pela dinâmica interna (movimento das placas tectônicas), caso dos terremotos, maremotos, tsunamis e atividade vulcânica.

O relatório do United Nations Development Programme - UNDP (2004) destaca que 75% da população mundial habitam áreas que foram afetadas pelo menos uma vez por ciclones, inundações, secas ou terremotos entre os anos de 1980 e 2000, causando inúmeras mortes, impactos na agricultura, recursos hídricos, na saúde, prejuízos econômicos etc. (BRAGA, OLIVEIRA & GIVISIEZ, 2006).

Alguns desses desastres naturais podem ser facilmente lembrados devido aos danos que causaram, como, por exemplo, os desastres naturais em 2008 na China, que causaram mais de 88.000 mortes e desaparecimentos, desabrigando cerca de 470 milhões de pessoas; a catástrofe ocasionada pelo tsunami de 26 de dezembro de 2004, atingindo várias nações banhadas pelo Oceano Índico, entre ela Indonésia, Sri Lanka e o sul da Índia (MARCELINO, NUNES & KOBAYAMA, 2006), e mais recentemente o terremoto no Haiti, que ultrapassou o número de 100 mil mortos.

No Brasil, podemos lembrar facilmente alguns desastres naturais mais recentes, como os deslizamentos de terra e as inundações em Santa Catarina no segundo semestre de 2008, provocando mortes e desabrigando

mais de 78 mil pessoas, as inundações no Ceará no primeiro semestre de 2009, as inundações em Alagoas e Pernambuco em junho de 2010, que devastaram vários municípios, como também os deslizamentos de terra na região Sudeste em janeiro de 2010 e janeiro de 2011, segundo informações do Portal de Notícias do Senado Federal e da TV Globo.

A partir da década de 1950 observou-se um incremento bastante significativo na frequência e na intensidade dos desastres em escala mundial (EM-DAT, 2005). Alguns autores defendem a hipótese de que tais eventos estão diretamente associados com uma maior exposição e vulnerabilidade da sociedade contemporânea. Outros, ainda que representem um número menor, acreditam que o principal propulsor são as mudanças globais, principalmente por meio de instabilidades atmosféricas, como tornados, furacões, vendavais etc.

No Brasil, não ocorrem terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas, ou, pelo menos, não existe uma tendência natural para que tais fenômenos ocorram. Porém, isso não significa que o Brasil esteja livre de desastres naturais. A maioria dos desastres naturais no Brasil é ocasionada pela dinâmica externa da Terra, que é conduzida pelos processos atmosféricos.

“Segundo a base de dados internacional sobre desastres da Universidade Católica de Louvain, Bélgica, entre 2000 e 2007 mais de 1,5 milhões de pessoas foram afetadas por algum tipo de desastre natural no Brasil. Os dados também mostram que, para este mesmo período, ocorreram no país cerca de 36 grandes episódios de enchentes, secas, deslizamentos de terra e o prejuízo econômico gerado por esses eventos é estimado em mais de US\$ 2,5 bilhões” (MAFFRA & MAZOLLA, 2007, p.10).

Avalia-se que, no Brasil, os desastres naturais mais frequentes são as inundações, os deslizamentos de terra, as estiagens e a erosão. Estes fenômenos naturais severos são fortemente influenciados por características regionais, tais como: rocha, solo, topografia, vegetação, condições meteorológicas etc. No entanto, um fenômeno natural só é caracterizado como desastre quando ocorre em locais onde os seres humanos vivem, resultando em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos).

A forma como se deu a ocupação do espaço urbano e rural no Brasil provocou alterações e modificações na configuração espacial da paisagem, as quais podem ser irreversíveis, provocando uma perda da harmonia e interferindo na dinâmica do sistema ambiental afetado, ocasionando inúmeros problemas ambientais, como: a perda da biodiversidade, degradação da cobertura vegetal, obstrução e alteração da rede de drenagem, transmissão de doenças por veiculação hídrica, acúmulo de lixo, contaminação de solo e água, poluição do ar, da água e do solo, perda de terras produtivas, desencadeamento de processos erosivos, dentre tantos outros.

As consequências são das mais variadas: assoreamento de rios, voçorocas, desertificação, arenização, deslizamentos, inundações etc., sendo estes dois últimos os mais frequentes no Brasil.

Nas áreas urbanas, que são bastante afetadas pelos impactos provenientes de desastres naturais, também temos, comumente, ruas asfaltadas e passeio público com calçamento. Com a ocorrência da chuva, a água é conduzida para os cursos de água, porém com uma dinâmica diferente da situação original (natural). Dessa forma, temos o sistema de drenagem artificial, com calçadas mais altas que as ruas, e estas últimas são mais elevadas no centro, possuindo uma declividade transversal para conduzir o escoamento das águas pluviais para as guias e sarjetas, que passam a funcionar como canaletas condutoras de água (ZUFFO, 2007).

Existem dois sistemas distintos de drenagem construídos pelo homem: o de macro (fundos de vale) e o de micro-drenagens (ruas, sarjetas, bocas-de-lobo, poços de visita e pequenas galerias). Esses sistemas têm por objetivo afastar, o mais rápido possível, as águas das áreas urbanas, garantindo o bom funcionamento do sistema de transporte urbano e dos serviços essenciais da cidade durante a precipitação.

Todo o sistema de drenagem, seja micro ou macro-drenagem, canal natural ou artificial, deve trabalhar sem pressão, com águas escoando livremente, somente pela ação da força da gravidade. Acontece que nos grandes centros urbanos brasileiros, geralmente, temos grandes problemas

relacionados à dificuldade de escoamento da água da chuva, muitas vezes resultado de uma acumulação de resíduos, os quais represam as águas, incrementando as grandes inundações urbanas.

Quando ocorrem episódios pluviométricos de grande intensidade, até mesmo regiões que não costumavam ser atingidas por inundações estão sendo afetadas com os impactos de um desastre natural. Nesta última década (2000), os desastres naturais no Brasil ganharam uma nova proporção, atingindo áreas cada vez maiores e, até mesmo, áreas que nunca haviam sido atingidas por desastres naturais de grandes proporções.

O Estado do Ceará não foge a esta regra, pois apresentou um incremento de desastres naturais nas últimas décadas, os quais atingiram milhares de pessoas. No Ceará, os desastres naturais mais frequentes são a seca/estiagem e as inundações urbanas.

Nesse sentido, para melhor entendermos os fenômenos de estiagem e inundações urbanas nas últimas décadas no Estado do Ceará, precisamos compreender como atuam alguns sistemas atmosféricos causadores de chuva na região Nordeste do Brasil, pois a ocorrência ou não destes sistemas acaba influenciando consideravelmente nos impactos socioambientais oriundos de inundações e períodos de estiagem.

2.3. OS PRINCIPAIS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS CAUSADORES DE CHUVA NO NORDESTE BRASILEIRO.

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, os desastres naturais mais frequentes no Brasil estão associados a eventos de chuvas extremas (mais de 70%), os quais estão relacionados a sistemas atmosféricos diferenciados, a citar: a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), as Frentes Frias, os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), as Linhas de Instabilidades, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), as Ondas de Leste e os Sistemas de Brisas (marítima e terrestre). Todos estes

sistemas podem causar chuvas no Nordeste brasileiro, uns em maior escala (como a ZCIT) e outros em escala menor.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, sendo formada, principalmente, pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul, em baixos níveis, baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar (TSM) e intensa atividade convectiva.

O encontro entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda (devido ao calor) e provoque a formação de nuvens, provocando a precipitação. A ZCIT (ver figura 3) é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor Norte do Nordeste do Brasil (FERRREIRA & MELLO, 2005).

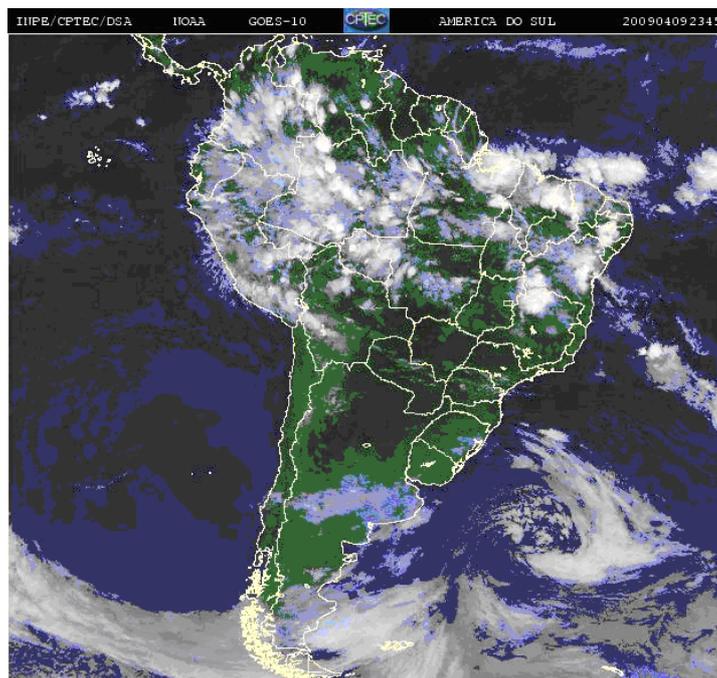


FIGURA 3 – Atuação da ZCIT no dia 9 de abril de 2009, causando fortes pancadas de chuva no setor Norte da região Nordeste. Fonte: CPTEC/INPE

As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na zona de confluência entre duas massas de ar, uma fria (mais densa) e uma

quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente e faz com que o ar quente e úmido suba, formando nuvens e, conseqüentemente, as chuvas (ver figura 4).

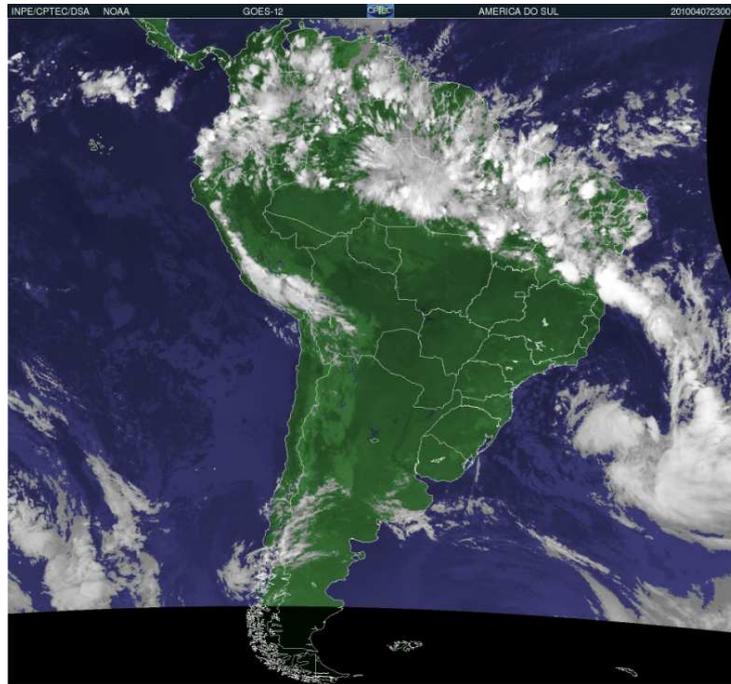


FIGURA 4 – Atuação de uma frente fria que provocou chuvas no Estado da Bahia, no dia 07 de abril de 2010. Fonte: CPTEC/INPE.

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's) são um conjunto de nuvens que, se observado pelas imagens de satélite, têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário (ver figura 5). Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva, e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidiência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens.

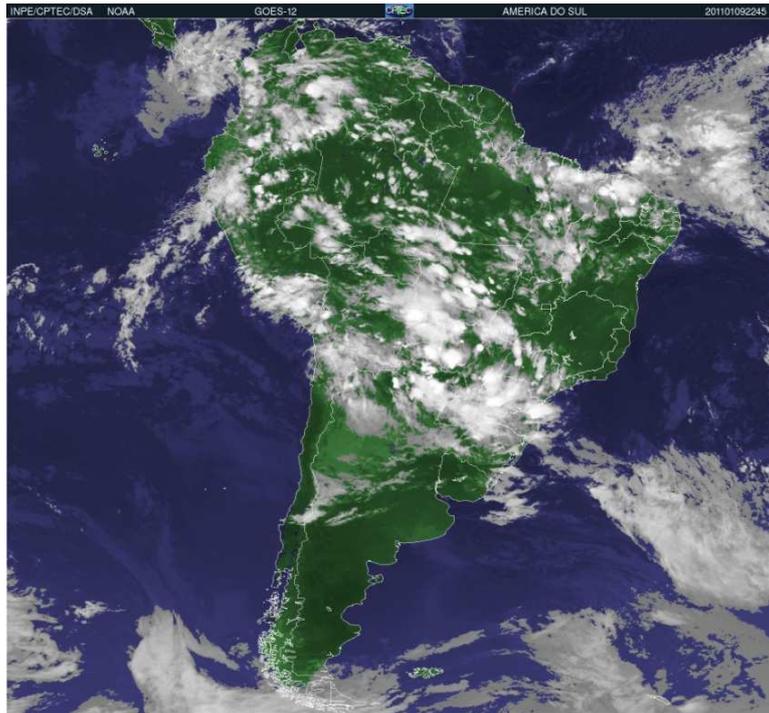


FIGURA 5 – VCAN em atuação no setor Norte do Nordeste do Brasil, no dia 9 de janeiro de 2011, causando fortes chuvas no Estado do Ceará.

As linhas de instabilidade, também denominadas de Instabilidades Tropicais (IT's), são bandas de nuvens causadoras de chuvas, organizadas em forma de linha (ver figura 6). Sua formação se dá basicamente pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, a qual contribui para a formação de nuvens do tipo cumulus, que atingem um número maior à tarde e no início da noite, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas. A proximidade da ZCIT nos meses de fevereiro e março pode causar um incremento das linhas de instabilidade.

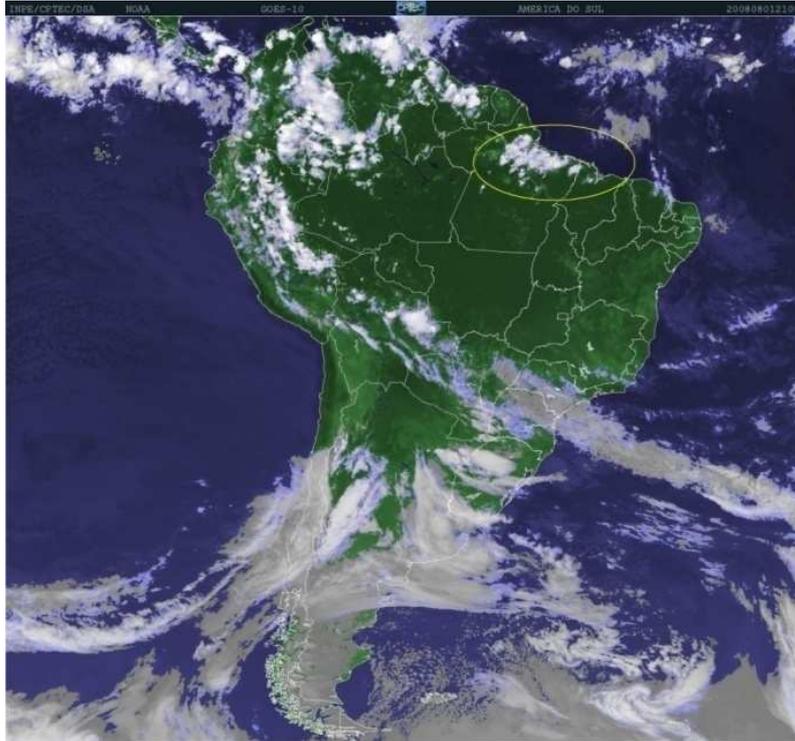


FIGURA 6 – Linha de instabilidade em atuação nas regiões Norte/Nordeste do Brasil, no dia 01 de agosto de 2008. Fonte: CPTEC/INPE

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens que se formam devido a condições locais favoráveis (temperatura associada à umidade, relevo, pressão etc.) e provocam chuvas fortes e de curta duração. Geralmente, as precipitações associadas a este sistema atmosférico ocorrem de forma isolada (ver figura 7).

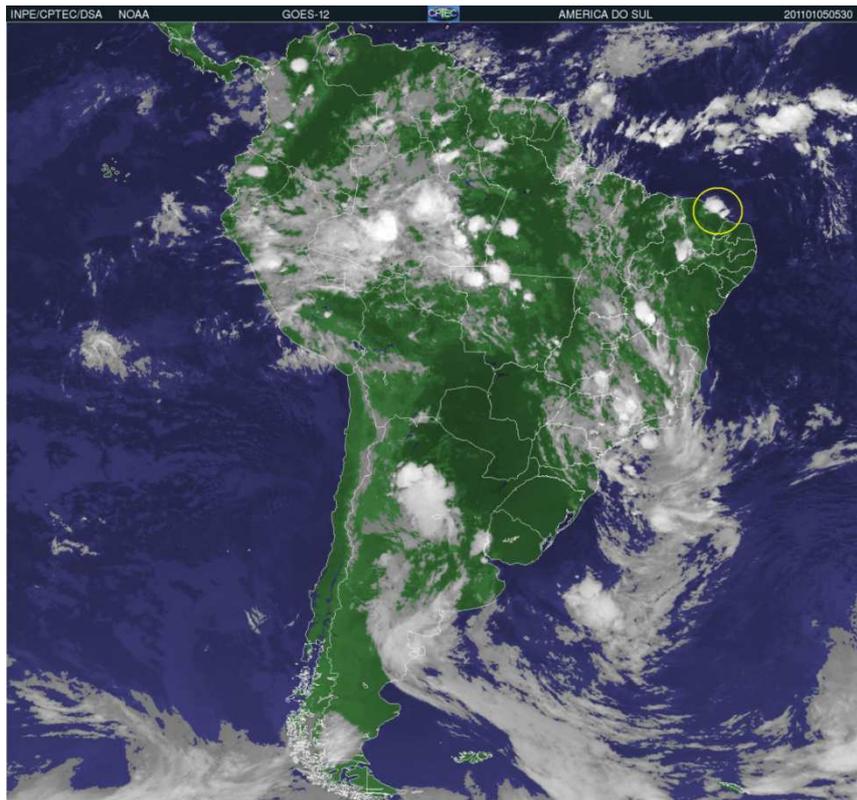


FIGURA 7 – CCM atuando em parte do litoral cearense, ocasionando chuva de 135 mm na cidade de Fortaleza, na madrugada do dia 5 de janeiro de 2011. Fonte: CPTEC/INPE

As Ondas de Leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam na direção de Oeste para Leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral Leste do Brasil. Este sistema provoca chuvas principalmente na Zona da Mata, que se estende desde o recôncavo baiano até o litoral do Rio Grande do Norte (ver figura 8). Elas também podem causar chuvas no Ceará, principalmente na região centro-norte do Estado, se as condições atmosféricas estiverem favoráveis.

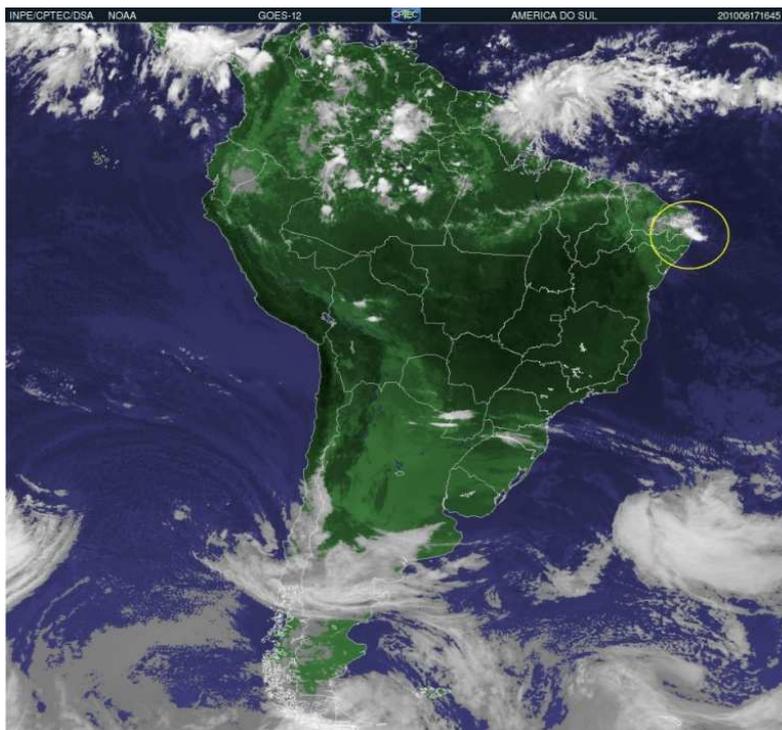


FIGURA 8 – Onda de leste atuando no dia 17 de junho de 2010, causando fortes pancadas de chuva em parte do litoral nordestino. Fonte: CPTEC/INPE

As Brisas Marítimas e Terrestres resultam do aquecimento e resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água. Esse fato torna-se mais evidente na costa marítima, onde, durante o dia, o solo costeiro esquenta mais facilmente do que a água. Assim, o ar logo acima do solo é empurrado para cima pelo ar frio que vem das camadas mais próximas à água para substituí-lo. Temos, então, a brisa marítima. À noite, o processo se inverte, pois o solo esfria mais rapidamente que a água, fazendo com que o ar mais aquecido se encontre agora acima do mar e seja, então, empurrado pelo ar frio proveniente do solo.

Vale salientar que alguns sistemas atmosféricos ou algum outro fenômeno natural podem atuar em conjunto, intensificando ainda mais os eventos extremos. Como exemplo, podemos citar o fenômeno El Niño (aquecimento acima do normal das águas do oceano Pacífico Equatorial), que, dependendo de sua intensidade e do período do ano em que ocorre, pode ser considerado como um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos na região Nordeste do Brasil, principalmente quando atua conjuntamente com o dipolo positivo do Atlântico (diferença entre a anomalia da Temperatura

da Superfície do Mar – TSM na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul), o qual é desfavorável às chuvas (FERREIRA & MELLO, 2005).

2.4. A INFLUÊNCIA DOS OCEANOS SOBRE A CHUVA NO CEARÁ

Antes de destacarmos a maior ou menor severidade de períodos de estiagem no Estado, como também períodos muito chuvosos que ocasionaram inundações em algumas regiões do Estado, faz-se necessário entender a influência de alguns fatores de origem oceânica sobre a chuva no Estado do Ceará.

Segundo Xavier (2001), três fatores (covariáveis) de natureza oceânica exercem influência sobre as chuvas no Estado do Ceará. São eles: 1) TSM (temperatura da superfície do mar) nas áreas A, B, C e D do Atlântico intertropical e respectivas subáreas, como o seu “dipolo”; 2) TSM nas áreas NIÑO 1+2, NIÑO 3, NIÑO 4 e NIÑO $\frac{3}{4}$ do Pacífico equatorial; 3) componentes meridional e zonal da “pseudo-tensão” do vento no Atlântico intertropical.

A referida autora também destaca que, com relação à TSM, as áreas A e B do Atlântico intertropical (ver figura 9) são as covariáveis que mais influenciam nas chuvas do Estado. Estas regiões, de acordo com as análises da metodologia “Tempo de Chuva” (XAVIER, 2001), apresentaram correlações positivas (quando comparados a TSM e às chuvas no quadrimestre fevereiro-maio nas oito regiões pluviométricas homogêneas), indicando que o aquecimento do mar, ali, é favorável à ocorrência de anomalias positivas da chuva no Ceará. Já as áreas do Atlântico Norte (C e D) apresentaram correlações negativas, indicando que o aquecimento das águas oceânicas ao norte da linha equatorial exerce um papel oposto, contribuindo para uma diminuição das chuvas no Ceará.

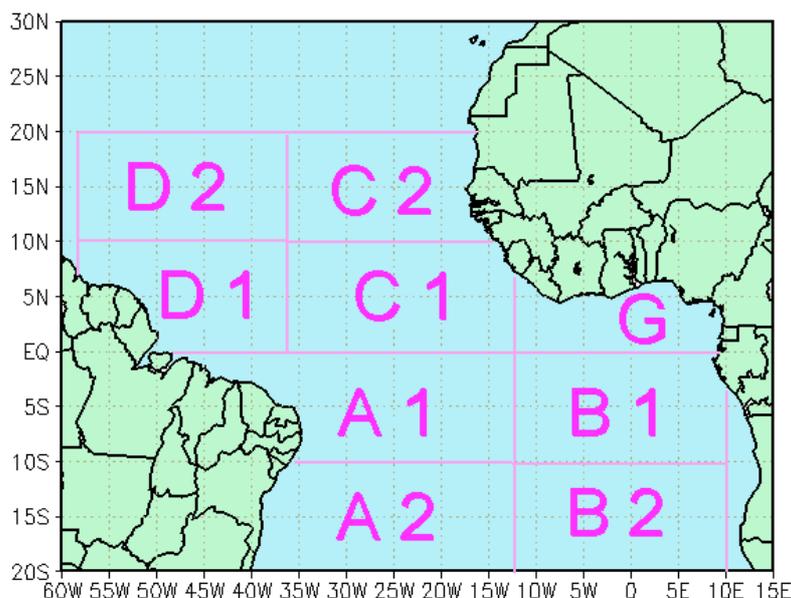


FIGURA 9 - Áreas selecionadas no projeto “Tempo de Chuva” para cálculos de temperaturas no Atlântico Intertropical. Fonte: XAVIER (2001)

Vale salientar que o aquecimento do Atlântico sul e o resfriamento do Atlântico norte combinados (dipolo do Atlântico), ou a inversão desse fenômeno (dipolo invertido), influencia para uma maior ocorrência de chuvas ou menor ocorrência de chuvas no Estado do Ceará, respectivamente.

Para reiterar o papel decisivo do Atlântico, Terezinha Xavier & Airton Xavier (1997) consideraram a componente meridional da “Pseudo-Tensão” do vento na área A (adjacente à costa do Nordeste), observando que os sinais negativos dos coeficientes de correlação indicaram que o enfraquecimento da componente meridional do vento junto à costa do Nordeste brasileiro favorece a chuva na região, especialmente no Nordeste setentrional e no Estado do Ceará, pela circunstância de se acompanhar da descida da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT ao sul da linha do equador, principalmente de março a maio.

Porém, Xavier (2001) não deixa de mencionar que a TSM na área NIÑO $\frac{3}{4}$ (ver figura 10) também exerce potencial influência, acarretando em um déficit de chuvas no Estado do Ceará no quadrimestre fevereiro-maio quando há ocorrência de um episódio “El Niño” (aquecimento das temperaturas da superfície marítima no pacífico equatorial). Já o fenômeno inverso

(resfriamento das águas do pacífico), conhecido como La Niña, também pode ocasionar chuvas intensas no mesmo quadrimestre, principalmente se este fenômeno ocorrer com grande intensidade.

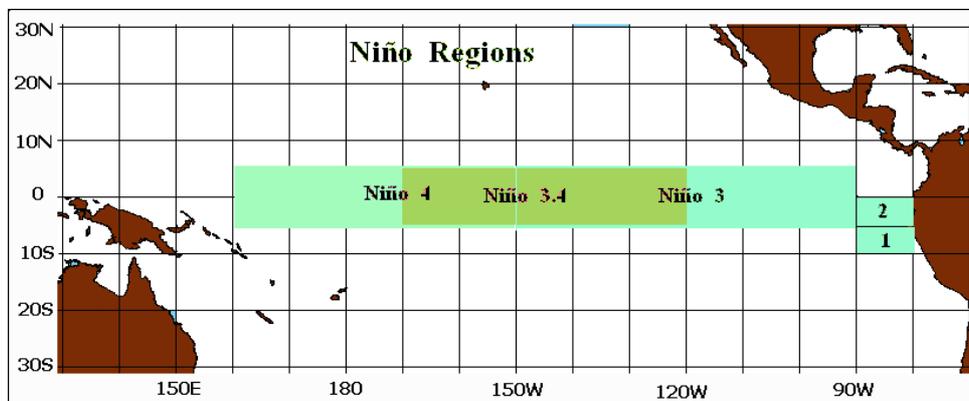


FIGURA 10 - Região Niño $\frac{3}{4}$ no Oceano Pacífico equatorial. Fonte: Golden Gate Weathers Services

Fica claro que, em anos de “El Niño” muito forte, a TSM excessivamente elevada no Pacífico e outras ocorrências naquela bacia oceânica (em especial seu gradiente de temperaturas e mudanças no regime de ventos), constituem sinais muito importantes capazes de modular de forma mais decisiva o estado do Atlântico.

O “sinal” do Pacífico, em termos de ocorrência de anos de La Niña, anos neutros e anos de El Niño, manifesta-se decerto de uma forma climática nítida no que diz respeito às ocorrências de chuvas no Ceará (e Nordeste setentrional). Assim, não podemos negar a importância de observar tais fenômenos. Outros fenômenos, como o “Dipolo do Atlântico”, são definidos à custa da intervenção, principalmente, das área A (no Atlântico Sul, adjacente à costa do Nordeste) e C (no Atlântico Norte, junto à costa africana), pois nas outras áreas as correlações foram muito fracas.

2.5. RISCO URBANO, AMEAÇA E VULNERABILIDADE: TRÊS CONCEITOS INTER-RELACIONADOS.

Anteriormente, vimos que, quando um fenômeno natural ocorre, ele só é considerado um desastre natural quando atinge uma determinada área (povoada), provocando danos materiais e/ou humanos e vitimando pessoas.

Para exemplificar tal relação, vamos considerar um tornado (fenômeno atmosférico extremo), que costuma ocorrer em uma determinada região (susceptibilidade) e época conhecidas, gerando uma situação de perigo. Se este se deslocar na direção de uma determinada área povoada, com uma possibilidade real de prejuízos em um determinado período (vulnerabilidade), teremos, então, uma situação de risco. Se o tornado atingir a área povoada, provocando danos materiais e vítimas, será denominado como um desastre natural. Caso ele ocorra não ocasionando danos, será considerado como um evento natural (OGURA & MACEDO, 2002).

Assim, quando falamos de risco, devemos considerar o perigo (ameaça) e a vulnerabilidade (densidade demográfica, infraestrutura, pobreza, uso do solo etc.) do sistema que está prestes a ser impactado.

Os termos risco e vulnerabilidade podem ser abordados em diferentes ciências, como a geografia, a geologia, a meteorologia, a química, a sociologia etc. Portanto, não existe um único conceito para defini-los, e, nesse sentido, inúmeras discussões foram originadas sobre a definição de risco e vulnerabilidade. Na Geografia, os termos estão relacionados às probabilidades de determinadas populações serem negativamente afetadas por um fenômeno geográfico, como o climático, por exemplo.

Porém, o que é de suma importância, atualmente, é a tradução espacial do risco. As zonas de risco podem ser definidas de formas e superfícies variáveis, mapeáveis em diferentes escalas espaciais e temporais, sendo que o espaço sobre o qual “pairam” as ameaças não é neutro, ele constitui a “componente extrínseca” do risco.

O próprio ato de viver equivale a assumir o risco de morrer de doença, de acidente ao sair de casa ou em qualquer outra ocasião. Os fatores de risco podem ser desde processos naturais (terremotos, ciclones etc.) até consequências de atividades humanas: agricultura (poluição, erosão etc.), indústria (poluição, explosão, incêndio), transportes, dentre outras.

O risco ambiental é comumente confundido com impacto ambiental. Porém, por mais que estes eventos estejam intimamente relacionados, existe uma diferença significativa entre eles. O impacto corresponde a uma interferência em um determinado ambiente e pode ser positivo ou negativo. Já o risco sempre assume um efeito negativo (SANTOS & SOUZA, 2006). Outra diferença entre estes dois conceitos é a noção de probabilidade associada ao risco, enquanto que não necessariamente ao impacto.

“É costume associar o risco a um perigo imediato. O risco não significa necessariamente uma situação de perigo. Sair de casa representa um risco na medida que podemos ser atropelados, assaltados [...], porém exagerado afirmar que o ato de sair de casa corresponda a um perigo. Embora estejamos sujeitos a essas situações, não significa que elas estejam na iminência de acontecer. É nesse sentido que a noção de probabilidade assume seu papel [...]” (SANTOS & SOUZA, 2006, p.75).

Até estratégias econômicas podem gerar riscos econômicos, financeiros. As migrações, o crescimento urbano, as desigualdades sociais fazem nascer os riscos sociais. Porém, uma tipologia como esta pode ser forçosamente esquemática e até incompleta, pois os diferentes fatores de risco interagem uns com os outros, de forma que alguns pertencem simultaneamente a várias categorias.

As interações espaciais entre os riscos de natureza variável e outros fatos ou agentes estruturadores do território, tais como a organização administrativa e os transportes, são fonte de uma grande complexidade.

Os territórios dos riscos contemporâneos, tanto naturais quanto tecnológicos ou sociais, são tributários de um passado que pode até nem ser bem conhecido e, notadamente, de escolhas políticas ou econômicas cuja

pertinência não pode ser compreendida senão em um contexto de uma dada época.

A relação do território com o risco tem variado de acordo com a época e com as culturas. Enquanto que nos séculos XVIII e XIX o campo podia ser identificado como uma figura de estabilidade, um espaço em que os riscos, especialmente os sociais, são reduzidos, a cidade era vista por meio de uma dupla percepção: como um lugar de riscos e de devassidão, de perdição (VEYRET, 2007). A história das cidades está sempre ligada às grandes catástrofes que a marcaram, as guerras, as endemias, pestes, dentre outros acontecimentos que marcaram fortemente o inconsciente coletivo.

A percepção da cidade como um espaço de perigo ainda é alimentada pelos grandes incêndios ou por outros acontecimentos naturais (VEYRET, 2007). Essa concepção negativa da cidade ainda permanece até hoje nos discursos de alguns ecologistas, que denunciam o caráter artificial e construído da cidade, um espaço particular no qual se inscrevem os desastres.

O risco é indissociável da política. Ele justifica as escolhas políticas pelo viés das regulamentações, seja para a proteção de uma floresta contra excessos de utilização, seja para levar em consideração os perigos de origem industrial. O risco nasce da percepção de um perigo ou de uma ameaça potencial que pode ter origens variadas (fenômeno aleatório), que é sentida pelos indivíduos e pode provocar indignação e prejuízos às pessoas, aos bens e à própria organização do território.

Os riscos são [...] onipresentes para o indivíduo, para a sociedade civil, para aqueles que tomam decisões e mais largamente para os políticos. É isso que faz Ewald (1996) escrever que “hoje em dia a política não é nada mais que a gestão dos riscos”, que o risco torna-se um dos fundamentos da análise política global” (VEYRET, 2007, p.29).

Para entender a relação do risco com a vulnerabilidade, podemos definir que o risco pode ser entendido como a representação de uma ameaça (esperança matemática de ocorrer um desastre X sentimento de insegurança) que afetam os alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade.

No entanto, vale destacar que o risco atual é “fabricado” e depende cada vez menos das contingências naturais e cada vez mais de intervenções sociais e culturais, que em alguns casos desencadeiam desastres “naturais” (GIDDENS, 1991). Assim, podemos entender a vulnerabilidade, principalmente, como um problema social.

“[...] a vulnerabilidade social se encontra diretamente relacionada com grupos socialmente vulneráveis, ou seja, indivíduos que, por determinadas características ou contingências, são menos propensos a uma resposta positiva mediante algum evento adverso” (DESCHAMPS, 2004, p.19).

No entanto, devemos tomar bastante cuidado com a análise destes dois conceitos na literatura, pois as definições de risco e de vulnerabilidade possuem diferentes concepções, o que dificulta o estabelecimento de métodos comuns entre pesquisadores e gerenciadores.

A noção de risco é frequentemente tratada, por muitos autores das geociências, como Cerri & Amaral (1998) e a própria política Nacional de Defesa Civil (BRASIL, 1994), como um produto da probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural indutor de acidentes pelas possíveis consequências que serão geradas (perdas econômicas ou sociais) em uma dada comunidade.

Embora esta noção seja bastante utilizada, ela tem sido rejeitada por alguns autores das geociências, como Campos (1999), Lavell (1999) e Cardona (2001), os quais entendem que a situação de risco é caracterizada pela presença simultânea (ou pela interação) de dois componentes: a ameaça e a vulnerabilidade, sendo o primeiro relacionado às condições físico-naturais do terreno ou da área ocupada (maior ou menor suscetibilidade à ocorrência de fenômenos que podem colocar o homem em situação de perigo), enquanto que o segundo diz respeito às condições objetivas e subjetivas de existência, historicamente determinadas, que originam ou aumentam a predisposição de uma comunidade a ser afetada pelos possíveis danos decorrentes de uma ameaça (CAMPOS, 1999).

Inicialmente, quando analisamos os conceitos de probabilidade e consequência, podemos até encontrar similaridades com os conceitos de ameaça e vulnerabilidade. No entanto, estes dois últimos conceitos acabam por traduzir de maneira mais fiel as situações de risco, especialmente pela forma como são tratados, mantendo profunda dependência entre si e, com isso, apresentando uma menor dose de reducionismo.

Para Campos (1999), a expressão $\text{Risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Consequências}$ pode causar um erro de interpretação, oferecendo uma visão distorcida de que probabilidade e consequência podem ser multiplicadas simplesmente segundo uma lógica matemática. Porém, as relações entre os componentes de uma situação de risco são muito mais complexas que uma operação aritmética.

Assim, mesmo defendendo a segunda definição de risco (presença simultânea da ameaça e da vulnerabilidade), devemos tomar cuidado com a definição desses conceitos. Para isso, devemos observar a própria etimologia destas palavras.

A ameaça não pode simplesmente ser relacionada às condições naturais de uma determinada zona. Ela representa também uma categoria emocional. Consultando o dicionário, vemos que a ameaça é definida como: palavra, ato ou gesto pelos quais se exprime a vontade que se tem de fazer mal a alguém / sinal, manifestação que leva a acreditar na possibilidade de ocorrer alguma coisa (BUENO, 1996). Nesse sentido, a ameaça seria uma esperança matemática de ocorrer um desastre natural (assumindo um sentido probabilístico) agindo conjuntamente com um sentimento de insegurança.

Já a vulnerabilidade, segundo o dicionário, significa: caráter ou qualidade de ser vulnerável; diz-se do lado fraco de um assunto ou de uma questão; suscetível de ser ferido, ofendido ou tocado (BUENO, 1996). Assim, do ponto de vista socioambiental, a vulnerabilidade representa um risco efetivo atuando conjuntamente com uma fragilidade social.

Porém, por mais que agora o conceito de risco esteja “melhor definido”, isso não quer dizer que ele seja facilmente compreendido por diversos autores que já o utilizaram.

Inicialmente, podemos observar que na literatura científica há certa imprecisão quanto ao emprego do conceito de risco, principalmente pelas diferentes traduções do inglês *hazard*, comum na literatura norte-americana. Alguns autores da Geografia, em língua portuguesa, empregam o termo *hazard* ora como risco, ora como acidente. Em algumas obras, o termo foi traduzido como acaso, enquanto que, em outras, como perigo.

O interesse pelo estudo dos riscos naturais e de suas consequências para o homem levou a União Geográfica Internacional (UGI) a criar, em 1968, a Comissão Homem Ambiente, encarregada de promover pesquisas sobre riscos. Os trabalhos realizados no período de 1968 a 1972 foram selecionados por Gilbert White (presidente desta comissão) em 1974, resultando em uma obra intitulada: “Natural Hazards” (ZANELLA, 2006). Assim, foi a partir deste trabalho que começou a nascer uma grande corrente de estudos sobre percepção dos riscos a nível mundial, inicialmente na literatura norte-americana, crescendo também em alguns países latinos, chegando ao Brasil com uma maior discussão na década de 1990.

No Brasil, Xavier (1996) procurou adotar o termo *hazard* como sinônimo de risco, já Monteiro (1991) optou pela tradução como acidente. Em língua espanhola, Castro (2000) propôs a tradução de *hazard* como perigo, traduzindo mais fielmente o sentido da expressão em inglês e fornecendo um significado similar à ideia de ameaça, considerada enquanto possibilidade.

Outros autores, como Veyret (2007), também utilizam a definição de “álea”, entendido como um acontecimento possível que pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas.

No Brasil, o termo perigo não é tão utilizado nos textos acadêmicos. O risco é o principal termo utilizado, mostrando a probabilidade de uma ameaça acontecer, com análises que vão dar ênfase à estimativa e à

quantificação da probabilidade de ocorrência, para determinar níveis apropriados de segurança ou aceitabilidade, referindo-se, dessa forma, à existência conjunta de ameaça (ou perigo) e vulnerabilidade. Assim, podemos concluir que o risco ambiental refere-se a uma situação de ameaça atuando sobre uma população vulnerável.

Alguns autores, como Burton, Kates & White (1978) e Cerri & Amaral (1998), apresentam uma classificação dos diferentes tipos de riscos ambientais, subdividindo-os em três categorias: risco natural, risco tecnológico e risco social (ver figura 11).

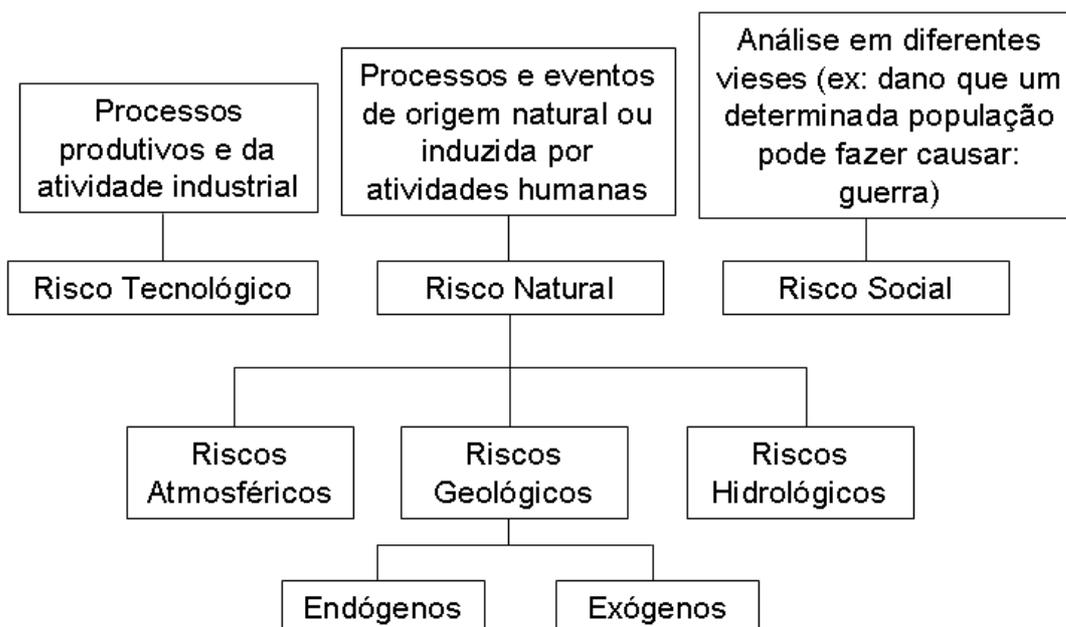


FIGURA 11 - Classificação dos riscos ambientais. Adaptado de Cerri e Amaral (1998, p.302).

A categoria risco natural está relacionada a processos e eventos de origem natural ou induzida por atividades humanas. Esses processos podem apresentar uma natureza bastante diversificada, tanto em escala temporal, como também espacial, pois o risco natural pode apresentar-se com diferentes graus de perdas, em função da intensidade (magnitude), da abrangência no

espaço e do tempo de atividade dos processos (CASTRO, PEIXOTO & PIRES DO RIO, 2005).

Cerri e Amaral (1998) apresentam uma subdivisão dos riscos naturais em riscos físicos, que se organizam em outros três grupos menores (riscos atmosféricos, riscos geológicos e riscos hidrológicos), e riscos biológicos, que se organizam em outros dois grupos menores (riscos ligados à fauna e riscos ligados à flora).

A categoria risco tecnológico inscreve-se no âmbito dos processos produtivos e da atividade industrial, sendo uma categoria bastante pesquisada, que leva em consideração os vazamentos de produtos tóxicos, os lançamentos de materiais perigosos, os acidentes nucleares, a contaminação (construções, solo, águas de superfície e/ou de subsuperfície, ar, produtos agrícolas) etc. (CASTRO, PEIXOTO & PIRES DO RIO, 2005).

A categoria risco social pode ser analisada em diferentes vieses, considerando, por exemplo: o dano que uma determinada população pode fazer causar (terrorismo, guerras, sequestros etc.); a relação entre marginalidade e vulnerabilidade a desastres naturais; o risco social como resultante de carências sociais que contribuem para uma degradação das condições de vida da sociedade (CASTRO, PEIXOTO & PIRES DO RIO, 2005).

No entanto, deve-se levar em consideração que, embora alguns processos possam estar inseridos no campo dos riscos naturais, muitos deles têm sua origem ou seu agravamento sob condições de influência humana, principalmente quando observamos a dinâmica desses processos em áreas urbanas.

Assim, natureza, sociedade e tecnologia se misturam para formar vulnerabilidade e resiliência às ameaças. Não existem riscos puramente naturais, tecnológicos ou sociais, e suas consequências não podem ser examinadas separadamente das respostas humanas (BURTON, KATES & WHITE, 1978).

A noção de vulnerabilidade também tem sido abordada em diferentes áreas do conhecimento e, no final dos anos 1990, ganhou força nas ciências sociais, e seu conceito ainda continua sendo discutido e aprimorado por diversos autores.

Para Kaztman (2000), a vulnerabilidade seria a incapacidade de uma pessoa ou de um domicílio aproveitarem-se das oportunidades, disponíveis em distintos âmbitos socioeconômicos, no intuito de melhorar sua situação de bem estar ou de impedir sua deterioração. Portanto, o mercado, o Estado e a sociedade podem oferecer oportunidades, mas estes grupos não estão aptos a aproveitá-las.

Já segundo documento da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL (2002), a vulnerabilidade social é considerada como a condição de exposição a riscos, articulada com a possibilidade de controlar os efeitos da materialização desses riscos, ou seja, a capacidade de cada indivíduo, família ou comunidade de enfrentar os riscos, mediante uma resposta interna ou por meio de um apoio externo. A incapacidade para dar respostas pode ocorrer devido à incapacidade de enfrentamento dos riscos ou pela inabilidade de adaptação à situação (ZANELLA et. al, 2009).

Dessa forma, vemos que a vulnerabilidade se encontra diretamente relacionada com grupos vulneráveis (populações) que, por determinadas contingências, são menos propensas a uma resposta positiva quando da ocorrência de algum evento adverso.

Nesse sentido, a vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como uma zona onde coexistem riscos ambientais efetivos e populações em situação de vulnerabilidade social, ou seja, há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há risco de ocorrer algum evento adverso (DESCHAMPS, 2004).

Assim, vemos que a vulnerabilidade é uma noção multidimensional, na medida em que afeta indivíduos, grupos e comunidades em planos distintos de seu bem estar, de diferentes formas e intensidades, resultadas de uma

combinação de fatores que possam produzir uma deterioração do nível de bem estar desses grupos, em consequência de sua exposição a determinados tipos de riscos.

3. MATERIAIS E TÉCNICAS

Para a contemplação dos objetivos propostos neste trabalho de pesquisa, foi necessária a utilização de alguns materiais e de algumas técnicas que serão detalhados a seguir, como: a utilização de informações qualificadas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e da Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará.

Além dessas informações, foram utilizadas técnicas estatísticas (Técnica dos quantis) para analisar dados relativos à pluviosidade a nível estadual (em todos os 184 municípios cearenses), critérios estabelecidos por bancos de dados de Desastres Naturais (Emergency Events Database – EM-DAT) para observar sinais de ocorrência de Desastres Naturais no Estado, como também a utilização de um Sistema de Informações Geográficas – SIG, no intuito de estabelecer sinais de alerta para ocorrência de desastres naturais nos municípios do Estado do Ceará.

3.1. A TÉCNICA DOS QUANTIS

Procurando obedecer as normas estabelecidas pela Organização Meteorológica Mundial – OMM e definir valores medianos para a chuva acumulada durante o ano em diferentes regiões do Estado do Ceará, utilizamos a técnica dos quantis para o estudo aqui proposto, pois esta permitiu uma análise estatística confiável e detalhada do período analisado neste trabalho (1980 a 2009).

Porém, antes de detalharmos como foi realizada tal análise, precisamos entender a definição de quantil, como esta técnica estatística surgiu e de que forma ela pode ser aplicada.

A Técnica dos quantis foi utilizada pioneiramente no trabalho de Pinkayan (1966), um pesquisador da *Colorado State University*, em Fort

Collins-Colorado. O Trabalho destinava-se a avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais; no referido trabalho, o pesquisador avaliou toda a área continental dos Estados Unidos da América do Norte. Gibbs e Maher (1967) também propuseram um sistema baseado em quantis (decis) na Austrália com o fim de caracterizar períodos secos e chuvosos, o que lhes permitiu instituir um sistema de alarme de seca (XAVIER, 2001).

Para o Nordeste brasileiro e em particular para o Estado do Ceará, Terezinha Xavier (1984, 1986, 1987, 1989, 2001), publicou trabalhos que analisavam períodos excessivamente secos e chuvosos, em uma série histórica de 33 anos (1964 a 1996).

Para entendermos a noção de quantil, suponhamos que a chuva em um determinado local, acumulada em certo intervalo do ano (mês, bimestre, trimestre, quadrimestre, semestre, ou até mesmo o ano inteiro etc.), com respeito a anos consecutivos, possa ser representada em termos por uma variável aleatória contínua X .

Dizer que a chuva é uma variável aleatória significa que o valor da sua altura acumulada (em milímetros) não poderá ser previsto com uma exatidão determinística, mas na verdade ela vai ser de natureza probabilística. Ou seja, podemos atribuir uma probabilidade para que a altura da chuva fique compreendida entre dois limites arbitrariamente escolhidos.

“Quantis (“quantiles”, “fractiles”) são medidas de separação para distribuições de probabilidade ou para suas amostras. Um quantil de ordem p (definido para $0 < p < 1$) é um valor numérico que secciona a distribuição em duas partes, com probabilidades p (à esquerda deste quantil “teórico”) e $1-p$ (à direita). Em termos amostrais, permitindo separar uma amostra em duas massas de observações numéricas, com $100xp\%$ dos elementos localizados à esquerda do quantil “amostral” e os demais $100x(1-p)\%$, à direita. [...] Até o quantil de ordem 5% estão compreendidos “valores extremos inferiores”, ao passo que a partir do quantil de ordem 95% encontram-se valores extremos superiores” Decerto são admitidos outros níveis para definir eventos extremos. Menos exigentes, como 15% e 85%. Ou mais exigentes, como 1% e 99%, etc., ou seja, no sentido de caracterizar eventos ainda mais raros”. (XAVIER, 2007, p.3).

Uma interpretação simples para o quantil Q_p é a seguinte: supondo que a probabilidade p é expressada em termos percentuais, espera-se que em $p(\%)$ dos anos a medida da chuva X não deve ultrapassar o valor desse quantil Q_p , em milímetros, enquanto para $(100 - p) \%$ dos anos tal valor será excedido. Por exemplo, para as ordens quantílicas $p = 0,25; 0,50$ e $0,75$ (25%, 50% e 75%), os quantis respectivos são os quartis, ou $Q(0,25)$, $Q(0,50)$ e $Q(0,75)$. Assim, teríamos uma divisão em 3 classes.

Para o presente trabalho, utilizaremos a mesma divisão que Pinkayan (1966) utilizou em seu trabalho, uma divisão em 5 classes: Muito Seco, Seco, Normal, Chuvoso e Muito Chuvoso. Estas são representadas pelos seus respectivos quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,50)$, $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$. As classes extremas (Muito Seco e Muito Chuvoso), dessa forma, apresentam um intervalo relativamente menor (apenas 15%), o que permite um tratamento matemático mais coerente e confiável que leva em consideração uma distribuição normal, enquanto que a classe Normal apresenta o maior intervalo (30%).

Na pesquisa aqui proposta, foi escolhida uma série de 30 anos (1980 a 2009) para definir as classes quantílicas e seus respectivos intervalos. A observação foi feita para o total de chuva acumulada por ano (para cada município).

Tal intervalo foi utilizado para obter valores normais e extremos mais confiáveis, ou seja, estaríamos estabelecendo a normal climatológica. Este termo é utilizado para defender a necessidade de se utilizar valores médios calculados a partir de um intervalo uniforme no intuito de estabelecer comparações do comportamento de dados medidos ou coletados em várias localidades ou estações meteorológicas (XAVIER, 2001).

O termo pode ser aplicado tanto para dados de temperaturas como para pluviometria e outros elementos climatológicos, permitindo uma análise mais confiável estatisticamente, sendo estabelecido pela Organização Meteorológica Mundial - OMM um mínimo de 30 anos de observações com

respeito a uma mesma variável climática e para uma dada estação meteorológica.

Vale salientar que, segundo a própria OMM, as “normais” são calculadas para intervalos uniformes e suficientemente longos, compreendendo pelo menos três décadas consecutivas, sendo que estes valores precisam ser recalculados de tempos em tempos, pois devemos levar em consideração a possibilidade de variações no clima local.

Porém, não podemos deixar de destacar que alguns postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos não apresentam dados a partir do ano de 1980. Assim, para definir os intervalos para classes, utilizamos a regionalização da própria FUNCEME, atualmente utilizada pelo órgão e proposta por Terezinha Xavier (2001), que divide o Estado do Ceará em oito Regiões Pluviométricas Homogêneas – RPH (ver figura 12).

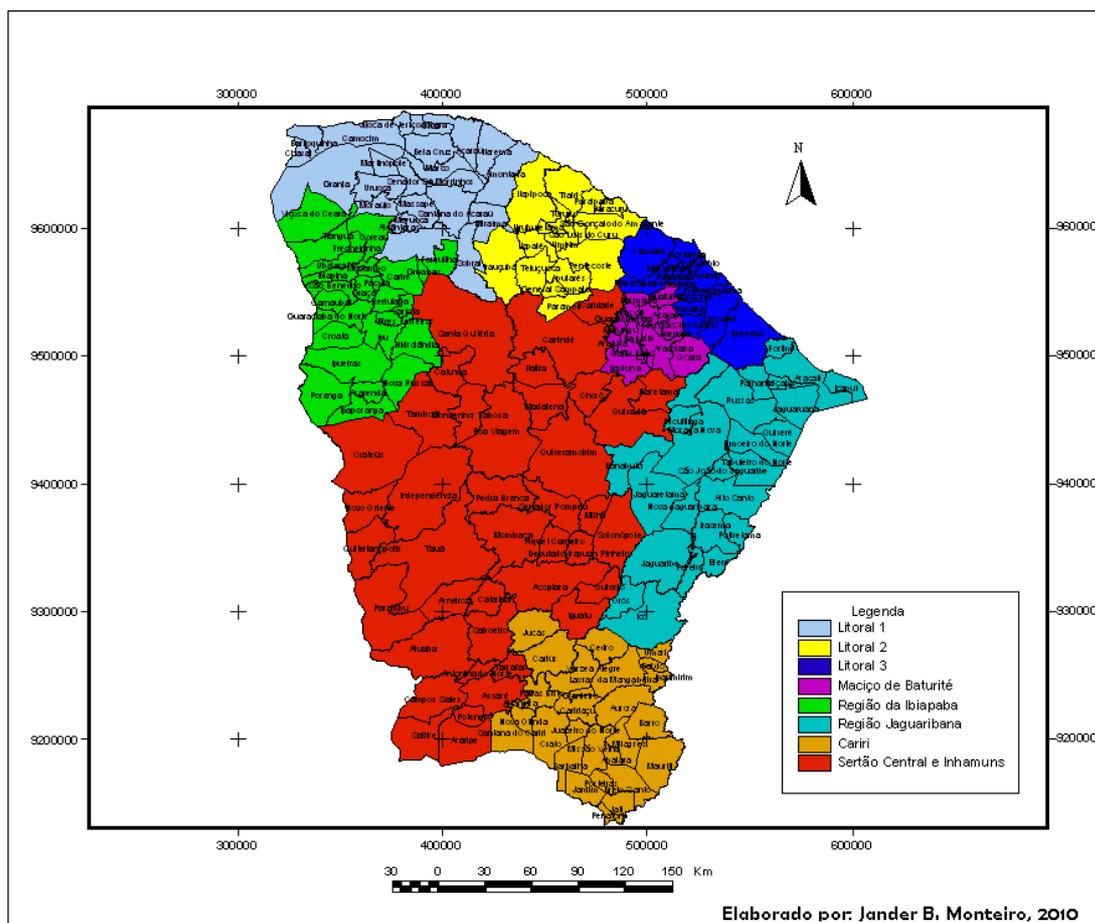


FIGURA 12 – Divisão do Estado do Ceará em regiões pluviométricas homogêneas.

Assim, foram definidos intervalos diferenciados (quantis) para cada região pluviométrica homogênea. São elas: Litoral 1 (Litoral Norte, com postos entre Chaval e Acaraú, selecionando também a cidade de Sobral, totalizando 22 municípios); Litoral 2 (com postos entre as localidades de Trairi e Pecém, adentrando Pentecoste e General Sampaio, totalizando 16 municípios); Litoral 3 (Litoral de Fortaleza, com postos também entre Caucaia e Beberibe, totalizando 14 municípios); Maciço de Baturité (postos localizados no maciço e sua circunvizinhança, totalizando 14 municípios); Região da Ibiapaba (postos na Serra da Ibiapaba, porém indo até Cariré, Hidrolândia e Poranga, totalizando 26 municípios); Região Jaguaribana (Litoral de Aracati, indo em direção ao sul do Estado até a cidade de Icó, totalizando 24 municípios); Cariri (Região do Cariri, totalizando 28 municípios); e Sertão Central e Inhamuns (Região que compreende os municípios localizados no sertão central do Estado e Inhamuns, totalizando 40 municípios).

Devido à falta de informações de alguns postos pluviométricos, foram selecionados apenas aqueles que representam informações desde 1980, ou seja, geralmente são os postos localizados nas sedes dos municípios (postos mais antigos). Assim, para cada região, foram analisadas detalhadamente as informações disponibilizadas pela FUNCEME referentes ao total pluviométrico, originando um trabalho minucioso, pois alguns postos, apesar de possuírem informações a partir do ano de 1980, apresentavam erros em anos posteriores e, por isso, foram descartados na realização do cálculo estatístico que possibilitaria uma divisão em classes para cada Região Pluviométrica Homogênea - RPH.

Realizadas as análises minuciosas de cada posto sede dos 184 municípios cearenses, 93 postos apresentaram informações confiáveis e foram selecionados para a aplicação da técnica dos quantis por região pluviométrica homogênea (ver tabela 2 e figura 13).

TABELA 2 – Postos pluviométricos selecionados por região pluviométrica homogênea.

Litoral 1 (9 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Acaraú	2°53'	40°07'	Massapê	3°32'	40°20'
Camocim	2°55'	40°50'	Santana do Acaraú	3°28'	40°12'
Granja	3°08'	40°50'	Sobral	3°42'	40°21'
Marco	3°09'	40°09'	Uruoca	3°19'	40°34'
Martinópolis	3°13'	40°41'			
Litoral 2 (8 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Itapajé	3°41'	39°35'	São G. do Amarante	3°35'	38°58'

Itapipoca	3°30'	39°34'	São L. do Curu	3°40'	39°16'
Paracuru	3°26'	39°01'	Trairi	3°17'	39°15'
Pentecoste	3°47'	39°16'	Uruburetama	3°37'	39°30'
Litoral 3 (6 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Aquiraz	3°54'	38°23'	Maracanaú	3°52'	38°40'
Caucaia	3°45'	38°41'	Maranguape	3°55'	38°43'
Fortaleza	3°44'	38°34'	Pacajus	4°11'	38°28'
Maçico de Baturité (9 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Aracoiaba	4°22'	38°48'	Itapiúna	4°35'	38°57'
Aratuba	4°25'	39°03'	Mulungu	4°18'	38°59'
Baturité	4°20'	38°52'	Pacoti	4°13'	38°55'
Capistrano	4°28'	38°54'	Redenção	4°12'	38°49'
Guaramiranga	4°16'	38°56'			
Região da Ibiapaba (12 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Cariré	3°57'	40°28'	Mucambo	3°54'	40°44'
Carnaubal	4°10'	40°57'	Reriutaba	4°09'	40°35'
Coreaú	3°34'	40°39'	São Benedito	4°03'	40°52'
Guaraciaba do Norte	4°11'	40°45'	Tianguá	3°44'	40°59'

Ipu	4°19'	40°42'	Ubajara	3°51'	40°55'
Ipueiras	4°32'	40°43'	Viçosa do Ceará	3°34'	41°05'
Região Jaguaribana (11 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Alto Santo	5°31'	38°15'	Jaguaruana	4°50'	37°47'
Aracati	4°34'	37°46'	Limoeiro do Norte	5°08'	38°06'
Icó	6°24'	38°51'	Pereiro	6°03'	38°28'
Iracema	5°49'	38°18'	São João do Jaguaribe	5°17'	38°16'
Jaguaretama	5°37'	38°46'	Tabuleiro do Norte	5°15'	38°08'
Jaguaribe	5°54'	38°37'			
Cariri (15 postos)					
Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Altaneira	6°59'	39°44'	Jardim	7°35'	39°17'
Aurora	6°57'	38°58'	Juazeiro do Norte	7°13'	39°19'
Barbalha	7°20'	39°18'	Jucás	6°31'	39°31'
Barro	7°10'	38°46'	Lavras da Mangabeira	6°45'	38°58'
Brejo Santo	7°30'	38°59'	Milagres	7°18'	38°56'
Caririaçu	7°02'	39°17'	Missão Velha	7°15'	39°08'
Cedro	6°36'	39°04'	Santana do Cariri	7°11'	39°44'
Crato	7°14'	39°25'			

Sertão Central e Inhamuns (23 postos)

Município/Posto	Lat.S	Long.W	Município/Posto	Lat.S	Long.W
Acopiara	6°07'	39°27'	Monsenhor Tabosa	4°48'	40°04'
Aiuaba	6°34'	40°07'	Itatira	4°32'	39°37'
Araripe	7°12'	40°08'	Parambu	6°12'	40°41'
Arneiroz	6°19'	40°09'	Pedra Branca	5°27'	39°43'
Assaré	6°52'	39°52'	Piquet Carneiro	5°49'	39°25'
Boa Viagem	5°08'	39°43'	Quixadá	4°58'	39°02'
Campos Sales	7°04'	40°22'	Quixeramobim	5°12'	39°17'
Catarina	6°08'	39°52'	Saboeiro	6°32'	39°54'
Crateús	5°11'	40°40'	Senador Pompeu	5°35'	39°22'
Dep. Irapuan Pinheiro	5°55'	39°16'	Solonópole	5°42'	39°01'
Iguatú	6°22'	39°18'	Tauá	6°01'	40°17'
Independência	5°24'	40°18'			

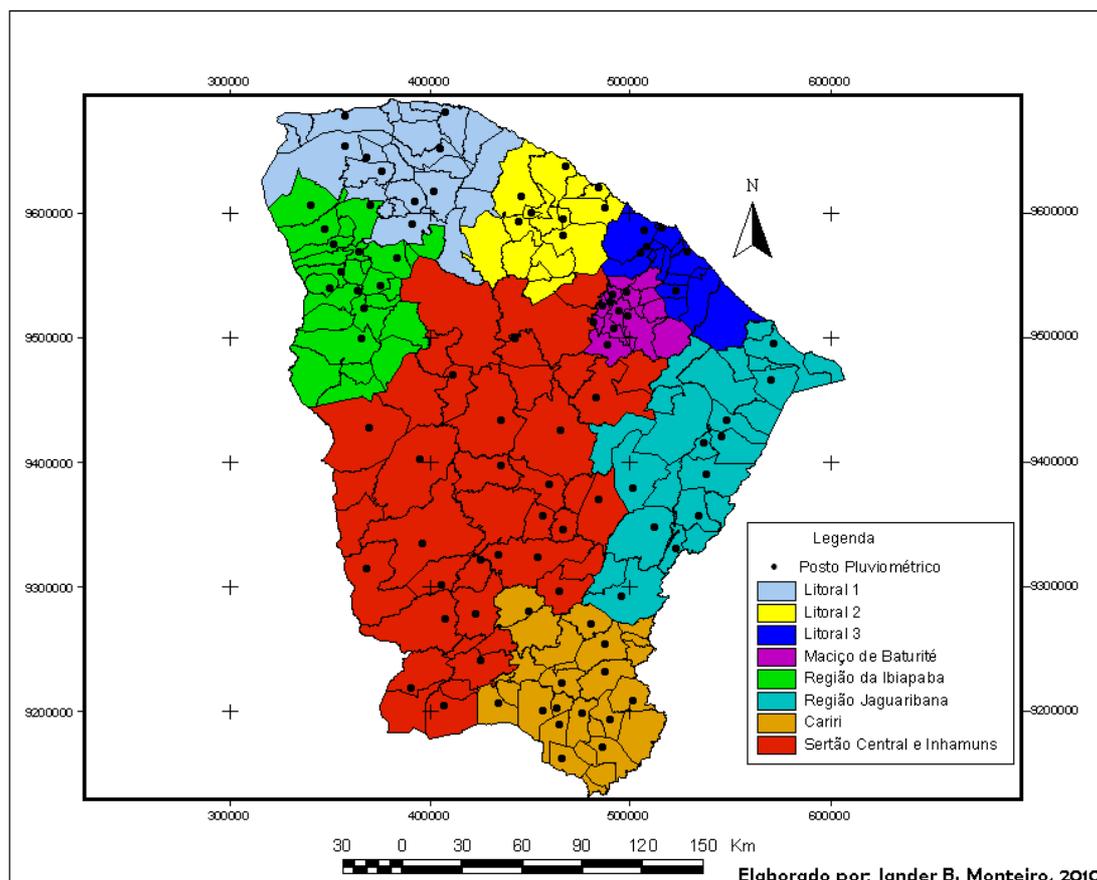


FIGURA 13 – Localização dos postos pluviométricos por região pluviométrica homogênea.

Após a seleção dos postos pluviométricos por região pluviométrica homogênea, as informações foram agrupadas (por posto pluviométrico) por ano e total pluviométrico mensal do ano (12 meses), para, então, obter o valor do total anual (por meio de soma). Depois de realizado esse procedimento para cada posto, as informações foram novamente agrupadas em uma nova tabela para obtenção da média anual dos postos selecionados por região pluviométrica homogênea. Paralelamente, também foram calculados os quantis para a quadra chuvosa (fevereiro a maio) e identificação do quantil $Q(0,50)$ para os meses de fevereiro, março, abril e maio, no intuito de detectar um valor mediano de precipitação desses meses para cada região pluviométrica homogênea.

Para a aplicação da Técnica dos quantis, no intuito de definir intervalos para a pluviosidade da região pluviométrica homogênea em cinco classes (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso), adotou-se o

seguinte procedimento (para cada município): após estabelecida a média de cada ano da série histórica (1980-2009), os valores foram colocados em ordem crescente (do menor valor para o maior) em uma tabela para obtenção dos quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,50)$, $Q(0,65)$, $Q(0,85)$, os quais representam as classes muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, respectivamente (ver tabela 3). Cada valor possui um número de ordem que varia de 1 a 30, e posteriormente é aplicada a seguinte fórmula: $Q(P)=y_i+\{[P-P_i]/[P_{i+1}-P_i]\}*[y_{i+1}-y_i]$.²

TABELA 3 – Modelo de formatação dos valores agrupados para posterior aplicação da técnica dos quantis para uma região pluviométrica homogênea do Estado do Ceará (Litoral 1).

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	333,4	478,6	589,1	598,8	644,1	672,4	676,5	685,3	686,3	748,9
$P_i=i/(N+1)$	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	780,2	839,2	854,7	874,5	884,6	922,2	1054,8	1103,7	1130,8	1146,7
$P_i=i/(N+1)$	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1200,7	1202,7	1226,7	1277,7	1345,6	1423,7	1469,3	1508,8	1731,0	2262,7
$P_i=i/(N+1)$	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

Utilizando o modelo esquemático acima como exemplo, chegaremos a valores estimados para os quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,50)$, $Q(0,65)$,

² $Q(P)$ = Quantil (Ex: $Q(0,25)$ é o quantil que corresponde à ordem quantílica $P = 0,25$), i = número de ordem para cada valor (ordenar de forma crescente), y = valor correspondente a cada número de ordem i (no caso, seria o total pluviométrico em mm), P_i = Ordem quantílica ($P_i = i/(N+1)$) e N = Número de elementos da série.

Q(0,85), dispostos em 5 classes, conforme modelo esquemático abaixo (ver Figura 14):

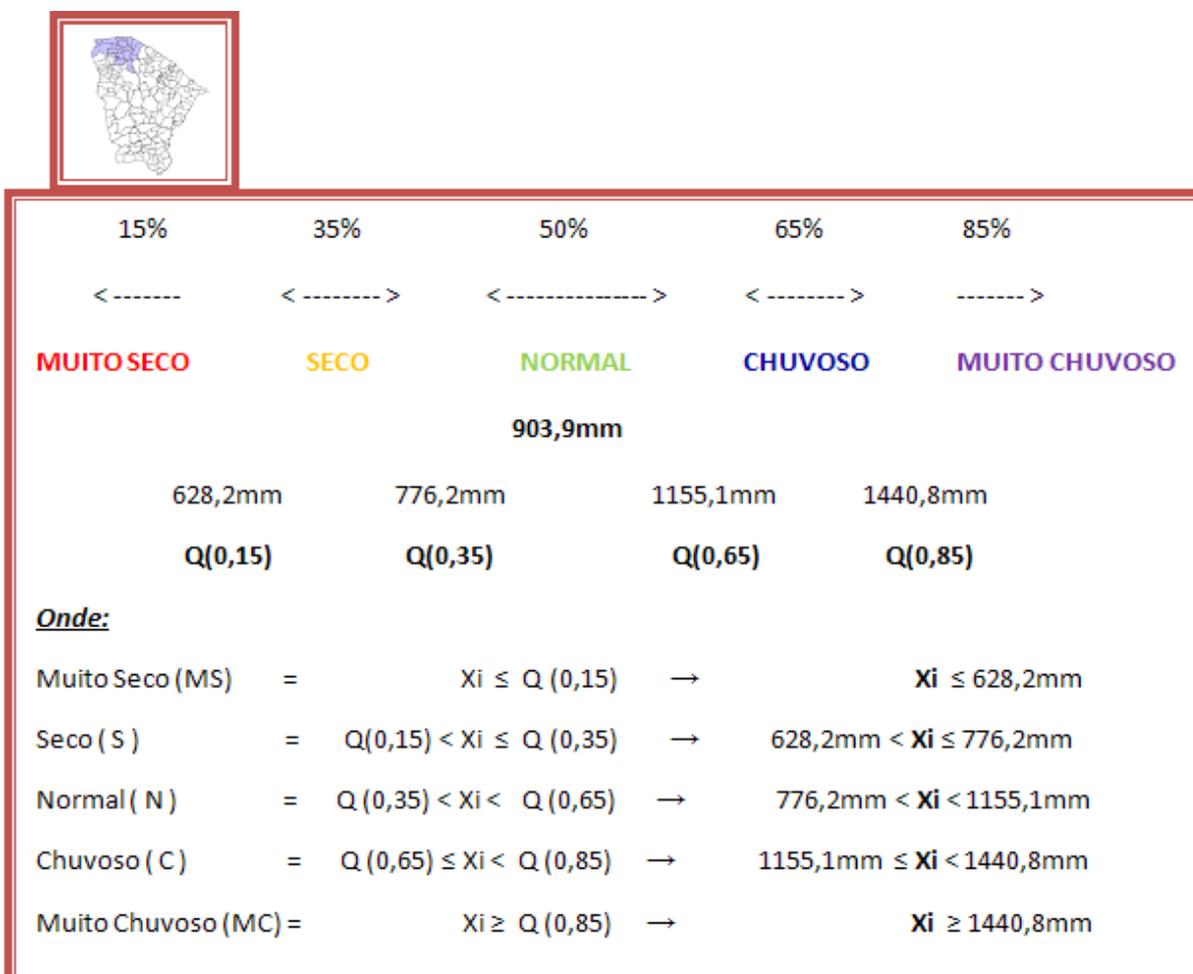


FIGURA 14 - Modelo esquemático das classes quantílicas para a Região Pluviométrica Homogênea - RPH Litoral 1 (Litoral oeste do Estado do Ceará).

Após estabelecer os valores das classes quantílicas para cada Região Pluviométrica Homogênea - RPH do Estado, iniciou-se a classificação de cada ano (1980-2009) de todos os municípios do Estado do Ceará. Os anos de alguns municípios que apresentaram falha nos dados foram registrados como “sem informação”, seja por dados mensais ou diários que não foram computados. Esse procedimento foi utilizado para evitar classificações equivocadas, pois quando o total pluviométrico de um determinado mês não é computado, este não pode ser somado ao total anual. Da mesma forma,

quando um valor diário não é informado (o valor aparece com a numeração 0,999), este não é computado ao total mensal.

Para melhor visualizar os resultados obtidos e a classificação de cada município, foram confeccionados mapas por meio do Software ArcView (versão 3.2 e ID: 837871100535) com gradação de cor por ano (cada classe com uma cor diferente). Para as classes quantílicas muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, foram utilizadas as seguintes cores, respectivamente: vermelha, laranja, verde, azul e lilás.

Em seguida, foram realizadas algumas análises de cada ano, verificando a classe predominante, a situação atmosférica local e os possíveis impactos registrados em documentos de órgãos como a Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará.

3.2. A METODOLOGIA PRESENTE NO BANCO DE DADOS EM-DAT PARA DECRETAR DESASTRES NATURAIS.

Os bancos de dados globais de desastres naturais têm como objetivo principal responder às necessidades dos gerenciadores de áreas afetadas e vulneráveis aos desastres naturais. Nesse sentido, é possível realizar até uma categorização de países em relação, por exemplo, a um determinado tipo de desastre, para que agências humanitárias e organizações internacionais possam realizar esforços e investimentos na redução do risco.

Dentre estes bancos de dados, destaca-se o Emergency Events Database (EM-DAT), que é desenvolvido e administrado pelo Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) da Universidade de Louvain, Bélgica, com suporte da Office of Foreign Disasters Assistance (OFDA).

O EM-DAT possui dados de desastres naturais que ocorreram em todo o mundo, contabilizados a partir de 1900. A Organização das Nações

Unidas – ONU utiliza esse banco como fonte de dados para direcionar suas ações políticas em prol da mitigação e prevenção de desastres naturais.

Existem também outros bancos de dados globais, como o National Cat Protection Society - NATCAT (desenvolvido e administrado pelo Munich Reinsurance Company, com sede em Munique, na Alemanha) e o SIGMA (administrado pelo Swiss Reinsurance Company, com sede em Zurique, Suíça). Estes são bastante utilizados pelas agências de seguro, porém de uso restrito para outros segmentos socioeconômicos. Além destes, existem mais outros bancos de dados, como o mantido pela National Aeronautics and Space Administration - NASA e Universidade de Dartmouth, EUA, que contém informações sobre as maiores inundações do mundo, porém não apresenta informações sobre outros tipos de desastre (MARCELINO, NUNES & KOBAYAMA, 2006).

Apesar de estes bancos apresentarem informações que destacam um aumento significativo na ocorrência de desastres naturais nas últimas décadas, dependendo da variável analisada, eles apresentam fortes discrepâncias entre si, como também limitações em comum, devido às diferenças regionais, que estão associadas às características geofísicas e socioeconômicas, à qualificação e experiência das instituições responsáveis pela prevenção e resposta aos desastres, à disponibilidade e acurácia de dados demográficos etc. Existem também algumas localidades que omitem registros devido a pressões políticas ou até mesmo que realizam o inverso: disponibilizam informações de certa forma exageradas, no intuito de adquirir ajuda financeira do governo.

Porém, não é nossa intenção aqui neste trabalho de pesquisa analisar a eficácia destes bancos de dados, pois sabemos também das dificuldades de adquirir informações relativas a desastres naturais em determinados pontos do globo, dificultando ainda mais a manipulação das informações presentes nos bancos de dados.

Cabe aqui mencionar a metodologia presente no banco de dados EM-DAT para caracterizar um determinado evento como desastre natural, pois,

como mencionamos anteriormente, há uma grande dificuldade em operacionalizar este conceito (desastre natural).

Apesar da existência de outros bancos de dados de desastres naturais, o EM-DAT torna-se o banco de dados mais confiável, visto que seus dados são fornecidos por agências da ONU, agências governamentais, universidades e centros de pesquisa em desastres. Dessa forma, tais dados podem ser utilizados como indicadores estatísticos que demonstram, de forma geral, a vulnerabilidade de cada país frente às ameaças naturais.

A metodologia deste banco de dados permite-nos enxergar que o desastre natural é, na verdade, um evento que afeta diretamente a sociedade, ou seja, para existir um desastre natural, é necessário que exista, naquele determinado local onde o fenômeno natural ocorreu, uma população para ser atingida.

Porém, para decretar o evento como desastre natural, devemos levar em consideração a proporção dele e, nesse sentido, o banco de dados EM-DAT utiliza critérios para caracterizá-lo como desastre natural. São eles: a) 10 ou mais vítimas fatais; b) 100 ou mais pessoas afetadas; c) declaração de estado de emergência; e d) pedido de assistência internacional. Se pelo menos um desses critérios for alcançado, o evento é caracterizado como desastre natural.

Assim, procuramos utilizar os critérios do banco de dados EM-DAT na pesquisa aqui tratada, no intuito de identificar sinais de ocorrência de desastres naturais no Estado do Ceará. Para a identificação destes sinais de ocorrência, utilizaremos informações qualificadas da Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará, a qual disponibilizou um documento que apresenta informações sobre número de atingidos por município e o tipo de desastre natural, no período de 2001 a 2009. Para uma melhor visualização e análise dessas informações, serão confeccionadas figuras, mapas e/ou tabelas.

Por fim, por meio dos resultados apresentados, foram realizadas conclusões relativas aos impactos socioambientais associados aos desastres

naturais a nível estadual, destacando possíveis soluções que procurem mitigar os efeitos decorrentes de desastres naturais.

3.3. O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG COMO FERRAMENTA QUE AUXILIA NA DETECÇÃO DE SINAIS DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS.

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), também conhecido por GIS (Geographic Information Systems), pode ser definido como um sistema composto por ferramentas de *software*, *hardware*, rotinas e métodos com o propósito de apoiar a aquisição, manipulação, modelagem, análise e exibição de dados do mundo real, visando à solução de problemas complexos de planejamento e gestão de recursos e/ou fenômenos espacialmente distribuídos (TIMBÓ, 2001).

Este sistema é utilizado para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos nos quais a localização geográfica é uma característica indispensável na análise. Composto de *softwares* e *hardwares*, esse sistema permite a integração entre banco de dados alfanuméricos (tabelas) e gráficos (mapas) para o processamento, análise e criação de dados georreferenciados. Como produtos, temos arquivos digitais contendo mapas, tabelas, gráficos e relatórios.

Por meio destes produtos gerados pelo sistema, é possível planejar e monitorar questões ligadas ao espaço físico geográfico. Na pesquisa aqui tratada, iremos utilizá-lo como ferramenta que possibilita identificar a possível ocorrência de desastres naturais (períodos de estiagem e possíveis inundações urbanas) em municípios do Estado do Ceará, utilizando a técnica dos quantis como metodologia de análise.

No entanto, para chegarmos ao produto final, precisamos entender os principais componentes do SIG, que são: o *software*, o *hardware*, os dados, os usuários e as metodologias de análise (VIEIRA, 2002).

O *software* é formado por um conjunto de programas (geridos por um determinado sistema operacional), cuja finalidade básica é coletar, armazenar, processar e analisar os dados geográficos. No trabalho aqui proposto, foi utilizado o Software ArcView (Versão 3.2).

O *hardware* é o conjunto de equipamentos necessários para que o *software* desempenhe suas funções. É constituído pelo computador e por seus periféricos (impressora, plotter, scanner, mesa digitalizadora, unidades de armazenamento etc).

Os dados são todos os materiais brutos que alimentam o sistema, permitindo gerar informação. Os dados utilizados para a confecção do SIG proposto neste trabalho de dissertação foram: valores estabelecidos pela técnica dos quantis para cada Região Pluviométrica Homogênea – RPH do Estado do Ceará, número de atingidos por estiagem ou inundação (por município), decretos de situação de emergência e registros de estiagens e inundações nos municípios do Estado (período de 2001 a 2009).

Os usuários do SIG (recursos humanos) são peças fundamentais na manipulação dos dados que compõe o sistema. Afinal, o SIG por si só não garante a eficiência e eficácia de sua aplicação. Nesse sentido, dispor de usuário(s) devidamente qualificado(s) para operar o SIG é fundamental para seu bom funcionamento.

Por fim, as metodologias ou técnicas de análise estão diretamente ligadas ao conhecimento e à experiência do profissional que, a partir de um objetivo definido, submete seus dados a um tratamento específico, para obtenção de determinados resultados. No trabalho aqui proposto, foram utilizadas a Técnica dos quantis para detectar valores medianos e extremos para chuva em determinadas regiões do Estado do Ceará e a metodologia presente no banco de dados EM-DAT para detectar sinais de ocorrência de desastres naturais.

Assim, municípios foram analisados pontualmente, ano a ano (1980-2009), identificando, por meio de mapas e tabelas, a classificação do município quanto à pluviosidade naquele respectivo ano (muito seco, seco, normal,

chuvoso ou muito chuvoso), detecção de algum sinal de ocorrência de desastre natural (por número de atingidos, mortos ou decreto de situação de emergência), registros de estiagens ou inundações no período analisado (2001-2009), informando também o número de atingidos (caso seja informado).

Também é possível, por meio deste SIG, emitir sinais de alerta de estiagem ou inundações em alguns municípios do Estado, por meio da utilização da técnica dos quantis, levando em consideração o total pluviométrico acumulado nos quatro meses mais chuvosos do Estado (fevereiro-maio). Para demonstrar como funciona o sistema de alerta, o ano de 2010 (considerado seco/muito seco) foi utilizado como exemplo, e análises e conclusões foram realizadas por meio dos resultados obtidos com este exemplo de aplicação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de identificarmos e discutirmos sobre alguns anos extremos da série histórica selecionada (1980-2009) no trabalho de pesquisa aqui tratado, faz-se necessário estabelecer os quantis das oito Regiões Pluviométricas Homogêneas – RPH do Estado do Ceará, auxiliando, desta forma, na detecção de anos normais e extremos para a chuva no Estado.

4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ POR MEIO DA TÉCNICA DOS QUANTIS.

Antes de analisarmos detalhadamente cada ano da série histórica (1980-2009), fez-se necessário estabelecer os quantis das oito regiões pluviométricas homogêneas do Estado do Ceará. Para isso, foram selecionados os postos que possuíam informações confiáveis nos 30 anos da série histórica, os quais já foram identificados anteriormente.

Assim, para a primeira Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Litoral 1 (litoral oeste do Estado, que vai de Chaval a Acaraú), após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice A), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 903,9 mm ($Q(0,50)$), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 15):

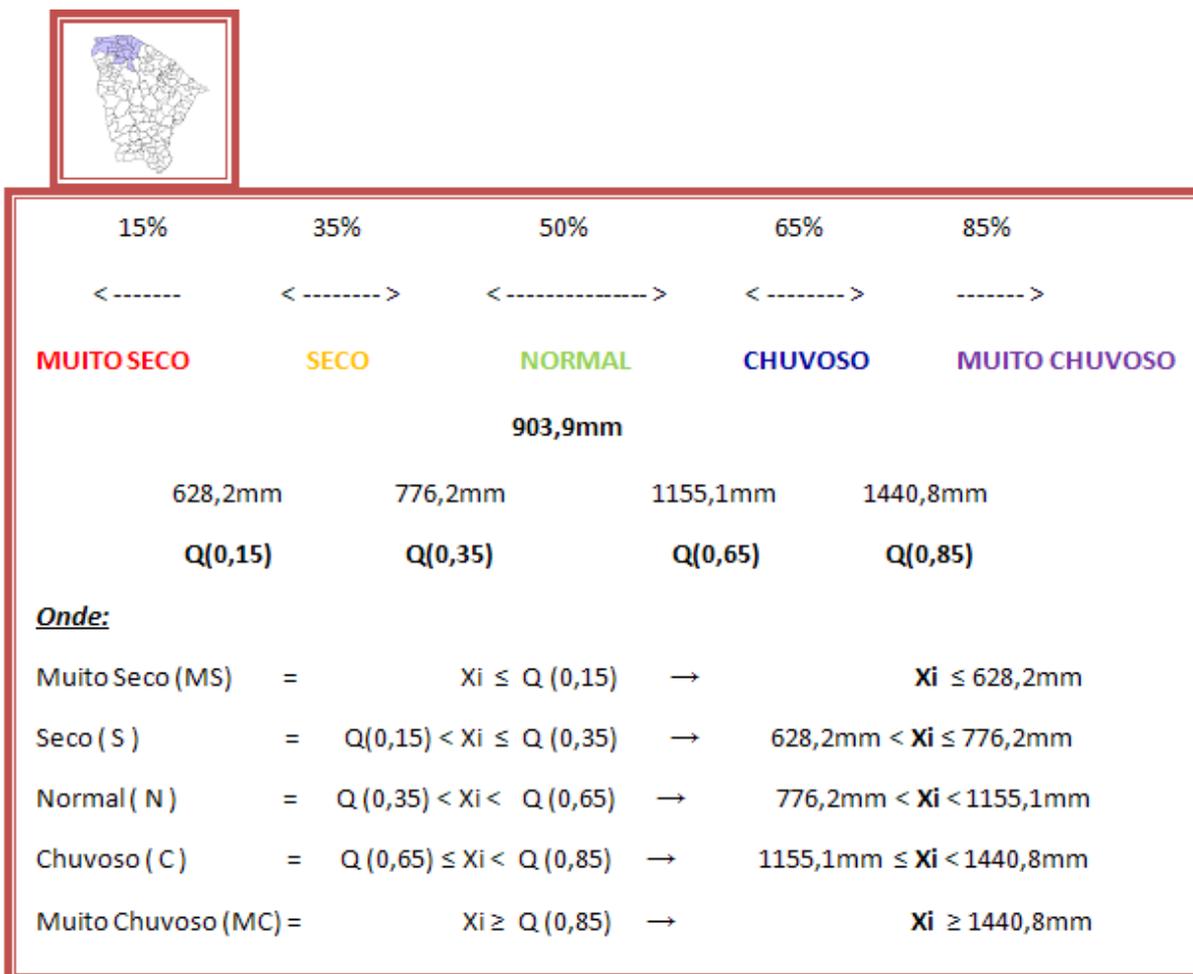


FIGURA 15 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Litoral 1.

Para a segunda Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Litoral 2 (Litoral de Trairi a Pecém), após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice B), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 1032,0 mm (Q(0,50)), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 16):

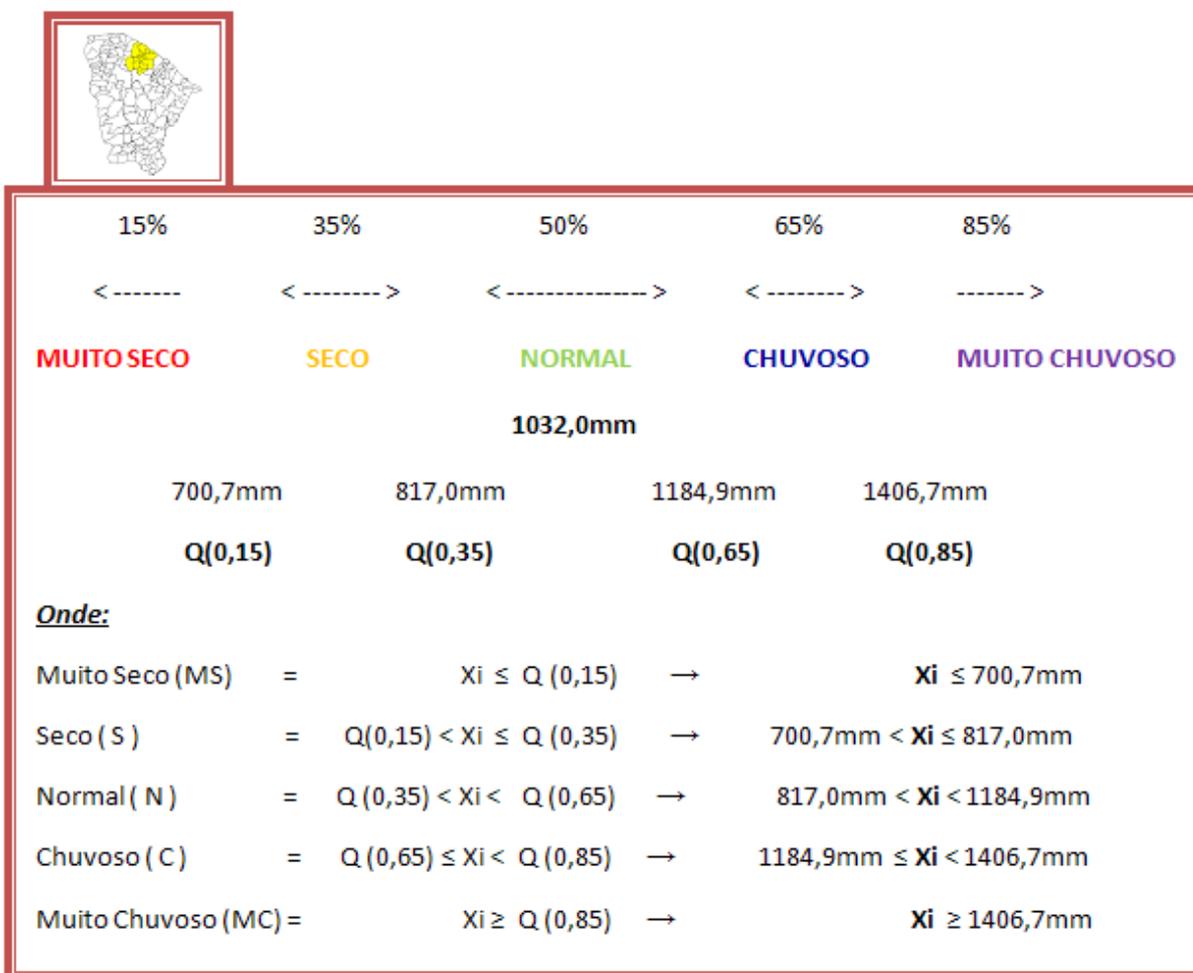


FIGURA 16 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Litoral 2.

Para a terceira Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Litoral 3 (litoral de Fortaleza até Beberibe), após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice C), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 1240,2 mm (Q(0,50)), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 17):

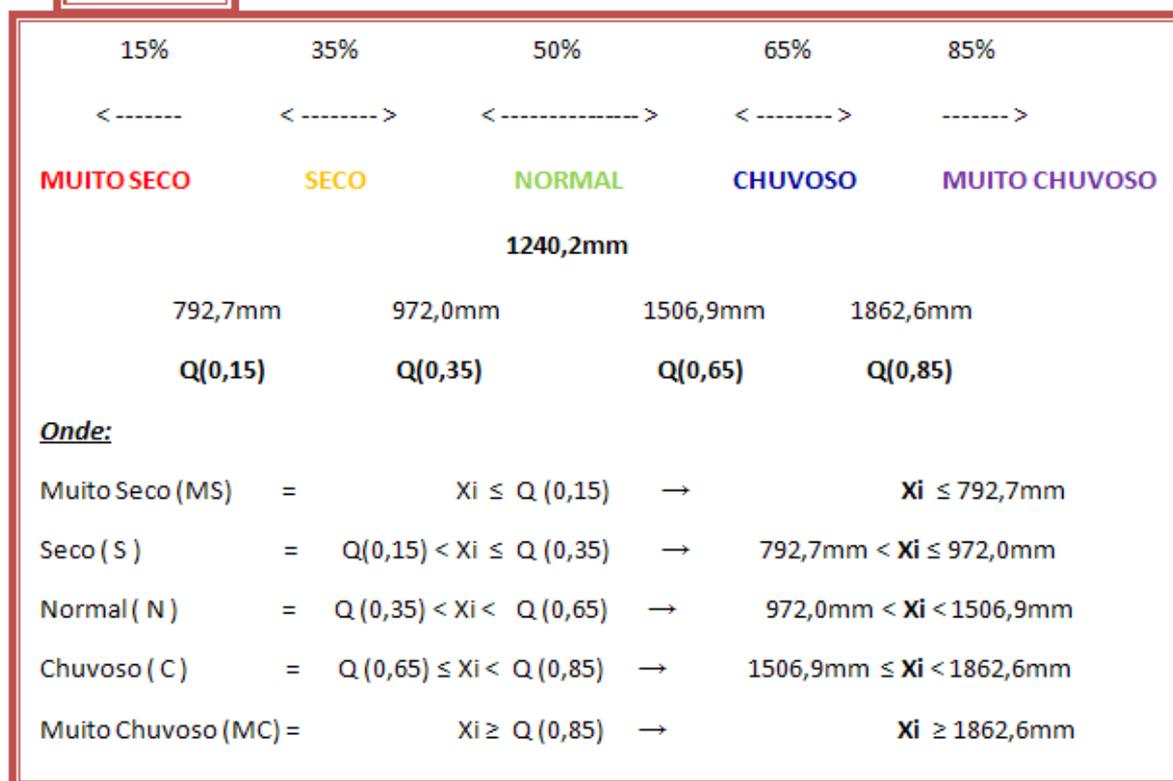


FIGURA 17 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Litoral 3.

Vale salientar que, para a RPH Litoral 3, foram selecionados os postos pluviométricos das sedes dos municípios de Aquiraz, Caucaia, Maracanaú, Maranguape e Pacajus para a aplicação da fórmula dos quantis. Porém, o município de Fortaleza, que também foi selecionado para a aplicação da fórmula, apresentava dois postos pluviométricos que poderiam ser selecionados, mas que, por ocasião de alguns anos não apresentarem informações, poderia distorcer os valores estabelecidos para os quantis.

Assim, para não deixarmos a capital do Estado do Ceará fora da análise e também não prejudicar a região Litoral 3 (a qual ficaria com poucos postos para realização do cálculo), utilizamos a maioria das informações do Posto FUNCEME (de 1980 a 2007) e inserimos as informações de apenas dois anos (2008 e 2009) do Posto PICI, pois o posto FUNCEME só apresentava informações até o ano de 2007.

Estes postos da cidade de Fortaleza são, de certa forma, localizados próximos um ao outro. Ou seja, apresentam valores aproximados na pluviosidade anual (ver figura 18), os quais não iriam provocar flutuações nos resultados estabelecidos para os quantis da região pluviométrica.

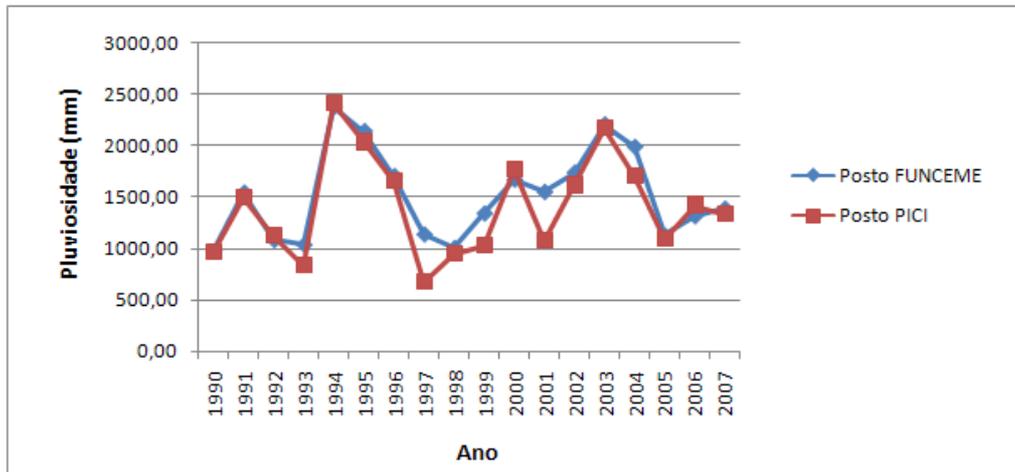


FIGURA 18 – Gráfico da pluviosidade anual dos postos FUNCEME e PICI de 1990 a 2007.

Para ratificar tal colocação, elaboramos um gráfico de dispersão (ver figura 19), que procura analisar o índice de correlação calculado (ver apêndice D e E) entre os dois postos (FUNCEME e PICI), no intuito de justificar a decisão tomada na elaboração dos quantis da respectiva região pluviométrica.

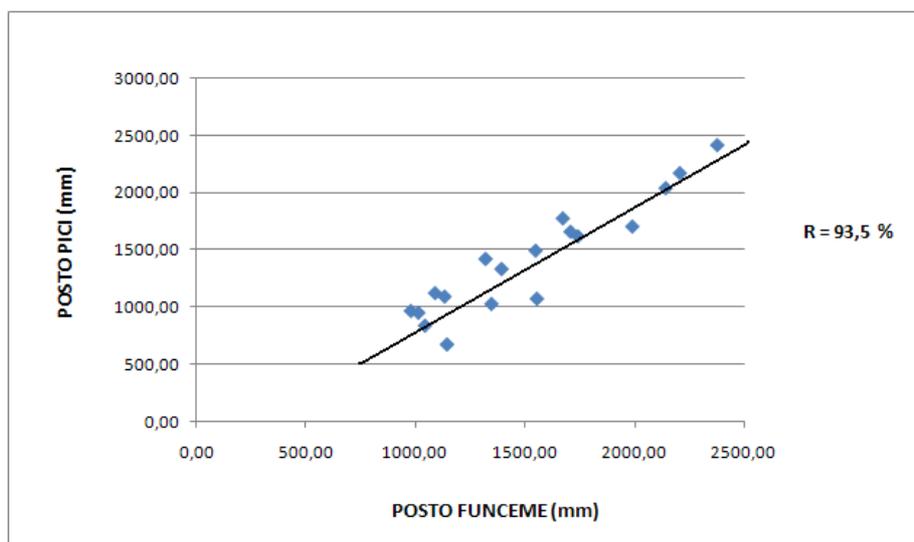


FIGURA 19 – Gráfico de Dispersão entre posto pluviométrico FUNCEME e PICI.

Após a elaboração do cálculo do coeficiente de correlação e do gráfico de dispersão, pudemos observar que o coeficiente de correlação (R_{xy}) possui um valor altíssimo (aproximadamente 93,5%), justificando, desta forma, a utilização de apenas dois anos do posto do PICI para inserir o município de Fortaleza no cálculo da série histórica da região pluviométrica Litoral 3.

Para a quarta Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Maciço de Baturité, após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice F), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 1086,3 mm ($Q(0,50)$), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 20):

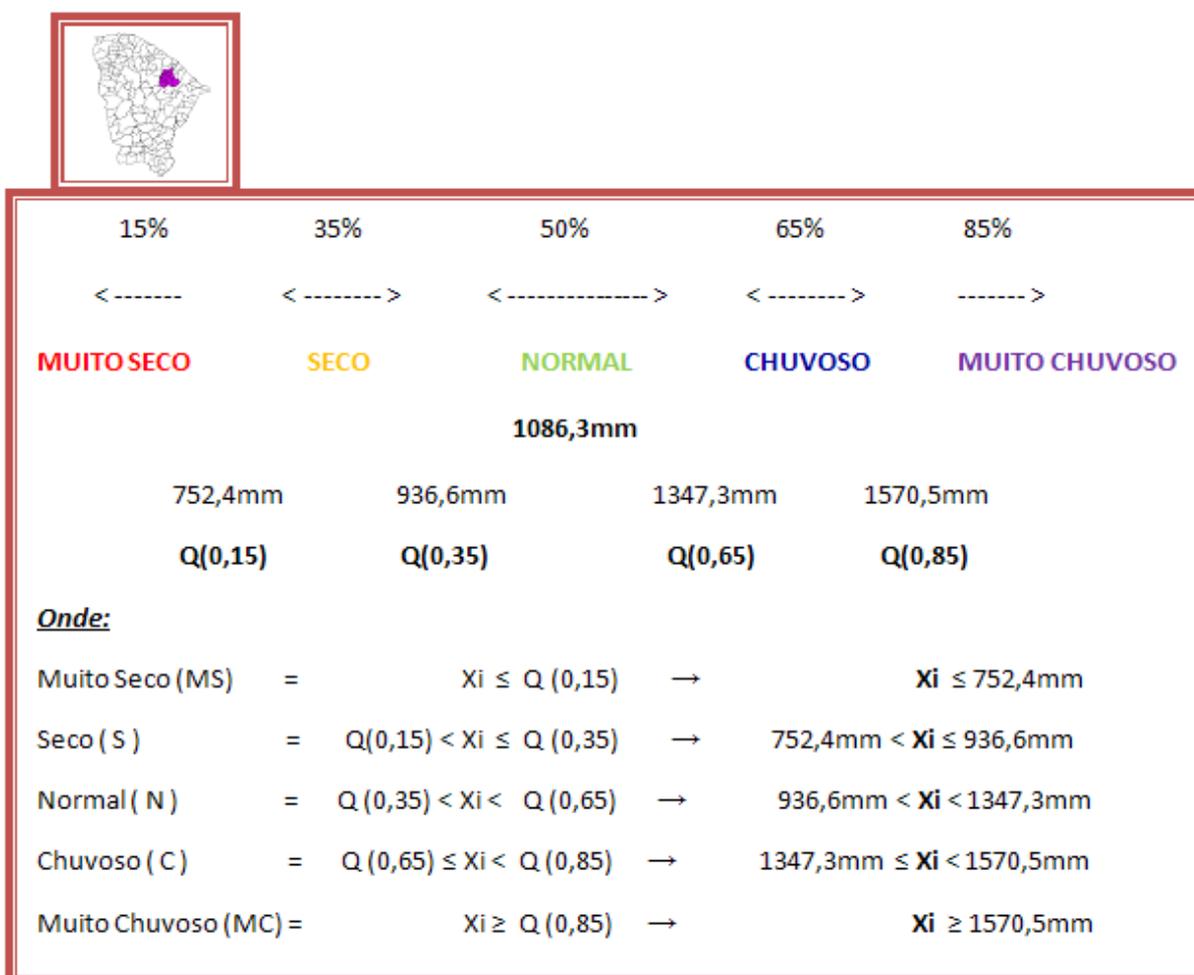


FIGURA 20 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Maciço de Baturité.

Para a quinta Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Ibiapaba, após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice G), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 1019,6 mm (Q(0,50)), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 21):

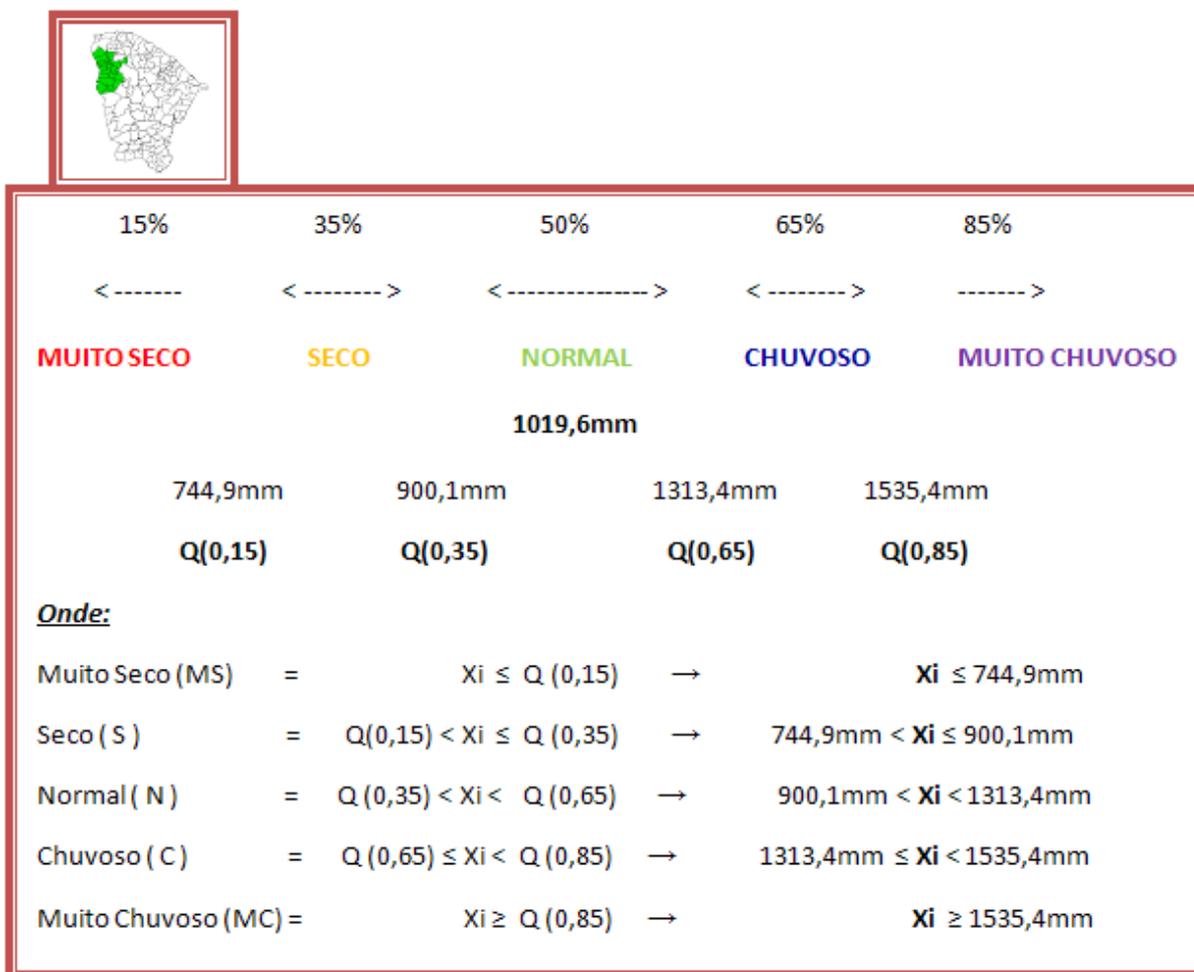


FIGURA 21 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Ibiapaba.

Para a sexta Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Jaguaribana, após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice H), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 759,6 mm (Q(0,50)), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 22):

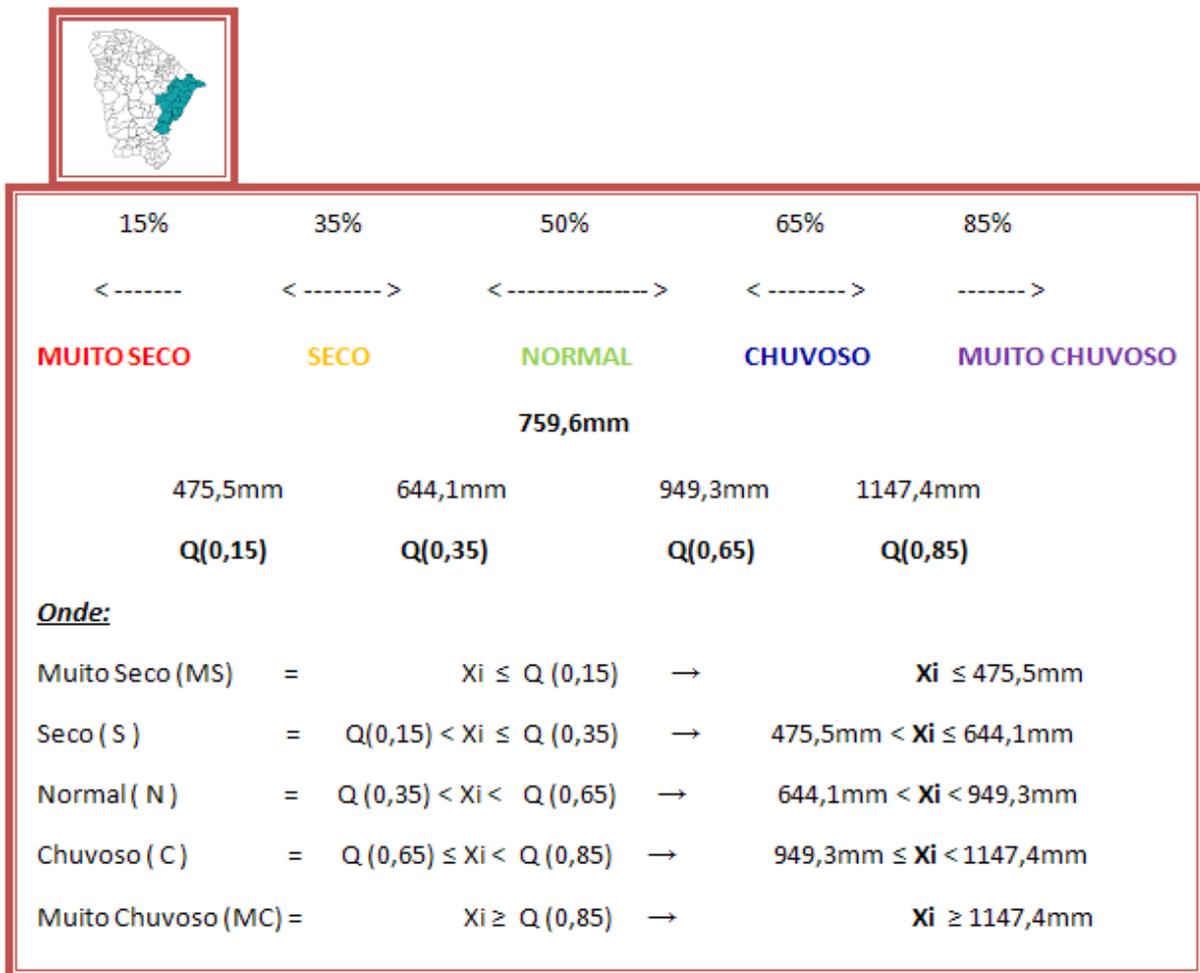


FIGURA 22 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Jaguaribana.

Para a sétima Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Cariri, após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice I), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 902,4 mm ($Q(0,50)$), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 23):

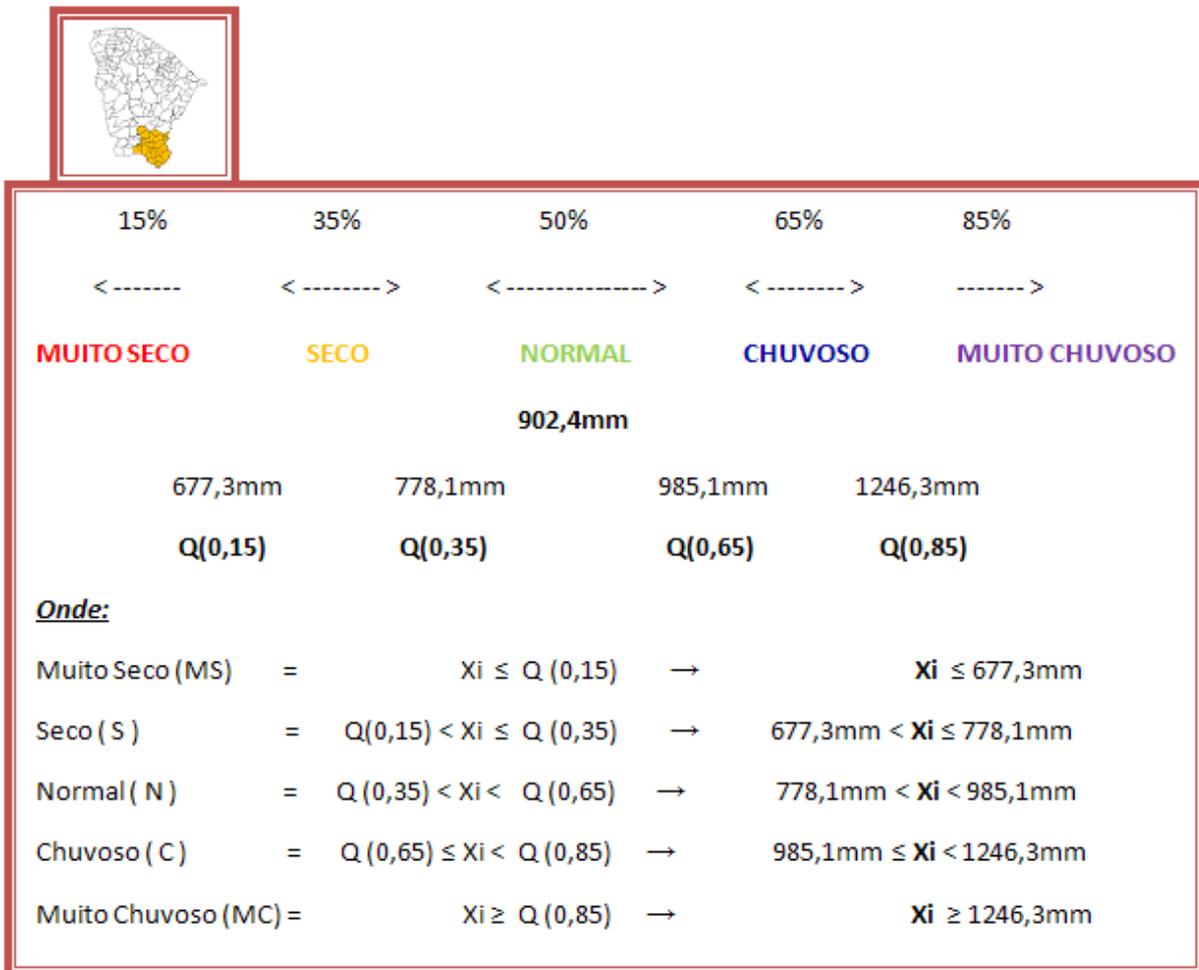


FIGURA 23 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Cariri.

Para a oitava Região Pluviométrica Homogênea - RPH, denominada Sertão Central e Inhamuns, após a aplicação da fórmula dos Quantis (ver apêndice J), esta apresentou um valor mediano aproximado anual de 661,0 mm ($Q(0,50)$), e ficaram estabelecidos os seguintes intervalos (total em mm anuais) para cada classe (ver figura 24):

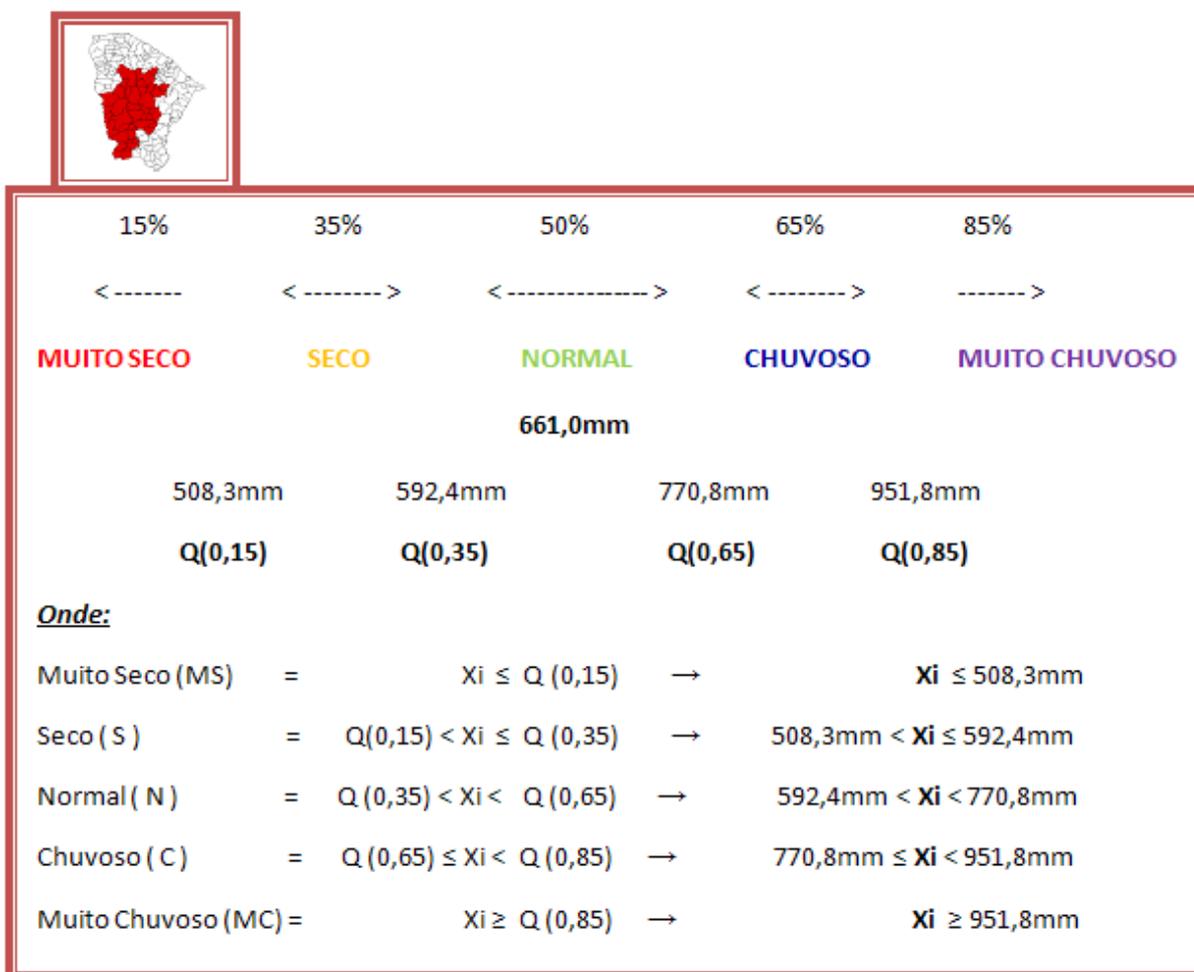


FIGURA 24 – Valores anuais estabelecidos para a RPH Sertão Central e Inhamuns.

Depois de estabelecidos os valores dos quantis anuais para cada região pluviométrica homogênea do Estado do Ceará, foram confeccionados mapas de classificação anual dos municípios do Estado, com uma gradação de cores que representavam a classe em que o município se encontrava inserido naquele respectivo ano.

Vale salientar que a classificação do município refere-se ao total acumulado registrado no posto sede do município (com exceção do município de Fortaleza, onde foram utilizados dados de dois postos), pois somente estes postos apresentavam dados a partir da década de 1980. Mesmo assim, alguns municípios não foram classificados em alguns anos, pois os dados, por algum motivo específico, não foram registrados ou apresentavam falhas, e assim utilizamos a tonalidade cinza para destacar que não há informação para aquele município.

Assim, foram gerados trinta mapas anuais, do ano de 1980 ao ano de 2009 (ver apêndice K), no intuito de subsidiar uma análise anual dos municípios quanto ao total pluviométrico acumulado e, quando as informações qualificadas nos permitirem, identificar os impactos socioambientais que um evento extremo pode ter causado em alguns municípios do Estado do Ceará.

4.2. ANOS EXTREMOS (MUITO SECOS E MUITO CHUVOSOS) NO ESTADO DO CEARÁ, NO PERÍODO DE 1980-2009.

As considerações feitas anteriormente sobre os fatores que influenciam nas chuvas do Estado do Ceará, apesar de não serem detalhadas, referenciam uma análise dos mapas anuais de chuva (1980-2009) que foram confeccionados por meio da aplicação da técnica dos quantis. Vale salientar que esta análise será realizada confrontando informações qualificadas de órgãos como o Climate Prediction Center – CPC, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e de autores como Xavier (2001), destacando aquelas informações que se encontram disponíveis e que forem mais pertinentes e confiáveis.

Logo nos primeiros anos da série histórica, observa-se um fenômeno de estiagem, que já se iniciou no ano de 1979 e teve seu clímax em 1983, período em que foi registrada a atuação de um episódio “El Niño” de forte intensidade no Oceano Pacífico de 1982/1983, o qual pode ter influenciado consideravelmente em um déficit de chuvas no Estado.

No ano de 1983, um dos anos mais secos da série histórica em análise (1980-2009), a maioria dos municípios do Estado foi classificada na categoria muito seco após a aplicação da técnica dos quantis para a série histórica utilizada (1980-2009).

Já os anos de 1980 e 1981 foram identificados como anos neutros. Para evidenciar tal análise, podemos observar os índices na área Niño $\frac{3}{4}$ ³ (ver

³ O Centro de Previsões Climáticas (*Climate Prediction Center*) da Administração Nacional Oceânica Atmosférica (NOAA), com sede nos Estados Unidos da América, passou a utilizar o

tabela 4), levando em consideração principalmente o quadrimestre fevereiro-maio, segundo o monitoramento da *National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA-Climate Prediction Center*, com sede nos Estados Unidos da América.

TABELA 4 – Oceanic Niño Index para os anos de 1979 a 2010

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1979	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5
1980	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
1981	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
1982	0.0	0.1	0.1	0.3	0.6	0.7	0.7	1.0	1.5	1.9	2.2	2.3
1983	2.3	2.0	1.5	1.2	1.0	0.6	0.2	-0.2	-0.6	-0.8	-0.9	-0.7
1984	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.7	0.5	0.1	-0.2	-0.7	-1.2	-1.3	-1.2	-1.3	-1.6	-1.9	-1.9
1989	-1.7	-1.5	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
1991	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	1.4	1.6
1992	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2	0.8	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.2
1993	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
1994	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.9	1.2	1.3
1995	1.2	0.9	0.7	0.4	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
1996	-0.7	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4
1997	-0.4	-0.3	0.0	0.4	0.8	1.3	1.7	2.0	2.2	2.4	2.5	2.5
1998	2.3	1.9	1.5	1.0	0.5	0.0	-0.5	-0.8	-1.0	-1.1	-1.3	-1.4
1999	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-0.9	-1.0	-1.1	-1.3	-1.6
2000	-1.6	-1.4	-1.0	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
2001	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1
2002	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.4
2003	1.2	0.9	0.5	0.1	-0.1	0.1	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8
2005	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	-0.1	-0.4	-0.7
2006	-0.7	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.9	1.1	1.1
2007	0.8	0.4	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-1.0	-1.1	-1.3
2008	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.6
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.1	0.2	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8

Oceanic Niño Index como índice padrão para identificar os fenômenos El Niño (aquecimento das águas do pacífico) e La Niña (resfriamento das águas do pacífico). Para destacar os fenômenos, o índice leva em consideração alguns valores (Para El Niño, igual ou superior a 0,5, e para La Niña, igual ou inferior a -0,5). No entanto, o episódio só é catalogado quando houver uma persistência de pelo menos 5 valores registrados por trimestre. Porém, como estamos levando em consideração a temperatura do pacífico apenas para o período chuvoso no Estado do Ceará (fevereiro a maio), utilizaremos os índices estabelecidos pelo CPC, mas sem levar em consideração a sequência de 5 valores registrados por trimestre. Em vermelho são destacados os valores que indicariam um El Niño e em azul os valores que indicam presença de La Niña. Os fenômenos também podem ser classificados, quanto à intensidade, em fracos (valores entre 0,5 e 0,9), moderados (1,0 – 1,4) e fortes ($\geq 1,5$).

2010	1.7	1.5	1.2	0.8	0.3	-0.2	-0.6	-1.0	-1.3	-1.4	-1.4	
------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	--

Fonte: Climate Prediction Center Internet Team, 2010

Porém, os anos de 1980 e 1981 foram considerados secos após a aplicação da técnica dos quantis (ver apêndice K), devido à ocorrência do “dipolo positivo” do atlântico, que é desfavorável à ocorrência de chuvas.

Para analisar o “dipolo do atlântico”, utilizamos informações qualificadas presentes em materiais disponibilizados pela FUNCEME, de acordo com resultados obtidos no programa PIRATA⁴ (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*), o qual foi concebido cientificamente e implementado por meio de cooperação tecnocientífica entre o Brasil, a França e os Estados Unidos da América.

Observando o gráfico do dipolo do atlântico (ver figura 25), identificamos se este valor para cada ano é positivo (desfavorável à precipitação) ou negativo (favorável à precipitação). Tal observação é difícil de ser realizada, pois a oscilação dos valores no gráfico é muito forte, sendo necessária, em alguns momentos, uma dose milimétrica de análise.

⁴ Este projeto visa a estudar as interações entre o oceano e a atmosfera que sejam relevantes para o entendimento das variações climáticas na região do Atlântico Tropical. Esses estudos têm por instrumento um conjunto de bóias fixas do tipo ATLAS, com capacidade de monitoramento e transmissão de dados meteorológicos de superfície e da estrutura termohalina do oceano superior (0 a 500 m) via satélite (sistema ARGOS) em tempo real. Os dados coletados pelo projeto PIRATA são necessários para melhorar as previsões de tempo e de clima sobre o Brasil em geral e sobre a região Nordeste em particular, cuja variabilidade climática interanual é modulada pelos campos de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre o Atlântico Tropical.

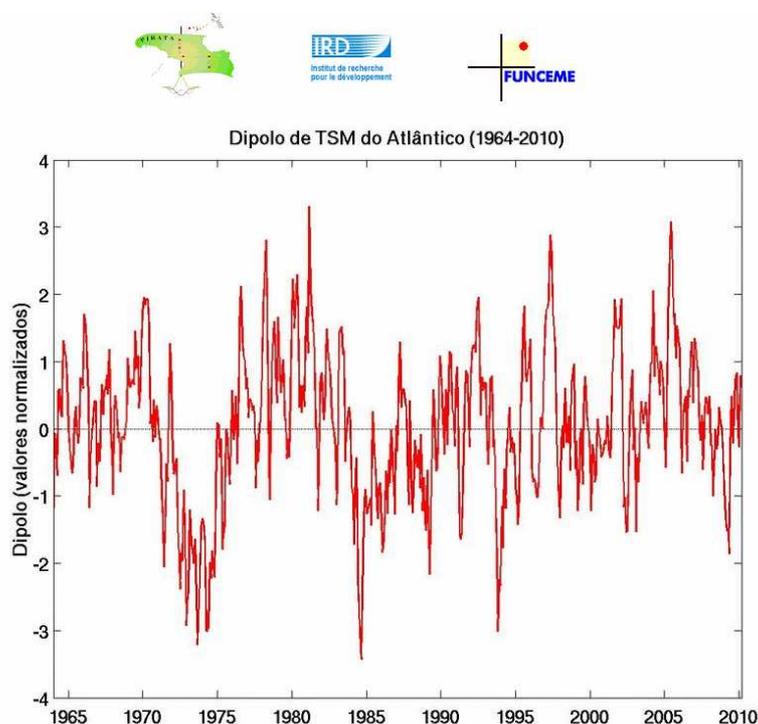


FIGURA 25 - Dipolo da TSM no Atlântico Intertropical no período de 1964-2010. Fonte: Funceme.br

Assim, outros materiais mais simplificados da FUNCEME e do CPC foram utilizados, no intuito de observar com mais atenção o dipolo do atlântico e a ocorrência de fenômenos ENOS-ENSO (El Niño/La Niña-Southern Oscillation) no período correspondente aos meses mais chuvosos no Estado (fevereiro a maio). Em seguida, os resultados foram agrupados em uma tabela simplificada juntamente com a situação climática dos anos da série histórica após a aplicação da técnica dos quantis (ver tabela 5).

TABELA 5 – Fenômenos ENOS, dipolo do Atlântico e situação climática dos anos da série histórica 1980-2009 por meio da técnica dos quantis.

ANO	ENOS NO QUADRIMESTRE FEVEREIRO-MAIO	DIPOLO DO ATLÂNTICO	SITUAÇÃO CLIMÁTICA DOS ANOS POR MEIO DA TÉCNICA DOS QUANTIS
1980	Neutro	Desfavorável (positivo)	Seco
1981	Neutro	Desfavorável (positivo)	Seco
1982	El niño fraco	Neutro	Seco
1983	El niño forte	Desfavorável (positivo)	Muito seco
1984	Neutro	Favorável (negativo)	Normal a Chuvoso
1985	La niña fraca	Favorável (negativo)	Muito chuvoso
1986	Neutro	Favorável (negativo)	Chuvoso a Muito chuvoso
1987	El niño moderado	Neutro	Seco

1988	La niña fraca	Favorável (negativo)	Chuvoso
1989	La niña moderada	Favorável (negativo)	Muito chuvoso
1990	Neutro	Neutro	Seco a Muito seco
1991	El niño fraco	Favorável (negativo)	Normal a seco
1992	El niño forte	Desfavorável (positivo)	Seco
1993	El niño fraco	Neutro	Muito seco
1994	El niño fraco	Favorável (negativo)	Chuvoso
1995	El niño fraco	Favorável (negativo)	Normal
1996	La niña fraca	Favorável (negativo)	Normal a Chuvoso
1997	El niño fraco	Desfavorável (positivo)	Seco
1998	El niño forte	Neutro	Muito seco
1999	La niña moderada	Favorável (negativo)	Normal
2000	La niña moderada	Favorável (negativo)	Normal a Chuvoso
2001	La niña fraca	Neutro	Seco
2002	El niño fraco	Favorável (negativo)	Normal
2003	El niño fraco	Favorável (negativo)	Normal
2004	Neutro	Neutro	Chuvoso a Muito chuvoso
2005	El niño fraco	Desfavorável (positivo)	Seco
2006	La niña fraca	Neutro	Normal
2007	Neutro	Desfavorável (positivo)	Normal a seco
2008	La niña moderada	Favorável (negativo)	Chuvoso
2009	La niña fraca	Favorável (negativo)	Muito chuvoso
2010	El niño forte	Neutro	Seco a Muito seco

Fonte: CPC, FUNCEME e autor.

Apesar do destaque que os fenômenos El Niño e La Niña possuem na influência de chuvas, principalmente no quadrimestre fevereiro-maio, no Estado do Ceará, não podemos deixar de destacar que os anos neutros no pacífico são importantíssimos na análise de eventos extremos, pois neles também se verificam situações de longas estiagens ou chuvas extremas para o Estado do Ceará.

Um bom exemplo nesta análise pode ser o ano posterior à “grande seca de 1979-1983”. O ano de 1984 é caracterizado como neutro e, mesmo assim, apresentou consideráveis índices de chuvas nos municípios cearenses, dentre os quais, dos 184 municípios cearenses (após aplicação da técnica dos quantis para a série histórica 1980-2009), 30 municípios foram classificados como muito chuvosos, 45 como chuvosos, 54 como normais, 12 como secos, apenas 4 como muito secos, e 12 sem informação.

Vale salientar que, no período chuvoso do Estado neste ano, o dipolo do atlântico foi identificado como negativo, ou seja, favoreceu a ocorrência de chuvas.

Em seguida, temos o ano de 1985, no qual identificamos a atuação de uma La Niña de intensidade fraca, de acordo com o *Oceanic Niño Index*, do CPC. O dipolo também se apresentou como favorável à ocorrência de chuvas, e então tivemos uma situação ideal para a ocorrência de um ano muito chuvoso. O ano de 1985 merece destaque na série histórica aqui estudada, pois apresentou os maiores índices de pluviosidade nos municípios cearenses.

A partir do segundo semestre (jul-dez) de 1986 e prolongando-se por todo o ano de 1987, observamos a atuação do fenômeno El Niño moderado, influenciando consideravelmente para um déficit de chuvas no Estado no ano de 1987, um ano considerado seco. Porém, como o fenômeno ainda não estava atuando no primeiro semestre de 1986, o quadrimestre mais chuvoso do Estado (fevereiro-maio) possivelmente não foi afetado neste ano pelo fenômeno. Nesse período, observamos certa situação de neutralidade e, com um dipolo do atlântico favorável (negativo) à ocorrência de chuvas, o ano de 1986 apresentou índices pluviométricos consideráveis para muitos municípios do Estado.

No período correspondente aos meses mais chuvosos do Estado do Ceará (fevereiro a maio) no ano de 1988, observamos algo raro: o término de um episódio de El Niño, a rápida passagem de um evento neutro e início de um fenômeno de La Niña em um curto espaço de tempo. Assim, ficou difícil caracterizar este período. Mas, como os índices do *Oceanic Niño Index* foram fracos para El Niño e intensificaram-se rapidamente para La Niña, preferimos identificá-lo como um período de La Niña fraca. O dipolo do atlântico (negativo) também acabou favorecendo a ocorrência de chuvas, e o ano de 1988 foi considerado chuvoso.

Do trimestre abril-maio-junho de 1988 até o mesmo trimestre do ano seguinte, tivemos a atuação de La Niña que oscilou entre forte e moderada. Atuando conjuntamente com o dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas, tal fato pode ter influenciado consideravelmente nas chuvas do Estado, principalmente no ano de 1989, o qual apresentou índices elevados de pluviosidade em vários municípios do Estado, sendo considerado como um ano muito chuvoso.

No ano de 1990, mais uma vez, podemos dar destaque a um ano neutro, tanto para os fenômenos ENOS quanto para o dipolo do atlântico. Porém, ao contrário de anos neutros como 1984 e 1985, esse ano apresentou uma grande quantidade de valores pluviométricos dos municípios situados na cauda inferior quantílica, com 102 municípios situados na classe muito seco.

No ano de 1991, temos a ocorrência de um El Niño fraco e dipolo do atlântico com valor negativo (favorável à ocorrência de chuvas) no período de fevereiro a maio. Neste ano, a maioria dos municípios cearenses ficou situada nas categorias normal e seco.

No ano de 1992, fica clara a atuação de um El Niño, que teve início ainda no ano anterior e que chegou a ser classificado como forte. Porém, fica a dúvida se no ano de 1993 temos a atuação novamente de El Niño. Órgãos como o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE defendem a ocorrência de um forte El Niño entre 1990-1993. Autores como Xavier (2001) acreditam na ocorrência de um El Niño entre 1991/1992 e 1992/1993.

Porém, se olharmos atentamente o *Oceanic Niño Index* no período que vai de fevereiro a maio, de acordo com a classificação do CPC, o ano é identificado como neutro. Mas não podemos deixar de considerar que a sequência de valores apresentada neste período por muito pouco não foi identificada como um El Niño de intensidade fraca. O dipolo do atlântico também se apresentou como neutro e, neste período, damos destaque à estiagem que teve seu clímax no ano de 1993, com o incrível número de 169 municípios do Estado classificados na categoria muito seco (ver figura 26).

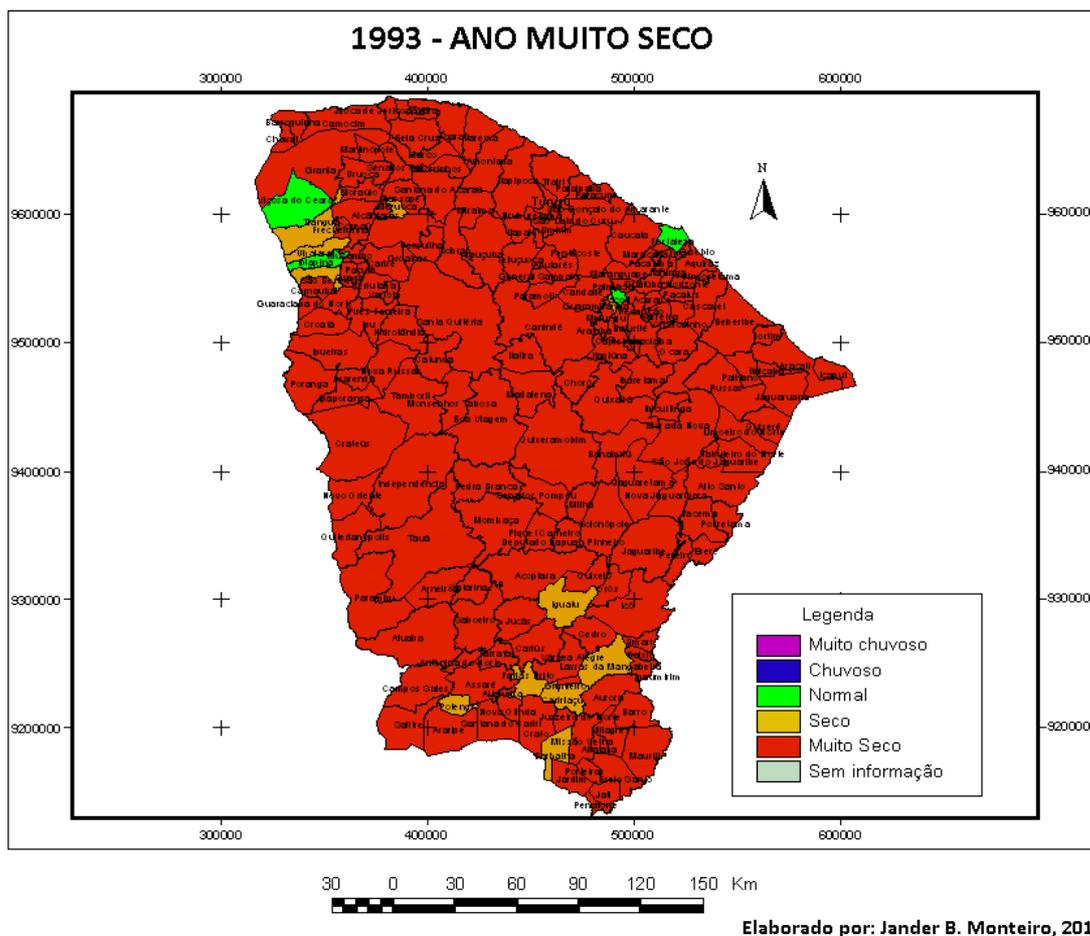


FIGURA 26 – Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 1993.

No ano de 1994, temos novamente a atuação de um El Niño, mas somente a partir do trimestre abril-maio-junho, não influenciando, assim, em um considerável déficit de chuvas. Porém, o dipolo do atlântico (negativo) influenciou consideravelmente para a ocorrência de chuvas neste ano. Em 1994, a maioria dos municípios cearenses foi classificada nas categorias normal, chuvoso e muito chuvoso.

No ano de 1995, temos a continuação deste mesmo episódio de El Niño, oscilando entre fraco e moderado. No entanto, com dipolo do atlântico favorável às chuvas, a atuação do El Niño provavelmente não proporcionou uma diminuição elevada da pluviosidade no Estado, registrando grande parte dos municípios na categoria normal.

Em 1996, temos a atuação de uma La Niña fraca e dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas, episódios que podem ter influenciado, mas sem muita intensidade, para que alguns municípios fossem classificados na categoria normal, chuvoso ou muito chuvoso.

Em 1997, temos um ano seco. Nos primeiros meses do ano, observamos certa situação de neutralidade, mas a partir do trimestre abril-maio-junho inicia-se a atuação de um forte El Niño. O mês de janeiro acabou oscilando entre chuvoso e muito chuvoso, devido à incursão prematura (ou descida) da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT ao sul da linha do equador (XAVIER, 2001). Porém, tal fato não impediu que o ano fosse classificado como seco.

O dipolo do atlântico também não favoreceu a ocorrência de chuvas (valor positivo) e, neste ano, apesar de um considerável número de municípios da região centro-sul do Estado estarem situados na categoria normal, a maioria dos municípios ficou situada nas categorias seco e muito seco.

O El Niño que teve início ainda no ano de 1997 acabou perdurando até o ano de 1998, acarretando em uma grande estiagem para o Estado do Ceará, com o incrível número de mais de 140 municípios situados na categoria muito seco.

Logo após a forte atuação do El Niño no ano de 1998, tivemos, ainda neste mesmo ano, a presença de uma La Niña que se estendeu por todo o ano de 1999 até o final do primeiro semestre do ano de 2000, atuando na intensidade moderada.

O dipolo do atlântico, no ano de 1999 e 2000, apresentou-se como favorável à ocorrência de chuvas e, observando a classificação dos municípios do Estado nestes anos, podemos destacá-los como anos normais.

No primeiro trimestre do ano de 2001, tínhamos ainda resquícios de uma La Niña fraca que atuou a partir do trimestre setembro-outubro-dezembro do ano anterior, mas que logo entrou em uma situação de neutralidade.

O dipolo do atlântico indicava características favoráveis à ocorrência de chuvas, mas estas só ocorreram com mais expressão nos municípios localizados próximos ao litoral e na região do Cariri. Neste ano, muitos municípios ficaram situados nas categorias muito seco (76 municípios), seco (39 municípios) e normal (61 municípios). Assim, apesar de em algumas regiões verificarmos valores normais no total acumulado, o ano de 2001 foi considerado seco.

No ano de 2002, temos a atuação de um El Niño de intensidade fraca e dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas. Porém, não choveu demasiadamente no Estado. Grande parte dos municípios ficaram situados nas categorias normal (77 municípios) e chuvoso (39 municípios).

Em 2003, segundo os índices do *Oceanic Niño Index*, podemos observar um El Niño fraco no período que corresponde aos meses mais chuvosos do Estado. Porém, com o dipolo do atlântico favorável às chuvas, este ano apresentou um grande número de municípios situados na categoria normal (81 municípios), seguidos pelas categorias chuvoso (39 municípios), seco (25 municípios) e muito seco (17 municípios).

O ano de 2004 apresentou uma situação de neutralidade no quadrimestre chuvoso do Estado. Neste ano, 64 municípios foram classificados na categoria normal, 57 municípios na categoria muito chuvoso e 56 na categoria chuvoso. Assim, podemos considerar este ano como chuvoso.

No entanto, inicia-se novamente a atuação de um El Niño de intensidade fraca ainda no ano de 2004, prologando-se até o início de 2005. Também se verificou valores positivos para o dipolo do atlântico, desfavorecendo a ocorrência de chuvas. Estes episódios podem ter influenciado no déficit de chuvas no ano de 2005 que, após análise da classificação dos municípios, pode ser identificado como um ano seco (ver figura 27).

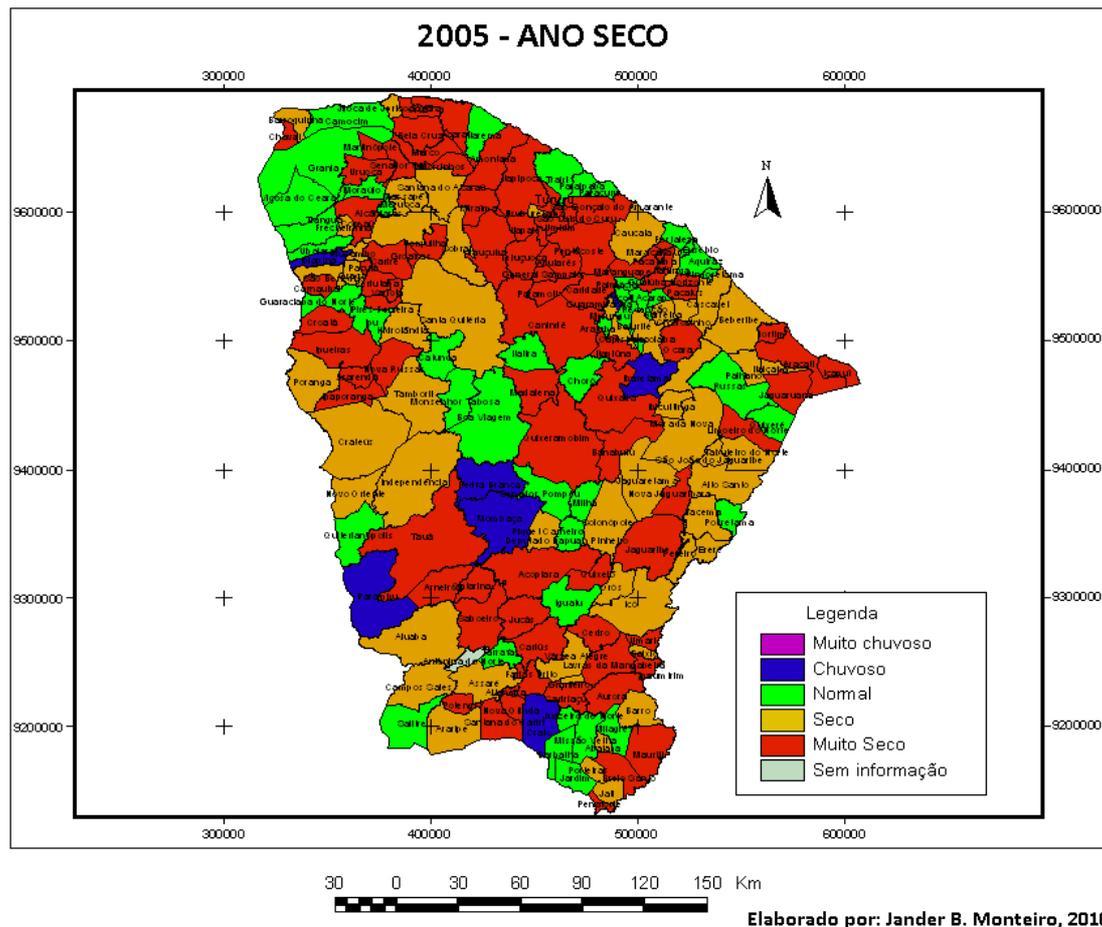


FIGURA 27 – Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2005.

No ano de 2006, o período correspondente aos meses mais chuvosos no Estado apresenta-se como neutro, tanto para o fenômeno ENOS como para o dipolo do atlântico. No segundo semestre do ano, temos a ocorrência de um El Niño de intensidade fraca. Este ano pode ser caracterizado como um ano normal (ver figura 28), com mais de 50% dos municípios do Estado do Ceará situados nesta classe.

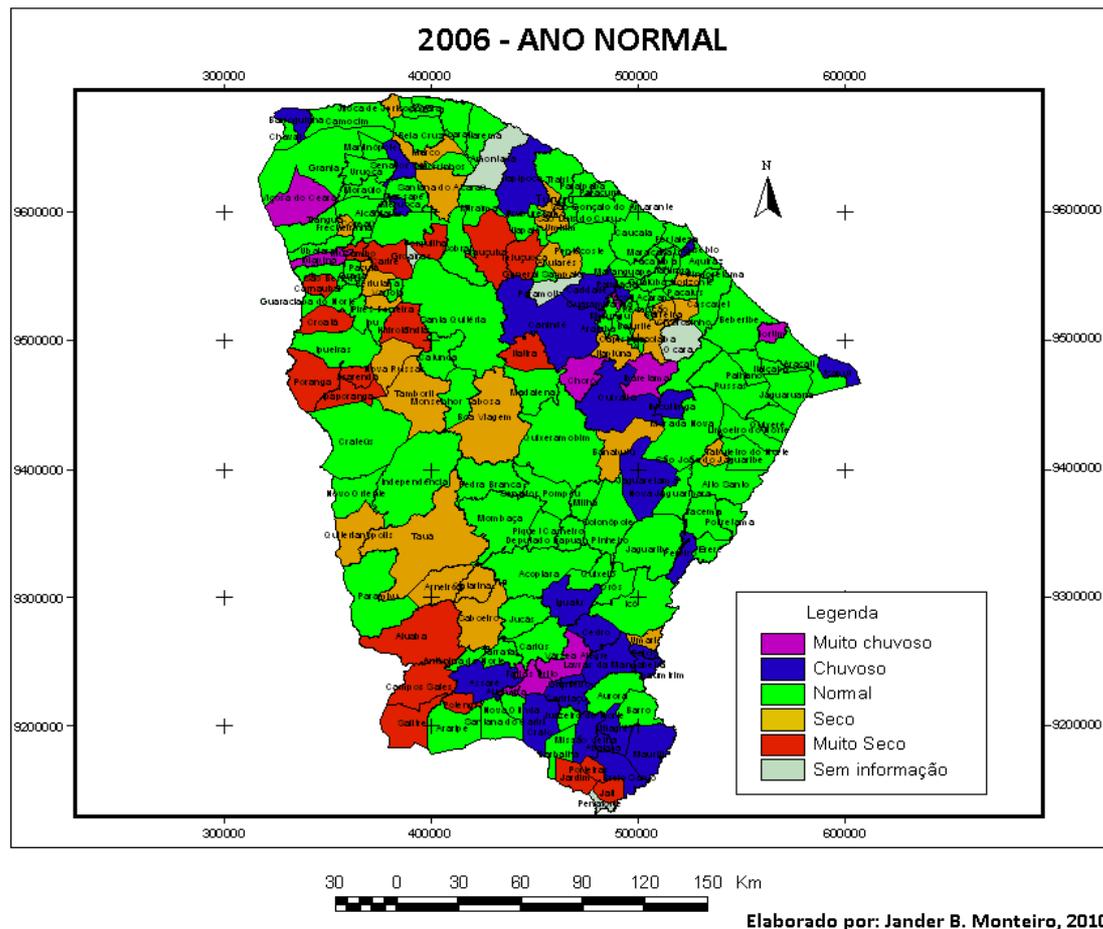


FIGURA 28 – Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2006.

Infelizmente, no ano de 2007, cerca de trinta e sete postos pluviométricos da região não possuíam informações registradas devido a um incêndio que ocorreu na sede da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, com sede em Fortaleza-CE.

O incêndio, que ocorreu no dia 21 de novembro de 2007, justamente no setor de meteorologia do órgão, comprometeu alguns computadores onde estavam armazenadas as informações dos postos pluviométricos.

Assim, não foi possível registrar o total pluviométrico desses postos, e a análise do ano ficou um pouco comprometida. De qualquer forma, pudemos observar que, no período correspondente à quadra chuvosa do Estado, temos uma situação de neutralidade quanto ao fenômeno ENOS e dipolo do atlântico desfavorável à ocorrência de chuvas. Este ano apresentou um número

considerável de municípios situados na categoria normal (cerca de 60 municípios).

No segundo semestre de 2007, inicia-se a atuação de uma La Niña que se prolonga até o primeiro semestre de 2008, oscilando entre as intensidades fraca e moderada. O dipolo do atlântico (negativo) apresentou valores favoráveis à ocorrência de chuvas no ano de 2008. O resultado foi um ano chuvoso (ver figura 29), com o maior número de municípios na classe normal (66 municípios), seguida da classe chuvoso (49 municípios), muito chuvoso (35 municípios), seco (15 municípios) e muito seco (6 municípios).

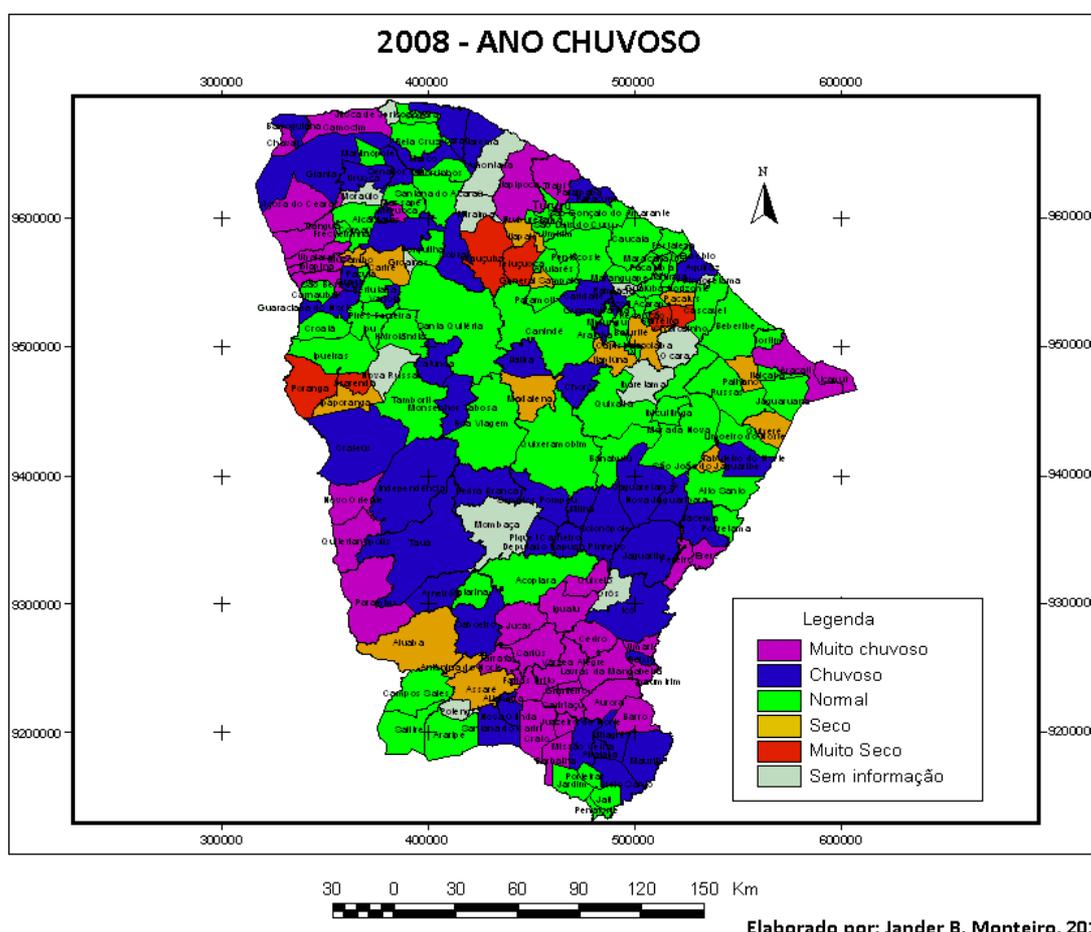


FIGURA 29 – Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2008.

Finalmente, chegamos ao ano de 2009, um ano que apresentou temperaturas baixas no Oceano Pacífico, que poderia dar início à formação de

uma La Niña. Apesar do CPC não catalogar este evento, consideraremos estas temperaturas baixas como La Niña fraca, pois acreditamos que elas exerceram influência para a ocorrência de chuvas no quadrimestre fevereiro-maio para o Estado do Ceará.

Com o dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas, este ano obteve uma elevada pluviosidade (ver figura 30) na maioria dos municípios cearenses, causando fortes impactos socioambientais em muitas cidades. Segundo a Defesa Civil do Estado do Ceará, cerca de 140 municípios foram atingidos por chuvas intensas no primeiro semestre do ano e 133 decretos de situação de emergência foram expedidos pela Coordenadoria de Defesa Civil – CEDEC.

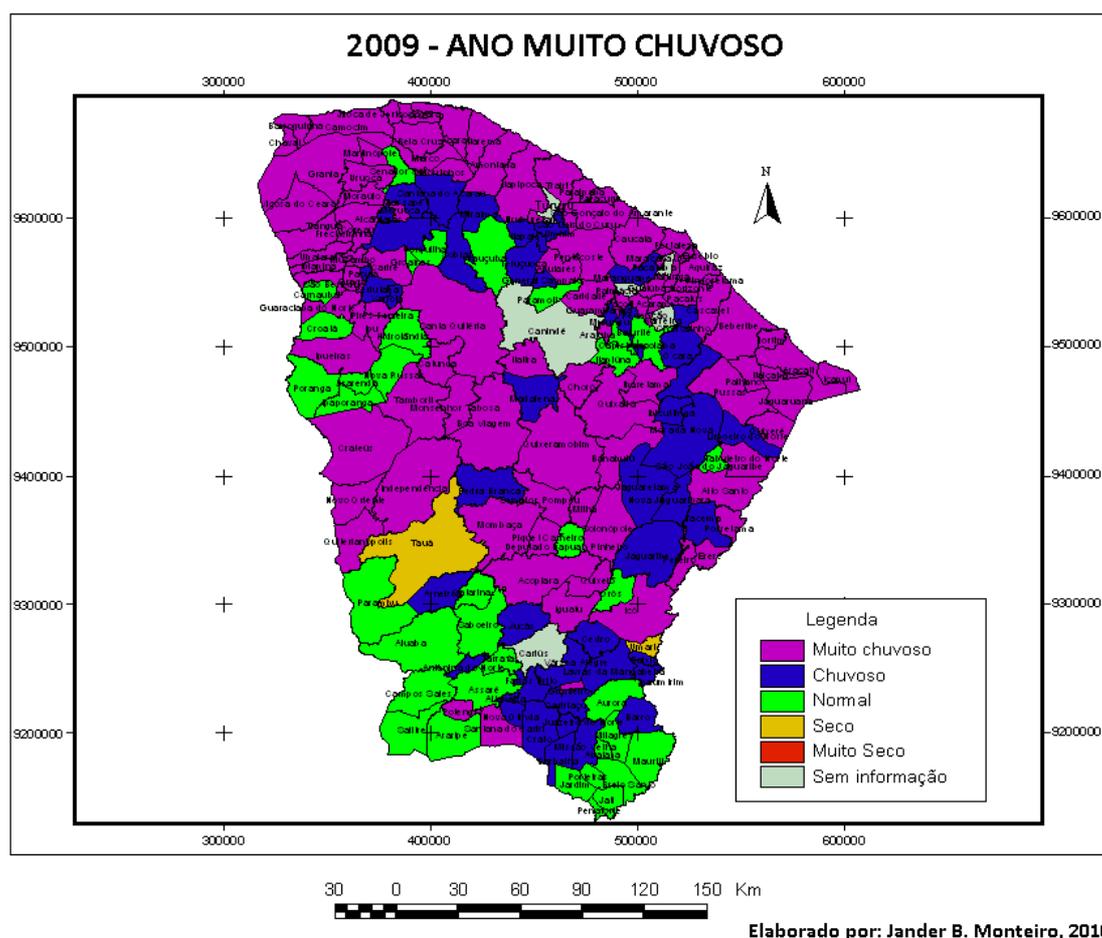


FIGURA 30 – Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis para o ano de 2009.

No segundo semestre do ano de 2009, já atuava um El Niño de forte intensidade, prolongando-se até o ano de 2010, fato que pode ter acarretado em um déficit de chuvas neste último ano, no qual foram registrados baixos índices de pluviosidade nos municípios do Estado.

Assim, observando atentamente as informações disponibilizadas acima, podemos destacar que realmente o dipolo do atlântico representa um indicador de forte potencial para a chuva acumulada no Estado no quadrimestre fevereiro-maio.

Porém, não podemos deixar de considerar também que, em anos de ocorrência de El Niño forte ou moderado no Pacífico (anos de 1983, 1987, 1992, 1998 e 2010), este fenômeno exerceu forte influência no déficit de chuvas no mesmo período (quadrimestre fevereiro-maio).

Em anos de La Niña, principalmente quando esta for de intensidade fraca, ou em anos neutros, devemos levar mais em consideração a observância do dipolo do atlântico, visto que este se apresenta como um indicador mais confiável para a ocorrência de índices pluviométricos relevantes no período chuvoso do Estado do Ceará.

Quanto à terceira covariável que influencia consideravelmente nas chuvas do Estado do Ceará (componente meridional da pseudo-tensão do vento na área A do atlântico no bimestre janeiro-fevereiro), apesar de ser um preditor em grande potencial para chuvas no quadrimestre fevereiro-maio, esta não será aqui analisada nos anos de 1980-2009 devido à impossibilidade de acesso às informações qualificadas.

De qualquer forma, vale salientar que esta covariável, segundo Xavier (2001), apresenta forte correlação com a ocorrência de chuvas no quadrimestre fevereiro-maio, principalmente nas regiões pluviométricas litorâneas, influenciando no posicionamento da Zona de Convergência Intertropical. No entanto, a referida autora também salienta que ainda são necessárias análises mais detalhadas sobre o “dipolo do vento”, para que, então, esta variável seja utilizada como um preditor confiável para ocorrência de chuvas no quadrimestre fevereiro-maio no Estado do Ceará.

Com respeito ao “dipolo do vento” no Atlântico intertropical, seu cálculo envolve as componentes meridionais da “pseudo-tensão” do vento, na área conjunta A+B+C+D (ou A1+B1+C1+D1). Assim, percebe-se que o “dipolo do vento” é expresso a partir do balanço dos valores positivos ao sul da ZCIT (ver figura 31) e negativos ao norte da ZCIT (XAVIER, 2001).

Componente Meridional da "pseudo-tensão" do Vento Abril de 1974

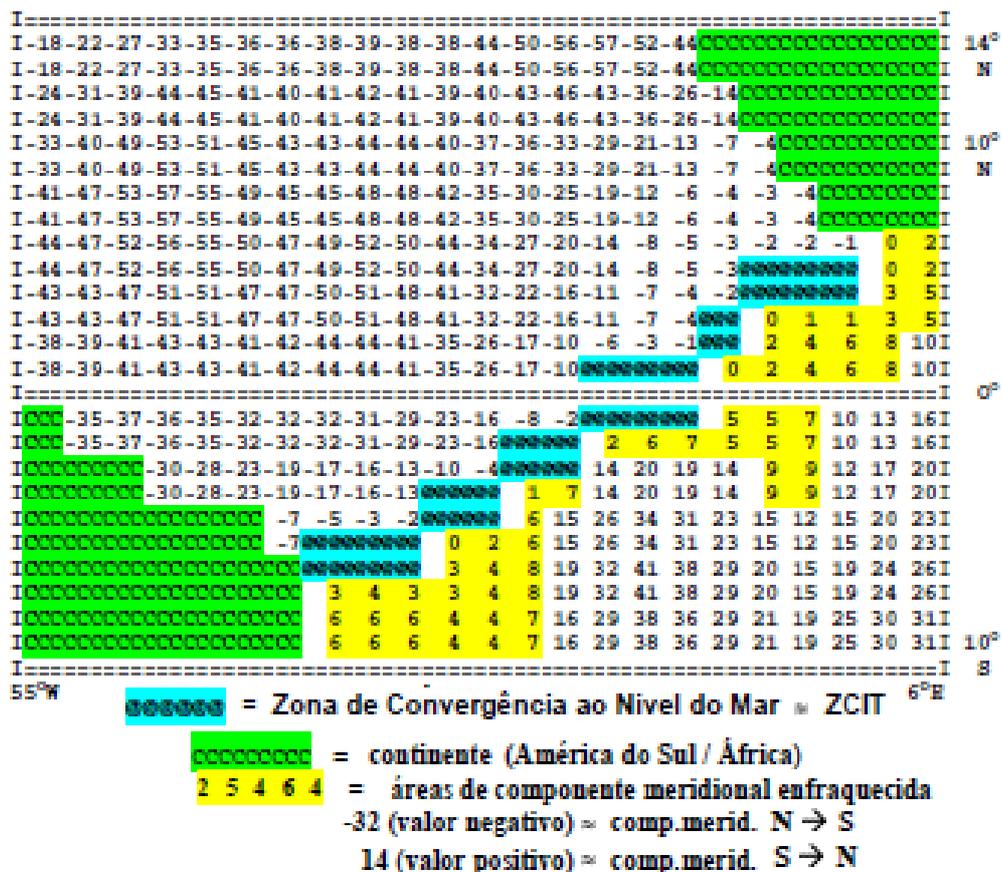


FIGURA 31 – Exemplo da componente meridional da “pseudo-tensão” do vento no mês de abril do ano de 1974. Fonte: (XAVIER & XAVIER, 1997)

4.3. SINAIS DE OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ

Buscando complementar a análise de eventos extremos no Estado do Ceará, procuramos analisar os impactos socioambientais associados a

desastres naturais, principalmente as inundações e estiagens, que são os desastres naturais que mais ocorrem no Estado.

Para subsidiar tal análise, foram utilizadas informações qualificadas disponíveis na Coordenação da Defesa Civil do Estado do Ceará – CEDEC, do período de 2001 a 2009⁵. Tais informações foram divididas por ano, tipo de desastre e região pluviométrica homogênea, no intuito de facilitar e permitir uma análise mais qualitativa.

Para detectar sinais de desastres naturais nos municípios, analisamos os impactos dos eventos extremos por meio de dois dos quatro critérios estabelecidos pelo banco de dados EM-DAT (*Emergency Events Database*) para decretar um desastre natural: 100 ou mais pessoas atingidas e decreto de situação de emergência/estado de calamidade pública⁶.

Após uma tabulação e organização das informações, pudemos detectar que a Defesa Civil classifica as inundações em quatro tipos (diferenciados quanto à evolução): enchentes ou inundações graduais⁷; enxurradas ou inundações bruscas⁸; alagamentos⁹; e inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar¹⁰ (CASTRO, 2003).

Porém, não cabe aqui fragmentar tais tipos de inundações, pois isto pouco acrescentaria à análise, já que o intuito maior deste trabalho é detectar decretos de situação de emergência, decretos de estado de calamidade pública e o número de pessoas atingidas por desastres naturais nos municípios do

⁵ Os anos anteriores a 2001 foram desconsiderados devido à inconsistência das informações. A sugestão foi dada pela própria Defesa Civil, pois os Formulários de Avaliação de Danos – AVADAN's preenchidos pelos municípios do Estado apresentavam informações questionáveis, incompletas ou não confiáveis. Assim, a CEDEC disponibilizou uma planilha que apresentava o número de atingidos por município e por tipo de desastre.

⁶ As informações de decretos de situação de emergência ou estado de calamidade pública só foram disponibilizadas pela Defesa Civil do Estado do ano de 2003 a 2009.

⁷ Nas enchentes, as águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo e depois escoam gradualmente.

⁸ As enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas. Geralmente ocorrem em regiões de relevo acidentado, em bacias ou sub-bacias de médio e pequeno portes.

⁹ Águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas são consideradas, pela Defesa Civil, como alagamentos.

¹⁰ As inundações litorâneas, provocadas pela brusca invasão do mar, normalmente caracterizam-se como desastres secundários, podendo ser provocados por vendavais e tempestades marinhas, ciclones tropicais, trombas d'água, Tsunâmis e ressacas muito intensificadas.

Estado do Ceará, para então ordená-los por região pluviométrica homogênea e por ano, facilitando consideravelmente a análise.

Quanto à estiagem, estas são entendidas pela Defesa Civil como resultado de uma redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou da ausência de chuvas previstas para um determinado período. Já a seca¹¹ é entendida como uma estiagem prolongada (CASTRO, 2003).

Além das inundações e estiagens, também foram detectados outros eventos, porém em um número que não foi significativo. São eles: erosão marinha no município de Caucaia, nos anos de 2007 (com decreto de situação de emergência), 2008 (atingindo 12.719 pessoas) e 2009 (atingindo 13.180 pessoas e com decreto de situação de emergência); abalos sísmicos no município de Meruoca no ano de 2008 e, em Sobral, no ano de 2009 (atingiu 5.126 pessoas).

Segundo os critérios do banco de dados EM-DAT, todos estes eventos citados podem ser caracterizados como desastre natural, exceto o abalo sísmico que ocorreu em Meruoca, já que não foi informado o número de atingidos, nem decretada situação de emergência pela Defesa Civil do Estado do Ceará.

É claro que não iremos questionar aqui os decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública. Assim, levaremos em consideração todos os decretos realizados pela Defesa Civil do Estado do Ceará no período de 2001 a 2009.

Porém, devemos justificar algumas decretações de emergência para evitar dúvidas na interpretação das informações. Assim, de antemão, deixamos claro que os decretos de emergência por estiagem nos municípios cearenses no ano de 2009 (considerado um ano muito chuvoso) entraram em vigência ainda no ano de 2008 e terminaram a vigência nos primeiros meses do ano de 2009, quando iniciava o período considerado mais chuvoso no Estado

¹¹ Convém lembrar que, para o período analisado (2001 a 2009), a Defesa Civil não classificou nenhum evento como seca e, as figuras confeccionadas só fazem menção à estiagem.

(quadrimestre fevereiro-maio). Tal situação também ocorreu nos anos 2004 e 2008, porém em menor escala.

Procurando identificar sinais de ocorrência de desastres naturais relacionados às inundações e estiagens no Estado do Ceará, iremos analisar inicialmente a ocorrência de inundações na Região Pluviométrica Homogênea – RPH Litoral 1 (ver figura 32), que compreende o litoral oeste do Estado do Ceará, incluindo vinte e dois municípios.



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 1 (litoral oeste do Estado do Ceará), no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO	ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acará										5.113(SE)
Alcântaras										
Amontada				*(SE)	22.141(SE)					199
Barroquinha				*(SE)	1.490				3.800	12.000(SE)
Bela Cruz					13.845(SE)				11.911(SE)	6.722(SE)
Camocim										15.848
Chaval										2.463(SE)
Cruz									800	1.275(SE)
Granja									2.415	8.410(SE)
Itarema										3.638(SE)
Jijoca de Jericoacoara										5.040(SE)
Marco					13.935(SE)					5.821(SE)
Martinópolis										2.621(SE)
Massapê										5.450(SE)
Meruoca										500
Miraíma				*(SE)						1.381(SE)
Moraújo									3.525	4.393(SE)
Morrinhos					1.234(SE)					4.046(SE)
Santana do Acaraú				*(SE)	*(SE)					17.389(SE)
Senador Sá									2.668	
Sobral				*(SE)	*(SE)				180	5.126(SE)
Uruoca									*	4.900(SE)
TOTAL ANUAL					52.645				25.299	112.335

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

FIGURA 32 – Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 1.

Observem que os maiores registros de inundações ocorreram nos anos de 2004 (considerado chuvoso/muito chuvoso), 2008 (considerado chuvoso) e, principalmente no ano de 2009 (considerado muito chuvoso).

Porém, também temos alguns poucos registros de inundações no ano de 2003, considerado normal.

De qualquer forma, tivemos sinais de impactos de desastres naturais em todos os registros de inundações da RPH (exceto para o município de Uruoca no ano de 2008), seja por decreto de situação de emergência, seja por número de atingidos (mais de 100 pessoas). Alguns municípios como Sobral, Bela Cruz, Santana do Acaraú e Barroquinha merecem destaque quanto à ocorrência de inundações nessa região do Estado.

Das três RPH litorâneas, essa região é a que possui o maior número de registros de inundações e, sem dúvida, o ano de 2009 merece grande destaque, com a maioria dos municípios encontrando-se em estado de emergência e um número de, pelo menos, cento e doze mil pessoas atingidas por inundações neste ano.

Quanto aos períodos de estiagem (ver figura 33), o maior número de registros ocorreu nos anos de 2005 (considerado seco), 2006 (considerado normal) e 2007 (considerado normal/seco).



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 1 (litoral oeste do Estado do Ceará), no período de 2001 a 2009.

ANO \ MUNICÍPIO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acaraú					280		2.592(SE)		
Alcântaras					5.768(SE)				
Amontada					19.350(SE)	*(SE)	18.835(SE)		
Barroquinha									
Bela Cruz			*(SE)		11.073(SE)	11.320(SE)	10.574(SE)	3.045	*(SE)
Camocim									
Chaval					3.571	*(SE)			
Cruz									
Granja					18.144	*(SE)			
Itarema							8.911		
Jijoca de Jericoacoara									
Marco					6.992	*(SE)	6.605(SE)		
Martinópolis									
Massapê					8.590(SE)	*(SE)	8.454(SE)		
Meruoca									
Miraima					6.645(SE)	6.860(SE)	6.612(SE)		
Moraújo					3.694	*(SE)	3.620(SE)		
Morrinhos	1.310				8.145(SE)	8.409(SE)	9.620(SE)	*(SE)	
Santana do Acaraú				*	8.669(SE)		11.352(SE)	*(SE)	
Senador Sá					1.803(SE)		1.779(SE)		
Sobral			*(SE)		19.707(SE)	*	6.049(SE)		
Uruoca					*(SE)	*	*(SE)	*(SE)	
TOTAL ANUAL	1.310				122.431	26.589	95.003	3.045	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado
(SE) Situação de Emergência

FIGURA 33 – Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 1.

Os anos de 2005 e 2007 registraram o maior número de pessoas atingidas por estiagens no período analisado, com 122.431 pessoas e 95.003 pessoas, respectivamente, como também o maior número de decretos de situação de emergência: dez registros no ano de 2005 e doze registros no ano de 2007.

Assim, encontramos sinais de ocorrência de desastres naturais em quase todos os registros de estiagem na RPH Litoral 1. Em apenas três registros não foi possível decretar uma situação de desastre natural. O destaque maior vai para os municípios de Bela Cruz, Morrinhos, Uruoca e Amontada.

De qualquer forma, essa região não é tão atingida por estiagens como outras regiões do Estado. A localização geográfica pode ser um grande

fator de influência para minimizar os impactos provenientes de estiagens, pois essa região encontra-se, de certa forma, em uma porção mais próxima da linha do equador em comparação às outras regiões do Estado, o que permite também uma proximidade maior com a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT ¹² (principal sistema atmosférico causador de chuvas na porção setentrional da região Nordeste do Brasil).

Na Região Pluviométrica Homogênea Litoral 2, que compreende dezesseis municípios, entre eles os municípios litorâneos de Trairi e Pecém, observamos novamente que o ano de 2009 foi o ano com maior registros de inundações na região (ver figura 34).



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 2 (litoral de Trairi/Pecém), no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Apuiarés									3.046(SE)
General Sampaio									1.200(SE)
Irauçuba			*(SE)	12.394(ECP)					8.015(SE)
Itapajé									2.480(SE)
Itapipoca				15.000				10.296(SE)	5.000(SE)
Paracuru									420
Paraipaba									
Paramoti									2.945
Pentecoste								*(SE)	3.541(SE)
São G. do Amarante									2.038(SE)
São Luís do Curu									1.308
Tejuçuoca									3.680(SE)
Trairi				6.147					
Tururu									
Umirim				2.688					
Uruburetama									8.000(SE)
TOTAL ANUAL				36.229				10.296	41.673

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

(ECP) Estado de Calamidade Pública

FIGURA 34 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas, decretações de emergência e estado de calamidade pública nos municípios da RPH Litoral 2.

¹² É claro que devemos levar em consideração que, em determinados anos, a movimentação da ZCIT sofre a influência das temperaturas oceânicas ou de outros sistemas atmosféricos, de forma que a sua posição torna-se muito instável, podendo flutuar para uma posição que acaba atingindo de maneira mais considerável as demais regiões litorâneas do Estado do Ceará.

No entanto, um episódio que não ocorreu no ano de 2009 merece destaque nessa região: as inundações no município de Irauçuba no ano de 2004. Neste ano, mais de doze mil pessoas foram atingidas por inundação no município, e, devido aos impactos causados por este evento de grande magnitude, a Defesa Civil do Estado do Ceará decretou estado de calamidade pública no município.

Nos anos de 2003 e 2009, também pudemos observar que o município de Irauçuba esteve em situação de emergência devido à ocorrência de inundações. Vale lembrar também que o município de Itapipoca merece destaque nesta região, principalmente pelo número de atingidos e de decretos de situação de emergência.

De acordo com os critérios estabelecidos pelo banco de dados EM-DAT, pudemos detectar sinais de desastre natural em todos os dezenove registros de inundações na RPH Litoral 2.

Com relação aos registros de estiagens na RPH Litoral 2, praticamente em todos eles (exceto em São Luís do Curu no ano de 2004) observamos sinais de ocorrência de desastre natural (ver figura 35).



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 2 (Litoral de Trairi/Pecém), no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Apuiarés				7.500	6.023(SE)	6.218(SE)	6.608(SE)	*(SE)	
General Sampaio					2.550(SE)	*(SE)	2.307(SE)		
Irauçuba	4.290	10.580	10.580(SE)	13.687	8.687(SE)	6.483(SE)	7.780(SE)	*(SE)	*(SE)
Itapajé			*(SE)		10.907(SE)	18.907(SE)	12.875(SE)	6.684(SE)	*(SE)
Itapipoca					2.098	*(SE)	29.519(SE)	13.170(SE)	*(SE)
Paracuru					13.065(SE)	*(SE)			
Paraipaba									
Paramoti		7.125	*(SE)		6.765(SE)	6.765(SE)	6.795(SE)	*(SE)	
Pentecoste		2.644	2.644	9.100	19.400(SE)	19.979(SE)	12.934(SE)	*(SE)	*(SE)
São G. do Amarante		3.326	3.326(SE)		25.600(SE)	5.302(SE)	6.325(SE)	3.450(SE)	
São Luís do Curu			*(SE)	*	3.496	3.496(SE)	3.496(SE)		
Tejuçuoca		3.380	3.380	3.380	8.200(SE)	8.346(SE)	8.334(SE)	*(SE)	
Trairi			*(SE)		*(SE)	*(SE)	*(SE)	*(SE)	*(SE)
Tururu							*(SE)		
Umirim		1.750	1.750(SE)	6.283	*(SE)	*(SE)	*(SE)	*(SE)	*(SE)
Uruburetama									
TOTAL ANUAL	4.290	28.805	21.680	39.950	106.791	75.496	96.973	23.304	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará
 * O número de pessoas atingidas não foi informado
 (SE) Situação de Emergência

FIGURA 35 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 2.

Mais uma vez, o município de Irauçuba merece destaque nesta região, pois, durante o período analisado, pudemos decretar uma situação de desastre natural em todos os anos. Assim, podemos destacar que os constantes registros de estiagens e inundações neste município podem ser fortes indicadores para uma alta situação de vulnerabilidade socioambiental no local, acarretando em fortes impactos socioambientais quando ocorrem períodos muito chuvosos ou de longa estiagem na região. Outros municípios, como Itapajé, São Gonçalo do Amarante e Pentecoste, também merecem uma atenção especial em períodos de longa estiagem nesta região.

Nos demais municípios, o maior número de registros de estiagens e número de pessoas atingidas ocorreu nos anos de 2005, 2006 e 2007. Não podemos também deixar de mencionar o ano de 2009, que, apesar de ser classificado como um ano muito chuvoso, apresentou registros de estiagem e decretações de emergência em 6 municípios desta RPH. Vale salientar que tais fenômenos tiveram início no segundo semestre do ano de 2008, com o término da vigência apenas no ano de 2009, quando foi, de fato, registrado o fenômeno de estiagem.

Na RPH Litoral 3, os poucos registros de inundações verificados acabam dando destaque ao município de Fortaleza, capital do Estado do Ceará. Neste município, foi registrado, nos anos de 2004 (considerado chuvoso/muito chuvoso) e 2009 (considerado muito chuvoso), um número de 134.413 e 39.596 atingidos, respectivamente (ver figura 36). Porém, não observamos nenhum registro de situação de emergência na cidade de Fortaleza, no período analisado, apesar de possuir um número bastante expressivo de atingidos em anos chuvosos.

Vale salientar que, no município de Fortaleza, as inundações costumam ocorrer já no mês de janeiro, e estas nem sempre estão relacionadas somente ao acumulado de chuva no período. Em anos chuvosos ou muito chuvosos, as inundações são, geralmente, intensas neste mês devido ao acúmulo de lixo em galerias, dificultando o perfeito funcionamento do sistema de drenagem urbana. Assim, nos meses seguintes, o sistema acaba trabalhando com uma menor pressão.



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 3 (litoral de Fortaleza até Beberibe), no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aquiraz			*(SE)	1.433(SE)					*
Beberibe				6.580					120(SE)
Cascavel				11.900					876(SE)
Caucaia			*(SE)	1.046(SE)					1.100
Chorozinho				3.266					3.645(SE)
Eusébio									*
Fortaleza				134.413					39.596
Horizonte									240(SE)
Itaitinga									
Maracanaú			*(SE)						
Maranguape									20
Pacajus									8.200(SE)
Pacatuba									
Pindoretama									4.209(SE)
TOTAL ANUAL				158.638					58.006

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado
(SE) Situação de Emergência

FIGURA 36 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 3.

Com certeza, tais números expressivos do município de Fortaleza devem-se, em grande parte, à presença de inúmeros habitantes residindo em áreas consideradas de risco, à forte vulnerabilidade de muitos indivíduos, muitas famílias e comunidades na cidade, como também a problemas comuns identificados nas metrópoles brasileiras (altas taxas de impermeabilização, drenagem urbana ineficiente, áreas desmatadas etc.), que acabam incrementando os desastres naturais no município.

Em contrapartida, nos demais registros de inundações de outros municípios, o número de pessoas atingidas não precisou ser tão elevado para decretar situações de emergência e, mais uma vez, o ano de 2009 mereceu destaque pelo número de municípios que foram atingidos por inundações.

Quanto ao registro de estiagens (ver figura 37), os municípios de Beberibe, Cascavel, Caucaia e Chorozinho merecem destaque pelo número de registros identificados. Porém, o município serrano de Maranguape, apesar de apresentar apenas 3 registros (nos anos de 2005, 2006 e 2007), destaca-se pelo número de pessoas atingidas.



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 3 (litoral de Fortaleza até Beberibe), no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aquiraz					*	*(SE)		*	
Beberibe					18.116	*(SE)	18.705(SE)	6.450(SE)	*(SE)
Cascavel					5.800(SE)	5.800(SE)	5.784(SE)	5.784(SE)	*(SE)
Caucaia		4.413	4.413		20.146(SE)	*(SE)	6.974(SE)	12.719(SE)	*(SE)
Chorozinho	7.545	4.466	4.466(SE)		1.015	8.821(SE)			
Eusébio									
Fortaleza									
Horizonte									
Itaitinga								*	
Maracanaú									
Maranguape					18.406(SE)	*(SE)	20.070(SE)		
Pacajus									
Pacatuba									
Pindoretama			*						
TOTAL ANUAL	7.545	8.879	8.879		63.483	14.621	51.533	24.953	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará
 * O número de pessoas atingidas não foi informado
 (SE) Situação de Emergência

FIGURA 37 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Litoral 3.

Observando os quadros de estiagens e inundações desta RPH e comparando-os, podemos identificar um fenômeno comum quando observamos estes dois tipos de desastre natural. Em cidades com elevado índice de urbanização e população, como Fortaleza, a possibilidade de ocorrer inundações é muito alta, enquanto que para registros de estiagens é praticamente nula. Porém, em outros municípios, como Maranguape, muitas famílias dependem de atividades relacionadas à agricultura, o que pode incrementar ainda mais o número de pessoas atingidas diretamente pelo fenômeno da estiagem.

Na RPH Maciço de Baturité, praticamente todos os registros de inundações ocorreram no ano de 2004 e 2009 (exceto um registro no município de Capistrano em 2008). O ano de 2009 se destaca pelo considerável número de atingidos (43.493 pessoas), com oito dos quatorze municípios da RPH em situação de emergência. Neste mesmo ano, não houve registros de inundações apenas nos municípios de Acarape, Baturité e Guaiúba (ver figura 38).



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Maciço de Baturité, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acarape									
Aracoiaba				1.204					*
Aratuba									9.265(SE)
Barreira				475					9.881
Baturité				4.140(SE)					
Capistrano				2.219(SE)				*	8.321(SE)
Guaiúba									
Guaramiranga									*
Itapiúna				3.592					2.576(SE)
Mulungu				800(SE)					30(SE)
Ocara									3.595(SE)
Pacoti									3.015(SE)
Palmácia									6.806(SE)
Redenção									4(SE)
TOTAL ANUAL				12.430					43.493

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

FIGURA 38 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Maciço de Baturité.

Nos demais municípios só não podemos identificar sinais de ocorrência de desastres naturais relacionados a inundações em Aracoiaba e Guaramiranga, pois a Defesa Civil do Estado não soube informar o número de atingidos por inundação e não houve decreto de situação de emergência nestes municípios.

Apesar de ser uma região serrana, as estiagens foram mais expressivas que as inundações no período analisado (ver figura 39). Em municípios como Ocara, Itapiúna e Capistrano, os decretos de situação de emergência devido às estiagens foram mais constantes, e o ano de 2005 acaba se destacando pelo maior registro de pessoas atingidas na região.



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Maciço de Baturité, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acarape					302				
Aracoiaba					785		504		
Aratuba									
Barreira		6.024	6.024		10.300	5.322(SE)	7.175(SE)		
Baturité					971	4.515(SE)	*		
Capistrano					9.578(SE)	9.578(SE)	9.647(SE)	6.610(SE)	
Guaiúba									
Guaramiranga									
Itapiúna				6.544	8.592(SE)	*(SE)	8.129(SE)	3.343(SE)	*(SE)
Mulungu									
Ocara	9.135	4.739	4.739(SE)		14.214(SE)	10.224(SE)	10.224(SE)	3.595(SE)	*(SE)
Pacoti									
Palmácia									
Redenção					768				
TOTAL ANUAL	9.135	10.763	10.763	6.544	45.510	29.639	35.679	13.548	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará
 * O número de pessoas atingidas não foi informado
 (SE) Situação de Emergência

FIGURA 39 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Maciço de Baturité.

Porém, podemos dizer que, em linhas gerais e em comparação com outras regiões do Estado, a RPH Maciço de Baturité é a região que menos apresentou sinais de impactos provenientes de desastres naturais.

Com vinte e seis municípios e localizada em uma porção oeste do Estado do Ceará, poderíamos dizer que a RPH Ibiapaba possui um baixo número de registros de inundações se levarmos em consideração o período de 2001 a 2008. Porém, quando observamos o ano de 2009, chegamos ao expressivo número de vinte e três municípios com registros de inundações, cerca de cento e cinco mil pessoas atingidas, além de vários decretos de situação de emergência (ver figura 40).



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Ibiapaba, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO	ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ararendá										4.592(SE)
Cariré										12.707(SE)
Carnaubal				*	1.607(SE)					155
Coreaú									3.800	4.632(SE)
Croatá										32(SE)
Forquilha										3.416(SE)
Frecheirinha										4.535(SE)
Graça										93
Groaíras					1.421(SE)					53(SE)
Guaraciaba do Norte										
Hidrolândia									18.116(SE)	5.840(SE)
Ibiapina										93(SE)
Ipaporanga									6.268(SE)	2.288(SE)
Ipú										14.448(SE)
Ipueiras										19.000(SE)
Mucambo										*(SE)
Nova Russas										13.620(SE)
Pacujá									2.858(SE)	730(SE)
Pires Ferreira										3.566(SE)
Poranga					2.120(SE)					
Reriutaba										3.974(SE)
São Benedito					57					
Tianguá					11.720				*(SE)	2.632(SE)
Ubajara									*(SE)	1.385(SE)
Varjota										4.000(SE)
Viçosa do Ceará				*(SE)	11.571(SE)					3.736(SE)
TOTAL ANUAL					28.496				31.042	105.527

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado
(SE) Situação de Emergência

FIGURA 40 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Ibiapaba.

Municípios como os de Viçosa do Ceará, Tianguá e Hidrolândia acabam se destacando nesta RPH devido aos fortes impactos ocasionados por inundações no período analisado.

Levando em consideração os registros de estiagens nesta RPH, o maior destaque vai para os anos de 2005 (considerado seco) e 2007 (considerado normal/seco), os quais ultrapassaram o número de cem mil atingidos. Ipueiras e Guaraciaba do Norte foram os municípios que apresentaram o maior número de atingidos nestes dois anos. O ano de 2006 também merece um destaque, principalmente pelo número de decretos de situação de emergência.



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Ibiapaba, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ararendá					5.323(SE)	5.322(SE)	5.322(SE)		
Cariré					12.858(SE)	12.858(SE)			
Carnaubal			*(SE)		6.305(SE)	*(SE)	6.510(SE)		
Coreaú									
Croatá					6.575	*(SE)	6.788(SE)		
Forquilha				*	2.276(SE)	2.276(SE)	5.657(SE)	*(SE)	
Frecheirinha					5.017	*(SE)	5.017(SE)		
Graça					*	8.450(SE)	8.455(SE)		
Groaíras		1.487	1.487(SE)	4.153	6.670(SE)	6.891(SE)	*(SE)		
Guaraciaba do Norte					14.418	*(SE)	18.111(SE)		
Hidrolândia					9.421(SE)	8.843(SE)	8.843(SE)	*(SE)	*(SE)
Ibiapina									
Ipaporanga							7.793(SE)		
Ipú					13.339(SE)				
Ipueiras					20.444(SE)	*(SE)	22.444(SE)		
Mucambo					4.989(SE)	*(SE)	5.332(SE)		
Nova Russas					9.925(SE)	9.925(SE)	8.534(SE)	*(SE)	
Pacujá							2.377(SE)		
Pires Ferreira					5.436	*(SE)			
Poranga					4.010(SE)	4.109(SE)	4.135(SE)		
Reriutaba					10.330(SE)	10.330(SE)	10.124(SE)	2.700	
São Benedito					11.354	*(SE)	1.274		
Tianguá			*(SE)					*(SE)	
Ubajara									
Varjota						*(SE)			
Viçosa do Ceará					*(SE)	*(SE)	*(SE)		
TOTAL ANUAL		1.487	1.487	4.153	148.690	69.004	126.716	2.700	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado
 (SE) Situação de Emergência

FIGURA 41 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Ibiapaba.

Hidrolândia, Groaíras, Forquilha, Ararendá, Nova Russas, Poranga e Reriutaba também apresentaram resultados expressivos quando analisadas as estiagens ocorridas nesta Região Pluviométrica Homogênea.

Na sexta região pluviométrica homogênea analisada, a RPH Jaguaribana, pudemos observar algumas particularidades que a diferem de outras regiões do Estado. Quanto às inundações, não é novidade nenhuma sabermos que o maior número de registros delas ocorreu nos anos de 2004 e 2009.

Porém, o ano de 2008 apresentou um expressivo número de pessoas atingidas por inundação, as quais foram concentradas em poucos municípios (ver figura 42). Neste ano, o destaque maior foi para os municípios de Icó, Jaguaribe e Aracati (os dois primeiros decretaram situação de emergência). Em 2009, só não identificamos sinais de desastre natural em apenas três municípios.



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Jaguaribana, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Alto Santo				1.421(SE)				7.228(SE)	5.118(SE)
Aracati			*	511(SE)				24.027	3.811(SE)
Banabuiú				9.857					3.312(SE)
Ererê									3.556(SE)
Fortim									3.065(SE)
Ibicuitinga									2.803(SE)
Icapuí									974
Icó				16.821(SE)				40.897(SE)	1.501(SE)
Iracema				*(SE)					2.240
Itaíçaba				13.935(SE)					3.469(SE)
Jaguaretama									3.200(SE)
Jaguaribe				2.549				35.062(SE)	368(SE)
Jaguaruana				565(SE)					11.000(SE)
Limoeiro do Norte				13.935(SE)					2.372(SE)
Morada Nova				13.935(SE)					10.355(SE)
Nova Jaguaribara									
Orós								3.198	4.390(SE)
Palhano				391(SE)					3.500(SE)
Pereiro								*	
Potiretama				513(SE)					3.229(SE)
Quixeré									1.889(SE)
Russas				6.063(SE)				1.832	5.050(SE)
São João do Jaguaribe									3.300(SE)
Tabuleiro do Norte				633(SE)				4.939(SE)	7.145(SE)
TOTAL ANUAL				81.129				117.183	85.647

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

FIGURA 42 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Jaguaribana.

No período analisado, os municípios mais impactados por inundações nesta RPH foram: Aracati, Alto Santo, Icó e Tabuleiro do Norte.

No entanto, a maior particularidade desta região não são as inundações. Apesar de estar, em grande parte, localizada em uma porção mais ao Norte do Estado e, conseqüentemente, mais próxima da ZCIT e das águas do Oceano Atlântico, esta região não apresentou (de acordo com os valores calculados por meio da técnica dos quantis) índices elevados de pluviosidade, o que acabou influenciando consideravelmente no número de registros de estiagens, que foram muito elevados nesta região (ver figura 43).



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Jaguaribana, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO \ ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Alto Santo	3.845	2.024	2.024(SE)		6.829(SE)	6.829(SE)	9.117(SE)	3.505(SE)	*(SE)
Aracati	6.915				19.870(SE)	*(SE)	19.472(SE)	*	*(SE)
Banabuiú	1.540		*(SE)		8.828(SE)	8.828(SE)	7.851(SE)	2.893(SE)	
Ererê					3.686(SE)	3.680(SE)	3.680(SE)		
Fortim				5.855	3.450(SE)	*(SE)	3.439(SE)	*(SE)	
Ibicuitinga	1.985		*(SE)		8.450	*(SE)	8.450(SE)	*	*(SE)
Icapuí	3.680	1.698	1.698	9.390(SE)	9.390(SE)	10.290(SE)	10.593(SE)		
Icó			*(SE)		28.994(SE)	*(SE)	30.021(SE)		
Iracema			*(SE)	*	4.521(SE)	4.521(SE)	4.431(SE)	*(SE)	
Itaíçaba					258		3.045	885	*(SE)
Jaguetama	1.885	2.225	2.225(SE)		10.129(SE)	10.129(SE)	10.139(SE)	*(SE)	*(SE)
Jaguaribe	4.680	7.405	7.405(SE)		14.865(SE)	15.348(SE)	12.066(SE)	*(SE)	*(SE)
Jaguaruana	2.175				13.155	*(SE)	13.582(SE)	1.350(SE)	*(SE)
Limoeiro do Norte			*(SE)		5.906(SE)	5.906(SE)	15.098(SE)	4.867(SE)	*(SE)
Morada Nova	8.060	13.765	13.765(SE)		21.371(SE)	22.066(SE)	993(SE)	11.065(SE)	
Nova Jaguaribara		1.445	1.445(SE)		5.354(SE)	5.354(SE)	4.991(SE)	*(SE)	*(SE)
Orós			*(SE)		5.119(SE)	*(SE)	2.559(SE)	*(SE)	*(SE)
Palhano	3.200	1.720	1.720(SE)		3.907(SE)	5.204(SE)	3.632(SE)	*(SE)	*(SE)
Pereiro			*(SE)		11.325(SE)	*(SE)	11.235(SE)	*(SE)	
Potiretama	1.935	2.490	2.490(SE)	2.490	3.072(SE)	3.193(SE)	3.374(SE)	850	*(SE)
Quixerê					5.005	*(SE)	5.201	*(SE)	
Russas		1.475	1.475(SE)		19.798(SE)	12.798(SE)	18.895(SE)	*	
São João do Jaguaribe	980	730	730(SE)		2.500(SE)	3.506(SE)	4.616	*(SE)	*(SE)
Tabuleiro do Norte	890	4.875	4.875(SE)		11.669(SE)	5.065(SE)	10.740(SE)	*(SE)	*(SE)
TOTAL ANUAL	41.770	39.852	39.852	17.735	227.451	122.717	217.220	25.415	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

FIGURA 43 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Jaguaribana.

Nesta RPH, foi identificado o expressivo número de cento e cinquenta e dois registros de estiagens no período analisado, além de

inúmeros decretos de situação de emergência, com destaque para os municípios de Potiretama (o único a apresentar registros de estiagens em todos os anos analisados), São João do Jaguaribe, Palhano, Alto Santo, Ibicuitinga, Jaguaretama, Jaguaribe, Morada Nova e Nova Jaguaribara.

Contudo, não podemos deixar de mencionar outro fator contraditório que pode ter influenciado também neste alto número de registros de estiagem: as reservas hídricas desta região.

Simplemente, os municípios desta região pluviométrica estão próximos das maiores reservas hídricas do Estado, como o açude Castanhão e o açude Orós (ver figura 44). Além do mais, não podemos esquecer que esta região é banhada pelas águas do rio Jaguaribe, e é por este motivo que ela foi denominada de RPH Jaguaribana.

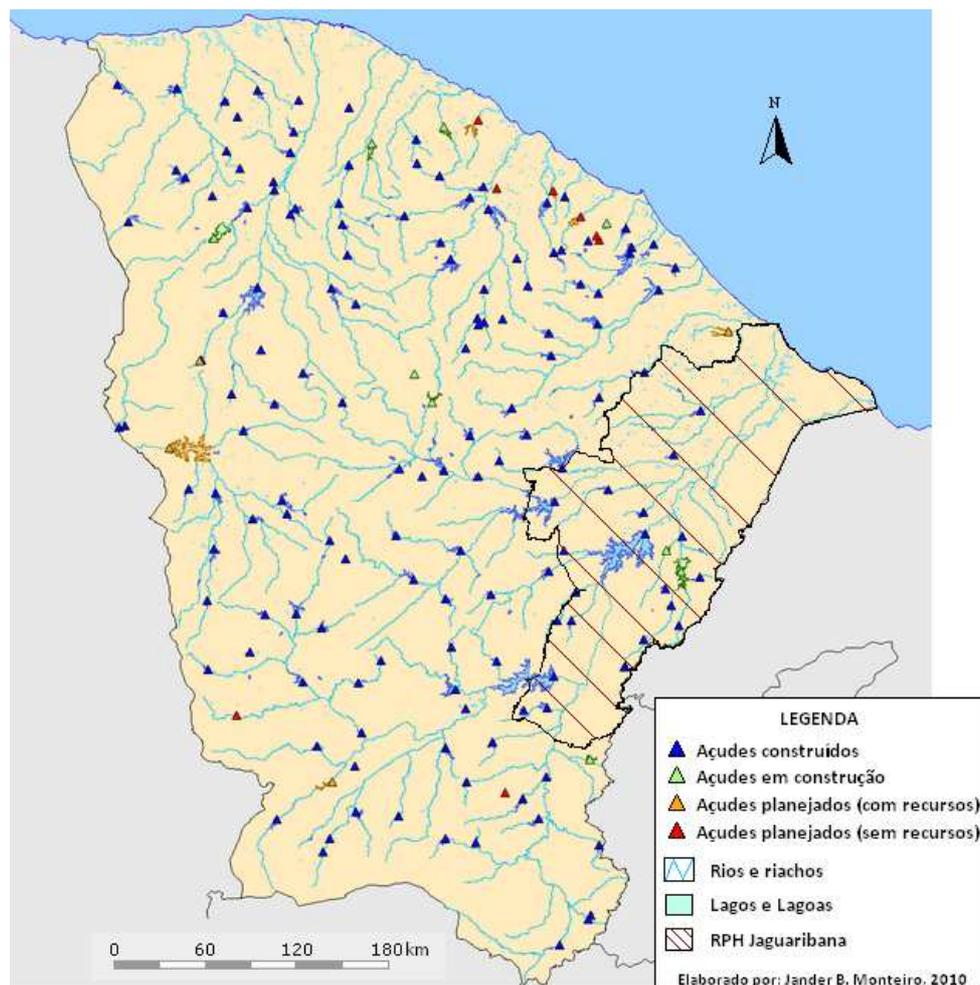


FIGURA 44 – Reservas hídricas do Estado do Ceará e na RPH Jaguaribana

Assim, apesar do índice de pluviosidade não ser elevado, esta região não deveria apresentar um número tão expressivo de registros de estiagem. Nesse sentido, podemos colocar em questão a própria gestão destes recursos hídricos, no intuito de verificar se as águas destas reservas hídricas estão sendo realmente utilizadas pela população desta região.

Em grande parte dos municípios presentes nesta RPH, existem inúmeras famílias que necessitam diretamente deste recurso (água), pois apresentam como principal atividade de sustento a agricultura. O ponto principal deste questionamento não é se este recurso está sendo direcionado para outras cidades (como Fortaleza) ou para benefício de grandes empresas.

O que não podemos descartar é o fato de que muitas pessoas que vivem nesta região dependem diretamente deste recurso, mas não possuem estruturas eficientes de captação desta água. Em alguns casos, até vemos formas de limitar o acesso da água nestes imensos reservatórios, por meio da construção de uma forte e ampla estrutura de armazenamento em determinados locais, realizando um verdadeiro processo de segregação entre comunidades e este importante recurso (água).

Cabe ao governo realizar políticas de incentivo ao acesso à água, disponibilizando este recurso tão essencial a muitas famílias não só desta região, mas de outras regiões do Estado que sofrem com a carência deste recurso em períodos de estiagem. Afinal, todos nós acreditamos que as obras realizadas pelo governo, como, por exemplo, o açude Castanhão, que é de domínio público, foram realizadas para o benefício da população cearense.

De qualquer forma, podemos destacar que esta região é uma das mais vulneráveis à ocorrência de estiagens, ficando atrás apenas da RPH Sertão Central e Inhamuns, como veremos mais adiante.

Na sétima região pluviométrica homogênea, denominada Cariri, o ano de 2008 se destaca quando levamos em consideração as inundações que ocorreram no período 2001-2009 (ver figura 45), com cerca de cento e quarenta e quatro mil pessoas atingidas.



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretos de situação de emergência nos municípios da RPH Cariri, no período de 2001 a 2009

MUNICÍPIO	ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abaíara									5.117	
Altaneira					8.531					
Aurora					590(ECP)				9.196(SE)	
Baixio										1.628(SE)
Barbalha					15.616(SE)				3.100	130(SE)
Barro									20.673(SE)	2.649(SE)
Brejo Santo					1.750(SE)				5.769(SE)	306
Caririaçu					234				12.795(SE)	
Cariús					1.326(SE)				6.215(SE)	*(SE)
Cedro									11.835(SE)	4.182(SE)
Crato				*(SE)	643(SE)				11.792(SE)	11.198(SE)
Farias Brito					8.440(ECP)					6.548(SE)
Granjeiro										2.148(SE)
Ipaumirim									302	
Jardim					391(ECP)					
Jati									2.644(SE)	
Juazeiro do Norte				*(SE)	2.031(ECP)				2.450(SE)	211
Jucás										
Lavras da Mangabeira					13.572(ECP)				15.759(SE)	*
Mauriti					3.300				13.378(SE)	
Milagres									3.580	
Missão Velha					14.069(ECP)				11.787(SE)	
Nova Olinda										
Penaforte									2.172(SE)	
Porteiras					1.814(SE)				5.045(SE)	210
Santana do Cariri				*	2.187				882	4.624(SE)
Umari										
Várzea Alegre					1.421(SE)					3.620(SE)
TOTAL ANUAL					75.915				144.491	37.454

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

(ECP) Estado de Calamidade Pública

FIGURA 45 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Cariri.

Por estar localizada em uma porção mais ao sul do Estado do Ceará, esta região, além de sofrer a influência da Zona de Convergência Intertropical, também costuma sofrer influência de outros sistemas atmosféricos, os quais acabam intensificando a ocorrência de inundações bruscas. Para evidenciar tal fato, basta observarmos o considerável número de registros de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública no período analisado.

O destaque maior vai para os municípios de Crato (o que mais registrou situações de emergência no período analisado), Juazeiro do Norte

(com registros de inundações em quatro anos, sendo em um deles decretado Estado de Calamidade Pública), Santana do Cariri, Farias Brito, Aurora, Cariús e Lavras da Mangabeira.

A RPH Cariri, em determinados anos, costuma sofrer influência de outros sistemas atmosféricos que causam chuvas extremas, como as frentes frias, por exemplo. Assim, seu regime de chuvas pode ser um pouco diferenciado em comparação às outras regiões do Estado, muitas vezes apresentando altos índices de pluviosidade já no mês de janeiro, principalmente em anos chuvosos ou muito chuvosos.

Tais fatores podem ser fundamentais na minimização dos registros de estiagens nesta região em comparação às RPH mais próximas (RPH Jaguaribana e RPH Sertão Central e Inhamuns). No período 2001-2009, os anos que apresentaram maior número de registros de estiagens e decretos de situação de emergência foram os anos de 2005, 2006 e 2007 (ver figura 46). Nos demais anos, houve poucos registros de estiagens e decretos de emergência.



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretos de emergência nos municípios da RPH Cariri, no período de 2001 a 2009

MUNICÍPIO	ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Abaíara								5.177(SE)		
Altaneira						1.900(SE)	*(SE)	1.900(SE)		
Aurora						15.500(SE)	*(SE)	15.127(SE)		
Baixio						2.939(SE)	*(SE)	2.970(SE)		
Barbalha						13.089(SE)	*(SE)	14.584(SE)		
Barro		2.380	2.380(SE)			11.314(SE)	*(SE)	9.141(SE)	*(SE)	
Brejo Santo					13.806	17.670(SE)	*(SE)	15.806(SE)	2.140	
Caririaçu					14.100	17.912(SE)	*(SE)	15.115(SE)		
Cariús		1.280	1.280			11.000(SE)	*(SE)	11.274(SE)	*	
Cedro		3.216	3.216(SE)			13.148(SE)	*(SE)	10.221(SE)	*(SE)	
Crato						20.729(SE)	*(SE)	18.729(SE)	*(SE)	
Farias Brito						10.599(SE)	*(SE)	11.589(SE)		
Granjeiro						3.170(SE)	3.472(SE)	3.479(SE)		
Ipaumirim						5.340(SE)		5.340(SE)	*(SE)	
Jardim	5.180		*(SE)			1.225	6.358(SE)	18.095(SE)	6.770(SE)	*(SE)
Jati		2.525	2.525(SE)	*		4.200(SE)	4.940(SE)	4.072(SE)		
Juazeiro do Norte			*			8.420	*(SE)	9.906(SE)		
Jucás						10.176(SE)	8.076(SE)	10.319(SE)	*	*(SE)
Lavras da Mangabeira						14.730(SE)	15.106(SE)	14.473(SE)	*	*(SE)
Mauriti			*(SE)			17.662(SE)	18.192(SE)	20.119(SE)	*	
Milagres						17.520(SE)	*(SE)	15.668(SE)	1.894	
Missão Velha						20.944(SE)	*(SE)	19.801(SE)		
Nova Olinda	1.160	898	898(SE)			4.550(SE)	4.550(SE)	5.001(SE)	*	*(SE)
Penaforte			*(SE)	2.593(SE)		4.148(SE)	4.179(SE)	2.539(SE)	*(SE)	
Porteiras						8.138(SE)	*(SE)	11.178(SE)		
Santana do Cariri		1.390	1.390(SE)			8.669	8.950(SE)	8.090(SE)		*(SE)
Umari						*(SE)		*(SE)		
Várzea Alegre						*(SE)	*(SE)	*(SE)		
TOTAL ANUAL		6.340	11.689	11.689	30.499	264.692	73.823	279.713	10.804	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

FIGURA 46 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Cariri.

Os municípios mais impactados por estiagens nesta região foram: Cedro, Jardim, Nova Olinda, Barro, Cariús, Caririaçu, Jucás, Penaforte e Santana do Cariri. Os quatro primeiros registraram situação de emergência em cinco anos do período analisado.

Finalmente, temos a RPH Sertão Central e Inhamuns, a maior do Estado, com 40 municípios. Sua localização geográfica e suas características climáticas (região de clima semi-árido) não impedem que esta região seja atingida com inundações, as quais ocorreram praticamente nos anos mais chuvosos registrados no Estado. No período analisado, os anos de 2004, 2008 e 2009, foram os que apresentaram o maior número de registros de inundações, decretos de situação de emergência e número de pessoas atingidas (ver figura 47).



Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO	ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acopiara					9.857(SE)					8.616(SE)
Aiuaba					776				7.851	
Antonina do Norte					*					
Araripe					1.594(ECP)					
Arneiroz					3.063(SE)					
Assaré										
Boa Viagem					200					2.390(SE)
Campos Sales				*	275				*	
Canindé				*	11.001(SE)				*	22.330(SE)
Caridade				*(SE)	1.063(SE)				*	8.341(SE)
Catarina										
Catunda				*	*					3.308(SE)
Choró										4.123(SE)
Crateús				*(SE)	39.436(SE)				36.009(SE)	12.000(SE)
Dep. Irapuan Pinheiro										
Ibaretama					1.139(SE)					4.324(SE)
Iguatu					32.980(SE)				13.110(SE)	2.114(SE)
Independência									5.800(SE)	5.710(SE)
Itatira					426(SE)				12.256(SE)	5.136(SE)
Madalena					503(SE)					4.051
Milhã					8.258(SE)					2.261(SE)
Mombaça									76.320(SE)	
Monsenhor Tabosa										4.704(SE)
Novo Oriente					1.203(SE)				13.854(SE)	13.620(SE)
Parambu					12.158(SE)				13.258(SE)	
Pedra Branca					5.250(SE)					14.309(SE)
Piquet Carneiro					13.579(ECP)					5.090(SE)
Potengi										
Quiterianópolis					952(SE)				3.892(SE)	3.229(SE)
Quixadá					23.676(SE)					17.600(SE)
Quixelô					5.800(ECP)				2.085(SE)	3.708(SE)
Quixeramobim					16.127(SE)				12.725(SE)	5.230(SE)
Saboeiro					5.337				5.328	4.930(SE)
Salitre					2.973(SE)					
Santa Quitéria									7.356(SE)	14.805
Senador Pompeu										5.312(SE)
Solonópole										4.340(SE)
Tamboril										3.520(SE)
Tarrafas					*(ECP)					
Tauá					32.040(SE)				17.304(SE)	
TOTAL ANUAL					229.666				227.148	185.101

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

* O número de pessoas atingidas não foi informado

(SE) Situação de Emergência

(ECP) Estado de Calamidade Pública

FIGURA 47 - Registros de inundações, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns.

Os municípios mais atingidos por inundações no período analisado foram os de Iguatu (decretou situação de emergência em 2004, 2008 e 2009), Crateús (município da região com maior número de pessoas atingidas por inundações e decretos de situação de emergência), Quixeramobim, Canindé,

Caridade, Piquet Carneiro, Quixelô, Tarrafas e Araripe. Vale destacar também que as inundações que ocorreram no ano de 2004 deixaram quatro municípios (Araripe, Piquet Carneiro, Quixelô e Tarrafas) em Estado de Calamidade Pública.

No entanto, quando falamos em estiagem, esta região é a que mais se destaca em todo o Estado do Ceará, sendo considerada a região com maior risco de ocorrência, como também a de maior vulnerabilidade socioambiental.

Os constantes períodos sem precipitação e as condições socioeconômicas e físicas vulneráveis presentes em grande parte dos municípios desta região incrementam o número de atingidos por estiagens e decretos de situações de emergência, acarretando em situações constantes de desastres naturais (ver figura 48).



Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns, no período de 2001 a 2009.

MUNICÍPIO	ANO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acopiara				*(SE)		29.458(SE)	29.458(SE)	23.628(SE)	6.085(SE)	*(SE)
Aiuaba	2.705	1.923	1.923(SE)			9.270(SE)	9.504(SE)	9.504(SE)	*(SE)	*(SE)
Antonina do Norte	6.150	1.078	1.078(SE)			2.450(SE)	2.573(SE)	2.080(SE)	*(SE)	*(SE)
Araripe		4.866	4.866(SE)		5.180	13.189(SE)	13.838(SE)	8.491(SE)	4.310(SE)	*(SE)
Arneiroz	5.275	3.058	3.058		4.000	4.512(SE)	4.512(SE)	2.146(SE)	*(SE)	
Assaré	2.225					15.501(SE)	9.500(SE)	9.656(SE)	*(SE)	*(SE)
Boa Viagem			*(SE)			23.588	23.588(SE)	23.551(SE)		
Campos Sales	2.125	24.772	24.772(SE)		10.548	10.431(SE)	10.431(SE)	10.431(SE)	*(SE)	*(SE)
Canindé	8.975	10.674	*(SE)		13.398(SE)	31.889(SE)	*(SE)	28.448(SE)	*(SE)	
Caridade	6.610	576	576(SE)		9.315	9.315(SE)	4.987(SE)	7.223(SE)	8.910(SE)	*(SE)
Catarina		898	898			11.500(SE)	6.465(SE)	13.247(SE)	*	*(SE)
Catunda		2.222	2.222(SE)			5.218(SE)	5.218(SE)	5.113(SE)	*	*(SE)
Choró	5.125					12.613(SE)	13.495(SE)	9.152(SE)	9.152(SE)	
Cratêus		5.139	5.139(SE)			16.564(SE)	9.554(SE)	20.652(SE)		
Dep. Irapuan Pinheiro						4.530(SE)	4.521(SE)	8.385(SE)	3.280(SE)	*(SE)
Ibaretama	2.180	4.334	4.334(SE)		2.200	9.195(SE)		9.493(SE)	*	*(SE)
Iguatu						18.590(SE)	9.094(SE)	9.297(SE)	*(SE)	
Independência	2.395	8.734	8.734(SE)			1.285	10.652(SE)	10.893(SE)	*	*(SE)
Itatira	3.955	13.270	13.270(SE)			11.000(SE)	10.000(SE)	8.911(SE)	8.911(SE)	*(SE)
Madalena	5.025	5.710	5.710	*		13.377(SE)	8.300(SE)	8.481(SE)	*(SE)	*(SE)
Milhã			*(SE)			6.379(SE)	8.415(SE)	7.638(SE)	3.556	
Mombaça	8.910	11.200	11.200(SE)			23.000(SE)	19.880(SE)	19.482(SE)	19.880(SE)	
Monsenhor Tabosa	4.435					8.101(SE)	8.101(SE)	8.101(SE)	*(SE)	
Novo Oriente					10.463	13.883(SE)	*(SE)	12.910(SE)		
Parambu	11.030	7.427	7.427(SE)			17.830(SE)	18.408(SE)	18.408(SE)	*(SE)	
Pedra Branca	11.440	7.555	7.555(SE)		3.212	15.395(SE)	15.787(SE)	15.787(SE)	10.055(SE)	*(SE)
Piquet Carneiro	2.100		*(SE)			6.568(SE)	6.568(SE)	6.637(SE)	5.090(SE)	*(SE)
Potengi		1.910	1.910(SE)			3.951	*(SE)			
Quiterianópolis		3.841	3.841(SE)			14.231(SE)	14.231(SE)	13.945(SE)	*	*(SE)
Quixadá	4.935		*(SE)			18.822(SE)	22.366(SE)	21.918(SE)	6.749(SE)	*(SE)
Quixeló					5.800	12.000(SE)	6.000(SE)	8.463(SE)	*(SE)	
Quixeramobim	23.515		*(SE)			27.203(SE)	28.058(SE)	28.019(SE)	*(SE)	*(SE)
Saboeiro						7.048(SE)	7.048(SE)	7.007(SE)	*(SE)	
Salitre	5.585	5.139	5.139(SE)			10.327(SE)	10.661(SE)	9.411(SE)	*	*(SE)
Santa Quitéria		3.709	3.709(SE)		18.646	21.516(SE)	21.516(SE)	21.516(SE)	27.945(SE)	*(SE)
Senador Pompeu			*(SE)			9.234(SE)	9.129(SE)	9.343(SE)	*(SE)	*(SE)
Solonópole			*(SE)			9.349(SE)	9.349(SE)	9.016(SE)	*(SE)	*(SE)
Tamboril		4.425	4.425(SE)		*	17.705(SE)	17.705(SE)	12.972(SE)	*(SE)	
Tarrafas								6.927(SE)	*(SE)	
Tauá	24.570	16.850	16.850(ECP)		26.327	20.181(SE)	21.737(SE)	17.100(SE)	9.160(SE)	*(SE)
TOTAL ANUAL	149.265	149.310	138.636		109.089	516.198	430.649	483.382	123.083	

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará
 * O número de pessoas atingidas não foi informado
 (SE) Situação de Emergência
 (ECP) Estado de Calamidade Pública

FIGURA 48 - Registros de estiagens, número de pessoas atingidas e decretações de emergência nos municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns.

No período em análise, foram registradas estiagens em todos os anos, inclusive no ano de 2009, um dos anos mais chuvosos das últimas décadas. Isto ocorreu porque o período de estiagem já havia iniciado no ano de 2008, prolongando-se até o início do ano de 2009, quando foram registradas as estiagens.

Alguns municípios até impressionam pelos inúmeros registros de estiagem e pessoas atingidas. Como exemplo, podemos citar o município de

Tauá, considerado por muitos pesquisadores como o município que mais sofre com estiagens no Estado do Ceará. No período em análise (2001-2009), Tauá apresentou registros de estiagens e situação de desastre natural em todos os anos, com destaque para o ano de 2003, no qual foi decretado Estado de Calamidade Pública no município. Outros municípios que também apresentaram impactos expressivos devido à ocorrência de estiagens nesta região foram: Aiuaba, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Campos Sales, Canindé, Caridade, Itatira, Madalena, Pedra Branca, Quixadá, Quixeramobim, Salitre e Santa Quitéria.

Os anos de 2003, 2005, 2006, 2007 e 2008 foram os que se destacaram devido aos inúmeros decretos de situação de emergência e ao número de atingidos em quase toda a RPH.

4.4. GERENCIAMENTO DE DESASTRES NATURAIS: A CONTRIBUIÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) PARA A CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE ALERTA NO ESTADO DO CEARÁ.

No intuito de mitigar os impactos provenientes de estiagens ou inundações no Estado do Ceará, a criação de um Sistema de Informação Geográfica pode ser uma importante ferramenta que auxiliaria na prevenção de desastres naturais.

Assim, propomos, ainda, no projeto de pesquisa do trabalho desenvolvido no Mestrado Acadêmico em Geografia – MAG/UECE, a sugestão de criação de um SIG que possibilitasse um sistema de alerta de estiagens e inundações no Estado do Ceará.

Porém, construir um SIG operacionalmente eficaz com este intuito consiste em uma tarefa extremamente ousada, devido aos inúmeros aspectos que podem ser inseridos na análise de cada município para se decretar uma situação de alerta.

O Estado do Ceará apresenta muitos municípios com situações singulares e heterogêneas que podem influenciar diretamente no impacto de um desastre natural. Dentre eles, podemos citar: urbanização, sistema de drenagem ineficiente, vulnerabilidade social da população, tipo de solo, influências do clima da região, habitações mal construídas, concentração de áreas de risco, proximidade de um rio, dentre outros.

Nesse sentido, além da dificuldade de cruzar todas estas informações para chegar a um resultado mais coerente, sabemos que praticamente não há a disponibilidade de todas estas informações para alimentar o SIG de forma bastante pontual e eficiente em cada município do Estado. Até porque sabemos que o espaço geográfico cearense está em constante transformação e algum elemento desta análise poderia sofrer uma rápida alteração em um curto período de tempo.

Assim, no SIG aqui proposto, iremos levar em consideração os valores estabelecidos pela técnica dos quantis para regiões diferenciadas do Estado (8 regiões pluviométricas homogêneas – RPH), observando, para cada ano analisado, o período correspondente aos quatro meses mais chuvosos do Estado¹³ (fevereiro-maio).

No entanto, a partir da detecção de um alarme para determinada região, alguns aspectos podem ser destacados em uma possível análise, procurando identificar ou quem sabe até mesmo avaliar o risco potencial de aquela determinada região ser atingida por um fenômeno de estiagem ou inundação. Tal análise pode indicar também se uma determinada região pode ser extremamente vulnerável ou não à ocorrência de um desastre natural de grandes proporções.

Além do sistema de alerta, O SIG também dispõe de uma série de informações para cada município do Estado que foram registradas em anos anteriores, como: região pluviométrica homogênea na qual o município está

¹³ Para a Região Pluviométrica Homogênea Cariri, foram utilizados os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, pois acreditamos que esta região se diferencia das demais quanto aos meses mais chuvosos devido à atuação de outros sistemas atmosféricos que geralmente ocasionam um volume de chuva acentuado no mês de janeiro.

inserido, total acumulado anual (em mm), total acumulado nos quatro meses mais chuvosos (em mm), classificação segundo a técnica dos quantis para cada ano da série histórica analisada (1980-2009), número de pessoas atingidas por estiagem ou inundação em cada ano (se houver), decretos de situação de emergência (se houver), etc.

Procurando mostrar o funcionamento do SIG, iremos utilizar como exemplo o ano de 2010, um ano considerado muito seco no Estado do Ceará, no qual poderíamos facilmente detectar uma situação de alerta em algum município do Estado do Ceará.

Inicialmente, para subsidiar o sistema de alerta, foi necessário identificar os valores estabelecidos para os quantis de cada RPH do Estado, levando em consideração o período da quadra chuvosa (ver figura 49).

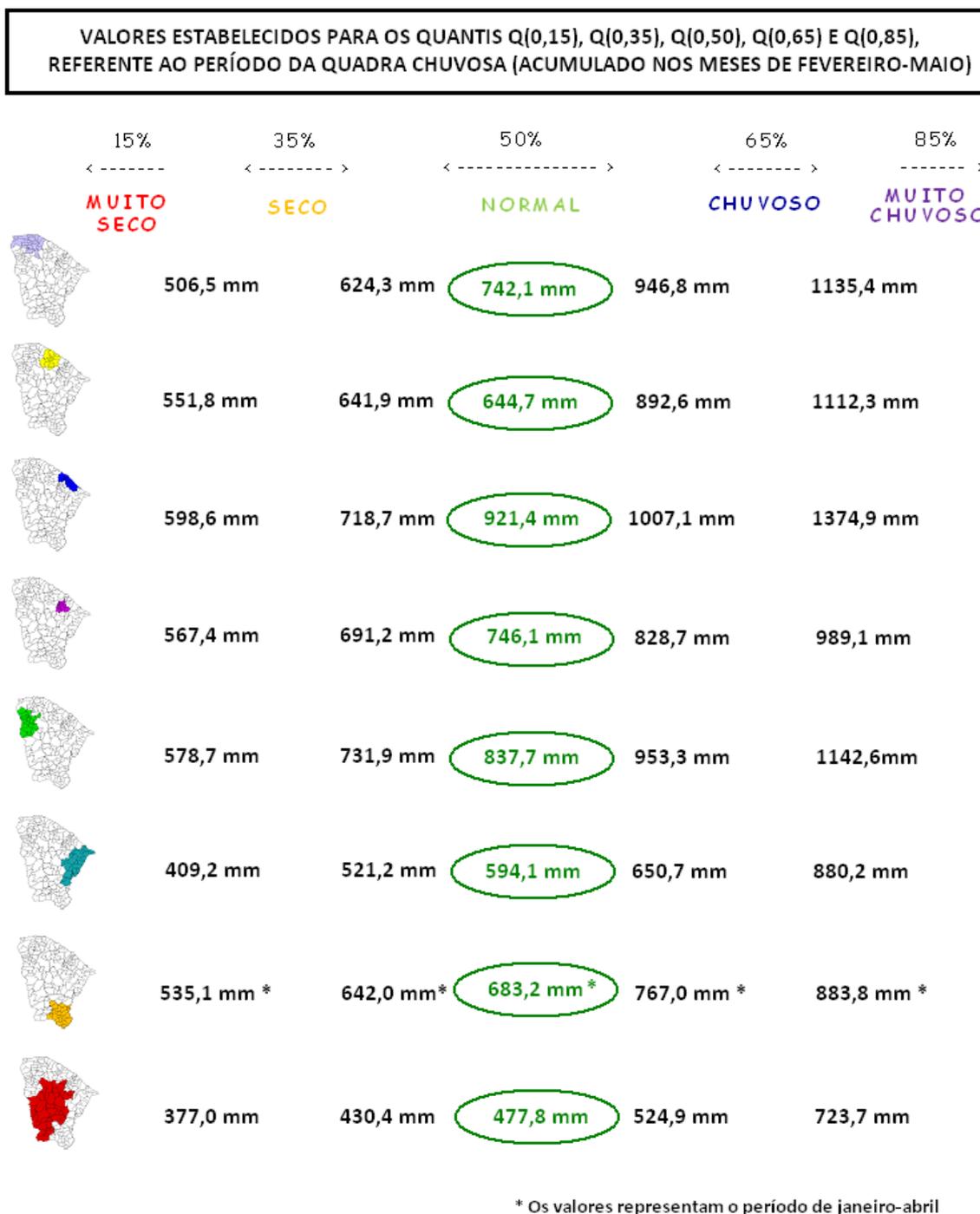


FIGURA 49 – Valores estabelecidos para os quantis da quadra chuvosa do Estado, por Região Pluviométrica Homogênea - RPH

Depois de estabelecidos os valores dos quantis para cada região, foram tabulados os valores referentes ao total acumulado (em mm) no período de fevereiro-maio no Software ArcView (Versão 3.2) e, finalmente, pudemos detectar quais municípios se encontravam em estado de alerta por estiagem ou

inundação. O resultado pode ser mais bem visualizado por meio de um mapa confeccionado automaticamente pelo *software* (ver figura 50).

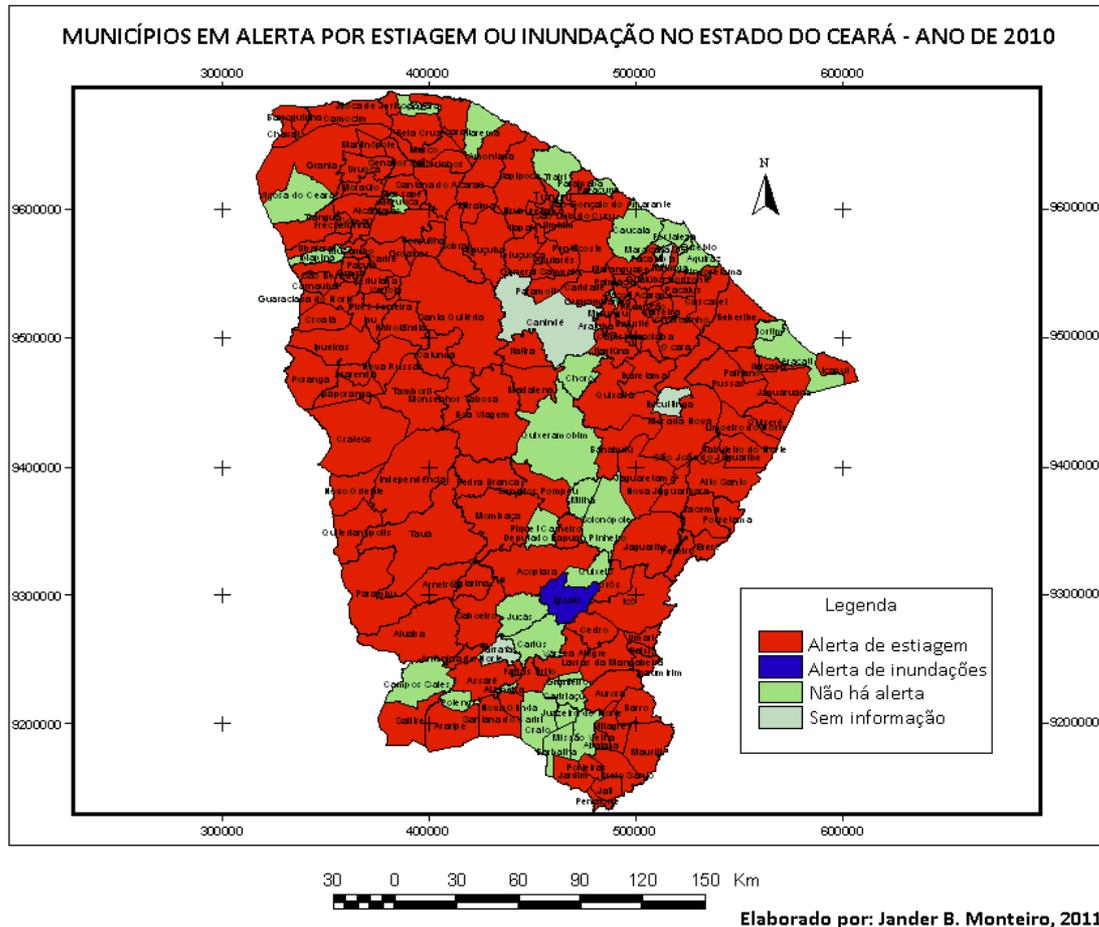


FIGURA 50 – Municípios em alerta de estiagem ou inundações no Estado do Ceará para o ano de 2010.

O resultado de todo este procedimento foi assustador e, dos cento e oitenta e quatro municípios do Estado do Ceará, cento e quarenta e sete se encontravam em situação de alerta por estiagem.

Realmente, neste ano, inúmeros municípios foram impactados devido aos baixos índices de pluviosidade registrados no Estado do Ceará, principalmente os municípios mais interioranos, que apresentam uma maior vulnerabilidade socioambiental.

Um fenômeno de El Niño forte registrado nas águas do Oceano Pacífico pode ter exercido uma forte influência para o déficit de chuvas no Estado no ano de 2010, deixando muitos municípios em situação de emergência. A partir do segundo semestre do ano, a Defesa Civil do Estado do Ceará decretou situação de emergência em oitenta e dois municípios do Estado devido à forte estiagem.

O SIG também apresenta uma opção mais interativa com o mapa confeccionado. Ao selecionar um determinado município, surge uma janela ao lado com informações referentes aos anos anteriores (1980-2009), como o próprio nome do município, número de pessoas atingidas por inundações e estiagens, classificação do município segundo a técnica dos quantis para todos os anos da série histórica, Região Pluviométrica Homogênea – RPH a qual pertence etc (ver figura 51).

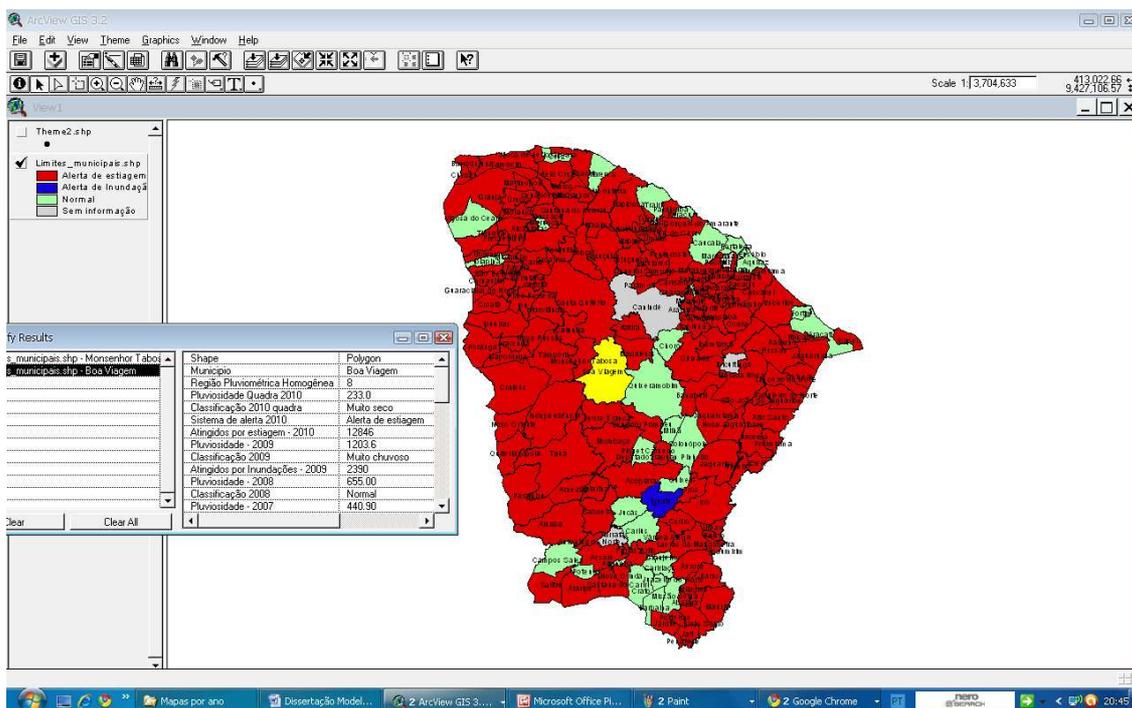


FIGURA 51 – Exemplo prático da utilização do SIG

Vale salientar que este SIG para detectar situações de alerta de desastres naturais no Estado do Ceará ainda é um projeto inicial e, com certeza, ainda passará por algumas reformulações no intuito de aperfeiçoar sua

operacionalidade. No entanto, fruto de um árduo trabalho de tabulação de dados, realização de inúmeros cálculos estatísticos e confecção de mapas, os primeiros resultados apresentados com esta pesquisa já permitem um avanço mais qualificado na análise de estiagens e inundações no Estado do Ceará.

Assim, este SIG pode ser utilizado como uma importante ferramenta para auxiliar no estudo de eventos extremos de chuvas para o Estado do Ceará, como também servir de subsídio para mitigar os impactos decorrentes de desastres naturais em muitos municípios do Estado.

5. CONCLUSÕES

Os impactos socioambientais associados aos desastres naturais estão, cada vez mais, intensificando-se nas últimas décadas, principalmente em países considerados emergentes que, além de possuírem problemas relacionados à infraestrutura local (que não conseguem suportar positivamente a ocorrência de um desastre natural), apresentam indivíduos, famílias ou comunidades com maior exposição (situação de risco) e maior vulnerabilidade (econômica e social) à ocorrência de desastres naturais.

O Brasil encaixa-se perfeitamente no processo descrito acima e, de modo geral, suas cidades (principalmente as de maior porte) têm apresentado, com muita frequência, situações críticas relacionadas a problemas de drenagem urbana, ocupações irregulares situadas em áreas consideradas de risco, indivíduos em condições precárias de sobrevivência, etc. Tais fatores acabam incrementando os impactos oriundos de desastres naturais, principalmente quando estes estão relacionados a inundações, deslizamentos e estiagens, que são os desastres naturais mais frequentes no Brasil.

Um dos pontos desta pesquisa foi justamente analisar dois destes impactos mais frequentes (inundações e estiagens) no Estado do Ceará, os quais estão diretamente relacionados às precipitações (com a ocorrência ou não destas).

Para analisar com maior propriedade a pluviosidade, a técnica estatística dos quantis foi utilizada em regiões do Estado com regimes pluviométricos diferenciados, em uma série histórica de trinta anos (1980-2009).

De acordo com os resultados da pesquisa, a região que, em geral, apresentou maiores índices de pluviosidade no período analisado foi a RPH Litoral 3, que compreende municípios localizados, em grande parte, na região litorânea entre Fortaleza e Beberibe ou próximo a essas cidades. As demais regiões litorâneas (RPH Litoral 1 e Litoral 2) e as regiões com municípios

localizados em serras ou próximos a elas (RPH Maciço de Baturité e RPH Ibiapaba) também apresentaram índices de pluviosidade relativamente altos para o Estado do Ceará.

Porém, ao contrário destas regiões, a RPH Jaguaribana e, principalmente, a RPH Sertão Central e Inhamuns apresentaram valores considerados baixos depois da aplicação da técnica dos quantis. Já a Região Pluviométrica Homogênea Cariri surpreendeu com valores consideravelmente elevados para o setor onde se encontra localizada (região interiorana, localizada no extremo sul do Estado). Esta região, se comparada às demais, mereceria, no mínimo, uma posição mediana se as ordenássemos de acordo com os valores estabelecidos pela técnica dos quantis (da região com os maiores valores de pluviosidade para a região com os menores valores de pluviosidade).

Com relação à ocorrência de inundações no período analisado, estas foram mais frequentes nos meses considerados mais chuvosos do Estado do Ceará (fevereiro a maio) devido, em grande parte, à atuação do principal sistema atmosférico causador de chuvas no setor norte da região Nordeste do Brasil: a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT. No entanto, em determinados anos, o mês de janeiro também apresentou ocorrências de inundações em praticamente todas as RPH e, especialmente, na RPH Cariri.

Nos anos considerados como muito chuvosos, após aplicação da técnica dos quantis, geralmente a chuva se prolongava em outros meses, com índices de pluviosidade consideráveis até mesmo em junho e julho.

Em linhas gerais, os municípios mais atingidos por inundação foram aqueles que apresentavam um maior grau de urbanização (Fortaleza, por exemplo) ou aqueles que apresentavam um grau maior de vulnerabilidade, que, geralmente, é de caráter social (indivíduos que apresentam condições objetivas e subjetivas historicamente determinadas, que originam ou aumentam a predisposição de serem afetados pelos possíveis danos decorrentes de uma ameaça natural), mas que pode também estar ligada a questões relacionadas

ao próprio ambiente (solos instáveis, encostas íngremes, proximidade de um rio etc.) ou à infraestrutura precária (habitações mal construídas, por exemplo).

Assim, pontuar o grau de vulnerabilidade social de cada município do Estado de forma operacionalmente eficaz é uma tarefa que, em determinados momentos, pode ser difícil de realizar, devido à deficiência de informações qualificadas de cada município e às abstrações envolvidas nesta análise, pois envolveria inúmeras características particulares de cada município e a constante transformação do espaço geográfico deles.

Por esses motivos, as análises a respeito dos riscos e da vulnerabilidade dos municípios do Estado frente às ameaças naturais ficaram em um plano mais generalizado, apresentando características predominantes na RPH em análise e de acordo com os resultados alcançados na pesquisa para cada região.

Analisando a ocorrência de estiagens no Estado, estas foram mais frequentes em anos de atuação de El Niño, principalmente quando este foi considerado forte ou moderado. A maioria dos decretos de situação de emergência foi registrada em períodos nos quais a situação dos municípios já era considerada crítica (devido ao déficit de chuvas), geralmente no segundo semestre dos anos em que tivemos atuação de El Niño e, em alguns casos, nos dois primeiros meses do ano, quando já estávamos no término do período de estiagem no e início do período da quadra chuvosa (meses de fevereiro a maio).

Porém, não podemos simplesmente culpar somente as características climáticas desta região pela ocorrência das estiagens. O problema do nosso Estado não é exatamente o déficit de chuvas, mas como estas estão mal distribuídas ao longo do ano (concentradas geralmente em quatro meses). No Ceará, temos uma maior ocorrência de chuvas do que na Alemanha. Infelizmente, elas são concentradas geralmente em quatro meses do ano, e muitas vezes apresentam um forte caráter erosivo.

Outro fator que também influencia para a ocorrência de estiagens é a característica de nosso terreno (cristalino, em grande parte), dificultando a

infiltração da água da chuva e contribuindo para uma maior evaporação dela, que fica, em grande parte, acumulada na superfície. Assim, o que resta ao nosso Estado é investir maciçamente em medidas de armazenamento eficaz desta água para minimizar o impacto proveniente de meses com déficit de chuvas.

Sem dúvida, os municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns foram os mais atingidos por estiagens e, em linhas gerais, poderíamos caracterizar essa região como a mais propícia à ocorrência de estiagens no Estado e a mais vulnerável aos impactos provenientes destas.

Nesta mesma região, pudemos também observar um município que chamou a atenção: Tauá. Simplesmente, este município ficou situado nas classes seco ou muito seco na maioria dos anos analisados (1980-2009), após aplicação da técnica dos quantis. Até mesmo em anos considerados muito chuvosos no Estado, como, por exemplo, nos anos de 2004 e 2009, este município teve baixos índices de pluviosidade, ficando situado na classe seco.

Também tivemos alguns municípios que ficaram, na maioria dos anos, classificados em classes da cauda superior quantílica. Foi o caso, por exemplo, dos municípios de Fortaleza (RPH Litoral 3) e Viçosa do Ceará (RPH Litoral 1), que praticamente não foram classificados nas classes seco e muito seco (somente em um ano ficaram situados em uma destas classes), destacando-se, assim, em suas respectivas Regiões Pluviométricas Homogêneas.

Depois de analisados os resultados para cada Região Pluviométrica Homogênea, ficou claro que todas elas apresentaram sinais de desastres naturais em algum município em praticamente todos os anos analisados (a exceção foi apenas para o ano de 2001, na RPH Ibiapaba, e no ano de 2002, na RPH Litoral 1). Este dado é extremamente preocupante, pois evidencia a constante ocorrência de desastres naturais no Estado do Ceará devido a inundações ou períodos de estiagem.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os inúmeros decretos de situação de emergência verificados na década de 2000 no Estado do Ceará são fortes indícios de que muitos municípios do Estado apresentam um forte grau de vulnerabilidade socioambiental e apresentam dificuldades para se recuperarem de um desastre natural.

Porém, vale salientar que existe uma questão tipicamente política envolvendo os decretos de situação de emergência e que vamos analisar passo a passo para entendermos o procedimento para se decretar situação de emergência em um município.

Funciona da seguinte forma: quando o desastre é caracterizado como de nível III, segundo a classificação proposta por Castro (1999), a defesa civil do Estado decreta situação de emergência no município. Quando o desastre é caracterizado como de nível IV, é decretado estado de calamidade pública.

A Defesa Civil analisa a situação dos municípios por meio de um Formulário de Avaliação de Danos – AVADAN emitido pelo próprio município e, em alguns casos, envia técnicos para avaliar os danos mencionados no formulário. Esse procedimento é de suma importância, pois alguns municípios podem estar apenas interessados em angariar recursos e, assim, enviam algumas informações no AVADAN que podem estar equivocadas.

Em contrapartida, outros municípios (geralmente os mais desenvolvidos do Estado), omitem algumas informações que deveriam ser mencionadas no AVADAN, pois tal atitude visa a evitar o decreto de situação de emergência no município pela Defesa Civil. Isto ocorre porque os políticos que estão no poder, muitas vezes, não querem comprometer ou questionar a atuação pública vigente.

Assim, alguns decretos de emergência podem não revelar de fato a situação do município frente à ocorrência de eventos extremos de inundações ou estiagens, enquanto que, em outros municípios, pode até existir uma situação de desastre natural, mas que não é identificada pela Defesa Civil do Estado. Tal atitude pode acabar interferindo no processo de tomada de medidas que mitiguem os impactos oriundos de desastres naturais.

A tomada de medidas mitigatórias é fundamental para, ao menos, minimizar os impactos de desastres naturais, pois sabemos que evitar a ocorrência dos desastres naturais é humanamente impossível. Assim, as medidas preventivas são uma importante arma para evitar desastres naturais de grandes proporções.

Neste processo, estão inseridos pelo menos quatro agentes que podem atuar na tomada de medidas mitigatórias: o indivíduo, a família, a comunidade e o poder público. A percepção de uma comunidade e do poder público frente à situação de risco pode ser preponderante na diminuição do impacto de um desastre natural, realizando medidas que permitam conviver com a situação de risco.

O problema é que, geralmente, mesmo com o risco iminente, as comunidades brasileiras e até o poder público não costumam tomar medidas preventivas e acabam passando por uma situação dramática que acarreta investimentos bem maiores para recuperar o local, os quais, se fossem aplicados anteriormente, implicariam um custo bem menor e evitariam desastres naturais de maiores proporções.

Parece até que o fato de se ter um grande perigo naquela área considerada de risco gere mesmo certo conformismo e diminua até a indignação. É como se o risco fugisse do controle do ser humano. Muitos preferem mesmo pensar que é um “castigo divino” ou da “natureza”.

A própria mídia eletrônica e impressa, em alguns casos, propaga de forma equivocada tais desastres naturais como se fossem verdadeiras tragédias, algo que aconteceu ao mero acaso e que nada pôde ser feito, como se a natureza estivesse furiosa com o homem e punindo-o pelo abuso que este

faz da terra. Isto acaba até interferindo na tomada de medidas mitigatórias pelo próprio homem.

Não podemos esquecer que o homem pode ser responsável pela própria situação de risco, por meio de intervenções sociais e culturais que propiciam o desencadeamento de desastres naturais. No entanto, infelizmente, o quadro atual do nosso país mostra que nós sequer sabemos calcular os riscos, e muito menos estamos preocupados na tomada de medidas preventivas.

Além destas questões, não podemos esquecer que, no caso do nosso país, a pobreza é geralmente reconhecida como uma das causas mais importantes da vulnerabilidade às ameaças ambientais, uma vez que a população com menor poder aquisitivo, além de habitar (geralmente) áreas mais vulneráveis às ameaças ambientais, tende a ter bem menos capacidade de enfrentar os problemas e, portanto, sofre um ônus desproporcional pelos impactos associados aos desastres naturais. Assim, podemos concluir, em linhas gerais, que a situação de vulnerabilidade no Brasil é principalmente social.

Levando em consideração a complexidade de se entender todas as questões que envolvem as comunidades e os ambientes das áreas de risco, podemos até entender, pelo menos em partes, a dificuldade na tomada de decisões por parte dos gestores públicos junto a essa população e a esses ambientes vulneráveis.

A sociedade capitalista é, por essência, desigual, e o modelo econômico adotado permite concentrações urbanas cada vez maiores, levando a um aumento da segregação socioespacial. Dessa forma, muito provavelmente, as populações segregadas continuarão o processo de ocupação de áreas de risco, uma tendência natural nas áreas periféricas das grandes capitais brasileiras e também nas suas regiões metropolitanas.

Seguindo esse raciocínio, o que pensar para as populações que vivem nessas áreas se essa tendência permanecer? Essa população deve ser removida, ou devemos dotar essas áreas de infraestrutura?

Tais questões são difíceis de responder, devido aos ônus e bônus que podem trazer, envolvendo nesta análise aspectos positivos e negativos. Por exemplo: no caso de retirada da população, esta pode ter acesso a uma moradia mais digna, porém pode sofrer com distância do trabalho e a perda dos laços afetivos e de convivência com o lugar.

No entanto, se a opção é manter a população no local, pode-se aproveitar a infraestrutura de escolas, creches, postos de saúde, ou ainda assim permaneceriam as dificuldades de manutenção e limpeza frequente dos canais fluviais e de todo o sistema de drenagem da área (altos custos), sem falar que o risco não deixaria de existir, pois se trata de uma área com características geoambientais que proporcionam a ocorrência de um desastre natural.

Assim, atualmente, a sociedade precisa identificar as melhores formas de conviver com os desastres naturais, e, para isso, é preciso conhecer tanto a gênese e o desencadeamento dos fenômenos naturais, como também entender a própria percepção do poder público e das comunidades expostas à situação de risco.

A verdade é que, até mesmo alguns políticos, aproveitam-se dessas dificuldades enfrentadas principalmente nas grandes cidades brasileiras, pois isto alimenta o próprio discurso de governo. Afinal, para eles, pode ser muito mais conveniente apresentarem-se como salvadores que irão socorrer as vítimas de um desastre.

O Brasil ainda precisa evoluir, e muito, na tomada de medidas preventivas que minimizem o impacto dos desastres, pois tais medidas podem até evitar um alto desperdício de dinheiro para os cofres públicos e diminuir o número de vítimas fatais.

Algumas medidas preventivas básicas podem ser utilizadas para minimizar os impactos provenientes de desastres naturais: as medidas estruturais (obras de engenharia) que são complexas e caras, e as medidas não-estruturais que envolvem ações de planejamento e gerenciamento, como

sistemas de alerta (como o que foi proposto com esta pesquisa) e zoneamento ambiental.

Outras medidas preventivas pontuais também podem ser realizadas pela própria população antes, durante e depois da ocorrência de um evento extremo, como, por exemplo, ajustamentos na própria residência, atitudes que evitam a ocorrência de acidentes etc., ocasionando uma minimização dos impactos oriundos de desastres naturais.

A adoção de tais medidas é extremamente importante, pois o atual retrato brasileiro indica um aumento da vulnerabilidade socioambiental em várias regiões do Brasil, que acaba sendo o principal fator responsável pelo incremento dos desastres naturais na última década.

Nesse sentido, a ação do governo e dos ciclos gerenciadores de desastres naturais, juntamente com a própria organização comunitária e a promoção de conferências e debates nas comunidades, pode, a partir da divulgação do conhecimento, contribuir para uma criação de novas mentalidades e, por que não, de uma cultura de minimização dos impactos provenientes de desastres naturais no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABRANCHES, S. [Entrevista publicada em 11 de janeiro de 2010, na Internet]. Disponível em: <<http://cbn.globoradio.globo.com/comentaristas/sergio-abranches/2010/01/11/BRASIL-GASTOU-MAIS-COM-REPAROS-DO-QUE-COM-PREVENCAO-AOSDESASTRES-NATURAIS.htm>>. Acesso em: 6 abr. 2010.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. Vulnerabilidades e riscos socioambientais na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho – CE. In: SILVA, José Borzachiello da; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; ZANELLA, Maria Elisa; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade (Org.). **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expresso Gráfica, 2006, p. 183-193.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BRAGA, Tânia Moreira; OLIVEIRA, Elzira Lucia de; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 81-95, 2006.

BRANDÃO, A. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 47-1-2, 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Defesa Civil. **Resolução n.º 02. Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília, DF. 12 dez. 1994. Disponível em: <<http://www.weblines.com.br/defesacivil/index.htm>> Acesso em: 05 ago. 2009.

BUENO, Francisco da Silveira. **Minidicionário da língua portuguesa**. São Paulo: FTD, 1996.

BURTON, Ian.; KATES, Robert W.; WHITE, Gilbert F. **The environment as hazard**. New York: Oxford University Press, 1978. 240 p.

CAMPOS, Armando. **Educación y prevención de desastres**. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres em América Latina, 1999. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/index.html>> Acesso em: 15 mar. 2008.

CARDONA, Omar Darío. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. In: INTERNATIONAL WORK-CONFERENCE ON VULNERABILITY IN DISASTER THEORY AND PRACTICE. **Annals...** Wageningen (Holanda): Wageningen University and Research Centre, 2001. 18 p. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>> Acesso em: 08 jan. 2009.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de planejamento em defesa civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999. v. 1. 133 p.

_____. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

CASTRO, Cléber Marques de; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; PIRES DO RIO, Gisela Aquino. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 28 n. 2, p. 11-30, 2005.

CASTRO, Susana D. Aneas de. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. In: Scripta Nova. **Revista Eletrónica de Geografía y Ciências Sociais**, Barcelona, n. 60, 2000. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>> Acesso em: 22 jan. 2009.

CEPAL. **Panorama Social de América latina 1999-2000**. Santiago-Chile: Publicación de las Naciones Unidas, 2002.

CERRI, Leandro Eugenio da Silva; AMARAL, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.) **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.

CRUZ, José da. **Ecología social de los desastres**. Montevideo: Coscoroba, 2003.

CUNHA, Sandra Baptista. Sustentabilidade dos canais urbanos nas áreas tropicais. In: Daniel Rodriguez de Carvalho Pinheiro. (Org.). **Desenvolvimento Sustentável: Desafios e Discussões**. 1. ed. Fortaleza: ABC Editora, 2006, p. 19-33.

DESCHAMPS, Marley Vanice. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 192 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

EMERGENCY EVENTS DATABASE. Disaster Data: a balanced perspective – august 2005. Disponível em: <<http://www.cred.be/sites/default/files/CredCrunch01.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2010.

FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005.

FREITAS, Eduardo de. O crescimento populacional no mundo. **Brasil Escola**, [2009]. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/o-crescimento-populacional-no-mundo.htm>>. Acesso em: 14 jan. 2011.

GIBBS, W. J., MAHER, J. V. Rainfall deciles as drought indicators.. Bulletin, Bureau of meteorology, Melbourne, n. 48, 1967.

GIDDENS, A. **As conseqüências da modernidade**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1991.

GUTTMAN, Nathaniel B. Statistical descriptors of climate. **Bulletin American meteorological society**, Boston, v. 70, p. 602-607, 1989.

HANN, J. **Handbook of climatology**. New York: Ed. MacMillan, 1903.

KAZTMAN, R. Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social. In: TALLER REGIONAL LA MEDICIÓN DE LA POBREZA: métodos y aplicaciones (continuación), 5., 6 jun. 2000, Santiago de Chile. **Anales**. Santiago de Chile: BID, Banco Mundial, CEPAL, IDEC, 2000.

KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORENO, Davis Anderson; MARCELINO, Isabela P. V. de Oliveira; MARCELINO, Emerson V.; GONÇALVES, Edson F.; PENTEADO BRAZZETEI, Luisa Leticia; GOERL, Roberto Frabris; MOLLERI, Gustavo S. Fontes; RUDORFF, Federico de Moraes. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba – PR: Organic Trading, 2006. 109 p.

LAVELL, Allan. **Gestión de riesgos ambientales urbanos**. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres em América Latina, Facultad Latinoamericana de Ciências Sociales. 1999. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html>> Acesso em: 20 dez. 2009.

LAVELL, Allan; FRANCO, Eduardo. **Estado, sociedad y gestión de los desastres en América Latina**: en busca del paradigma perdido. Lima: La Red, 1996. 520 p.

MAFFRA, Cristina de Queiroz Telles; MAZOLLA, Marcelo. As razões dos desastres em território brasileiro. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). **Vulnerabilidade ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. p. 9-12.

MARCELINO, Emerson Vieira; NUNES, Lucí Hidalgo; KOBIYAMA, Masato. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v .6, n. 19, p. 130-149, set. 2006. Disponível em: <[http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Emerson%20et%20al%20\(UFU%202006\)%20vol.%207_n.%2019%20\(banco%20de%20dados\).pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/Emerson%20et%20al%20(UFU%202006)%20vol.%207_n.%2019%20(banco%20de%20dados).pdf)>. Acesso em: 3 nov. 2009

MASKREY, Andrew. **Los desastres no son naturales**. Colômbia: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED), Intermediate Technology Development Group (ITDG), 1993.

MENDONÇA, Francisco de Assis. Sistema ambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora UFPR, 2004.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: UFSC, 1991, 241 p.

OGURA, Agostinho; MACEDO, Eduardo Soares. Procesos y riesgos geológicos. In: CURSO INTERNACIONAL DE ASPECTOS GEOLÓGICOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL, 2., 2002. **Notas de clases...** Montevideo: UNESCO, 2002. p. 114-137.

PÉCORA, Luísa. Envelhecimento populacional cresce de forma acelerada no Brasil, mostra IBGE. **Último Segundo – IG**, São Paulo, 24 set. 2009. Disponível em: <http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/2008/09/24/envelhecimento_populacional_esta_em_curso_no_brasil_diz_ibge_1934740.html>. Acesso em: 20 out.2010.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966. (Hidrology papers, n. 12)

SANTOS, Jader de Oliveira; SOUZA, Marcos José Nogueira de. Compartimentação geoambiental e riscos ambientais associados na bacia hidrográfica do rio Cocó-Ceará. In: PINHEIRO, Daniel Rodriguez de Carvalho (Org.). **Desenvolvimento Sustentável: desafios e discussões**. 1. ed. Fortaleza, Rio de Janeiro, São Paulo: Editora ABC, 2006. v. 1. 393 p.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993. 157 p.

TIMBÓ, Marcos A. **Notas de aulas da disciplina: projetos de sistemas de informações Geográficas**. Belo Horizonte: UFMG, [ca. 2001]. 6 p.

UNDP. **Reducing disaster risk: a challenge for development, a global report**. New York: UNDP, 2004.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. 319 p.

VIEIRA, Adriano da Silva. **Orientações para implantação de um SIG municipal considerando aplicações na área de segurança pública**. 2002. 48 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

XAVIER, H. **Percepção geográfica dos deslizamentos de encostas em áreas de risco no município de Belo Horizonte, MG**. 1996. 222 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus Rio Claro, 1996.

XAVIER, Teresinha de Maria Bezerra Sampaio; XAVIER, Airton Fontenele Sampaio; ALVES, José Maria Brabo. **Quantis e eventos extremos: aplicações em ciências da terra e ambientais**. Fortaleza: RDS, 2007. 278 p.

XAVIER, Terezinha de Maria Bezerra S. **Tempo de chuva**: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001.

XAVIER, Terezinha de Maria Bezerra S.; XAVIER, Airton Fontenele Sampaio. Papel da componente meridional do vento na costa do Nordeste para a previsão da chuva no Estado do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11., 1997, Vitória-ES. **Anais...** Vitória, 2004. p. 537-543.

ZANELLA, Maria Elisa. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, José Borzachiello da; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; ZANELLA, Maria Elisa; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade (Org.). **Litoral e sertão**: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expresso Gráfica, 2006. p 195-207.

ZANELLA, Maria Elisa; COSTA, Maria Clélia Lustosa da; PANIZZA, Andréa de Castro; ROSA, Sara Vieira. Vulnerabilidade socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; COSTA, Maria Clélia Lustosa da (Org.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009, p.191-215.

ZUFFO, Antônio Carlos. Drenagem urbana. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). **Vulnerabilidade ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007. p. 107-121.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Litoral 1

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Acaraú	346,9	631	969,3	462,9	1.295,40	2.886,20	1.861,20	1.040,50	1.700,30	1.951,30
Camocim	770,7	663,2	784,4	287	1.946,70	3.051,00	1.724,50	754,00	1.132,80	1.517,90
Granja	801,1	661,4	1.105,50	380,4	1.545,80	2.639,10	1.347,40	688,80	1.416,40	1.261,40
Marco	604,2	609,6	673,3	328,8	1.333,60	2.090,00	1.323,00	626,00	1.330,90	976,30
Martinópolis	886,5	888,3	906,6	399,8	1.294,70	2.186,70	1.416,10	796,20	1.652,80	1.766,40
Massapê	530,9	793,6	718	247,7	1.092,90	2.018,00	1.845,20	834,90	1.871,00	1.629,40
Santana do Acaraú	526,7	466,8	682,6	322,6	1.024,20	1.784,30	1.356,90	726,40	1.542,70	1.333,50
Sobral	573	479	736,6	364	1.291,80	1.815,10	1.567,40	866,80	1.141,60	1.142,60
Uruoca	757,3	975,6	976,9	207,6	1.285,60	1.894,00	1.138,00	688,80	1.435,50	1.234,60
Média	644,1	685,3	839,2	333,4	1.345,60	2.262,70	1.508,80	780,2	1.469,30	1.423,70

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Acaraú	528,30	885,90	836,10	541,00	1.526,40	1.405,70	1.181,70	622,10	786,30	974,70
Camocim	755,70	1.278,60	847,40	485,50	1.385,60	1.437,50	1.339,00	800,90	837,80	1.400,70
Granja	808,80	905,20	641,60	628,20	1.515,70	1.674,50	1.377,40	717,20	881,60	1.381,90
Marco	634,40	803,90	696,10	515,60	950,80	953,20	1.091,20	285,00	392,20	1.003,50
Martinópolis	654,20	891,80	610,40	545,50	1.392,20	1.423,90	1.168,80	730,00	855,00	1.259,00
Massapê	728,90	852,60	795,00	464,00	1.308,50	958,20	1.124,60	615,60	476,70	1.024,60
Santana do Acaraú	706,00	789,70	717,80	273,40	1.049,50	954,40	1.246,60	591,00	288,00	803,40
Sobral	715,20	721,50	397,60	407,60	1.231,90	923,00	891,20	413,00	436,20	1.240,80
Uruoca	636,30	741,80	509,90	446,80	1.139,10	1.094,40	757,10	527,10	436,10	1.232,50
Média	686,3	874,5	672,4	478,6	1.277,70	1.202,75	1.130,84	589,1	598,8	1.146,70

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acaraú	1.203,30	766,80	1.100,30	1.406,50	1.309,70	572,40	1.046,00	740,10	1.371,30	2.497,70
Camocim	1.192,50	862,10	914,10	1.257,30	1.058,10	873,20	825,00	975,40	1.492,50	2.316,50
Granja	1.138,00	984,20	1.013,50	1.649,40	1.347,20	792,20	1.141,50	1.123,50	1.384,90	1.955,80
Marco	1.034,50	571,80	756,10	1.233,50	1.056,50	533,60	758,70	699,70	1.163,80	1.474,40
Martinópolis	962,90	806,00	869,00	1.203,00	912,00	616,00	1.038,20	834,00	1.057,00	1.635,00
Massapê	1.020,90	583,10	773,90	1.001,30	904,50	739,50	1.042,10	838,20	1.099,80	1.337,60
Santana do Acaraú	818,10	632,60	810,50	1.066,40	1.120,40	678,00	762,60	743,00	878,00	1.418,00
Sobral	1.039,40	871,60	892,80	1.156,00	1.270,00	675,00	841,50	922,20	1.196,00	1.266,50
Uruoca	1.084,40	662,00	831,70	1.067,10	955,00	609,20	844,50	817,00	1.163,00	1.678,00
Média	1.054,80	748,9	884,6	1.226,72	1.103,71	676,5	922,2	854,7	1.200,70	1.731,00

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	333,4	478,6	589,1	598,8	644,1	672,4	676,5	685,3	686,3	748,9
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	780,2	839,2	854,7	874,5	884,6	922,2	1054,8	1103,7	1130,8	1146,7
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1200,7	1202,7	1226,7	1277,7	1345,6	1423,7	1469,3	1508,8	1731,0	2262,7
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 598,8 + \left\{ \frac{[15 - 12,9]}{[16,1 - 12,9]} \right\} * [644,1 - 598,8]$$

$$Q(0,15) = 628,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 748,9 + \left\{ \frac{[35 - 32,2]}{[35,4 - 32,2]} \right\} * [780,2 - 748,9]$$

$$Q(0,35) = 776,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 884,6 + \left\{ \frac{[50 - 48,3]}{[51,6 - 48,3]} \right\} * [922,2 - 884,6]$$

$$Q(0,50) = 903,9 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 1146,7 + \left\{ \frac{[65 - 64,5]}{[67,7 - 64,5]} \right\} * [1200,7 - 1146,7]$$

$$Q(0,65) = 1155,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1423,7 + \left\{ \frac{[85 - 83,8]}{[87,0 - 83,8]} \right\} * [1469,3 - 1423,7]$$

$$Q(0,85) = 1440,8 \text{ mm}$$

APÊNDICE B – Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Litoral 2

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Itapajé	699	708,4	696,90	336,8	1.072,10	1700,2	1.559,50	732,5	967,50	1152,9
Itapipoca	676	971	1.028,00	429,6	1.303,00	1.796,50	1.525,00	529,00	638,10	1.023,00
Paracuru	927,1	925,5	1044,2	570,9	1.464,10	2.357,20	1.792,40	1.160,80	1.517,40	1.957,70
Pentecoste	470,9	548,8	617,9	277,4	859,70	1.534,60	1.218,30	638,10	735,30	1.147,00
São G. do Amarante	665	686,3	962,4	568	1.184,40	1.920,10	2.096,60	919,10	1.260,10	1.367,10
São Luis do Curu	642,5	667	600,6	243,5	986,70	1.642,20	1.237,60	691,20	1.063,80	899,20
Trairi	825,7	672,1	1418,9	678,3	1.512,50	2.067,90	1.223,00	1.102,30	923,90	1.520,80
Uruburetama	704,4	760,4	1075,5	543,5	1.289,70	1.998,20	1.848,40	784,30	1.039,90	1.375,20
Média	701,3	742,4	930,5	456	1.209,00	1.877,11	1.562,60	819,6	1.018,25	1.305,30

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Itapajé	760,70	810,90	651,40	554,90	1.385,50	895,80	1.066,90	575,00	711,10	912,30
Itapipoca	926,30	1.027,70	798,20	611,60	1.693,40	1.537,60	1.554,10	674,60	951,80	1.101,30
Paracuru	685,70	1.012,80	947,20	472,40	2.224,50	2.075,80	1.312,50	916,40	914,80	1.475,60
Pentecoste	517,10	930,10	642,00	203,60	1.018,10	882,00	967,80	421,90	424,00	593,90
São G. do Amarante	497,70	1.053,30	784,90	434,10	1.492,50	1.117,70	940,70	629,00	488,00	847,80
São Luis do Curu	578,00	984,80	728,00	242,60	1.062,60	1.193,40	969,00	381,00	494,00	798,00
Trairi	765,30	1.381,50	883,70	471,70	1.539,50	974,50	1.040,00	743,90	859,00	1.507,00
Uruburetama	866,10	1.039,50	957,10	643,50	1.543,80	1.381,70	1.313,10	666,50	851,20	1.226,90
Média	699,6	1.030	799	454,3	1.494,98	1.257,30	1.145,50	626	711,7	1.057,85

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Itapajé	1.076,80	546,50	956,90	998,20	968,60	672,00	825,40	664,20	808,20	1.350,60
Itapipoca	1.299,80	818,90	1.166,00	1.346,10	1.285,10	635,70	1.301,00	819,40	1.452,10	1.855,10
Paracuru	1.573,40	1.153,70	1.665,50	1.786,70	1.769,50	973,40	1.092,40	1.371,40	1.338,90	2.077,20
Pentecoste	945,60	630,40	849,40	992,10	932,90	533,70	883,80	654,50	905,70	1.460,70
São G. do Amarante	945,90	837,50	1.103,40	1.443,90	1.067,60	674,60	1.058,30	966,90	896,80	1.896,60
São Luis do Curu	893,00	529,00	1.094,00	1.122,00	978,00	572,00	907,00	659,50	1.140,00	1.739,10
Trairi	1.504,00	845,00	1.674,00	1.919,00	1.343,00	869,00	1.040,00	1.189,00	1.509,40	2.182,80
Uruburetama	1.240,20	703,40	975,40	1.222,60	1.326,00	749,90	1.164,00	829,50	996,50	1.837,70
Média	1.184,80	758	1185,5	1.353,82	1.208,83	710	1033,9	894,3	1.130,95	1.799,97

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	454,3	456,0	626,0	699,6	701,3	710,0	711,7	742,4	758,0	799,0
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	819,6	894,3	930,5	1018,2	1030,0	1033,9	1057,8	1130,9	1145,5	1184,8
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1185,5	1208,8	1209,0	1257,3	1305,3	1353,8	1494,9	1562,6	1799,9	1877,1
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 699,6 + \left\{ \frac{15 - 12,9}{16,1 - 12,9} \right\} * [701,3 - 699,6]$$

$$Q(0,15) = 700,7 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 799,0 + \left\{ \frac{35 - 32,2}{35,4 - 32,2} \right\} * [819,6 - 799,0]$$

$$Q(0,35) = 817,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 1030,0 + \left\{ \frac{50 - 48,3}{51,6 - 48,3} \right\} * [1033,9 - 1030,0]$$

$$Q(0,50) = 1032,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 1184,8 + \left\{ \frac{65 - 64,5}{67,7 - 64,5} \right\} * [1185,5 - 1184,8]$$

$$Q(0,65) = 1184,9 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1353,8 + \left\{ \frac{85 - 83,8}{87,0 - 83,8} \right\} * [1494,9 - 1353,8]$$

$$Q(0,85) = 1406,7 \text{ mm}$$

APÊNDICE C – Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Litoral 3

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Aquiraz	880,7	679	1121	559,1	2.050,00	2.785,70	2.209,50	1.180,20	1.941,60	1.763,20
Caucaia	1142,3	750	925,00	746,8	1.562,00	2.418,60	1.995,40	1.105,90	1.750,10	1.511,50
Fortaleza	1216	1086,4	1051,4	955,2	2.029,30	2.836,00	2.456,70	1.259,70	1.862,10	1.862,50
Maracanaú	595,8	987,3	1152,7	775,8	1.479,40	2.778,50	2.081,00	766,00	1.451,00	1.134,00
Maranguape	1043,5	748,7	1003,5	601,9	1.430,00	2.122,00	1.808,20	858,10	1.723,00	1.369,00
Pacajus	862,20	573,60	555,70	385,10	1331,20	1797,20	1238,00	731,20	1036,10	1324,50
Média	956,7	804,1	968,2	670,6	1.646,98	2.456,30	1.964,80	983,50	1.627,30	1.494,11

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aquiraz	1.000,10	1.461,00	859,10	433,70	2.304,70	1.655,30	1.387,10	1.104,90	722,10	935,30
Caucaia	787,00	1.191,20	942,00	675,50	2.150,00	1.935,80	1.428,20	770,80	745,20	976,70
Fortaleza	978,10	1.548,70	1.088,80	1.042,70	2.379,60	2.143,50	1.708,20	1.143,30	1.012,40	1.346,60
Maracanaú	728,00	801,00	867,00	650,00	1.920,00	1.443,00	1.168,00	595,60	933,60	838,90
Maranguape	537,50	1.065,80	808,60	550,90	1.542,40	1.239,20	1.258,50	687,80	756,00	1.007,90
Pacajus	438,50	704,10	770,50	301,20	1531,50	1128,60	1244,60	662,20	461,50	730,20
Média	744,80	1.128,63	889,33	609,00	1.971,30	1.590,90	1.365,70	827,43	771,80	972,60

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aquiraz	1.807,60	1.494,30	1.790,50	1.856,90	1.661,50	994,40	1.500,60	1.243,20	1.563,50	2.302,10
Caucaia	1.749,10	1.494,40	1.559,00	2.277,60	1.584,20	934,20	1.149,80	1.207,80	1.339,10	2.165,40
Fortaleza	1.673,20	1.554,50	1.742,00	2.208,40	1.991,10	1.132,40	1.319,70	1.392,40	1.450,10	2.218,90
Maracanaú	1.401,60	951,80	1.433,20	1.656,80	1.378,40	748,00	1.144,00	1.084,00	1.306,20	2.039,80
Maranguape	1.567,40	1.163,20	1.363,20	1.539,70	1.297,40	465,20	1.023,00	974,60	1.307,80	1.819,20
Pacajus	1156,20	951,40	1379,40	1268,40	1087,60	644,60	1126,20	789,90	921,90	1925,20
Média	1.559,18	1.268,26	1.544,55	1.801,30	1.500,00	819,80	1.210,55	1.115,31	1.314,76	2.078,40

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	609,0	670,6	744,8	771,8	804,1	819,8	827,4	889,3	956,7	968,2
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	972,6	983,5	1115,3	1128,6	1210,5	1268,2	1314,7	1365,7	1494,1	1500,0
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1544,5	1559,1	1590,9	1627,3	1646,9	1801,3	1964,8	1971,3	2078,4	2456,3
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 771,8 + \left\{ \frac{[15 - 12,9]}{[16,1 - 12,9]} \right\} * [804,1 - 771,8]$$

$$Q(0,15) = 792,7 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 968,2 + \left\{ \frac{[35 - 32,2]}{[35,4 - 32,2]} \right\} * [972,6 - 968,2]$$

$$Q(0,35) = 972,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 1210,5 + \left\{ \frac{[50 - 48,3]}{[51,6 - 48,3]} \right\} * [1268,2 - 1210,5]$$

$$Q(0,50) = 1240,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 1500,0 + \left\{ \frac{[65 - 64,5]}{[67,7 - 64,5]} \right\} * [1544,5 - 1500,0]$$

$$Q(0,65) = 1506,9 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1801,3 + \left\{ \frac{[85 - 83,8]}{[87,0 - 83,8]} \right\} * [1964,8 - 1801,3]$$

$$Q(0,85) = 1862,6 \text{ mm}$$

APÊNDICE D - Cálculo do Coeficiente de Correlação entre os postos FUNCEME e PICI:

Ano	Total anual do Posto Funceme em mm (Eixo x)	Total do Posto PICI em mm (Eixo y)	x ²	y ²	xy
1990	978,1	969,8	956679,6	940512	948561,3
1991	1548,7	1495,3	2398471,6	2235922	2315771,1
1992	1088,8	1125,5	1183744	1266750,2	1225444,4
1993	1042,7	841,5	1087223,2	708122,2	877432
1994	2379,6	2414,6	5662496,1	5830293,1	5745782,1
1995	2143,5	2039,7	4594592,2	4160376	4372096,9
1996	1708,2	1660,5	2917947,2	2757260,2	2836466,1
1997	1143,3	678,1	1307134,8	459819,6	775271,7
1998	1012,4	954,2	1024953,7	910497,6	966032
1999	1346,6	1031,2	1813331,5	1063373,4	1388613,9
2000	1673,2	1776,5	2799598,2	3155952,2	2972439,8
2001	1554,5	1076,5	2416470,2	1158852,2	1673419,2
2002	1742	1620	3034564	2624400	2822040
2003	2208,4	2170,6	4877030,5	4711504,3	4793553
2004	1991,1	1705,4	3964479,2	2908389,1	3395621,9
2005	1132,4	1095	1282329,7	1199025	1239978
2006	1319,7	1423	1741608	2024929	1877933,1
2007	1392	1335,3	1937664	1783026	1858737,6
Σ	27405,2	25412,7	45000317,7	39899004,1	42085194,1

$$R_{xy} = \frac{\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}\right) \cdot \left(\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}\right)}}$$

$$R_{xy} = \frac{42085194,1 - \frac{(27405,2 \times 25412,7)}{18}}{\sqrt{\left(\frac{45000317,7}{18} - \frac{(27405,2)^2}{18}\right) \cdot \left(\frac{39899004,1}{18} - \frac{(25412,7)^2}{18}\right)}}$$

$$R_{xy} = \frac{3394076,0}{3629179,7} = \mathbf{0,935} \text{ (aproximadamente } \mathbf{93,5\%})$$

APÊNDICE E - Equação de previsão para total pluviométrico anual da série histórica 1990 a 2007 entre os postos FUNCEME e PICI:

$$Y = a + bx$$

$$Y = - 165,7 + 1,03x \text{ (Equação de Previsão)}$$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{25412,7 \times 45000317,7 - 27405,2 \times 42085194,1}{18 \times 45000317,7 - (27405,2)^2} =$$

$$a = - 165,7$$

$$b = \frac{\frac{\sum xy - (\sum x \sum y)}{n}}{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n}}$$

$$b = \frac{42085194,1 - \frac{(27405,2 \times 25412,7)}{18}}{\frac{45000317,7 - (27405,2)^2}{18}} =$$

$$b = 1,03$$

APÊNDICE F – Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Maciço de Baturité

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Aracoiaba	679,5	399,5	734,00	392,7	1.049,20	1.777,00	1.359,40	736,90	1.303,30	1.396,50
Aratuba	981,1	1173,2	1005	693	1.379,50	2.069,00	2.218,30	1.223,30	1.261,50	1.348,30
Baturité	863	661	919,2	617	1.005,60	1.996,40	1.500,50	869,00	1.585,30	1.509,50
Capistrano	642	533	625,1	474	1.193,10	1.426,00	1.281,00	796,00	949,50	1.041,10
Guaramiranga	1521,8	1190,1	1615,3	954,2	1.798,10	2.325,20	2.389,40	1.494,30	2.133,20	2.313,70
Itapiúna	491	605,9	598	478	1.089,40	1.394,60	1.004,80	538,00	901,40	982,80
Mulungu	779,7	908,3	1222,6	613,7	1.385,10	1.950,70	1.745,10	1.228,60	1.274,80	1.736,20
Pacoti	1382,2	1005	1619,2	791,5	1.823,80	2.289,80	2.139,40	1.340,50	1.843,60	1.945,30
Redenção	1087,40	588,70	901,70	603,40	1343,70	1875,50	1711,50	1106,90	1634,10	1542,50
Média	936,4	784,9	1026,6	624,1	1.340,80	1.900,46	1.705,48	1.037,05	1.431,85	1.535,10

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aracoiaba	603,90	763,10	729,00	456,80	1.620,20	1.195,00	1.134,90	622,30	600,90	822,40
Aratuba	896,90	848,50	996,30	416,30	1.185,00	1.157,30	1.171,60	624,70	714,10	677,90
Baturité	628,00	742,00	1.020,50	434,50	1.444,50	1.092,80	1.284,30	680,40	570,90	807,30
Capistrano	568,50	687,20	725,10	371,80	1.188,00	993,50	959,20	502,40	394,00	772,00
Guaramiranga	1.404,00	1.404,90	1.420,70	923,00	2.332,40	1.719,40	1.842,70	997,80	818,90	1.107,00
Itapiúna	624,70	659,60	553,80	284,20	999,30	897,50	904,70	437,30	486,60	621,40
Mulungu	897,70	1.058,10	823,00	479,10	1.548,10	1.042,70	1.246,70	811,20	717,00	658,10
Pacoti	1.090,00	1.264,50	1.125,90	937,00	1.894,20	1.458,10	1.669,60	957,90	1.003,50	1.353,50
Redenção	667,30	1033,60	932,50	344,50	1748,70	1423,80	1255,10	595,90	742,20	1059,40
Média	820,11	940,16	925,20	516,35	1.551,15	1.220,00	1.274,30	692,21	672,00	875,44

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aracoiaba	1.443,50	800,20	1.381,90	983,60	1.127,80	780,70	876,80	768,30	840,40	1.240,50
Aratuba	1.653,00	895,20	1.339,10	1.403,70	1.647,50	1.196,00	1.326,40	915,70	1.415,00	1.881,70
Baturité	1.699,50	753,90	1.518,10	1.279,40	1.263,30	1.068,30	1.110,60	998,00	1.059,40	1.412,60
Capistrano	1.090,00	660,40	1.074,10	1.119,40	1.226,50	783,00	1.017,00	681,00	954,30	1.119,00
Guaramiranga	1.979,80	1.550,80	2.357,10	2.178,70	2.029,90	1.421,90	1.744,00	1.306,20	1.503,00	2.176,00
Itapiúna	1.039,10	640,70	1.055,60	886,80	1.027,00	585,20	878,40	786,00	811,00	1.009,40
Mulungu	2.149,90	1.151,30	1.418,50	1.259,30	1.462,00	889,90	1.031,00	710,00	1.177,80	1.556,00
Pacoti	2.186,10	1.366,10	1.688,10	1.899,80	1.571,90	1.308,10	1.409,60	1.213,60	1.382,40	2.134,90
Redenção	1626,60	1092,10	1539,00	1433,20	1303,90	946,20	1023,50	963,70	1052,20	1896,40
Média	1.651,94	990,00	1.485,72	1.382,65	1.406,60	997,70	1.157,47	926,94	1.132,83	1.602,94

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	516,3	624,1	672,0	692,2	784,9	820,1	875,4	925,2	926,9	936,4
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	940,1	990,0	997,7	1026,6	1037,0	1132,8	1157,4	1220,0	1274,3	1340,8
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1382,6	1406,6	1431,8	1485,7	1535,1	1551,1	1602,9	1651,9	1705,4	1900,4
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 692,2 + \left\{ \frac{15 - 12,9}{16,1 - 12,9} \right\} * [784,9 - 692,2]$$

$$Q(0,15) = 752,4 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 936,4 + \left\{ \frac{35 - 32,2}{35,4 - 32,2} \right\} * [940,1 - 936,4]$$

$$Q(0,35) = 939,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 1037,0 + \left\{ \frac{50 - 48,3}{51,6 - 48,3} \right\} * [1132,8 - 1037,0]$$

$$Q(0,50) = 1086,3 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 1340,8 + \left\{ \frac{65 - 64,5}{67,7 - 64,5} \right\} * [1382,6 - 1340,8]$$

$$Q(0,65) = 1347,3 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1551,1 + \left\{ \frac{85 - 83,8}{87,0 - 83,8} \right\} * [1602,9 - 1551,1]$$

$$Q(0,85) = 1570,5 \text{ mm}$$

APÊNDICE G - Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Ibiapaba

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Cariré	926	791,5	959	260	1.006,00	1.658,00	1.105,00	508,00	1.039,50	1.140,90
Carnaubal	517,4	484,1	400,2	190,8	939,90	1.626,40	856,40	390,20	814,60	1.217,60
Coreaú	630,7	657	832,6	295	1.675,00	2.642,90	1.960,50	735,80	1.512,10	1.880,50
Guaraciaba do Norte	785,3	977,8	867	415,8	1.536,40	2.602,20	1.961,40	1.155,80	1.428,00	1.627,00
Ipu	1071,3	871	639,6	101,6	1413	2521,5	1367	752	1349,7	1577
Ipueiras	822,7	622	617	280,5	863	2004,2	1345	765,7	1640,1	1493,3
Mucambo	774,9	583,5	871,2	476,6	897	2065,2	2120,8	802	1414,5	1563,4
Reriutaba	673,2	540,2	611,7	295	1144	2182	1183	651	1178,6	1396,6
São Benedito	983,2	797,5	1036,6	564,6	1790,3	2767,8	1922,9	1173,1	1635,3	1757,8
Tianguá	896,8	830,9	935,2	469,5	1398,2	2409,3	1654,8	883,3	1651,5	1686,6
Ubajara	1212,3	953,1	1201,2	664,7	1837,8	2864,5	2448,1	1129,1	1867,5	2120,3
Viçosa do Ceará	1107,5	1042,8	1529,1	632,6	1969,3	2993,9	2414,3	1459,7	2042,7	2307,7
Média	866,775	762,6167	875,0333	387,225	1.372,49	2.361,49	1.694,93	867,14	1.464,51	1.647,39

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Cariré	742,70	682,90	468,10	505,50	1.113,60	967,80	881,00	695,00	473,00	1.124,10
Carnaubal	457,00	485,80	478,70	246,40	722,80	703,80	832,40	426,50	268,60	517,10
Coreaú	734,30	930,00	616,00	685,50	1.394,60	1.428,20	1.132,60	681,10	496,60	1.152,80
Guaraciaba do Norte	1.000,40	1.301,40	1.008,00	484,00	1.779,60	1.462,20	1.421,60	1.258,60	714,30	1.003,90
Ipu	1019	748,5	593,4	539,6	1251,7	1170,6	1274,9	632,8	333,5	965,9
Ipueiras	833,9	649,6	678,4	490,7	1083,6	1253,2	1346,3	827,7	532,8	1045,6
Mucambo	867	877,6	602,8	494,4	1307,6	1194,7	1208,1	1044,9	645,7	1143,4
Reriutaba	769	872,1	527	221,7	1128,5	950,9	1136,7	689,9	408,6	975,8
São Benedito	1245,4	887,3	872	788,2	1719,1	1905	1638,5	1022	956,4	1502,6
Tianguá	1029,7	1051,2	770	789	1919,1	1852,8	1541,4	918	782,6	1520,4
Ubajara	1108,3	1310,7	971,1	888,7	2262,6	1709,7	1869,9	1143,2	1072,5	1554
Viçosa do Ceará	1276,4	1238,5	962,8	998,7	1937,9	1873,8	1560	1165,6	1229,2	1325,8
Média	923,59	919,63	712,36	594,37	1.468,39	1.372,73	1.320,28	875,44	659,48	1.152,62

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cariré	741,00	823,00	918,00	1.034,00	1.044,00	684,00	648,00	847,70	870,00	2.081,00
Carnaubal	705,00	488,40	681,20	759,40	1.173,00	429,40	532,80	493,30	958,10	920,30
Coreaú	1.223,80	1.016,30	762,80	1.447,00	1.168,00	709,40	1.033,50	937,50	1.181,00	1.694,00
Guaraciaba do Norte	1.540,80	853,10	1.339,00	1.554,00	1.719,50	1.282,00	1.135,50	924,50	1.531,00	1.827,00
Ipu	1137,1	639,8	1015,5	1069,3	1355	916	1026,7	842,6	926	1576,1
Ipueiras	1168,4	734,3	1094,4	1095,6	1186,6	699,5	990,5	668,7	1101,3	1700,4
Mucambo	998	994	945	1006	1200	823	632	931,1	887	1705
Reriutaba	858,3	567,6	965,9	975,8	1292,6	635,2	752,6	849,8	1189	1496,8
São Benedito	1621	1172,2	1449,1	1488,8	1853,7	878,5	1164,6	1123,1	1554,3	2399,9
Tianguá	1685,8	1091,8	1368,7	1277,9	1543	903,5	1051,3	1301,1	1683	2044,5
Ubajara	1664,8	1291,6	1178,2	1416,1	1929,3	1264,8	1284,2	1262,8	1939,7	2555,2
Viçosa do Ceará	1485,6	1172,7	1118,8	1831,1	1693	1221,3	1347,2	973,9	1926,1	2432,8
Média	1.235,80	903,73	1.069,72	1.246,25	1.429,81	870,55	966,58	929,68	1.312,21	1.869,42

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	387,2	594,3	659,4	712,3	762,6	866,7	867,1	870,5	875,0	875,4
$P_i=i/(N+1)$	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	903,7	919,6	923,5	929,6	966,5	1069,7	1152,6	1235,8	1246,2	1312,2
$P_i=i/(N+1)$	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1320,2	1372,4	1372,7	1429,8	1464,5	1468,3	1647,3	1694,9	1869,4	2361,4
$P_i=i/(N+1)$	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P)=y_i+\{[P-P_i]/[P_{i+1}-P_i]\}*[y_{i+1}-y_i]$$

$$Q(0,15)=712,3 + \{[15-12,9] / [16,1 - 12,9] \} * [762,6 - 712,3]$$

$$Q(0,15)=744,9 \text{ mm}$$

$$Q(0,35)=875,4 + \{[35-32,2] / [35,4 - 32,2]\} * [903,7 - 875,4]$$

$$Q(0,35)=900,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,50)=966,5 + \{[50-48,3] / [51,6-48,3]\} * [1069,7 - 966,5]$$

$$Q(0,50)=1019,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,65)=1312,2 + \{[65-64,5] / [67,7 - 64,5]\} * [1320,2 - 1312,2]$$

$$Q(0,65)=1313,4 \text{ mm}$$

$$Q(0,85)=1468,3 + \{[85-83,8] / [87,0 - 83,8]\} * [1647,3 - 1468,3]$$

$$Q(0,85)=1535,4 \text{ mm}$$

APÊNDICE H - Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Jaguaribana

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Alto Santo	777	656,5	592,5	301	1.090,20	1.823,90	890,40	576,80	913,50	1.135,30
Aracati	526,6	687,6	846,8	325,6	1.483,80	2.654,10	1.509,50	722,60	1.505,20	1.371,30
Icó	900,5	705,4	454,9	612,9	638,20	1.715,60	948,70	788,70	892,20	1.209,70
Iracema	757,9	462,2	626	270,1	1.221,70	1.651,20	1.178,50	761,00	1.113,00	952,30
Jaguaretama	439,7	551,1	760,7	564,6	1.576,30	1.842,40	1.343,60	804,20	1.108,80	1.123,70
Jaguaribe	707,3	619	718,4	308,5	1125,3	1796,2	1274	702,5	916,7	879
Jaguaruana	522,4	470,8	773,8	234	1208,6	1887,7	988,2	546,8	967	1115,4
Limoeiro do Norte	824,3	692,8	601,6	320,9	1289,1	1624,4	1310	734,9	849	990
Pereiro	884	753	666,3	638,5	1486,5	2065,7	1475,6	986,6	897	1250,5
São João do Jaguaribe	742,1	480,4	609,7	420,2	1141,2	1852,5	1135,7	491,2	771,4	950,6
Tabuleiro do Norte	607	591,4	445,7	345,7	1062,9	1389,7	1107,2	646,2	891,2	1046,4
Média	698,9818	606,3818	645,1273	394,7273	1.211,25	1.845,76	1.196,49	705,59	984,09	1.093,11

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Alto Santo	361,50	616,10	590,70	116,70	800,90	795,10	798,70	571,20	369,00	810,80
Aracati	430,80	656,10	667,50	220,00	1.233,60	1.106,50	863,90	423,50	373,80	594,50
Icó	605,90	593,90	648,70	459,70	911,60	717,90	795,80	821,20	497,20	742,10
Iracema	364,50	743,20	707,80	294,50	997,30	1.006,80	877,30	480,40	366,00	857,30
Jaguaretama	575,90	603,60	540,40	345,60	1.321,00	1.162,20	1.107,80	713,30	425,90	947,10
Jaguaribe	489,2	454,9	655,9	179,9	832,9	839	732,6	637,7	266,3	751,8
Jaguaruana	396,6	375,1	752,2	118	886	881	747	259,6	302,8	477,1
Limoeiro do Norte	425,4	430,1	592,2	285,6	684,2	933,4	760	410,1	313	645
Pereiro	624,5	879,5	803,3	294,6	1371,6	1207,7	1215	1061,7	392,8	780,7
São João do Jaguaribe	338,3	552,7	467,2	288,8	854,8	976,2	690,1	612,9	268	489,8
Tabuleiro do Norte	339,8	533	582,6	243,6	881,4	849,2	693,1	579,4	288,4	685,6
Média	450,22	585,29	637,14	258,82	979,57	952,27	843,75	597,36	351,20	707,44

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Alto Santo	939,20	457,00	910,30	751,00	1.014,50	561,20	824,50	502,10	736,80	1.351,00
Aracati	887,80	695,00	1.105,60	1.069,60	1.056,10	426,10	964,70	1.091,80	1.213,90	1.733,20
Icó	952,40	646,50	664,90	638,80	787,70	519,30	767,80	667,70	1.133,20	1.189,70
Iracema	1.080,90	653,60	1.111,10	658,90	1.546,80	489,30	871,80	735,90	1.123,00	1.145,00
Jaguaretama	827,10	511,70	1.030,90	991,80	1.399,70	518,60	1.001,20	690,70	997,40	1.020,40
Jaguaribe	869,8	542,5	819,5	783,6	1032,6	427,1	685,7	469,5	1073,2	1023,8
Jaguaruana	843,4	469,1	874	1010,7	999,5	429	768,5	593	843,7	1226
Limoeiro do Norte	1042,5	411	841,1	784,2	1058,9	468,8	683,7	533	817,4	1078,3
Pereiro	1066,8	749,2	984,6	695,3	1241,6	520,7	1088,2	936,3	1580,8	1404,3
São João do Jaguaribe	1034,6	393,8	1037,4	665,8	1135	477,6	619,6	633,4	627,2	939,9
Tabuleiro do Norte	893,3	501,5	900	848,8	1026,2	544,2	670	646,3	963	1313,8
Média	948,89	548,26	934,49	808,95	1.118,05	489,26	813,25	681,79	1.009,96	1.220,49

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	258,8	351,2	394,7	450,2	489,2	548,2	585,2	597,3	606,3	637,1
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	645,1	681,7	698,9	705,5	707,4	808,9	813,2	843,7	934,4	948,8
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	952,2	979,5	984,0	1009,9	1093,1	1118,0	1196,4	1211,2	1220,4	1845,7
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 450,2 + \left\{ \frac{[15 - 12,9]}{[16,1 - 12,9]} \right\} * [489,2 - 450,2]$$

$$Q(0,15) = 475,5 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 637,1 + \left\{ \frac{[35 - 32,2]}{[35,4 - 32,2]} \right\} * [645,1 - 637,1]$$

$$Q(0,35) = 644,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 707,4 + \left\{ \frac{[50 - 48,3]}{[51,6 - 48,3]} \right\} * [808,9 - 707,4]$$

$$Q(0,50) = 759,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 948,8 + \left\{ \frac{[65 - 64,5]}{[67,7 - 64,5]} \right\} * [952,2 - 948,8]$$

$$Q(0,65) = 949,3 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1118,0 + \left\{ \frac{[85 - 83,8]}{[87,0 - 83,8]} \right\} * [1196,4 - 1118,0]$$

$$Q(0,85) = 1147,4 \text{ mm}$$

APÊNDICE I – Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Cariri

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Altaneira	507,5	561,6	526,4	450,2	757,60	1.345,20	1.032,70	637,20	1.108,00	1.203,40
Aurora	841	869	793	629,4	752,00	1.951,00	714,00	648,00	1.226,80	1.449,50
Barbalha	919,8	571,3	564,20	752,8	1.091,90	2.147,50	1.139,20	875,80	1.321,20	1.567,30
Barro	853,3	693,2	575,1	548,1	879,30	1.814,00	1.119,80	816,20	952,00	1.372,40
Brejo Santo	1134,1	655,2	623,5	528	867,80	1.998,60	835,40	651,00	1.069,20	1.660,70
Caririçu	1001,5	877,6	672,1	571	1.053,00	2.112,00	1.491,00	916,00	1.173,50	1.437,10
Cedro	869,1	773,9	769	489,4	876,60	1.741,60	929,70	831,10	1.082,60	1.736,40
Crato	1152	811	808	691	1.230,00	1.970,00	1.175,90	888,00	1.301,20	1.367,00
Jardim	890,8	537,6	355,9	435,8	976	1356,1	801	705,8	1014,8	1100,4
Juazeiro do Norte	1129,9	590,5	610,5	571,4	953	1660,3	1188,8	821,5	827,9	1227,6
Jucás	763,2	840,7	924,9	476,9	1036,7	1803,9	1047,2	1032	1070,2	1598
Lavras da Mangabeira	747	709	716,1	548,8	794,4	1648,5	823,5	797,8	1226,7	1427,1
Milagres	1127,2	519,5	542	461,6	744,1	1664,1	1160,8	633,8	938,6	1466,9
Missão Velha	1056	594	615	638,6	1154,8	1885,6	1274	734,5	1051	1227,7
Santana do Cariri	759	793,6	626,8	304,4	897,1	1606,8	1060,9	719	947,3	1174,5
Média	916,76	693,18	648,1667	539,8267	937,62	1.780,35	1.052,93	780,51	1.087,40	1.401,07

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Altaneira	726,30	625,20	847,30	622,60	640,00	1.017,90	1.146,00	994,80	500,00	843,00
Aurora	719,20	747,90	833,40	593,80	1.016,70	1.156,60	1.176,60	891,30	517,80	980,30
Barbalha	791,30	926,00	973,00	743,90	1.063,30	1.059,40	1.528,60	855,80	784,70	1.105,00
Barro	619,70	779,10	515,60	648,60	921,30	796,30	1.154,50	847,00	531,30	664,70
Brejo Santo	691,00	747,40	795,40	594,50	1.002,80	921,20	1.052,90	1.001,00	565,60	1.068,30
Caririçu	810,50	700,10	1.011,00	765,40	1.264,10	1.101,20	1.359,50	938,00	571,10	1.254,00
Cedro	718,70	829,00	816,90	530,10	1.264,60	1.121,40	1.116,50	839,80	535,20	863,10
Crato	726,00	971,00	1.119,50	568,10	1.175,30	1.313,20	1.438,10	773,20	931,40	1.192,70
Jardim	696,7	442	905,8	361,1	859,1	787,2	947,6	961,6	426,7	596,8
Juazeiro do Norte	783,7	1001,6	989,3	564,4	865,9	1148	1009,8	637,6	740,1	984,5
Jucás	861,3	820,5	731,2	491	976,5	901,8	938,2	1171,8	549	625,8
Lavras da Mangabeira	851,5	625	852,3	680,6	1018,5	1007,9	1250,4	714,8	571,7	810,2
Milagres	791	736,9	745,4	469,8	917,5	1059	1101,1	854,9	746,3	1086,3
Missão Velha	830	749	908,8	759	735,5	1183,5	1388	921	791,7	1147,5
Santana do Cariri	650,5	726,9	862,2	577,6	992	1010,5	1612,1	909,5	574,5	1087,2
Média	751,16	761,84	860,47	598,03	980,87	1.039,01	1.214,66	887,47	622,47	953,96

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Altaneira	759,00	507,00	667,00	815,00	1.252,00	584,00	1.227,80	895,70	1.025,10	985,40
Aurora	997,20	841,10	858,90	790,50	1.235,90	595,10	972,10	707,80	1.624,00	955,50
Barbalha	905,20	866,50	927,30	933,90	1.423,10	969,70	951,90	1.003,80	1.384,50	1.191,00
Barro	888,60	544,40	528,40	598,90	1.105,30	724,70	867,10	472,20	1.346,60	1.025,40
Brejo Santo	808,00	974,60	832,20	524,10	1.099,10	591,50	1.093,20	619,10	1.228,80	933,30
Caririáçu	1.091,10	785,50	1.083,00	826,00	1.587,50	512,00	1.113,00	899,00	1.632,00	1.112,00
Cedro	1.182,20	575,30	660,30	904,60	858,80	644,60	1.212,60	785,00	1.377,50	1.072,80
Crato	1.055,30	942,10	1.204,80	1.350,80	1.503,90	1.073,90	1.187,90	953,30	1.488,10	1.150,00
Jardim	417,9	479,7	611,1	579,9	814	932,5	592,9	499,5	847,8	828
Juazeiro do Norte	943	932,5	1230,5	1300,8	1544	812	890,5	791	1399	1111
Jucás	1276	794,1	574,3	880,7	1306,3	575,8	811	684	1319	1084
Lavras da Mangabeira	890	549,8	933,2	877,2	1269,8	593,6	1169	644,6	1279,4	1112,2
Milagres	1002	798,1	617,8	791,6	1400,2	804,9	1179,6	590,2	1243,2	974,4
Missão Velha	989,3	784,9	759,3	1110	1562,6	760,5	1029,8	835,6	1356,5	1057,2
Santana do Cariri	1110,9	578,5	672,8	855,5	1528,1	662,3	837,2	867,3	1053,1	1504,7
Média	954,38	730,27	810,73	875,97	1.299,37	722,47	1.009,04	749,87	1.306,97	1.073,13

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	539,8	598,0	622,4	648,1	693,1	722,4	730,2	749,8	751,1	761,8
$P_i=i/(N+1)$	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	780,5	810,7	860,4	875,9	887,4	916,7	937,6	953,9	954,3	980,8
$P_i=i/(N+1)$	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	1009,0	1039,0	1052,9	1073,1	1087,4	1214,6	1299,3	1306,9	1401,0	1780,3
$P_i=i/(N+1)$	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 648,1 + \left\{ \frac{15 - 12,9}{16,1 - 12,9} \right\} * [693,1 - 648,1]$$

$$Q(0,15) = 677,3 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 761,8 + \left\{ \frac{35 - 32,2}{35,4 - 32,2} \right\} * [780,5 - 761,8]$$

$$Q(0,35) = 778,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 887,4 + \left\{ \frac{50 - 48,3}{51,6 - 48,3} \right\} * [916,7 - 887,4]$$

$$Q(0,50) = 902,4 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 980,8 + \left\{ \frac{65 - 64,5}{67,7 - 64,5} \right\} * [1009,0 - 980,8]$$

$$Q(0,65) = 985,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1214,6 + \left\{ \frac{85 - 83,8}{87,0 - 83,8} \right\} * [1299,3 - 1214,6]$$

$$Q(0,85) = 1246,3 \text{ mm}$$

APÊNDICE J – Cálculo das ordens quantílicas anuais para a RPH Sertão Central e Inhamuns

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Acopiara	890	557,5	676,5	601,4	616,40	1.713,00	1.058,00	545,00	928,50	1.025,70
Aiuaba	465,7	590,5	521,3	247,2	680,40	1.265,90	823,20	537,80	687,20	968,80
Araripe	680,5	713,5	623,2	326,8	802,10	1.604,80	777,40	560,00	981,20	912,70
Arneiroz	522,8	670,2	386,4	332,6	680,80	1.413,10	663,40	465,70	868,90	1.132,90
Assaré	546,2	669	623,80	272,8	702,00	1.203,00	1.007,20	607,80	734,30	1.194,90
Boa Viagem	350,3	693	592,7	261,9	910,60	1.371,30	973,00	454,00	868,60	1.121,80
Campos Sales	544,2	487	428,1	294	605,20	1.028,00	645,60	431,90	768,00	1.025,60
Catarina	741,7	573	556,8	389,9	762,70	1.496,60	991,30	752,50	753,40	1.162,50
Crateús	494	490,6	433,9	291,2	884,90	1.377,50	1.030,10	555,00	1.113,80	1.270,00
Deputado Irapuan Pinheiro	843,9	656,3	613,4	451	1.305,30	2.085,30	1.305,80	758,60	363,60	820,90
Iguatú	1045	712	623	433,1	905	2076	962,3	1078	1025,1	1437
Independência	526,7	577,4	248,2	311,8	930,7	1137,8	708	401,3	645,2	944,5
Itatira	569,2	539,5	440	163,5	1010,1	1232	888,9	333,7	965,6	670,4
Monsenhor Tabosa	477,8	465,9	431,5	166,2	809,2	1545,5	1119,5	369,4	810,7	880,2
Parambu	554,6	553,9	487,3	327,8	922,6	2237,1	1114	514,3	814,1	1378,9
Pedra Branca	860,5	691	476,5	409,5	877,5	1646,8	1267,2	608,1	880,5	1283
Piquet Carneiro	995,7	530,7	490	435,8	823,6	1577,4	987,2	499	788	1181
Quixadá	633	560	778	217	954,5	1616,5	1088,4	528	789	1293
Quixeramobim	949,3	597,7	631,2	278,3	1096,2	1495,9	1326,5	515	762,1	1089,3
Saboeiro	607,4	591,5	555,6	306	987,3	1275,2	644,2	599,3	560,3	916,1
Senador Pompeu	630	486,5	672,7	381,5	994,6	1460,3	798,7	528,3	730,8	1116,3
Solonópole	585,3	643	669,2	512,1	844	1375,8	1174,9	577,2	888,6	1140,9
Tauá	372,4	647,8	392,7	225,2	571,9	1474	692,7	516	734,5	1119,5
Média	647,2261	595,5435	537,0435	332,0261	855,55	1.509,08	958,59	553,73	802,70	1.090,69

POSTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Acopiara	510,50	684,10	692,50	366,00	809,00	799,90	731,50	846,60	421,00	664,20
Aiuaba	373,00	518,10	518,60	369,70	651,30	468,30	573,00	695,50	212,10	607,00
Araripe	640,90	607,80	335,90	454,80	605,20	705,00	1.108,80	874,50	497,70	823,90
Arneiroz	331,80	409,80	439,20	296,20	787,80	757,20	707,60	730,80	261,00	546,70
Assaré	618,60	436,90	740,90	366,50	601,30	1.024,60	1.055,70	724,20	401,00	718,10
Boa Viagem	550,30	499,00	679,40	183,80	761,00	751,00	667,80	536,60	394,90	546,60
Campos Sales	441,00	380,60	519,00	401,50	485,10	630,70	581,40	858,20	341,40	692,00
Catarina	537,50	424,60	509,00	415,00	821,00	693,00	822,50	766,50	405,00	675,70
 Crateús	408,40	727,00	312,70	211,80	661,90	1.073,90	962,20	651,40	340,50	885,70
Deputado Irapuan Pinheiro	564,00	661,00	724,80	489,30	1.098,80	749,70	908,20	719,90	325,40	723,30
Iguatú	1160,6	873,3	672,3	582,5	1038	893	1022	1167	897,3	995,8
Independência	311,3	611,4	420,9	172,5	521,5	771	900,3	733,1	195,5	597,3
Itatira	500,6	391	450,1	221,7	767,2	487,9	795,6	454	195	435,1
Monsenhor Tabosa	593,9	762,8	438,8	144,7	800	693,3	904,6	556,5	287,9	647
Parambu	494	583,8	427,9	489,7	1015,8	766,5	624	643,8	343,5	647
Pedra Branca	625	817,5	900	298,2	955	754,5	942	795,3	543,9	693
Piquet Carneiro	448,1	458,8	544	328,5	1037	586,8	570	798,1	298,2	693
Quixadá	455,6	508,3	718,1	382,9	867	622,3	735,5	551,2	226,5	631,3
Quixeramobim	480,3	485,4	587,3	240,1	995,2	708,9	769,2	677,5	225,5	619,7
Saboeiro	330,2	327,1	389	435,9	778,5	647,6	748	657,7	436,2	495,6
Senador Pompeu	500,8	503,9	694,7	345,7	1119,5	839,4	814,6	862	506,8	523,4
Solonópole	672,7	594,7	578,3	237,2	949,3	834,2	764,8	793,1	442,7	742,3
Tauá	287,2	313,1	372,1	371,5	769,4	731,2	488,5	567,4	235,7	416,1
Média	514,62	546,96	550,67	339,38	821,56	738,69	791,21	724,39	366,73	653,03

POSTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Acopiara	984,20	504,00	803,00	640,00	1.093,00	468,60	626,00	612,30	618,40	1.013,20
Aiuaba	667,40	259,40	557,20	435,60	1.019,10	512,90	487,70	722,60	564,70	728,50
Araripe	755,90	416,80	598,60	495,60	898,60	572,90	625,20	510,40	709,80	759,50
Arneiroz	768,00	433,40	599,40	768,00	976,60	471,20	537,70	618,30	806,20	779,00
Assaré	650,40	495,40	591,60	581,20	967,10	558,40	863,10	678,40	585,70	694,50
Boa Viagem	856,50	490,60	785,30	599,00	1.284,20	677,60	538,00	440,90	655,00	1.203,60
Campos Sales	564,20	358,70	371,90	494,50	1.008,60	526,40	448,90	575,20	762,40	743,70
Catarina	657,10	563,30	619,40	770,70	848,60	465,30	534,90	515,50	767,50	709,20
Crateús	723,70	453,00	598,80	813,00	1.121,00	547,50	629,00	436,00	859,50	1.114,50
Deputado Irapuan Pinheiro	693,70	593,60	732,70	733,00	995,00	615,00	655,00	743,00	951,00	728,00
Iguatú	1142,2	711,5	880,3	1049	1236,5	656	819	899,6	1303,5	1462
Independência	797,7	472,4	543,6	503,3	815,2	540,1	613,7	494,6	784,4	962,4
Itatira	690,5	313,7	1518,9	667,2	1007	736,8	501,3	652	890,9	1027,1
Monsenhor Tabosa	791,2	540,2	743,4	747	1187,6	629	633,2	618,9	925,2	979,8
Parambu	654	505	616	588,8	937	784	690	828	1107	755,9
Pedra Branca	1025	511,6	887	723,5	1127,5	833,5	759	676	783	863,5
Piquet Carneiro	696	702,8	880,8	783,3	1081,6	579,4	636,2	846,1	907,5	1406,2
Quixadá	970,5	469,8	899,4	800,6	1054,9	441	806,1	604	730,3	1166,1
Quixeramobim	804,8	505,9	1011,4	574,4	1199,8	453,6	603,2	503	705,3	1107,5
Saboeiro	722,7	410,6	453,5	544,7	825,7	401,9	590	687,5	805,9	675
Senador Pompeu	835,8	676,9	1016,4	774	1055,3	685,6	673,4	613,5	880,7	1091,5
Solonópole	614,1	616	876,4	707,4	1272,6	514,4	752,3	675,7	807,6	1244,3
Tauá	579,3	419,1	438,3	586,3	559,4	468,1	509,5	479	775,6	584,9
Média	767,17	496,68	740,14	668,70	1.024,87	571,27	631,84	627,41	812,48	947,82

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	332,0	339,3	366,7	496,6	514,6	537,0	546,9	550,6	553,7	571,2
P_i=i/(N+1)	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	595,5	627,4	631,8	647,2	653,0	668,7	724,3	738,6	740,1	767,1
P_i=i/(N+1)	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	791,2	802,7	812,4	821,5	855,5	947,8	958,5	1024,8	1090,6	1509,0
P_i=i/(N+1)	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i]$$

$$Q(0,15) = 496,6 + \left\{ \frac{15 - 12,9}{16,1 - 12,9} \right\} * [514,6 - 496,6]$$

$$Q(0,15) = 508,3 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 571,2 + \left\{ \frac{35 - 32,2}{35,4 - 32,2} \right\} * [595,5 - 571,2]$$

$$Q(0,35) = 592,4 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 653,0 + \left\{ \frac{50 - 48,3}{51,6 - 48,3} \right\} * [668,7 - 653,0]$$

$$Q(0,50) = 661,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 767,1 + \left\{ \frac{65 - 64,5}{67,7 - 64,5} \right\} * [791,2 - 767,1]$$

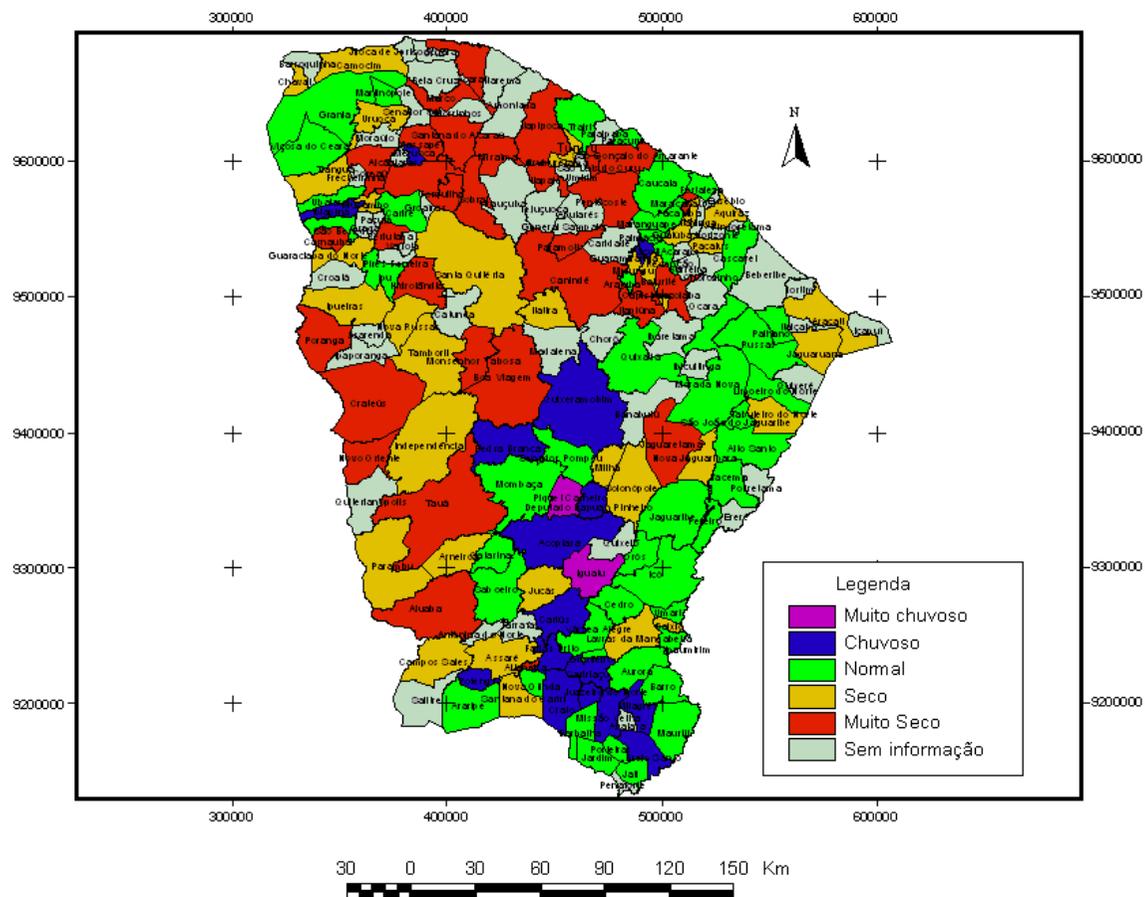
$$Q(0,65) = 770,8 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 947,8 + \left\{ \frac{85 - 83,8}{87,0 - 83,8} \right\} * [958,5 - 947,8]$$

$$Q(0,85) = 951,8 \text{ mm}$$

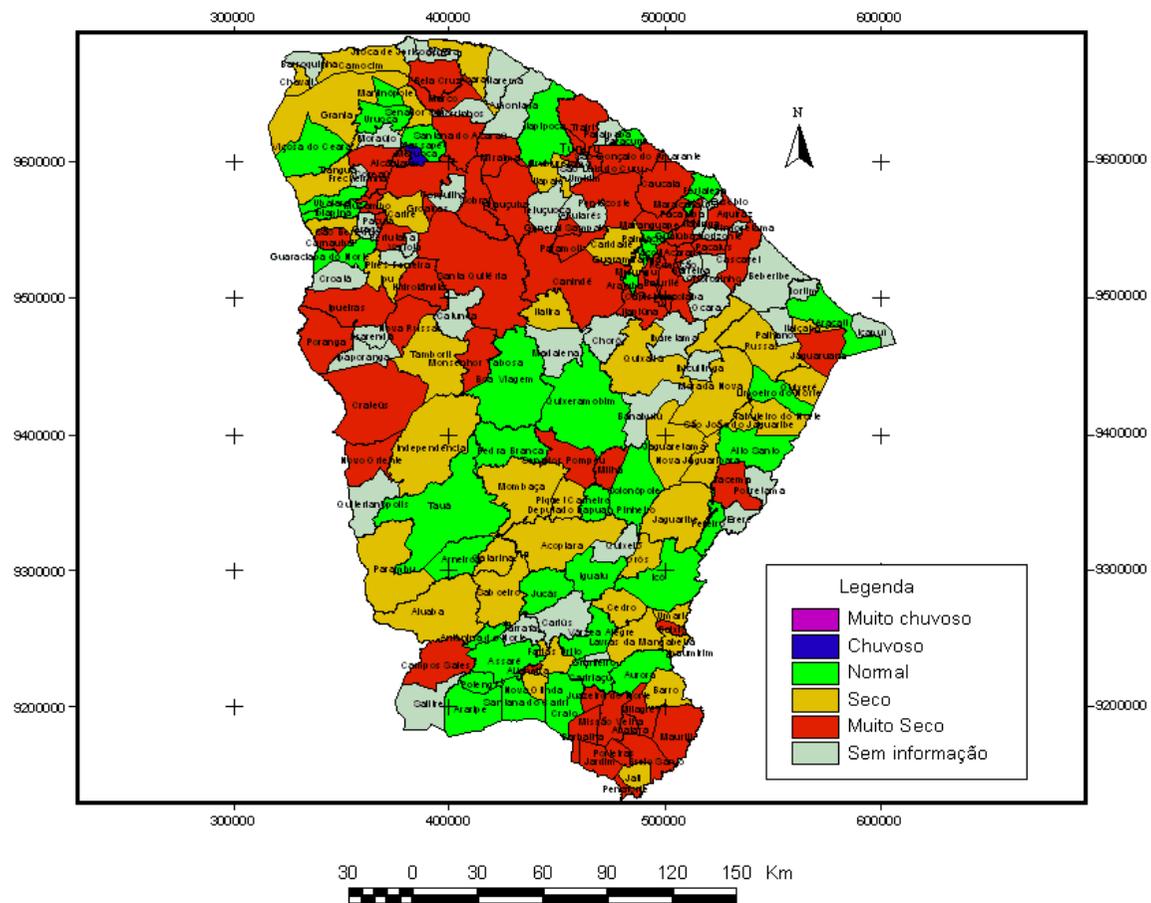
APÊNDICE K - Mapas do Estado do Ceará com a classificação dos municípios quanto ao total pluviométrico acumulado anual por meio da técnica dos quantis, no período de 1980-2009

1980



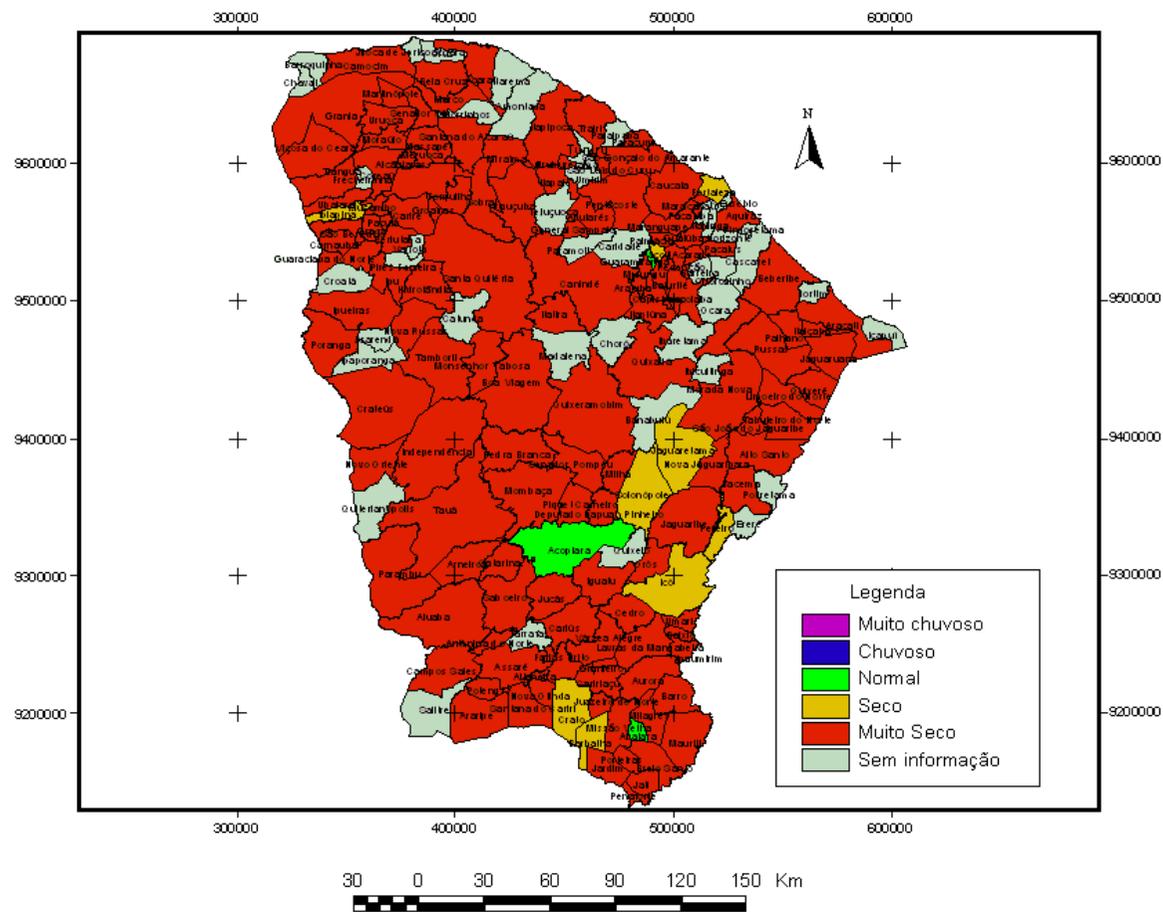
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1980.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1981



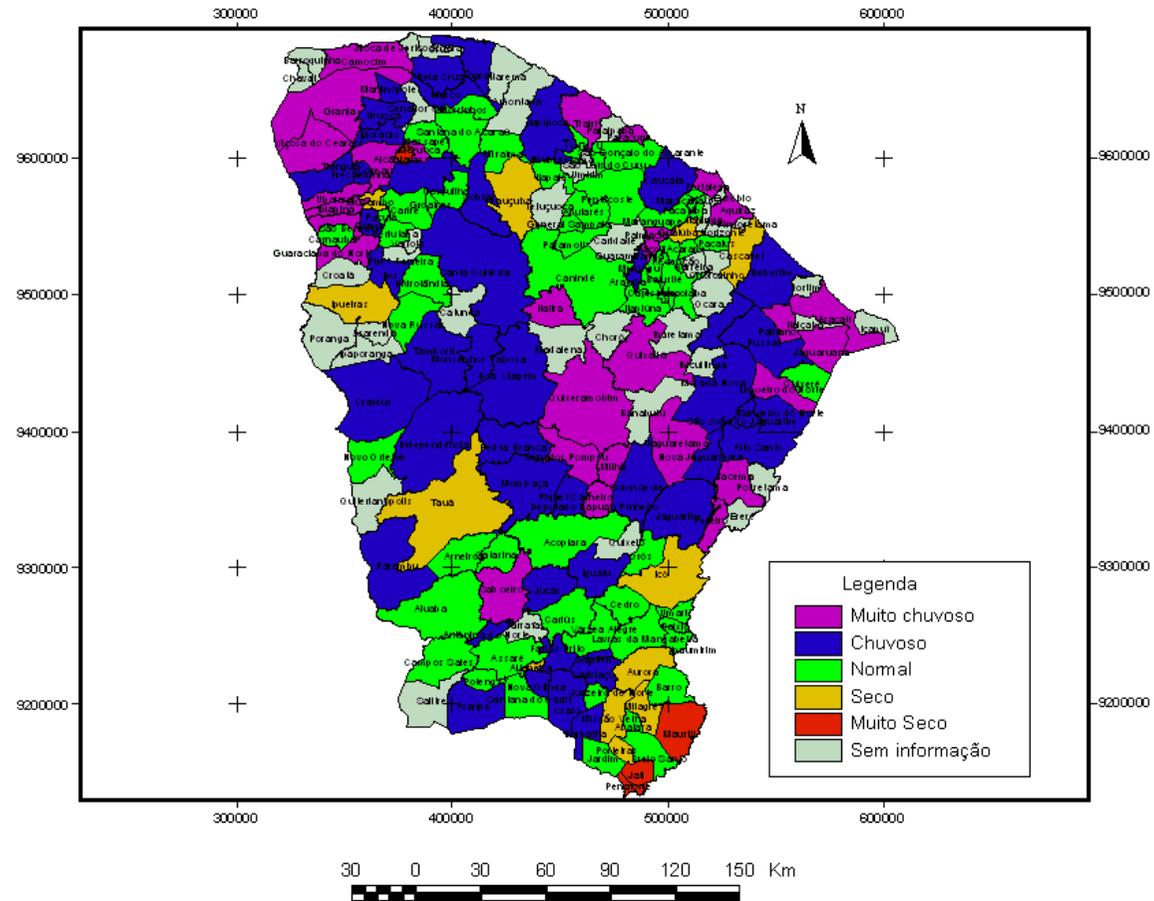
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1981.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1983



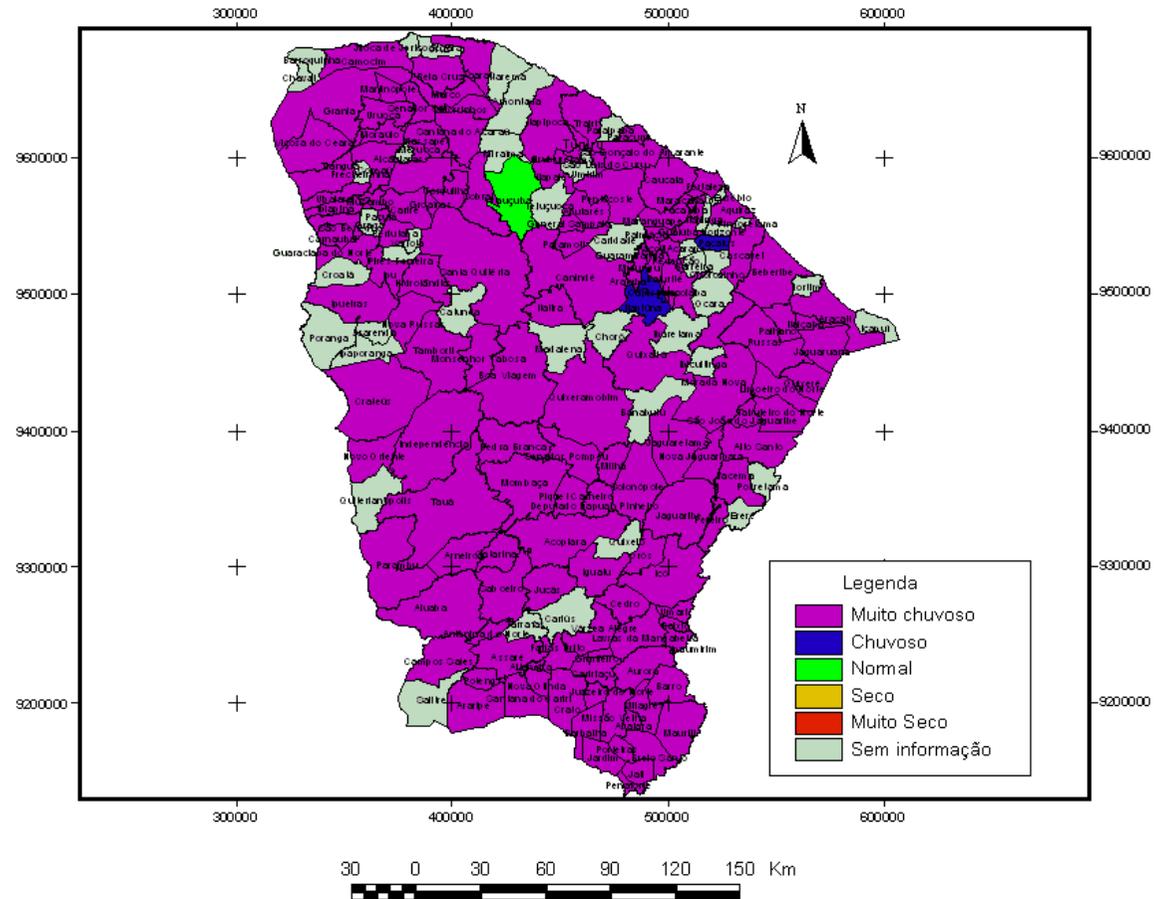
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1983.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1984



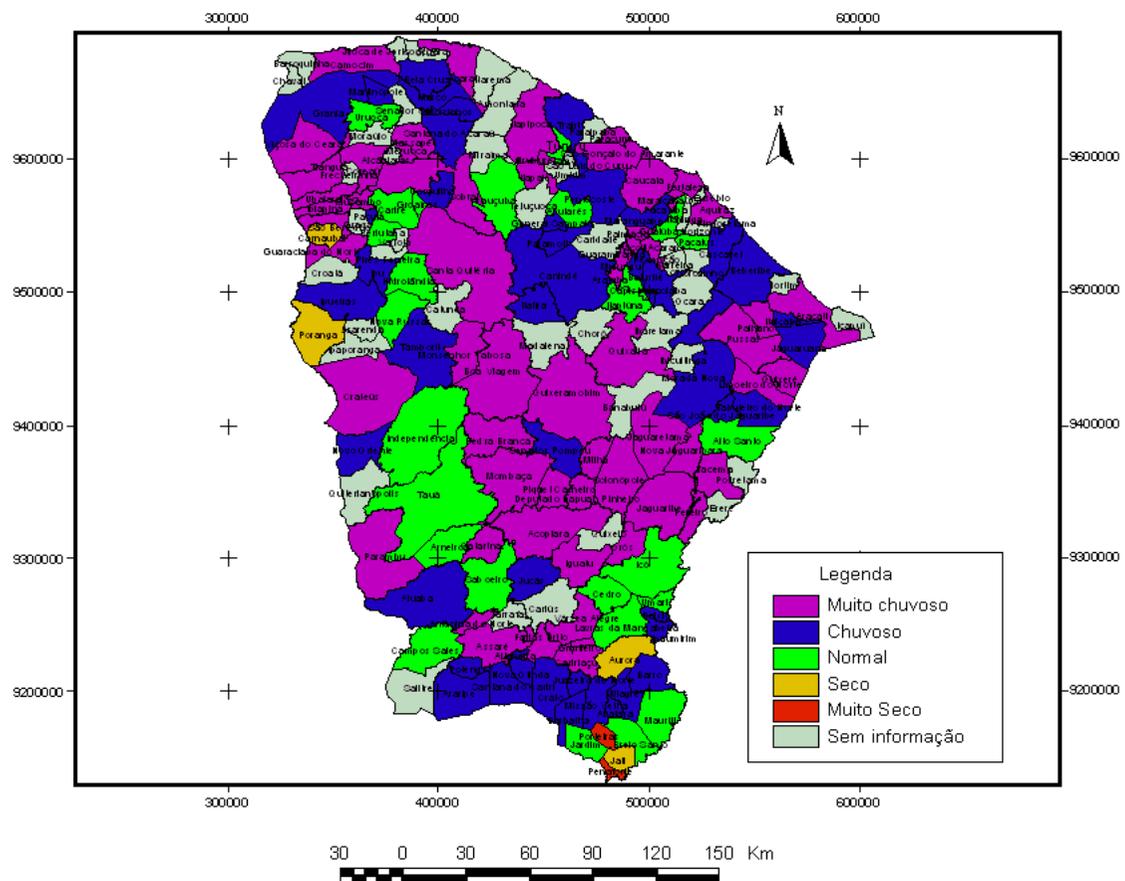
Como Citar este m.apa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1984.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1985



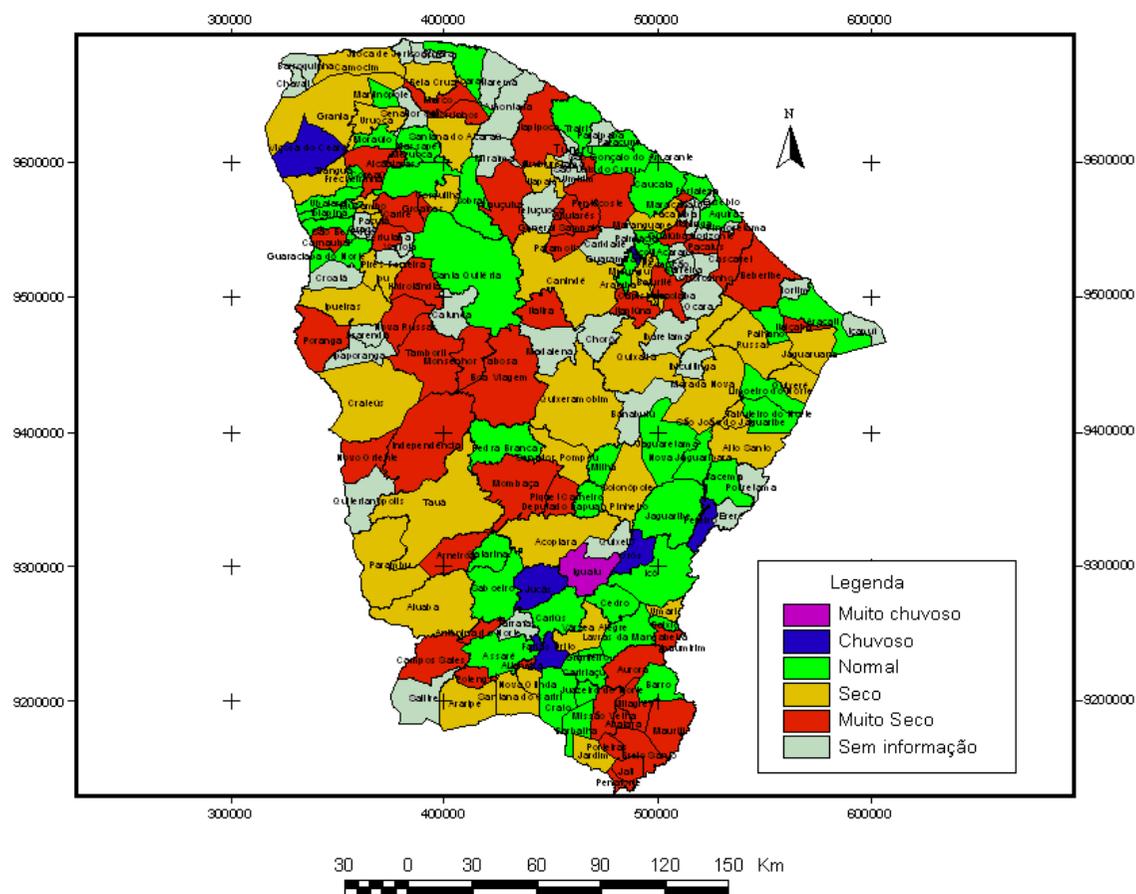
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1985.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1986



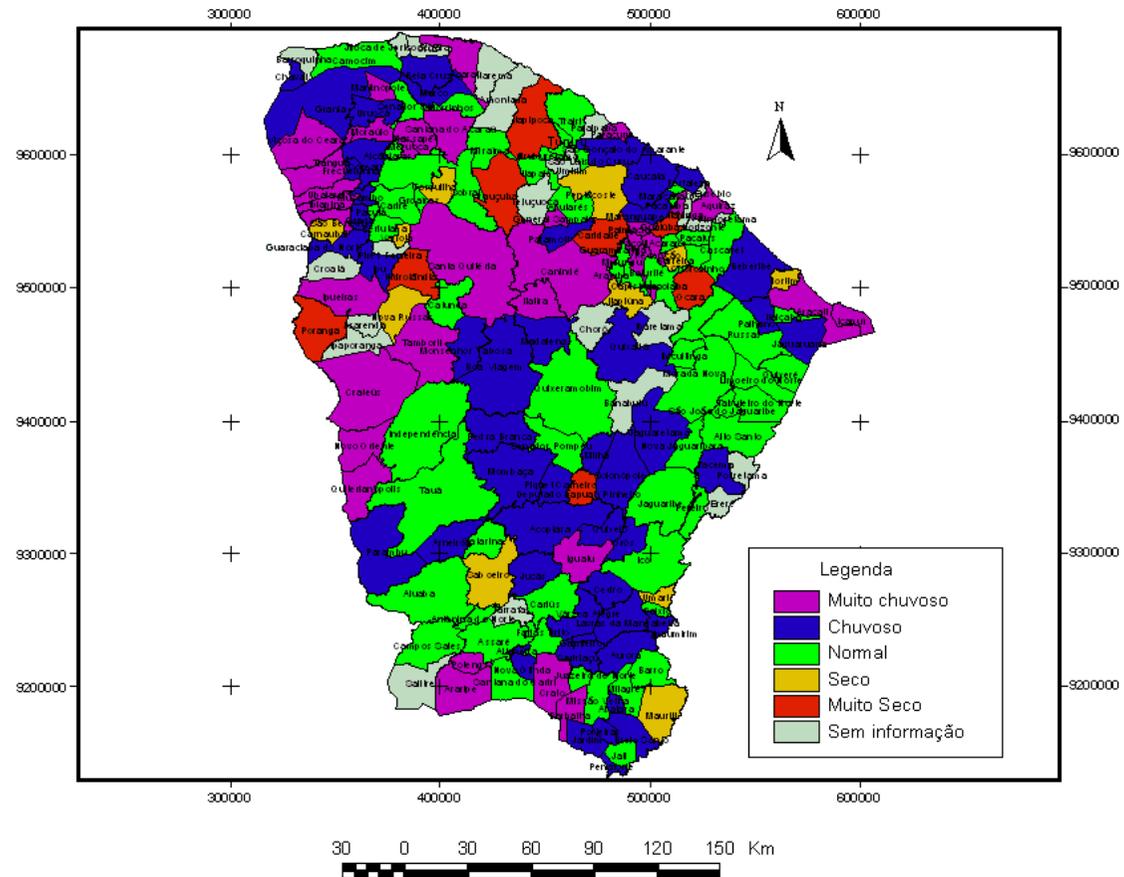
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1986.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1987



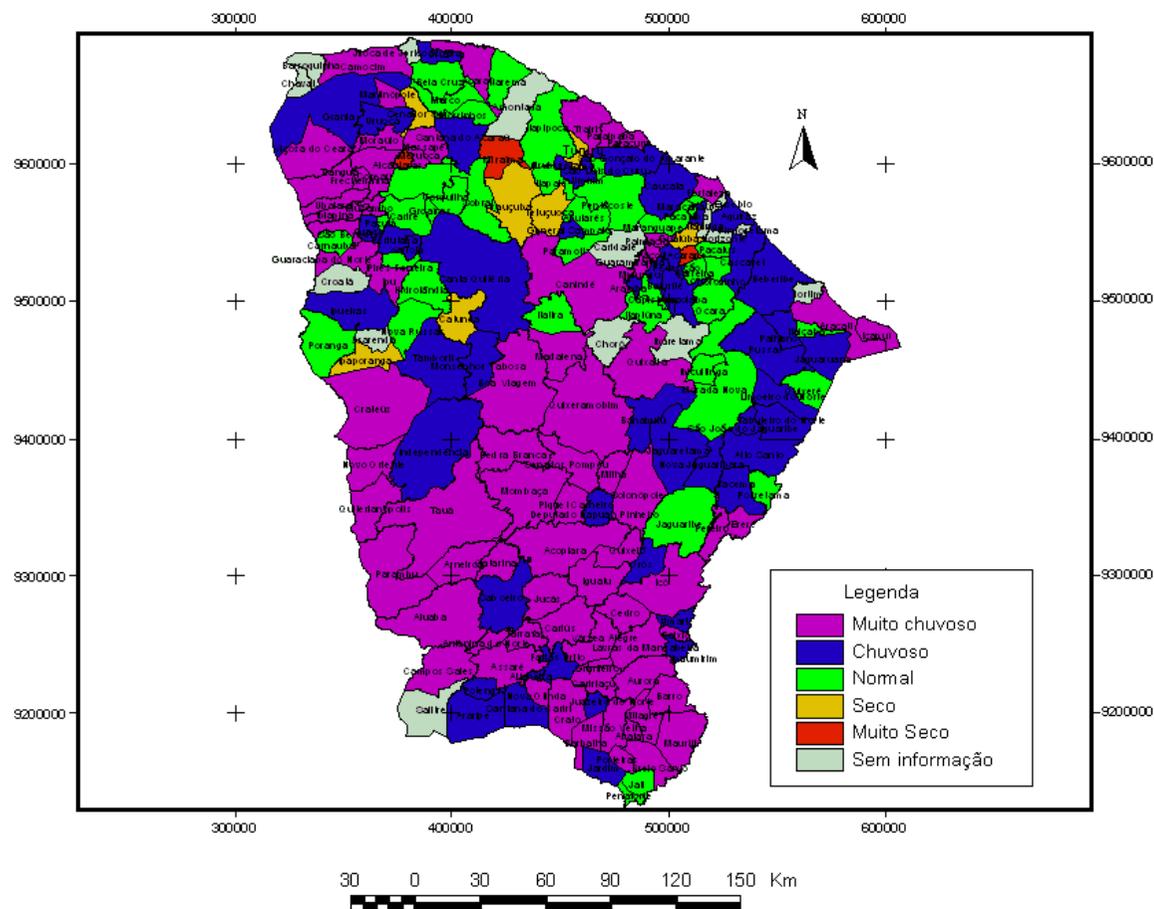
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1987.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1988



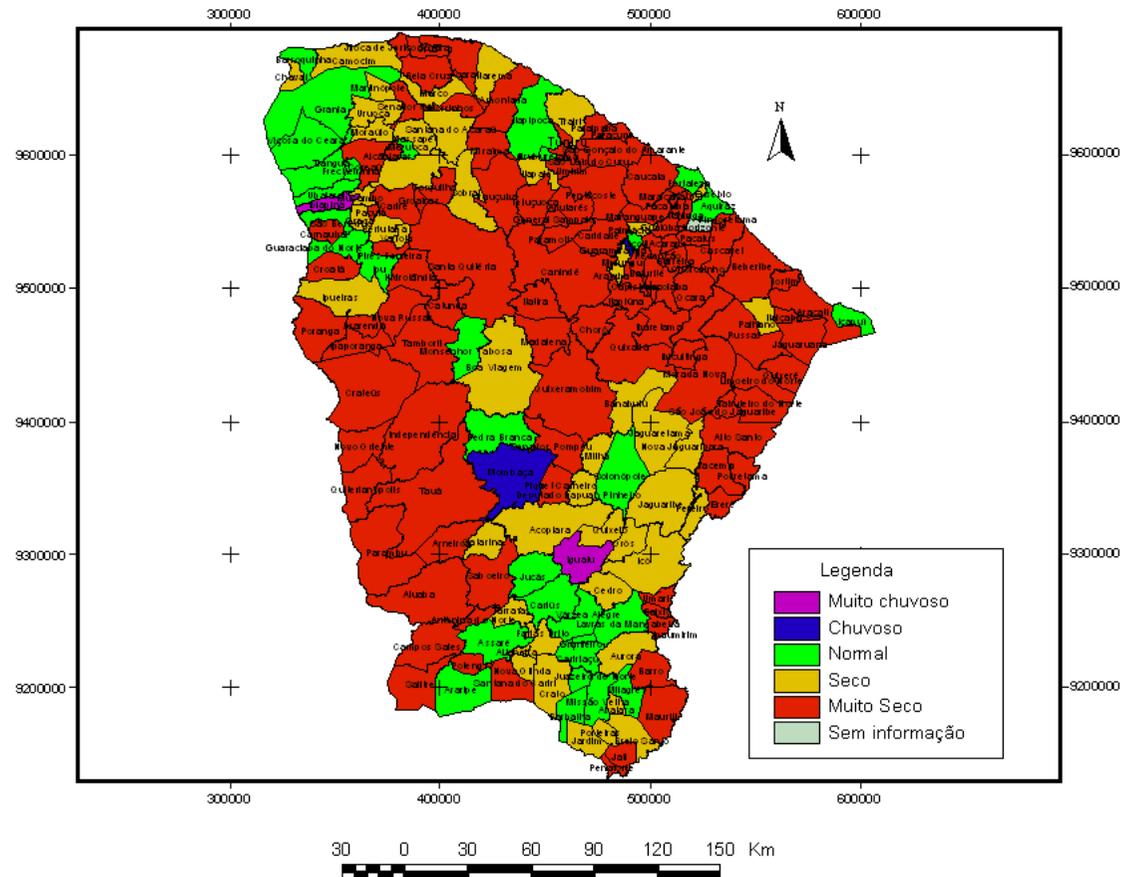
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1988.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1989



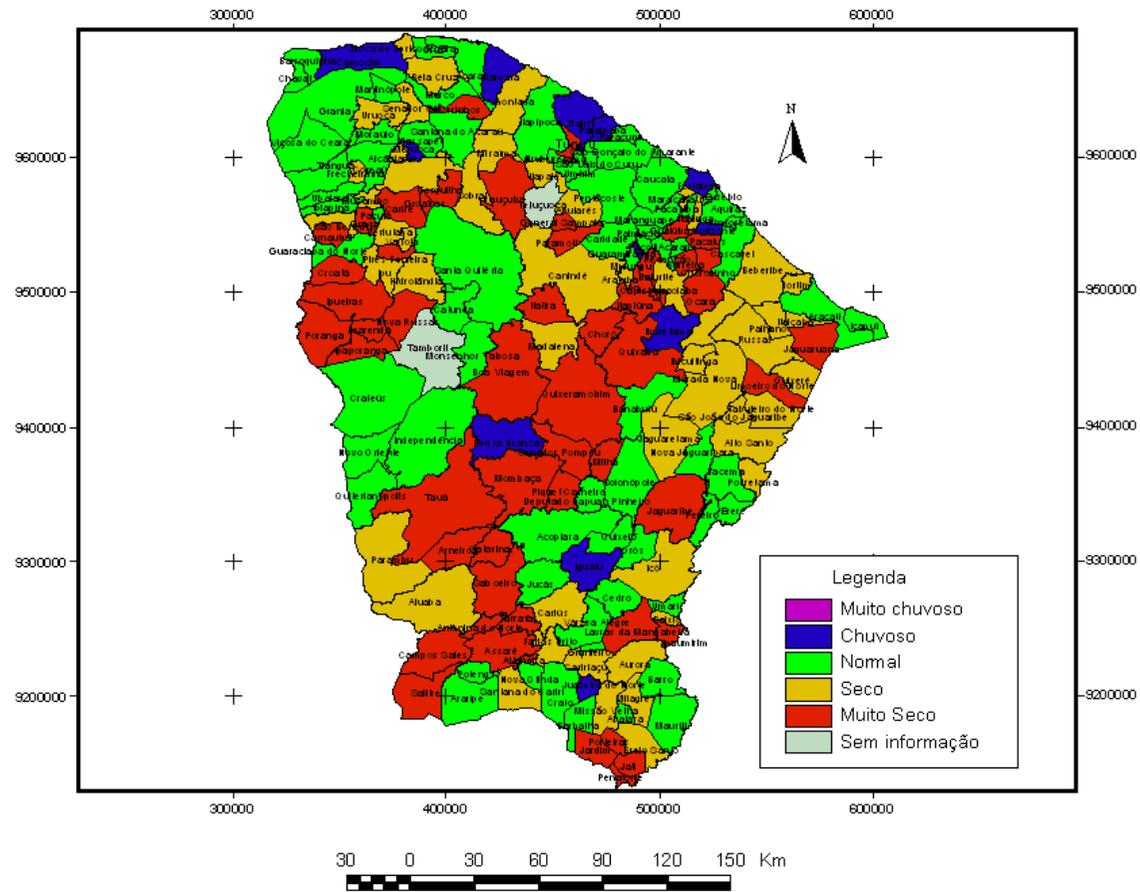
Como o Citar este m apa: M ONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1989**. Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1990



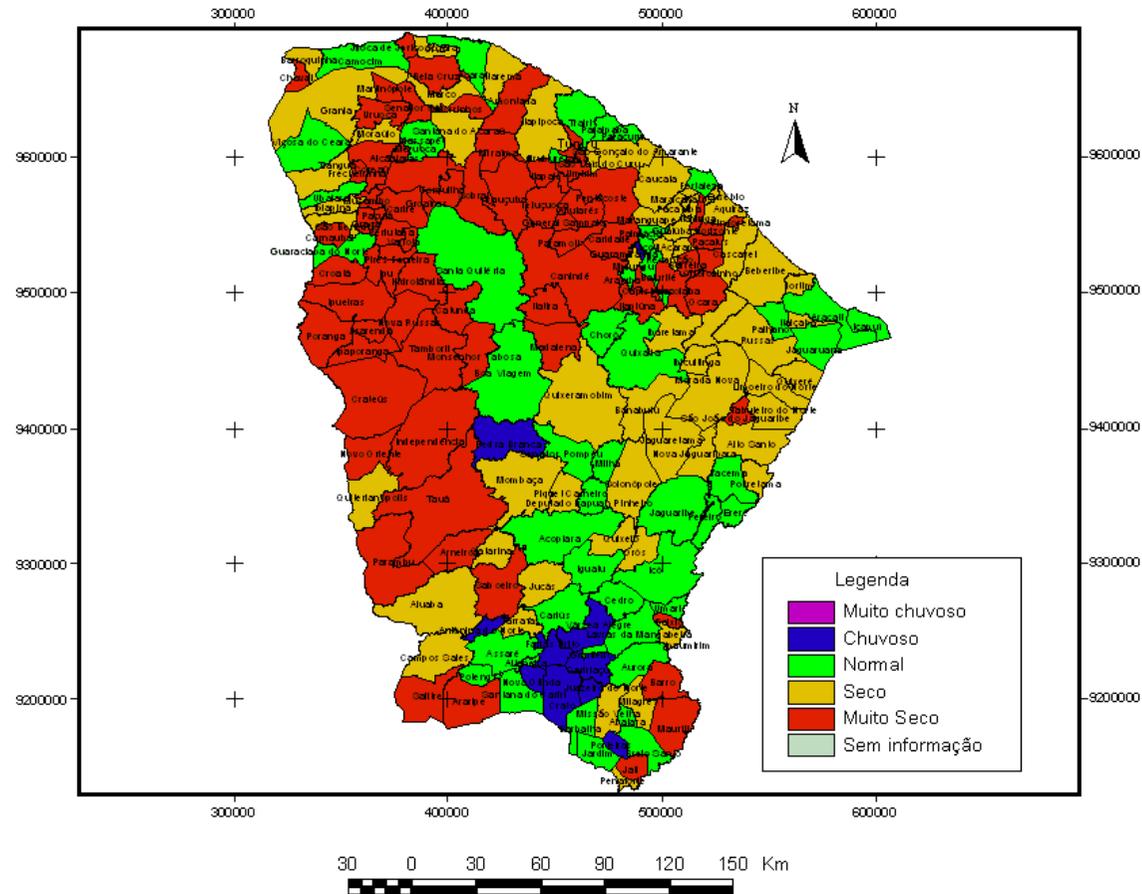
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1990.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1991



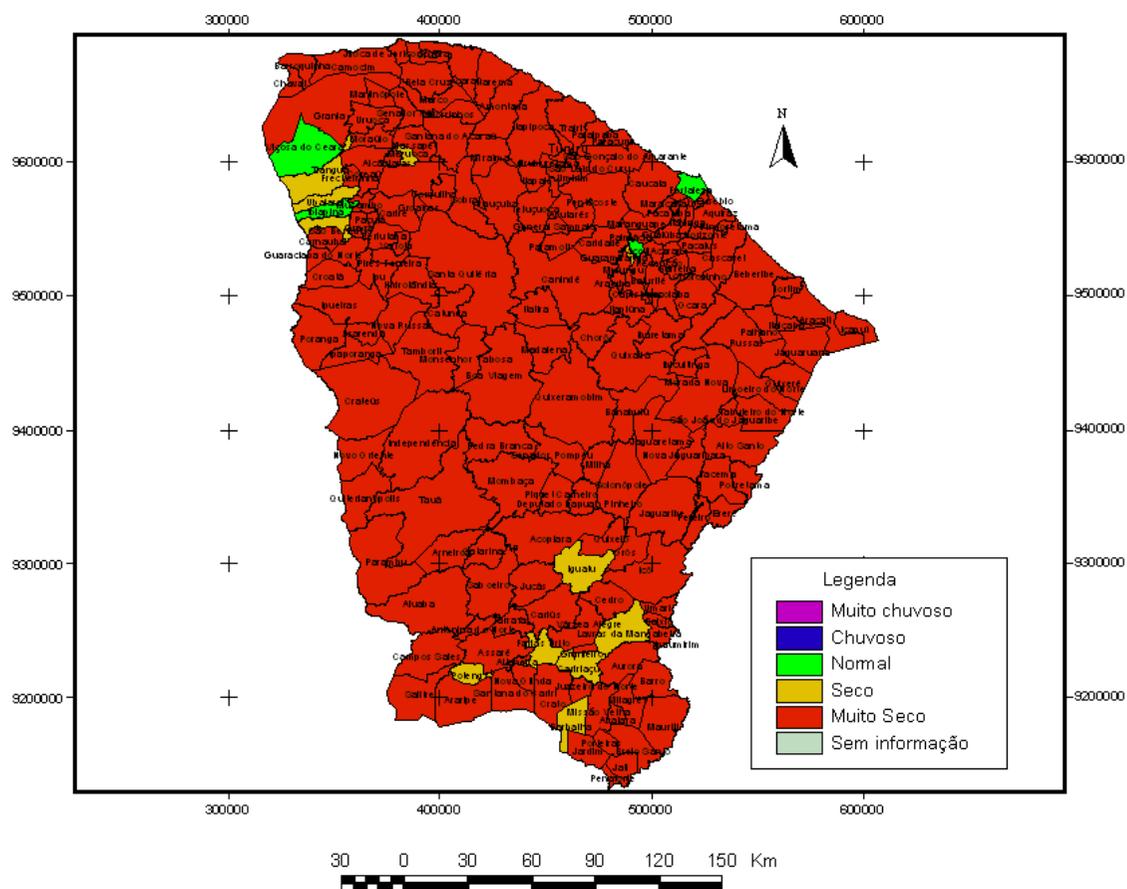
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1991.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1992



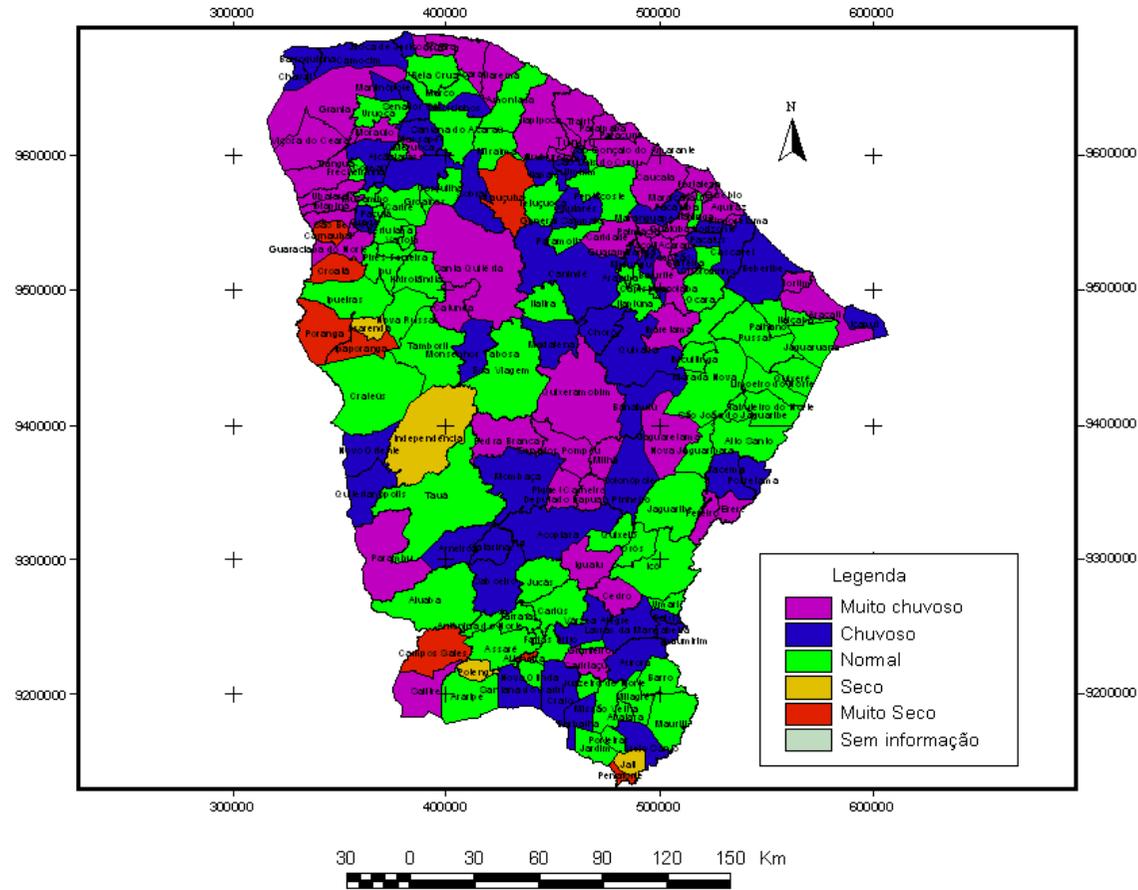
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1992.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1993



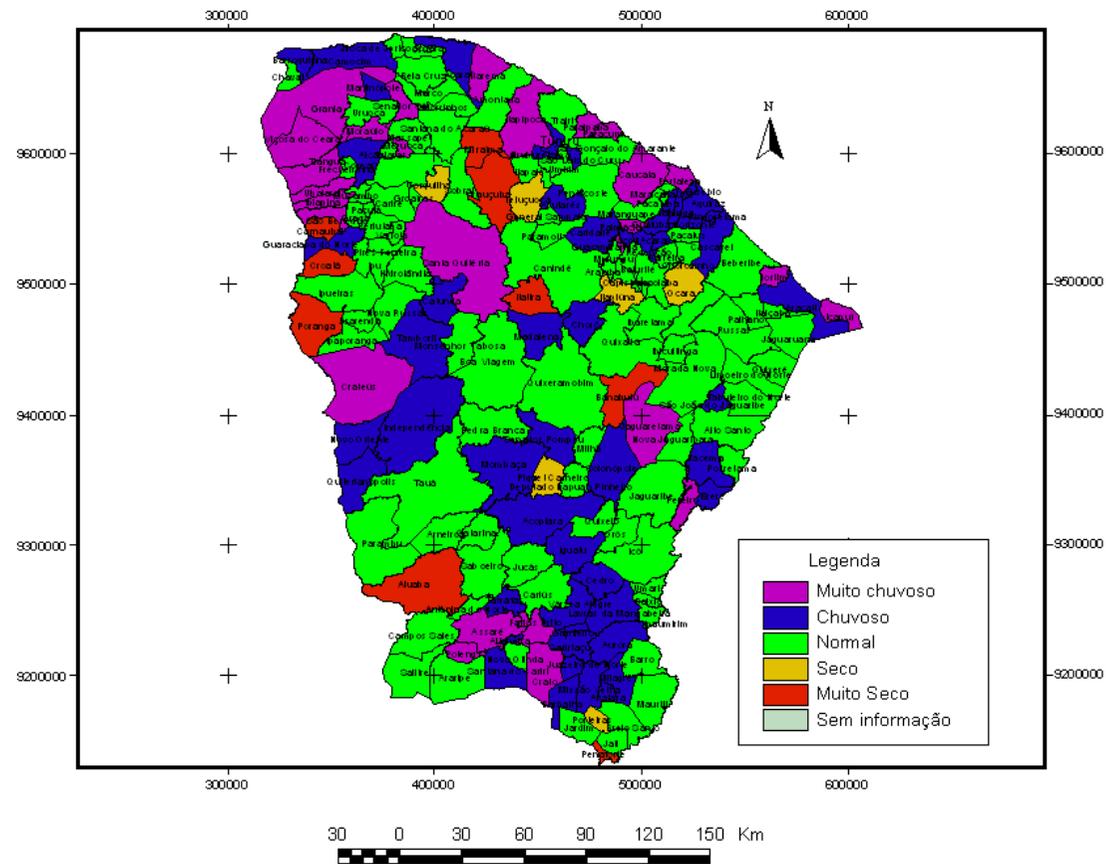
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1993.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1994



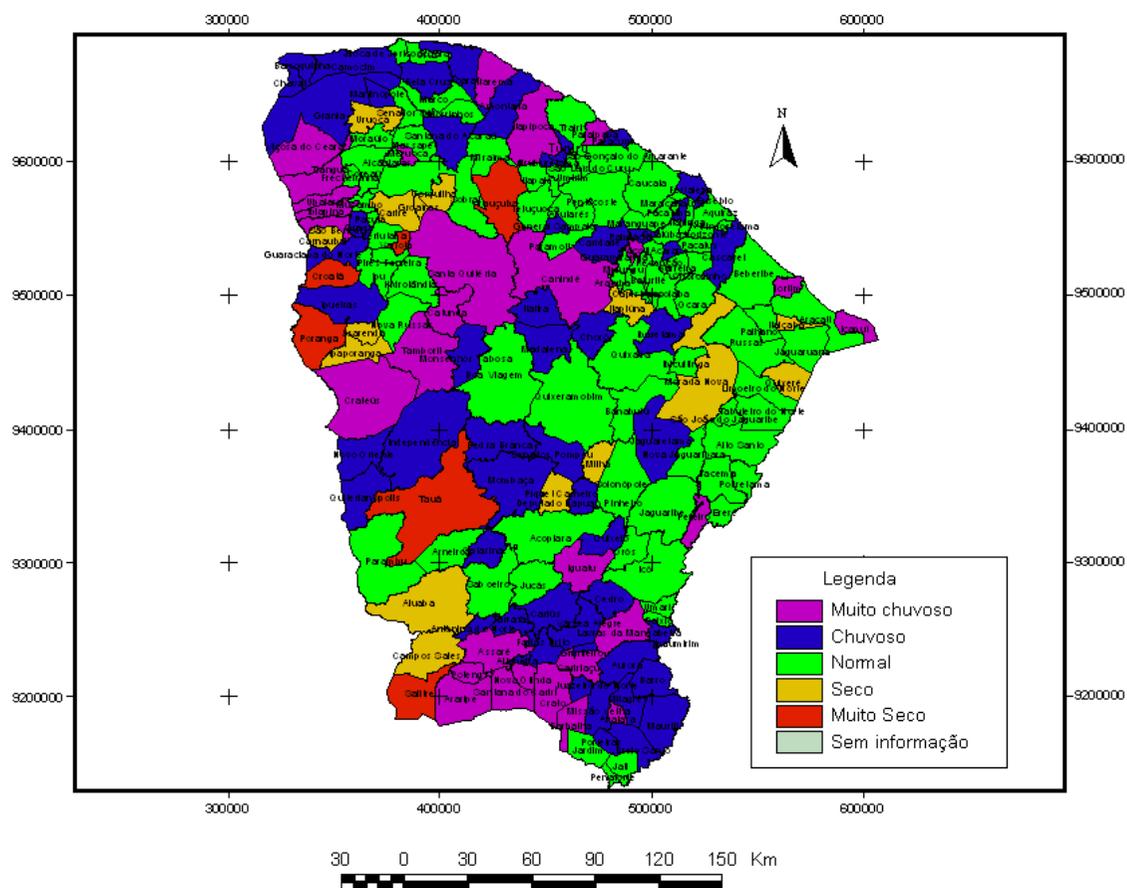
Com o Citar este m apa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1994.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1995



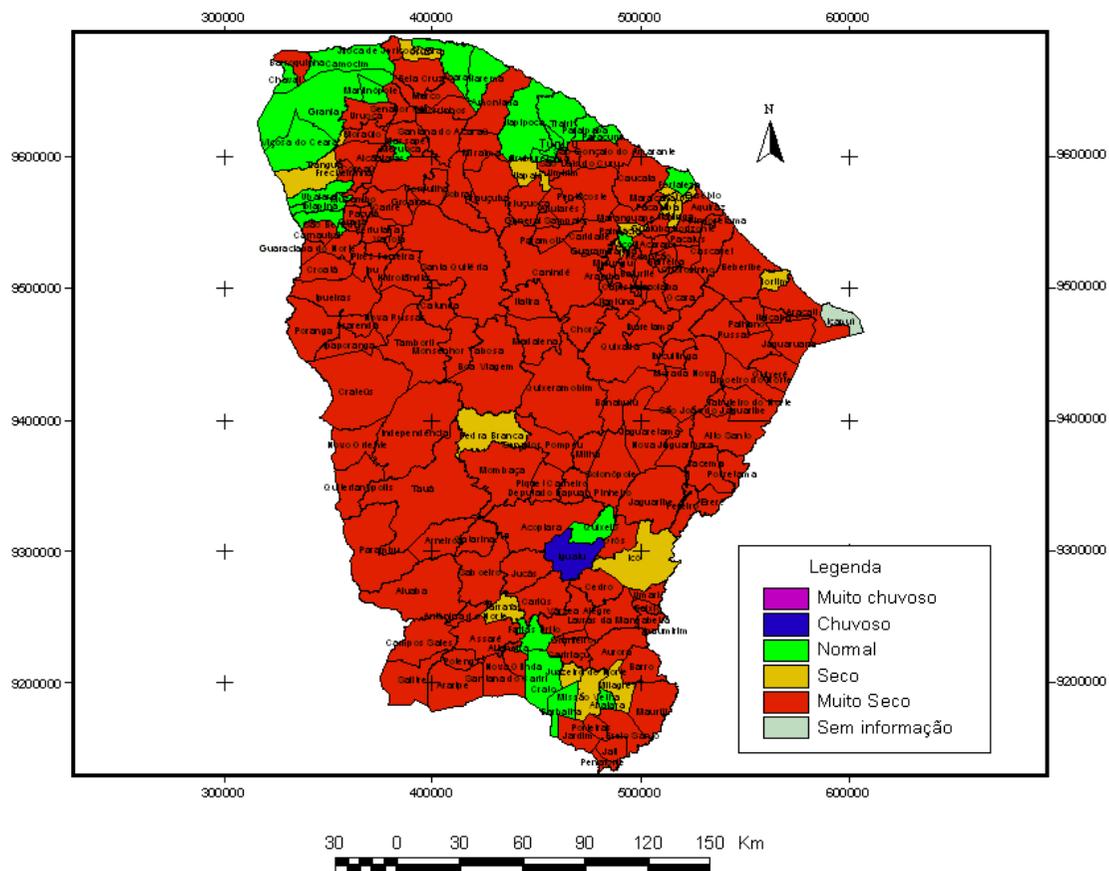
Com o Citar este m apa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1995.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1996



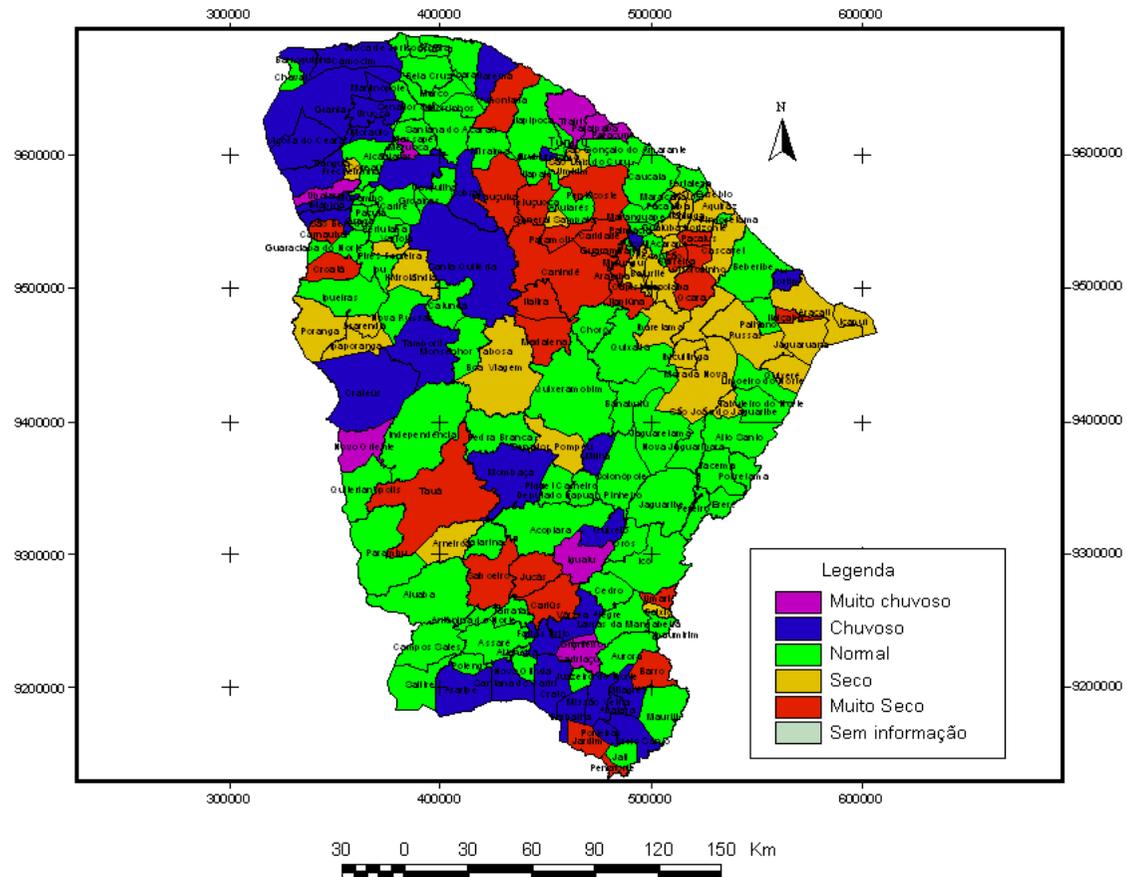
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1996.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1998



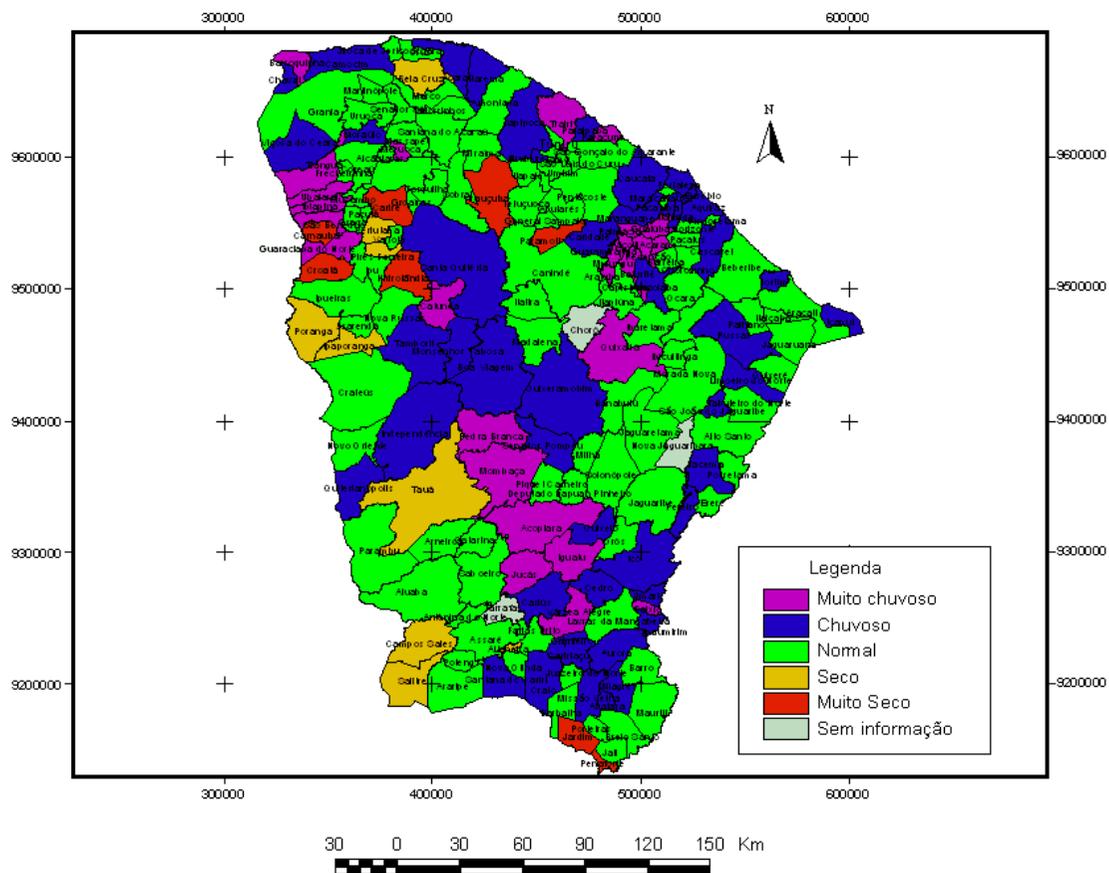
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1998**. Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

1999



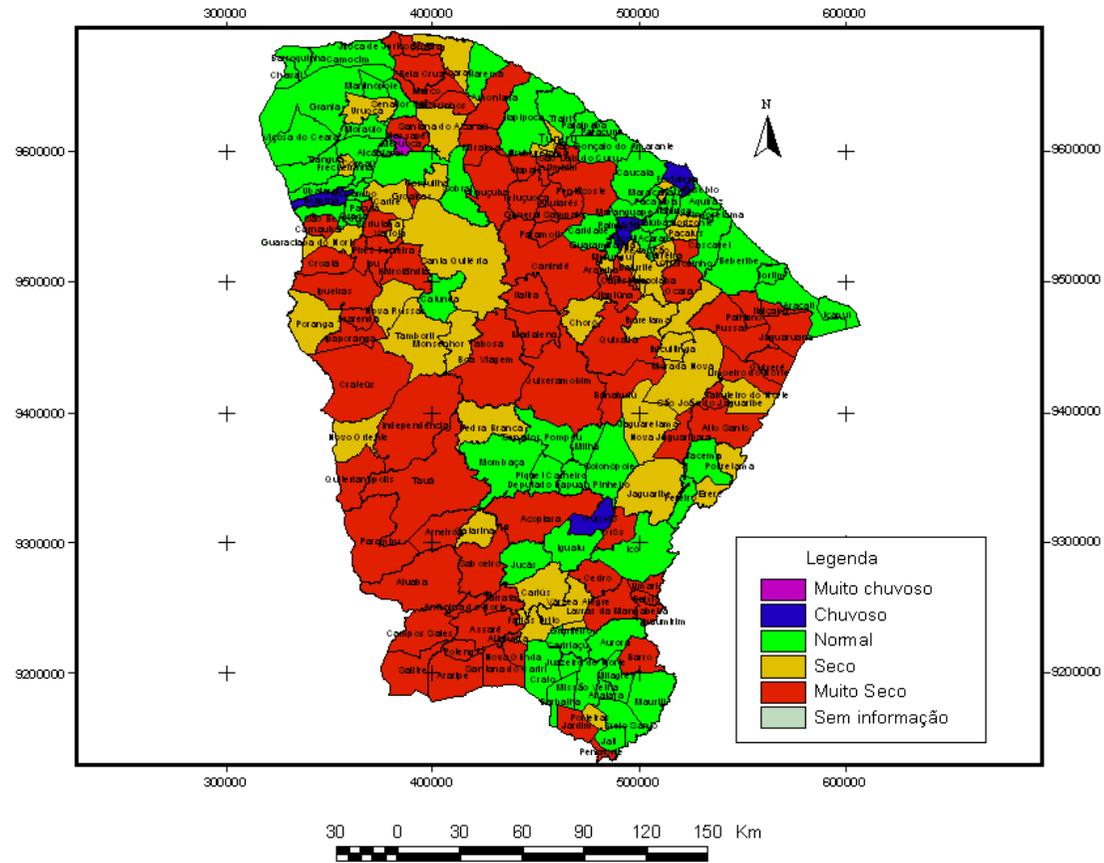
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 1999.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2000



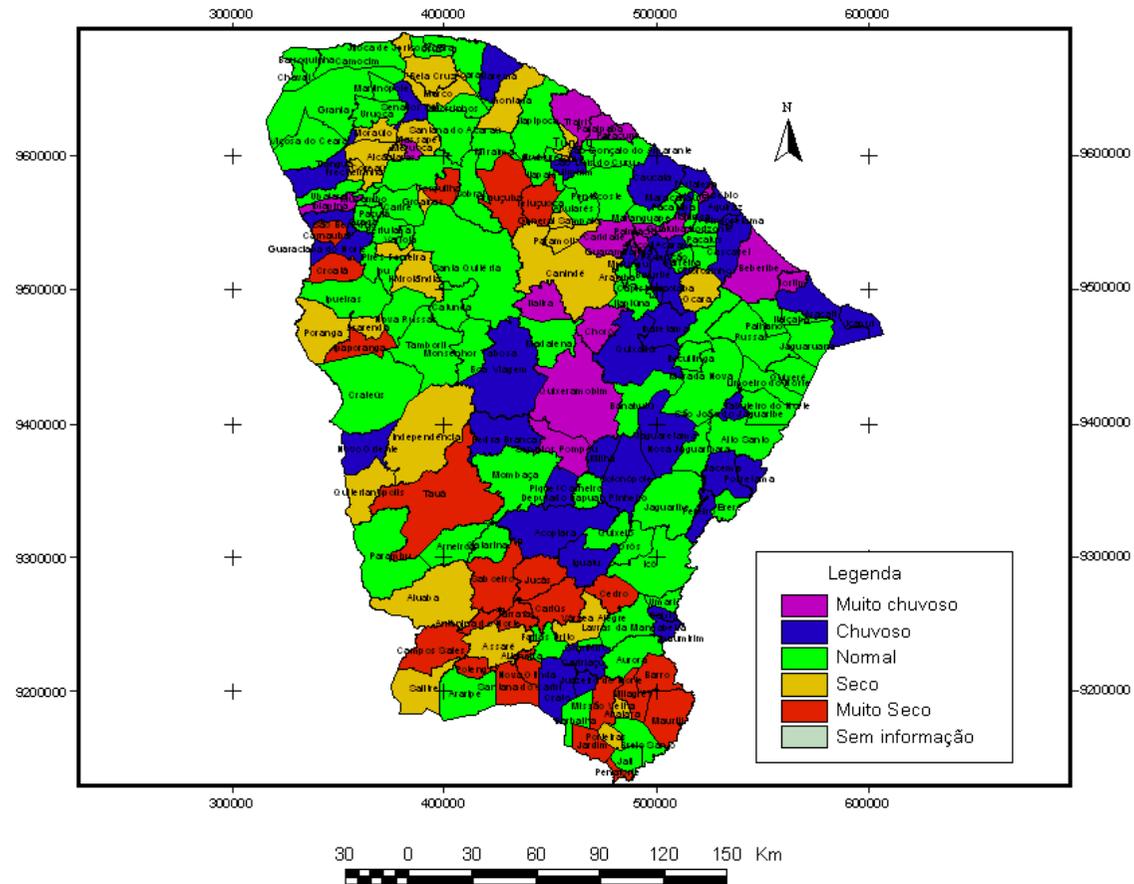
Com o Citar este m apa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2000.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2001



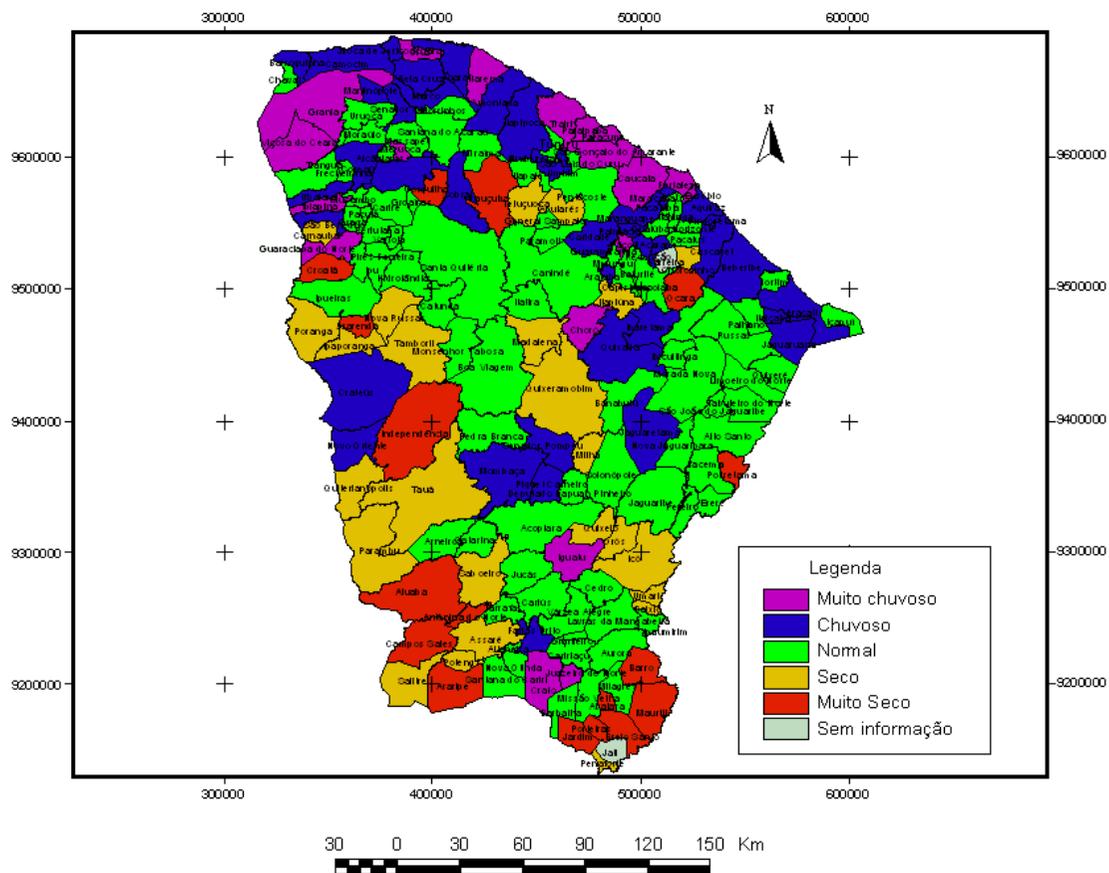
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2001.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2002



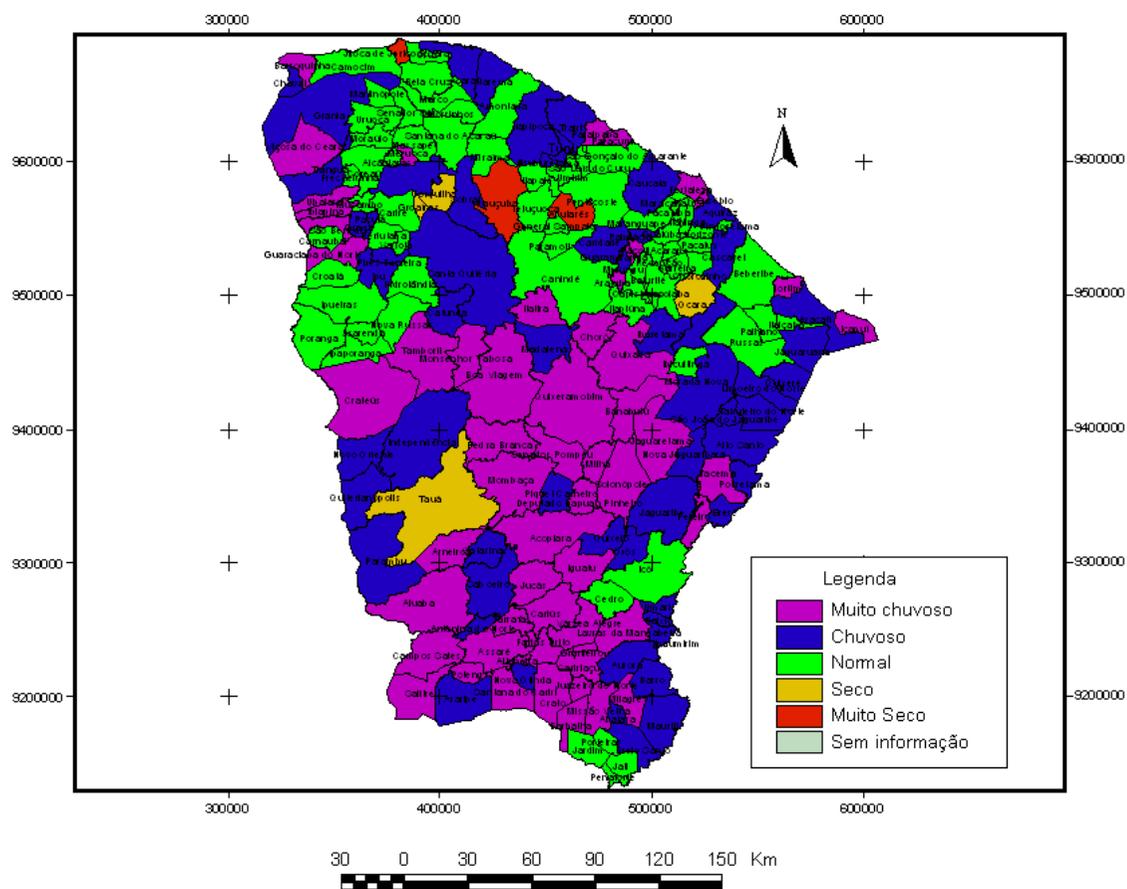
Com o Citar este m apa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2002.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2003



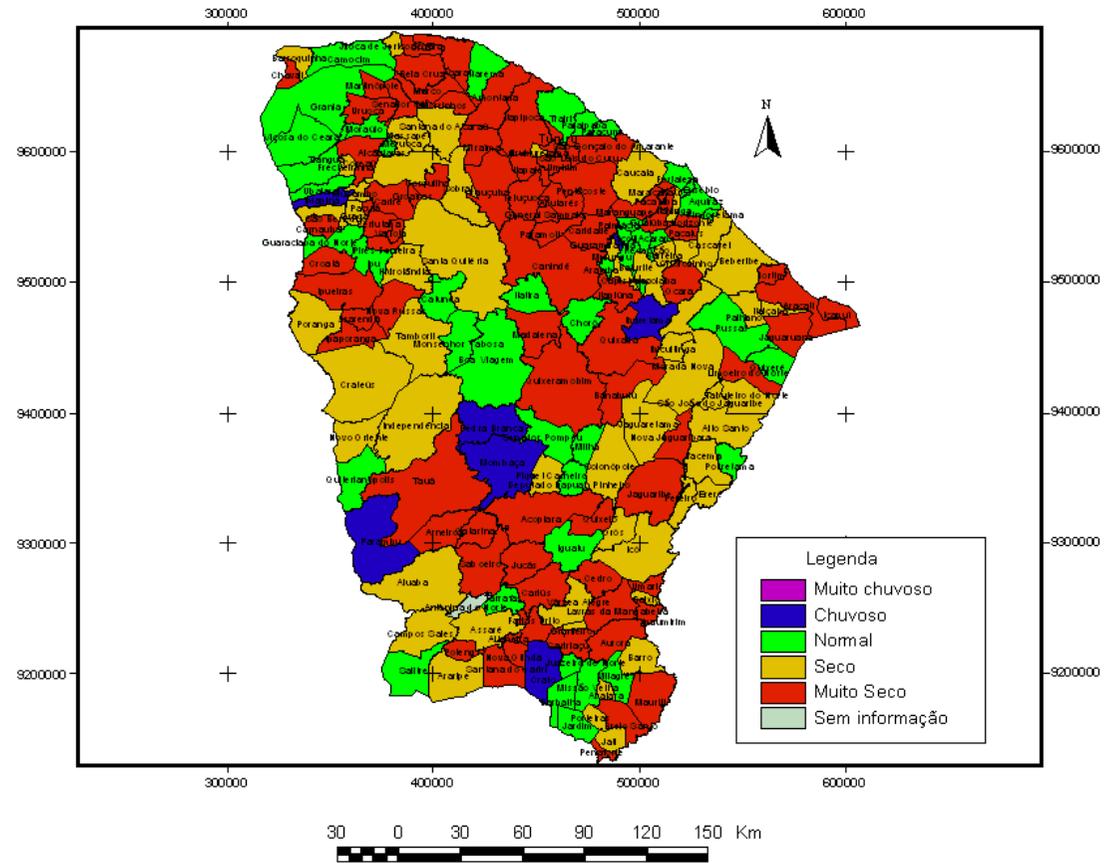
Com o Citar este m apa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2003.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2004



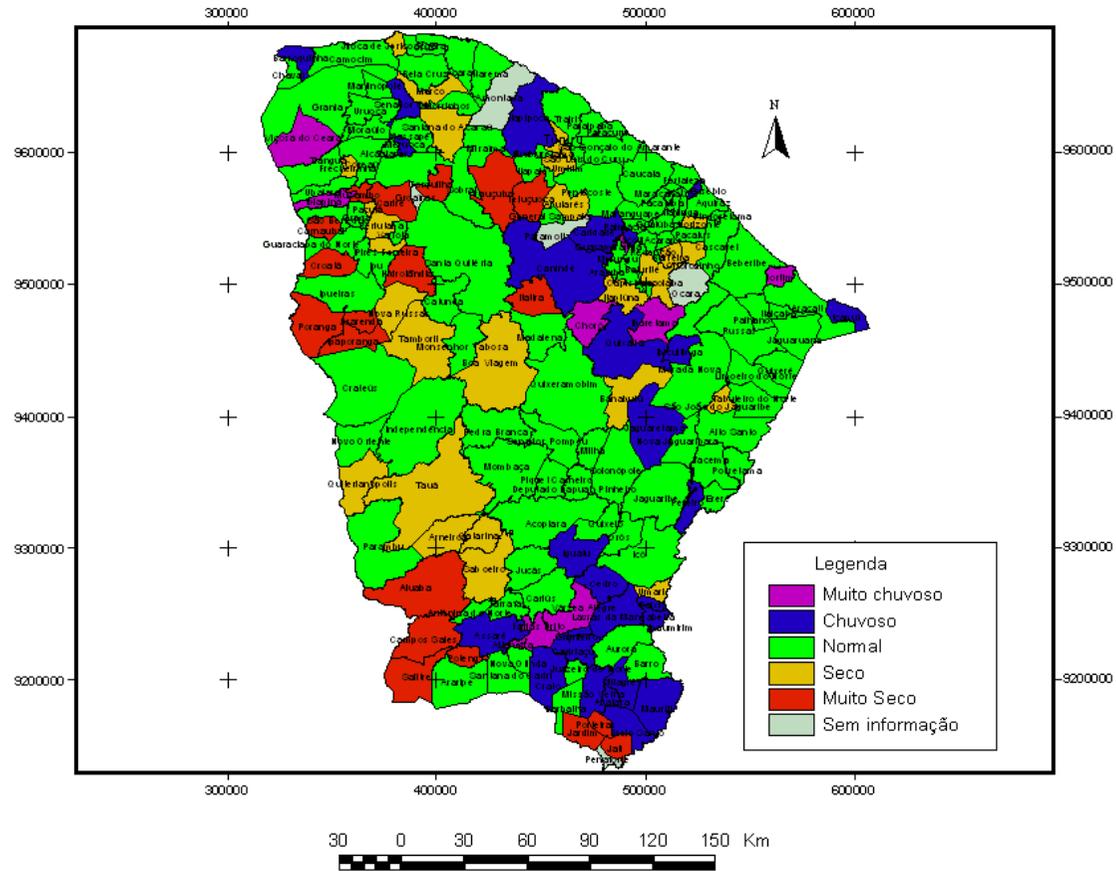
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2004.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2005



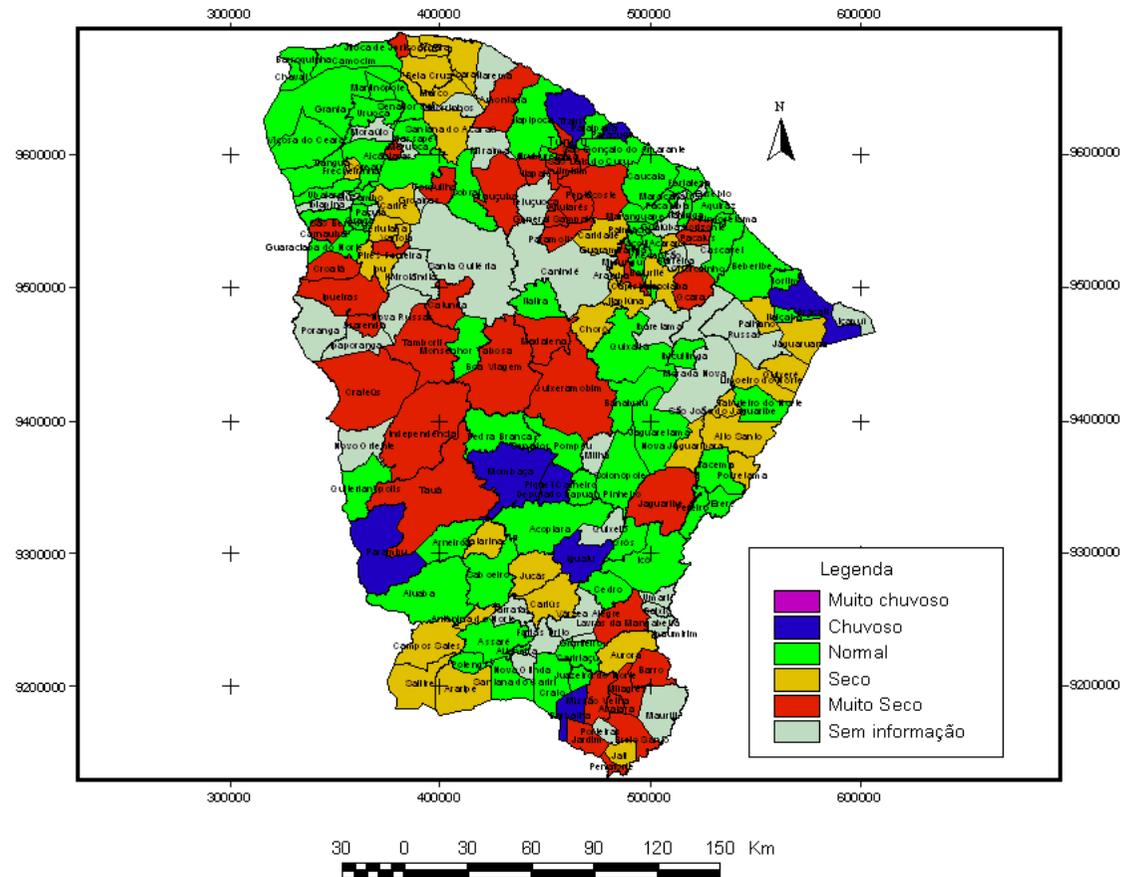
Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2005.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2006



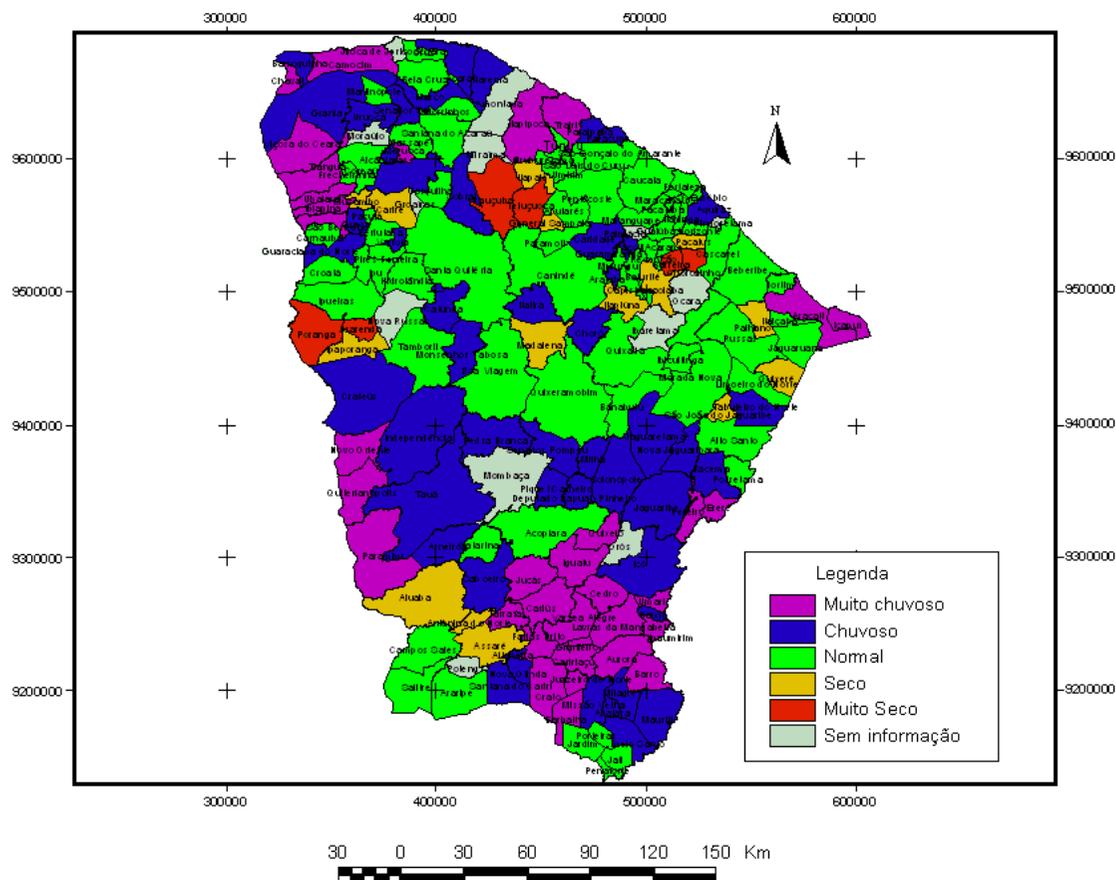
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2006.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2007



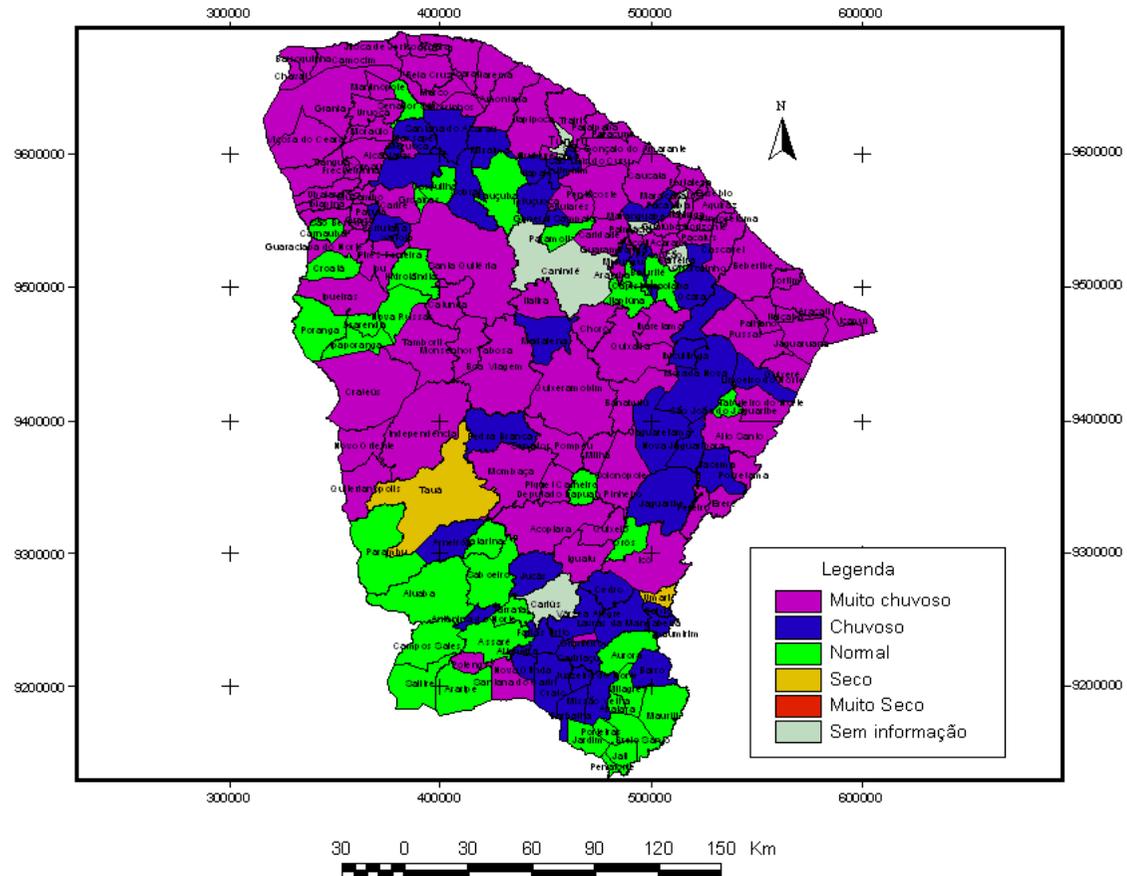
Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2007.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2008



Com o Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2008**. Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.

2009



Como Citar este mapa: MONTEIRO, Jander B. **Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao total pluviométrico acumulado anual através da técnica dos quantis para o ano de 2009.** Fortaleza, 2011.1. Mapa. Escala: 1:3000000.