



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**JANDER BARBOSA MONTEIRO**

**DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ: UMA ANÁLISE DE  
EPISÓDIOS PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS**

**FORTALEZA**

**2016**

JANDER BARBOSA MONTEIRO

DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ: UMA ANÁLISE DE EPISÓDIOS  
PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Natureza, campo e cidade no semiárido.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Elisa Zanella  
Co-orientador: Prof. Dr. Jáder de Oliveira Santos

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- M774d Monteiro, Jander Barbosa.  
Desastres naturais no estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos. /  
Jander Barbosa Monteiro. – 2016.  
255f. : il. color.
- Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de  
Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2016.
- Área de Concentração: Natureza, Campo e Cidade no Semi-Árido  
Orientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella  
Coorientação: Prof. Dr. Jäder de Oliveira Santos
1. Climatologia. 2. Catástrofes naturais – Ceará. 3. Chuvas – Ceará. I. Título

JANDER BARBOSA MONTEIRO

DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ: UMA ANÁLISE DE EPISÓDIOS  
PLUVIOMÉTRICOS EXTREMOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Natureza, campo e cidade no semiárido.

Aprovada em: 15/04/2016.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Elisa Zanella (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Jáder de Oliveira Santos (Co-orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Isorlanda Caracristi  
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

---

Dr. Manuel Rodrigues de Freitas Filho  
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marta Celina Linhares Sales  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Gledson Bezerra Magalhães  
Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, João Gonçalves Monteiro e Lauricélia Maria Barbosa Monteiro, que colaboraram para o ingresso na Universidade.

À minha esposa, Andressa Braz Rodrigues Monteiro, figura importante em minha vida e que foi fundamental nas dificuldades encontradas no decorrer do trabalho desenvolvido no Doutorado.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Elisa Zanella que, além de orientadora, foi a responsável por desencadear meu interesse por este objeto de estudo ainda na graduação.

Ao Prof. Dr. Daniel Rodriguez de Carvalho Pinheiro, pelas valiosas contribuições teórico-metodológicas em minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Jáder de Oliveira Santos, pela contribuição na parte cartográfica do trabalho e nas sugestões de grande valia.

Ao meu grande amigo Tiago Rodrigues da Rocha pela contribuição e disponibilidade para auxiliar na elaboração de alguns mapas.

Aos meus amigos que acompanharam de perto esta caminhada na Pós-Graduação.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é estabelecer critérios para definir valores normais e extremos para a chuva no Estado do Ceará e verificar sua relação com a ocorrência de desastres naturais. Metodologias estatísticas (técnica dos quantis e metodologia dos máximos de precipitação) foram utilizadas no intuito de analisar eventos extremos no Estado na série histórica em análise (1980-2013). A metodologia presente no banco de dados Emergency Events Database (EM-DAT) também serviu de subsídio para identificar sinais de ocorrência de desastres e sua relação com a ocorrência de eventos extremos (estiagens e inundações) em diferentes regiões do Estado do Ceará. Os resultados obtidos após a aplicação das técnicas estatísticas permitiu pontuar e identificar vários eventos de chuva extrema em diversas áreas do Estado, tanto na porção litorânea, como nos municípios mais interioranos. A maioria destes eventos foram registrados nos meses iniciais do ano e geralmente estavam associados a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT. Os fenômenos de estiagem também foram identificados a partir das técnicas estatísticas que possibilitaram uma análise do comportamento da chuva em diferentes regiões do Estado. A partir da identificação dos eventos extremos, estes apresentaram alguma evidência de impacto (número de atingidos, decretos de situação de emergência, etc.) que proporcionaram a deflagração de um desastre natural. Os municípios interioranos, situados em áreas de ocorrência da depressão sertaneja foram os mais afetados por estiagens. No entanto, as inundações, quando ocorrem, não se limitam somente às porções litorâneas ou serranas do Estado e acabam repercutindo inclusive em municípios localizados no sertão cearense. Evitar a ocorrência de eventos extremos no Estado é humanamente impossível. Contudo, a sociedade e o poder público devem adotar medidas que minimizem consideravelmente os impactos, possibilitando assim uma cultura de convivência com os desastres naturais.

**Palavras-chave:** Desastre natural; Climatologia; Eventos extremos; Medidas mitigatórias.

## ABSTRACT

The aim of this study is to establish criteria for the definition of both normal and extreme values for the rain in the state of Ceará and check their relationship with the occurrence of natural disasters. Statistical methodologies (the quantile technique and the maximum precipitation methodology) were used in order to analyze extreme events in the State of Ceará in the time series in question (1980-2013). This methodology that is present in the Emergency Events Database (EM-DAT) also served as a subsidy to identify signs of disaster occurrence and their relationship with the occurrence of extreme events (droughts and floods) in different regions of the State of Ceará. The results obtained after applications of statistical techniques allowed counting and identifying various heavy rainfall events in many areas of the state, both in the coastal part and in most provincial municipalities. Most of these events were recorded in the early months of the year and were usually associated with activities of Intertropical Convergence Zone - ITCZ. The dry season phenomena were also identified from statistical techniques that made possible an analysis of the rain behavior in different regions of the state. The extreme events, based on their identification, showed some evidence of impact (number of people affected, emergency decrees, etc.) that provided the outbreak of a natural disaster. The provincial municipalities, located in occurrence areas of *depressão sertaneja* were the most affected by drought. However, floods are not only restricted to coastal or mountainous parts of the state and end up impacting also in municipalities located in the *Sertão*. It is humanly impossible to prevent the occurrence of extreme events in the state. However, the society and the government must adopt measures that significantly minimize the impacts, thus enabling a coexistence culture with the natural disasters.

**Keywords:** Natural disasters; Climatology; Extreme events; Mitigating measures.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização do Estado do Ceará.....	17
Figura 2 - Gráfico de distribuição normal .....	27
Figura 3 - Termostato do risco .....	40
Figura 4 - Ciclo Hidro-ilógico .....	41
Figura 5 - Tipologia dos filtros perceptuais.....	42
Figura 6 - Classificação dos riscos ambientais.....	48
Figura 7 - A relação entre risco, ameaça e vulnerabilidade.....	51
Figura 8 - A relação indissociável da ameaça e da vulnerabilidade.....	55
Figura 9 - A relação entre a vulnerabilidade e os setores econômico, social, político e ambiental.....	58
Figura 10 - Divisão do Estado do Ceará em Regiões Pluviometricamente Homogêneas .....	64
Figura 11 - Localização dos postos pluviométricos por Região Pluviometricamente Homogênea .....	66
Figura 12 - Cálculo dos Quantis da Região Pluviometricamente Homogênea Litoral 3 .....	68
Figura 13 - Exemplo de régua quantílica para a Região Pluviometricamente Homogênea Litoral 3.....	69
Figura 14 - Fórmulas de determinação dos níveis de intensidade para os eventos de chuva extrema.....	71
Figura 15 - Registro de desastres naturais por ano e acumulado por tipo de desastre .....	75
Figura 16 - Prejuízos econômicos anuais e acumulados por tipo de desastre .....	76
Figura 17 - Desenho esquemático que representa a diferença entre inundação, enchente e alagamento .....	80
Figura 18 - Presidente do Brasil na época (Lula) sobrevoando as áreas alagadas de Santa Catarina em novembro de 2008 .....	81
Figura 19 - Bombeiros, Defesa Civil e populares trabalhando de forma conjunta no resgate de habitantes na região serrana de Teresópolis, em janeiro de 2011 .....	82
Figura 20 - Edição do dia 28 de março de 1974 do Jornal O Globo .....	84
Figura 21 - Capa da edição de 03 de junho de 1977 do Jornal O Povo.....	84
Figura 22 - Trecho da edição do dia 04 de março de 1979 do Jornal O Povo.....	85
Figura 23 - Trecho da capa do Jornal O Povo na edição de 04 de abril de 1985 .....	86
Figura 24 - Trecho de página do Jornal O Globo do dia 18 de abril de 1985 .....	86
Figura 25 - Capa da edição de 30 de janeiro de 2004 do Jornal Diário do Nordeste .....	87



Figura 26 - Notícia veiculada na edição de 07 de maio de 2009 no Jornal O Globo .....	88
Figura 27 - Alguns pontos de alagamento na cidade de Fortaleza no dia 27 de março de 2012 .....	89
Figura 28 - Alguns pontos de alagamento na cidade no dia 22 de junho de 2012 .....	89
Figura 29 - Área delimitada do semiárido brasileiro .....	91
Figura 30 - Em 1970, flagelados cercam e saqueiam unidade da Companhia Brasileira de Alimentação, do Governo Federal, no sertão cearense .....	106
Figura 31 - Capa da edição do dia 23 de agosto de 1983 do Jornal do Brasil.....	108
Figura 32 - Edição de 25 de março de 1993 do Jornal O Globo .....	110
Figura 33 - Peregrinação diária de agricultores para conseguir água no Sertão cearense, na seca de 2012.....	112
Figura 34 - Estrutura do Sistema Nacional de Defesa Civil.....	116
Figura 35 - Etapas de administração de desastres .....	121
Figura 36 - Desenho esquemático que ilustra os fenômenos de El Niño e La Niña .....	127
Figura 37 - Áreas selecionadas no projeto “Tempo de Chuva” para cálculos de temperaturas no Atlântico Intertropical .....	129
Figura 38 - Posicionamento da ZCIT no dia 10 de maio de 2004.....	130
Figura 39 - Atuação da ZCIT no dia 31 de março de 2014, ocasionando chuvas no setor norte do Nordeste brasileiro .....	131
Figura 40 - Atuação de frente fria que provocou chuvas na porção sul do Estado da Bahia, no dia 20 de outubro de 2013.....	132
Figura 41 - Vórtice Ciclônico de Altos Níveis em atuação no dia 13 de fevereiro de 2012, causando chuvas em parte do Nordeste Brasileiro.....	133
Figura 42 - Linha de Instabilidade em atuação associada à proximidade da ZCIT no dia 10 de maio de 2011 .....	134
Figura 43 - CCM em atuação no Nordeste no dia 28 de janeiro de 2011 .....	135
Figura 44 - Onda de Leste avançando em direção ao litoral nordestino no dia 13 de junho de 2014.....	136
Figura 45 - Modelo esquemático de brisa marítima (esquerda) e brisa terrestre (direita).....	137
Figura 46 - Temperatura média anual e sazonal do Brasil (1961-2001) .....	138
Figura 47 - Temperatura máxima anual e sazonal do Brasil (1961-2001) .....	139
Figura 48 - Pluviosidade média anual e sazonal do Brasil (1961-2001).....	140
Figura 49 - Região Niño $\frac{3}{4}$ no Oceano Pacífico equatorial.....	142

Figura 50 - Valores estabelecidos em milímetros para cada RPH no período de fevereiro-maio .....	147
Figura 51 - Gráfico da pluviosidade anual dos postos FUNCEME e PICI no período de 1990 a 2007.....	148
Figura 52 - Gráfico de Dispersão entre os postos da FUNCEME e PICI, localizados no município de Fortaleza.....	148
Figura 53 - Dipolo de TSM do Atlântico no período de 1964-2014.....	151
Figura 54 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 1996 após aplicação da técnica dos quantis.....	157
Figura 55 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 1998 após aplicação da técnica dos quantis.....	159
Figura 56 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 2000 após aplicação da técnica dos quantis.....	161
Figura 57 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 2005 após aplicação da técnica dos quantis.....	164
Figura 58 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 2009 após aplicação da técnica dos quantis.....	167
Figura 59 – Fragmentos do disco de precipitação com níveis de intensidade dos eventos extremos diários de chuva dos municípios selecionados.....	170
Figura 60 - Atuação da ZCIT no dia 21 de março de 2003.....	172
Figura 61 - Matéria do Jornal O povo da edição de 29 de abril de 1994.....	173
Figura 62 - Atuação da ZCIT nos dias 11 de março de 1996 e 02 de março de 2006, respectivamente.....	174
Figura 63 - Trecho da edição de 08 de março de 1994 do Jornal O Povo.....	175
Figura 64 – VCAN e ZCIT em atuação no dia 29 de janeiro de 2004 no Estado do Ceará...	176
Figura 65 - Capa da edição de 30 de abril de 2004 do Jornal O Povo.....	177
Figura 66 - ZCIT e VCAN combinados em atuação no dia 27 de março de 2012.....	178
Figura 67 - Ondas de Leste atuando no dia anterior à forte chuva que foi registrada em Fortaleza no dia 23 de junho de 2012.....	179

Figura 68 - Página da Edição de 24 de junho de 2012 do Jornal O Povo onde evento extremo na cidade de Fortaleza-CE é destacado.....	180
Figura 69 - Trecho de matéria publicada no dia 11 de março de 1986 no Jornal O Povo sobre fortes chuvas no Estado do Ceará. ....	181
Figura 70 - Imagem de satélite do dia 10 de janeiro de 2011.....	182
Figura 71 - Atuação da ZCIT no dia 16 de fevereiro de 2004.....	183
Figura 72 - CCM em atuação na porção meridional do Ceará no dia 28 de janeiro de 2011.	184
Figura 73 - Capa da edição de 29 de janeiro de 2011 do Jornal O Povo.....	185
Figura 74 - Atuação da ZCIT na porção setentrional do Nordeste brasileiro no dia 01 de abril de 1997.....	186
Figura 75 - Trecho da edição de 02 de abril de 1997 do Jornal O Povo. ....	187
Figura 76 - Número de desastres naturais associados a estiagens por município no período 1980-2013 .....	191
Figura 77 - Número de desastres naturais associados a inundações por município no período 1980-2013 .....	196
Figura 78 - Estiagem é destaque de capa do Jornal O Povo na edição de 08 de dezembro de 2013.....	200
Figura 79 - Trecho de matéria da edição de 04 de abril de 1985 do Jornal O Povo.....	202
Figura 80 - Capa da edição de 08 de maio de 2009 do Jornal O Povo.....	203
Figura 81 - Forte chuva em 2012 que comprometeu a estrutura do canal do rio Granjeiro no Crato.....	205

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos desastres naturais em relação à intensidade, segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil. ....	35
Tabela 2 - Modelo de formatação dos valores agrupados para obtenção dos quantis da RPH Litoral 3. ....	68
Tabela 3 - Registro Temporal de secas no Ceará nos séculos XVIII, XIX e XX. ....	95
Tabela 4 - Registro Temporal de secas nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco no século XIX. ....	97
Tabela 5 - Anos em que foram identificados o fenômeno de grandes secas no Nordeste brasileiro, nos séculos XVIII e XIX. ....	100
Tabela 6 - ENOS e Dipolo do Atlântico no quadrimestre fevereiro-maio. ....	144
Tabela 7 - Oceanic Niño Índice no período de 1979 – 2013. ....	150
Tabela 8 - Relação entre os mecanismos físicos e classificação dos municípios no período chuvoso (fevereiro-maio) por meio da técnica dos quantis. ....	152
Tabela 9 - Número de eventos extremos por município e de acordo com sua intensidade. ....	171
Tabela 10 - Número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios em que foram identificados desastres por estiagens em pelo menos 15 ou 16 anos da série histórica. ....	192
Tabela 11 – Número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios das RPH's Litoral 1, 2 e 3 em que foram identificados desastres por inundações em 5 ou mais anos da série histórica. ....	197
Tabela 12- Número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios das RPH's Cariri e Sertão Central e Inhamuns em que foram identificados desastres por inundações em 5 ou mais anos da série histórica. ....	204

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASAN	Anticiclone Subtropical do Atlântico Norte
ASAS	Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
AVEO	Ativos, Vulnerabilidade e Estrutura de Oportunidades
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
CCM	Complexo Convectivo de Mesoescala
CPC	Climate Prediction Center
CEDEC	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
COEDEC	Conselho Estadual de Defesa Civil
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
CONDEC	Conselho Nacional de Defesa Civil
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
CRED	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
DAG	Departamento de Articulação e Gestão
DIRDN	Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais
DMD	Departamento de Minimização de Desastres
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra as Secas
DOL	Distúrbio Ondulatório de Leste
DRR	Departamento de Reabilitação e de Reconstrução
EM-DAT	Emergency Events Database
ENOS	El Niño Oscilação Sul
EUA	Estados Unidos da América
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
FUNCAP	Fundo Especial para Calamidades Públicas
GEACAP	Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas
GESCAP	Grupo Especial de Socorro às Vítimas de Calamidade Pública
HS	Hemisfério Sul
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas

IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática
ISDR	International Strategy for Disasters Reduction
IT	Instabilidade Tropical
LA RED	Rede de Estudos Sociais em Prevenção de Desastres na América Latina
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEAS	Massa Equatorial do Atlântico Sul
MEC	Massa Equatorial Continental
MPA	Massa Polar Atlântica
MTA	Massa Tropical Atlântica
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NATCAT	National Cat Protection Society
NEB	Nordeste Brasileiro
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NUDECs	Núcleos Comunitários de Defesa Civil
OFDA	Office of Foreign Disaster Assistance
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
P2R2	Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos
PIRATA	Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic
PREVFOGO	Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais
REDECs	Regionais de Defesa Civil
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RPH	Região Pluviometricamente Homogênea
S2ID	Sistema Integrado de Informação de Desastres
SAAP	Serviço de Apoio Administrativo e Protocolo
SEDC	Sistema Estadual de Defesa Civil
SEDEC	Secretaria de Defesa Civil Nacional
SEMACE	Secretaria do Meio Ambiente do Ceará
SINDEC	Sistema Nacional de Defesa Civil

SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIPRON	Sistema de Proteção ao Programa Nuclear Brasileiro
SUDENE	Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste
TR	Tempo de Retorno
TSM	Temperatura da Superfície Marítima
UNDP	United Nations Development Programme
VCAN	Vórtice Ciclônico de Alto Nível
VCAS	Vórtice Ciclônico de Ar Superior
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. A concepção física e social do conceito de evento extremo .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. As trajetórias e as diferentes concepções do conceito de desastre natural.....</b>	<b>28</b>
<b>2.3. Os conceitos de risco, ameaça, vulnerabilidade e sua inter-relação. ....</b>	<b>38</b>
<b>3. MATERIAIS E TÉCNICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>3.1. A técnica estatística dos quantis.....</b>	<b>61</b>
<b>3.2. A metodologia dos máximos de precipitação para determinar eventos extremos diários de chuva. ....</b>	<b>70</b>
<b>3.3. A metodologia utilizada para detectar sinais de desastres naturais .....</b>	<b>72</b>
<b>4. PROTEÇÃO CIVIL, SECAS E INUNDAÇÕES .....</b>	<b>75</b>
<b>4.1. Desastres naturais e eventos de chuvas extremas no Brasil .....</b>	<b>75</b>
<b>4.2. Secas e inundações no Estado do Ceará .....</b>	<b>82</b>
<b>4.3. O Sistema Nacional de Defesa Civil e mecanismos oficiais de defesa e respostas a desastres naturais no Brasil .....</b>	<b>112</b>
<b>5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-AMBIENTAIS E DINÂMICA CLIMÁTICA QUE INFLUENCIAM NA OCORRÊNCIA E POTENCIALIZAÇÃO DE ESTIAGENS E INUNDAÇÕES NO ESTADO DO CEARÁ.....</b>	<b>125</b>
<b>5.1. Características geoambientais do Estado do Ceará .....</b>	<b>125</b>
<b>5.2. Sistemas Atmosféricos e Mecanismos Físicos que influenciam na ocorrência de chuvas extremas e estiagens.....</b>	<b>126</b>
<b>5.3. Fatores que influenciam na temperatura do território cearense. ....</b>	<b>137</b>
<b>5.4. Distribuição espacial das chuvas no setor Norte do Nordeste brasileiro. ....</b>	<b>139</b>
<b>6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGIÕES PLUVIOMETRICAMENTE HOMOGÊNEAS DO ESTADO DO CEARÁ POR MEIO DA TÉCNICA DOS QUANTIS.....</b>	<b>146</b>
<b>6.1. Períodos extremos de chuva (muito secos e muito chuvosos) no Ceará, no período de 1980-2013.....</b>	<b>149</b>



<b>7. EVENTOS EXTREMOS DIÁRIOS DE CHUVA NOS MUNICÍPIOS CEARENSES</b>	<b>169</b>
<b>8. DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À PRECIPITAÇÃO E ESTIAGEM NO ESTADO DO CEARÁ.</b>	<b>188</b>
<b>9. CONCLUSÕES</b>	<b>208</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>215</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>218</b>
<b>APÊNDICE A – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS POR REGIÃO PLUVIOMÉTRICA HOMOGÊNEA</b>	<b>231</b>
<b>APÊNDICE B – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH LITORAL 1</b>	<b>235</b>
<b>APÊNDICE C – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH LITORAL 2</b>	<b>237</b>
<b>APÊNDICE D – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH LITORAL 3</b>	<b>239</b>
<b>APÊNDICE E – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH MACIÇO DE BATURITÉ</b>	<b>241</b>
<b>APÊNDICE F – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH IBIAPABA</b>	<b>244</b>
<b>APÊNDICE G – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH JAGUARIBANA</b>	<b>247</b>
<b>APÊNDICE H – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH CARIRI</b>	<b>250</b>
<b>APÊNDICE I – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH SERTÃO CENTRAL E INHAMUNS</b>	<b>253</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os desastres naturais estão associados à própria história do homem e a forma como este se apropria da natureza e utiliza seus recursos. Em tempos pretéritos, quando ainda existia a formação de pequenos grupamentos humanos já ocorriam desastres naturais. Porém, nas últimas décadas, a preocupação com os impactos desencadeados por desastres naturais cresceram de forma considerável, ganhando proporções cada vez mais alarmantes.

Tal alarmismo pode estar relacionado aos danos e perdas sociais, ambientais e econômicas que os desastres naturais têm proporcionado nas últimas décadas, gerando impactos e prejuízos vultosos a muitas sociedades contemporâneas. Afinal, um fenômeno natural só é considerado desastre quando atinge uma determinada área povoada, provocando danos materiais e humanos (TOMINAGA, 2009).

Alguns setores da sociedade e até pesquisadores já mencionam, inclusive, um aumento na frequência de desastres naturais nas últimas décadas, com destaque para aqueles que estão relacionados à precipitação (GOERL, KOBIYAMA, 2013).

No entanto deve-se considerar, antes de tudo, que os desastres naturais estão diretamente relacionados à vulnerabilidade e resiliência da sociedade a tais fenômenos. Obviamente, não se pode descartar o fato de alguns registros de desastres não serem catalogados. Afinal, a globalização da informação permitiu um maior acesso e divulgação das notícias relacionadas à ocorrência de desastres naturais no globo. O aumento da população também pode influenciar no aumento da frequência de desastres naturais, principalmente quando esta passa a habitar áreas consideradas de risco (próximo às margens de rios e lagoas, encostas íngremes, áreas de constante ocorrência de terremotos ou rota de furacões etc.) e que antes não eram “palco” da ocorrência de desastre naturais.

Na sociedade contemporânea, a maior vulnerabilidade e exposição a riscos diversos acabam por potencializar os impactos provenientes de desastres naturais, dificultando a tomada de medidas que minimizem os impactos de desastres naturais. Diversos estudiosos, inclusive, já mencionam o termo convivência, uma vez que os fenômenos naturais de grande magnitude não deixarão de existir. Com isso, é de fundamental importância conhecer a gênese desses fenômenos, bem como desenvolver medidas e ações de gestão dos riscos de desastres que possam mitigar os impactos provenientes de desastres naturais.

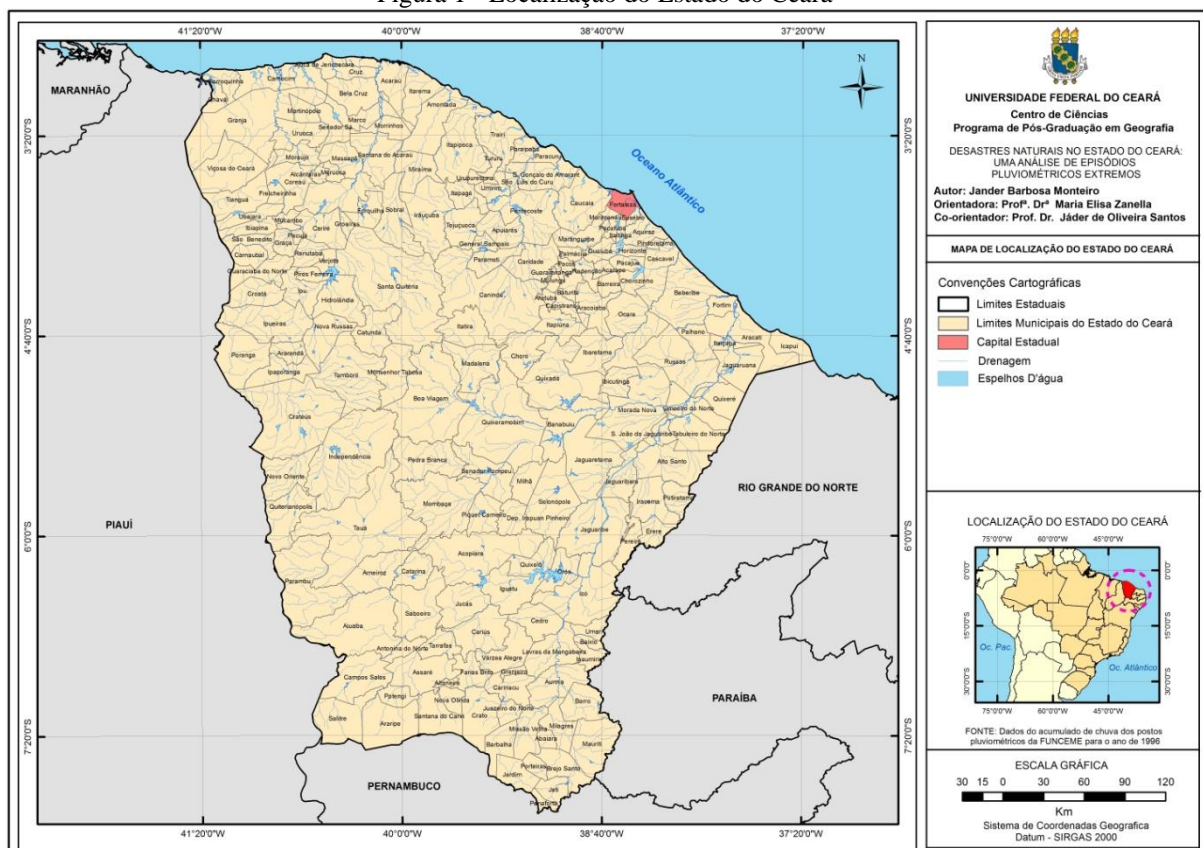
Foi justamente a partir da Revolução Industrial e Científica que a vulnerabilidade das populações foi potencializada, pois estas se apropriaram de ambientes sem reconhecer

suas limitações, criando-se, dessa forma, uma situação de risco iminente. No cenário brasileiro, soma-se a isso a inatividade do Poder Público frente à gestão do território e o crescimento desordenado das cidades que apresentam inúmeros problemas socioambientais que acabam contribuindo para um incremento dos impactos associados a desastres naturais.

No Brasil, os desastres naturais mais frequentes são as inundações, deslizamentos de terra, secas e erosão (MAFFRA; MAZZOLA, 2007), que ocasionam inúmeros prejuízos materiais e humanos em diversas áreas do país. Os maiores impactos acabam ganhando uma elevada proporção nas grandes cidades brasileiras, devido ao uso do solo e à presença de uma população cada vez mais vulnerável a estes impactos.

Neste contexto se insere o Estado do Ceará, localizado na porção setentrional da região Nordeste do Brasil (FIGURA 1), onde coexistem um conjunto de fatores de ordem climática e ambiental, bem como aqueles relacionados à vulnerabilidade de muitas comunidades que acabam contribuindo para o desencadeamento de eventos naturais perigosos, caracterizados como desastres naturais.

Figura 1 - Localização do Estado do Ceará



Fonte: Elaborado pelo autor

No Estado do Ceará, as estiagens e as inundações são os desastres naturais que mais ocorrem, ou seja, estão relacionados aos impactos das precipitações (seja pela ocorrência ou não destas). Nesse sentido, os estudos relacionados aos impactos provenientes de precipitações elevadas ou da escassez de chuvas ganham um importante significado no território brasileiro, bem como no Estado do Ceará.

No intuito maior de compreender o desastre natural em seus diferentes aspectos, verificou-se nas últimas décadas o esforço de alguns estudiosos brasileiros em pesquisar sobre esta temática, visando entender desde a gênese e o comportamento dos fenômenos naturais que desencadeiam o desastre, os riscos a que estão sujeitos algumas populações que habitam áreas instáveis do ponto de vista ambiental e consideradas vulneráveis, até mesmo identificar como estes desastres afetam de forma diferenciada algumas porções do país, de alguns Estados e até mesmo áreas dentro de uma própria cidade.

No entanto, antes de avaliar a vulnerabilidade de uma determinada área ou até mesmo de um indivíduo, família ou comunidade, é extremamente importante identificar o evento extremo e se o mesmo pode ser caracterizado como desastre natural. Apesar das inúmeras conceituações e discussões acerca desta temática, estas não permitem que um determinado evento seja caracterizado como extremo ou desastre natural de forma mais concreta. E, ainda que o evento seja caracterizado como extremo, o que pode ter desencadeado o mesmo? Para responder este questionamento, faz-se necessário identificar a gênese do evento, ou seja, o fenômeno natural ou sistema atmosférico que o desencadeou. Afinal, esta é uma das etapas iniciais para adoção de medidas de prevenção, já que atualmente a sociedade dispõe de tecnologias que permitem identificar, por exemplo, um fenômeno ou sistema atmosférico em formação.

A partir da identificação da gênese dos fenômenos surge a necessidade de compreender/desvendar a distribuição espacial e temporal dos mesmos. Trata-se de identificar quais regiões são mais impactadas por estiagens ou inundações. Estes procedimentos podem contribuir para subsidiar outras pesquisas e avaliações, bem como auxiliar na organização e estruturação do espaço, oferecendo elementos para adoção de políticas públicas, organização de comunidades e informações qualificadas que poderão ser utilizadas como elementos técnicos e teóricos para a tomada de ações por parte de técnicos de planejamento e demais atores sociais envolvidos nas ações de mitigação de desastres naturais.

Levando em consideração tais problemáticas, algumas perguntas de partida podem ser elencadas, tais como: Quais os sistemas atmosféricos e mecanismos físicos que geralmente influenciam na ocorrência de eventos extremos no Estado do Ceará? É possível

estabelecer critérios para definir eventos extremos e a relação entre estes e a deflagração de desastres naturais? Quais as regiões e municípios do Estado do Ceará que são mais afetados por desastres relacionados à inundações e estiagens?

No intuito de responder a estas indagações e observar o comportamento da chuva (estiagens e inundações) no Estado do Ceará, em seus diferentes aspectos como sua gênese, distribuição espacial, bem como os impactos a elas associados, esta pesquisa objetiva estabelecer critérios para definir valores normais e extremos para a chuva no Estado do Ceará e verificar sua relação com a ocorrência de desastres naturais.

Como objetivos específicos, esta pesquisa procura: estabelecer valores diários extremos de chuva para os municípios mais atingidos por inundações em diferentes regiões do Estado; analisar o comportamento da pluviosidade dos municípios do Estado do Ceará no período correspondente ao quadrimestre chuvoso (meses de fevereiro a maio); identificar os sistemas atmosféricos e mecanismos físicos que mais influenciam na ocorrência de eventos extremos de chuva (estiagens e inundações) no Estado do Ceará; analisar o comportamento da chuva, identificando eventos extremos e os sistemas atmosféricos que desencadearam os mesmos em uma perspectiva temporal e espacial; realizar um resgate histórico dos principais eventos de chuvas consideradas extremas e estiagens que ocorreram na série histórica em análise; identificar sinais de ocorrência de desastres naturais no Estado do Ceará; identificar as áreas e municípios do Estado do Ceará mais impactados por eventos extremos de chuva (estiagens e inundações) que foram caracterizados como desastre natural.

Para contemplar tais objetivos, foi realizada uma pesquisa documental por meio de consultas a informações qualificadas encontradas na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, na Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará e em jornais de circulação local, revisão bibliográfica de conceitos como evento extremo, desastre natural, risco, ameaça, vulnerabilidade e utilização de metodologias, a citar: a técnica dos quantis (que permite caracterizar um determinado fenômeno como evento extremo), a metodologia dos máximos de precipitação (que permite uma análise de eventos extremos diários de chuva) e a metodologia presente no banco de dados EM-DAT para identificar um determinado evento como desastre natural.

A partir destas indagações e objetivos, surgem algumas hipóteses. Primeiramente, a hipótese de que a maioria dos eventos extremos máximos de chuva são originados a partir da atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, enquanto que os eventos onde praticamente não ocorre a chuva (estiagens) possuem forte relação com a ocorrência de El Niños de maior intensidade.

Afinal, A ZCIT é o principal sistema atmosférico que ocasiona chuvas na porção setentrional do Nordeste brasileiro, onde está localizado o Estado do Ceará, atuando nos meses iniciais do ano, quando geralmente são identificados eventos extremos máximos de chuva. Além disso, diversas pesquisas afirmam que o fenômeno da estiagem pode ter relação com a oscilação das temperaturas do Oceano Pacífico e que, no caso do Nordeste brasileiro, as estiagens ocorrem geralmente em anos de atuação de El Niños de forte intensidade no período correspondente ao quadrimestre chuvoso.

A segunda hipótese seria a de que a análise estatística de acumulados mínimos e máximos de precipitação permite definir critérios para a classificação de eventos extremos deflagradores de desastres naturais no Estado do Ceará.

Já que a mídia eletrônica e impressa e até mesmo a comunidade científica encontra dificuldade na identificação de um determinado evento como extremo, por diversas questões subjetivas, a análise estatística a partir de metodologias que levam em consideração o comportamento da chuva em uma determinada região e utilizando uma longa série histórica apresentam-se como uma alternativa eficaz para a identificação e classificação de eventos extremos de forma mais objetiva no Estado do Ceará.

Por fim, uma terceira hipótese pode ser levantada: a de que os municípios litorâneos são mais afetados por desastres naturais desencadeados por inundações, enquanto que os municípios interioranos do Estado do Ceará, onde ocorrem as depressões sertanejas, são mais impactados por desastres naturais desencadeados por estiagens.

Esta última hipótese leva em consideração a posição geográfica de alguns municípios e regiões do Estado, uma vez que as áreas litorâneas apresentam uma influência do oceano na dinâmica climática, fazendo com que estas áreas possuam características climáticas que as diferenciam de outras porções mais interioranas do Estado, influenciadas pelo Clima Tropical Semiárido. Ou seja, acredita-se que nos ambientes litorâneos (mais úmidos) existe uma maior predisposição à ocorrência de eventos extremos máximos de chuva, ocasionando inundações que podem ser caracterizadas como desastres naturais, enquanto que nas depressões sertanejas do Estado, as chuvas escassas e mal distribuídas ao longo do ano contribuem para uma maior ocorrência de desastres relacionados às estiagens.

O desenvolvimento e utilização de metodologias que visem uma melhor compreensão do desastre natural são fundamentais no auxílio para tomada de decisões que envolvem esta temática dos desastres naturais (medidas preventivas, retirada da população, educação ambiental, medidas estruturais, sistemas de alerta etc.), ainda que estas metodologias apresentem um determinado caráter quantitativo.

Afinal, a quantificação nos estudos de desastre é necessária. Serve de subsídio para as ações mitigadoras e de convivência com o desastre natural. Ainda que o Geógrafo possua certa tendência em produzir dados qualitativos, nas pesquisas relacionadas a desastres naturais, este acaba por produzir dados quantitativos que podem ser utilizados pelos tomadores de decisão (GOERL; KOBİYAMA, 2013).

Embora as medidas estruturais e não estruturais<sup>1</sup> possuam sua importância, uma das mais importantes é a conscientização e/ou educação ambiental, que pode ser desempenhada pelo licenciado em Geografia (GOERL; KOBİYAMA, 2013).

Assim, torna-se de fundamental importância para o Geógrafo, bem como outros estudiosos que desenvolvem pesquisas e ações em torno dos desastres, o entendimento dos desastres naturais, tanto sob uma perspectiva teórica, como também operacional, pois os conceitos que envolvem os estudos referentes aos desastres naturais são muitas vezes confundidos ou os desastres naturais, em alguns casos, nem sequer são identificados ou catalogados.

O número de desastres no Brasil é superior aos registros do EM-DAT (MARCELINO, 2008) e a utilização da informação é fundamental para o conhecimento do risco que eles representam. Trata-se de uma etapa importante a ser contemplada para a execução de medidas de mitigação, na convivência com os desastres naturais e até mesmo subsidiando possíveis medidas estruturais.

No primeiro capítulo da Tese é realizada uma discussão teórica sobre conceitos e temas relativos aos desastres naturais no Brasil. Inicialmente são abordados os conceitos de evento extremo, desastre natural, risco, ameaça e vulnerabilidade sob diferentes concepções, uma vez que estes apresentam diversas interpretações e nomenclaturas que podem dificultar e confundir o entendimento dos desastres naturais. Em seguida, também é realizada uma discussão sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil no Brasil e outros mecanismos de defesa e resposta a desastres naturais.

No segundo capítulo da Tese é realizado um resgate histórico de importantes secas e inundações no Estado do Ceará, através de consulta a documentos históricos, livros, bem como em registros na mídia eletrônica e impressa.

---

<sup>1</sup> Para reduzir os danos materiais e humanos provenientes de desastres naturais, existem dois tipos de medidas: as estruturais (como diques e barragens, complexas e mais caras), que geralmente são desenvolvidas por engenheiros, e as não estruturais (como sistemas de alerta, mapeamento etc.), que possuem grande vantagem na relação custo-benefício.

No capítulo seguinte da Tese realiza-se uma discussão sobre os sistemas atmosféricos e os mecanismos físicos que exercem influência sobre o comportamento da chuva no Nordeste brasileiro, bem como uma breve discussão sobre a dinâmica climática e as características físico-ambientais do Estado do Ceará, no intuito de identificar os elementos naturais que podem apresentar uma parcela de contribuição na predisposição do meio à ocorrência de fenômenos naturais de grandes proporções que podem, posteriormente, dependendo da vulnerabilidade e dos impactos ocasionados, ser caracterizados como desastre natural.

O quarto capítulo da Tese trata dos materiais e técnicas utilizados no decorrer da pesquisa, destacando a origem das informações qualificadas utilizadas, como foi realizado o tratamento e interpretação das mesmas e como estas informações foram utilizadas por meio de técnicas estatísticas (técnica dos quantis e dos máximos de precipitação) e metodologias presentes em banco de dados (EM-DAT).

O quinto capítulo apresenta discussões e resultados alcançados com a pesquisa em uma subdivisão que contempla: uma análise estatística da chuva em diferentes regiões do Estado do Ceará, identificando desde períodos muito secos, normais, até períodos muito chuvosos na série histórica utilizada (1980-2013); a identificação de eventos extremos diários de chuva em alguns municípios mais atingidos por inundações nas Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado; o comportamento da chuva em algumas Regiões Pluviometricamente Homogêneas, destacando algumas particularidades das mesmas; a identificação dos mecanismos físicos e sistemas atmosféricos que influenciam na ocorrência de eventos extremos; a identificação de sinais de ocorrência de desastres naturais no Ceará e os municípios que são mais impactados com a ocorrência de estiagens e inundações.

Finalmente, no último capítulo, são realizadas considerações e conclusões em torno da pesquisa que foi desenvolvida, com base no referencial teórico utilizado e nos resultados identificados com as técnicas utilizadas e critérios estabelecidos para decretar desastres naturais.



## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. A concepção física e social do conceito de evento extremo**

Há fenômenos naturais que tem tido certa regularidade ordinária. Outros são raros, extraordinários e surpreendentes, sendo caracterizados como extremos. A energia de cada um deles também varia e a interpretação de alguns pesquisadores para definir determinados eventos como extremos também.

Há tantas possibilidades de definição de eventos extremos quanto sejam as experiências pessoais de cada pesquisador. Há muitos fatores e variáveis que levam a identificação dos eventos extremos e seus possíveis efeitos. Nesse sentido, não surpreende descobrir que ainda não existe unanimidade na comunidade científica quanto à definição de evento extremo.

O termo evento extremo é constantemente utilizado para caracterizar fenômenos provenientes de episódios pluviométricos, podendo ocorrer nos eventos considerados mínimos de chuva (quando praticamente não ocorre a chuva), bem como nos eventos considerados máximos (quando ocorrem chuvas extremas), sendo relacionados, respectivamente, a fenômenos marcados pelo binômio seca e enchente.

O termo evento extremo nos estudos de secas e enchentes também apresenta uma análise temporal de suma importância. Enquanto que nos estudos de secas leva-se em consideração a ausência ou registros quase nulos do acumulado de chuva durante um longo período (vários meses), nos estudos de enchentes considera-se, geralmente, períodos menores, com acumulados de chuva que podem ocorrer em um curto período de 24 horas ou em poucos dias, ocasionando fortes inundações.

De qualquer forma, o evento extremo é definido pela Defesa Civil como um evento catastrófico, de difícil ocorrência e que gera graves consequências quando ocorre (CASTRO, 2009).

No entanto, para melhor definição de evento extremo, faz-se necessário analisar o comportamento da chuva em determinada região de forma detalhada, bem como teorizar de forma mais concisa o termo. Afinal, este possui diferentes interpretações, desde um ponto de vista físico e/ou estatístico, até um ponto de vista social, quando envolve variáveis como a vulnerabilidade e resiliência.

A chuva pode ser caracterizada através das seguintes variáveis: a altura, a intensidade, a duração e a frequência (COLLISCHON, 2008). A altura é entendida como a

espessura média da lâmina de água que cobriria uma determinada localidade atingida se esta fosse plana e impermeável e é medida através da unidade milímetro de chuva (mm)<sup>2</sup>. A intensidade da chuva é medida através da divisão da altura precipitada pela duração da chuva. Geralmente é expressa em mm/hora.

A frequência da chuva é a quantidade de ocorrências de eventos iguais ou superiores ao evento de chuva analisado. Na Hidrologia, a variável utilizada para avaliar eventos extremos de chuva é o Tempo de Retorno (TR), medido em anos. O TR é considerado uma estimativa do tempo em que um evento é igualado ou superado, em média, e pode ser definido, de um ponto de vista estatístico como o inverso da probabilidade de ocorrência de um determinado evento em um ano qualquer. Por exemplo, uma chuva com intensidade equivalente ao TR de 10 anos é igualada ou superada somente uma vez a cada dez anos, em média<sup>3</sup>. Ou seja, se uma chuva de 120 mm é superada 1 vez a cada 10 anos diz-se que seu TR é de 10 anos e que a probabilidade de ocorrer um dia com chuva igual ou superior a 120 mm em um ano é de 10% (COLLISCHONN; TASSI, 2009; PINHEIRO, 2007; XAVIER, 2007).

Em um país como o Brasil, com grande extensão territorial, o comportamento da chuva pode variar de acordo com a localização geográfica e período (variabilidade sazonal da chuva). Determinados sistemas atmosféricos podem ocorrer com maior ou menor frequência em diferentes regiões do país, influenciando também em maior ou menor acumulado de chuva em um curto espaço de tempo. Certamente, quando tais eventos de chuva ocorrem em áreas densamente povoadas e intensamente urbanizadas são identificados por diversos estudiosos, pesquisadores e até mesmo pela mídia eletrônica e impressa como eventos extremos de chuva.

Nesse sentido, a própria urbanização brasileira acaba assumindo um importante papel, contribuindo, provavelmente, para uma intensificação dos impactos associados a eventos de chuvas extremas. Isso ocorre devido à forma como a urbanização se desenvolveu na grande maioria das cidades brasileiras. Uma urbanização acelerada e desordenada, com uma infraestrutura deficiente e recebendo um grande contingente populacional cada vez mais vulnerável, que não possuem recursos de qualquer natureza para responderem positivamente quando da ocorrência de um evento extremo (DESCHAMPS, 2004; MENDONÇA, 2004; SANTOS, 2005; MARICATO, 1997).

Os ambientes alterados pela ação do homem começaram a ser motivo de forte preocupação quando se verificou uma queda considerável na qualidade de vida urbana. Essa crise ambiental urbana deve-se, entre muitos fatores, ao crescimento acelerado das grandes

---

<sup>2</sup> Um milímetro de chuva corresponde a 1 litro de água distribuído em um metro quadrado de área.

<sup>3</sup> Eventualmente pode ocorrer mais de um fenômeno em dois anos subsequentes.

idades brasileiras, principalmente das grandes metrópoles, onde o equilíbrio ambiental se encontra mais profundamente afetado (JORGE, 2011).

Nesse contexto estão inseridos os impactos de chuvas extremas, que podem variar de acordo com o espaço geográfico em que ocorrem. Certamente, uma chuva torrencial de 120 mm tem muito mais energia que uma chuva esparsa de 10 mm. Porém, se este acumulado de chuva (120 mm) ocorre em uma área serrana densamente habitada do Rio de Janeiro, acarretará em maiores impactos socioambientais do que em uma área mais isolada de um município interiorano do Estado do Ceará, menos urbanizada, com baixa densidade demográfica e mais estável do ponto de vista físico-natural.

Quando o acumulado de chuva ocorre de forma bastante concentrada em áreas urbanas, os impactos podem ser mais intensos, ainda que não represente um acumulado de chuva tão elevado. As chuvas podem ser consideradas intensas a partir de 30 mm/h e críticas quando ultrapassam 50 mm/h (CONTI, 2011). Quando ultrapassam estes valores, podem ocasionar nas grandes cidades brasileiras verdadeiros traumas ambientais pois geralmente o sistema hidrográfico torna-se insuficiente para conduzir as águas, resultando em transbordamentos que, em áreas densamente ocupadas, potencializam os impactos provenientes de chuvas extremas.

Além da impermeabilização do solo, as inundações urbanas são acentuadas pela falta de infraestrutura em termos de sistema de drenagem e pelo lançamento indiscriminado de detritos que obstruem os canais. Assim, ainda que o excesso de chuva ocorra como resultado de fenômenos atmosféricos de grande escala, nos quais o homem não pode intervir, as consequências podem ser agravadas devido aos erros cometidos na exploração do meio ambiente, contribuindo para uma intensificação dos impactos socioambientais no ambiente urbano (CONTI, 2011).

Em síntese, o evento extremo pode ser compreendido de diferentes formas, na medida em que ocorre em diferentes espaços e intervalos de tempo. Analisar o comportamento da chuva em diferentes espaços do território brasileiro pode facilitar a interpretação de eventos extremos. Afinal, dessa forma, é possível observar, de um ponto de vista estatístico, o que é considerado como “normal” para aquela determinada região em análise, verificando o comportamento da chuva em uma série histórica de, pelo menos, trinta anos, segundo critério estabelecido pela Organização Meteorológica Mundial – OMM.

Assim, um evento extremo pode ser definido, segundo um ponto de vista físico, como um evento raro em um determinado lugar e época do ano, podendo variar de um lugar para outro. As definições de raro podem até variar, mas um evento climático extremo,

normalmente, é tão ou mais raro que a ocorrência de um valor acima do limite superior ou abaixo do limite inferior da gama de valores da variável observada. Em outras palavras, admite-se que sejam valores identificados abaixo do percentil 10 ou acima do 90 da função de densidade de probabilidade observada (ver XAVIER, 2007; IPCC, 2012). O Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática – IPCC define evento extremo como

“La ocurrencia de un valor de una variable meteorológica o climática por encima (o por debajo) de un valor de umbral cercano al extremo superior (o inferior) de la horquilla de valores observados de la variable. En aras de la simplicidad, tanto los fenómenos meteorológicos extremos como los fenómenos climáticos extremos a los que se hace referencia en el presente informe se denominarán fenómenos climáticos extremos” (IPCC, 2012, p.4)

Goodin et. al. (2004) utilizam definição semelhante, admitindo que os eventos extremos são raros em frequência, magnitude e/ou duração do ponto de vista estatístico e que a capacidade de reconhecer e categorizar um evento extremo depende, em grande parte, da extensão dos registros climáticos.

Os eventos extremos podem ocorrer em escalas de tempo que podem variar desde dias até milênios. Os eventos que ocorrem a médio prazo (relacionados ao clima) e a curto prazo (relacionados geralmente à meteorologia) certamente ganharam mais visibilidade devido aos impactos significativos que podem ocasionar (MARENGO, 2009). Chuvas muito intensas tem frequência baixa e ocorrem raramente. Já as chuvas com baixa intensidade são mais comuns e ocorrem com maior frequência (COLLISCHONN; TASSI, 2009). No entanto, de um ponto de vista estatístico, tem-se observado tendências significativas para precipitações intensas em algumas regiões do planeta (IPCC, 2012).

Do ponto de vista social, os eventos extremos são aqueles que provocam danos de grande relevância como mortes, desabrigo, danos materiais etc. Nesse sentido, a vulnerabilidade e a resiliência são aspectos importantes na análise do evento extremo. Aqui, é possível identificar um importante processo baseado na adaptação, em que a sociedade aprende a lidar com a situação de desastre, através de estratégias de *coping*<sup>4</sup>, mitigando os danos provenientes de um evento de chuva extrema de grandes proporções (KRUM; BANDEIRA, 2008; WISNER et.al., 2003).

Há fenômenos naturais que ocorrem em áreas de assentamentos humanos, atingindo-os de modo diferente em razão de muitos fatores. Um desses fatores é a

---

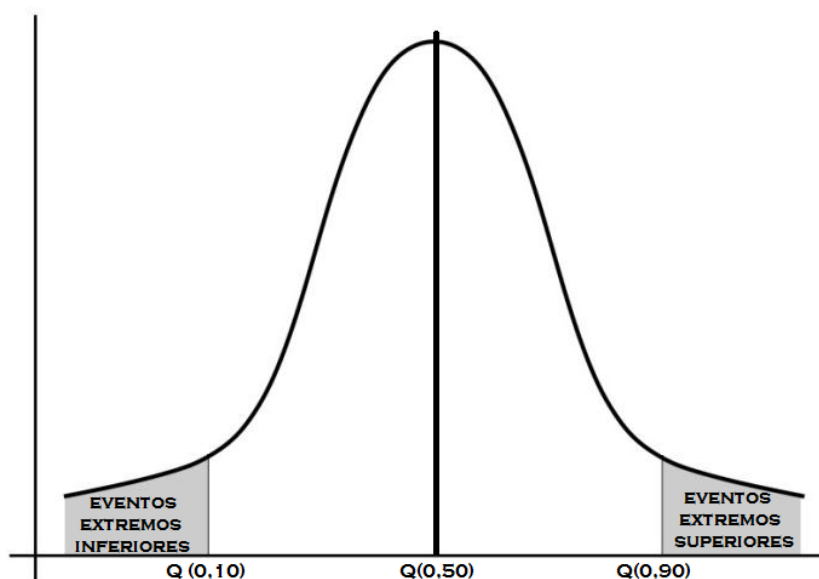
<sup>4</sup> Termo em inglês muito utilizado em temas relacionados à vulnerabilidade e resiliência a desastres. Ainda não foi traduzido para o português. Seu significado pode estar relacionado à ideia de “lidar com”, “enfrentar” ou “adaptar-se”.

vulnerabilidade ambiental à intensidade, direção e duração do fenômeno. Outros fenômenos naturais não atingem espaços onde há atividades humanas. Portanto, um “evento extremo” é um fenômeno natural cuja energia tem muito potencial de destruição dos ambientes humanos.

“Embora possamos determinar com precisão que o agente desencadeador do impacto é a chuva, não podemos explicar a disrupção, considerando o agente isoladamente. Agindo desta forma, seríamos levados a supor que quanto maior a magnitude do agente (índice pluviométrico, por exemplo), maior seria o número de vítimas atingidas pelo evento. Em outras palavras, para compreender por que uma população é atingida torna-se necessário considerar não somente as consequências, mas também os fatores que antecedem o problema” (MATTEDI; BUTZKE, 2001, p.7).

Assim, pode-se compreender o evento extremo de chuva como um evento raro, geralmente definido em termos estatísticos com base na probabilidade de ocorrência do mesmo. Segundo Xavier (2007), estatisticamente, os eventos extremos de chuva localizam-se nos limites (superior e inferior) de uma distribuição normal, situados abaixo e acima, respectivamente, do percentil 10 ou do percentil 90<sup>5</sup> (FIGURA 2). Dependendo de algumas variáveis como a localização geográfica, a urbanização (impermeabilização do solo) e até mesmo a vulnerabilidade da população local, tal evento pode ocasionar danos materiais e/ou humanos, como mortes, ferimentos, desabrigo, dentre outros.

Figura 2 - Gráfico de distribuição normal



Fonte: adaptado de XAVIER, 2007

<sup>5</sup> Para análises de séries históricas extensas, pode-se utilizar percentis mais exigentes, como os quantis de ordem 1% e 99%, para identificar eventos ainda mais raros (XAVIER, 2007).

No entanto, quando o interesse é analisar o impacto da chuva em uma determinada região, certamente levam-se em consideração os eventos extremos superiores, do ponto de vista estatístico. E, ao analisar uma série histórica extensa (de pelo menos 30 anos), considera-se que os valores inferiores podem mascarar a análise estatística no caso da utilização da técnica dos quantis. Afinal, ainda que sejam descartados os valores nulos, bem como aqueles acumulados de pequena expressão (2 mm, 5 mm ou, em alguns casos 10 mm em 24h), o resultado pode apresentar um valor de chuva que pode não ser considerado tão elevado em determinadas regiões e que, provavelmente, não causariam danos de grande magnitude.

Assim, a definição que pode apresentar-se mais coerente seria aquela defendida por autores, como Calvetti et. al. (2006) e Conti (2011) que, ao definirem de forma mais operacional o que poderia ser caracterizado como um evento de chuva extrema, consideram os eventos de chuva cujos valores ultrapassam 50 mm em 24 horas.

Afinal, em diversas cidades brasileiras é possível identificar algum tipo de impacto nos eventos que ultrapassam este limiar de chuva. Certamente, os impactos e prejuízos podem ser ainda mais vultosos se os eventos de chuva ultrapassarem, por exemplo, 100 mm acumulados em 24 horas. Assim, definir intervalos de intensidade entre os próprios eventos extremos podem configurar um análise estatística mais coerente, no intuito de verificar o comportamento de uma determinada região quanto à ocorrência de eventos de chuva de grande intensidade e facilitar a análise dos impactos ocasionados entre os diferentes níveis de eventos extremos.

## **2.2. As trajetórias e as diferentes concepções do conceito de desastre natural**

O desastre natural é um termo bastante recorrente nas últimas décadas, utilizado em diversas análises e estudos relacionados às mudanças climáticas globais, urbanização intensiva, vulnerabilidade de populações, instabilidade natural, dentre outros temas.

Devido à possibilidade de considerar diferentes variáveis na delimitação do fenômeno e os inúmeros efeitos desencadeados, ainda não existe uma única definição internacionalmente aceita para o conceito de desastre.

Assim, as definições de desastre acabam se adaptando à medida em que são tratadas em determinadas áreas de trabalho, encontrando diferentes definições em diversos autores.

O alarmismo da mídia parece ter instigado muitos pesquisadores, cientistas e diversos setores da sociedade a problematizar o tema em meados da década de 2000. As notícias sobre desastres naturais ganharam destaque em diversos meios de comunicação no final de janeiro de 2007, quando diversos cientistas do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática) estiveram reunidos em Paris e divulgaram um relatório recebido pela imprensa com tons de revelação apocalíptica.

Tal revelação não era tão nova assim. Tratava-se do quarto relatório divulgado pelo IPCC. Esta nova versão apenas acrescentava mais certeza nos modelos de projeção dos computadores dos climatologistas e, talvez, ganhou muita repercussão na mídia devido a uma coincidência histórica: no mesmo dia do anúncio um tornado fustigou a Flórida e uma enchente devastou a Indonésia. Outros eventos também podem ter reforçado o argumento dos cientistas do IPCC: em 2005, um furacão de intensidade máxima, conhecido como Katrina, praticamente varreu a cidade de Nova Orleans, nos Estados Unidos da América; dias depois foi a vez do furacão Rita que devastou o Golfo do México; um mês depois, a maior bacia hidrográfica do mundo (bacia amazônica) sofreu sua pior seca em mais de quarenta anos (ANGELO, 2008).

Em alguns destes casos e em outros, o próprio termo desastre natural foi utilizado de forma desmedida e excessiva por muitos meios de comunicação (mídia eletrônica e impressa). Nestes meios, costuma-se atrelar o entendimento de desastre natural a uma grande desgraça (infortúnio, infelicidade), uma fatalidade (acontecimento imprevisível, inevitável, marcado pelo destino) ou até mesmo substituindo-o pelo termo catástrofe (grande desgraça).

De forma equivocada, o desastre natural foi compreendido como uma fatalidade ou acontecimento casual proveniente de alguma força natural ou sobrenatural poderosa que atua de forma irremediável contra os seres humanos (MENDONÇA, 2010; LAVELL; FRANCO, 1996; CARDONA, 2001). O termo catástrofe é uma expressão exagerada (BECK, 1998) e tal concepção deve ser evitada, pois não leva em consideração outras variáveis extremamente importantes no entendimento dos desastres naturais, como a vulnerabilidade e a resiliência aos fenômenos naturais extremos.

“Esses fenômenos decorrem, basicamente, da dinâmica natural do planeta. Eles precisam ser exorcizados do sensacionalismo engendrado pela mídia quando da divulgação de suas manifestações. Nestas ocasiões, seria muito interessante e construtivo abordar os problemas consequentes à falta de planejamento e orientação nos assentamentos urbano-industriais e rurais, fato marcante quando se observa, principalmente nos países não desenvolvidos, a supervalorização do planejamento econômico em detrimento do planejamento social” (MENDONÇA, 2010, p.13).

No intuito de evitar interpretações desta natureza, muitos estudos surgiram em diversas partes do globo, procurando estabelecer uma análise mais minuciosa do conceito de desastre natural. Afinal, se o objetivo da sociedade contemporânea é adaptar-se aos desastres naturais mais recorrentes no globo, faz-se necessário compreendê-los em todos os aspectos possíveis, desde um ponto de vista conceitual, até a gênese de um fenômeno ou mesmo estratégias de mitigação dos efeitos provenientes de uma ameaça natural.

Primeiramente, admita-se que desastre natural e catástrofe não são sinônimos. O termo desastre se relaciona com a palavra astro. O prefixo *des-* indica um componente negativo, um grau de desgraça, um azar maligno, um dano para a vida ou para a sociedade. Catástrofe vem do grego “*cata*” (algo que cai), e o sufixo “*strofe*” significa algo que divide, o ponto onde se encerra um ciclo. Nesse sentido, uma erupção vulcânica, um terremoto, uma forte inundação são catástrofes. Porém, só podem ser considerados desastres se afetarem uma determinada população (CRUZ, 2003).

Outra concepção bastante similar e recorrente é a utilização de dois termos como sinônimos: o fenômeno natural e o desastre natural. Se estas duas expressões forem tomadas como sinônimos, mais confundem que esclarecem. O fenômeno natural pode ser compreendido como a manifestação da dinâmica da natureza (*natura*), resultante do seu próprio funcionamento interno (ROMERO; MASKREY, 1993; CRUZ, 2003). Quando este ocorre em uma determinada área povoada, provocando danos materiais e/ou humanos e vitimando pessoas, ele é considerado um desastre natural.

Tais esclarecimentos são fundamentais no entendimento dos desastres naturais, pois, desta forma, pode-se evitar uma visão conformista e fatalista por parte da sociedade que, em muitos casos, acaba concebendo a chuva, a seca, um tsunami ou um terremoto como uma espécie de “castigo proveniente de força divina” ou um “castigo proveniente da força da natureza”, como se esta estivesse agindo por desforra em resposta ao abuso que o homem faz da terra. Tal visão dificulta, inclusive, a tomada de medidas preventivas e de mitigação dos efeitos provenientes de desastres naturais, contribuindo para uma postura de imobilidade e de impotência que o homem sente em relação à natureza.

Os fenômenos naturais extremos sempre causaram e sempre irão causar algum tipo de impacto, por menor que seja, no determinado local em que ocorrem. Porém, não se pode simplesmente considerar uma chuva torrencial, por exemplo, como desastrosa devido às erosões e sedimentações que esta provoca na paisagem natural. Esta só será considerada como um desastre natural se provocar danos (materiais ou humanos) nas áreas afetadas.



A partir da década de 1980 e 1990, este enfoque conceitual passou a ser mais aceito e difundido, sem deixar de reconhecer a importância de compreender o perigo que representam os fenômenos naturais. Mas, a partir desse momento, surge uma análise extremamente importante: os elementos expostos e sua vulnerabilidade, ou seja:

“[...] los sujetos o sistemas que podían ser afectados y sus características. Un sismo en un desierto o un huracán en el centro del océano, desde esta perspectiva, no pueden considerarse como um peligro al no haber nadie expuesto o que pueda ser afectado, es decir no significan riesgo para nadie en términos pragmáticos” (CARDONA, 2001, p.6)

Nesse sentido, um desastre natural pode ser compreendido como a correlação entre um fenômeno natural perigoso (terremoto, vulcanismo, chuva torrencial, furacão, dentre outros) e determinadas condições socioeconômicas e físicas vulneráveis (habitações com infraestrutura precária, situação econômica deficiente, área instável do ponto de vista físico-natural, etc.) (ROMERO; MASKREY, 1993).

O desastre, então, seria a realização ou concretização dos riscos preexistentes na sociedade, muitas vezes definidos através da seguinte relação: desastre natural → risco ambiental x vulnerabilidade (MASKREY, 1993; LAVELL; FRANCO, 1996; CARDONA, 2001).

Nesta perspectiva socioambiental, a partir do momento em que o desastre natural deixa de ser visto como sinônimo de fenômeno natural e que variáveis como a capacidade de adaptação de uma sociedade frente a eventos naturais extremos passam a ser fortemente consideradas, sem dúvida, esta visão passa a integrar a base conceitual do conceito de vulnerabilidade, o qual está fortemente relacionado com o conceito/entendimento de desastre natural.

Outro termo muito utilizado neste contexto de desastre natural é o termo calamidade. Proveniente do latim, tem significado de desgraça e também é muito propagado em diversos setores da sociedade, inclusive na mídia. Neste caso, ao destacar os problemas originados por mudanças bruscas nas condições ambientais de uma comunidade, o uso do termo calamidade ao invés de catástrofe torna-se coerente, visto que ao se falar de desastres, leva-se em consideração problemas sociais (CRUZ, 2003).

A ação humana, muitas vezes, se dirige a humanizar a natureza. Do ponto de vista humano, se os ciclos naturais beneficiam a sociedade, a natureza é um recurso. Do contrário, é uma ameaça. Assim, a sociedade visualiza a natureza com duas caras: uma boa e outra má. Se há conflitos com os componentes naturais, muitos veem a natureza de forma maligna,

inimiga, em termos de desgraça. Quando a desgraça chega a um ponto extremo, fala-se em desastre natural (CRUZ, 2003).

Nesse sentido, a sociedade, que está dentro da natureza, vive essa relação (sociedade x natureza) com certa ambiguidade: por um lado é considerada harmônica e por outro conflituosa (CRUZ, 2003). De forma simples, basta compreender o harmônico como a normalidade e o conflituoso como desastre.

Então, no intuito de compreender melhor o desastre, surge um desafio: só é possível compreender a noção de desastre partindo da noção de normalidade. Normalidade esta que se for compreendida em termos de tempo e espaço somente como resultado da inter-relação sociedade x natureza, seria uma análise restrita. Deve-se levar em consideração aqui que esta normalidade também é resultado de todas as atividades humanas sobre o solo e das relações entre os próprios homens.

“Podemos ver los rasgos de la normalidad en el paisaje visible, o sea, en el marco físico e ideológico de la vida cotidiana. Si centramos esta noción solamente en la relación humanidad - naturaleza, estaríamos falseando la imagen: la praxis depende principalmente de las relaciones sociales, pues alguien gana y alguien pierde en la manipulación de tierra, agua, aire y otros recursos. La normalidad visible es engañosa ya que en realidad, bajo su apariencia se oculta mucho más”. (CRUZ, 2003, p.14)

O desastre produz um desajuste, uma quebra no desenvolvimento da paisagem visível. Porém, surge um questionamento: onde acaba a normalidade e começa o desastre? Quais são os limites cronológicos temporais?

Geralmente a sociedade não consegue enxergar tal limite, preferindo acreditar no desastre como um fenômeno que ocorreu ao mero acaso, proveniente de força natural ou divina, uma exceção, algo anormal, sem explicação aparente, injusto, inesperado.

Desta forma, normalidade e desastre são vistos como dois mundos separados por uma linha mágica (CRUZ, 2003). Na verdade, o desastre natural depende muito mais das condições de normalidade do que de “sucessos” súbitos ou raros. Afinal, até o desencadeamento de um fenômeno caracterizado como desastre natural, inúmeras transformações na paisagem e atitudes humanas podem ter ocorrido, contribuindo para esta tal “quebra da normalidade”.

Se o desastre é um quebra da normalidade, faz-se necessário compreender em qual contexto esta normalidade encontra-se inserida, compreender porque a paisagem adotou essas formas e não outras, bem como a relação entre a sua população e o resto da sociedade.

Somente desta forma é que o desastre pode ser entendido em sua essência e não apenas como um fenômeno que foi identificado devido sua repercussão na mídia.

Mais uma vez fica visível o entendimento de desastre natural atrelado à noção de vulnerabilidade. Não se trata apenas de exposição, mas também de resiliência, e como a situação de desastre natural pôde ser construída, ainda que de forma imperceptível, ao longo do tempo em determinada comunidade.

Por isso, dependendo do desastre natural em análise, muitos autores preferem destacá-los como fenômenos que foram induzidos por atividades humanas (LAVELL, 1999; SANTOS; CALDEYRO, 2007; THOMAZIELLO, 2007; PINHEIRO, 2007).

Afinal, quando se fala em desastre, há destaque para os elevados prejuízos econômicos, vítimas fatais e perdas materiais geradas devido à ocorrência de fortes inundações, terremotos, tsunamis, erupções vulcânicas, deslizamentos de terra, dentre outros desastres.

Certamente, aqueles indivíduos que habitam áreas consideradas instáveis do ponto de vista físico-natural e, além disso, são considerados mais vulneráveis do ponto de vista social, acabam sofrendo um ônus desproporcional quando há ocorrência de um desastre natural.

Tais fatores podem influenciar diretamente na potencialização dos efeitos de um desastre natural e, seguindo este raciocínio, surgiram questionamentos que contribuiram, paulatinamente, para uma mudança de concepção no conceito de desastre natural nas últimas décadas. As circunstâncias sociais críticas já existiam e ainda existem. Porém, uma morte violenta, miséria e pobreza só são consideradas desastres quando agentes naturais e tecnológicos agregam uma nova dimensão nessa análise?

Foi a partir de indagações como esta que a concepção natural ou sobrenatural foi dando lugar a uma concepção mais social e integral dos desastres naturais. As ciências sociais passaram a se apropriar de estudos desta natureza e questionar a visão anterior sobre a qual os estudos sobre desastres estavam apoiados, denominada por alguns estudiosos de paradigma fisicalista (LAVELL; FRANCO, 1996).

Este paradigma se assemelha à visão já destacada anteriormente, quando os desastres são vistos como eventos extremos do mundo natural ou físico, colocando a responsabilidade sobre a natureza, enquanto que a sociedade se põe em um papel dependente e secundário na ocorrência de um desastre.

Seguindo este paradigma fisicalista, as medidas tomadas para reduzir o impacto dos desastres resumiam-se a realizar uma atividade de prevenção somente com o estudo

científico das ameaças naturais, no intuito de realizar um prognóstico e alertar a população quando da ocorrência de um desastre. Geralmente, a evacuação de zonas ameaçadas era a alternativa mais recorrente. Isto foi muito comum nas décadas de 1970 e 1980 (LAVELL; FRANCO, 1996).

Outras medidas tomadas no período contaminado por este paradigma foram o estabelecimento de obras que pudessem suportar os desastres da melhor forma possível (diques, paredes de retenção, construções mais resistentes, etc.) e, após a ocorrência do mesmo, conduzir a sociedade a reabilitação e reconstrução das áreas afetadas.

Atualmente, nos estudos de desastres, a visão social e integral encontra-se mais consolidada, apesar de ainda existir resquícios do paradigma fiscalista. Na verdade, desde o princípio, a visão quantitativa dos desastres foi predominante, de tal forma que só se aceita a existência de um desastre se existem mortos, feridos, afetados ou se atinge níveis consideráveis de perdas econômicas. Afinal, havia a necessidade de decretar um “estado de desastre” para mobilizar forças logísticas para sua atenção.

Então, o que podemos observar atualmente é que a visão fiscalista foi, aos poucos, complementada com uma visão mais social e integral. Não foi possível romper totalmente com a visão fiscalista, pois esta serve de apoio para a realização da visão social e integral dos desastres.

De qualquer forma, observamos na grande maioria dos estudos contemporâneos sobre desastre a visão de que são as condições sociais de existência de uma população que determinam em grande medida o nível de impacto de um desastre (LAVELL; FRANCO, 1996; BECK, 1998; DESCHAMPS, 2004; LOPEZ-IBOR, 2004). Ou seja, as ameaças físicas ou naturais são um fator necessário na fórmula do desastre. Porém, não são a condição suficiente, nem predominante em sua existência.

Os estudos de percepção de ameaças e riscos tiveram um grande impulso através de trabalhos de geógrafos sociais como Burton, Kates e White (1978) durante a década de 1960 e posteriores. Hewitt (1983), na década de 1980, deu espaço a toda uma corrente de pensamento que discutia a vulnerabilidade da sociedade, vista como componente essencial na conformação das condições que propiciavam os desastres. Assim, nas décadas seguintes surgiram inúmeros estudos que envolvem uma discussão enfatizando a vulnerabilidade como componente essencial na equação do desastre, como os estudos dos integrantes da Rede de Estudos Sociais em Prevenção de Desastres na América Latina – LA RED, os quais contribuíram significativamente para os estudos mais recentes sobre desastre natural (ver LAVELL; FRANCO, 1996; FERNANDEZ, 1996; CAMPOS, 1999; CARDONA, 2001).

No Brasil, as definições e os conceitos relacionados ao desastre natural já figuram em muitas páginas de livros e revistas. Não cabe destacar todos aqueles que já fizeram referência ao conceito, mas alguns que contribuíram diretamente para uma série de ideias fundamentais no intuito de compreender os desastres naturais sob uma concepção mais social e integral, tais como Kobiyama et. al (2006), Castro (1999), Almeida (2006), Brandão (2001), Deschamps (2004), Mendonça (2011), Souza & Zanella (2009), Tominaga (2009), Marcelino (2008), dentre outros.

Kobiyama et.al (2006), Tominaga (2009) e Marcelino (2008) destacam em suas obras o conceito de desastre formulado por Castro (1999) e empregado pela Defesa Civil em âmbito nacional, entendido como o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1999, p. 2).

Ainda segundo a Secretaria de Defesa Civil Nacional - SEDEC, os desastres passaram a ser diferenciados, entre si, quanto à intensidade, a evolução, à origem e à duração. Quanto à intensidade, podem ser caracterizados em quatro níveis, sendo os primeiros níveis (I e II) facilmente superados pelo município, enquanto que nos níveis III e IV, considerados de grande intensidade, os impactos são muito significativos, necessitando de ajuda externa (estadual, federal ou até mesmo internacional) e acarretando em decretos de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, respectivamente (TABELA 1).

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

<b>Nível</b>	<b>Situação</b>	<b>Prejuízo</b>
<b>I</b>	Desastre de pequeno porte, com poucos impactos e prejuízos pouco vultosos. Facilmente superados pelas comunidades afetadas com recursos do município.	Menor ou igual a 5% do PIB municipal
<b>II</b>	Danos de alguma importância e prejuízos significativos. Apesar disso, são suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e com recursos do próprio município.	Entre 5% e 10% do PIB municipal
<b>III</b>	Desastre de grande porte. Os danos causados são importantes e os prejuízos vultosos. Apesar disso, podem ser suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, participativas e com recursos estaduais e federais. Neste nível decreta-se <b>Situação de Emergência.</b>	Entre 10% e 30% do PIB municipal
<b>IV</b>	Desastre com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. As comunidades afetadas e os municípios necessitam de ajuda externa, em âmbito estadual, federal e, em casos excepcionais, internacional. Neste nível decreta-se <b>Estado de Calamidade Pública.</b>	Maior que 30% do PIB municipal

Fonte: Adaptado de Castro (1999)

Quanto à evolução, a SEDEC considera três tipos de desastres: os súbitos (rápida velocidade de evolução do processo, como inundações bruscas e tornados), os graduais (evoluem em etapas de agravamento progressivo, como as inundações graduais e as secas) e a somação de efeitos parciais (ocorrência de numerosos acidentes semelhantes, cujos impactos somados definem um desastre de grandes proporções) (CASTRO, 1999).

Quanto à origem, a SEDEC diferencia os desastres em três tipos: os naturais (originados por fenômenos naturais extremos que independem da ação humana), os humanos ou antropogênicos (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).

Finalmente, quanto à duração, a SEDEC considera que existem desastres naturais episódicos e crônicos. Os primeiros chamam atenção devido à sua magnitude. Tratam-se dos terremotos, tsunamis, vulcanismo, inundações bruscas etc. Os crônicos também geram sérios prejuízos ambientais, porém em longo prazo. A erosão do solo, por exemplo, pode contribuir para a desertificação *à posteriori*, assoreamento de rios e até evoluir a ponto de ocasionar escorregamentos (CASTRO, 1999).

Levando em consideração as variáveis destacadas pela SEDEC para caracterizar os desastres e retomando a definição de desastre mais adotada na última década por muitos estudiosos, proveniente da relação desastre natural → risco ambiental x vulnerabilidade (MASKREY, 1993; LAVELL; FRANCO, 1996; CARDONA, 2001), ainda assim surgem questionamentos que podem dificultar a gestão política de prevenção e resposta aos desastres.

Observando de forma mais atenta a concepção social e integral de desastre natural, na intenção de introduzir nela elementos do mundo natural e do social, fica claro que o desastre pode ser entendido como o “ponto culminante”, a crise gerada por um desajuste contínuo da sociedade, das suas formas de assentamento, produção e convivência com o meio físico-natural, representando a manifestação de um manejo inadequado do meio ambiente e da ausência de práticas consideradas sustentáveis.

Porém, como identificar o ponto culminante? A partir de que momento um fenômeno natural passa a ser caracterizado como desastre natural? Neste momento vêm à tona indagações já mencionadas: onde acaba a normalidade e inicia o desastre? São, de fato, dois mundos separados por uma linha mágica?

Ainda que os questionamentos feitos a concepções consideradas errôneas (fiscalista) sejam totalmente válidas, visto que o entendimento acerca do desastre natural de

um ponto de vista mais social e integral enriqueceu bastante o debate, alguns aspectos não podem ser desprezados.

Apesar da importância dos estudos que fazem referência ao conceito de desastre natural, estes não permitem, apenas na atribuição do conceito, a realização de uma classificação de um desastre de forma mais operacional, no intuito de orientar intervenções às consequências deste.

É bem verdade que apenas quantificar o desastre com o número de mortos, feridos e perdas econômicas, não é o suficiente para encontrar alternativas para solucionar o problema. Ações como estas, que predominam nas análises dos desastres, principalmente visando necessidades políticas ou a determinação de um momento oportuno para intervenções, já foram alvo de críticas de alguns estudiosos. Afinal, dessa forma, somente os grandes desastres simbolizam toda a problemática.

Nesse sentido, o desastre não pode ser visto apenas como produto, mas também como processo, captando a criação das condições de risco, resultado da dinâmica das ameaças e das vulnerabilidades sociais (FERNANDEZ, 1996). De qualquer forma, considerando que um fenômeno natural é classificado como desastre natural em razão dos danos causados às pessoas atingidas (KRUM; BANDEIRA, 2008; FREITAS; XIMENES, 2012; FREITAS et. al., 2012), o maior desafio científico, neste caso, é a definição do tamanho do dano e da perspectiva teórica. Para os que estudam e analisam os efeitos e danos pós-desastre, a ideia chave seria *coping* (WISNER et.al, 2003), palavra inglesa que significa lidar com, enfrentar ou adaptar-se. Para os que trabalham com prevenção, a palavra seria resiliência.

Os fenômenos naturais poderiam ser classificados como desastrosos ou não em razão da energia, duração, intensidade ou outros fatores. Mas a classificação pelos danos que causa as pessoas é operacional.

Foi corroborando com esta ideia e buscando definir de forma operacional um desastre natural que 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 permitam a catalogação de um determinado evento como desastre natural, visto que há uma grande dificuldade em determinar um evento como desastre de acordo com a sua magnitude em diferentes áreas do planeta. Ora, se o fenômeno natural só é considerado desastre quando atinge uma determinada área povoada provocando danos materiais e humanos, é justamente a

partir da identificação/proporção destes danos que o fenômeno deve ser identificado como desastre.

Seguindo este raciocínio, o EM-DAT define como desastre natural uma situação ou evento que ultrapassa a capacidade de resposta de uma determinada localidade ou comunidade, necessitando de apoio externo para o retorno da normalidade. Ou seja, pode ser entendido como um evento que causa prejuízos diversos às áreas afetadas. Para um fenômeno natural ser considerado como desastre, pelo menos um desses elementos deve ocorrer: a) 10 ou mais vítimas fatais; b) 100 ou mais pessoas atingidas; c) declaração de situação de emergência; e d) pedido de assistência internacional (CRED CRUNCH, 2005).

Tal tratamento operacional permite enxergar um determinado evento extremo como desastre natural, o que pode contribuir para ações eficazes de resposta aos desastres. Afinal, os danos causados pelos eventos não são exceções ou acasos e, se estes forem considerados continuamente nas ações de mitigação, preparação e convivência com desastres em várias partes do globo, podem contribuir para uma minimização dos impactos provenientes de desastres naturais.

### **2.3. Os conceitos de risco, ameaça, vulnerabilidade e sua inter-relação.**

O termo risco vem sendo amplamente utilizado em vários setores e já é amplamente difundido na sociedade. Via de regra, o risco pode ser compreendido sob vários aspectos, desde os riscos ambientais até riscos sociais, tecnológicos, dentre outros. A gama de aplicações permite que este termo seja utilizado em estudos diversos, relacionados a desastres naturais, segurança pessoal, saúde, condições de habitação, trabalho, transporte, dentre outras análises relacionadas ao cotidiano da sociedade moderna.

O risco pode ser tomado como uma categoria de análise associada às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos em função de processos de ordem natural e/ou associados ao trabalho e às relações humanas (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005).

Beck (1998), também apresenta visão semelhante ao tratar da noção de risco na sociedade moderna, destacando que as condições de incerteza, a falta de proteção e a insegurança manifestam-se em diferentes esferas (social, ambiental, econômica, etc.), nas quais se misturam progresso e risco.

Contudo, apesar dos riscos serem característicos da sociedade moderna, estes já existiam em tempos pretéritos, porém em outro contexto. Desde os primórdios da civilização,



colonizadores portugueses e espanhóis já tinham em mente o risco que corriam ao se lançarem ao mar em busca de novas terras. Porém, segundo Beck (1998), estes seriam riscos pessoais e não ameaças que hoje surgem e podem atingir a toda humanidade como a fissão nuclear ou habitar uma área sujeita a abalos sísmicos. Para os colonizadores, o termo risco possuía uma conotação de coragem e aventura, enquanto que na sociedade moderna encontra-se muitas vezes atrelado a possível autodestruição da vida no planeta.

Atualmente, o risco é amplamente estudado a partir de bases teóricas e conceituais. Porém, antes mesmo de possuir uma definição científica, o termo risco já era amplamente utilizado. Qualquer indivíduo, por menos instruído que seja, possui uma noção de risco. Afinal, o risco é inerente à natureza humana e nos acompanha por toda a vida, desde o nascimento até a morte. A noção de risco é, portanto, uma noção que denominamos de pré-científica (REBELO, 2003).

A discussão científica em diversos campos disciplinares podem gerar interpretações do conceito de risco que vão desde uma visão objetiva até uma visão subjetiva. Ou seja, o risco pode ser abordado, por exemplo, segundo um viés estatístico, quando a probabilidade (em números) assume um papel primordial na fundamentação da análise do risco; ou, do ponto de vista subjetivo, por exemplo, quando este não pode ser quantificável, visto que o risco pode ser culturalmente construído (ADAMS, 2009), pois a sociedade, em diferentes graus, modifica tanto os seus níveis de vigilância quanto sua exposição ao perigo como resposta aos seus níveis de percepção subjetiva do risco.

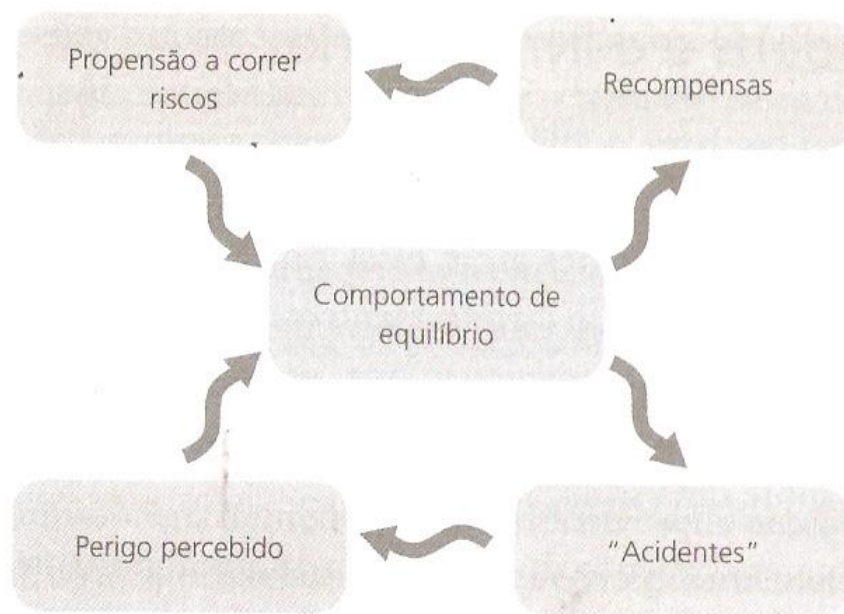
Todas as pessoas consideram-se verdadeiras “especialistas” no sentido original do termo (ADAMS, 2009), uma vez que foram treinadas pela prática e experiência de gerenciar o risco.

A verdade é que todos têm propensão a correr riscos e essa propensão varia de um indivíduo para outro. Ainda que um indivíduo compreenda que uma determinada ação pode envolver algum tipo de risco, ele a realiza, influenciado pelas possíveis recompensas obtidas quando se corre um risco. É o que Adams (2009) e Gerard Wilde (1976) denominam de compensação do risco. Alguns indivíduos gostam de viver perigosamente, como um aventureiro ou um motoqueiro em alta velocidade. Outros, como uma senhora idosa e precavida, age com mais prudência.

A prudência é apenas um aspecto da natureza humana. Atitudes prudentes, segundo Adams (2009) caracterizam o que ele denomina de *Homo prudens*. Porém, o *Homo aleatorius*- aquele que arrisca, o homem dos dados, do jogo, que corre riscos – também se esconde dentro de cada um de nós.

Em algum momento, tais indivíduos podem ter uma propensão a correr riscos e possuir um comportamento de equilíbrio em outro instante. Adams (2009) ilustra esse equilíbrio fazendo uma analogia a um sistema controlado por um termostato, pois seu ajuste varia de um indivíduo para outro, de um grupo para outro, de uma cultura para outra (FIGURA 3).

Figura 3 - Termostato do risco



Fonte: ADAMS (2009)

Comumente, após um acidente, muitos defendem que o risco não foi gerenciado de forma adequada. Porém, não é somente a negligência que deve ser considerada aqui. Vale lembrar que a “má sorte” também deve ser considerada na explicação, pois se as pessoas correm riscos, acidentes irão ocorrer. Um mundo de risco zero é impossível (REBELO, 2003; ADAMS, 2009).

Ao sair de casa, qualquer pessoa já corre riscos. Ainda que um determinado ser humano seja exageradamente prudente, provavelmente não produziria uma vida de risco zero. O propósito de levar uma vida com risco zero, provavelmente ficando em uma cama, seria enfadonho e poderia levar a morte precoce por inanição ou atrofia. Entender o risco a partir dessa afirmação, onde qualquer pessoa, de livre e espontânea vontade corre riscos, segundo Adams (2009), deveria ser o ponto de partida de qualquer teoria do risco.

É bem verdade que, para determinados tipos de riscos, a negligência pode dificultar a minimização do risco, muitas vezes gerando situações que poderiam ser evitadas.

Podemos citar como exemplo as estiagens, fenômeno também denominado de seca, no nordeste brasileiro. As atitudes, em anos de seca e de muita chuva no Nordeste, costumam ser distintas. Certamente, neste caso, o risco não vai deixar de existir.

Porém, determinadas atitudes poderiam ser tomadas com antecedência visando minimizar os impactos provenientes de uma longa estiagem. Nesse caso, o “ciclo” ganha uma nova conotação e é denominado ironicamente por Wilhite (1992) de Ciclo Hidro-ilógico (FIGURA 4). Tais atitudes mencionadas no ciclo abaixo ilustra o típico método geralmente adotado pelos governos para gerenciar e responder a desastres naturais como a seca.



Fonte: Adaptado de Wilhite (1992)

Retomando a ideia de propensão dos seres humanos a correr riscos, além da negligência, deve-se levar também em consideração o azar. Afinal, ainda que exista um rígido controle e cuidados, o azar pode ocasionar uma situação de risco. Visto por esta ótica, o risco parece bastante atrelado ao medo e insegurança que já fazem parte do cotidiano de muitos cidadãos.

Levitt et. al (2005) ressalta a dificuldade de se calcular riscos presentes em nosso cotidiano, devido ao que o autor denomina como “princípio do controle”. Este princípio, segundo palavras de Sandman, um consultor de riscos de Nova Jersey em entrevista ao *The New York Times*, defende que os riscos que controlamos são uma fonte muito menor de indignação do que os que estão fora do nosso controle (LEVITT et. al 2005). Este princípio explica, por exemplo, por que a maioria das pessoas tem mais medo de andar de avião do que

de carro, acreditando na ideia de que “*se eu posso controlar o carro, sou responsável pela minha segurança*” (grifo meu).

Adams (2009) traz em sua obra uma importante discussão acerca de posturas distintas que a sociedade pode tomar frente aos debates sobre risco: a teoria cultural. Não se trata de uma compartimentação dos participantes nos debates sobre risco, uma vez que grande parte da sociedade é por demais complexa e multifacetada para ser resumida em um simples rótulo. Porém, a teoria cultural oferece estrutura e vocabulário suficientes para compreender e descrever atitudes encontradas nos debates e discussões sobre risco, além de colaborar na reflexão de muitas pessoas sobre seus vieses e preconceitos.

No intuito de facilitar a compreensão sobre as diferentes visões de figuras da sociedade com relação aos filtros perceptuais do risco, Adams sugere uma tipologia que se traduz em desenhos, como de uma história em quadrinhos, para destacar a visão de representantes da sociedade considerados individualistas, fatalistas, hierárquicos e igualitários (FIGURA 5).



Fonte: Adaptado de Adams (2009)

De acordo com esse esquema, a teoria traz uma luz reveladora sobre a expressão “interesses particulares”. Os hierárquicos tem como papel equilibrar/regular os possíveis benefícios compartilhados que podem ser obtidos por uma livre iniciativa sem obstáculos com as possíveis perdas que possam advir de seus excessos. Podem ser, por exemplo, aquele grupo de políticos que criam leis e sancionam, membros de grandes empresas, etc. Respeitam a autoridade, tanto científica, quanto administrativa e acreditam que a natureza será benéfica se manejada de forma adequada (ADAMS, 2009).

Os individualistas são verdadeiros jogadores ou empreendedores que esperam ganhar mais do que perder, além de não terem paciência com a burocracia considerada inimiga do espírito empreendedor. Também possuem uma visão da natureza como abundante,

estável, robusta, benigna e resiliente, capaz de minimizar os insultos do homem e raramente vingativa, o que os leva a entrar em confronto com os ambientalistas, que são igualitários e consideram a natureza como frágil e ameaçada.

Os igualitários defendem a ideia de que todos pisem com cuidado na Terra e, na dúvida científica, invocam o princípio preventivo. Inclina-se a uma interpretação ansiosa da história e leem a mesma como uma série de advertências sobre guerras, pestes e situações de penúria, além de destacar a extinção de espécies e civilizações devido a ambição e descuidos humanos.

Porém, ambos (individualistas e igualitários) criticam a ação ou inação do governo e se consideram defensores dos pobres e oprimidos, criando, por exemplo, a prosperidade na economia com mais empregos ou protegendo modos nativos de vida e o ambiente dos quais eles dependem.

Já os fatalistas estão por demais ocupados tentando sobreviver para se interessar por debates acadêmicos a respeito do risco. Os fatalistas acreditam que a natureza é caprichosa e imprevisível. Eles esperam o melhor e temem o pior. Tendem a situar-se na base da pirâmide social. Não se envolvem em debates, pois acreditam que nada que eles façam provocará diferença alguma. Possuem altos índices de mortalidade, tantos por causas naturais, quanto por acidentes e não estudam história.

No entanto, torna-se difícil se posicionar sob um dos filtros perceptuais. Dependendo do assunto em questão, um determinado membro pode assumir uma ou outra posição. John Adams (2009), inclusive, corrobora com tal afirmativa quando menciona o aquecimento global. O autor acredita que grande parte das pessoas adeptas do consenso apocalíptico quando mencionado o aquecimento global entendem a ciência da mesma forma que ele: não muito bem. Neste assunto, Adams ainda se considera um fatalista agnóstico. Afinal, as discussões ainda não apontam para tanta certeza e os debates encontram-se posicionados no círculo do Risco Virtual e, quanto menos correta a ciência, mais influente se tornam os filtros perceptuais da teoria cultural e mais dogmáticos ficam os participantes do debate.

Nesse sentido, a discussão entre os diferentes filtros perceptuais da teoria cultural chegam a um denominador comum no gerenciamento do risco. Afinal, a discussão parte de lados opostos. Enquanto o individualista afirmará que já temos regulamentos demais e a resolução dos problemas deve ser deixada ao mercado, os igualitários invocarão o princípio preventivo e exigirão ações urgentes. Os hierárquicos vão sugerir que tudo está caminhando bem do jeito que está, mesmo admitindo que algumas medidas e mais pesquisas fossem

aconselháveis. E os fatalistas continuam vendo TV e comprando bilhetes de loteria (ADAMS, 2009).

A própria falta de certeza científica pode posicionar o debate para crenças religiosas, fazendo com que muitos acreditem em um poder divino atuando em um grande desastre natural, como se Deus estivesse punindo o homem pelo abuso que este faz da terra e castigando o mesmo para que este possa se corrigir<sup>6</sup>.

De qualquer forma, a ciência é fundamental para compreendermos a noção de risco. Afinal, se o risco se refere ao futuro e existe apenas na nossa imaginação, existem alguns riscos para os quais a ciência pode oferecer orientações importantes para a imaginação. Por exemplo, a ciência pode atribuir uma baixa probabilidade de o sol não nascer amanhã.

Muitos problemas de gerenciamento do risco são potencialmente solucionáveis pela ciência. Tais problemas são passíveis de uma definição clara que relacione causa e efeito e caracterizada por regularidades estatísticas identificáveis (ADAMS, 2009).

No entanto, vale lembrar que nem sempre o risco é identificável somente por vieses probabilísticos. Existem riscos que, ao serem analisados, envolvem variáveis mais subjetivas, podendo conduzir à “incerteza científica”. Não se pode conhecer perfeitamente os riscos que são enfrentados agora ou que serão enfrentados no futuro.

Porém, ainda que o risco zero seja um ideal inatingível, todos devem lutar por este ideal. Ainda que não seja possível eliminar o risco, a ação deve ser feita no intuito de que seja possível gerenciar o risco. O gerenciamento do risco, de certa forma, reside na projeção de ameaças para o futuro (BECK, 1998).

O gerenciamento do risco na literatura é, antes de tudo, discutido em termos conceituais. Afinal, existem distinções entre termos que podem causar uma confusão na análise do risco.

Autores como Campos (1999), Lavell (1996) e Cardona (2001) consideram que o risco se encontra diretamente relacionado a dois fatores: a ameaça (também denominada de perigo) e a vulnerabilidade (problemas de infraestrutura, pobreza, forte concentração populacional, uso do solo etc.).

A grande maioria dos autores sempre considera a vulnerabilidade ao falar de risco. Atrelado a este termo, outros termos também são utilizados nas definições de risco, tais como: acaso, *álea*, *perigosidade*, *hazard* etc. Muitos autores franceses optaram pelo uso do termo *álea* (fenômeno aleatório), enquanto que os anglo-saxônicos optam pela ideia de *hazard*,

---

<sup>6</sup> Tal visão foi mencionada em capítulo anterior, no qual se realiza uma discussão teórica sobre o conceito de desastre natural.

acaso ou casualidade. Alguns espanhóis, italianos e portugueses utilizam frequentemente os termos *peligrosidad*, *pericolositá* e *perigosidade*, respectivamente (REBELO, 2003).

Alguns autores, como Rebelo (2003), entendem que o *hazard* (termo muito utilizados por autores de língua inglesa) pode ser perfeitamente traduzido por risco, em português. Outros, como Castro et.al (2005) e Marcelino (2008), preferem traduzir o termo *hazard* como perigo. Já Monteiro (1991), optou pela tradução do termo *hazard* como acidente. Mattedi e Butzke (2001), bem como Marandola Jr. e Hogan (2004), preferiram não traduzir o termo e o utilizaram no idioma original (*hazard*).

Independente das palavras e a forma como estes conceitos são utilizados pelos autores, fica evidente que muitos entendem o risco através da presença simultânea de algo que praticamente não tem nada a ver com a presença do homem (*álea*, *perigosidade*, acaso, ameaça) e algo que resulta da presença direta ou indireta do ser humano (vulnerabilidade).

Ou, conforme destacam Mattedi e Butzke (2001), para não dizer que estes fenômenos não tem absolutamente nada ver com a presença do homem, tal diferenciação entre ameaça e vulnerabilidade foi a solução encontrada por autores das geociências devido aos níveis de determinação entre fatores sociais e naturais que nem sempre são fáceis de serem discernidos. Assim, a ameaça (ou perigo, ou *álea*, etc.) faz referência a eventos geofísicos (climatológicos e geológicos) que podem afetar determinados grupos sociais.

Foi seguindo este raciocínio que muitos autores criaram fórmulas para entender o risco, as quais são passíveis de diferentes interpretações e questionamentos. Rebelo (2003) destaca a utilização de algumas destas fórmulas, levantando alguns pontos questionáveis. Por exemplo, alguns autores defendem que o risco se dá através do somatório de algo que nada tem a ver com o homem (*álea*, *hazard*, perigo, ameaça) com a vulnerabilidade, resultando na fórmula:  $R = A + V$  (para os autores de língua francesa) e  $R = H + V$  (para os autores de língua inglesa). Recentemente, surge uma noção que valoriza mais a vulnerabilidade na análise do risco e surge uma nova fórmula que, ao invés de somar, multiplica, resultando:  $R = A.V$  ou  $R = H.V$ .

Seja com maior ou menor importância, a vulnerabilidade está sempre presente, é intrínseca à noção de risco (ALMEIDA, CARVALHO, 2007; REBELO, 2003; CRUZ, 2003). Trata-se apenas de considerar diferentes graus de vulnerabilidade.

Ainda há quem prefira tudo em aberto, como Dauphiné (2001), que defende que o  $R = F$  (*álea*, vulnerabilidade), onde  $F$  é uma relação que depende do problema analisado. Outros autores, como Adams (2009), preferem definir o risco como resultado da

multiplicação da probabilidade pela ameaça ( $R = P \times A$ ). Aqui, a ameaça é definida como algo que pode causar dano.

Roaf (2009), já insere uma terceira variável na fórmula do risco (exposição), ao tratar dos riscos que podem ocasionar a elevação dos oceanos em áreas litorâneas, entendendo que o risco se dá pela multiplicação da ameaça, vulnerabilidade e exposição. No entanto, esta noção não se diferencia tanto da de outros autores que utilizam apenas a ameaça e a vulnerabilidade na fórmula do risco, pois a exposição (geralmente relacionada à localização geográfica de uma determinada população que pode sofrer o um dano) encontra-se inserida na variável ameaça.

Entre vários pesquisadores do campo das geociências, tais como Castro (1999), Cerri e Amaral (1998) e Castro, Peixoto e Pires do Rio (2005), o risco é comumente tratado como 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. Com base nessa ideia, surge a expressão  $R$  (risco) =  $P$  (probabilidade) x  $C$  (consequências).

Embora seja uma noção bastante utilizada, esta tem sido rejeitada por alguns autores das geociências. Campos (1999), Lavell (1999), Cardona (2001), Marcelino (2008) e Fernandez (1996) compreendem que a situação de risco é caracterizada pela presença simultânea ou pela interação de dois componentes: a ameaça (ou perigo) e a vulnerabilidade. Afinal, as relações entre os componentes da situação de risco são muito mais complexas do que uma operação aritmética, não podendo ser simplesmente multiplicadas segundo uma lógica matemática.

A ameaça, de acordo com Campos (1999) diz respeito às condições físico-naturais do terreno ou da área ocupada (maior ou menor susceptibilidade à ocorrência de um determinado evento que pode colocar uma população em situação de perigo), enquanto que a vulnerabilidade leva em consideração as condições objetivas e subjetivas de existência que podem originar ou potencializar a predisposição de uma determinada população ser afetada pelos danos provenientes de uma ameaça (CAMPOS, 1999).

Lavell (1999) e Cardona (2001), corroboram com a ideia de Campos (1999), acreditando na existência do risco através da interação dos componentes ameaça e vulnerabilidade. Estes não devem ser separados na análise de risco. Afinal, não se pode ser vulnerável se não está ameaçado e não existe uma condição de ameaça para um elemento, sujeito ou sistema se este não se encontra exposto e vulnerável a ação potencial que representa



a determinada ameaça. É impossível falar de ameaça sem a presença de vulnerabilidade e vice-versa (LAVELL, 1999; CARDONA, 2001).

“Con la idea de amenaza se refiere a la probabilidad de la ocurrencia de un evento físico dañino para la sociedad; la vulnerabilidad refiere a la propensidad de una sociedad o elemento de la sociedad de sufrir daño. El riesgo se crea en la interrelación de estos dos tipos de factores, cuyas características y especificidades son sumamente heterogéneas. [...] Para que haya una amenaza tiene que haber vulnerabilidad. Si no existe una propensidad de sufrir daño al encontrar-se frente a un evento físico determinado, no hay amenaza, sino solamente un evento físico natural, social o tecnológico sin repercusiones en la sociedad” (LAVELL, 1999, p.3).

Esta última definição parece definir de forma mais fiel a situação de risco, pois este passa a ser compreendido como a representação de uma ameaça (esperança matemática de ocorrer um desastre, agindo conjuntamente com um sentimento de insegurança) que afetam os alvos e que constituem indicadores de vulnerabilidade.

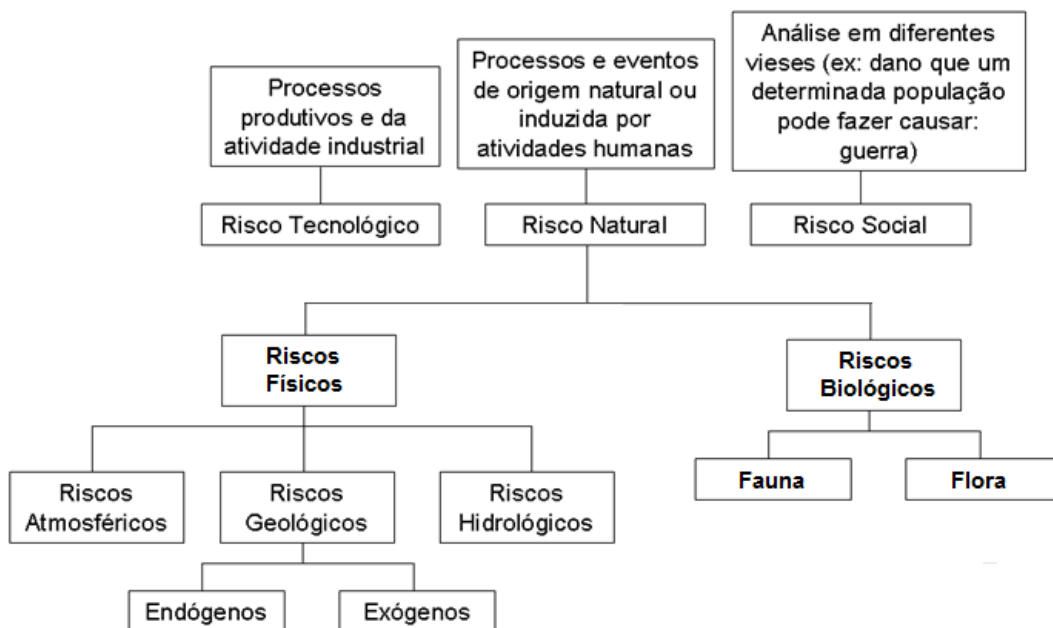
No campo das geociências, especialmente na Geografia, onde o risco é geralmente compreendido através da profunda dependência entre ameaça e vulnerabilidade, utiliza-se frequentemente a expressão risco ambiental. Esta pode ser compreendida como uma situação de ameaça ambiental (de ordem física, tecnológica e/ou social) atuando sobre uma população vulnerável (SOUZA; ZANELLA, 2009).

Com base nos fenômenos que constituem a ameaça ambiental, alguns autores como Egler (1996), Burton, Kates e White (1993), Cerri e Amaral (1998), propõe uma classificação dos riscos ambientais em: riscos naturais, riscos tecnológicos e riscos sociais.

De acordo com Egler (1996), o risco natural estaria associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, considerando seu grau de instabilidade/estabilidade expresso na sua vulnerabilidade a eventos de longa ou curta duração (inundações, erosões, desabamentos, etc). O risco tecnológico faz referência a eventos danosos à vida devido a decisões na estrutura produtiva (explosões, vazamentos/derramamentos de produtos tóxicos, contaminação de sistemas naturais, etc.). Já o risco social refere-se às carências sociais que contribuem para a degradação das condições de vida. É mais perceptível quando se analisa as condições de habitabilidade, expressa no acesso à serviços básicos como água tratada, tratamento de esgoto e coleta de lixo.

Seguindo a classificação proposta inicialmente por Burton, Kates e White (1993), Cerri e Amaral (1998), vão mais além e propõem um classificação mais detalhada dos riscos ambientais, compreendendo estes como a classe maior dos riscos que se subdivide nas classes seguintes (FIGURA 6).

Figura 6 - Classificação dos riscos ambientais



Fonte: Adaptado de Cerri e Amaral (1998, p.302).

Vale salientar que alguns processos, embora estejam operacionalmente classificados no campo dos riscos naturais, podem sofrer algum tipo de agravamento ou até mesmo origem devido à influência humana. Lavell (1999), Conti (2011), Mendonça (2010), Thomaziello (2007), Santos e Caldeyro (2007), corroboram com tal afirmativa e destacam, inclusive, que em áreas altamente alteradas pelo homem (geralmente os centros urbano-industriais), os impactos provenientes de fenômenos de origem natural podem ser intensificados.

Jones (1993), inclusive sugere a utilização do termo *enviromental hazards* para tratar dos eventos ocasionados ou agravados por atividades humanas, ao invés de utilizar o termo *natural hazards*.

Burton, Kates e White (1993) também questionam a forma como os riscos são classificados. Acreditam que tal classificação é feita apenas por conveniência, visto que os riscos ambientais apresentam causas complexas. Souza e Zanella (2010), concordam com tal afirmativa, destacando que:

“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. Os riscos de inundações e de escorregamento se inserem nessa perspectiva, em função da multiplicidade dos seus elementos condicionantes” (SOUZA; ZANELLA, 2010, p. 19).

Na Geografia, muitos estudos que envolvem temáticas relacionadas a riscos e desastres foram desenvolvidos, inclusive contemplando diferentes enfoques (desde uma visão mais física, social ou até sistêmica).

Enquanto os geógrafos que utilizam uma perspectiva mais física propõem determinados procedimentos e teorias baseadas em experiências, análises e explicações através de trabalhos científicos, os geógrafos que se utilizam de uma perspectiva mais social buscam a compreensão das condições sociais e culturais das comunidades e, através da comunicação, procuram desenvolver respostas e ações de educação e atuação da sociedade frente aos riscos. Já os geógrafos com uma visão mais sistêmica procuram compreender os sistemas ambientais e humanos, sua interação e projetam diferentes cenários (RUBIANO, 2009).

A Climatologia e a Hidrologia contribuíram de forma significativa para explicar o funcionamento de diferentes fenômenos atmosféricos e hídricos que afetam a superfície terrestre, como vendavais, secas e inundações. A Geografia Humana também contribuiu com conhecimentos desde a Geografia da percepção dos riscos e da Geografia social sobre os espaços construídos pela sociedade, seu comportamento, conhecimento, vulnerabilidade, significados, identidade dos lugares etc (RUBIANO, 2009).

Nas últimas décadas, a disciplina geográfica vem trabalhando com enfoques sistêmicos para explicar vários fenômenos, como as ameaças de origem natural e os riscos ambientais, integrando diversas variáveis físicas e sociais (RUBIANO, 2009).

De qualquer forma, fica perceptível que, na Geografia, o risco ambiental está diretamente vinculado à possibilidade de uma população ser negativamente afetada por um determinado tipo de fenômeno excepcional, como um terremoto ou uma inundação, por exemplo.

A partir desta visão, o risco encontra-se atrelado a ideia já mencionada, onde a presença simultânea ou interação da ameaça e da vulnerabilidade caracterizam a situação de risco.

Afinal, existem ambientes instáveis do ponto de vista físico-natural devido a condições de localização geográfica ou condições geomorfológicas, por exemplo, e que podem indicar uma maior suscetibilidade à ocorrência de fenômenos que podem colocar o homem em uma situação de risco. Quando estes ambientes são afetados por um determinado fenômeno (inundação, terremoto, deslizamento de terra etc.) e são ocupados por populações vulneráveis (populações que são incapazes ou possuem dificuldade de absorver o impacto de

ameaças e recuperar-se das mesmas), tem-se uma situação de risco. Aqui, fica claro que a vulnerabilidade é vista não somente como exposição, mas também como resiliência.

Nesse sentido, fica perceptível como a noção de vulnerabilidade está atrelada à noção de risco. Afinal, ainda que exista uma ameaça, a existência do risco é entendida somente quando populações podem ser por ela afetadas (MASKREY, 1993; FERNANDEZ, 1996; CRUZ, 2003).

Esta ameaça pode ser compreendida de diferentes formas e vieses. Basta analisar o emprego do termo ameaça por diversos autores que em alguns casos confundem a utilização do mesmo, acreditando que este pode ser sinônimo de risco. Ou, quando utilizam outros termos como sinônimos, entre eles “perigo” e até mesmo “hazard”.

Fernandez (1996) salienta que o emprego dos termos risco e a ameaça não devem ser vistos como sinônimos, como geralmente fazem alguns autores, e reforça a inter-relação da ameaça e da vulnerabilidade para compreender a situação de risco:

“Para que exista un riesgo debe haber tanto una amenaza (o, como algunos dirían, un peligro) como una población vulnerable a sus impactos [...]. El riesgo es, en consecuencia, una condición latente o potencial, y su grado depende de la intensidad probable de la amenaza y los niveles de vulnerabilidad existentes. En este sentido, la vulnerabilidad es una expresión del desequilibrio o desajuste, en igual medida, entre la estructura social (ampliamente concebida) y el medio físico-constructivo y natural que lo rodea. La vulnerabilidad, entonces, nunca puede tener un valor absoluto, sino que depende siempre del tipo e intensidad de la amenaza. A nuestro modo de ver, la amenaza y el riesgo nunca deben considerarse sinónimos, como lo hacen algunos autores; por otra parte, el grado de riesgo siempre está em función de la magnitud de la amenaza y de la vulnerabilidad, es, entonces, una condición dinámica, cambiante y teóricamente controlable” (FERNANDEZ, 1996, p.10).

De acordo com as reflexões de Fernandez (1996), fica perceptível como a ameaça e a vulnerabilidade são interdependentes e não devem ser analisadas separadamente ao avaliar uma situação de risco. Afinal, a vulnerabilidade não pode ter um valor absoluto, pois depende do tipo e intensidade da ameaça (FERNANDEZ, 1996). Por outro lado, as pessoas também estão mais vulneráveis quando nem sequer tem consciência e nem conhecimento das ameaças e vulnerabilidades que colocam em risco a sua vida e seus bens (OIT, 2011).

Assim, o risco de desastres é fruto da relação entre as ameaças e as vulnerabilidades de um determinado lugar ou de um grupo social e está fortemente relacionado com a realidade de cada sociedade (FIGURA 7). Afinal, o nível de risco e os meios para enfrentar os mesmos variam de acordo com as condições, capacidades e recursos de cada sociedade. Ou seja, o impacto do desastre dependerá de fatores determinados pelas

características dos fenômenos (probabilidade e intensidade) e pela suscetibilidade dos elementos expostos ao desastre em função das condições físico-naturais, sociais, econômicas, políticas e organizacionais que prevalecem na zona de impacto (OIT, 2011).

Figura 7 - A relação entre risco, ameaça e vulnerabilidade



Fonte: OIT, 2011

Um olhar mais apurado sobre a natureza das ameaças e os conceitos de vulnerabilidade permite compreender e estabelecer melhor algumas atitudes e desafios a serem tomados no intuito de minimizar o risco de desastres.

As definições de ameaça e vulnerabilidade variam de acordo com o enfoque de cada autor. Segundo Castro (2009), a ameaça é definida como: risco imediato de desastre; prenúncio ou indício de um evento desastroso; evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial; estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação.

Já a vulnerabilidade, segundo o Castro (2009), seria a condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade de danos prováveis; relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretiza, e a intensidade do dano consequente; probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos; corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado; vulnerabilidade é o inverso da segurança.

Kobyama et. al (2006), prefere utilizar o termo perigo ao invés de ameaça, traduzindo-o do termo em inglês *hazard*. Define este como um fenômeno natural que ocorre em épocas e regiões conhecidas e que podem causar sérios danos nas áreas impactadas. Já a

vulnerabilidade estaria relacionada a densidade demográfica, infraestrutura e pobreza do sistema prestes a ser impactado (KOBAYAMA et. al 2006).

Os autores integrantes da *Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres en América Latina - LA RED*, tais como Campos (1999), Lavell (2003), Cardona (2001) e Fernandez (1996) sugerem definições e discussões teóricas de grande relevância dos termos de ameaça e vulnerabilidade no estudo de desastres naturais, compreendendo estes como os dois elementos que compõem a situação de risco, os quais apresentam uma forte inter-relação e interdependência, traduzindo de forma fiel a situação de risco.

Para este grupo de autores, a ameaça é definida como um evento físico latente ou um fator de risco. Está relacionada às condições físico-naturais do terreno. Ou seja, seria a probabilidade de ocorrência de um evento físico danoso no futuro (CAMPOS, 1999; FERNANDEZ, 1996; LAVELL, 2003; CARDONA, 2001).

Além de estabelecer e teorizar a inter-relação entre os conceitos de risco, ameaça e vulnerabilidade, Fernandez (1996) vai além no entendimento do conceito de ameaça, questionando a simples divisão que muitos autores fazem desse fator de risco, quando compreendem que existem apenas ameaças consideradas naturais e ameaças consideradas tecnológicas. Para Fernandez (1996) e os integrantes da *Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres en América Latina - LA RED*, estas macrodivisões são simples e, no intuito de facilitar o pensamento e ações que sirvam para ajudar a estabelecer causalidades e responsabilidades, sugere uma tipologia que considera quatro categorias básicas de ameaça: naturais, sócio naturais, antrópico-contaminantes e antrópico-tecnológicas.

No campo das ameaças naturais estão inseridos aqueles fenômenos completamente naturais que podem possuir origens diversas, tais como: origem geotectônica (sismos, vulcanismo, tsunamis etc.), origem geomorfológica (deslizamentos, avalanches, erosão terrestre e costeira etc.), origem meteorológica ou climática (furacões, tornados, secas, incêndios espontâneos, tormentas tropicais etc.) e origem hidrológica (inundações, alagamentos etc.) (FERNANDEZ, 1996).

Este conjunto de ameaças se inter-relaciona, de forma que uma delas pode possuir ou ter relações com outras, como os sismos provocarem deslizamentos e um furacão ocasionar uma inundação (LAVELL, 2003). Nestes fenômenos não há intervenção humana direta ou significativa possível. A gestão deste tipo de ameaça se dá através do controle dos impactos sobre a população (mitigação) e também através de medidas de prevenção (FERNANDEZ, 1996).

Porém, existem alguns fenômenos típicos das ameaças naturais que podem ter uma incidência que é socialmente induzida, sendo produzidos ou acentuados por alguma forma de intervenção humana sobre a natureza. Fernandez (1996) denomina este grupo de ameaças sócio naturais. Facilmente são interpretadas, de forma errônea, como atos de Deus ou da natureza, reduzindo-se assim as possibilidades de uma gestão adequada e preventiva. As ameaças sócio naturais são resultado do impacto de determinadas práticas sociais, seja por ganância, pela busca de sobrevivência entre grupos pobres ou devido a ausência de serviços públicos adequados. Dentro deste contexto podemos destacar as inundações urbanas (relacionada à forte impermeabilização do solo e ineficiência na drenagem urbana, dificultando a infiltração da água), deslizamentos de terra (relacionados à presença de habitações precárias localizadas em encostas que são áreas consideradas de risco), secas (em alguns casos relacionada a um gerenciamento ineficiente da água na região), dentre outros.

No grupo das ameaças antrópico-contaminantes, estas estão relacionadas principalmente com os processos de contaminação derivados de derrames, dispersões ou emissões de substâncias químico-tóxicas no ar, na terra ou na água, como o petróleo, pesticidas, gases tóxicos produzidos pela combustão, contaminação nuclear etc. Da mesma forma que as ameaças sócio naturais, as ameaças antrópico-contaminantes também resultam de práticas humanas. Porém, segundo Fernandez (1996) difere-se em um sentido essencial:

“Nos referimos a una serie de amenazas que toman la forma de elementos de la naturaleza "transformados" (aire, agua y tierra). Son amenazas basadas en y construidas sobre elementos de la naturaleza, pero que no tienen una expresión en la naturaleza misma” (FERNANDEZ, 1996, p. 13).

Por último, as ameaças antrópico-tecnológicas incluem os processos de produção e distribuição industrial modernos, principalmente concentrados nos centros urbanos ou próximo destes e as modificações na infraestrutura urbana para distribuição e consumo energético que podem ocasionar problemas para a segurança da sociedade devido ao uso de um número elevado de processos potencialmente perigosos. Como exemplo muito conhecido deste tipo de ameaça está o caso de Chernobyl, um grande acidente nuclear (FERNANDEZ, 1996).

Já a vulnerabilidade é definida pelos integrantes da *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina - LA RED* como a configuração total das condições objetivas e subjetivas de existência, historicamente determinadas e protagonizadas por sujeitos coletivos concretos que originam ou aumentam a predisposição de uma

determinada população ser atingida pelos danos provenientes de uma ameaça. As vulnerabilidades significam uma falta de resistência, uma difícil capacidade de adaptar-se ou ajustar-se a condições que dificultam a recuperação e reconstrução autônoma dos elementos afetados (CAMPOS, 1999; FERNANDEZ, 1996; LAVELL, 2003; CARDONA, 2001).

Outros autores também se debruçam sobre este conceito com muita propriedade, proporcionando reflexões e contribuições de grande relevância, tais como Wisner et.al (2003), Blaikie et. al (1996), Deschamps (2004), Kaztman e Filgueira (2006), Zanella et. al (2009), Mendonça (2011), dentre outros.

Wisner et. al (2003), em obra intitulada “*At Risk: Natural Hazards, people’s vulnerability and disasters*”, define vulnerabilidade como:

“By vulnerability we mean the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard (an extreme natural event or process). It involves a combination of factors that determine the degree to which someone’s life, livelihood, property and other assets are put at risk by a discrete and identifiable event (or series or ‘cascade’ of such events) in nature and in society” (WISNER et. al, 2003, p.11).

Definição muito semelhante pode ser encontrada na obra de Blaikie et. al (1996), na qual Wisner também figura como autor, onde a vulnerabilidade é entendida como:

“Las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien queda en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad” (Blaikie et. al, 1996).

Ou seja, de acordo com estes autores, alguns grupos da sociedade são mais propensos do que outros a sofrer algum tipo de dano ou perda proveniente de uma ameaça. Existe uma combinação de fatores que podem influenciar numa maior ou menor vulnerabilidade, tais como: idade, etnia, status social, incapacidade, classe social, gênero, dentre outros.

Deschamps (2004) parte da origem do termo vulnerabilidade, indicando que o sentido literal de vulnerabilidade é “qualidade de vulnerável” (DESCHAMPS, 2004), que se aplica ao lado fraco de um assunto ou questão, ou do ponto pelo qual algum indivíduo pode ser atacado, ferido ou lesionado, seja de forma física ou moral. Deschamps (2004) também ressalta o fato de que para que o dano seja produzido, deve haver um evento potencialmente

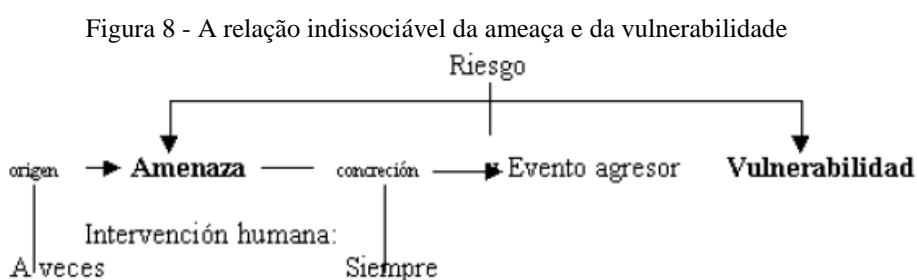


adverso, bem como uma incapacidade de resposta (pessoal ou por ausência de apoio externo) e/ou uma inabilidade da população para adaptar-se a situação de risco.

Fica evidente na obra de Deschamps (2004) como a noção de vulnerabilidade está atrelada à ameaça, apesar da autora não utilizar este termo<sup>7</sup>. Também fica claro na obra da autora que a vulnerabilidade pode ser muito influenciada pela habilidade/incapacidade ou não da população de adaptar-se e lidar com a situação de risco. Ideia semelhante também foi exaltada por Wisner et. al (2003), o qual utiliza o termo  *coping*  para fazer a referência a resiliência da população frente a uma ameaça.

Deschamps (2004), também utiliza o termo vulnerabilidade socioambiental para fazer referência às áreas onde coexistem riscos ambientais e populações em situação de vulnerabilidade social na Região Metropolitana de Curitiba. No entanto, o termo aqui empregado será apenas vulnerabilidade, visto que a vulnerabilidade é, antes de tudo, um problema social e, de acordo com o tratamento conceitual aqui realizado, o termo risco ambiental, neste caso, poderia ser compreendido como ameaça, de acordo com o entendimento do conceito de risco, onde este é entendido pela presença simultânea/interação da ameaça e da vulnerabilidade.

Ora, para ficar clara tal colocação, admita-se que não há intervenção humana no desencadeamento de um terremoto e se este ocorre em uma área onde não há populações habitando, não desencadeia um desastre natural. Porém, se esta área for ocupada, o impacto maior ou menor do fenômeno dependerá de uma série de aspectos sociais ou de intervenção humana, tais como: fatores demográficos, uso do solo, técnicas e materiais de construção das habitações, classe social, inabilidade de adaptação e de lidar com a situação etc. Em outras palavras, conforme destaca Campos (1999), a gravidade potencial de toda ameaça e sua concretização como evento destruidor se relaciona indissociavelmente com a vulnerabilidade da população afetada (FIGURA 8).



Fonte: Campos, 1999

<sup>7</sup> A autora utiliza o termo risco para designar um evento potencialmente adverso.

É bem verdade que populações vulneráveis geralmente se localizam em ambientes instáveis do ponto de vista físico-natural. Há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde existe um risco de ocorrer algum evento adverso (DESCHAMPS, 2004).

Tais desvantagens sociais podem influenciar consideravelmente no impacto de um determinado evento adverso. Para minimizar a vulnerabilidade, as comunidades precisam dispor de informação e de acesso a bens, serviços e atividades que aumentem a capacidade de resposta/resiliência frente a ocorrência de desastres naturais.

Nesse contexto, Kaztman (2000) e Kaztman e Filgueira (2006), realizam importante discussão sobre como o acesso e a posse/controlado de ativos (recursos utilizados para o aproveitamento de oportunidades) podem influenciar no nível de vulnerabilidade de uma família, propondo uma discussão acerca de um enfoque sobre Ativos, Vulnerabilidade e Estrutura de Oportunidades, o qual denominam de enfoque AVEO (KAZTMAN, 2000; KAZTMAN; FILGUEIRA, 2006).

A vulnerabilidade é compreendida por Kaztman (2000) da seguinte forma:

“Por vulnerabilidad social entendemos la incapacidad de una persona o de un hogar para aprovechar las oportunidades, disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos, para mejorar su situación de bienestar o impedir su deterioro. Como el desaprovechamiento de oportunidades implica un debilitamiento del proceso de acumulación de activos, las situaciones de vulnerabilidad suelen desencadenar sinergias negativas que tienden a un agravamiento progresivo (KAZTMAN, 2000, p.281).

Assim, a vulnerabilidade maior ou menor de uma família passa a depender da posse ou controle de ativos, ou seja, de recursos requeridos para o aproveitamento das oportunidades que oferece o meio em que se desenvolve. Em síntese, pode-se compreender como a capacidade da família para controlar e responder positivamente as forças que os afetam. Já as estruturas de oportunidades se definem como a probabilidade de acesso a bens, serviços e atividades, as quais incidem sobre o bem-estar das famílias (KAZTMAN, 2000; KAZTMAN; FILGUEIRA, 2006).

De acordo com as contribuições teóricas de Wisner et.al (2003), Blaikie et. al (1996), Deschamps (2004), Kaztman e Filgueira (2006), fica perceptível, em síntese, que estes enxergam a vulnerabilidade não somente como exposição, mas também como resiliência, acreditando que a maior ou menor vulnerabilidade de um indivíduo ou família está

relacionada à capacidade de resposta/adaptação quando da ocorrência de um fenômeno adverso.

De acordo com esta perspectiva, onde os moradores são sujeitos importantes no processo de avaliação dos riscos e na tomada de decisões frente à situações de ameaças, surgiram estudos que levam em consideração a percepção do risco de uma população/comunidade. Tais estudos nasceram na década de 1960 nas discussões de White, Burton e Kates (MARANDOLA Jr.; HOGAN, 2004). Em período mais recente, Souza e Zanella (2009) também desenvolveram importante obra acerca da percepção do risco.

Zanella et. al (2009) compreende a vulnerabilidade como uma noção multidimensional que decorre de fenômenos diversos, com causas e consequências distintas, as quais afetam de forma diferenciada os indivíduos e/ou grupos sociais.

“As condições sociais, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde vão tornar as pessoas e os grupos, mais ou menos vulneráveis, ou seja, com a capacidade de superar ou minimizar as dificuldades e riscos, e de aproveitar as oportunidades para melhorar sua situação de bem-estar” (ZANELLA et. al, 2009, p. 192).

Tal visão da vulnerabilidade como uma noção multidimensional destacada por Zanella et. al (2009) evidencia como a vulnerabilidade deve ser compreendida através de diversos fatores que dizem respeito a todas as dimensões do desenvolvimento. Vão desde fatores sociais até fatores políticos, econômicos e até ambientais. Mendonça (2011), em uma perspectiva mais voltada para o contexto urbano, também compartilha de visão semelhante, quando define que a vulnerabilidade está “atrelada a uma série de contingências sociais, políticas, econômicas, culturais, tecnológicas etc.” (MENDONÇA, 2011, p. 114).

Tais fatores (políticos, sociais, econômicos etc.) estão intimamente relacionados e, no seu conjunto, refletem o panorama geral da dimensão global da vulnerabilidade (FIGURA 9). Nos estudos de vulnerabilidade e de redução do risco de desastres, faz-se necessário prevalecer uma abordagem de conjunto, visando uma compreensão integrada da realidade e das lacunas possíveis que existem nas diferentes áreas de desenvolvimento (OIT, 2011).

Figura 9 - A relação entre a vulnerabilidade e os setores econômico, social, político e ambiental



Fonte: OIT, 2011

Analisando de forma detalhada cada um dos fatores, identifica-se uma inúmera gama de aspectos que influenciam na vulnerabilidade de um grupo social. Porém, não cabe aqui detalhá-los integralmente<sup>8</sup>, pois acarretaria um exercício de leitura enfadonho.

A título de exemplificação, os fatores socioculturais da vulnerabilidade podem estar relacionados às fragilidades da organização comunitária e de base nos territórios; às crenças, costumes, comportamentos, valores e mitos que predispoem setores da população para ameaças e desastres; às diferenças entre as percepções do risco de desastres nos diferentes grupos de interesses e na comunidade; dentre outros.

Os fatores econômicos podem estar relacionados à pobreza endêmica; a concentração da posse da propriedade e dos meios de produção em poucas mãos; dentre outros. Os fatores políticos-institucionais podem estar relacionados à ausência de políticas, diretrizes e planos que visem a redução do risco de desastres; instituições públicas locais frágeis e ineficientes; decisões externas sem a participação dos níveis locais, etc. Os fatores naturais-ambientais podem estar relacionados a desflorestação resultante de novos aglomerados urbanos; a degradação ambiental (utilização de tecnologia e produtos poluentes) e destruição/fragilização de ecossistemas; até sedimentação de canais, rios, etc. Por último, os fatores físico-ambientais estariam relacionados à edifícios e habitações mal construídos; localizações de habitações em zona de confluência de ameaças, dentre outros (OIT, 2011).

Ainda que a vulnerabilidade possa ser analisada sob diversos fatores e sob diferentes enfoques, diversos autores como Kowarick (2002), Mendonça (2011) e Zanella et.

<sup>8</sup> Estudo detalhado sobre estes fatores de vulnerabilidade podem ser encontrados em OIT, 2011.

al (2009), ao realizarem estudos sobre vulnerabilidades frente à situações de ameaça, parecem concordar fortemente em um ponto: a vulnerabilidade encontra forte relação com a pobreza.

Zanella et. al (2009) enfatiza tal relação, acreditando que as populações de menor poder aquisitivo sofrem um ônus desproporcional com relação aos impactos provenientes de um desastre natural:

“O acesso às condições sociais de reprodução da sociedade não ocorre de forma homogênea, existindo espaços de interesse econômico, de conforto material, de condições ambientais, de reprodução material ou simbólica e de distinção social, que são apropriadas diferentemente. Os grupos sociais de maior renda ocupam os ambientes de amenidades sociais e ambientais e com melhor infraestrutura e serviços, enquanto que os de menor poder aquisitivo, os mais vulneráveis, tendem a localizar-se nas chamadas áreas de risco, ou seja, áreas de maior exposição à situações insalubres (contaminação de água, do solo, e do ar) e inseguras (riscos de acidentes de diversos tipos) (ZANELLA et. al, 2009, p.193).

Ou seja, de acordo com Zanella et. al (2009), as camadas sociais mais pobres habitam, no espaço urbano, áreas com maior suscetibilidade à ocorrência de desastres naturais e possuem uma capacidade menor de enfrentar ou recuperar-se dos impactos provenientes dos mesmos. Mendonça (2011) e UN-ISDR (2009) utilizam o termo resiliência para fazer referência a esta dificuldade de enfrentar/recuperar-se que determinadas populações possuem, frente a situações de ameaça. Inclusive, defendem que os riscos, vulnerabilidades e resiliência constituem um tripé fundamental nos estudos geográficos que fazem referência a desastres naturais.

De acordo com estudo realizado pela Organização das Nações Unidas - ONU, através do *International Strategy for Disasters Reduction – ISDR*, o grau de risco real de pessoas ou ativos econômicos expostos é, na realidade, uma função de sua vulnerabilidade. Esta vulnerabilidade estaria relacionada a propensão ou suscetibilidade de sofrer perdas e vincula-se a diversas características (físicas, sociais, políticas, etc.). A resiliência refere-se a capacidade das pessoas ou das economias<sup>9</sup> para absorver as perdas e recuperar-se (UN-ISDR, 2009).

Nesse sentido, a vulnerabilidade se usa, às vezes, em um sentido mais amplo para englobar o conceito de resiliência. Em síntese, a vulnerabilidade deve ser vista tanto como exposição, bem como a resiliência de determinadas comunidades ou economias. Estes dois componentes (exposição e resiliência) evoluem com tempo, podendo sofrer interferências e

---

<sup>9</sup> Aqui fica perceptível que a relação da vulnerabilidade com a pobreza pode ser estudada a nível global ou regional, quando, por exemplo, os países ou regiões consideradas mais pobres ou subdesenvolvidas são mais afetadas e tem mais dificuldade de recuperar-se de um desastre natural.

são fundamentais para compreender a vulnerabilidade em análise e propor medidas que ampliem as capacidades e conhecimentos da população no intuito de reduzir o alcance das ameaças e o grau de vulnerabilidade.

### **3. MATERIAIS E TÉCNICAS**

No intuito de contemplar os objetivos propostos nesta Tese, foi necessária a utilização de alguns materiais e técnicas. Inicialmente foram selecionadas informações de postos pluviométricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e informações sobre número de atingidos e decretos de situação de emergência disponibilizadas pela Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará.

As informações disponíveis nos postos pluviométricos da FUNCEME foram processadas através da técnica estatística dos Quantis, no intuito de analisar dados relativos à pluviosidade do Estado do Ceará no período correspondente ao quadrimestre fevereiro-maio.

Para análise de eventos extremos diários de chuva, foram selecionados registros de alguns postos pluviométricos da FUNCEME, os quais foram utilizados na aplicação de uma metodologia estatística denominada metodologia dos máximos de precipitação.

As informações disponibilizadas pela Defesa Civil do Estado do Ceará foram utilizadas com o objetivo de detectar sinais de ocorrência de desastre natural em algumas áreas do Estado através de metodologia presente no banco de dados EM-DAT (Emergency Events Database). Estes materiais e técnicas serão detalhados adiante.

#### **3.1. A técnica estatística dos quantis**

A técnica estatística dos quantis permite uma análise estatística confiável para compreender o comportamento da chuva no Estado do Ceará. Porém, antes de detalhar como esta foi utilizada, faz-se necessário compreender a noção de quantil, suas possíveis aplicações, bem como esta foi originada.

A técnica dos quantis foi utilizada inicialmente por Pinkayan (1966), pesquisador da Universidade do Estado de Colorado, localizada nos Estados Unidos da América. O trabalho de Pinkayan (1966) possuía como objetivo avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre a área continental dos Estados Unidos da América. Outros autores, como Gibbs e Maher (1967) também utilizaram os quantis, neste caso para caracterizar períodos secos e chuvosos na Austrália (XAVIER, 2001).

Para o Estado do Ceará, Xavier (1984, 1986, 1987, 1989, 2001) publicou trabalhos que também utilizavam quantis para analisar o comportamento da chuva no Estado do Ceará, em uma série histórica de 33 anos (1964-1996).

Para compreender a noção de quantil, admita-se que o acumulado de chuva de uma determinada área, em um determinado período (mês, bimestre, quadra chuvosa, ano etc.) e em anos consecutivos seja representada por uma variável aleatória contínua  $X$ . Isso significa que o valor da sua altura acumulada (apresentada em milímetros) será de natureza probabilística e não de natureza determinística. Assim, é possível 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).

Para uma melhor interpretação do quantil  $Q_p$ , suponha que a probabilidade  $p$  é expressa em termos percentuais. Assim, espera-se que em  $p(\%)$  dos anos a medida da chuva  $X$  não deve ultrapassar o valor designado ao quantil  $Q_p$ , em milímetros, enquanto que para  $(100 - p) \%$  dos anos este valor será excedido. Por exemplo, para as ordens quantílicas  $p = 0,15; 0,35; 0,65; e 0,85$  (15%, 35%, 65% e 85%), os quantis respectivos são  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$ . Assim, teríamos uma divisão em 5 classes.

Também é possível selecionar outros quantis com intervalos mais homogêneos, como  $Q(0,25)$ ,  $Q(0,50)$  e  $Q(0,75)$ . Ou, até mesmo, um número bem maior de quantis, no intuito de definir intervalos mais rigorosos. Para eventos extremos raros, geralmente admitem-se intervalos bem exigentes, como  $Q(0,05)$  ou  $Q(0,95)$ , por exemplo.

Na pesquisa aqui proposta, os quantis serão utilizados de diferentes formas. Para analisar o comportamento da chuva nos quatro meses mais chuvosos (fevereiro a maio) na série histórica definida (1980-2013), será utilizada a mesma divisão que Pinkayan (1966) propôs em seu trabalho, uma divisão que considera os seguintes quantis:  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,50)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$ . Os intervalos entre estes quantis, com exceção do  $Q(0,50)$ , são representados pelas seguintes classes: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso.

Nota-se que nesta divisão os intervalos entre os quantis são relativamente diferentes, com intervalos menores (de 15%) nas classes extremas (muito seco e muito chuvoso), intervalos de 20% nas classes adjacentes às classes extremas (seco e chuvoso) e um



intervalo maior na classe normal (com 30% das observações situadas nesta classe). Desta forma, fica perceptível que tal divisão apresenta uma distribuição normal que permite, do ponto de vista estatístico, um tratamento das informações mais coerente e confiável.

Tal intervalo permite a utilização de valores calculados a partir de um intervalo uniforme, proporcionando, inclusive, comparações do comportamento de dados medidos ou coletados em várias localidades ou estações meteorológicas. Os quantis oferecem uma gama de aplicações, podendo ser utilizados também para dados de temperatura ou velocidade dos ventos (XAVIER, 2001).

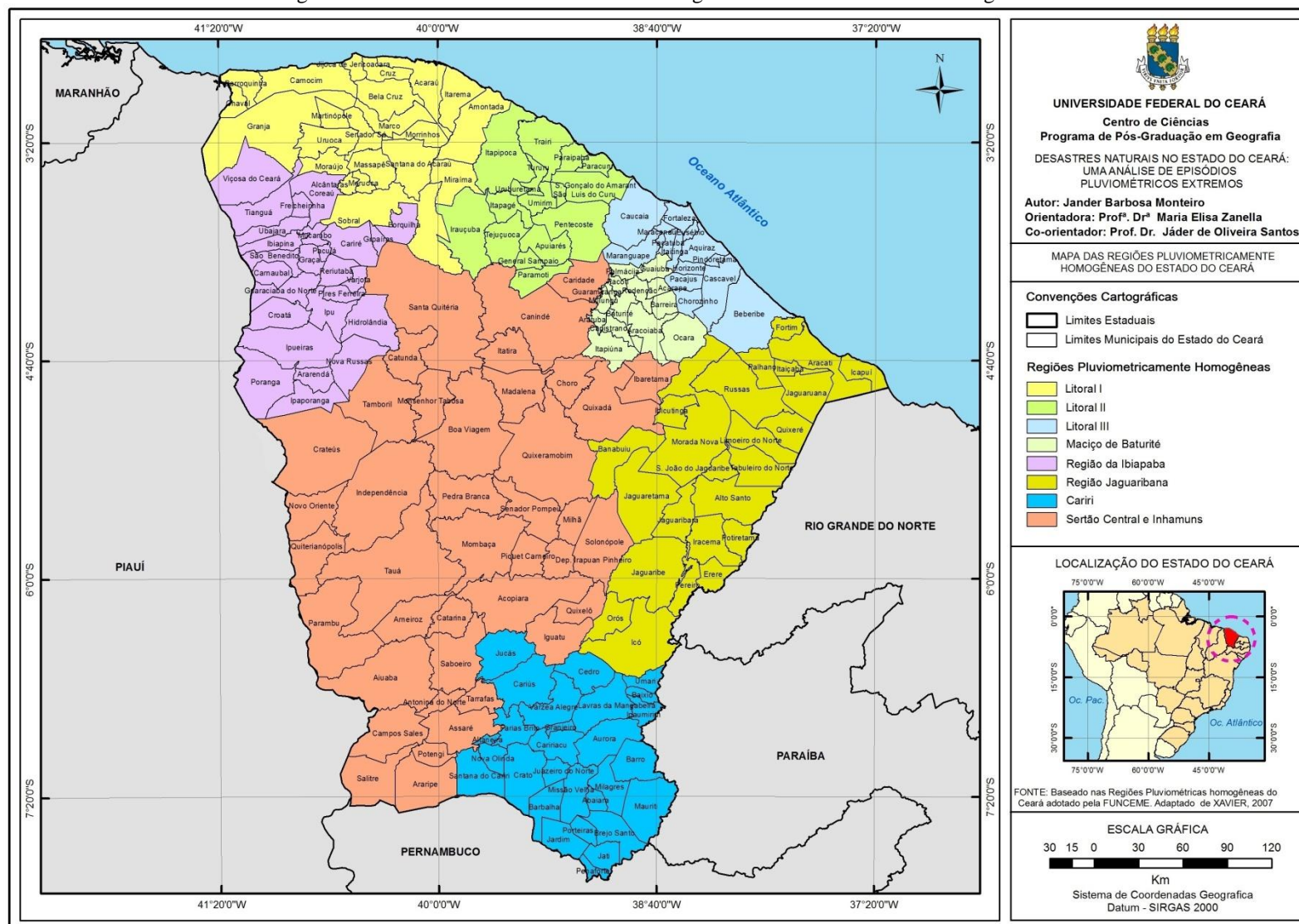
No entanto, faz-se necessário, antes de tudo, utilizar as informações de postos ou estações meteorológicas conforme as orientações da Organização Meteorológica Mundial – OMM, que define que as “normais climatológicas” devem ser calculadas a partir de intervalos uniformes e suficientemente longos, compreendendo uma série histórica de pelo menos três décadas consecutivas, sendo que estes valores precisam ser recalculados de tempos em tempos, pois deve-se levar em consideração possíveis variações no clima local.

Assim, para as análises propostas nesta pesquisa, a série histórica de 1980-2013 foi mantida tanto para análise do período correspondente à quadra chuvosa (fevereiro a maio), como também para a análise de dados diários de chuva acumulada em alguns municípios. No entanto, para este último, também foram considerados os demais meses do ano, uma vez que os eventos extremos superiores de chuva também podem ser verificados em meses que não correspondem à quadra chuvosa.

No que diz respeito à análise do período correspondente à quadra chuvosa, foi realizado inicialmente o seguinte procedimento: a seleção dos postos pluviométricos que serão utilizados na aplicação da técnica dos quantis. Tal procedimento faz-se necessário devido às falhas em registros de chuva em alguns postos ou ausência de informações. Geralmente, os postos sede dos municípios são aqueles que apresentam informações mais completas no período correspondente à série histórica utilizada.

Assim, após minuciosa análise, 117 postos sede, dos 184 municípios cearenses foram utilizados posteriormente na aplicação da técnica dos quantis. No intuito de contemplar e levar em consideração o comportamento heterogêneo da chuva em diferentes regiões do Estado, foram definidos intervalos diferenciados de quantis para cada região do Ceará, a partir de regionalização proposta por Xavier (2001) e utilizada pela FUNCEME, que divide o Estado do Ceará em oito Regiões Pluviometricamente Homogêneas, que serão também mencionadas neste trabalho como RPH's (FIGURA 10).

Figura 10 - Divisão do Estado do Ceará em Regiões Pluviométricamente Homogêneas

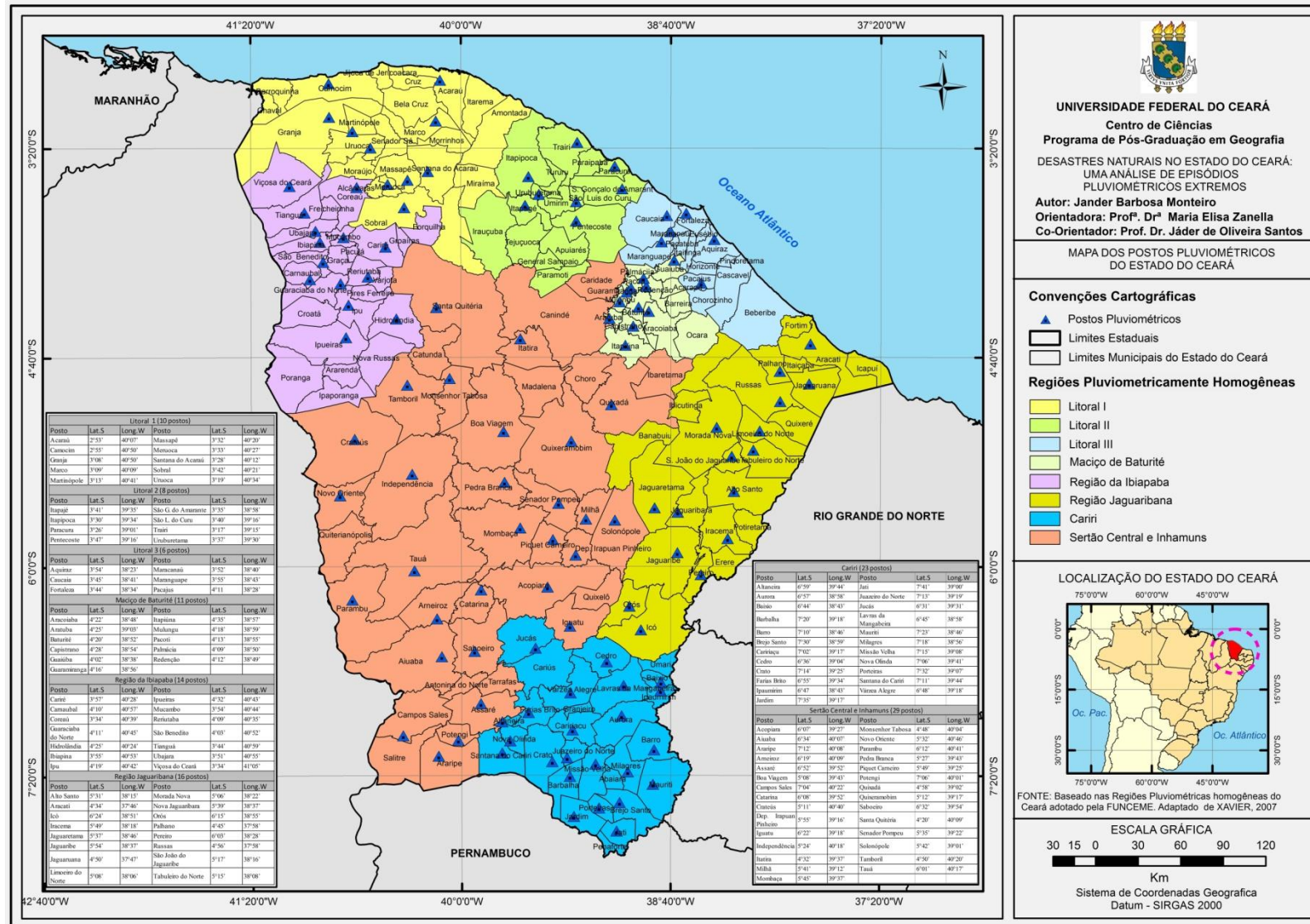


Fonte: Elaborada pelo autor

Conforme pode ser observado na figura 10, as Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado do Ceará foram delimitadas da seguinte forma: RPH Litoral 1 (Litoral Norte, com postos entre Chaval e Acaraú, selecionando também a cidade de Sobral, totalizando 22 municípios); RPH Litoral 2 (com postos entre as localidades de Trairi e Pecém, adentrando Pentecoste e General Sampaio, totalizando 16 municípios); RPH Litoral 3 (Litoral de Fortaleza, bem como os postos entre Caucaia e Beberibe, totalizando 14 municípios); RPH do Maciço de Baturité (postos localizados no maciço e sua circunvizinhança, totalizando 14 municípios); RPH de Ibiapaba (postos na Serra da Ibiapaba e nos municípios de Cariré, Hidrolândia e Poranga, totalizando 26 municípios); RPH Jaguaribana (Litoral de Aracati, indo em direção ao sul do Estado até o município de Icó, totalizando 24 municípios); RPH do Cariri (Região do Cariri, totalizando 28 municípios); RPH do Sertão Central e Inhamuns (Região que compreende os municípios localizados no sertão central do Estado e Inhamuns, totalizando 40 municípios).

Assim, foram definidos intervalos diferenciados (quantis) para cada região pluviometricamente homogênea, de acordo com a disponibilidade de postos para cada RPH, uma vez que alguns postos sede apresentavam ausência de informações ou falhas. Dos 117 postos aptos a serem utilizados para a aplicação da técnica dos quantis (FIGURA 11), dez destes estão localizados na RPH Litoral 1, oito na RPH Litoral 2, seis na RPH Litoral 3, onze na RPH do Maciço de Baturité, quatorze na RPH da Ibiapaba, dezesseis na RPH Jaguaribana, vinte e três na RPH do Cariri e vinte e nove na RPH do Sertão Central e Inhamuns (APÊNDICE A).

Figura 11 - Localização dos postos pluviométricos por Região Pluviometricamente Homogênea



Fonte: elaborado pelo autor

Após a seleção dos postos pluviométricos por RPH, as informações foram agrupadas da seguinte forma: foi selecionado para cada posto pluviométrico o total mensal dos meses referentes à quadra chuvosa para obtenção do total acumulado da quadra chuvosa através de soma. Assim, foi obtida a altura acumulada de chuva no período que corresponde à quadra chuvosa para cada ano da série histórica.

Após a realização deste procedimento para cada um dos 117 postos disponíveis, as informações foram novamente agrupadas em uma nova tabela para a obtenção da média (da quadra chuvosa) dos postos selecionados por RPH.

Em seguida é aplicada a técnica dos quantis, no intuito de definir os intervalos dos quantis de cada RPH e suas respectivas classes (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso). A aplicação se dá da seguinte forma: após estabelecimento da média da quadra chuvosa de cada ano da série histórica (1980-2013), os valores finais são colocados em ordem crescente (do ano com menor acumulado de chuva na quadra chuvosa ao ano com maior acumulado de chuva na quadra chuvosa) em uma tabela para obtenção dos quantis  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$ . Cada um dos valores (que corresponde ao total acumulado na quadra chuvosa de algum dos anos da série histórica) possui um número de ordem que varia de 1 a 34 (TABELA 2). Por fim, é aplicada a seguinte fórmula para a obtenção de cada quantil:  $Q(P)=y_i+\{[P-P_i]/[P_{i+1}-P_i]\}*[y_{i+1}-y_i]$ (FIGURA 12).<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup>  $Q(P)$  = 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 ( $P_i= i/(N+1)$ );  $N$ = Número de elementos da série; o produto seria o resultado da divisão da ordem quantílica  $P_i$ .

Tabela 2 - Modelo de formatação dos valores agrupados para obtenção dos quantis da RPH Litoral 3.

<i>I</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>y (mm)</b>	411,7	434,4	501,9	536,7	<b>536,8</b>	<b>617,5</b>	631,1	639,1	655,1	673,3	682,7	<b>689,6</b>
<b>P<sub>i</sub> = i / (N+1)</b>	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35
<b>Produto</b>	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>
<i>I</i>	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>y (mm)</b>	<b>711,7</b>	719,7	810,3	813,3	<b>842,5</b>	<b>910,4</b>	931,8	952,9	962,5	<b>974,3</b>	<b>1005,8</b>	1014,7
<b>P<sub>i</sub> = i / (N+1)</b>	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35
<b>Produto</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685
<i>I</i>	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
<b>y (mm)</b>	1043,7	1074,7	1104,3	1153,0	<b>1280,9</b>	<b>1339,8</b>	1433,6	1509,0	1533,9	1653,1		
<b>P<sub>i</sub> = i / (N+1)</b>	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35		
<b>Produto</b>	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971		

Fonte: elaborada pelo autor, com base em dados da FUNCEME

Figura 12 - Cálculo dos Quantis da Região Pluviometricamente Homogênea Litoral 3

### **Cálculo para obtenção dos quantis da RPH Litoral 3**

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

$$Q(0,15) = 536,8 + \left\{ \frac{[15 - 14,2]}{[17,1 - 14,2]} \right\} * [617,5 - 536,8]$$

$$Q(0,15) = 559,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 689,6 + \left\{ \frac{[35 - 34,2]}{[37,1 - 34,2]} \right\} * [711,7 - 689,6]$$

$$Q(0,35) = 695,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 842,5 + \left\{ \frac{[50 - 48,5]}{[51,4 - 48,5]} \right\} * [910,4 - 842,5]$$

$$Q(0,50) = 877,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 974,3 + \left\{ \frac{[65 - 62,8]}{[65,7 - 62,8]} \right\} * [1005,8 - 974,3]$$

$$Q(0,65) = 998,1 \text{ mm}$$

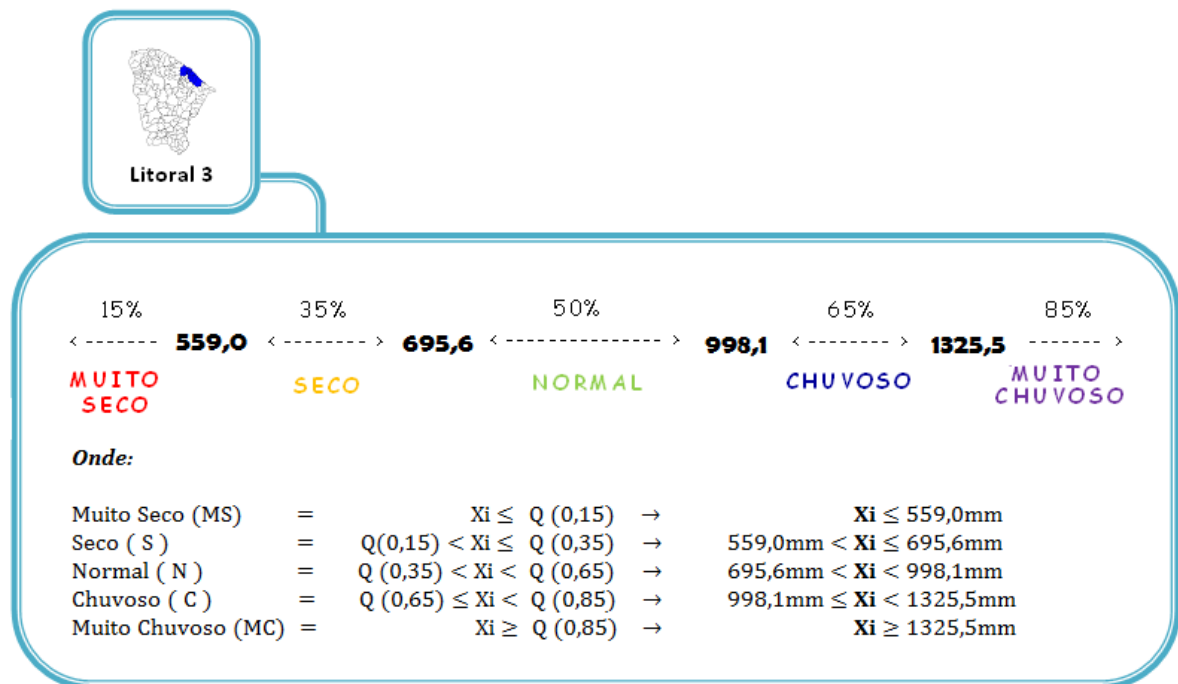
$$Q(0,85) = 1280,9 + \left\{ \frac{[85 - 82,8]}{[85,7 - 82,8]} \right\} * [1339,8 - 1280,9]$$

$$Q(0,85) = 1325,5 \text{ mm}$$

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em dados da FUNCEME

Ao utilizar o modelo esquemático supracitado e após realização dos cálculos estatísticos, é possível obter os valores estimados para os quantis  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$ , onde os intervalos entre estes representarão cinco classes que servirão de referência (FIGURA 13) para posterior classificação dos anos da série histórica quanto ao acumulado de chuva no período correspondente à quadra chuvosa.

Figura 13 - Exemplo de régua quantílica para a Região Pluviometricamente Homogênea Litoral 3



Fonte: Elaborada pelo autor

Após a confecção da régua quantílica para cada Região Pluviometricamente Homogênea- RPH do Estado foi iniciada a classificação da quadra chuvosa de cada ano da série histórica, no intuito de verificar se um determinado ano foi considerado (segundo a técnica estatística) muito seco, seco, normal, chuvoso, ou muito chuvoso.

O procedimento foi realizado para todos os municípios do Estado do Ceará. Os municípios que apresentaram alguma falha no registro das informações ou com ausência de informações (geralmente nos anos iniciais da série histórica, por ainda não possuírem posto pluviométrico no ano de medição) foram classificados como “sem informação”.

Para uma melhor visualização da classificação dos municípios em uma das cinco classes quantílicas, foram selecionados, por conveniência, um ano considerado muito seco, um seco, um normal, um chuvoso e um muito chuvoso. Tal seleção levou em consideração o maior número de municípios classificados em uma determinada classe, uma vez que alguns

municípios podem apresentar uma classificação que diverge da maioria naquele determinado ano em análise. Inclusive, podem ser identificadas algumas raras exceções de municípios em que o acumulado de chuva nos quatro meses (fevereiro a maio) foi classificado na classe seco ou muito seco, enquanto que o ano poderia ser chuvoso ou muito chuvoso. Ou, pode também ocorrer o inverso: um ano seco ou muito seco, com alguns municípios situados na classe chuvosa ou muito chuvosa. Estas observações também serão analisadas mais adiante.

Nos anos considerados mais secos e mais chuvosos também serão identificados os sistemas atmosféricos ou mecanismos físicos que mais influenciaram na ocorrência (ou ausência) de chuvas em determinadas regiões do Estado.

Quando necessário, também foram representadas com maior detalhe algumas RPH's que apresentassem alguns comportamentos considerados atípicos, geralmente quando apresentaram acumulados de chuva muito acima da normal naquele respectivo ano ou muito abaixo da normal.

### **3.2. A metodologia dos máximos de precipitação para determinar eventos extremos diários de chuva.**

Para contemplar a análise de eventos extremos a partir do acumulado de chuva diário, foram selecionados por conveniência e somente a título de exemplificação, um município por RPH<sup>11</sup>.

Para a realização do procedimento onde seriam estimados valores extremos de chuva para os municípios cearenses, foi utilizada a metodologia estatística dos máximos de precipitação, a qual já foi utilizada em trabalhos como os de Gao, Jeremy e Fillipo (2006), Frich, Alexander, Dellamarta et. al. (2002) e Silva (2012).

Tal metodologia apresenta mais coerência no tratamento de eventos extremos de chuva, uma vez que trabalha com um limiar de chuva e classes de intensidade de chuva, de acordo com eventos que realmente poderiam ser considerados como de grande magnitude.

Da mesma forma que Silva (2012), foram definidos cinco intervalos através de um disco de precipitação para representação dos eventos extremos de chuva. A primeira faixa corresponde a normalidade, enquanto que as demais representam quatro níveis de intensidade

---

<sup>11</sup> Como critério para escolha de cada município, foi levado em consideração o histórico de cada município para ocorrência de inundação. Aqueles municípios que obtiveram maior destaque quanto aos registros de inundação e impactos ocasionados, de acordo com informações qualificadas da Defesa Civil Estadual, foram selecionados para análise.



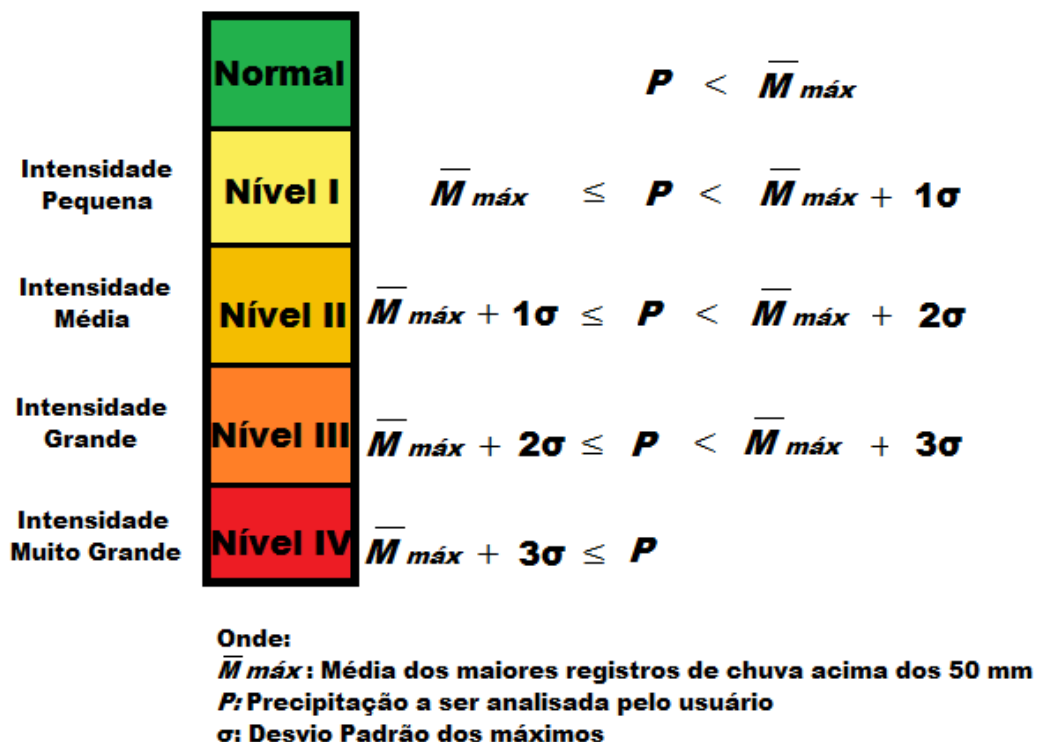
(Intensidade de I a IV). Os discos de precipitação, inclusive, permitem verificar de forma mais dinâmica e prática a intensidade dos eventos extremos nos municípios escolhidos para análise.

Para a realização do cálculo estatístico, foi realizado o seguinte procedimento: inicialmente foram selecionados os valores acumulados de chuva (diário) em 24h que foram iguais ou superiores a 50 mm ocorridos durante a série histórica (1980-2013).

A escolha do limiar de 50 mm encontra fundamento nos próprios trabalhos que já utilizaram a metodologia dos máximos de precipitação anteriormente e em outros trabalhos de autores já mencionados como Calvetti et. al. (2006), Silva (2012) e Conti (2011). Afinal, tal acumulado de chuva já pode ser considerado suficiente para ocasionar algum tipo de impacto em um município, principalmente naqueles mais urbanizados e com maior vulnerabilidade.

Após a definição do limiar e seleção dos eventos acima de 50 mm para cada município, foi calculada a média e o desvio padrão dos valores de cada município, no intuito de aplicar posteriormente uma fórmula para definição dos níveis de intensidade dos eventos extremos (FIGURA 14).

Figura 14 - Fórmulas de determinação dos níveis de intensidade para os eventos de chuva extrema



Fonte: Adaptado de Freitas, 2012

Os eventos extremos de Nível I representam aqueles acumulados de chuva em que a média dos máximos valores é menor ou igual à precipitação avaliada e, ao mesmo, tempo

menor que a média dos máximos ( $M_{máx}$ ) mais uma vez o desvio padrão ( $\sigma$ ) dos máximos valores.

Os eventos extremos de Nível II são aqueles valores maiores ou iguais à média dos máximos mais uma vez o desvio padrão dos máximos e, ao mesmo tempo, menor que a média dos máximos mais duas vezes o desvio padrão dos máximos.

Nos eventos extremos de Nível III consideram-se os eventos de precipitação maiores ou iguais a média dos máximos mais duas vezes o desvio padrão dos máximos e menor que a média dos máximos mais três vezes o desvio padrão dos máximos.

Por fim, o nível IV representa aqueles valores que são superiores ou igual à média dos máximos mais três vezes o desvio padrão dos máximos. Tal procedimento foi realizado para os municípios de Sobral (RPH Litoral 1), Itapipoca (RPH Litoral 2), Fortaleza (RPH Litoral 3), Capistrano (RPH Maciço de Baturité), Tianguá (RPH Ibiapaba), Icó (RPH Jaguaribana), Crato (RPH Cariri) e Iguatu (RPH Sertão Central e Inhamuns), no intuito de definir os intervalos de intensidade para os eventos extremos.

Aqueles eventos de grande magnitude e que ocasionaram prejuízos vultosos para os municípios também foram analisados no intuito de verificar o período do ano em que ocorreram, os sistemas atmosféricos que ocasionaram os grandes volumes de chuva, bem como os possíveis impactos registrados em jornais ou na Defesa Civil do Estado.

### **3.3. A metodologia utilizada para detectar sinais de desastres naturais**

Os desastres naturais que ocorrem no planeta geralmente são catalogados por bancos de dados diversos, localizados em países de várias partes do mundo. Dentre estes bancos de dados destaca-se o Emergency Events Database (EM-DAT), desenvolvido e administrado por um Centro de Pesquisa localizado na Universidade de Louvain – Bélgica, denominado Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED, com suporte da Office of Foreign Disasters Assistance – OFDA.

O EM-DAT possui uma catalogação de desastres naturais que ocorreram por todo o globo, contabilizados a partir do ano 1900. É um dos bancos de dados mais confiáveis do mundo, visto que seus dados são fornecidos por agências da ONU, agências governamentais, importantes universidades e centros de pesquisa em desastres. A própria ONU utiliza esse banco de dados como fonte para direcionar determinadas ações de cunho político no intuito de promover uma maior prevenção em áreas relativamente mais atingidas por desastres naturais no mundo.

Outros bancos de dados também são internacionalmente conhecidos como o National Cat Protection Society – NATCAT, com sede em Munique - Alemanha, e o SIGMA Database, com sede em Zurique – Suíça, muito utilizados por agências de seguro. Além destes, existe outros com dados mais limitados, como o banco de dados mantido pela National Aeronautics and Space Administration – NASA e pela Universidade de Dartmouth – Estados Unidos da América, que contém informações somente sobre as maiores inundações no mundo.

Os bancos de dados mencionados apresentam discrepâncias entre si, como também algumas limitações em comum devido à vários fatores, como: diferenças regionais, associadas às características físicas e socioeconômicas, à qualificação e experiência das instituições responsáveis pela prevenção e resposta aos desastres, dentre outros. Além disso, existem também omissões de registros por questões políticas ou até mesmo informações equivocadas no intuito de ampliar registros para obtenção de ajuda financeira.

No entanto, não cabem aqui análises e questionamentos das informações registradas nos banco de dados de desastres naturais. Afinal, ainda que exista grande esforço e investimento por parte das instituições responsáveis por administrar os bancos de dados, estes ainda possuirão algumas limitações devido à dificuldade de registrar inúmeros desastres em todo o globo.

Em alguns casos faz-se necessário que outras instituições ou países informem aos bancos de dados a ocorrência de um desastre. No entanto, esta ação necessita de uma atenção especial, já que a identificação de um determinado evento como desastre natural deve levar em consideração critérios pré-estabelecidos, no intuito de evitar discrepâncias quanto à catalogação de desastres no próprio banco de dados.

Ou seja, não se trata apenas de registrar um fenômeno da natureza de rara ocorrência. Trata-se, principalmente, dos impactos que este pode ocasionar. Pois, somente desta forma, um fenômeno natural poderá ser classificado como desastre natural, quando atinge uma determinada área povoada, provocando danos materiais e humanos de proporções consideráveis.

Com este intuito de catalogar desastres naturais adotando o mínimo de discrepâncias possíveis, de forma mais concreta e objetiva, a ponto de permitir registros de forma mais operacional, o banco de dados EM-DAT propôs uma metodologia simples. Através desta metodologia, o banco de dados EM-DAT, utiliza os seguintes critérios para caracterizar um determinado evento como desastre natural: 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 ao menos um destes critérios mencionados for alcançado, o banco de dados cataloga o evento como desastre natural (CRED CRUNCH, 2005).

Esta metodologia foi utilizada nesta pesquisa com o objetivo de identificar sinais de ocorrência de desastres naturais no Estado do Ceará. As informações sobre número de afetados e/ou vítimas fatais, bem como os decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública foram disponibilizados pela Coordenadoria de Defesa Civil do Estado do Ceará. No entanto, é possível identificar que as informações apresentam mais detalhes nos anos da última década da série histórica em análise.

Para melhor visualizar a ocorrência de desastres associados à estiagens e inundações, bem como os decretos de emergências e número de afetados nos municípios de cada Região Pluviometricamente Homogêneo Estado foram confeccionados mapas e tabelas. A partir da tabulação destes dados foram identificadas importantes informações, como: quais os municípios foram os mais afetados por estiagens e inundações no Estado no período analisado; quantas pessoas foram atingidas em cada ano (por município); quais municípios tiveram decretos de situação de emergência e/ou estado de calamidade pública; quantas pessoas foram afetadas por desastre natural em cada município, no período analisado; identificar quais áreas do Estado possuíram uma maior ocorrência de desastres naturais, tanto por estiagens, como por inundações. E, por fim, também é possível relacionar à ocorrência de desastres naturais com o comportamento da chuva (eventos extremos), verificando se nos anos considerados muito secos e muito chuvosos, o registro de situações de desastre natural é realmente elevado ou se não há uma forte relação.

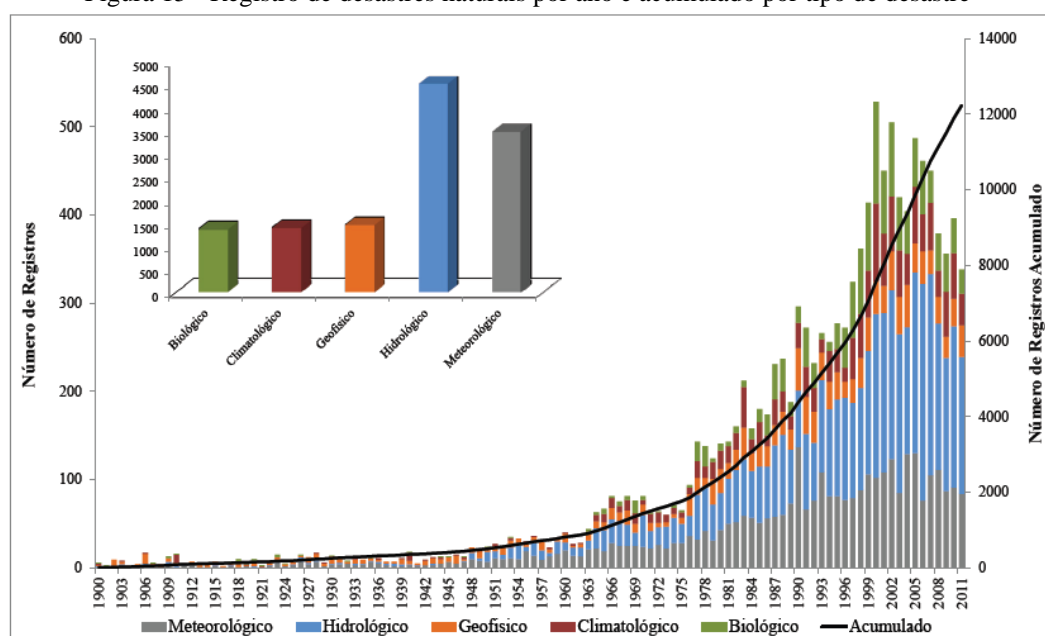
Através dos resultados apresentados, foram realizadas conclusões com relação aos impactos associados aos desastres naturais no Estado, procurando, inclusive, propor ações e atitudes que permitam uma melhor convivência com inundações e estiagens no Estado do Ceará, minimizando as consequências provenientes de desastres naturais.

## 4. PROTEÇÃO CIVIL, SECAS E INUNDAÇÕES

### 4.1. Desastres naturais e eventos de chuvas extremas no Brasil

Vários estudiosos e pesquisas apontam um aumento da frequência, bem como um incremento na intensidade dos desastres naturais ocorridos nos últimos anos (FIGURA 15). As discussões científicas que permeiam os estudos relacionados às variações e/ou mudanças climáticas, sejam estas relacionadas ou não à interferência humana, ganharam um cenário de destaque nas últimas décadas, devido aos inúmeros impactos que podem ocasionar nas sociedades.

Figura 15 - Registro de desastres naturais por ano e acumulado por tipo de desastre

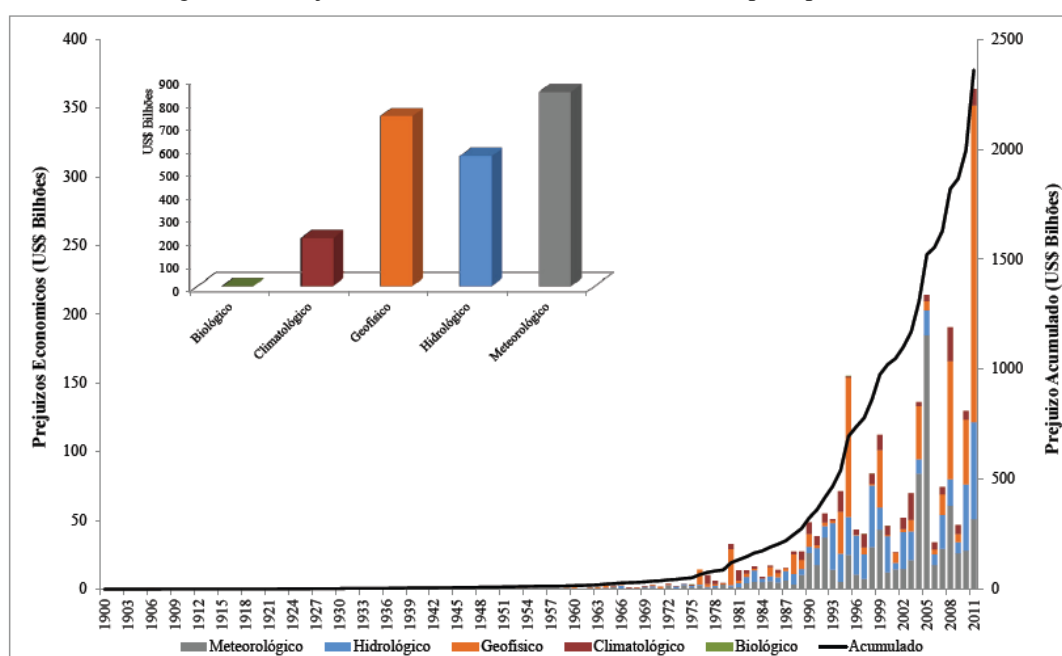


Fonte: GOERL; KOBAYAMA, 2013.

Muitos podem ser facilmente lembrados pelos danos causados, como: o desastre ocasionado pelo tsunami de 26 de dezembro de 2004, atingindo as nações da Indonésia, Sri Lanka e o sul da Índia, banhadas pelo Oceano Índico (MARCELINO, NUNES E KOBAYAMA, 2006); os desastres naturais ocorridos na China em 2008 que ocasionaram mais de 88.000 mortes, desaparecimentos e desabrigo de mais de 400 milhões de pessoas; em 2010 quando o Haiti teve a sua capital (Porto Príncipe) devastada por um terremoto de magnitude sete na Escala Richter, com mais de 200.000 mortes e inúmeros desabrigados (COBERTURA ..., 2010).

Os prejuízos humanos e financeiros são elevados (FIGURA 16). Em 11 de março de 2011, um terremoto de magnitude 8,9 na Escala Richter atingiu o Japão, provocando a morte de pelo menos 11 mil habitantes, além de um prejuízo econômico estimado em 334 bilhões de dólares (JAPÃO ..., 2011). No período entre 1993 e 1995, as enchentes do rio Reno provocaram um prejuízo de 2 bilhões de dólares para a Alemanha. Na Áustria, estima-se que o prejuízo foi de 3 bilhões de dólares, enquanto que na República Tcheca foi de 2 bilhões de dólares. Na China, um dos países mais afetados por enchentes, os prejuízos são vultosos. Somente entre os anos de 1991 e 1996, o país teve perdas estimadas em 40 bilhões de dólares para a economia, além de 7.328 mortes e inúmeros desabrigados (GUERRA, 2011).

Figura 16 - Prejuízos econômicos anuais e acumulados por tipo de desastre



Fonte: GOERL; KOBIYAMA, 2013.

Porém, vale destacar que os desastres naturais já ocorriam em tempos pretéritos, mesmo em períodos pré-históricos. Grandes secas, frio extremo, erupções vulcânicas, tsunamis e outros desastres já ocorriam em séculos anteriores. Porém, muitos dos danos provocados por estes eventos não foram registrados e catalogados.

Acredita-se, inclusive, que civilizações sucumbiram devido a um desastre de grandes proporções, como a Civilização Maia, que se desenvolveu na Península de Yucatán, atualmente território dos países de Honduras, Guatemala e México, que após um período de apogeu entre os séculos IV e X, foi extinta, segundo alguns estudiosos, devido a um longo período de seca e de esgotamento dos solos (CONTI, 2011).

No entanto, foi nas últimas décadas que os estudos referentes a desastres naturais ganharam forte repercussão, devido aos fortes impactos ocasionados por fenômenos cada vez mais extremos. Com um olhar mais acurado, fica perceptível que o incremento de registros de desastres naturais em todo o globo nas últimas décadas pode estar ligado a dois fatores: um aumento da vulnerabilidade da população e um maior registro e catalogação de eventos (antigamente não existiam mecanismos que atuavam no registro e identificação de desastres naturais).

Não se pode desconsiderar também o fato de que foi verificado um grande aumento da população mundial nas últimas décadas, ultrapassando a faixa de 7 bilhões de habitantes em 2011 (UNFPA, 2011) e, boa parte desta população passou a habitar, cada vez mais, áreas instáveis do ponto de vista físico-natural ou desprovidas de infraestrutura.

Para ratificar tal afirmativa, o relatório do United Nations Development Programme – UNDP (2004) destaca que 75% da população mundial habitam áreas que já foram afetadas ao menos uma vez por ciclones, secas, inundações ou terremotos no período entre 1980 e 2000 (BRAGA et. al, 2006).

O impacto se agrava ainda mais quando esta população apresenta uma vulnerabilidade do ponto de vista social, sofrendo um ônus desproporcional quando da ocorrência de um evento natural extremo.

Outros estudiosos, ainda que em menor número, acreditam que o principal propulsor dos grandes desastres naturais das últimas décadas são as mudanças globais, principalmente por meio de instabilidades atmosféricas que contribuem para um aumento na frequência e intensidade de tornados, furacões, vendavais etc.

Os desastres naturais se diferem quanto à origem, podendo ser de origem meteorológica (chuvas extremas que causam inundações e deslizamento, secas, temperaturas extremas e desastres produzidos por ventos, como ciclones, tornados, vendavais, etc.) ou de origem geológica (terremotos e vulcanismo) (CONTI, 2011).

No Brasil não costumam ocorrer fenômenos naturais como terremotos e vulcanismo ou, pelo menos, não existe uma tendência natural para que tais fenômenos ocorram. Porém, isso não quer dizer que o Brasil seja pouco afetado por desastres naturais. Os desastres naturais que mais ocorrem no Brasil são de natureza meteorológica. Os mais comuns são as enchentes, a seca (ou estiagem), os deslizamentos de terra e a erosão, que causam inúmeras perdas humanas e materiais no país todos os anos (MAFFRA; MAZZOLA, 2007).

“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; MAZZOLA, 2007, p.10).

Estes fenômenos naturais severos que ocorrem no Brasil são fortemente influenciados por características regionais como o solo, rocha, relevo, vegetação, condições meteorológicas etc. No entanto, vale lembrar que estes fenômenos naturais só são caracterizados como desastre natural quando atingem uma determinada área povoada, provocando danos materiais e humanos.

Observando esta conjuntura dos desastres naturais no Brasil, fica evidente que a ação do homem acaba interferindo e potencializando os impactos provenientes de ameaças naturais, uma vez que este se apropria de determinados espaços e os modifica a ponto de torná-los mais vulneráveis aos impactos de um evento extremo, contribuindo para um incremento dos desastres naturais no país.

Alguns desastres mais recentes no Brasil tiveram grande repercussão devido aos impactos ocasionados, como os deslizamentos de terra em Santa Catarina no segundo semestre de 2008, o qual provocou mortes e desabrigo de vários habitantes; as fortes inundações no Estado do Ceará no ano de 2009, causando fortes impactos e deixando inúmeros municípios em situação de emergência (MONTEIRO, 2011); inundações em Alagoas e Pernambuco em junho de 2010; as chuvas e os deslizamentos de terra que afetaram quatro cidades da região serrana do Rio de Janeiro (Petrópolis, Sumidouro, Nova Friburgo, Teresópolis e Bom Jardim) e mataram mais de 900 pessoas (FREITAS; XIMENES, 2012); Em 2012, as chuvas de verão no estado de Minas Gerais deixaram 12 mortos e 99 cidades em estado de emergência (JB, 2012).

Fica perceptível que os desastres naturais que mais ocorrem no Brasil estão atrelados à chuva, seja pela ocorrência ou não desta, ocasionando inundações, deslizamentos ou estiagens.

Geralmente as chuvas tornam-se potencialmente desastrosas quando ocorrem precipitações em grande quantidade e em um curto período de tempo, conhecidas como chuvas torrenciais ou eventos extremos. Em contrapartida, existem áreas no território brasileiro que são bastante afetadas pela ausência de chuva em determinados períodos, principalmente nas áreas delimitadas pelo clima tropical semiárido, o qual abrange grande



parte do Nordeste brasileiro, na área de depressão sertaneja, avançando sobre o norte de Minas Gerais. Nestas áreas, a pluviosidade é baixa, em torno de 500 mm anuais. A chuva, além de escassa é irregular e a estação seca pode durar até 11 meses. As temperaturas são elevadas, geralmente superiores à 25°C. Além disso, outros fatores regionais também podem influenciar neste tipo climático, como o subaflorescimento de rochas impermeáveis (dificulta a infiltração da água no solo e aumenta a evaporação), a disposição do relevo (que barra os ventos úmidos vindos do oceano), dentre outros (TORRES; MACHADO, 2011).

Já nas áreas de clima tropical chuvoso, com precipitações médias entre 1.500 mm e 2.000 mm anuais ou pouco mais (TORRES; MACHADO, 2011), e que localizam-se na fachada oriental dos continentes, verifica-se constantemente a ocorrência de eventos extremos de chuva.

No Brasil, a área de influência deste tipo climático abrange grande parte da costa brasileira. Como as principais concentrações urbanas estão localizadas no litoral ou próximo deste, é justamente nessas áreas onde é registrada a grande maioria dos desastres naturais associados a eventos de chuvas extremas. Afinal, como já foi dito, as áreas densamente ocupadas e urbanizadas acabam se tornando o palco ideal para a ocorrência de inundações urbanas e deslizamento de encostas.

As inundações, que também podem ser denominadas popularmente como enchentes, são compreendidas como o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas aos rios (KOBİYAMA ET. AL, 2006).

A Defesa Civil também apresenta conceito similar e propõe classificações das inundações em função da magnitude (excepcionais, de grande magnitude, normais/regulares, pequena magnitude) e em função da evolução (enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos, inundações litorâneas) (CASTRO, 2009). Geralmente, são as inundações bruscas que ocasionam desastres naturais de grandes proporções, provocando, em alguns casos, decretos de Situação de Emergência e necessitando de apoio externo. Porém, em alguns casos as inundações graduais estão sendo registradas como bruscas e vice-versa, devido a dificuldade de identificação do fenômeno em campo e à ambiguidade das definições existentes (KOBİYAMA et. al., 2006).

Kobiyama et. al. (2006) e Sausen et. al. (2013) questionam a utilização dos termos enchente e inundação como sinônimos. A inundação só ocorre quando há o transbordamento das águas do rio sobre as áreas próximas a ele. Quando o rio fica bastante cheio, porém sem

ocorrer o transbordamento das águas, tem-se a enchente. Já os alagamentos ocorrem em determinados pontos da cidade devido a problemas de drenagem urbana, geralmente deficiente (FIGURA 17).

Figura 17 - Desenho esquemático que representa a diferença entre inundação, enchente e alagamento



Fonte: <http://www.defesacivil.to.gov.br>

Nas últimas décadas, diversas cidades brasileiras vêm sendo acometidas por eventos de chuvas extremas que causam inundações, principalmente nos grandes centros urbanos brasileiros, onde coexistem diversos problemas que potencializam tais fenômenos como a impermeabilização do solo, a drenagem urbana ineficiente, a forte pressão sobre o solo (devido ao adensamento urbano) e a vulnerabilidade de muitas comunidades.

Quando estes eventos de chuva extrema ocorrem em áreas de encosta íngremes, também provocam deslizamentos de terra. Quando os deslizamentos afetam taludes artificiais produzidos pelo homem em encostas densamente ocupadas, podem provocar perdas humanas e materiais de elevadas proporções. Tais fenômenos são muito comuns no Brasil, principalmente nas áreas serranas das regiões Sudeste e Sul.

Os registros de inundações e deslizamentos no Brasil e os efeitos associados a estes surpreendem. Alguns se destacam devido à magnitude do evento e os danos materiais e humanos ocasionados.

No dia 18 de maio de 1989 em Salvador-BA, uma chuva de 83,5 mm, num período de 24 horas, provocou inundações e desabamentos, deixando 67 mortos, além de inúmeros feridos e desabrigados (CONTI, 2011).

Entre dezembro de 1995 e abril de 1996, chuvas de verão atingiram várias cidades brasileiras, entre elas São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Florianópolis, Curitiba,

Salvador e Recife, causando enchentes de grandes proporções e vitimando vários habitantes, além de perdas econômicas e materiais onerosas (GUERRA, 2011).

Em novembro de 2008, fortes chuvas atingiram o Estado de Santa Catarina e que acabaram por deflagrar deslizamentos de encostas e inundações de elevadas proporções (FIGURA 18). A Defesa Civil registrou 12.027 desalojados e desabrigados, 135 óbitos e dois desaparecidos (GUERRA, 2011).

Figura 18 - Presidente do Brasil na época (Lula) sobrevoando as áreas alagadas de Santa Catarina em novembro de 2008



Fonte: g1.globo.com

Na cidade do Rio de Janeiro, em abril de 2010, um grande acumulado de chuva ocasionou 223 mortes e deixou 40 mil pessoas desabrigadas. Em Niterói (RJ), na noite de 7 de abril do mesmo ano, um evento extremo de chuva foi registrado e nesse mesmo dia a Defesa Civil divulgou o incrível número de 168 mortes relacionadas aos impactos do evento, além de centenas de desabrigados (CONTI, 2011).

Entre os dias 10 e 14 de Janeiro de 2011, a região serrana que abrange os municípios de Petrópolis, Nova Friburgo e Teresópolis também foram castigadas por fortes chuvas que desabrigaram cerca de 12.000 habitantes, além de provocar mortes estimadas em quase 1.000 habitantes, figurando como um dos maiores desastres naturais do país (FIGURA 19). Certamente, o relevo da região, juntamente com a densa urbanização, contribuíram consideravelmente para agravar os efeitos provenientes do elevado acumulado de chuva verificado neste intervalo de tempo (CONTI, 2011).

Figura 19 - Bombeiros, Defesa Civil e populares trabalhando de forma conjunta no resgate de habitantes na região serrana de Teresópolis, em janeiro de 2011



Fonte: g1.globo.com.

Através destes exemplos, fica perceptível que os Estados localizados na porção sudeste e meridional do Brasil, geralmente são os mais afetados por inundações de grandes proporções e, certamente, são nas áreas mais urbanizadas onde estes desastres naturais ocorrem com maior frequência.

#### **4.2. Secas e inundações no Estado do Ceará**

No Estado do Ceará, localizado em uma porção mais setentrional do país, também são verificados eventos extremos de chuva. Apesar de a literatura cearense geralmente mencionar o fenômeno da seca, mesmo assim ainda é possível verificar relatos de fortes chuvas que impactaram o Estado. Rodolfo Teófilo (1980), por exemplo, em sua obra “*A seca de 1915*”, relata um destes eventos ocorrido em 1917 no Ceará, em um período entre duas grandes secas no Nordeste, a de 1915 e a 1919:

“O Ceará é uma terra incompreensível. É por isso que o povo diz: — aqui é oito ou oitenta. É uma verdade. Quem viu a falta d’água em 1915 e vê o excesso d’água em 1917, confirma o dizer do povo. No sul, os destemperos da nossa natureza têm feito desconfiar de nossas palavras, de nossa sinceridade, e levar-nos na troça. Ontem, pedíamos socorros porque estávamos torrados por uma seca; hoje porque estamos encharcados pela inundação” (TEÓFILO, 1980, p. 58).

Ou seja, de acordo com Rodolfo Teófilo (1980), o Ceará, além da seca, também sofre impactos consideráveis em alguns anos onde são verificados uma grande presença da

chuva. Geralmente, os impactos maiores são verificados em áreas mais urbanizadas, principalmente na capital do Estado (Fortaleza) e sua região Metropolitana.

No entanto, nas últimas décadas, outros municípios mais interioranos também contabilizaram um número elevado de atingidos por inundações, bem como de decretos de Situação de Emergência, emitidos pela Defesa Civil do Estado do Ceará. Como de praxe, a intensa ocupação/urbanização e a vulnerabilidade da população acabam potencializando tais eventos.

Os registros disponíveis de impactos relacionados às intensas chuvas geralmente ocorreram no início do século XX em diante. Na segunda metade deste século, estes registros foram intensificados, provavelmente devido ao aumento desenfreado e desordenado da urbanização de muitas cidades brasileiras neste período. Silva (2006) destaca que em 1960 houve chuvas tão intensas que em março deste ano provocaram o arrombamento do Açude Orós, o qual ainda estava em construção, já em fase de conclusão neste período. Muitos habitantes das cidades próximas do açude, inclusive, migraram para outras regiões do Estado, temendo a inundação que ocorreu em muitas cidades a jusante do reservatório. Os anos de 1964 e 1967, de acordo com informações da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, também foram classificados como anos de muita chuva no Estado do Ceará.

Silva (2006) e Xavier (2007) também destacam as fortes chuvas ocorridas no Estado do Ceará no ano de 1974, um dos mais chuvosos do século. Já no início do ano de 1974, os jornais de circulação local já noticiavam prenúncios de muita chuva. Em jornais de circulação nacional, as chuvas ganham destaque. Em edição do Jornal O Globo do mês de março, a notícia sobre as enchentes que atingiram o país, em especial o Nordeste, ganham destaque de uma página devido ao elevado número de atingidos, desabrigados e até mesmo mortes que já haviam ocasionado (FIGURA 20).

Figura 20 - Edição do dia 28 de março de 1974 do Jornal O Globo



Fonte: Acervo Digital O Globo.

De acordo com Silva (2006), no ano de 1974, também circularam nos jornais cearenses inúmeras notícias de fortes chuvas que interditaram estradas no Estado, romperam adutoras e contribuíram para o transbordamento de rios como o Acaraú, isolando cidades atingidas com as fortes inundações.

Dois anos depois, em 1977, os jornais também noticiaram a ocorrência de chuvas intensas na capital do Ceará, ganhando até mesmo destaque de capa (FIGURA 21).

Figura 21 - Capa da edição de 03 de junho de 1977 do Jornal O Povo



Fonte: Acervo O Povo

Até mesmo nos anos em que se verificou a ocorrência de secas, há registros de eventos de chuvas extremas. O ano de 1979, por exemplo, caracterizado como o ano em que se iniciou a forte seca que perdurou por quatro anos e teve seu ápice em 1983, registrou episódios pontuais de chuva no Estado, como o que ocorreu no dia três de março na cidade de Fortaleza e que foi noticiado pelo Jornal O Povo (FIGURA 22). Simplesmente, este evento foi considerado como um dos maiores da história na capital cearense, totalizando 117,7 mm de chuva acumulados em 24h, de acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME.

Figura 22 - Trecho da edição do dia 04 de março de 1979 do Jornal O Povo

**O POVO** Fortaleza, Ceará, Brasil - Domingo, 4 de março de 1979

## Aguas de março: um dia de cão para toda a cidade

Um dia de cão para a Fortaleza, e como se pode imaginar, não houve alívio. As fortes chuvas que caíram sobre a cidade, desde as primeiras horas do madrugada e prosseguindo durante o dia, abarçaram alguns dos pontos de circulação que se viu, logo cedo, lentamente inundados para chegar aos seus locais de trabalho.

Faltaram taxis e os coletivos pararam lentos e superlotados, forçando aos rigorosos e cansados passageiros em algumas paradas de ônibus. Além do mais, o forte aquecimento causou vários transtornos à vida cotidiana. Vários ruas foram alagadas. As águas invadiram muitas residências, obrigando alguns moradores a se transferirem para áreas menos inundadas. Houve deslocamento de móveis e muitos animais ameaçaram escapar.

O trânsito ficou interrompido em várias artérias, principalmente, no centro da cidade, onde longas filas de veículos se formaram impedindo muitos dos seus passageiros que necessitavam cumprir rotinas. Foi grande o número de carros que ficou paralisado nos passeios onde eram água represada.

A situação foi mais grave na avenida de Itaperiaporã, próximo à área ferroviária, onde o enorme volume d'água represada invadiu residências e forçou moradores a utilizar meios de transportes improvisados, nos lugares, também, a situação foi de enorme total, com cerca de 400 casas sendo alagadas, oferecendo sérios riscos de deslizamentos. Os bombeiros receberam cerca de 30 pedidos de socorro.

Estações de rádio alteraram sua programação normal para difundir apelos da população, ressaltando o perigo oferecido pelas águas para algumas áreas atingidas.

O transporte chegou a ter a interrupção de alguns pontos exatamente em certas áreas inundadas, onde as chuvas causaram grandes enchentes, interrompendo a vida normal de algumas áreas. Riscos, mais, muito perigosos, tendo em vista o desmoronamento que se encontra nesta capital para enfrentar a estação tropical.

**GALERIAS**

Como sempre acontece, quando as precipitações são fortes, a cidade enfrenta o volume ocasionado pela inundação de modo sistemático e generalizado. A falta de limpeza, desde o escoamento das águas que, normalmente, causam a dificuldade a vida dos moradores em função, é o caso, por exemplo, do trecho situado no cruzamento da Avenida Itaperiaporã, onde o fluxo rápido e intenso

para receber o volume d'água se está obstruído. Moradores que já afirmam que o problema vem resistindo há mais de 33 anos, dificultando a vida dos donos de casas que necessitam redobrar esforços para combater a inundação das suas residências. Ademais, o problema parece se agravar com um deslize constante entre a Avenida e a área ferroviária, ficando com que as águas se represam e produzem vazios através do interior das casas.

Um outro local bastante prejudicado foram os elevadores de cocôis na rua Gustavo Sampaio, no Bairro de Outeiro Bonfins. Ali as águas subiram quase metro metro, invadindo residências, danificando móveis e provocando o deslocamento de moradores que, quando não, estão "obstruídos de reclamar das autoridades a falta de condições da rua para enfrentar qualquer chuva".

Próximo àquela rua, os moradores de Dom Jerônimo viveram momentos de preocupação e medo, como é o caso de Dona Lúcia Pereira. A sua residência foi tomada pelas águas que se formaram na elevação da rua, chegando a mais de 2 metros de altura", relatou, deixando escapar uma nota de última e sofrimento.

**TRANSPORTES**

O trabalho de saneamento alterado pelas autoridades em alguns pontos, se mostraram insuficientes. As águas necessitam resistência em áreas anteriormente inundadas e, nesse ponto, a interrupção de um ônibus mais rápido. É o caso, por exemplo, da Vila Ramiro, onde a Prefeitura anunciou, há alguns dias atrás, o desenvolvimento de trabalhos de limpeza. Os moradores daquele trecho residencial ficaram impossibilitados de sair de suas casas, devido ao enorme volume d'água ali acumulado.

O Parque de Crianças, de onde saíram as águas escoadas para a Vila Ramiro, enfrentou uma de suas piores crises. O Mar do Lago Itaperiaporã, danificando obras de arte e outras que estão sendo levadas a efeito na região do Centro de Fortaleza, devido ao fato de ter a passagem que cruza as linhas de ônibus estacionadas naquele terminal, sobressa a água das águas. A falta de espaço para os estudos de transportes coletivos foi outro sinal de agravamento com essas chuvas. Na Praça José de Alencar, o grande número de pessoas que aguardavam os ônibus que fazem as linhas norte e sudoeste de cidade, e que

utilizam a margem direita da praça, sem nenhum abrigo para se abrigar. Além, a falta de transporte de ônibus, foi bastante levantada contra, com a interrupção do tráfego de táxis pela cidade. Com a chuva, o número desses veículos começou a diminuir, o que quase sempre transformou a quem deseja chegar a tempo a algum compromisso.

**OUTRAS RUAS**

Um verdadeiro inferno se registrou em outras partes da cidade, onde os moradores de muitas ruas ficaram obrigados a ficar em inundações próximas a suas residências habitadas. Na Rua de Itaperiaporã, alguns de moradores de Itaperiaporã, as águas ocasionaram a paralisação de muitos veículos, que ao tentar o movimento sob essas condições inundadas, acabaram provocando ainda mais a insegurança de Fortaleza. Na Avenida Dom Manoel e nos arredores a situação foi semelhante. Devido todas as situações que cruzam o rio São Pedro, foram alagadas, dificultando o tráfego de pessoas e veículos.

Com relação ao riacho São João, alguns moradores afirmam que, algum tempo, a realização de serviços de limpeza na área. Contudo, segundo moradores da Vila Ramiro, a água e o trabalho de limpeza das enchentes não foi suficiente "há que se levar em consideração a limpeza da bacia hidrográfica" argumenta um morador. Interrupção, por instância, o trabalho de manutenção das águas que resistiram nas residências.

Na Galiléia Rocha equívoca de Padre Manoel, Padre Gustavo Sampaio, Avenida Bócio, Professor Luiz Estanislau, Pinco Mota, Centro e Silva, Barão, Avenida Pereira Arns, José Avallino, Joaquim Filho, Avenida Duque de Caxias, Mendelino Costa, Gustavo Sampaio, foram algumas das ruas onde os objetos, desde início da chuva, sofreram maiores transtornos. Em todas elas a situação de trânsito se mostrou crítica e insustentável, sem contar a preocupação das famílias que procuraram refúgio, como podiam, ao abrigo das águas. Uma situação, aliás, agravada pela total falta de serviços das autoridades no problema, como se tudo a cidade quisesse a um ritmo e constante "alívio" de preocupação.



*O asfalto não resistiu à chuva e a forte água, alagando serviços nos pontos, como na Rua de Itaperiaporã.*



*Um veículo infelizmente registrou em outras partes da cidade, onde os moradores de muitas ruas ficaram obrigados a ficar em inundações próximas a suas residências habitadas.*



*Uma via de Itaperiaporã, com carros paralisados sob as águas.*



*Com relação ao riacho São João, alguns moradores afirmam que, algum tempo, a realização de serviços de limpeza na área.*



*Galiléia Rocha equívoca de Padre Manoel, Padre Gustavo Sampaio, Avenida Bócio, Professor Luiz Estanislau, Pinco Mota, Centro e Silva, Barão, Avenida Pereira Arns, José Avallino, Joaquim Filho, Avenida Duque de Caxias, Mendelino Costa, Gustavo Sampaio, foram algumas das ruas onde os objetos, desde início da chuva, sofreram maiores transtornos.*



*Como sempre acontece, quando as precipitações são fortes, a cidade enfrenta o volume ocasionado pela inundação de modo sistemático e generalizado.*



*Um verdadeiro inferno se registrou em outras partes da cidade, onde os moradores de muitas ruas ficaram obrigados a ficar em inundações próximas a suas residências habitadas.*

Fonte: Acervo O Povo

Após a seca de 1979-1983, o Nordeste enfrentou novamente fortes inundações no ano de 1985. De acordo com Monteiro (2011), este ano foi considerado o mais chuvoso das

três últimas décadas no Estado do Ceará. As chuvas, mais uma vez, ganham destaque na mídia, devido aos impactos ocasionados pelas fortes inundações. (FIGURAS 23 e 24).

Figura 23 - Trecho da capa do Jornal O Povo na edição de 04 de abril de 1985

**INPC de maio é 89%; Mínimo vai para Cr\$ 314.798**  
(PÁGINA 12)

**O POVO**  
Ano LVIII - Fortaleza, Ceará, Brasil - Quinta-feira, 04 de abril de 1985 - Nº 18.259 - Cr\$ 1.000

**Açudes arrombam e desabrigados são 66 mil no Estado**

**SAÚDE JÁ, PRESIDENTE!**  
alunos do MED-USP

**Em Fortaleza, ruas e avenidas danificadas**

O Governo do Estado informou que há, neste momento, 66 mil pessoas desabrigadas e desalojadas por causa das enchentes, que ontem provocaram o arruamento de vários açudes, entre os quais o Itabira, em Icó, que destruiu 25 das 150 casas de um conjunto habitacional da Cohab-CE. Por causa das chuvas, a Rfisa suspendeu até segunda-feira o tráfego de trens no Ceará. A Cedec está usando aviões, helicópteros e barcos para socorrer os flagelados. Em Fortaleza, o Sumov estimou em aproximadamente Cr\$ 3 bilhões os prejuízos causados à cidade pela chuva de terça-feira (Página 6).

**D. Evaristo Arns no hospital: "Ele é um filho predileto de Deus"**

Fonte: Acervo do Jornal O Povo

Figura 24 - Trecho de página do Jornal O Globo do dia 18 de abril de 1985

**Cheias no Nordeste podem ter desabrigado 1 milhão**

**Destruição de açude interrompe a BR-156**

**Na zona Aracati, agora três rios de lama, colhe estragos 11 mil**

Fonte: Acervo digital O Globo

A década de 1990 ficou mais conhecida pela seca de 1990-1993 do que pelos eventos de fortes chuvas. Nesta década os registros de chuvas, se comparados às décadas anteriores, ficaram abaixo das expectativas. No Ceará, a exceção ficaria apenas para os anos



de 1994, 1995 e 1996, que apresentaram um acumulado de chuvas dentro da normal na maioria dos municípios do Estado.

Na década seguinte, os registros de chuvas extremas novamente ganharam notoriedade. Os anos de 2004 e 2008 apresentaram um bom acumulado de chuvas no Estado do Ceará, mas o ano de 2009 certamente mereceu destaque. Há mais de duas décadas não se via um acumulado de chuva tão expressivo no Estado.

Monteiro e Zanella (2013) destacaram importantes eventos de chuvas extremas que ocorreram nas últimas décadas na cidade de Fortaleza, capital do Estado. Alguns mais recentes chamaram atenção pelo volume de chuva acumulado em 24 horas, bem como pelos impactos ocasionados.

No dia 29 de janeiro de 2004, incríveis 250 mm acumulados em 24 horas, afetaram inúmeras comunidades na cidade de Fortaleza, principalmente aquelas localizadas às margens dos rios Cocó e Maranguapinho. A Defesa Civil registrou inúmeras ocorrências (cerca de 133). Todas as 92 áreas de risco da cidade, mapeadas até o período pela Defesa Civil, ficaram alagadas. Mais de 1700 casas foram danificadas e 2577 famílias foram afetadas somente neste dia. Um adolescente foi vítima de afogamento. Além disso, somente neste mês, 32 municípios do Estado ficaram em situação de emergência e 2 em Estado de Calamidade Pública, necessitando de ajuda do Governo Federal para reparar os danos nas áreas afetadas pelas inundações. Tais informações foram divulgadas pelo Governador do Estado na época (Lúcio Alcântara) e disponibilizadas em matéria do Jornal Diário do Nordeste, no dia posterior à ocorrência do evento (FIGURA 25).

Figura 25 - Capa da edição de 30 de janeiro de 2004 do Jornal Diário do Nordeste



Fonte: Acervo do Diário do Nordeste

No ano de 2009, as inundações urbanas que ocorreram em diversos municípios do Nordeste brasileiro, bem como no Ceará, também estamparam a capa de vários jornais de circulação local e ganharam repercussão na mídia nacional (FIGURA 26). Segundo informações da Defesa Civil, em 115 municípios do Estado (de um total de 184) foi decretada Situação de Emergência e estima-se que mais de 600.000 pessoas foram atingidas por inundações em todo o Estado.

Figura 26 - Notícia veiculada na edição de 07 de maio de 2009 no Jornal O Globo



Fonte: Acervo Digital O Globo.

Na mesma década, porém com impactos e prejuízos menos vultosos, os anos de 2004 e 2008 também registraram inundações em alguns municípios do Estado. Alguns registros merecem destaque, como os decretos de Estado de Calamidade Pública no ano de 2004 emitidos pela Defesa Civil nos municípios interioranos de Juazeiro do Norte, Irauçuba, Jardim, Aurora, Farias Brito, Tarrafas, Quixelô, Piquet Carneiro, Araripe, Missão Velha e Lavras da Mangabeira.

Em período ainda mais recente, dois eventos que ocorreram no ano de 2012 ganharam destaque em Fortaleza: um no dia 27 de março de 2012 (FIGURA 27), totalizando 197,5 mm de chuva e outro no dia 23 de junho de 2012, com um acumulado diário de 197,6 mm.

Figura 27 - Alguns pontos de alagamento na cidade de Fortaleza no dia 27 de março de 2012



Fonte: Edição impressa de 27 de março de 2012 do Jornal O Povo

No primeiro, a Defesa Civil registrou mais de 180 ocorrências, além de inundações em diversos pontos da cidade de Fortaleza e 13 desabamentos. No segundo evento, ocorrido em junho de 2012, além das inundações, foram registradas 287 ocorrências pela Defesa Civil Municipal (FIGURA 28). Vale lembrar, inclusive, que o ano de 2012 não foi considerado como chuvoso. Ao contrário, muitos estudiosos consideraram este ano como um ano seco.

Figura 28 - Alguns pontos de alagamento na cidade no dia 22 de junho de 2012



Fonte: Edição impressa de 22 de junho de 2012 do Jornal O Povo.

Porém, impactos ainda maiores são verificados nos municípios cearenses quando ocorrem longos períodos de estiagem. Entende-se por estiagem a redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou até mesmo a ausência de chuvas previstas para um determinado período. Em alguns casos, os termos seca e estiagem são considerados sinônimos, principalmente quando este fenômeno é vinculado na mídia eletrônica e impressa. Porém, ainda que a forma crônica deste fenômeno seja denominada de seca, de acordo com a Defesa Civil, as estiagens são fenômenos de menor intensidade e ocorrem durante períodos menores (CASTRO, 2009).

Os impactos provocados pelas estiagens dependem tanto da magnitude do fenômeno como do grau de vulnerabilidade da população atingida. Geralmente atinge extensas áreas e ocasionam fortes impactos devido à sua ocorrência por um longo período de tempo.

A seca pode ser classificada em três tipos: seca climatológica, seca hidrológica e seca edáfica. A primeira ocorre quando os registros das precipitações são consideravelmente menores do que os verificados nas normais climatológicas da área em estudo. A seca hidrológica ocorre quando é verificada uma deficiência nos estoques de água dos corpos hídricos. Já a seca edáfica ocorre quando é constatado um déficit de umidade no solo (CAMPOS et. al., 1997).

O Nordeste brasileiro certamente é a região mais atingida no país por tais eventos. Possui um bolsão semiárido de cerca de 900 mil km<sup>2</sup> (FIGURA 29), com precipitações geralmente inferiores a 800 mm anuais, enorme variabilidade interanual nas precipitações e que periodicamente fica sujeito a severas estiagens (ZANELLA, 2007; CONTI, 2011).

Figura 29 - Área delimitada do semiárido brasileiro



Fonte: Base Cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Além destes fatores, a formação geológica com predomínio de rochas cristalinas que dificulta a infiltração da água e potencializa a evaporação da mesma, bem como a inclinação do relevo, que impede a passagem da umidade que vem do oceano, também influenciam no aparecimento de áreas semiáridas (ANDRADE, 2006). Outras áreas do país como o Centro-Oeste, Sudeste e Sul também já registraram períodos de estiagem, mas com

menor severidade e impactos (CONTI, 2011). A região amazônica brasileira também parece ter experimentado estiagens severas (MARENCO, 2009).

Porém, para compreender o fenômeno da seca na sua essência, faz-se necessário compreender outros aspectos para além das características naturais: a ocupação e o desenvolvimento econômico da região.

O que é denominado hoje como Região Nordeste é o resultado histórico de um tipo específico de ocupação que condicionou uma forma própria de desenvolvimento. Não resultou apenas de um modelo endógeno, mas também da imposição de uma divisão internacional do trabalho responsável pelo desenvolvimento desigual e combinado das diferentes regiões (CERQUEIRA, 1988).

Cessada a fase inicial da extração do pau-brasil, o Nordeste teve na produção do açúcar a sua principal atividade econômica. Tal atividade cumpriu seu papel como apoio externo ao acúmulo primitivo de capital das metrópoles europeias. Consolidada a produção açucareira do litoral, tornou-se possível alcançar áreas mais remotas, os sertões, através de uma atividade secundária ou acessória, a pecuária extensiva, voltada para abastecer com gado de tiro e corte os engenhos de açúcar localizados na porção litorânea (CERQUEIRA, 1988).

No contexto cearense, a capitania do “Siará Grande” resumia-se até meados de 1700 em um forte desguarnecido, esquecido pelas autoridades portuguesas. Somente no decorrer do século XVIII é que as primeiras vilas cearenses seriam formadas. O Ceará ficou atrelado à Capitania de Pernambuco até 1799, quando então foi considerada capitania autônoma pela corte de Portugal (FERREIRA NETO, 2006).

A evolução econômica do Ceará foi marcada pela realização de dois ciclos de riqueza, praticamente complementares: o gado e o algodão. A pecuária acabou se tornando a grande responsável pela expansão colonizadora pelo sertão. Até 1780, grande parte da riqueza da colônia estava apoiada nos rendimentos das charqueadas, principalmente em vilas como Aracati e Granja (FERREIRA NETO, 2006).

As experiências iniciais de implantação de fazendas de gado se deu em meados do século XVII com a concessão de sesmarias nos vales de rios para indivíduos portugueses com posses. Este movimento foi iniciado no Nordeste ainda no século XVI e foi se espalhando pelos sertões num processo contínuo de separação das atividades agrícolas e pastoris (SOUZA, 2007; CERQUEIRA, 1988).

“Partindo de duas correntes, uma do Recôncavo e a outra de Olinda, os currais foram ganhando o interior, alcançando o médio São Francisco, passando por

Sergipe, entrando pelo Piauí, chegando até o Maranhão. A corrente Pernambucana seguiu o litoral até o sertão do Ceará”. (CERQUEIRA, 1988, p.38)

A pecuária se desenvolveu utilizando mão de obra indígena escravizada, alguns negros escravizados e, principalmente, por parte da população empobrecida (geralmente resultantes de cruzamentos interétnicos) que não se enquadravam de outra maneira na ordem escravocrata. Com o ciclo do ouro nas Minas Gerais e a decadência do açúcar, a pecuária foi valorizada, possibilitando o desenvolvimento de uma indústria artesanal de carne de charque, principalmente no Ceará, escoada pelos caminhos do São Francisco (CERQUEIRA, 1988).

Porém, a decadência da região aurífera e a forte concorrência com a carne de charque do Sul do país e do Prata praticamente eliminou a indústria do charque no Nordeste no século XVIII. Em seguida, com o advento da Revolução Industrial na Europa, o algodão começou a despontar como importante atividade econômica da região e que também influenciou no povoamento do interior nordestino. (CERQUEIRA, 1988).

No novo Nordeste algodoeiro/pecuário surge uma nova divisão do trabalho, onde era necessária matéria-prima de baixo custo, cujo excedente era apropriado pelos mecanismos de circulação, a nível do mercado mais amplo, independentemente das relações estabelecidas em sua produção. Dessa forma, a agricultura do Nordeste passa a se pautar num consórcio onde se combinam gado, algodão e as culturas de subsistência. Por todo este período de estruturação da economia na região Nordeste assentada neste consórcio, foi o estado de miséria da população que possibilitou a reprodução do latifúndio local. O homem do campo, dessa forma, é expropriado nessa relação com o grande fazendeiro e esse processo de expropriação é acelerado no período de ocorrência de grandes secas, conforme menciona Cerqueira (1988):

“O fazendeiro/negociante, forma por excelência do capital mercantil e usurário na região, intermediava com o mercado extra-regional os produtos comerciais e parte dos de subsistência internamente produzidos e distribuía os bens não produzidos na área (sal, querosene, ferramentas, etc.). O círculo girava em torno do camponês e sua frágil produção [...]. Este processo de expropriação é [...] acelerado por ocasião das secas. O fazendeiro compra na folha, e ao mínimo preço, gado-terra-produtos dos flagelados [...] Esta é a roda vida do trabalhador rural nordestino” (CERQUEIRA, 1988, p. 50).

Assim, fica perceptível que sempre houve uma imbricação dialética entre a seca e a situação econômica, onde os efeitos de uma incidem sobre a outra. Fica claro que o fenômeno da seca impacta diferentemente os diversos segmentos da população e os pequenos produtores acabam encontrando mais dificuldades para superar os problemas originados a

partir da seca. Estes tentam resistir de todas as formas possíveis quando da ocorrência de grandes secas. Na história existem vários registros de saques, geralmente para obtenção de alimentos; invasão de Terras e/ou movimentos que reivindicam a posse das mesmas; e até ações do governo como a distribuição de água através de carros-pipa e adoção de frentes de emergência, que são ações do governo que objetivam conter os trabalhadores nordestinos na região por motivos econômicos (crise no país) e políticos (necessidade de evitar movimentos populares contra o governo que cresciam nas grandes cidades).

Nesse contexto histórico de formação do Nordeste houve relatos de secas na região, algumas com impactos significativos. Historicamente, as secas nordestinas vêm sendo catalogadas pelo menos desde o século XVII. Porém, existem alguns documentos históricos do período que destacam possíveis secas que ocorreram no Nordeste e que foram relatadas por Jesuítas e/ou Portugueses. O primeiro registro de ocorrência data de 1552, três anos após a chegada do primeiro governador geral, Tomé de Souza. No documento, Padre Antônio Pires menciona que em Pernambuco havia quatro ou cinco anos em que não ocorria chuva (VILLA, 2000).

O Jesuíta Fernão Cardim também descreveu importante seca ocorrida no ano de 1583 que afetou muitas comunidades indígenas, principalmente no sertão de Pernambuco (CARDIM, 1939).

Guerra (1981) também realiza um levantamento de registros históricos de secas ocorridas no Estado do Ceará, no período de 1559 a 1942. O autor destaca secas que ocorreram no século do descobrimento do Brasil e que foram mencionadas em alguns documentos históricos de Padres Jesuítas, os quais faziam alusão à secas ocorridas nos anos de 1559, 1564 e 1592. No século seguinte, João Brígido, em documento histórico intitulado “*Resumo da História do Ceará*”, destaca uma seca severa ocorrida nos anos de 1600 e 1692. Neste último, os registros atentam para os fortes impactos da seca no atual Estado de Pernambuco e que, provavelmente, esta se entendeu ao Ceará, apesar de não haver registros na Província.

De acordo com Villa (2000), seis grandes secas ocorreram no decorrer do século XVII: 1603, 1605-1607, 1614, 1645, 1652 e 1692, as quais afetaram principalmente os atuais Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. O autor destaca, inclusive, relatos de que esta última seca do século XVII provocou inúmeros prejuízos aos rebanhos e às populações interioranas da época, principalmente na Capitania da Paraíba.



A Secretaria do Meio Ambiente do Ceará – SEMACE registrou em uma série histórica de 378 anos (1605-1983), 59 fenômenos de estiagem no Estado do Ceará. Documentos históricos como o de José B. Fernandes Gama, intitulado *Memórias históricas da província de Pernambuco*, destacam relatos sobre importantes secas, como a de 1692. No século XVIII, o donatário Francisco de Castro Morais, da capitania de Pernambuco, redigiu uma carta em março de 1704, a qual foi enviada a D. Pedro II, rei de Portugal, onde destaca o preço elevado da farinha devido à ocorrência de uma importante seca. Euclides da Cunha, em sua conhecida obra *Os Sertões*, além de mencionar a seca no sertão, atenta para o problema da degradação do meio ambiente e dos solos nordestinos através das queimadas (CONTI, 2011).

Guerra (1981), em importante documento histórico, atenta para o fato de as estiagens que ocorrem no Nordeste, se manifestarem forçosamente em três Estados (Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba), segundo os registros históricos já realizados por diversos autores que retrataram as secas no Nordeste. Segundo o autor, estes três estados seriam os mais atingidos pelas secas na região Nordeste. Em seu documento, Guerra (1981) demonstra dados colhidos por Ildelfonso Albano, nos quais foram identificadas secas que perduraram por até cinco anos, ou secas mais curtas, de um ano (TABELA 3).

Tabela 3 - Registro Temporal de secas no Ceará nos séculos XVIII, XIX e XX.

<b>Intervalo de Secas</b>	<b>Período em que ocorreram</b>
1 ano	1721, 1754, 1760, 1772, 1830, 1891, 1900, 1907, 1915
2 anos	1736-37 ; 1777-78 ; 1809-10 ; 1817-18 ; 1824-25; 1844-45 ; 1888-89
3 anos	1744-46 ; 1877-79
4 anos	1790-93
5 anos	1723-27

Fonte: Adaptado de Guerra (1981)

Alves (2003) menciona pelo menos 5 importantes secas no século XVIII que se manifestaram no Nordeste brasileiro. São elas: 1721-1725, 1736-1737, 1745-1746, 1777-1778 e 1791-1793. Fica perceptível que, em comparação aos registros de Guerra (1981), os anos mencionados apresentam apenas algumas pequenas divergências quanto aos intervalos de ocorrência das secas. Alves (2003), também destaca secas que ocorreram de forma mais pontual em alguns Estados nordestinos:

“É assim que foram secos o ano de 1730, na Paraíba; o quadriênio 1748-1751, em Pernambuco; os anos de 1754, 1760, 1766 e 1722, no Ceará; os anos de 1766 e 1784, no Rio Grande do Norte; e o biênio 1783-1784, em Pernambuco. São registros encontrados em Fernando Gama, Irineu Joffily, Irineu Ferreira Pinto, Senador Tomaz Pompeu de Souza Brasil e Barão de Studart” (ALVES, 2003, p. 31).

Villa (2000) e Alves (2003) dão destaque ao evento de seca entre os anos 1790-93, os quais consideram o maior ocorrido no século XVIII, atingindo o Ceará, Pernambuco, Bahia, Sergipe, Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba e até o Piauí. Os prejuízos e impactos foram inúmeros, tais como mortes de animais, pestes, epidemias e famílias que saíram em retirada.

A seca de 1790-93 foi denominada pelo povo cearense de “Seca Grande”, pois esta praticamente dizimou o rebanho da capitania e foi responsável direta pela decadência da atividade das charqueadas (FERREIRA NETO, 2006).

No século seguinte, pelo menos três grandes secas não podem deixar de ser mencionadas, devido à magnitude e os impactos ocasionados praticamente em todos os estados do Nordeste, o que lhes rendeu destaque nas obras de vários autores, tais como: Lyra (1981), Guerra (1981), Villa (2000), Alves (2003) e Ferreira Neto (2006). São elas: as secas de 1824-25; 1845-46 e 1877-79.

Outros eventos de seca também foram destacados por alguns destes autores. Porém, os registros apresentam divergências. Em alguns casos, fica perceptível que tratam-se de secas que ocorreram de forma mais pontual em alguns estados ou, quem sabe, não possuíram tamanha magnitude e impactos a ponto de não serem mencionadas em documentos históricos.

Alves (2003), inclusive, menciona algumas destas secas, confrontando-as em uma tabela (TABELA 4), a fim de destacar como estas ocorreram em alguns estados nordestinos, enquanto que em outros estas não foram identificadas, a partir dos registros encontrados em documentos históricos.

Tabela 4 - Registro Temporal de secas nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco no século XIX.

<b>Ceará</b>	<b>Rio G. do Norte</b>	<b>Paraíba</b>	<b>Pernambuco</b>
1804		1803-1804	
	1808		
1810			
	1814		
			1819-1820
1824-1825	1825	1824-1825	1824-1825
	1833		1833-1835
1844-1845	1845	1845-1846	1845-1846
1877-1879	1877-1879	1877-1879	1877-1879
1888-1889	1888-1889	1888-1889	1888-1889
1898	1898	1898	1898
1900	1900		1900

Fonte: Alves (2003)

Assim, das secas que receberam maior destaque em documentos históricos, a primeira ocorreu após a independência do Brasil: a seca de 1824-1825. Esta afetou principalmente o Estado do Ceará. No período ocorreram os movimentos independentistas e a Confederação do Equador, além de muitas epidemias, entre elas a de varíola. Agravando a situação, o banditismo se espalhou pela região e o número de mendigos elevou-se de forma alarmante. O conjunto destes flagelos ainda eram visíveis em 1826 (VILLA, 2000).

Em 1845-1846, outra grande seca trouxe fome e desespero no sertão. Os moradores de pequenas vilas passaram a presenciar o movimento constante de pedintes e indigentes na frente de suas casas. A retirada/migração, geralmente era o recurso que o sertanejo encontrava em períodos de grandes secas (FERREIRA NETO, 2006).

Entre 1845 e 1877 não se ouviu falar em grande seca. Inclusive, este período foi considerado por muitos estudiosos e historiadores como um período de importante avanço econômico para o Ceará. Afinal, no início dos anos de 1860, o algodão tornou-se uma atividade que novamente incluiu a região no circuito do comércio exterior. Outros produtos como o café e a cera de carnaúba tiveram um incremento após 1850, contribuindo para diversificar as exportações (FERREIRA NETO, 2006).

O ano de 1877 iniciou e não havia indícios de que as chuvas seriam, ao menos, regulares. Mais uma forte seca se instalaria no Nordeste brasileiro. Neste mesmo ano, aos 48 anos de idade e após publicar dezenas de romances, peças teatrais, ensaios e panfletos, morria o conselheiro José de Alencar, um deputado cearense conservador que causou polêmica poucos anos antes de sua morte ao minimizar os problemas da seca no Ceará, visando preservar o governo. Segundo José de Alencar, as administrações estavam organizando a provisão de água, afirmando que se multiplicaram os açudes que cobriam a área da província.

Criticou, inclusive, notícias nos jornais de circulação nacional que afirmavam que o Ceará sofria com problemas irreparáveis de uma seca em meados de 1877. Alegava exagero por parte da oposição e seu discurso foi mal recebido no Ceará. Pouco antes de falecer, mudou de posição e doou 450 mil-réis à Câmara de Fortaleza, referentes aos direitos do livro *Encarnação*, para as vítimas da seca que estava assolando o Ceará (VILLA, 2000).

Ainda neste ano de infortuna seca, jornais de circulação local relataram furtos às lavouras e assassinatos para roubar no interior do Ceará. O cearense se via angustiado, ora dirigindo a culpa da situação ao governo, ora levando em consideração práticas exageradas de superstição ou acreditando em castigo divino. Milhares de cearenses migraram em direção à Amazônia, a ampla maioria em busca das míticas riquezas da borracha (VILLA, 2000).

A partir do mês de maio de 1877 já se ouviam relatos de inúmeras emigrações em massa. Inúmeros sertanejos partiram em retirada para as cidades e vilas maiores do próprio sertão. Pequenos e médios proprietários venderam seus escravos e alguns abandonaram suas possessões. Propriedades foram invadidas, famílias inteiras foram divididas, pais abandonavam filhos e parentes negavam ajuda uns aos outros. Os retirantes, muitas vezes eram ignorados nas cidades em que chegavam. Os maus tratos eram visíveis. Além disso, as comissões de socorro às vítimas eram acusadas de desvios de verba pública e o governo era omissivo, o que dificultava a mudança do cenário de seca (FERREIRA NETO, 2006).

Os efeitos da seca de 1877-1879 foram devastadores. Milhares de cabeças de gado sucumbiram. A pecuária perdeu a importância que possuía até 1877 no cenário regional. O setor primário entrou em crise, principalmente a atividade algodoeira. Além disso, havia uma forte dificuldade de adaptação à nova conjuntura econômica do país, onde a atividade cafeeira, concentrada na região Sudeste, despontava como a mais importante atividade econômica brasileira. Após a seca de 1877-1879, a região Nordeste passou a ser identificada como região-problema do país (VILLA, 2000).

Além da fome e miséria, a proliferação de doenças foi marcante na seca de 1877-1879. A ausência de farmácias, hospitais e médicos no sertão agravou ainda mais a situação de muitos nordestinos. As doenças eram tratadas muitas vezes com remédios populares. As mínimas condições de higiene eram desconhecidas por muitos flagelados, o que influenciou ainda mais para um incremento no número de mortes em períodos de forte aglomeração de retirantes em algumas cidades. Fortaleza, atual capital do Ceará, enfrentou uma forte epidemia de varíola no ano de 1878. Estima-se que quase 15 mil pessoas faleceram em decorrência da doença (FERREIRA NETO, 2006).

Os três longos anos de estiagem representaram para grande parte dos nordestinos uma brutal condenação, trazendo marcas profundas para muitas famílias. Muitos recorriam à figura divina no intuito de reacender as esperanças para que um bom período de chuva se instalasse no Nordeste, minimizando os problemas da seca.

Dom Luís Antônio dos Santos, bispo do Ceará à época, defendia que a seca era um castigo de origem divina devido ao esquecimento de Deus e suas leis, de todos estes acontecimentos lamentáveis que ocorriam no Ceará (VILLA, 2000).

Em alguns casos, muitos sertanejos, além de recorrer à proteção divina, observavam sinais da natureza, acreditando que esta poderia fornecê-los indícios de possíveis chuvas, ou não.

Estes estudiosos empíricos da seca ficaram conhecidos no sertão como “Profetas da Chuva”. Porém, os historiadores da seca não fazem menção ao profeta de chuva, provavelmente por considerarem o tema como não científico, de cunho folclórico (MONTENEGRO, 2008).

No entanto, as profecias hidrológicas colorem o imaginário do homem sertanejo e difundiram-se por extensas áreas que são impactadas pela seca. No Ceará, tais profecias são levadas em consideração por muitos habitantes do interior do Estado, os quais já observam os discursos dos profetas em meados de novembro até o início da quadra chuvosa, nos primeiros meses do ano.

A revelação profética fundamenta-se na conexão intrínseca do espírito humano com o divino ou em sinais da natureza. O profeta da chuva, diferente de um cientista, baseia-se na tradição, na observação e na experiência. É um verdadeiro empirista. Não é um ser que adivinha, nem é previsor, segundo destaca Montenegro (2008):

“Previsor é o que faz previsão do tempo, a previsão de chuva, sem que, para isso, realize experiências [...]. Adivinho é o que adivinha a chuva apoiado no seu dom. A previsão resulta de uma adivinhação. Profeta é o que vaticina o futuro. Ele não prevê o tempo futuro. Ele profetiza. A sua previsão é antes, de tudo, uma profecia” (MONTENEGRO, 2008, p. 30).

A profecia do sertanejo pode ser baseada em diversos sinais como a posição das constelações, o movimento dos astros, o círculo da lua, o canto dos pássaros, a atitude dos insetos, a conduta dos animais, a ocorrência de chuva em um determinado dia do ano, sonhos, dentre os quais:

“Se a curimatã (peixe) fica mais gorda e ovada, vai haver bom inverno. Se o mar invadir a terra em janeiro, o inverno será bom. Quando os carneiros amanhecem alegres e inquietos, é sinal de que naquele dia vai chover. Se os pássaros João-de-barro e maria-de-barro fazem a casinha com a abertura para o poente, temos chuva [...]. Calango suado é sinal de chuva [...]. Muito gato novo, muita chuva [...]. Jumento soado no pé da orelha é sinal de chuva [...]. Se cair chuva que apague a fogueira de São João, não faltará inverno no próximo ano” (MONTENEGRO, 2008, p.35).

A profecia nasce de um forte desejo de certeza e o profeta vai de encontro dessa ansiedade provocada pela ausência de certeza. Em alguns momentos existe até um certo desdém de dois lados, geralmente opostos: o meteorologista desdenha do profeta de chuva, acreditando que o conhecimento do profeta não possui cunho científico. Em contrapartida, o profeta de chuva ridiculariza o meteorologista por suas errôneas previsões (MONTENEGRO, 2008).

Ainda que existam as diferenças entre profetas e meteorologistas, estas duas figuras importantes se reúnem com frequência no Estado do Ceará, no município de Quixadá. Meteorologistas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME realizam reuniões anuais no intuito de discutir com os profetas a possibilidade de ocorrência de chuvas no Estado. Não cabe aqui discutir os erros e acertos de profetas e meteorologistas nos encontros já realizados.

Há ainda estudiosos que também observam anos secos e chuvosos no decorrer de alguns anos, acreditando que o fenômeno da seca pode ter certa ciclicidade e, dessa forma, ser previsto de forma determinística.

Lyra (1981), por exemplo, menciona em documento histórico, compartilhado com membros do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, importantes secas que ocorreram nos séculos XVIII e XIX<sup>12</sup> (TABELA 5). O autor defende a hipótese de que estes fenômenos ocorrem de forma periódica, confrontando as datas de ocorrência do fenômeno da seca nos dois séculos.

Tabela 5 - Anos em que foram identificados o fenômeno de grandes secas no Nordeste brasileiro, nos séculos XVIII e XIX.

<b>Secas no Século XVIII</b>	<b>Secas no Século XIX</b>
1710, 1711, 1723, 1727, 1744, 1745, 1777, 1778,1791, 1793.	1824, 1825, 1844, 1845, 1877, 1879, 1888, 1889

Fonte: Adaptado de Lyra, 1981

<sup>12</sup> Quando confrontados os registros de Lyra (1981) com os de Guerra (1942), já mencionados, fica perceptível que há divergências quanto à identificação dos anos em que foram registrados os fenômenos de seca.

Alves (2003) menciona a posição de Elisée Réclus quanto à ciclicidade do fenômeno das secas no Nordeste, em obra escrita no século XIX, denominada “*Estados Unidos do Brasil*”. Para Réclus as grandes secas não possuem uma periodicidade regular bem estabelecida, ainda que alguns estudiosos defendam a ciclicidade de 10 em 10 anos. Alguns eventos tem duração de apenas um ano. Em outros, o fenômeno pode perdurar por mais tempo (RÉCLUS, 1900 apud ALVES, 2003).

Ainda que sejam fenômenos de constante ocorrência no semiárido nordestino, as secas não podem ser previstas sobre um viés determinístico. As causas físico-naturais deste fenômeno são complexas e envolvem fatores de macro e mesoescala. Vai desde fatores de influência oceânica, como as Temperaturas da Superfície Marítima – TSM, até formas de relevo que impedem a passagem da umidade. Tais fatores serão detalhados em seção mais adiante.

Atrelada às condições físico-naturais desfavoráveis à ocorrência de chuvas, existem fatores relacionados à vulnerabilidade das populações que habitam o nordeste semiárido, à forma de ocupação, às tradições culturais, às estruturas fundiárias, dentre outros fatores que são extremamente importantes para compreender como um todo o fenômeno da seca e seus impactos no Nordeste brasileiro.

Desde seus primórdios, as áreas semiáridas do Nordeste vêm sendo utilizadas basicamente por duas atividades: a agricultura de subsistência e a pecuária extensiva. Na grande maioria das terras, a exploração se caracterizou pela utilização de procedimentos primitivos e pela pouca preocupação preservacionista. A depredação do meio ambiente acabou sendo regra e contribuiu para potencializar os efeitos provenientes das secas (CONTI, 2011).

O povoamento do Sertão, desde o século XVI, ocorreu em função da caça ao índio e da conquista de campos para a pecuária e intensificou-se a partir da Revolução Industrial (século XVIII) quando houve um grande estímulo para o desenvolvimento da cultura do algodão, que passou a ser exportado. O milho e o feijão também foram culturas importantes, utilizadas na alimentação dos novos povoadores e dos animais utilizados no trabalho (ANDRADE, 1986; 2006).

A estrutura fundiária também contribuiu de forma agravante para o problema da seca no Nordeste, uma vez que o predomínio do latifúndio reserva as piores terras à maioria dos habitantes da zona rural, deixando-lhes áreas impróprias para o cultivo, sem acesso à água, de solos rasos e facilmente degradáveis (CONTI, 2011).

Além disso, a derrubada da vegetação nativa (caatinga) para diversos fins (uso de combustível doméstico, atividades mineradoras etc.) e outras formas irracionais de exploração deste meio contribuiu para um aumento da desertificação em algumas áreas da região com frágil equilíbrio ambiental, reduzindo a produtividade biológica a níveis mínimos (ver SALES, 2003; CONTI, 2011).

As secas que ocorreram no Nordeste influenciaram, no início do século XX, na criação da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas – IFOCS, o qual posteriormente foi rebatizado como Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS, no ano de 1945. A criação da Inspetoria no dia 21 de outubro de 1909, foi realizada com vários intuítos, entre os quais podemos citar: o estudo sistematizado das condições meteorológicas, topográficas e hidrológicas das áreas atingidas pela seca; conservação e reconstituição da vegetação; estudo e construção de açudes e barragens, etc (LYRA, 1981).

Na primeira década deste mesmo século ocorreu importante seca entre os anos de 1909 e 1910 (LYRA, 1981). Em seguida, no ano de 1915, uma rigorosa seca impactou o Nordeste, tão severa que acabou por influenciar no título de importante obra literária de Rachel de Queiroz, denominada *O Quinze* e publicada no ano de 1930.

Porém, não foi somente esta obra que ficou conhecida por retratar o fenômeno da seca. A literatura brasileira, desde o século XIX, está impregnada de obras que versam sobre o fenômeno da seca no Nordeste. José de Alencar publicou em 1875, importante obra intitulada *O sertanejo*, que conta a história de Arnaldo, um vaqueiro nordestino. Na obra é retratada a fome e a miséria do nordeste e as belas paisagens do sertão nordestino, muitas vezes castigado pela seca. Em 1879, José do Patrocínio publicou *Os retirantes*. Em 1902, Euclides da Cunha publica *Os Sertões*, obra que retrata as lutas diárias do sertanejo, sua relação com o meio onde vive e a Guerra de Canudos no interior da Bahia. Graciliano Ramos publicou em 1938 a obra *Vidas Secas*, enquanto que em 1976 Antônio Torres publicou a obra *Essa Terra*, que tematiza o retorno do nordestino que fracassou em São Paulo (VILLA, 2000).

Sem dúvida, a obra de Rachel de Queiroz foi de grande notoriedade para o Estado do Ceará. Para além de um romance, na obra *O Quinze* a autora também revela as paisagens, cenários e experiências vividas no interior do Ceará em um período assolado por intensa seca.

No primeiro semestre do ano de 1915, os jornais já começavam a publicar notícias alarmantes sobre a seca no Nordeste. No início de março o Ceará já possuía uma economia bastante deficiente: a pecuária perdera 50% do rebanho, enquanto que a agricultura já possuía quase 100% da produção afetada. A própria cidade de Fortaleza, que não se enquadra no



conjunto de municípios em que chove menos no Estado, registrou apenas 586 mm anuais em 1915 (VILLA, 2000).

“A apreensão da seca era geral. O mês de janeiro de 1915 acabou-se, e apenas, em Fortaleza, o pluviômetro recolheu quatro milímetros! Entrou fevereiro com boas promessas de inverno. Para desfazer a má impressão deixada por janeiro, ele logo no primeiro dia trouxe-nos uma forte trovoada e chuvas copiosas, que elevaram o pluviômetro à altura de 75 mm na capital. Esta chuva foi geral, chegou ao alto sertão. Todos acreditavam que o inverno estava começando. Continuaram as chuvas até o dia 18 [...] e suspenderam” (TEÓFILO, 1980, p. 47).

A migração para os núcleos urbanos mais desenvolvidos foi intensa na seca de 1915. No Ceará, estima-se que quase quarenta mil cearenses emigraram em virtude da seca de 1915 (TEÓFILO, 1980). No Piauí, os sertanejos migravam para o litoral. Situação semelhante ocorria no Maranhão. Na Paraíba e Sergipe a seca já havia atingido o interior e no agreste pernambucano os sinais de flagelo já eram semelhantes ao do Ceará. Apesar da existência da Inspetoria de Obras Contra as Secas desde 1909, pouco ou praticamente nada havia sido feito para minimizar os problemas provenientes da seca (VILLA, 2000).

Os estados nordestinos reclamavam que não possuíam recursos para socorrer as áreas afetadas e para iniciar obras públicas que empregassem os retirantes da seca. No entanto, Rodolfo Teófilo (1980) denuncia a negligência e a indiferença do governo do Estado do Ceará frente ao flagelo da seca de 1915 e de anos anteriores:

“Na Câmara os nossos representantes que estavam em oposição ao Governo do Estado pediam socorros para os famintos. Os que se conservavam firmes ao lado do Sr. Acioly diziam, com grande cinismo, que o Estado estava aparelhado para socorrer os flagelados; que não precisava do auxílio da União [...]. Alguns mil retirantes mendigavam em Fortaleza e o governo do Estado não lhes prestava assistência de espécie alguma” (TEÓFILO, 1980, p. 38).

No ápice da seca de 1915, a mídia nacional passa a apoiar a migração de nordestinos, principalmente os cearenses, para outras regiões do país. Defendiam que esta migração fosse realizada em direção ao sul do país, especialmente para São Paulo, pois a atividade da borracha na Amazônia enfrentava forte crise (VILLA, 2000).

Quase quarenta anos antes, o Nordeste sofreu com os impactos da seca de 1877 e, nesse interstício até o ano de 1915, o governo não desenvolveu medidas que visassem prevenir os efeitos de outra possível seca. Nem sequer tratou de organizar um plano de socorro, cuja base essencial fosse impedir o deslocamento da população sertaneja dando-lhes trabalho ao invés de esmola. E mais uma vez, os flagelados, miseráveis e vulneráveis

habitantes das áreas nordestinas assoladas pela seca foram maltratados e encontrados em condições de extrema penúria.

Além da seca severa de 1915 no Nordeste, outras também assolaram esta região no decorrer do século XX. O Ceará, certamente foi um dos estados mais impactados. Alves et. al. (1998) identificou pelo menos oito anos em que ocorreram secas de grande importância no Estado do Ceará no século XX. São eles: 1915, 1919, 1932, 1958, 1983, 1993 e 1998.

O Nordeste praticamente estagnou nas primeiras cinco décadas do século XX, em contraste com o forte crescimento urbano e industrial que ocorria principalmente no centro-sul do país. Inclusive, a partir de 1940, as estradas que foram sendo construídas no país facilitaram a migração para o litoral e as metrópoles do Sudeste (POMPONET, 2009).

Enquanto as secas flagelavam a grande maioria de pobres e remediados, contraditoriamente enriquecia e ampliava a concentração fundiária dos ricos, uma vez que pequenos proprietários vendiam suas terras que eram anexadas aos latifúndios dos grandes proprietários (ANDRADE, 2006; MOREIRA FILHO et. al, 2002).

As contradições não param por aí. O aproveitamento político também reina nas áreas atingidas pela seca. Os políticos muitas vezes se aproveitam da seca para angariar votos. Centralizam atividades emergenciais, atendendo ao público que lhe é fiel e impondo sempre a mediação dos cabos eleitorais e outros políticos na alocação de qualquer recurso. Ao mesmo tempo tem o poder de fornecer água, abrir frentes de serviço, nomear técnicos, escolher alistados, etc (CERQUEIRA, 1988).

“A seca é o tempo propício para as elites do Nordeste barganharem recursos federais, incentivos, créditos, tudo a baixo custo e muitas vezes a custo perdido. Os fazendeiros estão organizados para captar dinheiro, obras e anistias fiscais, principalmente por terem parcelas de poder; ou melhor, por serem poder. Frequentemente, o poder local, para aproveitar a propaganda da seca em favor próprio, critica as políticas concretas do governo, pois sabem que desta forma o governo pode reformular tais políticas dentro da mesma orientação política geral que reforça à estrutura de exploração e expropriação sucessivas” (CERQUEIRA, 1988, p. 64).

Assim, os pequenos proprietários, maiores vítimas da seca, ficavam a mercê de vontades políticas e muitas vezes esperando alguma ajuda maior do governo que colaborasse na mitigação dos efeitos provenientes das secas.

Acredita-se que a maioria dos órgãos, as obras de infraestrutura, bem como ações e atitudes do governo ocorreram após grandes secas no Nordeste. O DNOCS surgiu após as secas do final do século XIX e início do século XX, quando ainda era denominado IFOCS. A

Caixa de Socorro às Secas foi criada em 1920 no Governo de Epitácio Pessoa, após a ocorrência de duas importantes secas nos anos de 1915 e 1919 (TRAVASSOS, 2013).

A Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, por exemplo, foi criada após a seca de 1958. Nasceu em 1959 e passou a coordenar a aplicação de verbas públicas no Nordeste e promover um planejamento integrado do desenvolvimento regional (ANDRADE, 1986). O Banco do Nordeste originou-se após a seca de 1951. Em 1969, no Governo Militar, justamente quando ocorria uma seca que se arrastaria até o ano de 1970, o DNOCS constrói mais de 8.000 poços (TRAVASSOS, 2013).

Diversas soluções foram propostas por estas comissões, cientistas e órgãos de governo com intuito de resolver ou amenizar os efeitos da seca sobre a população nordestina. Uma tradição fixou-se no sentido de adaptar o meio ao homem, determinando providências através das seguintes soluções: hidráulica (açudagem e irrigação); florestal (reflorestamento ou florestamento racional, sistemático e até mesmo intensivo); aproveitamento do solo; provocação de chuvas e previsão do tempo; conservação dos recursos naturais; cultura e aproveitamento das plantas xerófilas; ajustamento do meio físico e social a situações novas que impliquem no melhor rendimento e produtividade, distribuição de renda, com base nas reformas estruturais. As duas primeiras soluções, certamente, foram as mais preconizadas pelo DNOCS para atenuar os efeitos das secas (ANDRADE, 1970).

Porém, tais soluções promovem um grande debate que envolve diversos setores da sociedade, bem como políticos, cientistas, acadêmicos, engenheiros, dentre outros. Afinal, inúmeros aspectos, desde potencialidades e até limitações devem ser levados em consideração na tomada de soluções que visem minimizar os efeitos da seca. A açudagem, por exemplo, pode ser considerada uma solução de alcance restrito se não for bem planejada e executada, uma vez que uma grande porção de água pode ser desperdiçada por evaporação ou salinização. Ou, quem sabe, o destino dessa água pode beneficiar apenas grandes proprietários de terras e seus latifúndios.

Os debates sobre as soluções que visam minimizar os efeitos da seca ganharam ainda mais força na segunda metade do século XX e permearam as discussões sobre as secas que ocorreram nas últimas décadas. A partir da criação do Banco do Nordeste e da SUDENE, nasce uma nova filosofia onde o objetivo não era mais combater o fenômeno físico da seca, mas aprender a conviver da melhor forma com a mesma, promovendo o bem estar econômico da região (ANDRADE, 1970; POMPONET, 2009).

A partir da década de 1950 mudava, então, a leitura sobre o fenômeno da seca no Nordeste brasileiro. Ao invés de ser vista apenas como fruto de fatores climáticos ou geográficos, esta passa a ser vislumbrada também como um produto de relações sociais estabelecidas ao longo dos séculos de povoamento da região.

Provavelmente, um obstáculo dificultou a adoção de medidas que mitigassem os efeitos provenientes das secas na década seguinte. O Golpe Militar de 1964 atropelou as esperanças de um desenvolvimento econômico equilibrado em termos intrarregionais, uma vez que os militares voltaram as atenções para a industrialização que beneficiou o litoral nordestino, dotado de maior infraestrutura e grau de desenvolvimento. Assim, nova seca se abateu sobre o Nordeste em 1969-1970 (FIGURA 30) e a SUDENE e o DNOCS não demonstraram eficiência nas ações diante do flagelo (POMPONET, 2009).

Figura 30 - Em 1970, flagelados cercam e saqueiam unidade da Companhia Brasileira de Alimentação, do Governo Federal, no sertão cearense



Fonte: VILLA, 2000

Em 1979, uma nova seca se instala no Nordeste, perdurando por cinco anos, quando atinge seu clímax em 1983 (MONTEIRO, 2011). Os prejuízos foram vultosos e em dezembro de 1979 a situação já era demasiadamente grave: a seca já atingia oito estados, 513 municípios e 15 milhões de pessoas (VILLA, 2000). Os pequenos produtores rurais foram amplamente afetados. Segundo dados de Cavalcanti (1984), em 1979, 20,1% dos alistados nas frentes de serviço eram pequenos proprietários e 75% eram não proprietários, incluindo meeiros, posseiros, assalariados etc.

O DNOCS procurava perfurar poços no Ceará e, na grande maioria, não obteve água. Em 1983, quase todos os municípios do Estado do Ceará apresentavam chuvas abaixo da normal (MONTEIRO, 2011).

Em meio à crise econômica que assolava o país, o governo brasileiro preocupava-se em enfrentar os dilemas do balanço de pagamento e as diversas manifestações de oposição à ditadura nos grandes centros urbanos. O preço da água subiu e milhares de caminhões-pipa foram contratados pela SUDENE para atender as áreas mais afetadas pela seca. O número de óbitos devido à fome e epidemias, como o sarampo e a varíola, aumentavam de forma alarmante. Na mesma proporção, crescia o número de denúncias por mau uso das verbas federais e casos de corrupção. Entretanto, a maior preocupação do governo continuava sendo a de manter em seu local de origem os flagelados (VILLA, 2000).

“No final de 1980 foram atingidos pela seca 778 municípios numa extensão de 1,4 milhão de quilômetros quadrados [...]. No início de 1981 já eram mais de 700 mil homens alistados nas frentes de trabalho [...]. Os saques se intensificaram: em duas semanas foram dezoito só no Ceará” (VILLA, 2000, p.227)

Somente em meados de fevereiro de 1981 foi finalizado o Plano de Emergência elaborado em conjunto por SUDENE, Banco do Nordeste do Brasil - BNB, DNOCS, Banco do Brasil e governos estaduais. Em alguns Estados do Nordeste, a seca de 1979-1983 foi considerada a mais violenta do século por muitos estudiosos. Alguns, inclusive, estimam que mais de um milhão de nordestinos morreram de problemas decorrentes da seca neste período, inclusive crianças, que eram mais vulneráveis aos efeitos (MOURA, 1988). Alguns estimam que pelo menos 3 milhões de pessoas padeceram em decorrência dos efeitos das secas dos últimos séculos até a seca de 1983<sup>13</sup>. Tal cifra é semelhante ao número de mortos britânicos, franceses e italianos na Primeira Guerra Mundial (VILLA, 2000).

Perez et. al. (1988) relata em sua obra o depoimento de um sertanejo piauiense que afirma que seus filhos foram vitimados em virtude dos efeitos da seca de 1979-1983:

“Perdi cinco filhos [...]. O primeiro que morreu na seca foi o Francisco, em 1982. Morreu com cinco meses. Em 1983, Luizinho também morreu com dois anos. Quando Francisco morreu, eu estava em casa. Morreu em consequência da desnutrição. A gente levava ao médico, mas se sabia que a doença era falta de alimentação [...]. O problema que a gente sentia era o problema de todos: a fome, o trabalho duro, a opressão e principalmente a falta de comida, porque no dia que a

<sup>13</sup> Alguns estudiosos argumentam que tais números podem ser maiores devido à dificuldade de encontrar registros de mortes em decorrência de secas em locais pouco habitados e isolados ou até mesmo casos que não foram catalogados. Afinal, a informação não era tão completa e difundida em algumas secas que ocorreram em tempos pretéritos quando comparadas aos eventos de secas mais atuais.

gente almoçava, não jantava. No dia que jantava, não almoçava". (PEREZ et. al, 1988, p. 87)

A mídia propagava inúmeras notícias impactantes sobre os efeitos da seca. A edição do dia 23 de agosto de 1983 do Jornal do Brasil estampou uma fotografia emblemática da seca de 1983 em matéria na qual afirmava que um sertanejo e sua família comiam lagartos no sertão cearense para sobreviver (FIGURA 31).

Figura 31 - Capa da edição do dia 23 de agosto de 1983 do Jornal do Brasil



Fonte: revistabrasileiros.com.br

Estudiosos atentavam para o problema da concentração de terras. De acordo com dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, Rech (1988) destaca que, em 1978, ano anterior ao início da seca de 1979-1983, existia uma grande quantidade de terras em latifúndios que não eram aproveitadas. Cerca de 55,7% das áreas

rentáveis do latifúndio eram conservadas para especulação. E não trata-se apenas de especulação de terras. Afinal, a concentração de terra corresponde à concentração de água, do crédito e da alocação de recursos do governo em períodos de seca. No semiárido nordestino, a concentração de terra por si só não se traduz em riqueza, mas pode ser o meio pelo qual o dono da terra capta para dentro de suas cercas a construção de açudes, por exemplo (RECH, 1988).

Em 1983, cerca de 2.700.000 nordestinos alistaram-se nas frentes de emergência, recebendo 15.300 cruzeiros, menos de um terço do salário mínimo na época (MOURA, 1988). No início de 1984, a situação ainda era alarmante. Porém, as chuvas que se iniciaram a partir do mês de março deste ano diminuiriam consideravelmente os recursos das frentes de emergência (VILLA, 2000). No ano seguinte, em 1985, o Estado do Ceará enfrentaria um dos anos mais chuvosos das últimas décadas e a problemática das secas perdia seu destaque nas mídias eletrônica e impressa (MONTEIRO, 2011).

O tema só voltaria à tona no Estado em 1990, quando os pluviômetros da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos passaram a identificar acumulados de chuva abaixo da normal em boa parte dos municípios cearenses (MONTEIRO, 2011). A preocupação tornou-se efetiva em 1993 quando uma seca de proporções comparáveis às de 1983, segundo alguns estudiosos, atingiu a quase totalidade dos municípios do Estado.

Na Paraíba, inúmeros açudes praticamente secaram ou estavam com volumes de água altamente reduzidos. Alguns como o Açude Engenheiro Ávidos, de porte considerável, estava com apenas 8% da sua capacidade em julho de 1993. Outros como o Açude Sumé teve suas reservas praticamente esgotadas em outubro daquele ano. 162 municípios decretaram situação de emergência na Paraíba. Em Pernambuco, 124 municípios decretaram situação de emergência, sendo que 16 destes municípios não estavam, inclusive, delimitados na área semiárida do Estado (MOREIRA FILHO et. al, 2002).

As secas que ocorreram nos anos de 1991 a 1993 foram caracterizadas como seca agrícola, quando as chuvas não são suficientes para o desenvolvimento das plantações. No ano de 1993, inclusive, houve racionamento de água na capital do Ceará (OLIMPIO, 2013). Em meio à crise de abastecimento, o Governo Estadual construiu, em caráter de urgência, o canal do trabalhador, transportando a água do rio Jaguaribe até o município de Fortaleza, através de percurso que direciona as águas do Jaguaribe para o complexo de reservatórios Pacoti-Riachão-Gavião e destes para a Região Metropolitana de Fortaleza - RMF.

O Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA estimava, no período de ocorrência da seca de 1993, que cerca de 11,7 milhões de habitantes da zona rural foram atingidos pela seca e que 1.115 municípios do nordeste obtiveram decretos de situação de emergência. Quase dois milhões de trabalhadores, inclusive, alistaram-se nas frentes de trabalho (DUARTE, 2000). A mídia impressa nacional também dava destaque aos efeitos da seca no Nordeste, relatando as inúmeras invasões e saques em algumas cidades, decretos de situação de emergência, número de atingidos e demais informações pertinentes (FIGURA 32).

Figura 32 - Edição de 25 de março de 1993 do Jornal O Globo



Fonte: Acervo Digital O Globo

O Governo Federal já havia iniciado no mês de março o alistamento de flagelados. Ao contrário do que foi realizado na seca de 1983, onde as frentes produtivas realizaram trabalhos em propriedades rurais sob a justificativa de que os alistados deveriam ser mantidos em seus locais de residência, na seca de 1993 as Frentes Produtivas voltaram a priorizar obras públicas. Esta mudança de sistema ocorreu devido as denúncias de obras realizadas em propriedades rurais na seca de 1983 que beneficiavam grandes fazendeiros, sem custo algum para estes (DUARTE, 2000).



Não demorou muito e o Nordeste novamente sofreu os impactos de mais uma forte seca. Esta teve início no ano de 1998 e prolongou-se até o ano seguinte, no governo de Fernando Henrique Cardoso, quando foi implementado um rígido programa de ajuste fiscal no país. Tal medida financeira de restrição de gastos pode ter influenciado no atraso ao socorro das vítimas atingidas pela seca neste ano, dificultando a mitigação dos impactos em decorrência da seca. Apesar de a previsão da seca de 1998 já ser alarmante em meados de dezembro de 1997, o Programa Emergencial de Frentes Produtivas só foi instituído seis meses depois, em junho de 1998 (DUARTE, 2000).

Mais uma vez as medidas do governo foram predominantemente assistencialistas e só foram providenciadas em maior escala após a divulgação da situação alarmante pela mídia nacional e após a ocorrência de saques a feiras, mercados públicos e depósitos de alimentos do governo (DUARTE, 2000).

A década de 2000, em linhas gerais, apresentou anos com um acumulado de chuva para os municípios cearenses geralmente dentro da normal. No entanto, é possível identificar algumas localidades (geralmente situadas na porção mais interiorana do Estado) que já no início da década apresentaram chuvas abaixo da normal, o que ocasionaria, à posteriori, um alerta para a ocorrência de uma estiagem prolongada.

O ano de 2005 apresenta-se como o mais crítico da década. Neste ano as chuvas tornaram-se cada vez mais escassas em muitas localidades do território cearense e já se falava em seca para o Estado, principalmente na mídia eletrônica e impressa. Muitos municípios, inclusive, decretaram situação de emergência no ano de 2005 e nos dois anos consecutivos.

Somente no final da década que as notícias sobre seca no Ceará deixaram de ser veiculadas na mídia. Afinal, os anos de 2008 e 2009 tiveram um comportamento da chuva muito acima da normal. Este último registrou eventos de chuva de elevada magnitude e um acumulado que caracterizou o mesmo como um dos anos mais chuvosos das últimas décadas.

Porém, após o período considerado chuvoso no ano de 2009, a pluviosidade de muitos municípios cearenses diminuiu de forma significativa. Assim, em 2010 a seca é identificada, mais uma vez. A estiagem ainda permaneceu em muitas áreas do território cearense nos anos seguintes, principalmente no período 2012/2013 (FIGURA 33), quando muitos municípios cearenses apresentaram um déficit de chuvas que, segundo as projeções nada otimistas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, se prolongaria nos anos seguintes.

Figura 33 - Peregrinação diária de agricultores para conseguir água no Sertão cearense, na seca de 2012.



Fonte: Agência Diário

#### **4.3. O Sistema Nacional de Defesa Civil e mecanismos oficiais de defesa e respostas a desastres naturais no Brasil**

As primeiras ações, estruturas e estratégias de proteção e segurança dirigidas à sociedade foram idealizadas nos países envolvidos na Segunda Guerra Mundial, a qual teve início no ano de 1939 e perdurou até meados de 1945.

Certamente já haviam indagações que se propagavam desde o início do século, quando a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) levantou os primeiros questionamentos de muitos países quanto à segurança e socorro de suas populações.

Após os ataques sofridos em 1940 e 1941 pela Inglaterra, na Segunda Guerra Mundial, este país tornou-se o pioneiro na regulamentação de um órgão preocupado com ações de estratégia e socorro à sociedade, instituindo após os bombardeios de 1941 a “*Civil Defense*”, o primeiro órgão de Defesa Civil organizado no mundo. No Japão também existia um organizado sistema de Defesa Civil que atuou, inclusive, na Segunda Guerra Mundial. Quando ocorreu a explosão das bombas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, o sistema de proteção civil do Japão ainda conseguiu evacuar cerca de 200.000 pessoas (BRAUN, 2006).

No decorrer das grandes guerras mundiais e após estas, outros organismos internacionais de proteção civil também foram criados, tais como: a Organização Internacional de Proteção Civil (1931), a Organização das Nações Unidas (1945) e a

Secretaria de Coordenação de Socorro às Catástrofes da Organização das Nações Unidas (1971).

No Brasil, a mesma preocupação com a segurança da população tornou-se evidente após o afundamento de navios militares na costa brasileira em 1942, consequência da participação do país na Segunda Guerra Mundial. A notícia dos afundamentos e a morte de passageiros fez com que a população brasileira direcionasse questionamentos ao governo, exigindo nas ruas respostas imediatas aos ataques dos alemães. Assim, seguindo o exemplo dos ingleses, o governo brasileiro cria, em 1942, o Serviço de Defesa Passiva Antiaérea (CEARÁ, 2011).

Anterior à criação da Defesa Civil Passiva Antiaérea, como primeiro órgão voltado ao atendimento da população em situação de desastre, as ações do governo eram apenas pontuais, geralmente em períodos de socorro as vítimas de desastres naturais.

Este socorro, inclusive, estava previsto nas Constituições Brasileiras de 1824, 1891, 1934 e 1937. Na Constituição do Império do Brasil, datada de 24 de março de 1824, o seu artigo 179 fala em garantir os socorros públicos. A primeira Constituição da República, de 24 de fevereiro de 1891, no seu artigo 5º garante que o Estado pode solicitar socorro à União em casos de calamidade pública. Na Constituição de 1934, a ajuda da União em situações de calamidade pública permanece. Além disso, também em seu artigo 5º, destaca-se a organização e defesa permanente contra os efeitos da seca nos Estados da porção Norte do Brasil. A Constituição de 1937 trata do direito de propriedade em seu artigo 122, destacando que a casa é o asilo inviolável do indivíduo, onde só poderá ser violada com o consentimento do morador ou em casos de crime ou desastres (BRASIL, 1824; 1891; 1934; 1937).

Fica perceptível que nas constituições de 1824 até 1937, os temas relacionados à proteção civil, desastres naturais, socorro público, efeitos da seca, dentre outros, já eram abordados. Porém, o próprio governo ainda não acreditava ser necessária a criação de um órgão voltado ao atendimento da população em situação de desastre.

Somente em 1942 foi criado o Serviço de Defesa Passiva Antiaérea. O Decreto-lei nº 4.098 de 06 de fevereiro de 1942 foi o primeiro decreto do governo federal brasileiro, o qual definia, em seu corpo, como encargos necessários à defesa da Pátria, os serviços de defesa passiva antiaérea. Os serviços prestados pela Defesa Passiva Antiaérea em tempos de paz ou de guerra eram dos mais variados, tais como: orientar o uso de máscaras, recolher populações ao abrigo, interditar espaços, realizar serviços de limpeza pública, construir

trincheiras e abrigos de emergência, remover intoxicados, prevenir e extinguir incêndios etc. (LUCENTE; MANACEZ, 1999).

A própria população poderia ser convocada para prestar serviços na Defesa Passiva Antiaérea quando convocadas pelo Serviço Militar. Inclusive, o presidente do país no período, Getúlio Vargas, tornou o ensino de defesa passiva obrigatório nos estabelecimentos de ensino do país, oficiais ou particulares, no intuito de capacitar a população, através do decreto-lei nº 4800 de 06 de outubro de 1942 (LUCENTE; MANACEZ, 1999).

O Serviço de Defesa Passiva Antiaérea foi transformado em 1943 no Serviço de Defesa Civil, embrião do atual Sistema Nacional de Defesa Civil. Porém, em 1946, com o término da Segunda Guerra Mundial, o Serviço de Defesa Antiaérea foi desativado, por ser considerado desnecessário (FURTADO et. al., 2012).

Alguns anos depois, em 1960, ainda de forma tímida, o governo reconheceu a necessidade de disponibilizar um auxílio para combater uma grave seca ocorrida no Nordeste, através de empréstimos e doações em dinheiro. De qualquer forma, o país mudou o foco e, a partir de então, ao invés de dar atenção a problemas oriundos de guerras, surge uma maior preocupação com os efeitos de desastres naturais (FURTADO et. al., 2012).

Em 1966, como resposta a uma grande enchente na Região Sudeste do Brasil, o então Estado da Guanabara, por meio do Decreto Estadual nº 1373, de 19 de dezembro de 1966, criou a Comissão Central de Defesa Civil do Estado e deu outras providências, tornando-se o primeiro ente federado a possuir uma Defesa Civil Estadual organizada (LUCENTE; MANACEZ, 1999; FURTADO et. al, 2012).

Um ano depois, em 1967, o Governo Federal cria o Ministério do Interior, com a competência para assistir as populações atingidas por calamidades públicas. Em 1969, o Decreto-Lei nº 950 de 13 de outubro, instituiu o Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP), no intuito de concentrar recursos para as ações de resposta. Já em 1970, foi criado o Grupo Especial para Assuntos de Calamidades Públicas (GEACAP), o qual contava com pessoal treinado para lidar com situações de desastre, principalmente aqueles relacionados à seca e inundações. Este grupo é considerado o embrião do que seria, nove anos depois, a Secretaria Especial de Defesa Civil (SEDEC), a qual foi criada pelo Decreto-Lei nº 83.839, de 13 de dezembro de 1979, ficando subordinada ao Ministério do Interior (FURTADO et. al., 2012).

No Decreto nº 67347, de 05 de outubro de 1970, que cria o GEACAP e estabelece diretrizes e normas de ação para defesa permanente contra as calamidades públicas, surgiu

pela primeira vez uma definição para o termo calamidade pública, no intuito de orientar as ações do Governo Federal. Também estabelece que a ação inicia-se no município, sendo estendida, ao Estado e, posteriormente, a União, sempre em regime de cooperação e não de subordinação (LUCENTE; MANACEZ, 1999).

A criação do GEACAP na década de 1970 pode ser considerada um marco importante para a história da Defesa Civil no Brasil, visto que, até a década de 1960, as medidas tomadas pelo governo frente aos desastres naturais que mais assolavam o país (secas e inundações, principalmente) geralmente possuíam um caráter assistencialista.

No ano da Constituição brasileira, em 1988, a proposta de pensar a Defesa Civil como instituição estratégica para redução de riscos e desastres surge com a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), por meio do Decreto n.97.274, de 16 de dezembro de 1988. Neste decreto também é destacado o reconhecimento de situações de emergência e estado de calamidade pública através de portarias do Ministério do Interior, o qual foi extinto em 1990 e transformado em Secretaria de Desenvolvimento Regional (FURTADO et. al., 2012).

Em 1992, a Lei 8490, de 19 de novembro de 1992, transforma a Secretaria de Desenvolvimento Regional em Ministério da Integração Regional, com a Secretaria de Defesa Civil a ele vinculada. Em 1993, o decreto n. 895, de 16 de agosto de 1993, reorganiza o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), bem como aumenta as atribuições e o número de órgãos federais no Conselho Nacional de Defesa Civil (CONDEC). Tal decreto representou um avanço, pois possibilitou uma maior integração dos órgãos envolvidos e um melhor desenvolvimento de ações estruturais para enfrentar situações de desastres naturais (LUCENTE; MANACEZ, 1999; FURTADO et.al., 2012).

Já na década de 2000, novas medidas são tomadas para reorganizar novamente o SINDEC. Em 2004, surgem novos procedimentos para o reconhecimento de situação de emergência/estado de calamidade pública e foi instituído o Auxílio Emergencial Financeiro para atendimento às populações atingidas por desastres, que fazia parte do Programa de Resposta aos Desastres. Em 2005, o Decreto n.5376, de 17 de fevereiro de 2005, atualizou a estrutura, a organização e as diretrizes para o funcionamento do SINDEC e do CONDEC (FURTADO et.al., 2012).

Anos depois, com a aprovação da Lei 12.608 de 10 de abril de 2012, a sistematização da gestão do risco e dos desastres no Brasil passar a ser denominada como Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Este tem como objetivos: planejar

e promover ações de prevenção de desastres naturais e tecnológicos; realizar estudos, avaliar e reduzir riscos de desastres; atuar na iminência e em circunstâncias de desastres; e prevenir ou minimizar danos, socorrer e assistir populações afetadas, restabelecendo os cenários atingidos por desastres (FURTADO et. al., 2012).

O SINPDEC é constituído por órgãos federais, estaduais, do Distrito Federal, dos municípios e por entidades públicas e privadas de atuação significativa na área de proteção e defesa civil, sob a centralização da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), órgão do Ministério da Integração Nacional (FURTADO et. al., 2012).

A Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) é responsável pela articulação, coordenação e gerência técnica do sistema. A nível de Estado e de Município, existem Órgãos de Defesa Civil, geralmente denominadas pela sigla COMDEC e os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs). Fazem parte também do SINDEC alguns Órgãos Setoriais e de Apoio (FIGURA 34). Geralmente são órgãos de administração pública federal, estadual e municipal ou até mesmo entidades privadas, associações de voluntários e organizações não governamentais (BRAUN, 2006).

Figura 34 - Estrutura do Sistema Nacional de Defesa Civil

### **SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL**



Fonte: elaborado pelo autor.

Outro órgão importante que faz parte do sistema é o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), órgão consultivo regulamentado pela Portaria n. 139,

de 18 de abril de 2013, o qual é formado por um representante e suplente dos seguintes órgãos: Ministério da Integração Nacional; Casa Civil da Presidência da República; Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República; Ministério da Defesa; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério das Cidades; Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome; Ministério da Saúde; Secretaria de Relações Institucionais da Presidência da República; Estados e Distrito Federal (três representantes); Municípios (três representantes); Sociedade Civil (três representantes); Comunidades atingidas por desastre (dois representantes); especialistas de notório saber na área de proteção e defesa civil (dois representantes) (FURTADO et. al., 2012).

No Estado do Ceará, a organização da Defesa Civil foi impulsionada pela ocorrência de constantes estiagens e inundações. Em 1971, o Governo do Estado instituiu o Grupo Especial de Socorro às Vítimas de Calamidade Pública (GESCAP), subordinado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAAB). Em 1982, o GESCAP passa a ser denominado de Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) e foi transferido para a então Secretaria da Ação Social (SAS) em 1987 (CEARÁ, 2011).

A partir do ano de 2007, o Corpo de Bombeiros Militar do Ceará assumiu a responsabilidade sobre as ações que a Defesa Civil executava. A Defesa Civil no Estado do Ceará também funciona como um sistema, denominado Sistema Estadual de Defesa Civil (SEDC). O SEDC é composto pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), por 11 (onze) Regionais de Defesa Civil (REDECs) que ficam localizadas nos quartéis do Corpo de Bombeiros e 184 Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDECs), sediadas em cada um dos municípios cearenses. Além das REDECs e COMDECs, também integram o SEDC instituições parceiras, governamentais, não governamentais e até mesmo pela própria comunidade (CEARÁ, 2011).

A aprovação das políticas e diretrizes que orientam as atividades de Defesa Civil é realizada pelo Conselho Estadual de Defesa Civil (COEDEC), o órgão superior do Estado e que é presidido pelo Comandante Geral do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE). No Conselho também estão representados vários órgãos, como: Secretarias da Fazenda, Desenvolvimento Agrário, Educação, Cultura, Saúde, Planejamento e Gestão, Segurança Pública e Defesa Social, Recursos Hídricos, dentre outros (CEARÁ, 2011).

A coordenação e supervisão das ações de Defesa Civil no Ceará é realizada pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), integrante da estrutura organizacional do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará. As ações realizadas pela CEDEC vão desde

a elaboração e execução de planos, programas, projetos, até mesmo propor ao governador a declaração de situação de emergência ou do estado de calamidade pública (CEARÁ, 2011).

Em 2009 foram criadas as Regionais de Defesa Civil (REDECs) como parte da estrutura da CEDEC, as quais atuariam no desenvolvimento de ações em apoio aos órgãos municipais de Defesa Civil. As REDECs têm como função requisitar o apoio de órgãos e entidades da administração estadual do Poder Executivo para a realização de vistorias, avaliações, inclusive de danos, ou outros trabalhos técnicos em municípios que foram afetados por desastres. Com as REDECs, as ações no Estado ficam mais descentralizadas, visto que estas são sediadas em onze quartéis do Corpo de Bombeiros Militar do Ceará, distribuídas estrategicamente em algumas regiões do Estado (CEARÁ, 2011).

A nível municipal existem as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDECs), as quais são vinculadas às prefeituras municipais e foram criadas no intuito de coordenar as ações locais de defesa civil em sintonia com os demais órgãos integrantes do SINDEC. As COMDECs possuem um papel fundamental na prevenção, pois realizam ações que podem minimizar os desastres, tais como: planos de prevenção e contingência, realização de campanhas preventivas e simulados, confecção de mapas de riscos, mobilização e preparação das comunidades para as ações de defesa civil. Na ocorrência de um desastre, cabe a COMDEC do município atingido notificar os órgãos do SINDEC, fornecendo-lhes informações referentes aos danos ocasionados, bem como coordenar todas as ações de resposta e reconstrução de cenários (CEARÁ, 2011).

Por fim, existem os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs), responsáveis por realizar reuniões e debates entre as COMDECs e as comunidades locais, no intuito de planejar, promover e coordenar atividades de defesa civil de forma mais eficaz. Os NUDECs podem contribuir na elaboração de planos de contingência e de exercícios simulados de evacuação de áreas de risco em sintonia com as informações dos órgãos de monitoramento, alerta e alarme (CEARÁ, 2011).

Além dos órgãos vinculados ao Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) existem políticas de governo associadas às ações de proteção e defesa civil no país. No entanto, apesar de se constituírem como mecanismos importantes, geralmente questiona-se a realização destas políticas de governo, se estas realmente são postas em prática de forma integral no território brasileiro.



Como exemplo, pode-se destacar a Lei n. 12.608/2012<sup>14</sup>, criada com o intuito de apresentar resultados mais eficazes na gestão de risco e desastres no Brasil e que passou a interagir com várias políticas setoriais, dentre as quais: políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, políticas de saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, educação, dentre outras (FURTADO et. al., 2012).

Na legislação urbana, as principais alterações ficaram perceptíveis no Estatuto da Cidade (Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001) e na lei sobre o parcelamento do solo urbano (Lei n. 6.766/1979), que passam a incorporar, nos elementos de gestão do território e do planejamento das políticas setoriais, a redução do risco de desastre, procurando o desenvolvimento de cidades resilientes, bem como promover a extinção da ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco, realocando a população residente nessas áreas.

No âmbito da educação, a alteração na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei 9.394/1996) também busca promover um avanço importante na divulgação de conhecimento para minimizar os impactos provenientes de desastres, instituindo nos currículos do ensino fundamental e médio a inclusão dos princípios da Proteção e Defesa Civil e a Educação Ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios.

Cabe destacar também o papel das Universidades, Pesquisadores, Grupos de Pesquisa etc. na mitigação dos impactos provenientes de desastres naturais através de ações educativas em comunidades, promoção de conferências e debates, elaboração de mapas de risco/vulnerabilidade, desenvolvimento de pesquisas associadas à temática etc.

Inclusive, este seleto grupo de profissionais envolvidos em pesquisas desenvolvidas por Universidades, Organizações Não Governamentais - ONGs, órgãos públicos e até mesmo empresas privadas estão participando na elaboração de Planos de Contingência, Sistemas de Alerta e Alarme, Monitoramento de Chuvas e de Desastres, desenvolvimento de ações cívico-sociais, dentre outras ações que contribuem para uma mitigação, prevenção e melhor convivência com os desastres naturais.

Os Planos de Contingência, por exemplo, são importantes documentos que registram o planejamento elaborado a partir do estudo de um cenário de risco de desastre. Esta ferramenta pode ser utilizada, inclusive, em diferentes momentos como no instante em que

---

<sup>14</sup> Lei que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as leis de número 12.340, de 1 de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

ocorre o desastre e nas situações de emergência ou calamidade pública. O Plano de Contingência facilita muito a resposta inicial aos desastres, pois cada um conhece o seu papel, as estratégias já estão estabelecidas, os órgãos já sabem como agir e os aspectos operativos já foram definidos antes de ocorrer o desastre (CEDEC, 2011).

Outra ferramenta que pode ser utilizada na mitigação dos impactos provenientes de desastres naturais são os Sistemas de Alerta e Alarme, os quais devem ser implementados de acordo com a cultura da comunidade, a tecnologia disponível, a linguagem e o nível de educação da comunidade afetada. Os Sistemas de Alerta podem ser sirenes, megafones, carros de som, rádio comunitária, dentre outros. Vale salientar que, neste procedimento, é estritamente necessário que o órgão municipal de Defesa Civil e as comunidades possuam forte inter-relação, no intuito de pré-definir os procedimentos adequados que serão realizados quando emitido um aviso de alerta/alarme.

O monitoramento local das chuvas também pode ser realizado pela própria comunidade, em parceria com a Defesa Civil. Uma das medidas preventivas mais utilizadas por algumas comunidades brasileiras é a confecção de pluviômetros com garrafas pet.

Além do monitoramento local das chuvas, existem também os monitoramentos sismográfico e hidrológico, geralmente realizados por órgãos do governo local que monitoram eventos sismogênicos e os níveis de reservatórios hídricos, respectivamente.

As ações sociais também são iniciativas importantes que compõem o conjunto de medidas de prevenção de desastres naturais. Estas são realizadas nas comunidades que residem em áreas consideradas de risco através da organização, mobilização da comunidade, promoção de ações ligadas ao âmbito da saúde, cidadania e educação (CEDEC, 2011).

Todas estas medidas já mencionadas podem ser desenvolvidas em diferentes fases na administração dos desastres (antes, durante e após o desastre), as quais apresentam certa interdependência. Na fase prévia do desastre (antes da ocorrência do mesmo), as atividades de prevenção, mitigação preparo e alerta são consideradas, no intuito de evitar ou minimizar o impacto proveniente do desastre. Durante o desastre executam-se as atividades de resposta, tais como: evacuação da comunidade afetada, assistência, utilização de abrigos, buscas, resgates e até mesmo ações que visam reparar danos estruturais e restaurar os serviços básicos. Após o desastre são realizadas ações de reabilitação e reconstrução, que procuram restabelecer os serviços vitais indispensáveis e reestruturar áreas afetadas (ARAÚJO, 2012).

Assim, fica perceptível que, desde a fase que antecede o desastre até a ocorrência do mesmo, pelo menos sete etapas são contempladas: prevenção, mitigação, preparo, alerta,

resposta, reabilitação e reconstrução. Nestas etapas, diferentes ações podem ser empregadas por diferentes atores sociais de forma dinâmica e contínua visando minimizar os impactos dos desastres (FIGURA 35).

Figura 35 - Etapas de administração de desastres



Fonte: ARAÚJO, 2012

As ações de prevenção, por exemplo, contemplam desde a conservação de bacias hidrográficas (contribui para minimizar a erosão, inundações e deslizamentos), até sistemas de irrigação (reduz os efeitos de uma seca), políticas e legislação, programas de prevenção e combate a incêndios, métodos de conservação e uso dos recursos naturais, elaboração de mapas de riscos e vulnerabilidades, programas de educação/capacitação dirigidos às comunidades e organizações ligadas à temática (ARAÚJO, 2012).

As ações de mitigação englobam os estudos de vulnerabilidade, planos de ordenamento territorial, reforço de edificações e estruturas vulneráveis, vigilância/controle na aplicação de normas de saúde pública, construção de diques e represas, rampas de proteção e obras de conservação de solos (ARAÚJO, 2012).

Integrando as ações de preparo estão os planos de contingência e a capacitação (da comunidade e do pessoal envolvido nas ações emergenciais), enquanto que as ações de alerta contemplam a vigilância e monitoramento de eventos com a utilização de instrumentos (pluviômetro, redes de sismologia, entre outros), estabelecimento de sistemas de alarme e utilização de sistemas de comunicação para informar a ocorrência/desenvolvimento do desastre (ARAÚJO, 2012).

Estão inseridas nas ações de respostas a busca/resgate de pessoas, assistência médica, evacuação de zonas afetadas, construção de alojamentos temporários, distribuição de alimentos e outros utensílios, avaliação preliminar de danos, apoio logístico, entre outros (ARAÚJO, 2012).

As ações de reabilitação englobam o restabelecimento dos serviços básicos (saúde, energia elétrica, educação, transporte, comunicação e água) e de comunicação, bem

como a avaliação preliminar dos danos para solicitar ajuda externa (quando necessário) (ARAÚJO, 2012).

Por fim, a última etapa (reconstrução) propõe uma organização na canalização e orientação dos recursos e donativos, o estabelecimento de sistemas de crédito para a reconstrução de casas, o desenvolvimento de programas adequados de uso da terra, entre outros (ARAÚJO, 2012).

Nos últimos anos, as estratégias para redução de risco de desastres continuam buscando reformulações e inovações, em diferentes esferas. Em 2012, na IX Conferência Nacional dos Direitos da Criança e do Adolescente, foi outorgado o Protocolo Nacional para a Proteção Integral de Crianças e Adolescentes em Situação de Riscos e Desastres, com o intuito de orientar os agentes públicos e cooperação internacional, a sociedade e o setor privado que atuam em situações de risco e desastres no desenvolvimento de ações de preparação, prevenção, resposta e recuperação para este grupo etário (FURTADO et. al., 2012).

Existem também estratégias a nível internacional para redução do risco de desastres. Afinal, os inúmeros desastres ocorridos nas últimas décadas levou a comunidade internacional a agir no sentido de procurar reduzir a vulnerabilidade socioambiental.

Os inúmeros debates e reflexões entre representantes de alguns países possibilitaram ações e estratégias, como a resolução 44/236, aprovada em Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas – ONU no ano de 1989. Este documento designava a década de 1990 como sendo a Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais – DIRDN e evidenciava uma atitude de otimismo e de convicção nos recursos técnicos e científicos disponíveis para minimizar os impactos dos desastres naturais (RODRIGUES, 2010).

Alguns anos depois, em 1994, ocorreu a 1ª Conferência Mundial sobre Prevenção de Desastres Naturais, na qual foi apresentada o Plano de Ação de Yokohama, que representa o primeiro plano para a criação de uma política de redução de desastres com orientações sociais comunitárias (RODRIGUES, 2010).

Em 2002, o Plano de Implementação de Joanesburgo propôs uma ação integrada, para múltiplas ameaças, priorizando as vulnerabilidades, a avaliação de riscos e a gestão dos desastres. Em 2005, na Conferência Mundial sobre Redução de Desastres, em Kobe no Japão, 168 países membros das Nações Unidas adotaram a Declaração de Hyogo e o Quadro de

Ação 2005-2015, visando promover uma maior resiliência das Nações e das Comunidades frente aos desastres naturais que mais ocorriam no globo (RODRIGUES, 2010).

Neste encontro realizado em Kobe, a estratégia internacional ficou constituída por um conjunto de cinco prioridades correlacionadas por um conjunto de atividades essenciais, definidas pelo Quadro de Ação de Hyogo.

A primeira prioridade aborda a dimensão política, visando garantir que a redução dos riscos de desastres seja uma prioridade nacional, através de uma Plataforma Nacional para a redução de Risco de Desastres. Como atividades, sugere a implementação da Plataforma Nacional e destinação de recursos para redução de risco de desastres (RODRIGUES, 2010).

A segunda prioridade aborda a dimensão científica, procurando identificar, avaliar e monitorar de forma mais eficaz os riscos de desastres. Como atividades essenciais sugere a avaliação dos riscos a nível local e nacional, bem como a adoção de sistemas de alerta (RODRIGUES, 2010).

A terceira prioridade destaca a dimensão social, sugerindo a construção de uma cultura de segurança e de resiliência através do conhecimento, da inovação e da educação. Como atividades essenciais sugere a eficiência na gestão de informações, a promoção de pesquisas, a educação e formação da sociedade, bem como a sua sensibilização (RODRIGUES, 2010).

A quarta prioridade aborda a dimensão das vulnerabilidades, objetivando reduzir os fatores de risco. Como atividades essenciais sugere uma gestão ambiental adequada, práticas eficazes e sustentáveis do ponto de vista do desenvolvimento econômico e social, bem como a adoção de medidas técnicas adequadas que possibilitem uma melhor gestão do território (RODRIGUES, 2010).

Por último, a quinta prioridade aborda a dimensão da ação de emergência face aos desastres naturais, visando reforçar as estratégias de preparação para situações de desastre. Como atividades essenciais sugere a adoção de medidas que possibilitem uma gestão mais eficaz em situações de desastre, um maior diálogo interinstitucional e a criação de um Fundo de calamidades/desastres (RODRIGUES, 2010).

A Plataforma Nacional sugerida através do Plano de Ação de Hyogo já é realidade em alguns países. Embora cada país tenha certa autonomia para definir a estrutura de sua Plataforma Nacional, o modelo está regulamentado no Quadro de Ação de Hyogo 2005-2015 e é monitorado pela Plataforma Global (ISDR). Em 2007, já existiam 115 Plataformas Nacionais e até 2009, outros nove países também aderiram (RODRIGUES, 2010).

Alguns destes países se destacaram pelo bom desempenho de ações que visavam reduzir o risco de desastres. A França, por exemplo, elaborou mapas de risco em 5.000 comunidades, integrou a redução de riscos de desastres na educação e organizou conferências com a participação das Plataformas Nacionais europeias. A Alemanha também promoveu importantes reuniões com as Plataformas europeias e está contribuindo com um estudo que visa implementar e apoiar Plataformas Nacionais no sudeste asiático. A Hungria formou voluntários para integrar missões internacionais. A Suíça elaborou uma avaliação de risco para o país e desenvolveu um conjunto de estratégias de proteção para reduzir o risco de desastres (RODRIGUES, 2010).

Muitas destas estratégias e ações desenvolvidas através das Plataformas Nacionais na Europa estão, cada vez mais, ocorrendo de forma integrada entre os países. Afinal, a estratégia internacional de redução de desastres é uma estrutura global em rede e a tendência é que, nos próximos anos, a integração e criação de Plataformas Nacionais ocorra de forma mais constante.

De qualquer forma, independente das ações e medidas adotadas pelos países para redução do risco de desastres, certamente o desafio maior será desenvolver, de forma eficaz, uma cultura de prevenção que possa tornar as cidades e as comunidades mais resilientes aos desastres naturais.

## **5. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-AMBIENTAIS E DINÂMICA CLIMÁTICA QUE INFLUENCIAM NA OCORRÊNCIA E POTENCIALIZAÇÃO DE ESTIAGENS E INUNDAÇÕES NO ESTADO DO CEARÁ.**

### **5.1. Características geoambientais do Estado do Ceará**

O Estado do Ceará apresenta uma grande diversidade de domínios naturais e paisagísticos. O relevo possui uma predominância de terras relativamente baixas, com até 200 metros de altitude. Há também compartimentos serranos de maciços residuais e de planaltos sedimentares acima de 700 metros em porções mais restritas do Estado. Alguns destes relevos mais elevados, ainda que estejam situados em porções mais interioranas e em áreas onde ocorrem o fenômeno da estiagem, possuem áreas mais úmidas e com temperaturas relativamente mais baixa por conta da orografia. Nas áreas litorâneas, além dos campos de dunas modelados em sedimentos atuais, os depósitos antigos encontram-se entalhados pela drenagem superficial, isolando interflúvios tabulares, denominados tabuleiros pré-litorâneos (SOUZA, 2007).

O clima também se manifesta de forma diferente em alguns geoambientes do Estado. As áreas úmidas, com totais pluviométricos superiores a 900 mm ocorrem no litoral, asseguram maior umidade durante 6 ou 7 meses no ano. O semiárido, que ocorre na maior parte do Estado e é caracterizado por um período chuvoso curto e irregular e um seco prolongado, apresenta caráter acentuado nas depressões interiores como Inhamuns, Irauçuba e médio-Jaguaribe. Ocorre de forma mais atenuada nos pés-de-serra, nos baixos maciços e nos sertões que se aproximam do litoral (ZANELLA, 2007; SOUZA, 2007).

Quanto aos recursos hídricos, estes apresentam caráter intermitente sazonal nos sertões deprimidos semiáridos com rochas cristalinas (as quais dificultam a infiltração da água no solo e podem acabar potencializando o fenômeno da estiagem), enquanto que nas áreas sedimentares litorâneas e nos planaltos, há uma maior disponibilidade de recursos hídricos, principalmente os subsuperficiais.

Os solos apresentam um grande mosaico, com grande diversidade e variação espacial. Nas áreas sertanejas, os solos rasos e pedregosos refletem características típicas do ambiente semiárido nas áreas de ocorrência da caatinga. Ainda assim, também é possível notar manchas de solos com fertilidade média/alta. Solos salinos ocorrem tanto em áreas localizadas em sopés de serra, como em manguezais. Os solos oriundos de rochas calcárias que recobrem a Chapada do Apodi também apresentam alta fertilidade, enquanto que os solos que ocorrem nos planaltos sedimentares da Ibiapaba e do Araripe, apesar da maior

espessura, são ácidos e apresentam fertilidade natural mais baixa (PEREIRA; SILVA, 2007; SOUZA, 2007).

A vegetação característica que recobre grande parte do Estado é denominada Caatinga, a qual adapta-se às condições semiáridas. De forma genérica, as demais áreas apresentam enclaves de matas das serras úmidas e às matas ciliares que revestem as planícies fluviais com solos aluviais. Ainda assim, se observadas as características peculiares da vegetação, pode-se observar pelo menos dez tipos de formações vegetais no Estado, tais como: Caatinga, Vegetação de Tabuleiro, Mata Seca, Mata Úmida, Vegetação de Mangue, Carrasco, Cerradão, dentre outras. (PEREIRA; SILVA, 2007; SOUZA, 2007).

## **5.2. Sistemas Atmosféricos e Mecanismos Físicos que influenciam na ocorrência de chuvas extremas e estiagens.**

No setor Norte do Nordeste Brasileiro, onde está localizado o Estado do Ceará, a ocorrência de chuvas extremas ou de estiagens estão associadas à mecanismos físicos e sistemas atmosféricos diversos, a citar: El Niño Oscilação Sul – ENOS (geralmente denominado de El Niño), La Niña (fenômeno praticamente oposto ao El Niño), Temperaturas do Oceano Atlântico tropical, Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, Frentes Frias, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCANs, Linhas de Instabilidades e os Sistemas de Brisa (marítima e terrestre).

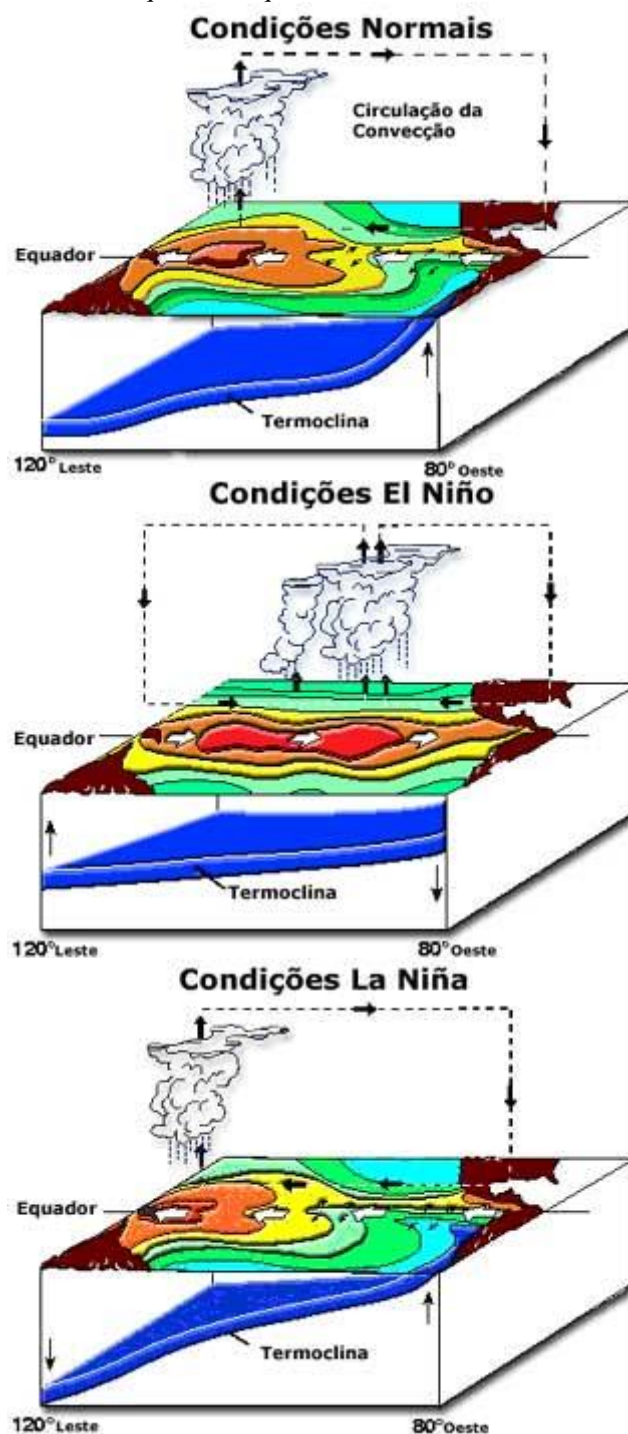
O Fenômeno El Niño e La Niña são resultados de uma alteração no comportamento normal da Célula de Walker<sup>15</sup> (FIGURA 36), quando as temperaturas do Pacífico Equatorial apresentam alterações dos seus padrões normais da Temperatura da Superfície Marítima – TSM, com temperaturas elevadas (El Niño) ou uma redução acentuada da temperatura (La Niña). As causas destas alterações ainda não são claras, embora se saiba que as alterações na temperatura das águas do Pacífico austral influenciam na direção dos ventos alísios de sudeste, nas correntes marítimas e nas ressurgências da corrente fria de Humboldt, na porção oeste da América do Sul, próximo aos países Equador e Peru. (TORRES; MACHADO, 2011).

---

<sup>15</sup> A Célula de Walker é a denominação utilizada para fazer referência ao circuito de circulação dos ventos de sentido oeste/leste entre o Pacífico leste (costa peruana) e o Pacífico oeste (Indonésia/Austrália), ao sul do Equador.



Figura 36 - Desenho esquemático que ilustra os fenômenos de El Niño e La Niña



Fonte: INPE/CPTEC.

As várias teses sobre a origem do Fenômeno ENOS encontram diferentes significados em algumas áreas de estudo. Para muitos oceanógrafos, a origem do fenômeno é interna ao Oceano Pacífico, enquanto que para alguns meteorologistas a origem é externa. Os Geólogos acreditam que o fenômeno é derivado de erupções vulcânicas submarinas e/ou

continentais. Já os astrônomos, encontram embasamento na ocorrência de ciclo solares de 11 anos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Oliveira (2001) e Marengo (2006), os efeitos provenientes quando da ocorrência do Fenômeno El Niño podem ser verificados em diferentes regiões brasileiras, da seguinte forma: redução da precipitação na região Norte do país, secas severas na região Nordeste, possível ocorrência de temperaturas acima da média na região Sudeste e chuvas abundantes no período de primavera e inverno na região Sul.

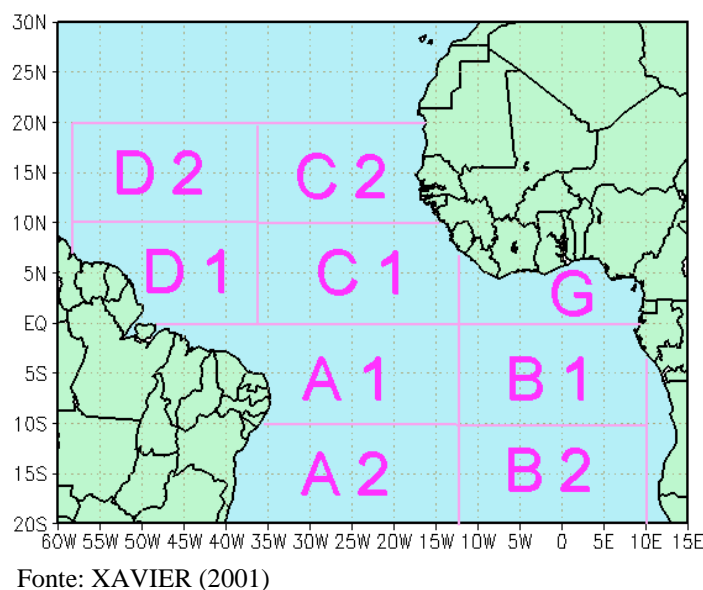
Em contrapartida, no período de ocorrência do Fenômeno de La Niña, há uma tendência de aumento das precipitações na região Norte e Nordeste do país, enquanto que no Sul do país geralmente ocorrem secas severas (OLIVEIRA, 2001).

Assim, para alguns pesquisadores, observar a ocorrência dos fenômenos de El Niño é estritamente importante no auxílio de previsões sobre o comportamento da chuva no Nordeste brasileiro, visto que tal fenômeno pode influenciar em um possível déficit de chuvas para o Nordeste brasileiro, enquanto que nos anos de ocorrência de La Niña acredita-se que as chuvas podem superar as médias.

No entanto, XAVIER (2001), apesar de destacar a importância dos Fenômenos El Niño e La Niña para estudar o comportamento da chuva no Nordeste brasileiro, acredita que as Temperaturas da Superfície Marítima – TSM do Oceano Atlântico intertropical são, de forma comparativa, mais determinantes para influenciar na ocorrência de chuvas na porção setentrional do Nordeste brasileiro.

Segundo a autora, as Temperaturas das Superfície Marítima – TSM das áreas A e B do Oceano Atlântico intertropical (FIGURA 37) exercem grande influência na ocorrência das chuvas no Estado do Ceará. Estas regiões, de acordo com a metodologia utilizada por XAVIER (2001) apresentam correlações positivas, indicando que as temperaturas elevadas ali observadas favorecem à ocorrência de chuvas no Estado do Ceará, enquanto que nas áreas C e D do Atlântico Norte, as correlações negativas implicam em um fenômeno inverso, indicando que o aquecimento das águas ali observados contribui para uma redução das chuvas no Estado.

Figura 37 - Áreas selecionadas no projeto “Tempo de Chuva” para cálculos de temperaturas no Atlântico Intertropical

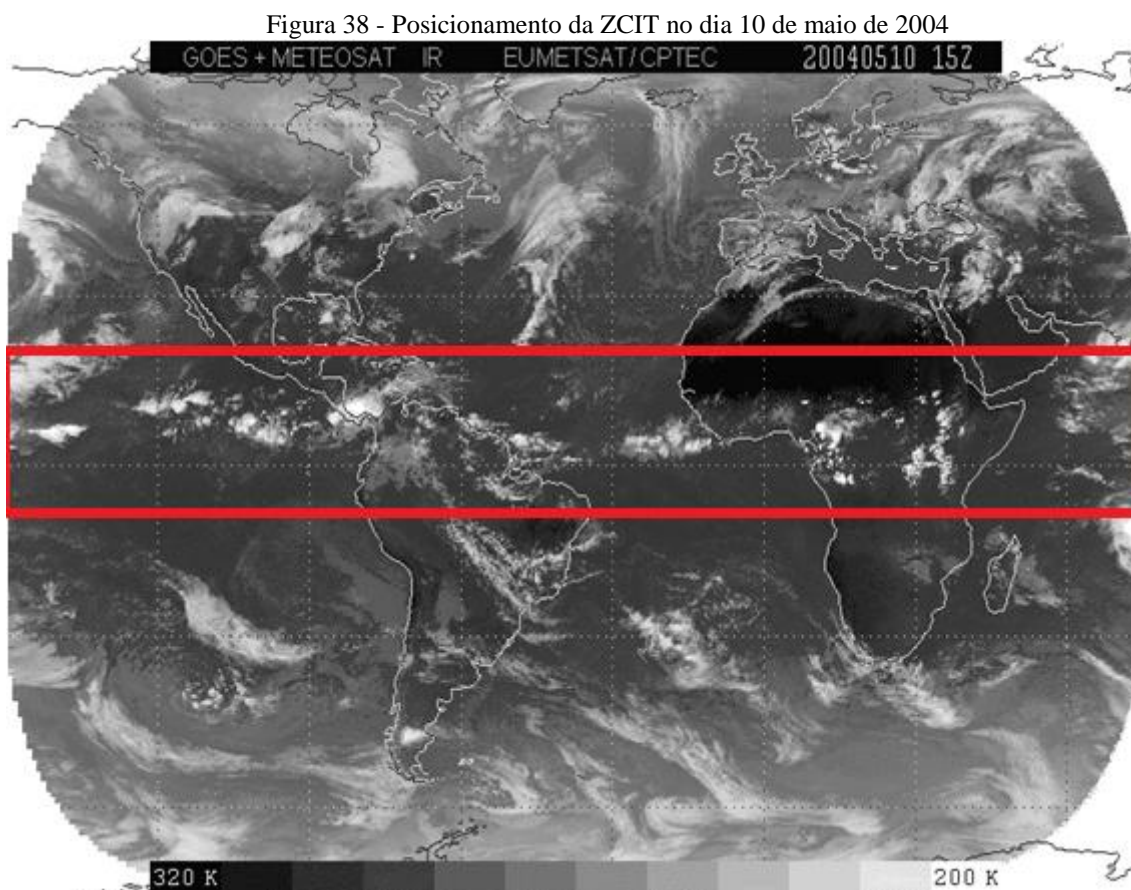


Xavier (2001) reitera, inclusive, que o aquecimento do Atlântico sul e o resfriamento do Atlântico Norte combinados (dipolo do Atlântico) contribui para uma maior ocorrência de chuvas no Estado do Ceará, enquanto que o fenômeno oposto (dipolo invertido), com resfriamento do Atlântico Sul e aquecimento do Atlântico norte combinados, influencia em uma menor ocorrência de chuvas no Estado.

Além da TSM do Atlântico Intertropical e dos Fenômenos de El Niño e La Niña, Terezinha Xavier & Airton Xavier (1997) também mencionam o papel da componente meridional da “Pseudo-Tensão” do vento na área A (adjacente à costa do Nordeste), indicando que o enfraquecimento da componente meridional do vento junto à costa da região Nordeste do Brasil acaba por influenciar na ocorrência de chuvas na região, principalmente na porção setentrional do Nordeste, uma vez que esta situação se acompanha da descida (posicionamento mais ao sul) da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT entre os meses de março a maio.

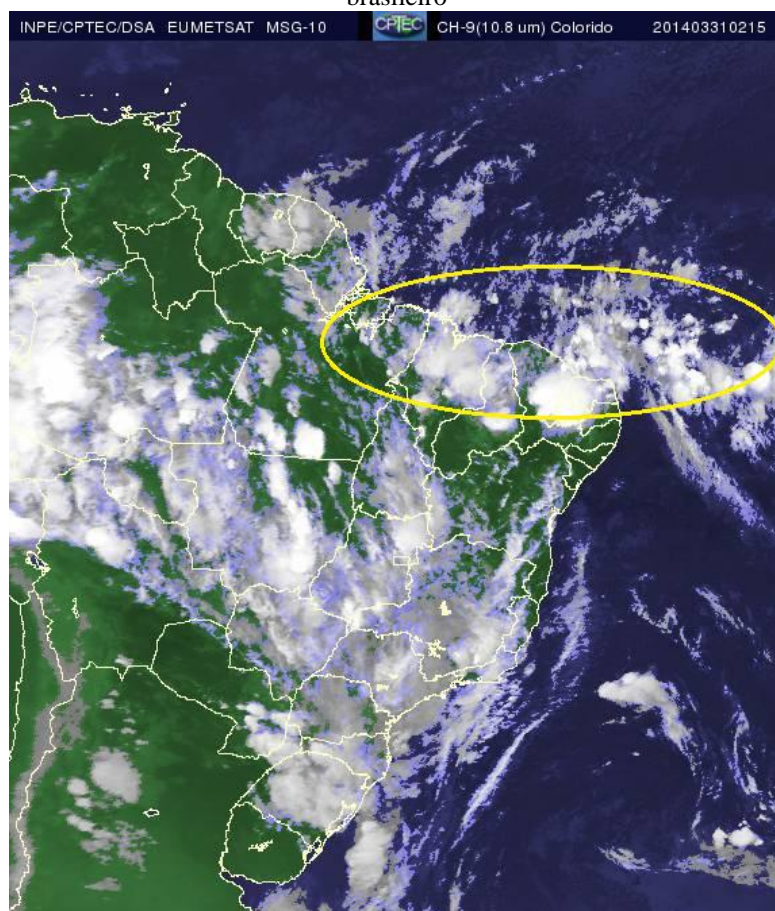
A Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (FIGURAS 38 E 39) se forma na área de baixas latitudes e configura-se como um divisor entre as circulações atmosféricas celulares que se localizam nas proximidades do equador, as células de Hadley do norte e do sul. O encontro dos ventos alísios provenientes de Nordeste com os Alísios de Sudeste nesta área provoca a ascendência das massas de ar, normalmente úmidas. A ZCIT é móvel e se desloca em determinados períodos do ano. Em março, apresenta-se em uma posição mais

meridional, podendo chegar a uma posição de 5°S, enquanto que em setembro geralmente atinge a sua posição máxima ao norte, entorno de 10°N (TORRES; MACHADO, 2011).



Fonte: CPTEC/INPE – GOES + METEOSAT

Figura 39 - Atuação da ZCIT no dia 31 de março de 2014, ocasionando chuvas no setor norte do Nordeste brasileiro



Fonte: CPTEC/INPE - Copyright 2010-2014 EUMETSAT

Segundo Ferreira & Mello (2005), a ZCIT é o sistema atmosférico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas na porção setentrional do Nordeste brasileiro. Uma vez que a ZCIT é mais significativa sobre os oceanos, em determinados anos, devido às oscilações de temperaturas no Oceano Atlântico intertropical, esta pode atingir posições mais meridionais, bem como ampliar sua intensidade, contribuindo para sua migração em áreas continentais, influenciando no aparecimento de chuvas na porção norte da região Nordeste do Brasil.

As frentes frias (FIGURA 40) também são importantes mecanismos que ocasionam chuvas no Nordeste brasileiro. Estas bandas de nuvens se originam a partir do encontro de uma massa de ar fria (mais densa) e uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da massa de ar quente, fazendo com que o ar quente e úmido suba, formando nuvens e, posteriormente, as chuvas (TUBELIS; NASCIMENTO, 1984; FERREIRA; MELLO, 2005).

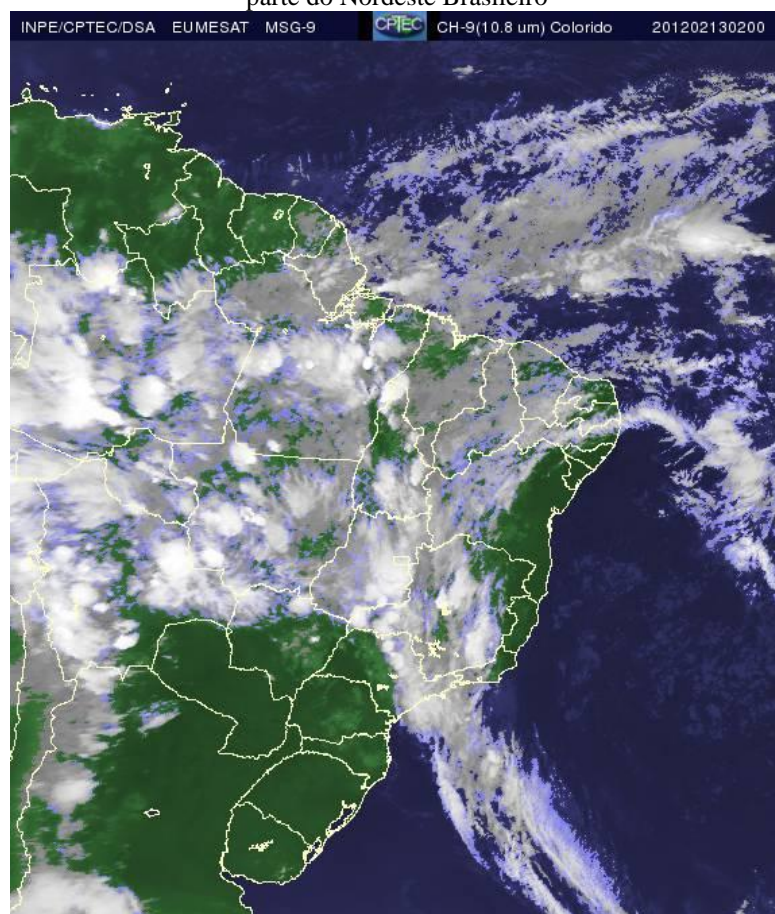
Figura 40 - Atuação de frente fria que provocou chuvas na porção sul do Estado da Bahia, no dia 20 de outubro de 2013



Fonte: CPTEC/INPE - Copyright 2010-2014 EUMETSAT

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis - VCAN, também denominados de Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS são um conjunto de nuvens que formam-se no Oceano Atlântico, principalmente entre os meses de novembro e março, podendo ocasionar chuvas no Nordeste brasileiro (FIGURA 41). Possuem a forma peculiar de um círculo girando no sentido horário e, na sua periferia, formam-se nuvens causadoras de chuva. No centro do Vórtice, o ar sofre movimentos de cima para baixo (subsidiência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (FERREIRA; MELLO, 2005).

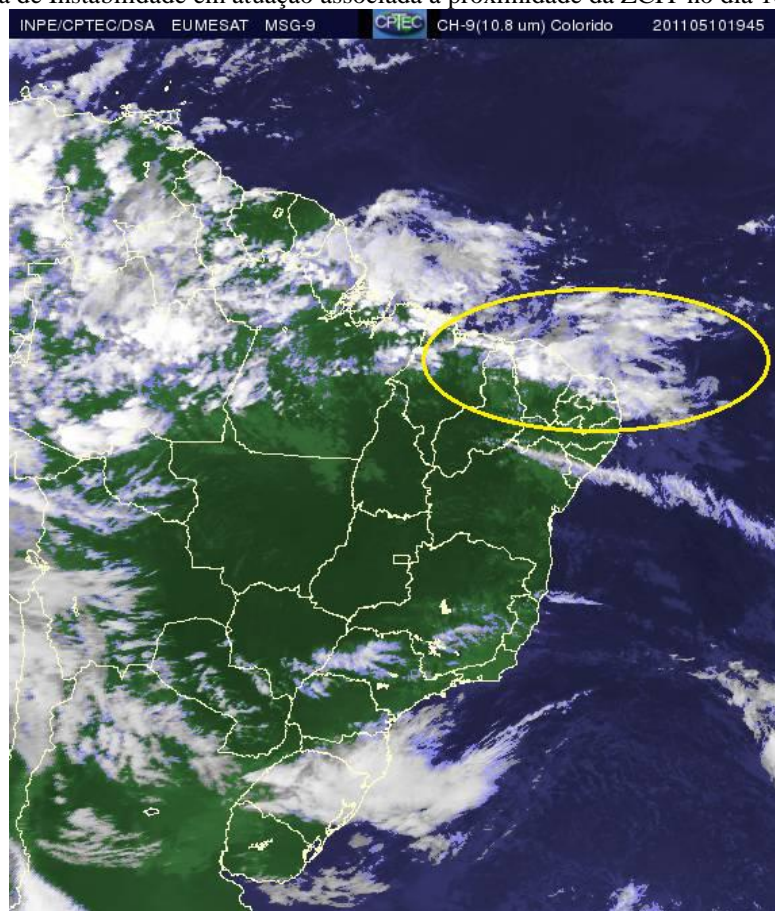
Figura 41 - Vórtice Ciclônico de Altos Níveis em atuação no dia 13 de fevereiro de 2012, causando chuvas em parte do Nordeste Brasileiro



Fonte: CPTEC/INPE - Copyright 2010-2014 EUMETSAT

As linhas de instabilidade ou Instabilidades Tropicais – IT's são bandas de nuvens causadoras de chuva e que estão organizadas em forma de linha (FIGURA 42). Se forma devido a grande quantidade de radiação solar que incide sobre a região tropical, o que contribui para a formação de nuvens do tipo cumulus, que se deslocam de maneira uniforme durante seu tempo de vida, que varia entre poucas horas até um dia. A precipitação desencadeada por Linhas de Instabilidade ocorrem geralmente no final da tarde e início da noite, quando a convecção é máxima e estas nuvens estão em maior número. Nos meses de fevereiro e março, a ZCIT pode incrementar as Linhas de Instabilidade (SILVA DIAS, 1987; FERREIRA; MELLO, 2005).

Figura 42 - Linha de Instabilidade em atuação associada à proximidade da ZCIT no dia 10 de maio de 2011



Fonte: CPTEC/INPE - Copyright 2010-2014 EUMETSAT

Os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCMs são conjuntos de cumulonimbus cobertos por densa camada de cirrus que podem ser identificados em imagens de satélite por seu aspecto circular (FIGURA 43) e com um crescimento explosivo num intervalo de tempo de 6 a 12 horas (SILVA DIAS, 1987).

Quando ocorrem, dependendo do tempo de atuação, bem como sua amplitude, podem ocasionar fortes episódios de chuvas consideradas extremas e em um curto intervalo de tempo. Os CCMs formam-se devido a condições locais favoráveis (temperatura, associada à umidade, relevo ou pressão) e geralmente ocasionam chuvas isoladas, de curta duração e muitas vezes acompanhadas por fortes ventos (SOUZA; ALVES, 2008).



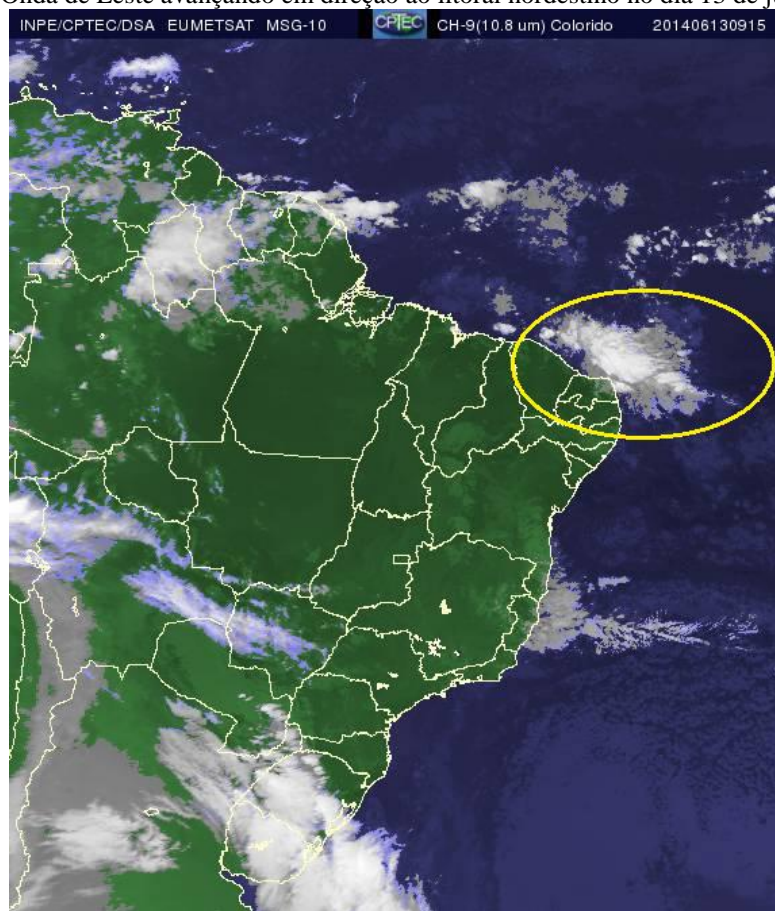
Figura 43 - CCM em atuação no Nordeste no dia 28 de janeiro de 2011



Fonte: CPTEC/INPE - Copyright 2010-2014 EUMETSAT

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste – DOL ou simplesmente Ondas de Leste (FIGURA 44), são responsáveis por ocasionar chuvas principalmente na porção leste do Nordeste brasileiro. Este sistema se forma no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical de influência dos ventos alísios, possuindo um deslocamento de leste para oeste (desde a costa da África até o litoral leste do Brasil). Geralmente provoca chuvas no litoral leste da região Nordeste e, em períodos favoráveis, pode se estender até o Estado do Ceará, ocasionando chuvas nos meses de junho, julho e agosto (FERREIRA; MELLO, 2005).

Figura 44 - Onda de Leste avançando em direção ao litoral nordestino no dia 13 de junho de 2014

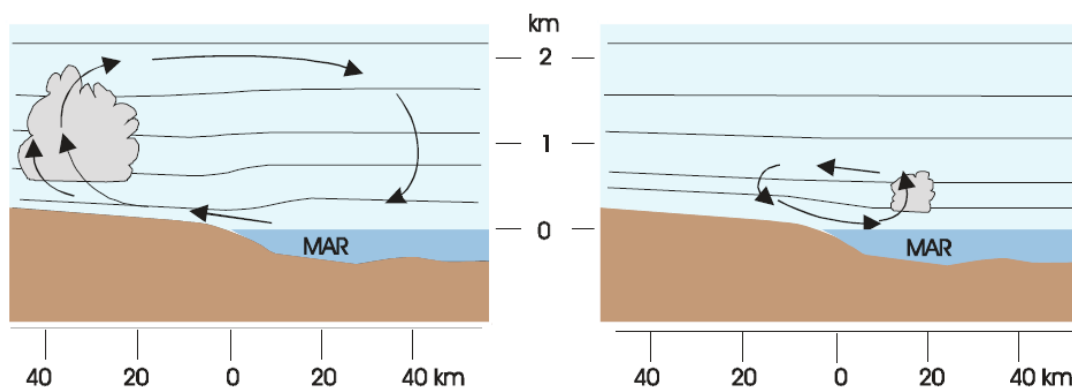


Fonte: CPTEC/INPE - Copyright 2010-2014 EUMETSAT

Por fim, chuvas podem ser ocasionadas por sistemas de brisa (marítima e terrestre) no Nordeste. Geralmente, as chuvas associadas ao sistema de brisa marítima e terrestre são de curta duração e intensidade fraca/moderada.

O fenômeno de circulação da brisa tipifica um sistema atmosférico de meso-escala e de regiões costeiras decorrente de diferenças térmicas entre as superfícies marítima e terrestre. No período diurno (FIGURA 45) o continente se aquece mais rapidamente que o oceano adjacente, fazendo com que a pressão sobre o continente seja mais baixa em comparação a do oceano. Com isso, o vento da superfície se desloca do oceano em direção ao continente. No período noturno, o continente perde calor mais rapidamente que o oceano e ocorre o fenômeno inverso (VAREJÃO-SILVA, 2006; FERREIRA; MELLO, 2005; TEIXEIRA, 2008).

Figura 45 - Modelo esquemático de brisa marítima (esquerda) e brisa terrestre (direita)



Fonte: VAREJÃO-SILVA, 2006.

Além de compreender os sistemas atmosféricos que atuam na porção Norte do Nordeste brasileiro e sua relação com o comportamento da chuva no Estado do Ceará, faz-se necessário também considerar que algumas características físico-ambientais de determinadas áreas do território cearense podem agravar as situações de desastre, potencializando eventos de secas/estiagens e/ou inundações. Geralmente, os fenômenos de estiagem ganham mais notoriedade na mídia, uma vez que o Estado do Ceará apresenta, em linhas gerais, temperaturas elevadas na quase totalidade do território.

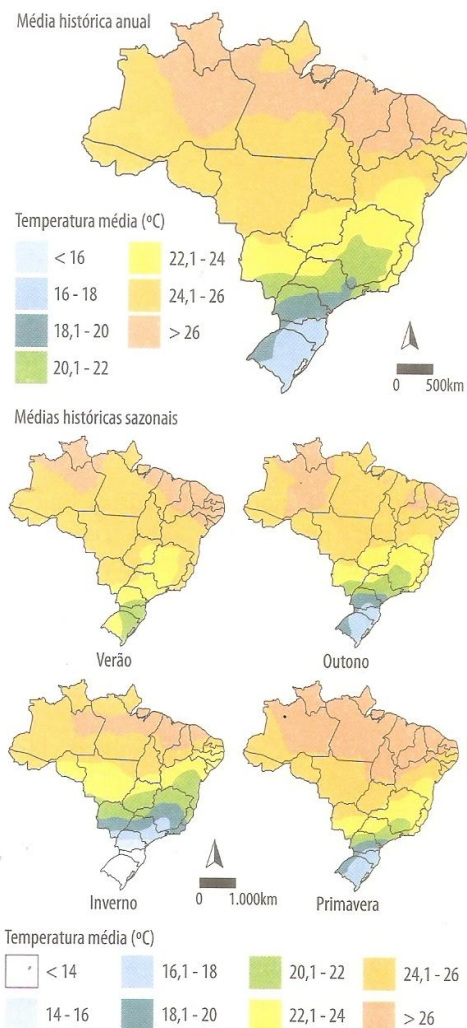
Entre os fatores principais que determinam a distribuição dos elementos climáticos no Nordeste do Brasil e sua variação sazonal estão sua posição geográfica, seu relevo, a natureza da superfície, bem como os sistemas de pressão atuantes na região.

### 5.3. Fatores que influenciam na temperatura do território cearense.

A distribuição das temperaturas no território brasileiro segue, de certa forma, um padrão latitudinal de distribuição de energia no globo e, conseqüentemente, das zonas climáticas, em decorrência da disposição do território e de sua localização geográfica.

Cerca de 94% do território brasileiro está localizado em áreas onde o clima equatorial e tropical ocorrem, o que lhe confere uma predominância de climas quentes e com baixas amplitudes térmicas. O Estado do Ceará, por sua localização geográfica, apresenta temperaturas médias anuais bastante elevadas quando comparado a outras áreas do país (FIGURA 46) que apresentam temperaturas mais amenas em alguns períodos do ano (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

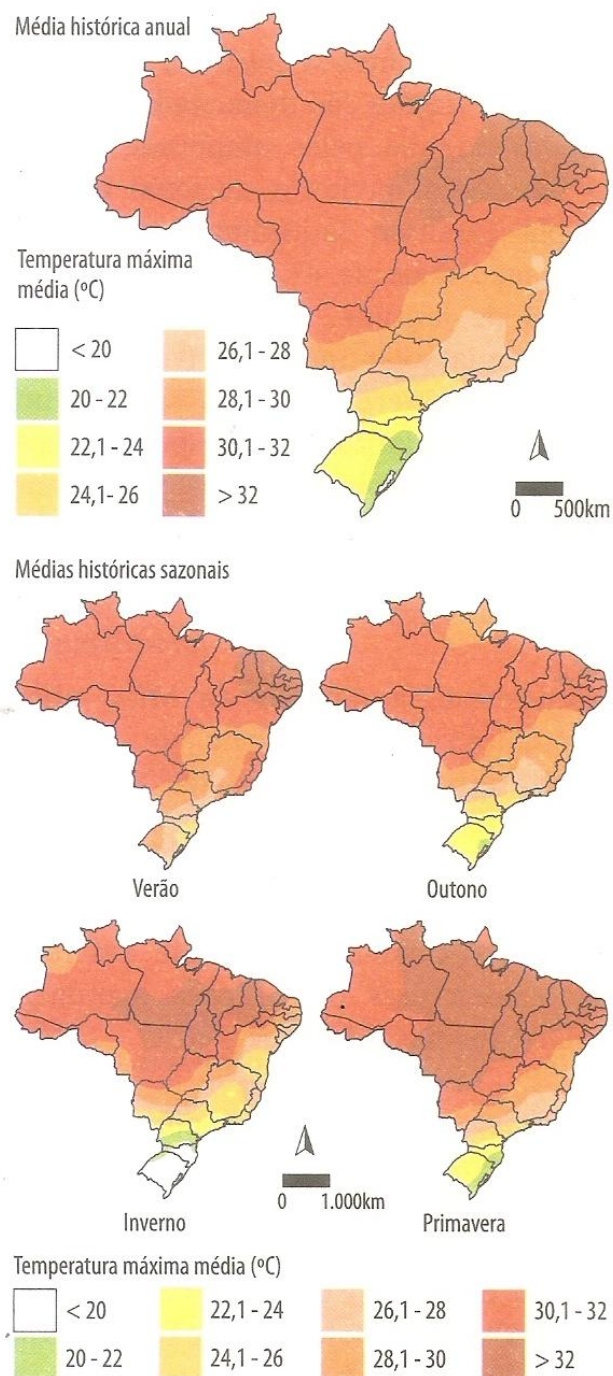
Figura 46 - Temperatura média anual e sazonal do Brasil (1961-2001)



Fonte: Eduardo V. de Paula (base cartográfica: IBGE; dados meteorológicos: INMET/número de estações: 227).

A porção setentrional do Brasil, onde está localizado o Estado do Ceará, é palco do encontro dos ventos alísios (quentes), provenientes de nordeste e sudeste (que caracterizam a ZCIT), e da atuação das massas de ar equatorial e tropical. É justamente na porção nordeste do país, onde estão registrados os maiores valores médios de temperaturas máximas, superiores a 32°C (FIGURA 47), abrangendo boa parte do domínio da caatinga e uma pequena porção do cerrado (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Figura 47 - Temperatura máxima anual e sazonal do Brasil (1961-2001)



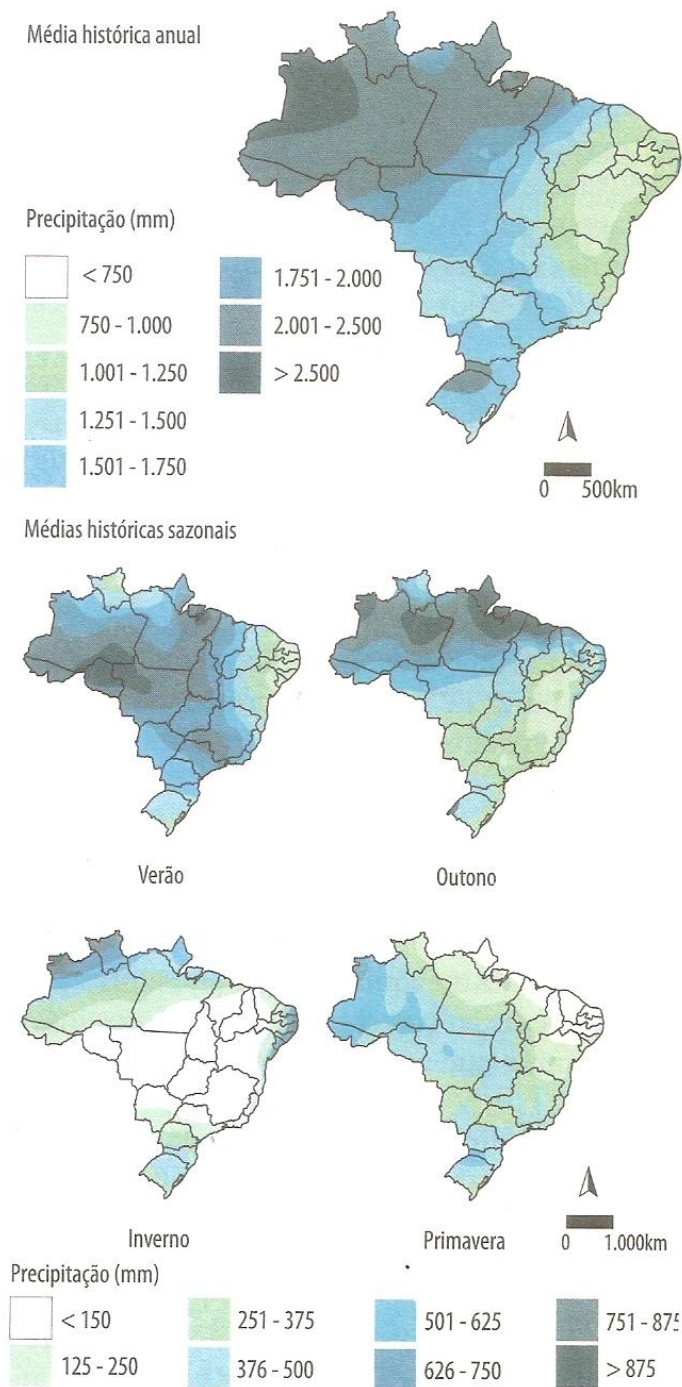
Fonte: Eduardo V. de Paula (base cartográfica: IBGE; dados meteorológicos: INMET/número de estações: 240).

#### 5.4. Distribuição espacial das chuvas no setor Norte do Nordeste brasileiro.

Quanto à distribuição espacial das chuvas no Nordeste, o sertão nordestino apresenta valores médios anuais entre 1.200 mm e menos de 125 mm em algumas localidades (FIGURA 48), pois as massas de ar Equatorial Continental - MEC, Equatorial do Atlântico

Sul - MEAS, Tropical Atlântica - MTA e Polar Atlântica - MPA chegam com umidade insuficiente para produzir chuvas abundantes, dentre outros fatores (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Figura 48 - Pluviosidade média anual e sazonal do Brasil (1961-2001)



Fonte: Eduardo V. de Paula (base cartográfica: Agência Nacional de Energia Elétrica - ANELL; dados pluviométricos: INMET).

A escassez e a prolongada ausência de chuva no sertão nordestino durante o inverno está associada ao desempenho vertical da MEAS, que atua por meio dos ventos alísios de sudeste que são os responsáveis pelas chuvas de outono e inverno de até 500 mm da porção litorânea úmida da região (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As precipitações possuem caráter sazonal no território cearense. Geralmente ocorrem durante o período verão-outono, principalmente entre os meses de fevereiro-maio. Porém, mesmo neste período, denominado de quadra chuvosa, verifica-se uma variabilidade interanual, podendo ocorrer desvios positivos e negativos expressivos em relação aos valores médios (OLÍMPIO, 2013).

Nos demais meses do ano, geralmente no período inverno-primavera, as chuvas são mais isoladas. Neste período, o Estado é influenciado pelo Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, iniciando a estiagem (ZANELLA, 2007).

O fenômeno da estiagem é característico em grande parte do Estado do Ceará, nas áreas influenciadas pelo Clima semiárido, também denominado de Clima tropical-equatorial com sete a oito meses secos, caracterizado por apresentar, durante a maior parte do ano, redução dos totais pluviométricos mensais e elevadas temperaturas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). A variação sazonal da temperatura não é tão expressiva e a maior parte da pluviosidade se concentra no quadrimestre fevereiro-maio.

O Nordeste brasileiro, denominado por Kayano e Andreoli (2009) como NEB, está sob influência dos Anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul (ASAS) e do Atlântico Norte (ASAN), e do cavado equatorial, cujas variações sazonais de posicionamento, bem como de intensidade determinam o clima da região.

“O ASAS intensifica-se com certa regularidade e avança sobre o país de leste para oeste, começando no final do verão do Hemisfério Sul (HS), atingindo sua máxima intensidade em julho e declinando até janeiro. Por outro lado, o ASAN [...] é forte em julho, enfraquece até novembro, reintensifica-se até fevereiro, decresce até abril e intensifica-se novamente até julho. Entre os dois [...] está o cavado equatorial, influenciado pelos dois anticiclones. Os ventos de baixos níveis associados aos sistemas de pressão são os alísios de sudeste, na borda norte do ASAS, e de nordeste, na borda sul do ASAN. No eixo do cavado equatorial há a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, cujas variações em posição e intensidade estão diretamente relacionadas às alterações do [...] ASAS e do ASAN” (KAYANO; ANDREOLI, 2009, p.214).

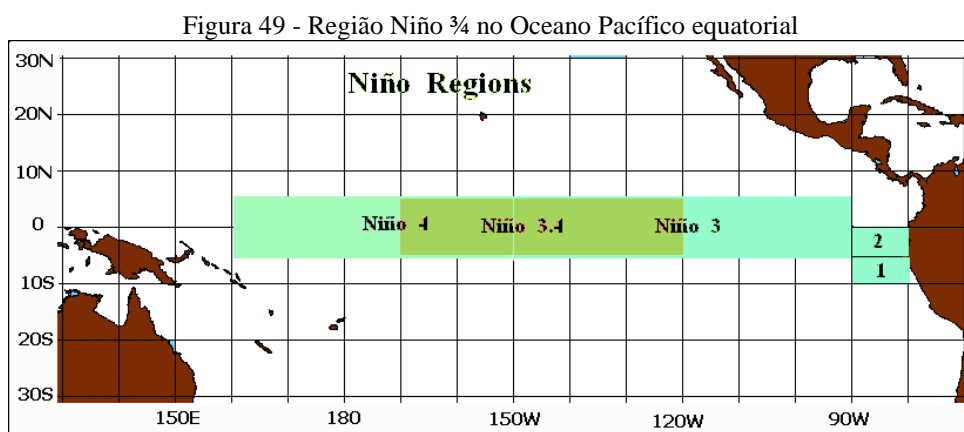
O maior volume de chuva nos setores mais ao norte do NEB, onde está localizado o Estado do Ceará são verificados no período de fevereiro até o mês de maio, com máxima precipitação nos meses de março e abril, principalmente devido à influência da ZCIT que

atinge sua máxima posição ao sul geralmente neste período. A ZCIT é o principal mecanismo dinâmico responsável pelas chuvas da estação chuvosa nesse setor do Nordeste e pode sofrer alterações na sua intensidade e posição devido à variação nos alísios (KAYANO; ANDREOLI, 2009).

Em anos chuvosos, a ZCIT inicia sua migração para porções mais ao norte no final de abril ou nos primeiros dias do mês de maio. Nestes anos, seu posicionamento diário pode atingir até 5° ou 6° de latitude sul. Já em anos de seca, a ZCIT inicia sua migração para norte em fins de fevereiro ou início de março (MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009).

As estiagens no Ceará também podem estar relacionadas à ocorrência de fenômenos como o El Niño, que pode influenciar em déficit de chuvas para o Estado, enquanto que em anos de La Niña (fenômeno oposto ao El Niño), podem ocorrer chuvas abundantes no Estado do Ceará, principalmente no período que corresponde ao quadrimestre chuvoso.

Xavier (2001) destaca que a TSM na área NIÑO  $\frac{3}{4}$  (FIGURA 49) exerce potencial influência na ocorrência/ausência de chuvas no Estado do Ceará, no período de fevereiro a maio.



Fonte: Golden Gate Weathers Services

No outono, principalmente em abril, o evento de La Niña pode provocar um impacto significativo de chuvas no Nordeste brasileiro, enquanto que em anos de ocorrência de El Niño para o mesmo período, o impacto é mais fraco e pode acarretar em situações de seca para a região. No Sudeste e Sul do Brasil ocorre o oposto. No outono de El Niño, principalmente no mês de abril, há um aumento da precipitação no Sudeste/Sul do Brasil, enquanto que em anos de La Niña o efeito não é tão forte (GRIMM, 2009).



De acordo com Torres e Machado (2011), os fenômenos El Niño e La Niña geralmente se alternam a cada três a sete anos, podendo, em alguns momentos, apresentarem intervalos de um evento para outro de 1 ano ou, quem sabe, até 10 anos.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) destacam que o fenômeno El Niño não apresenta uma regularidade tão evidente. No século XX, por exemplo, foram registrados doze eventos: 1941-1942, 1951, 1953, 1957-1958, 1965, 1969, 1972-1973, 1976, 1982-1983, 1986, 1991 e 1997-1998. Em anos de El Niño são esperadas secas de diversas intensidades durante a estação chuvosa (quadrimestre fevereiro-maio) nas áreas centrais e no setor norte da região Nordeste do Brasil, onde o Estado do Ceará está inserido. De fato, alguns destes eventos coincidem com anos de seca no Nordeste, caso das secas de 1958, 1983 e 1998. Anos muito chuvosos também podem coincidir com eventos de La Niña, caso dos anos de 1974 e 1985.

No entanto, além dos fenômenos de El Niño e La Niña, outro componente importante que influencia no déficit de chuvas ou chuvas abundantes, como já foi dito, é a Temperatura da Superfície Marítima – TSM das áreas A e B do Oceano Atlântico intertropical. O fenômeno conhecido como dipolo do atlântico (dipolo negativo) pode ser favorável para uma maior ocorrência de chuvas para o Estado do Ceará, enquanto que o fenômeno contrário, conhecido como dipolo invertido (dipolo positivo) pode ser desfavorável, acarretando em um déficit de chuvas para o Estado (XAVIER, 2001).

Os anos em que não ocorrem os fenômenos El Niño e La Niña, ou seja, os anos neutros, também não devem ser desconsiderados. Afinal, há registros de ocorrência tanto de estiagens, como também de inundações no Ceará no quadrimestre fevereiro-maio (nos anos considerados neutros). O ano de 1986, considerado neutro, por exemplo, apresentou chuvas muito acima da normal, enquanto que os anos de 1980 e 1981, também considerados neutros (TABELA 6), apresentaram um déficit de chuvas para Estado do Ceará. Nesse caso, observar o Dipolo do Atlântico pode ser mais relevante, pois o ano de 1986 apresentou dipolo negativo (favorável à ocorrência de chuvas), enquanto que anos 1980 e 1981 apresentaram dipolo positivo (desfavorável à ocorrência de chuvas).

Tabela 6 - ENOS e Dipolo do Atlântico no quadrimestre fevereiro-maio.

<b>ANO</b>	<b>ENOS NO QUADRIMESTRE FEVEREIRO-MAIO</b>	<b>DIPOLO DO ATLÂNTICO</b>
1980	Neutro	Desfavorável (positivo)
1981	Neutro	Desfavorável (positivo)
1982	Transição Neutro/ El niño fraco	Neutro
1983	El niño forte	Desfavorável (positivo)
1984	Neutro	Favorável (negativo)
1985	Transição La niña fraca	Favorável (negativo)
1986	/Neutro	Favorável (negativo)
1987	El niño moderado	Neutro
1988	La niña fraca	Favorável (negativo)
1989	La niña forte	Favorável (negativo)
1990	Neutro	Neutro
1991	Transição Neutro/El niño fraco	Favorável (negativo)
1992	El niño moderado	Desfavorável (positivo)
1993	Neutro	Neutro
1994	Neutro	Favorável (negativo)
1995	Transição El niño fraco/Neutro	Favorável (negativo)
1996	Transição La niña fraca/Neutro	Favorável (negativo)
1997	Transição Neutro/El niño fraco	Desfavorável (positivo)
1998	El niño forte	Neutro
1999	La niña moderada	Favorável (negativo)
2000	La niña moderada	Favorável (negativo)
2001	Transição La niña fraca/Neutro	Neutro
2002	Transição Neutro/El niño fraco	Favorável (negativo)
2003	Transição El niño fraco/Neutro	Favorável (negativo)
2004	Neutro	Neutro
2005	Transição El niño fraco/Neutro	Desfavorável (positivo)
2006	Transição La niña fraca/Neutro	Neutro
2007	Transição El niño fraco/Neutro	Desfavorável (positivo)
2008	La niña moderada	Favorável (negativo)
2009	La niña fraca	Favorável (negativo)
2010	El niño forte	Neutro
2011	La niña moderada	Favorável (negativo)
2012	Transição La niña fraca/Neutro	Desfavorável (positivo)
2013	Neutro	Desfavorável (positivo)
2014	Neutro	Favorável (negativo)

Fonte: CPC e FUNCEME

Para ratificar ainda mais o importante papel do Atlântico em prever o quão abundante serão as chuvas no setor Norte do Nordeste brasileiro, Terezinha Xavier e Airton Xavier (1997) consideram a componente meridional da “Pseudo-Tensão” do vento na área A do Atlântico (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 favorece a ocorrência de chuvas nesta região, principalmente no setor norte do nordeste brasileiro, devido ao fato de se acompanhar da descida da ZCIT ao sul da linha do equador, principalmente de março a maio.

Além da ZCIT, da TSM no Atlântico Intertropical e outros mecanismos climáticos como o fenômeno ENOS, outros fatores podem influenciar na ocorrência de chuvas no Nordeste do Brasil. A localização geográfica é um desses fatores, uma vez que as áreas litorâneas possuem uma maior predisposição à ocorrência de chuvas, enquanto que as áreas mais interioranas, geralmente sob influência do clima semiárido, possuem volumes de chuva relativamente menores.

O relevo também apresenta sua influência sob as chuvas desta região. O relevo nordestino é composto, basicamente, por dois extensos planaltos, Borborema e a bacia do rio Parnaíba, e de algumas áreas altas que formam as chapadas, como Diamantina e Araripe (KAYANO; ANDREOLI, 2009). Entre essas regiões estão algumas depressões, nas quais se encontram os sertões, áreas com chuvas escassas e irregulares, com uma vegetação adaptada às condições de aridez, denominada caatinga. Inclusive, em algumas destas localidades semiáridas, ocorrem terrenos cristalinos, que dificultam a infiltração, armazenamento das águas e contribuem para uma maior evaporação, potencializando as estiagens.









## **6. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGIÕES PLUVIOMETRICAMENTE HOMOGÊNEAS DO ESTADO DO CEARÁ POR MEIO DA TÉCNICA DOS QUANTIS.**

Antes de realizar a análise de alguns anos da série histórica considerados normais ou extremos, faz-se necessário estabelecer os quantis das oito Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado do Ceará, conforme regionalização idealizada pela FUNCEME. Para a realização do cálculo, foram utilizadas informações presentes em 117 postos-sede de municípios do Estado.

Após a aplicação da técnica dos quantis (Apêndices B, C, D, E, F, G, H e I), foram obtidos os seguintes valores medianos para cada RPH, representados pelo quantil  $Q(0,50)$ : 764,4 mm para a RPH Litoral 1; 768,0 mm para a RPH Litoral 2; 877,6 mm para a RPH Litoral 3; 747,8 mm para a RPH Maciço de Baturité; 803,9 mm para a RPH Ibiapaba, 580,1 mm para a RPH Jaguaribana; 581,8 mm para a RPH Cariri e 478,1 mm para a RPH Sertão Central e Inhamuns.

Os quantis  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,65)$ ,  $Q(0,85)$  também foram calculados para cada RPH, no intuito de definir os intervalos das classes quantílicas muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso (FIGURA 50), para posterior classificação do acumulado de chuva nos municípios cearenses em cada ano da série histórica analisada.

Figura 50 - Valores estabelecidos em milímetros para cada RPH no período de fevereiro-maio

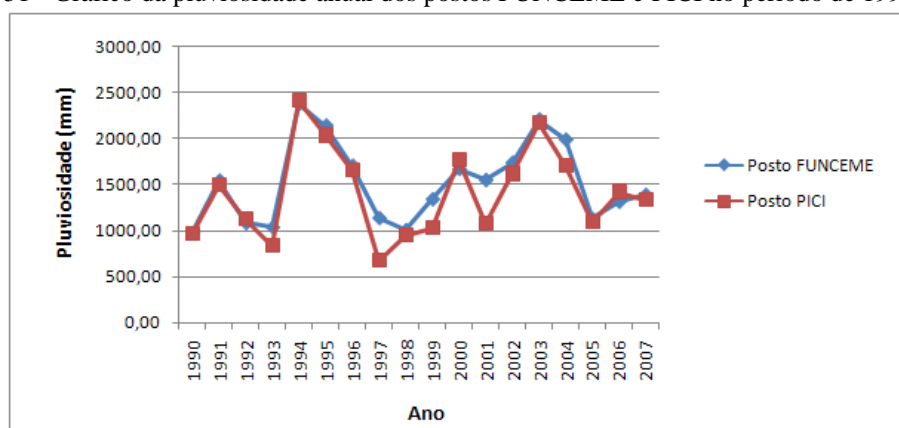
	15% <----- MUITO SECO	35% <-----> SECO	50% <-----> NORMAL	65% <-----> CHUVOSO	85% -----> MUITO CHUVOSO
 Litoral 1	<b>466,4</b>	<b>641,5</b>	<b>937,7</b>	<b>1175,9</b>	
 Litoral 2	<b>479,7</b>	<b>624,0</b>	<b>887,5</b>	<b>1057,2</b>	
 Litoral 3	<b>559,0</b>	<b>695,6</b>	<b>998,1</b>	<b>1325,5</b>	
 Maciço de Baturité	<b>551,2</b>	<b>692,7</b>	<b>848,9</b>	<b>965,1</b>	
 Ibiapaba	<b>476,8</b>	<b>720,1</b>	<b>955,1</b>	<b>1154,2</b>	
 Jaguaribana	<b>375,8</b>	<b>493,7</b>	<b>619,2</b>	<b>770,2</b>	
 Cariri	<b>415,6</b>	<b>527,5</b>	<b>678,1</b>	<b>821,8</b>	
 Sertão Central e Inhamuns	<b>291,2</b>	<b>415,2</b>	<b>531,2</b>	<b>725,3</b>	

Fonte: Elaborada pelo autor

Cabe destacar que para o município de Fortaleza, localizado na RPH Litoral 3, foram utilizadas informações de dois postos pluviométricos, pois o posto FUNCEME só apresentava informações do ano de 1980 até o ano de 2007, sendo necessária a complementação das informações dos anos seguintes da série histórica, as quais foram retiradas do Posto PICI, localizado próximo ao posto FUNCEME.

Tal complementação foi fundamentada na análise dos acumulados de chuva para cada posto, uma vez que estes apresentam valores muito próximos, não provocando discrepâncias nos resultados estabelecidos para os quantis da referida RPH. Tal colocação pode ser ratificada através da análise de um estudo de correlação entre as informações de cada posto, em um período que foram registradas informações em ambos (FIGURA 51).

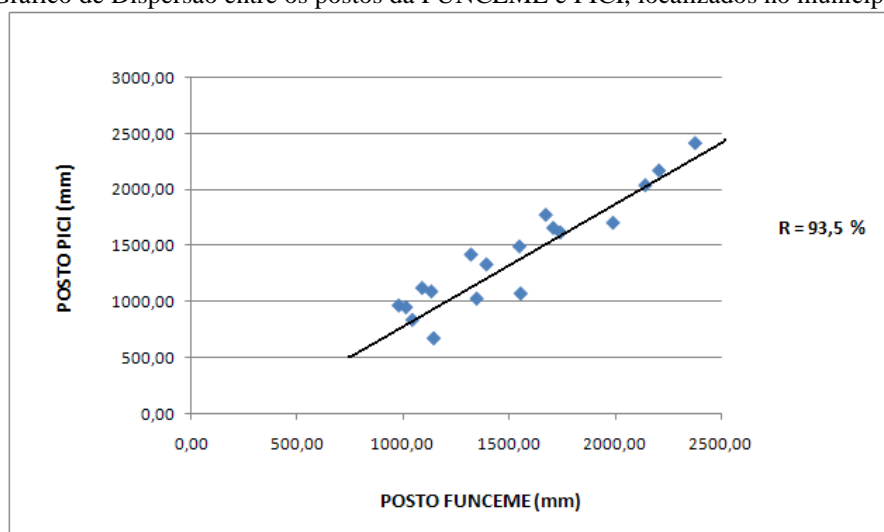
Figura 51 - Gráfico da pluviosidade anual dos postos FUNCEME e PICI no período de 1990 a 2007



Elaborado pelo autor

Fica perceptível a proximidade entre os valores acumulados nos dois postos no período analisado, com um alto coeficiente de correlação ( $R_{xy}$ ) de 93,5% (FIGURA 52), justificando assim a complementação das informações para o município de Fortaleza.

Figura 52 - Gráfico de Dispersão entre os postos da FUNCEME e PICI, localizados no município de Fortaleza



Fonte: Elaborado pelo autor

Após estabelecer os quantis do período correspondente à quadra chuvosa para cada RPH do Estado do Ceará, foram gerados mapas de classificação dos municípios para cada ano da série histórica, com uma gradação de cores que representava a classe em que o município foi classificado naquele respectivo ano em análise.

Vale destacar que o acumulado de chuva dos municípios refere-se às informações obtidas do seu respectivo posto-sede, uma vez que estes são os únicos que apresentam informações desde 1980 (ano inicial da série histórica utilizada).

Ainda assim, alguns municípios não apresentam classificação em alguns anos da série histórica (principalmente nos anos iniciais), uma vez que alguns registros apresentam falhas ou não foram informados. Nestes casos foi utilizada a tonalidade cinza para fazer referência aos municípios sem classificação.

Por fim, tais mapas podem permitir uma análise dos municípios quanto ao total acumulado de chuva ou até mesmo identificar alguns impactos socioambientais verificados principalmente nos anos extremos (muito secos e muito chuvosos), quando as informações qualificadas (presentes em jornais e órgãos como a Defesa Civil) permitirem.

### **6.1. Períodos extremos de chuva (muito secos e muito chuvosos) no Ceará, no período de 1980-2013.**

Após a aplicação da técnica dos quantis e classificação dos municípios quanto ao total de chuva acumulado na quadra chuvosa de cada ano da série histórica utilizada, é possível analisar o comportamento da chuva relacionando-o com possíveis mecanismos físicos ou sistemas atmosféricos que atuaram no período, contribuindo para um déficit de chuvas ou para chuvas acima da normal.

A priori, os mecanismos físicos podem ser fortes indicadores que justificam o comportamento da chuva no Estado. Assim, faz-se necessária a análise das temperaturas oceânicas na área Niño  $\frac{3}{4}$  (TABELA 7), disponibilizadas pelo Clima Prediction Center – CPC da National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> O Centro de Previsões Climáticas (*Climate Prediction Center*) da Administração Nacional Oceânica Atmosférica (NOAA), com sede nos Estados Unidos da América utiliza o *Oceanic Niño Index* como índice padrão para identificar os fenômenos El Niño e La Niña. 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. Em vermelho são destacados os valores que indicariam a possível formação de El Niño e em azul os valores que indicam a possível formação de La Niña. Os fenômenos também podem ser classificados, quanto à intensidade, em fracos (valores entre 0,5 e 0,9), moderados (valores entre 1,0 e 1,4) e fortes (valores de 1,5 em diante).

Tabela 7 - Oceanic Niño Índice no período de 1979 – 2013.

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1979	-0.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6
1980	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1
1981	-0.4	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1
1982	-0.1	0.0	0.1	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>
1983	<b>2.2</b>	<b>1.9</b>	<b>1.5</b>	<b>1.2</b>	<b>0.9</b>	<b>0.6</b>	0.2	-0.2	<b>-0.5</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.8</b>
1984	<b>-0.5</b>	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.3	<b>-0.6</b>	<b>-0.9</b>	<b>-1.1</b>
1985	<b>-1.0</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.5</b>	-0.4	-0.4	-0.4
1986	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>
1987	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>1.1</b>
1988	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>	0.1	-0.2	<b>-0.8</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.3</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.3</b>	<b>-1.6</b>	<b>-1.9</b>	<b>-1.9</b>
1989	<b>-1.7</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.1</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.6</b>	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.3	0.2	0.2	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>1.2</b>	<b>1.4</b>
1992	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>1.2</b>	<b>1.0</b>	<b>0.7</b>	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	0.0
1993	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>	<b>1.2</b>
1995	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	<b>-0.7</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.9</b>
1996	<b>-0.9</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.6</b>	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.2	<b>0.7</b>	<b>1.2</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.3</b>	<b>2.4</b>	<b>2.3</b>
1998	<b>2.2</b>	<b>1.8</b>	<b>1.4</b>	<b>0.9</b>	0.4	-0.2	<b>-0.7</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.3</b>	<b>-1.4</b>	<b>-1.5</b>
1999	<b>-1.5</b>	<b>-1.3</b>	<b>-1.0</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.9</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.1</b>	<b>-1.1</b>	<b>-1.3</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.7</b>
2000	<b>-1.7</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.2</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.5</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.8</b>	<b>-0.8</b>
2001	<b>-0.7</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.5</b>	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	0.0	0.1	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1.3</b>	<b>1.3</b>
2003	<b>1.1</b>	<b>0.8</b>	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>	<b>0.7</b>
2005	<b>0.6</b>	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	<b>-0.5</b>	<b>-0.8</b>
2006	<b>-0.9</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.5</b>	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	<b>0.5</b>	<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>
2007	<b>0.7</b>	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	<b>-0.6</b>	<b>-0.8</b>	<b>-1.1</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.4</b>
2008	<b>-1.5</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.2</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.5</b>	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	<b>-0.5</b>	<b>-0.7</b>
2009	<b>-0.8</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.5</b>	-0.2	0.2	0.4	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>
2010	<b>1.6</b>	<b>1.3</b>	<b>1.0</b>	<b>0.6</b>	0.1	-0.4	<b>-0.9</b>	<b>-1.2</b>	<b>-1.4</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.5</b>	<b>-1.5</b>
2011	<b>-1.4</b>	<b>-1.2</b>	<b>-0.9</b>	<b>-0.6</b>	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	<b>-0.6</b>	<b>-0.8</b>	<b>-1.0</b>	<b>-1.0</b>
2012	<b>-0.9</b>	<b>-0.6</b>	<b>-0.5</b>	-0.3	-0.2	0.0	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	-0.3
2013	-0.6	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4

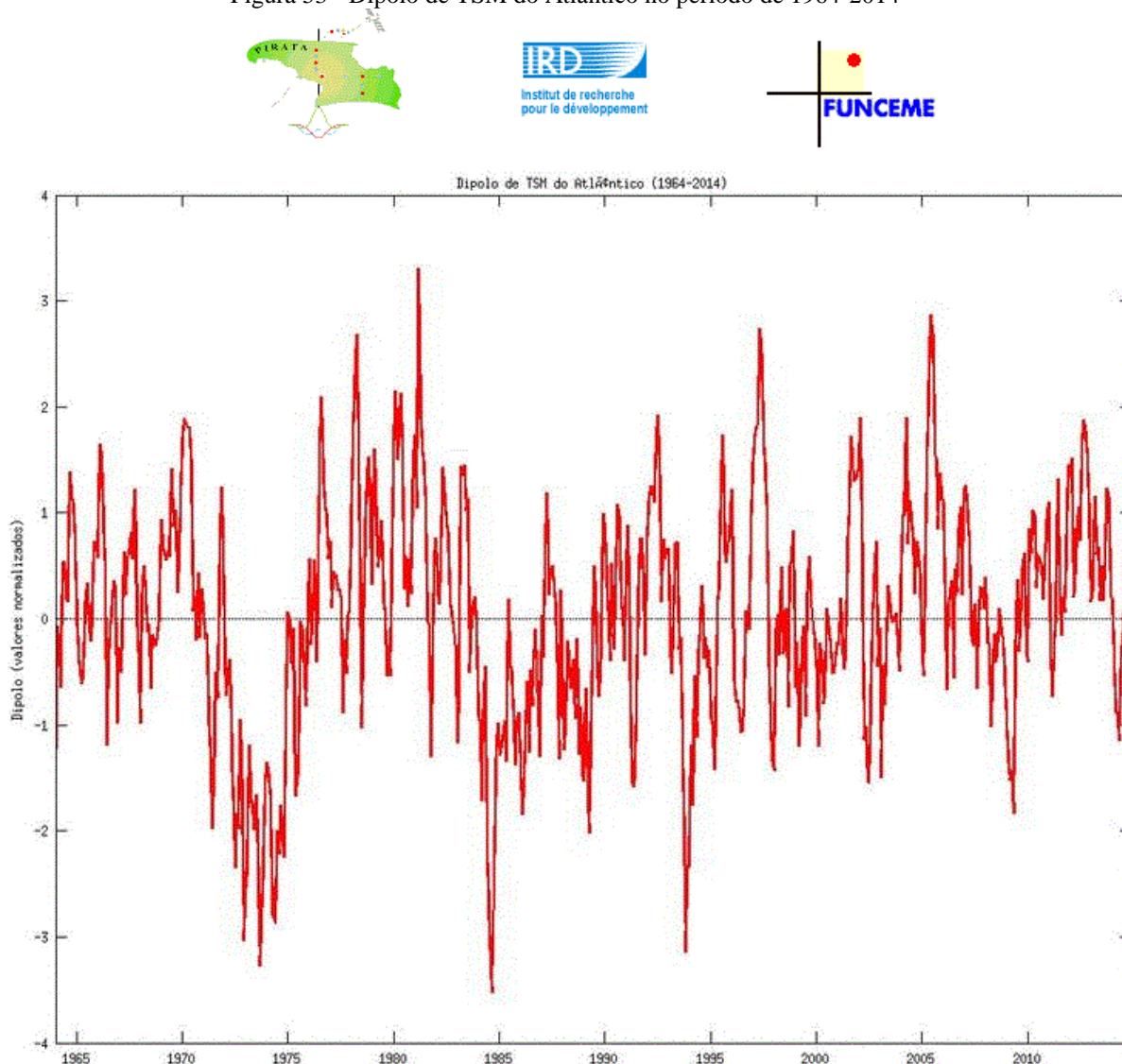
Fonte: NOAA Center for Weather and Climate Prediction

Outro mecanismo físico importante a ser observado é o dipolo do Atlântico, através de informações disponibilizadas pelo programa PIRATA (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*) que foi originado através de parceria científica entre Brasil, França e Estados Unidos da América.

A FUNCEME disponibiliza um gráfico para observância do dipolo do atlântico, no intuito de verificar se este é positivo (desfavorável à precipitação) ou negativo (favorável à precipitação). No entanto, tal análise é extremamente difícil, podendo inclusive gerar alguns equívocos quanto à identificação do dipolo positivo ou negativo, uma vez que a oscilação dos valores no gráfico é muito forte, sendo necessária a realização de análises milimétricas (FIGURA 53).



Figura 53 - Dipolo de TSM do Atlântico no período de 1964-2014



Fonte: FUNCEME

Por fim, se reunidas tais informações qualificadas (TABELA 8) sobre os mecanismos físicos que podem influenciar na ocorrência ou déficit de chuvas no Estado do Ceará (ENOS e Dipolo do Atlântico), é possível observar sua influência sobre a ocorrência de anos relativamente secos ou demasiadamente chuvosos na grande maioria dos municípios cearenses.

Tabela 8 - Relação entre os mecanismos físicos e classificação dos municípios no período chuvoso (fevereiro-maio) por meio da técnica dos quantis.

<b>ANO</b>	<b>ENOS NO QUADRIMESTRE FEVEREIRO-MAIO</b>	<b>DIPOLO DO ATLÂNTICO</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO A PARTIR DA TÉCNICA DOS QUANTIS</b>
1980	Neutro	Desfavorável (positivo)	Normal/Seco
1981	Neutro	Desfavorável (positivo)	Seco
1982	Transição Neutro/El niño fraco	Neutro	Normal/Seco
1983	El niño forte	Desfavorável (positivo)	Muito Seco
1984	Transição La niña fraca/Neutro	Favorável (negativo)	Chuvoso/Muito Chuvoso
1985	La niña fraca	Favorável (negativo)	Muito Chuvoso
1986	Neutro	Favorável (negativo)	Muito Chuvoso
1987	El niño moderado	Neutro	Normal/Seco
1988	Transição El niño fraco/La niña moderada	Favorável (negativo)	Chuvoso
1989	La niña forte	Favorável (negativo)	Chuvoso/Muito Chuvoso
1990	Neutro	Neutro	Seco/Muito Seco
1991	Transição Neutro/El niño fraco	Favorável (negativo)	Normal/Seco
1992	El niño Moderado	Desfavorável (positivo)	Seco
1993	Neutro	Neutro	Muito Seco
1994	Neutro	Favorável (negativo)	Normal/Chuvoso
1995	Transição El niño fraco/Neutro	Favorável (negativo)	Chuvoso/Muito Chuvoso
1996	Transição La niña fraca/Neutro	Favorável (negativo)	Chuvoso
1997	Transição Neutro/El niño fraco	Desfavorável (positivo)	Normal/Seco
1998	El niño forte	Neutro	Muito Seco
1999	La niña moderada	Favorável (negativo)	Normal
2000	La niña moderada	Favorável (negativo)	Normal
2001	Transição La niña fraca/neutro	Neutro	Normal/Seco
2002	Transição Neutro/El niño fraco	Favorável (negativo)	Normal/Seco
2003	Transição El niño fraco/Neutro	Favorável (negativo)	Normal/Chuvoso
2004	Neutro	Neutro	Normal/Seco
2005	Transição El niño fraco/Neutro	Desfavorável (positivo)	Seco
2006	Transição La niña fraca/Neutro	Neutro	Normal/Chuvoso
2007	Transição El niño fraco/Neutro	Desfavorável (positivo)	Normal
2008	La niña moderada	Favorável (negativo)	Chuvoso/Muito Chuvoso
2009	La niña fraca	Favorável (negativo)	Muito Chuvoso
2010	El niño forte	Neutro	Muito Seco
2011	La niña moderada	Favorável (negativo)	Normal/Chuvoso
2012	Transição La niña fraca/Neutro	Desfavorável (positivo)	Muito Seco
2013	Neutro	Desfavorável (positivo)	Seco/Muito Seco

Fonte: FUNCEME, NOAA Center for Weather and Climate Prediction e autor

Nos dois anos iniciais da série histórica utilizada (1980 e 1981), considerados neutros com relação ao mecanismo físico ENOS, observa-se que boa parte dos municípios do

Estado encontram-se classificados na categoria normal (47 municípios no ano de 1980 e 55 municípios no ano de 1981) após aplicação da técnica dos quantis. No entanto, o número de municípios situados nas categorias seco e muito seco também são consideráveis, contribuindo desta forma para que o período analisado (quadrimestre fevereiro-maio) nos anos seja considerado normal/seco (no ano de 1980) e seco (no ano de 1981)<sup>17</sup>. No ano de 1980, apenas dois municípios apresentam registros situados na classe muito chuvoso (Piquet Carneiro e Quixeramobim, ambos situados na RPH Sertão central e Inhamuns), enquanto que no ano de 1981 nenhum município apresentou acumulado de chuva nesta classe.

O dipolo do atlântico, nestes dois casos, acaba assumindo maior relevância na observação do comportamento da chuva, uma vez que nos dois anos iniciais da série histórica este se apresentou como desfavorável à ocorrência de chuvas (dipolo positivo).

No ano de 1982 inicia-se um episódio de El niño ainda no primeiro semestre, com intensidade relativamente fraca, o que pode ter contribuído para a classificação do ano como normal/seco, uma vez que o dipolo atlântico se apresentou como neutro. No quadrimestre fevereiro-maio de 1982, apenas três municípios possuíram valores acumulados de chuva na classe muito chuvoso: Meruoca (RPH Litoral 1), Guaramiranga (RPH Maciço de Baturité) e Viçosa do Ceará (RPH Ibiapaba).

O mesmo fenômeno de El niño ampliou sua intensidade ainda no segundo semestre de 1982 e atingiu forte intensidade em 1983. De forma simultânea, o dipolo positivo do atlântico (desfavorável à ocorrência de chuvas) contribuiu para que este ano fosse considerado muito seco. Neste ano, nenhum município que apresentava registros de chuvas ficou situado nas classes chuvoso e muito chuvoso e o Estado do Ceará enfrentou uma das estiagens mais severas de sua história.

No segundo semestre do ano de 1983 observa-se a formação de um episódio de La niña de fraca intensidade que, já no início de 1984 perdeu intensidade, contribuindo para que na maior parte do período em análise (quadrimestre fevereiro-maio) fosse identificado um episódio neutro. Porém, o dipolo negativo do atlântico (favorável à ocorrência de chuvas), pode ter influenciado para que este ano apresentasse registros de muitos municípios nas categorias chuvoso e muito chuvoso. No entanto, dois municípios apresentaram acumulados de chuva situados na classe seco (Porteiras, situado na RPH Cariri e Irauçuba, situado na RPH Litoral 2) e um município na classe muito seco (Penaforte, situado na RPH Cariri).

---

<sup>17</sup> A classificação do período de cada ano leva em consideração à classe ou as classes que mais ocorrem nos municípios, ou a classe que mais ocorre nas Regiões Pluviometricamente Homogêneas como um todo.

O episódio de La niña fraca ocorre novamente no segundo semestre de 1984, estendendo-se até o ano de 1985. O dipolo do atlântico se mantém favorável à ocorrência de chuvas e, desta forma, o ano de 1985 surpreende quando observados os acumulados de chuva no quadrimestre fevereiro-maio, apresentando valores muito acima da normal, figurando como o ano mais chuvoso da série histórica em análise.

Desconsiderando os quarenta e três municípios do Estado que não apresentavam registros neste ano, apenas o município de Irauçuba, situado na RPH Litoral 2, obteve classificação normal. Os demais municípios ficaram situados nas classes chuvoso e muito chuvoso, com a ampla maioria (cerca de cento e trinta e quatro municípios) nesta última.

O ano de 1986 apresentou certa neutralidade quanto ao fenômeno ENOS. Já o dipolo do atlântico, mais uma vez, apresentou-se como favorável à ocorrência de chuvas e a maioria dos municípios ficaram situados na classe muito chuvoso após a aplicação da técnica dos quantis. No entanto, mesmo sendo considerado como muito chuvoso, quatro municípios ainda apresentaram valores situados nas caudas quantílicas inferiores. São eles: os municípios de Poranga (RPH Ibiapaba), Jati e Porteiras (RPH Cariri) que apresentaram registros situados na classe seco; e o município de Penaforte (RPH Cariri), o único a apresentar um acumulado de chuva situado na classe muito seco.

Em 1987 observa-se um episódio de El niño moderado, iniciado ainda no segundo semestre do ano de 1986. Tal episódio pode ter influenciado para um déficit de chuvas no Estado, já que o dipolo do atlântico apresentou certa neutralidade. Os acumulados de chuva de cinquenta e cinco municípios ficaram situados na classe normal, enquanto que em outros cinquenta verifica-se a ocorrência da classe seco. Excluindo os quarenta e três municípios sem registro, treze municípios apresentaram acumulados de chuva na classe chuvoso e apenas três municípios na classe muito chuvoso (Iguatu, situado na RPH Sertão Central e Inhamuns, Orós e Pereiro situados na RPH Jaguaribana). Assim, o quadrimestre chuvoso do ano de 1987 ficou classificado como normal/seco.

O Episódio de El niño iniciado em 1986, permaneceu por todo o ano de 1987 e estendeu-se até o início 1988. No entanto, ainda no primeiro semestre de 1988, há uma transição de um episódio de El niño de fraca intensidade para uma La niña moderada que, combinado com o dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas, pode ter influenciado para que este ano fosse considerado, após a aplicação da técnica dos quantis, como um ano chuvoso.

A La niña moderada iniciada em 1988 estendeu-se até o quadrimestre fevereiro-maio de 1989 e o dipolo do negativo do atlântico novamente indicava um comportamento favorável às chuvas, contribuindo desta forma para que a maior parte dos municípios cearenses fossem classificados nas classes quantílicas superiores muito chuvoso (cerca de 63 municípios) e chuvoso (cerca de 48 municípios). Porém, quatro municípios ainda foram situados na cauda inferior quantílica (muito seco): Acarape, Capistrano, Guaiúba e Itapiúna, todos inseridos na RPH Maciço de Baturité.

O ano de 1990, apesar de ser considerado seco/muito seco não apresentou fortes indicadores físicos que explicassem o déficit de chuvas no Estado. Afinal, tanto o dipolo do atlântico quanto o ENOS indicavam certa neutralidade, dificultando a análise do quadrimestre fevereiro-maio. Apenas um município ficou situado na classe quantílica muito chuvoso: o município de Ibiapina, da RPH Ibiapaba.

No ano seguinte (1991) a neutralidade do ENOS persiste até o início do ano. Porém, ainda no quadrimestre fevereiro-maio, há uma transição para um episódio de El niño fraco. Mesmo com o dipolo favorável à ocorrência de chuvas, este ano apenas apresentou uma classificação normal/seco. O acumulado de chuva de quarenta municípios ainda ficaram situados na classe chuvoso. No entanto, o destaque ficou para as classes normal (com 60 municípios) e seco (com 58 municípios). Se observado o comportamento da chuva a nível de RPH, praticamente todas as regiões do Estado apresentaram um comportamento dentro da normal, exceto a RPH Litoral 2 que, surpreendentemente, apresentou um comportamento tendente à chuvoso.

Em 1992, o El niño iniciado no ano anterior adquire mais intensidade e o dipolo do atlântico aponta um comportamento desfavorável à ocorrência de chuvas, contribuindo, desta forma, para que o ano fosse considerado como seco. Quatro regiões ainda apresentaram um comportamento considerado dentro da normal, para a maioria dos municípios. No entanto, o acumulado de chuva registrado na maioria dos municípios obtiveram classificações nas classes quantílicas inferiores muito seco e seco. Apenas Guaramiranga obteve classificação na classe muito chuvoso.

Em 1993, a estiagem se instala mais uma vez no Estado. No entanto, a neutralidade no dipolo do atlântico, bem como no ENOS, não permitiu uma análise mais detalhada do referido ano, uma vez que a neutralidade em ambos os sistemas físicos não permite uma justificativa para o comportamento da chuva no período. Afinal, fica perceptível

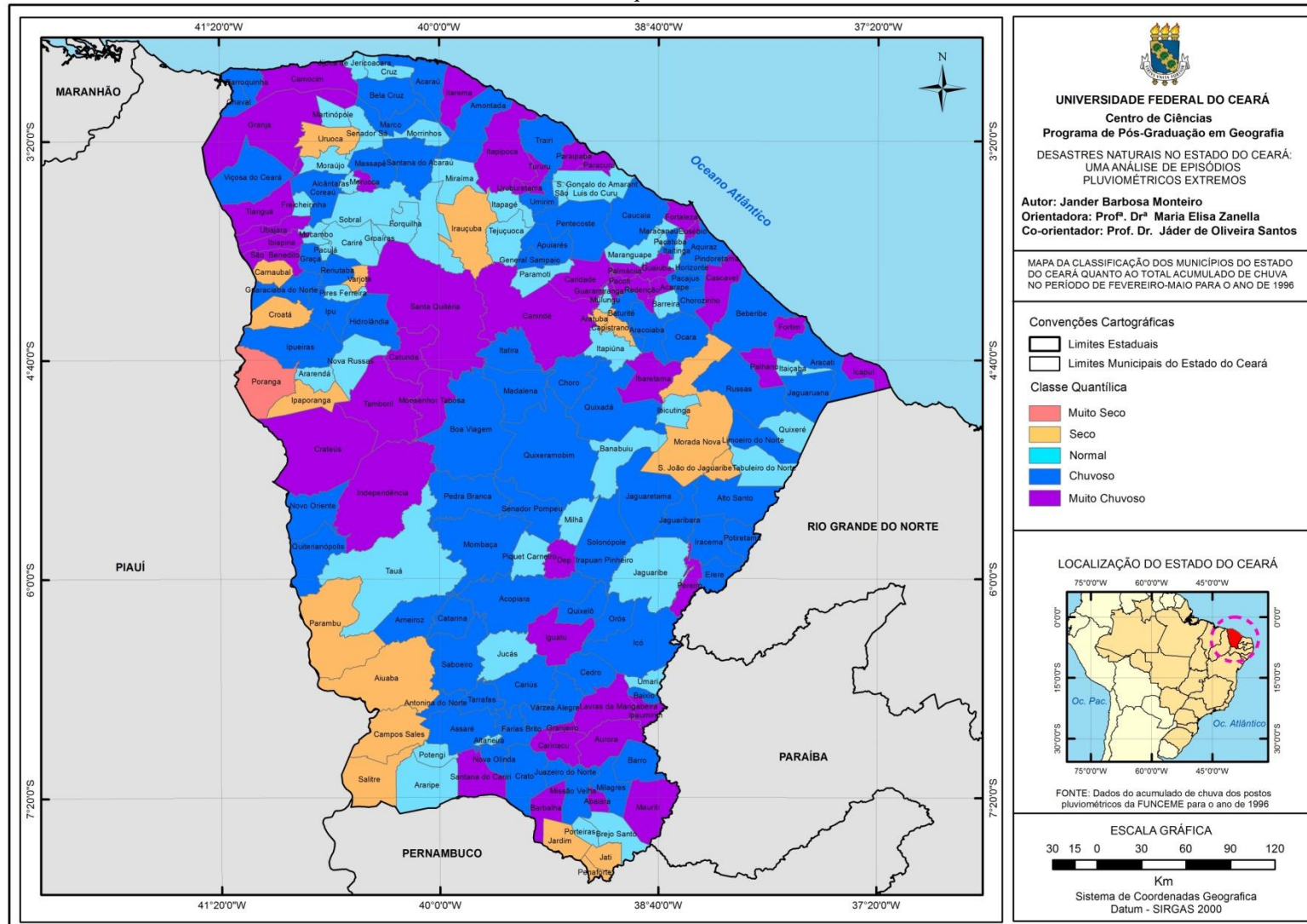
que em anos neutros a chuva no Estado pode apresentar acumulados acima ou até mesmo abaixo da normal.

O ano de 1994 indica certa neutralidade para o ENOS no quadrimestre fevereiro-maio e o dipolo apresenta-se como favorável à ocorrência de chuvas. Assim, este ano figura como um ano considerado normal/chuvoso.

Em 1995, apesar do episódio de El niño fraco no início do primeiro semestre do ano, este perde força justamente nos meses considerados mais chuvosos da quadra (meses de março e abril). Assim, a transição de um El niño fraco para uma situação neutra, não apresenta tanta influência nos valores de chuva acumulados neste período do ano, uma vez que o dipolo negativo do atlântico aponta para uma situação favorável à ocorrência de chuvas e o ano de 1995 acaba sendo caracterizado como chuvoso/muito chuvoso. Afinal, cento e trinta e um municípios cearenses obtiveram valores acumulados de chuva situados em uma destas classes pertencentes à cauda quantílica superior.

Ainda no segundo semestre do ano de 1995, uma La niña de intensidade fraca se instala e perdura até o início de 1996, quando se verifica uma situação de neutralidade. O dipolo novamente se apresenta favorável à ocorrência de chuvas e esta situação torna-se ideal para que o ano de 1996 seja caracterizado como um ano tipicamente chuvoso (FIGURA 54). Somente em um município cearense o acumulado de chuva foi caracterizado como muito seco: Poranga, localizado na RPH Ibiapaba.

Figura 54 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 1996 após aplicação da técnica dos quantis.

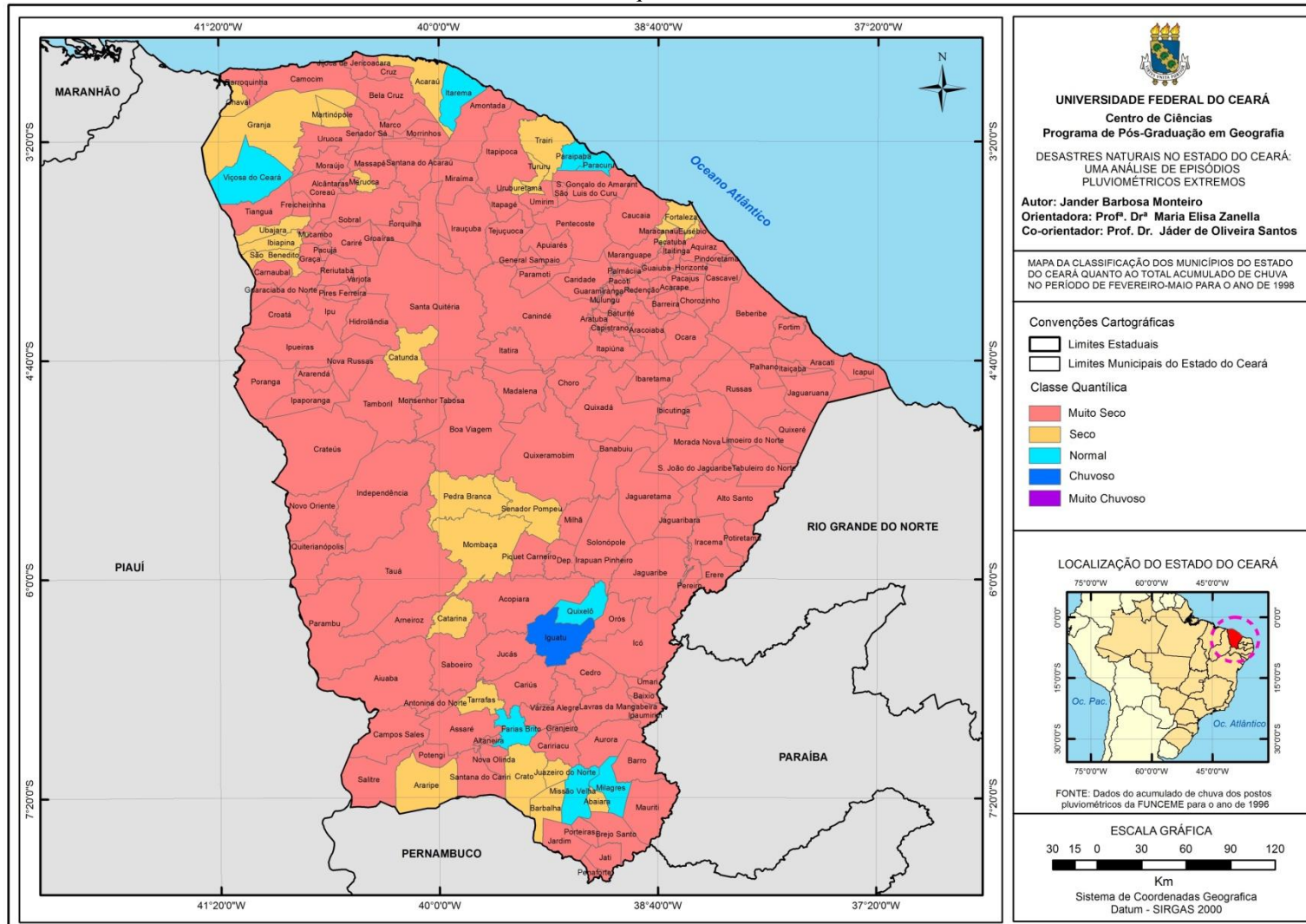


Fonte: elaborado pelo autor

O início do ano de 1997 indica neutralidade quanto ao ENOS, bem como o dipolo do atlântico. Porém, ainda no período que corresponde à quadra chuvosa do Estado, inicia-se um episódio de El niño fraco, mas que amplia sua intensidade até os meses iniciais do ano de 1998, tornando-se o episódio de El niño de maior intensidade na série histórica em análise, superando inclusive o forte El niño que ocorreu nos anos de 1982/1983. Certamente, tal evento pode ter influenciado diretamente para o déficit de chuvas no Estado e este ano acabou figurando como um dos anos mais secos da série histórica em análise (FIGURA 55). O número de municípios no qual os acumulados de chuva ficam situados na classe quantílica inferior (muito seco) são alarmantes: em torno de cento e cinquenta municípios de um total de 184 no Estado. Nenhum município registrou acumulados de chuva na classe superior quantílica e apenas um município ficou situado na classe chuvoso: o município de Iguatu, curiosamente localizado na RPH Sertão Central Inhamuns.



Figura 55 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 1998 após aplicação da técnica dos quantis

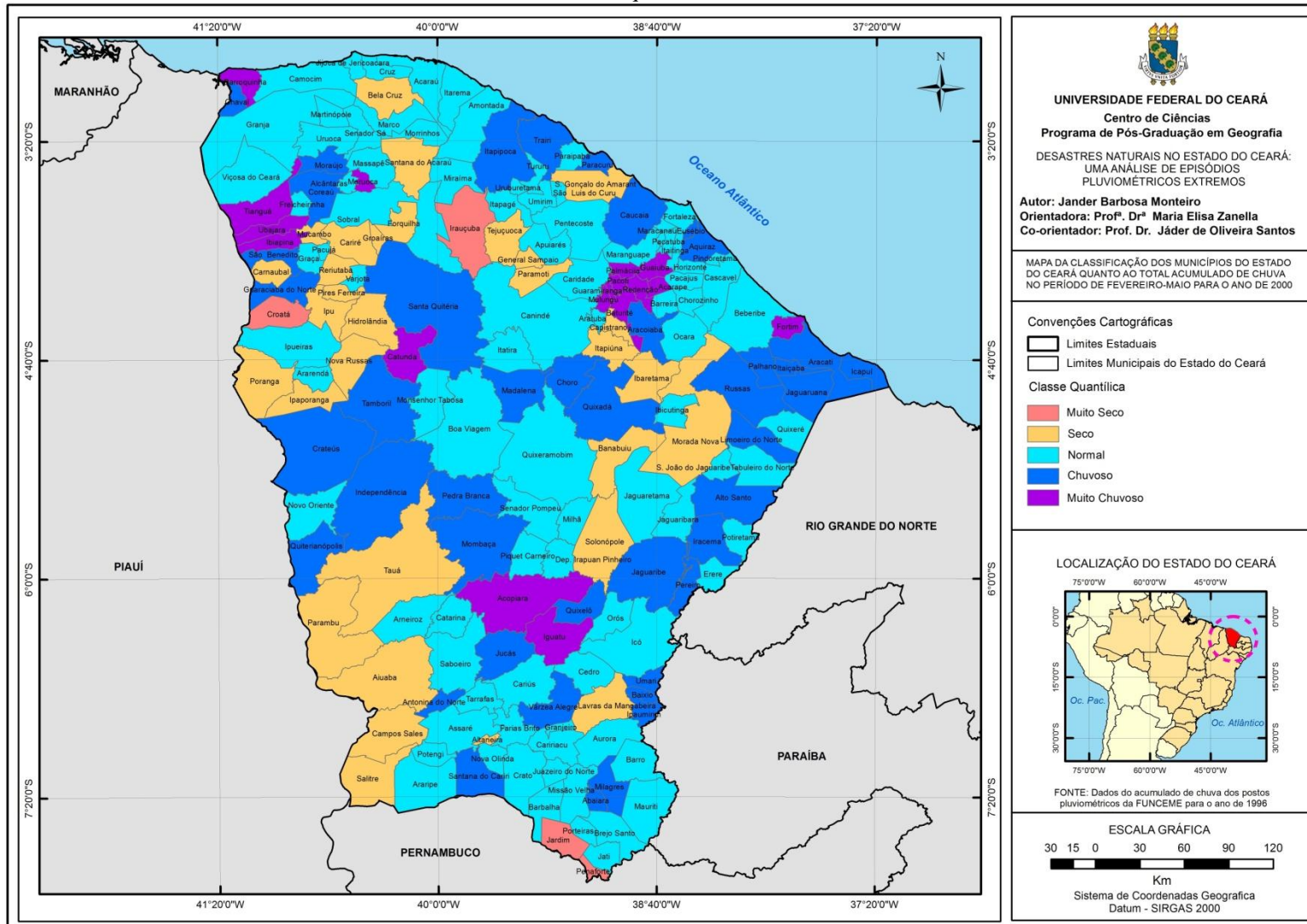


Fonte: elaborado pelo autor

Ainda no ano de 1998, um episódio de La niña se inicia, perdurando por quase três anos. No ano de 1999, tal episódio apresentava uma intensidade moderada e o dipolo negativo do atlântico indicava possibilidade de chuvas no Estado. Porém, o ano apenas teve acumulados de chuva dentro da normal para a maioria dos municípios cearenses.

No ano de 2000, a situação se repete: La niña moderada e dipolo favorável à ocorrência de chuvas. E mais uma vez temos um ano considerado normal quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio (FIGURA 56).

Figura 56 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 2000 após aplicação da técnica dos quantis.



Fonte: elaborado pelo autor

No início de 2001, o episódio de La niña perde força e dá espaço a uma situação de neutralidade. O dipolo do atlântico também se apresenta como neutro e o ano de 2001 é classificado como normal/seco após a aplicação da técnica dos quantis. Cinco Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado apresentam, em linhas gerais, acumulados de chuva dentro da normal. No entanto, a RPH Cariri, localizada no extremo sul do Estado, possui um acumulado bem abaixo da normal, com muitos municípios situados na classe muito seco.

O ano de 2002 apresenta ainda certa neutralidade no início da quadra chuvosa (fevereiro-maio) quanto ao ENOS. Porém, é verificada uma transição para um episódio de El niño fraco, que pode ter influenciado em certo déficit de chuvas para algumas áreas do Estado, pois a maioria dos municípios ficam situados na classe seco, após a aplicação da técnica dos quantis. Apesar do dipolo do atlântico favorável às chuvas, este ano apenas figura como um ano normal/seco.

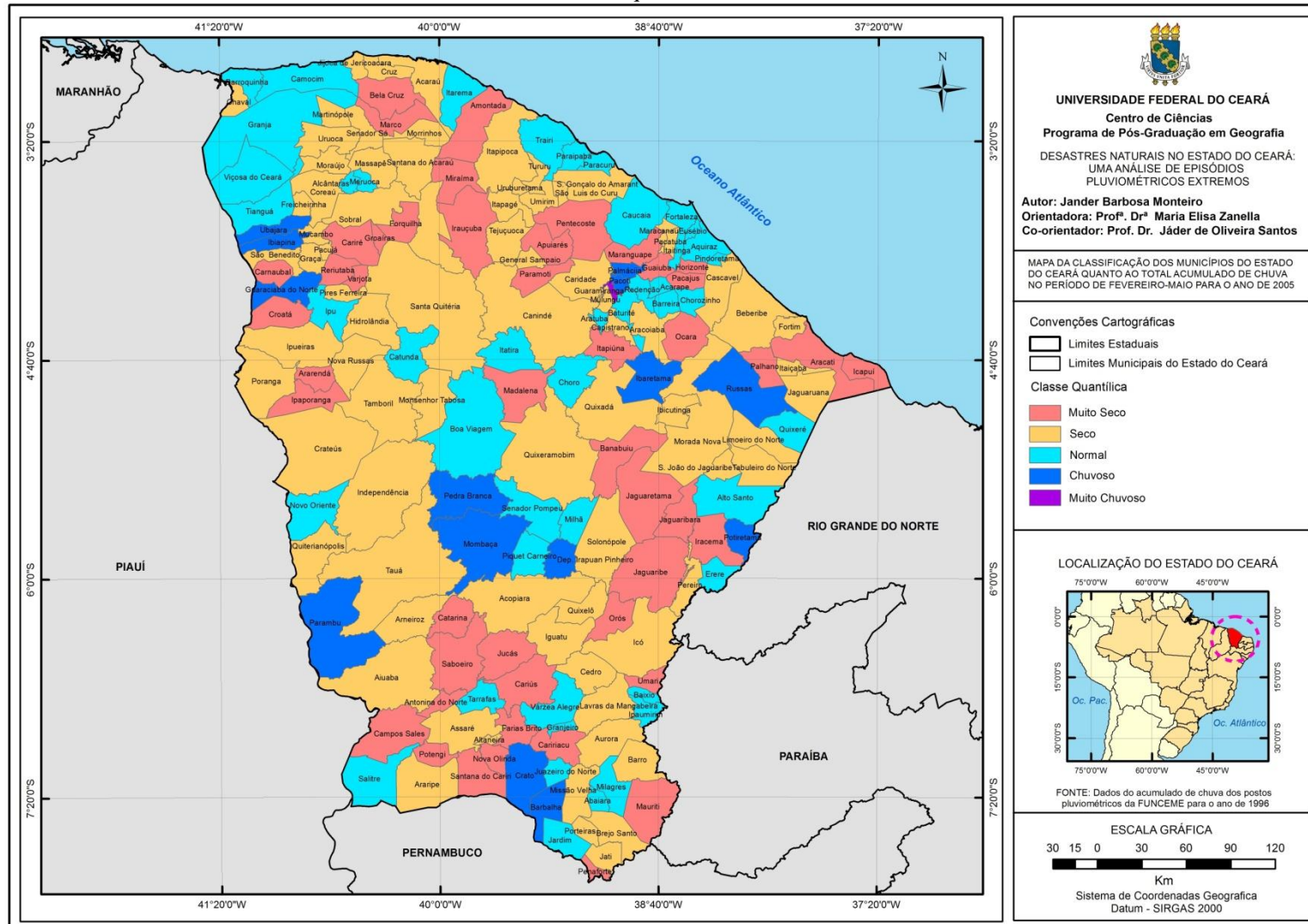
O mesmo episódio de El niño de fraca intensidade iniciado em 2002 perdura até os meses iniciais de 2003 e, em seguida, é verificada uma situação de neutralidade. O dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas no ano de 2003 acaba por influenciar em um acumulado considerável para alguns municípios do Estado. A maioria dos municípios apresentam acumulados de chuva dentro da normal (cerca de sessenta e nove municípios) e as classes quantílicas superiores (chuvoso e muito chuvoso) também apresentam certo destaque (com 48 municípios e 38 municípios, respectivamente). Os maiores acumulados de chuva são observados nas Regiões situadas na porção mais setentrional do Estado, como as RPHs Litoral 2, Litoral 3 e Maciço de Baturité. Assim, o ano de 2003 figura como um ano considerado normal/chuvoso.

O ano de 2004 indica situação de neutralidade quanto ao ENOS, bem como o dipolo do atlântico. Este ano figura como um ano normal/seco, com sessenta e um municípios situados em cada uma destas classes. Curiosamente, a RPH Cariri apresenta acumulados de chuva em alguns municípios que foram classificados nas categorias chuvoso e muito chuvoso, obtendo um comportamento distinto quando comparada com outras regiões do Estado.

Um El niño de fraca intensidade iniciado no segundo semestre do ano de 2004 estende-se até os meses iniciais do ano de 2005. Porém, ainda no início deste ano, o El niño deu lugar a uma situação neutra. O dipolo do atlântico, após oito anos, indica situação desfavorável à ocorrência de chuvas, o que pode ter influenciado para um déficit de chuvas no

Estado, pois o ano de 2005 foi classificado como um ano seco (FIGURA 57). Apenas o município de Guaramiranga teve um acumulado de chuva situado na classe muito chuvoso.

Figura 57 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 2005 após aplicação da técnica dos quantis.



Fonte: elaborado pelo autor

Uma La Niña de fraca intensidade teve uma rápida duração entre o fim do ano de 2005 e início do ano de 2006, quando há uma transição para uma situação neutra. Mesmo assim, tal episódio pode ter influenciado em um acumulado de chuva no ano de 2006 dentro da classe normal ou até mesmo chuvoso em alguns municípios do Estado, uma vez que o dipolo do atlântico indicava neutralidade. Neste ano apenas quatro municípios obtiveram acumulados de chuva situados na classe muito seco. São eles: Penaforte (da RPH Cariri), Ararendá, Croatá e Poranga (situados na RPH Ibiapaba).

Em 2007, observa-se um ano considerado tipicamente normal quanto ao acumulado de chuvas nos meses de fevereiro a maio. Na maior parte deste período há um resfriamento das águas do Pacífico Equatorial, mas não o suficiente para indicar um episódio de La Niña. Assim, apenas verifica-se uma transição de um El niño fraco para uma situação neutra que persiste durante a maior parte do período correspondente ao quadrimestre chuvoso no Estado. Apesar do dipolo do atlântico indicar situação desfavorável à ocorrência de chuvas, todas as Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado apresentam acumulados, em linhas gerais, na classe normal. Cerca de setenta municípios ficam situados nesta classe, enquanto que as classes extremas (muito seco e muito chuvoso) não apresentam mais que dez municípios.

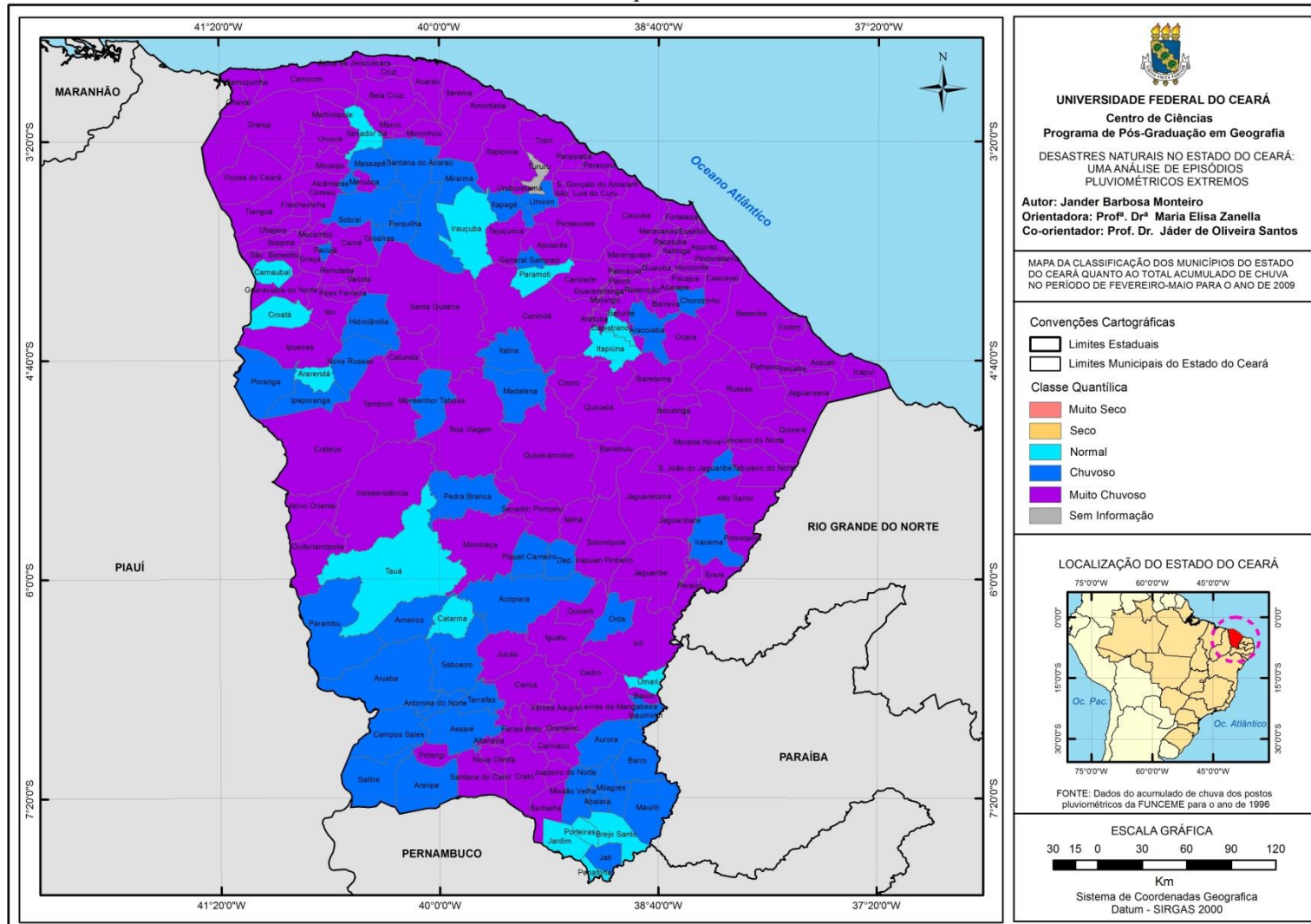
As baixas temperaturas registradas no Pacífico Equatorial persistem no segundo semestre de 2007 até que uma La Niña se consolida, ampliando sua intensidade ao adentrar os primeiros meses do ano de 2008. Tal fenômeno, combinado com o dipolo do Atlântico favorável à ocorrência de chuvas, pode ter influenciado para que os acumulados de chuva no ano de 2008 apresentassem valores acima da normal em praticamente todas as Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado. Caracterizado como um ano chuvoso/muito chuvoso, apenas quatro municípios registraram acumulados de chuva na classe muito seco: Barreira (RPH Maciço de Baturité), Ararendá (RPH Ibiapaba), Irauçuba e Tejuçuoca (ambos da RPH Litoral 2).

As baixas temperaturas continuam incidindo sobre o ano de 2008 e mais uma vez indicam a ocorrência de uma La Niña nos meses iniciais de 2009. O dipolo do atlântico favorável à ocorrência de chuvas acaba por desencadear a situação ideal para um ano com elevados acumulados de chuva. Inclusive, o ano de 2009, acaba por apresentar acumulados maiores que o ano anterior, sendo caracterizado como um ano tipicamente muito chuvoso (FIGURA 58), com um dos maiores acumulados de chuva da série histórica em análise. Todas as Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado apresentaram acumulados de chuva

situados na classe muito chuvoso. Incríveis cento e vinte e três municípios do Estado (de um total de cento e oitenta e quatro) registraram chuvas com acumulados situados nesta classe e outros quarenta e oito na classe adjacente (chuvoso). Curiosamente, nenhum município apresentou acumulados de chuva situados nas classes inferiores quantílicas (muito seco e seco).



Figura 58 - Classificação dos municípios do Estado do Ceará quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre fevereiro-maio para o ano de 2009 após aplicação da técnica dos quantis.



Fonte: elaborado pelo autor

O ano de 2010 inicia com um episódio de El niño de forte intensidade, o que pode ter influenciado no déficit de chuvas para o Estado, já que o dipolo do atlântico apontava para uma situação neutra. O ano foi classificado como muito seco, após a aplicação da técnica dos quantis, pois cerca de cento e trinta municípios cearenses registraram acumulados de chuva nesta classe. Nenhum município registrou acumulados de chuva na classe chuvoso e apenas um município obteve registros na classe muito chuvoso: Iguatu (da RPH Sertão Central e Inhamuns).

Em 2011 observa-se um ano considerado normal/chuvoso. Provavelmente o dipolo negativo do Atlântico (favorável às chuvas) e a atuação de uma La niña moderada nos primeiros meses do ano podem ter influenciado para este comportamento da chuva no Estado.

No ano de 2012 registrava-se mais uma situação de seca. Apesar da atuação de uma La niña nos primeiros meses do ano, rapidamente este episódio dá lugar a uma situação de neutralidade no Pacífico equatorial. Com um dipolo do Atlântico desfavorável às chuvas, o quadrimestre fevereiro-maio do ano de 2012 foi caracterizado como muito seco, com cento e vinte e nove municípios registrando acumulados de chuva nesta classe. Iguatu (RPH Sertão Central e Inhamuns), novamente destaca-se nas classes quantílicas superiores, sendo o único município que obteve acumulado de chuva na classe chuvoso.

Por fim, no ano de 2013, as temperaturas do Pacífico indicam uma situação de neutralidade, enquanto que o dipolo do Atlântico encontra-se desfavorável às chuvas. Este último pode ter influenciado mais uma vez para um déficit de chuvas no Estado e o ano de 2013 foi caracterizado como seco/muito seco.

## 7. EVENTOS EXTREMOS DIÁRIOS DE CHUVA NOS MUNICÍPIOS CEARENSES

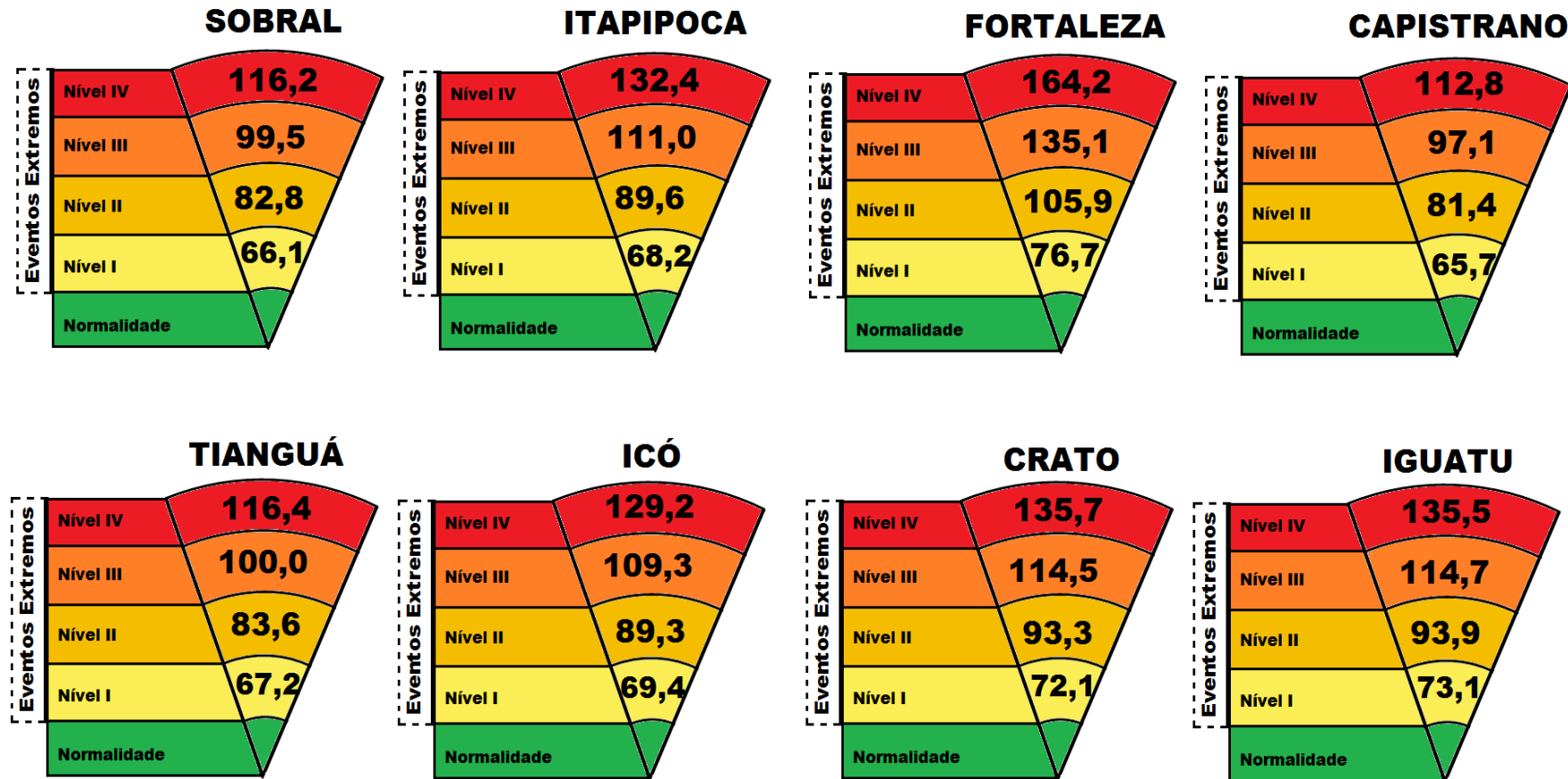
No intuito de analisar eventos extremos diários de chuva na série histórica em análise (1980-2013), alguns municípios do Estado do Ceará foram utilizados na aplicação da metodologia dos Máximos de Precipitação.

A seleção destes municípios obedeceu os seguintes critérios: possuir informações no período em análise; selecionar um município por Região Pluviometricamente Homogênea- RPH; considerar o município da RPH que, segundo informações da Defesa Civil (decretos de situação de emergência e número de atingidos), seria o mais impactado por fenômenos de inundação.

Assim, os municípios selecionados foram: Sobral (RPH Litoral 1), Itapipoca (RPH Litoral 2), Fortaleza (RPH Litoral 3), Capistrano (RPH Maciço de Baturité), Tianguá (RPH Ibiapaba), Icó (RPH Jaguaribana), Crato (RPH Cariri) e Iguatu (RPH Sertão Central e Inhamuns).

Após a aplicação da metodologia estatística, um disco de precipitação foi confeccionado no intuito de facilitar a visualização dos valores extremos de chuva para cada município selecionado na análise (FIGURA 59).

Figura 59 – Fragmentos do disco de precipitação com níveis de intensidade dos eventos extremos diários de chuva dos municípios selecionados.



Fonte: adaptado de SILVA (2012)

Além do disco de precipitação foi confeccionada uma tabela no intuito de visualizar com mais detalhe a ocorrência de eventos extremos em cada um dos municípios de acordo com sua intensidade (TABELA 9).

Tabela 9 - Número de eventos extremos por município e de acordo com sua intensidade.

<b>Nº de eventos por Município</b>	<b>Nível I</b>	<b>Nível II</b>	<b>Nível III</b>	<b>Nível IV</b>	<b>Total de Eventos</b>
<b>1. Sobral</b>	24	7	1	2	34
<b>2. Itapipoca</b>	25	10	1	3	39
<b>3. Fortaleza</b>	43	12	7	3	65
<b>4. Capistrano</b>	14	7	4	0	25
<b>5. Tianguá</b>	32	10	4	3	49
<b>6. Icó</b>	23	9	4	1	37
<b>7. Crato</b>	35	13	4	3	55
<b>8. Iguatu</b>	35	14	3	2	54

Fonte: elaborada pelo autor

Fica perceptível, a partir da tabela, que os eventos extremos de Nível I foram os que mais ocorreram em todos os municípios considerados na análise. Na medida em que aumenta o nível do evento extremo, há uma tendência para diminuição no número de registros na maioria dos municípios. Apenas os municípios de Sobral e Itapipoca registraram apenas 1 evento extremo de Nível III. No entanto, quando leva-se em consideração o último nível, é possível destacar que os municípios apresentam, no máximo, três eventos de grande magnitude. Itapipoca, Fortaleza, Tianguá e Crato destacam-se com registros de três eventos extremos situados neste último nível, enquanto que o município de Capistrano não apresentou registros de eventos extremos situados neste nível.

As maiores ocorrências de eventos extremos de chuva, independente da sua intensidade (nível), são verificados nos municípios de Iguatu, Crato e Fortaleza, com destaque para este último.

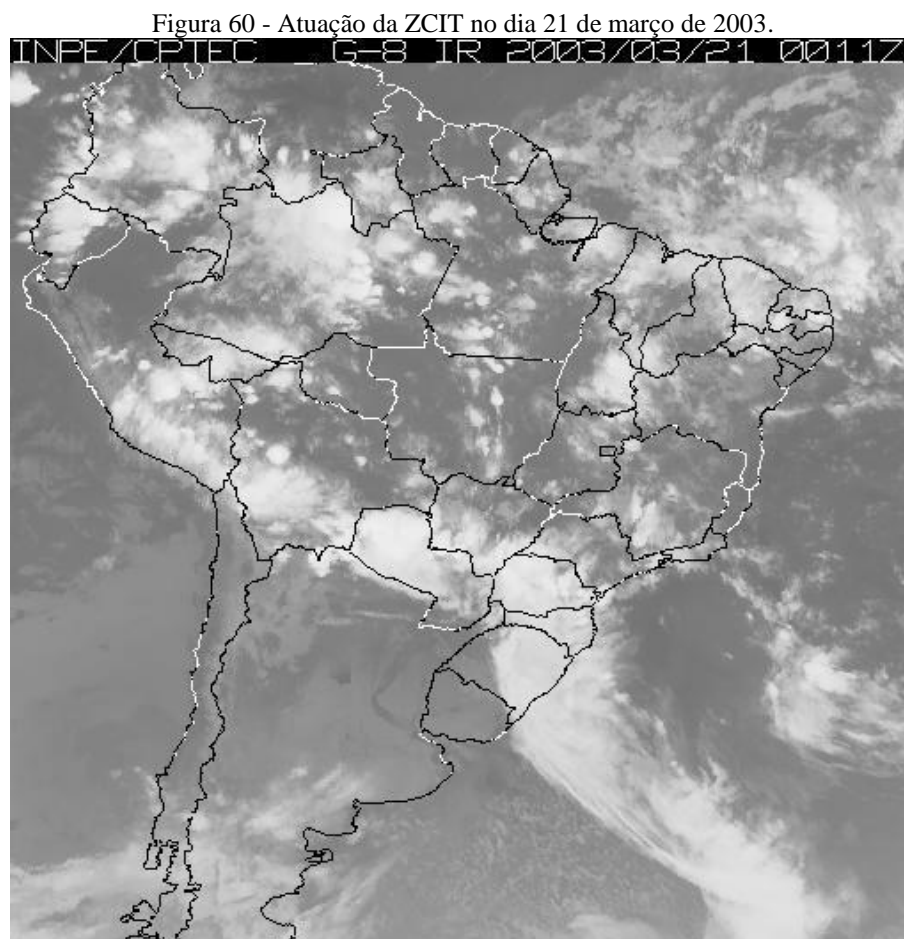
Por fim, Fortaleza também é destaque quanto ao acumulado de chuva, apresentando os maiores acumulados já registrados em 24 horas entre todos os municípios em análise, com incríveis 250 mm no dia 29 de janeiro de 2004, 197,6 mm em 23 de junho de 2012 e 197,5 mm em 27 de março de 2012.

Para identificar possíveis impactos de eventos extremos nos municípios em análise, serão detalhados, a seguir, aqueles eventos que se encontram situados no último nível. Inclusive, a utilização de matérias de jornais de circulação local (no intuito de verificar os

impactos em alguns municípios), bem como imagens de satélite<sup>18</sup> do dia da ocorrência do evento extremo (com o objetivo de identificar o sistema atmosférico que ocasionou o evento), permitirão uma análise mais detalhada de cada evento, conforme será destacado adiante.

O município de Sobral, localizado na RPH Litoral 1 apresentou limiares de chuvas extremas que oscilam de 66,1 mm acumulados em 24 horas (quando apresentam intensidade de Nível I ao registrar acumulados de chuva próximos a este valor), até valores que podem ultrapassar 116,2 mm (quando são caracterizados como eventos de Nível IV).

Nesta última categoria foram identificados dois eventos extremos: um evento de chuva com acumulado de 135,0 mm no dia 28 de abril de 1994 e outro evento de 141,0 mm registrado no dia 21 de março de 2003. Este último ocorreu devido à atuação da Zona de Convergência Intertropical (FIGURA 60), muito comum neste período do ano.



Fonte: CPTEC/INPE

<sup>18</sup> Somente foram utilizadas as imagens dos satélites GOES e METEOSAT, conforme disponibilidade do CPTEC/INPE, a partir do ano de 1996.

O evento registrado no dia 28 de abril de 1994 na cidade de Sobral ganhou repercussão no *Jornal O Povo* do dia seguinte (FIGURA 61). Segundo um assessor da Prefeitura de Sobral na época do evento, cerca de 145 famílias ficaram desabrigadas e os bairros mais atingidos da cidade foram José Euclides, Padre José Palhano, Sumaré e Expectativa.

Figura 61 - Matéria do Jornal O povo da edição de 29 de abril de 1994.

**Elogio**  
Nonato Costa, morador na Almirante Rufino, 1040, no Aeroporto, elogia o presidente da União Internacional Protetora dos Animais (UI-PA), que esteve "em minha casa e resolveu um problema sério, transportando 10 gatos para melhor serem cuidados. O sr. Fernando (não sabe o sobrenome) merece ser ajudado na sua missão".

**Acidentes**  
Daniel Martinho Barbosa Filho, da rua Emídio Lobo, 100, apartamento 402, no Papicu, pede a atenção do Bptiran para a avenida Santos Dumont, onde a Prefeitura está fazendo retornos. As batidas são constantes, principalmente próximo ao Mercado São Luiz e Casa Bezerra. Há possibilidade de mais acidentes.

**Concurso**  
Ângela Maria Sales, da Gonçalves Ledo, 395, denuncia que o Estado faz concurso interno, ao invés de ser público, para preencher 93 vagas na Saúde, Administração, Fomento, FAS e TCM. As inscrições, garante, foram abertas sexta-feira e encerradas no mesmo dia. Pede uma explicação para o fato.

**Favela**

**Abandonado**  
Francisco Otoniel de Oliveira Lima, da rua 1, Casa 211, no Residencial Arvoredo, Mundubim, denuncia que o conjunto está completamente abandonado. Apela para a Prefeitura, a fim de providenciar a limpeza e mandar fazer o resto do calçamento. Além disso, a escuridão ali é chamada de malandros.

**Enlurb**  
Do Assessor de Imprensa da Enlurb, jornalista Jope Melo César, recebemos: "As nossas equipes de fiscais estão a postos notificando, autuando e fiscalizando as irregularidades no serviço de limpeza em locais proibidos na cidade. Quanto à denúncia feita pela leitora procurei atendê-la".

**Enlurb-2**  
"A Divisão de Fiscalização esteve no local e constatou que existe um "container", que é retirado três vezes por semana. Estamos trabalhando para mantermos a avenida dos Expedicionários sempre limpa". A denúncia da leitora fala de um depósito de material de construção, que joga os entulhos na rua. Deve ser fiscalizado.

**Reivindicação**  
A Sumov anuncia que antiga reivindicação do Jardim

...teve maior repercussão"—explica, ... vezes secuziarão (rounhas e gonzaguinhas), segundo o Presidente ... Arajujo, da equipe de plantão do IJF.

**Chuvas deixam 145 famílias desabrigadas em Sobral**

**TELENOVELA**

**Atores aproveitam tempo para lazer**

A manhã de ontem foi de lazer para a equipe da telenovela *Tropicaliente*, próxima atração das 18 horas na Rede Globo de Televisão. Com as chuvas e o céu completamente nublado, não houve possibilidades de gravação com luz natural, como exige o cenário, e o pessoal aproveitou para fazer compras na cidade, dormir mais e até praticar esportes.

Bem dispostos, os atores Márcio Garcia, Delano Avelar e Guga Coelho, juntamente com os diretores Marcelo Travesso e Rogério Gomes, disputaram um futvôlei na quadra de areia do hotel. Já as atrizes Natália Lage e Carolina Dieckmann preferiram sair para conhecer Fortaleza e comprar algumas lembranças para amigos e familiares.

**Márcio Garcia (direita) aproveitou o dia para praticar esportes**



Chuvas fortes registradas de quarta-feira até a manhã de ontem no Interior do Estado deixaram famílias desabrigadas e fizeram estragos, principalmente nos municípios de Sobral e Itarema. De acordo com o assessor da Prefeitura de Sobral, Marcos Oliveira, cerca de 145 famílias perderam suas casas em bairros periféricos da cidade, a 230 quilômetros de Fortaleza.

Foram mais prejudicados os bairros de Cidade José Euclides, Padre José Palhano, Sumaré e Expectativa. Com a chuva de 145 milímetros, as pessoas que tiveram suas casas destruídas estão em abrigos da Prefeitura, recebendo alimentação e remédios. Em Itarema, a região mais atingida pela chuva de 166 milímetros de ontem foi a de Almofoala. Houve queda de uma árvore.

Choveu muito de quarta-feira até ontem, segundo o boletim da Funceme, em Meruoca (143 mm), Ibaratama (129 mm), Tairi (102 mm) e Groairas (17 mm). No total, as chuvas caíram em 85 localidades cearenses. Em todo o Estado, 13 açudes estão sangrando, segundo a Funceme. Entre os maiores, o Aires de Sousa, em Sobral; e o Quiseramobim.

Fonte: Banco de dados *O Povo*

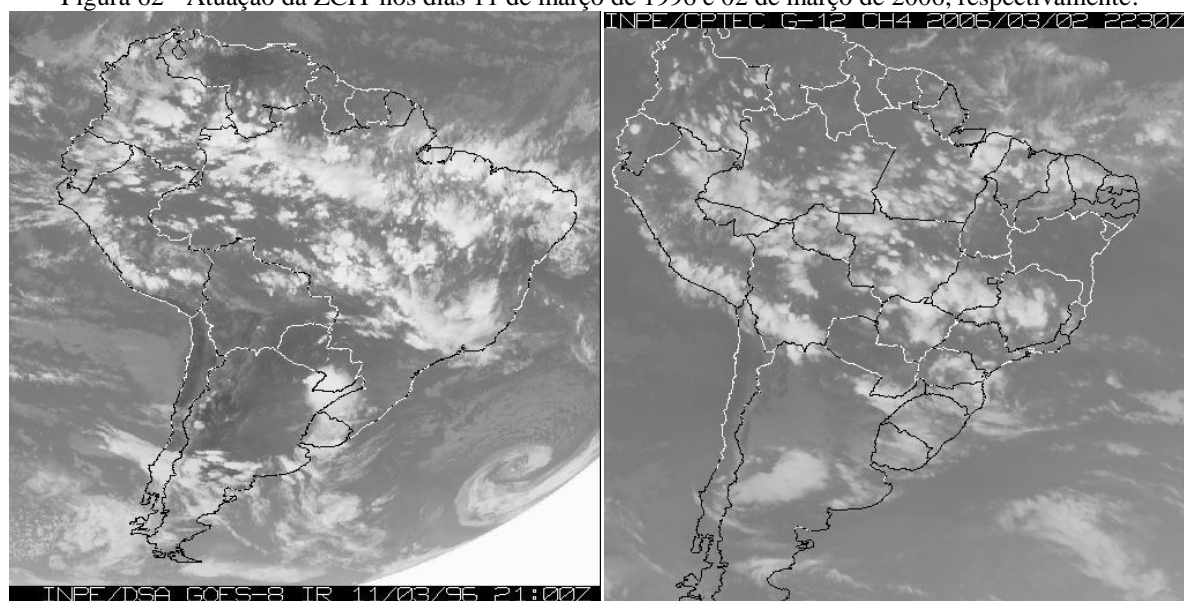
O evento de março de 2003 também teve repercussão no *Jornal O Povo*, com matéria publicada destacando que cerca de 400 famílias estariam desabrigadas após forte chuva em Sobral. Os bairros mais atingidos, segundo Quintino Vieira (Secretário do Desenvolvimento Rural de Sobral na época), foram Alto Novo e Sem Terra. Ruas da cidade ficaram inteiramente alagadas. Algumas escolas tiveram que aguardar por cerca de duas horas após o expediente normal para que os pais pudessem buscar seus filhos com tranquilidade. Na área comercial da cidade, lojas também permaneceram abertas após o expediente normal, pois muitos funcionários não tinham condições de se deslocar para casa. Dez casas desabaram, além de um teto de uma revenda de veículos e muros de algumas escolas. Mesmo após a forte chuva registrada no dia, cerca de 65 famílias ainda permaneceram em abrigos provisórios (O POVO, 2003).

Localizado na RPH Litoral 2, o município de Itapipoca apresentou três eventos extremos de chuva considerados de Nível IV, após a aplicação da metodologia dos máximos de precipitação. O maior destaque foi para o evento de 188,0 mm que ocorreu no dia 07 de

março de 1994, seguido de um acumulado de 144,4 mm no dia 11 de março de 1996 e 141,6 mm no dia 02 de março de 2006.

As imagens de satélite destes dois últimos eventos indicam que, mais uma vez, a atuação ZCIT ocasionou acumulados de chuva muito expressivos (FIGURA 62).

Figura 62 - Atuação da ZCIT nos dias 11 de março de 1996 e 02 de março de 2006, respectivamente.



Fonte: CPTEC/INPE

O evento extremo do dia 07 de março de 1994, inclusive, foi mencionado no *Jornal O Povo* na edição do dia posterior ao evento (FIGURA 63). Na matéria, o município de Itapipoca foi o que registrou maior acumulado de chuva no dia 07 de março, segundo boletim da FUNCEME.



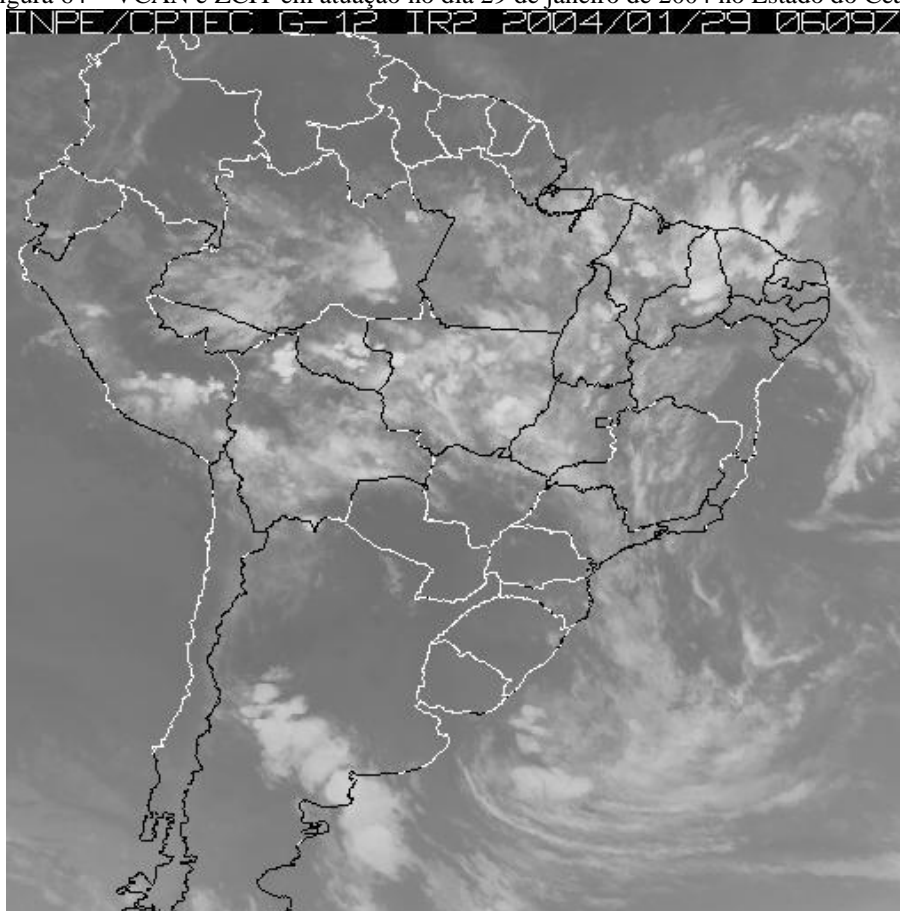
Figura 63 - Trecho da edição de 08 de março de 1994 do Jornal O Povo.



Fonte: Banco de dados *O Povo*

O município de Fortaleza, capital do Estado, apresentou os acumulados diários de chuva mais expressivos dos municípios selecionados para aplicação da metodologia dos máximos de precipitação. Os 250,0 milímetros de chuva acumulados no dia 29 de janeiro de 2004 foi ocasionado por um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN, em atuação conjunta com a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (FIGURA 64), que provocou fortes pancadas de chuva em algumas áreas do Estado do Ceará.

Figura 64 – VCAN e ZCIT em atuação no dia 29 de janeiro de 2004 no Estado do Ceará.



Fonte: CPTEC/INPE

O evento de janeiro de 2004 foi tão expressivo que ganhou destaque de capa no Jornal *O Povo* na edição de 30 de abril de 2004 (FIGURA 65). Segundo a matéria, a Defesa Civil divulgou boletim no qual destacava que cerca de 189 famílias ficaram desabrigadas na capital cearense. Inclusive, uma morte foi relacionada ao evento extremo ocorrido na cidade de Fortaleza. Na ocasião do referido evento, o Ministério da Integração Nacional por meio do ministro Ciro Gomes, destacou que o Governo Federal iria disponibilizar ajuda financeira para o Estado do Ceará.

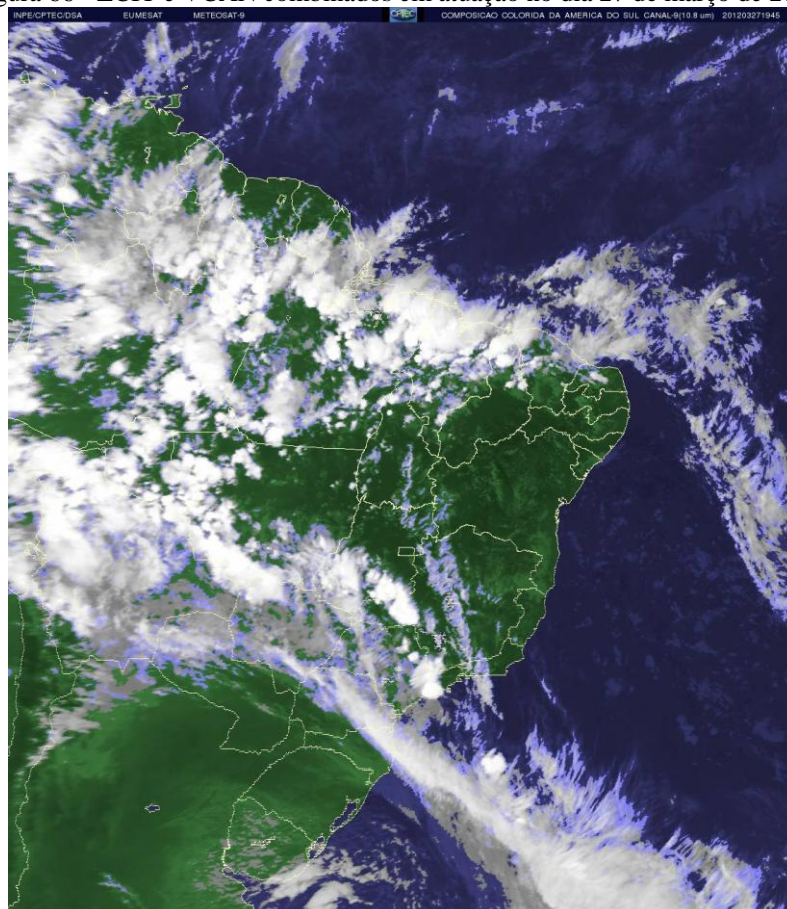
Figura 65 - Capa da edição de 30 de abril de 2004 do Jornal O Povo.



Fonte: Banco de dados do Jornal *O Povo*

Os eventos extremos ocorridos no ano de 2012 em Fortaleza-CE, com acumulados de chuva praticamente iguais, foram ocasionados por sistemas atmosféricos distintos. O evento de 197,5 mm do dia 27 de março de 2012, inclusive, ocorreu devido uma rara atuação de dois sistemas atmosféricos simultaneamente: a ZCIT, muito comum neste período e um VCAN, não tão comum nesta época do ano (FIGURA 66).

Figura 66 - ZCIT e VCAN combinados em atuação no dia 27 de março de 2012.

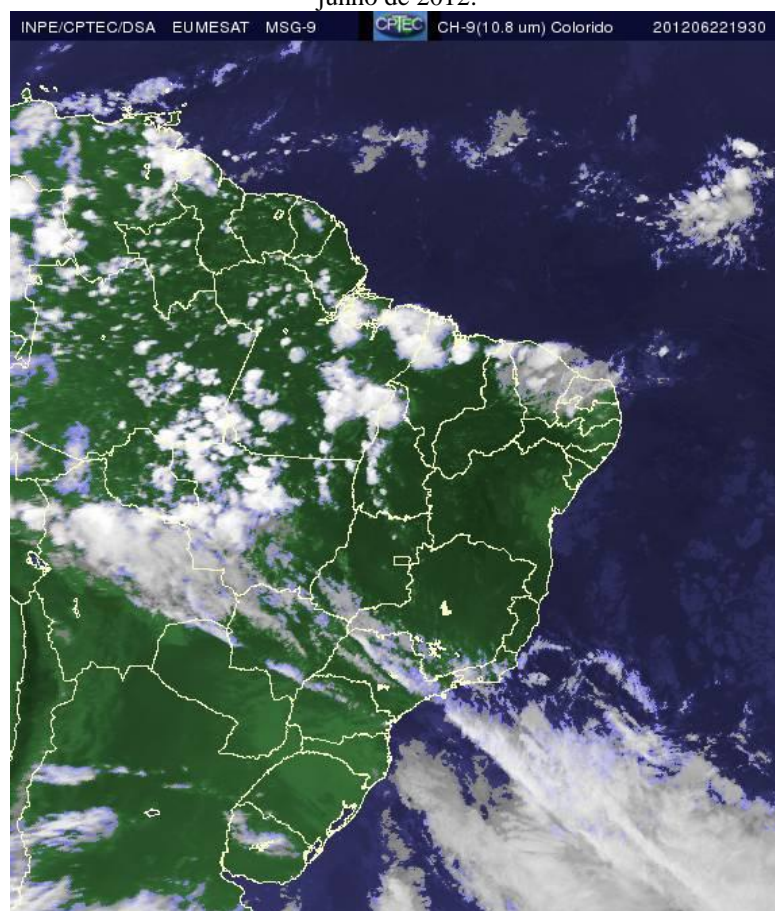


Fonte: CPTEC/INPE

O resultado foi um acumulado de chuva muito expressivo que se estendeu até o dia posterior. Se combinados os registros dos dias 27 e 28 de março deste ano, o acumulado de chuva seria de mais de 260,0 mm. Certamente, a cidade de Fortaleza enfrentou muitos transtornos. Em notícia veiculada no *Jornal O Povo*, a Defesa Civil informou que atendeu 180 ocorrências, identificou 85 pontos de alagamento na cidade, 65 áreas inundadas, 13 desabamentos e 4 quedas de árvores (O POVO, 2012a). O *Jornal Diário do Nordeste* também veiculou informações sobre os impactos ocasionados na cidade pela forte chuva, denominando tal evento de “dilúvio” (DIÁRIO DO NORDESTE, 2012).

No dia 23 de junho de 2012, os 197,6 mm de chuva registrados em Fortaleza-CE foram ocasionados por outro sistema atmosférico muito comum neste período: as Ondas de Leste (FIGURA 67).

Figura 67 - Ondas de Leste atuando no dia anterior à forte chuva que foi registrada em Fortaleza no dia 23 de junho de 2012.



Fonte: CPTEC/INPE

O Sistema de Ondas de Leste já encontrava-se em atuação desde o dia anterior ao registro do evento extremo na capital cearense, já ocasionando chuvas na madrugada do dia 23 de junho. Segundo matéria publicada no Jornal *O Povo* (FIGURA 68), foram registradas cerca de 287 ocorrências na capital, além de 194 pontos de alagamento, inundações em 37 áreas da cidade e 22 desabamentos (O POVO, 2012b).

Figura 68 - Página da Edição de 24 de junho de 2012 do Jornal O Povo onde evento extremo na cidade de Fortaleza-CE é destacado.

**O POVO**  
PORTAL 124 - 011, DOMINGO - 24 DE JUNHO DE 2012

**Fortaleza** PÁGINA 11

PL. DIEGO NEVES



**197,6mm] Maior chuva do ano deixa muitos prejuízos na cidade**

**Balanco final da Funceme aponta a chuva de sexta-feira como a maior do ano. Foram 197,6 milímetros - superando em 0,1mm a precipitação de 27 de março**

Chuva abriu cratera na rua Barão de Aracati. Durante a sexta-feira, um veículo caiu no buraco na via

**Viriana Gonçalves**  
v14@povo.com.br

**A** chuva de sexta-feira deixou muitos prejuízos pela cidade. No ensolarado sábado, foi possível sentir as consequências dos 197,6 milímetros de precipitação em Fortaleza. Segundo o boletim final da Fundação Cearense de Meteorologia (Funceme), foi a maior chuva do ano na Capital - superando em 0,1 milímetro a registrada no dia 27 de março.

O cruzamento das avenidas Desembargador Moreira e Tasso Vieira continua sem o fotossensor e o relógio digital. Apenas o semáforo foi recolocado - em outro ponto da pista. Com a chuva de sexta, os equipamentos caíram quando a calçada cedeu. Funcionários de uma obra da Caixa Econômica ajudavam a reparar o calçamento danificado. Agentes da Autarquia Municipal de Trânsito (AMTC) também estavam no local, mas não sabiam prever quando os equipamentos serão recolocados.

Na rua Barão de Aracati, esquina com a rua Costa Barros, também aconteceu o acidente: a calçada e parte do asfalto também cederam. A atenção no local tem que ser maior. A cratera que "ingeriu" um carro durante a chuva de sexta-feira ainda estava lá sem previsão de ser fechada. "O buraco já tinha problemas

**O quê**  
**ENTENDA A NOTÍCIA**  
Das 6 horas de sexta até as 9 horas de sábado, a Funceme registrou 197,6 milímetros de chuva na Capital. Foi a maior precipitação do ano. A entenda a manhã de sábado da visibilidade aos prejuízos. População aguarda os reparos.

chuva forte também gerou prejuízos. Um supermercado teve a parte elétrica danificada e acabou fechando temporariamente. "É prejuízo porque estamos sem funcionar desde as 14 horas de sexta até agora (manhã de sábado)", diz o gerente Sócrates Oliveira.

Na casa de Eliane Guimarães, foi a fumaça que entrou devido ao grande volume de água. "Alguns o meu quintal. A manhã foi de limpezas", comenta. O sábado também foi de separamos na casa da administradora Gisela Silva. Um saco plástico interrompeu a passagem da chuva pela calçada e água acabou parando dentro de casa. "Foi terrível, molhou as camas do quarto e sala e a cozinha", lembra.

A Defesa Civil do Município registrou 287 casos de sexta para sábado. De acordo com a meteorologista da Funceme, Gabriela Lameira, a previsão para os próximos dias é de "possibilidade de chuva isolada na faixa litorânea do Estado".

por conta de uma obra privada. Só fez piorar com a chuva", denuncia o técnico de eletrônica Agnaldo Wolgast.

O empresário e responsável pela construção do prédio comercial, Francisco Chuchá Sobral, passou na manhã de sábado pelo local. Ele descartou a ideia de obra com o ocorrido. "Certo que não teve nenhuma referência. O que houve foi a erosão provocada pelo grande volume de água", opina. Chuchá afirma que, a partir de segunda-feira, será construído o muro de arrimo. "A reconstrução da calçada e do asfalto é responsabilidade da Prefeitura", aponta.

Na Praia de Itacema, a

Fonte: Banco de dados *O Povo*

O Município de Tianguá, localizado na Região Pluviometricamente Homogênea Ibiapaba também registrou três importantes eventos extremos considerados de Nível IV. O primeiro foi registrado no dia 10 de março de 1986, com um acumulado diário de 124,0 mm. Tal evento foi destacado na edição do Jornal O Povo do dia 11 de março de 1986. A matéria publicada destaca as fortes chuvas que ocorreram no dia 10 de março em vários municípios cearenses. Tianguá figura no topo da lista, com o maior acumulado de chuva no Estado (FIGURA 69).

Figura 69 - Trecho de matéria publicada no dia 11 de março de 1986 no Jornal O Povo sobre fortes chuvas no Estado do Ceará.

Fortaleza, Terça-feira, 11 de março de 1986

**O POVO 5**



**Chuvas continuam banhando todo o Interior cearense**

As chuvas estão caindo constantemente no Estado, aumentando a sangria dos açudes, enquanto interditam estradas, principalmente nas vicinias, que ligam a sede dos municípios aos distritos. A Funcepe anuncia a ocorrência, nas últimas 24 horas, das seguintes precipitações:

Localidades	Quant. mm
Tianguá	124,0
Beberibe	102,0
Pereiro	85,5
Aracati	88,1
Icó	71,8
Ubajara	70,0
Viçosa do Ceará	70,0
Copati	68,0
Reritiba	61,0
Itaipaba	59,0
Cratã (Aeroporto)	58,0
Bela Cruz	55,0
Guaraciaba do Norte	54,2
Milagres	58,2
Moacir Tabosa	47,0
Maracanã	45,0
Ibiapina	45,0
Trairi	45,0
Turmas (Uruburetama)	44,0
Sobral	41,0
Cedro	41,4
Aquiraz	41,2
Ipu	39,0
Massapé	38,0
Marco	33,4
Guaramiranga	33,8
Uruburetama	33,2
Aracatiçu (Açude sangra: 70cm)	33,7
Aratuba	23,4
Quixeré	23,0
Cariri	21,8
Novo Oriente	20,0
General Sampaio	22,2
Jaguaruana	23,0
Ayres de Souza (Sobral) - Açude sangra com 80cm	23,2

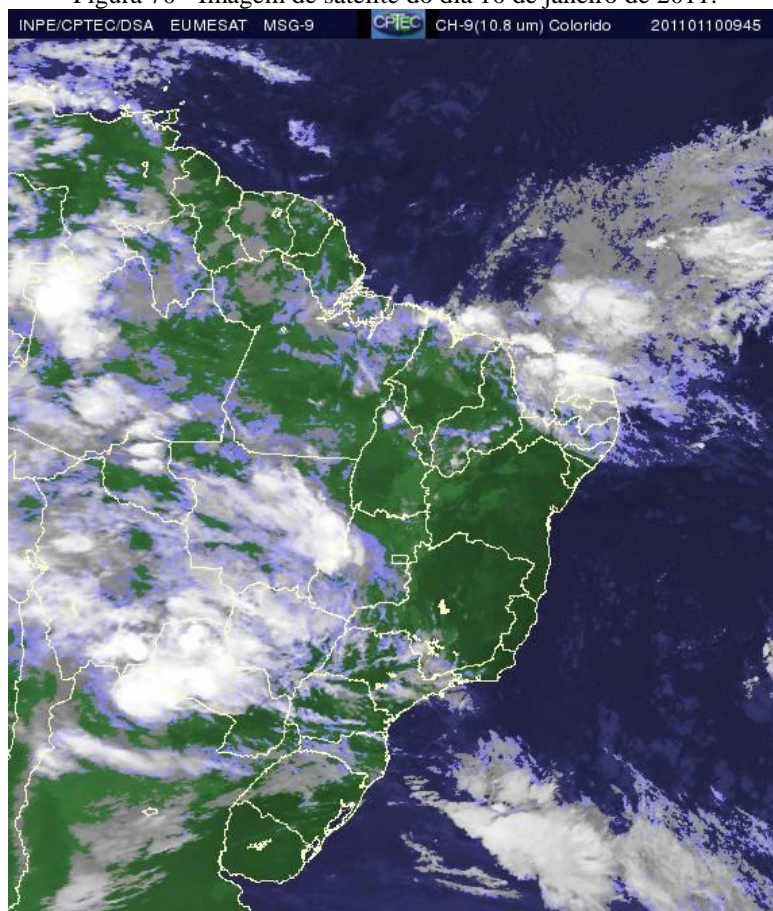
A quantidade d'água represada pelos quatro reservatórios vai garantir o abastecimento por mais de uma década

## Sistema Pacoti-Riachão sangra pela segunda vez

Fonte: Banco de dados *O Povo*

Outros dois eventos de Nível IV também foram registrados em Tianguá. Um no dia 28 de março de 1995 com acumulado diário de 118,6 mm e outro no dia 10 de janeiro de 2011, com 118,0 mm de chuva em 24 horas. De acordo com imagens de satélite, este último foi ocasionado, provavelmente, por áreas de instabilidade associadas com a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT e com a Borda de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis - VCAN (FIGURA 70). Tal interpretação da imagem de satélite fica comprometida devido à posição da mesma, uma vez que não é possível identificar o sistema atmosférico na sua totalidade.

Figura 70 - Imagem de satélite do dia 10 de janeiro de 2011.



Fonte: CPTEC/INPE

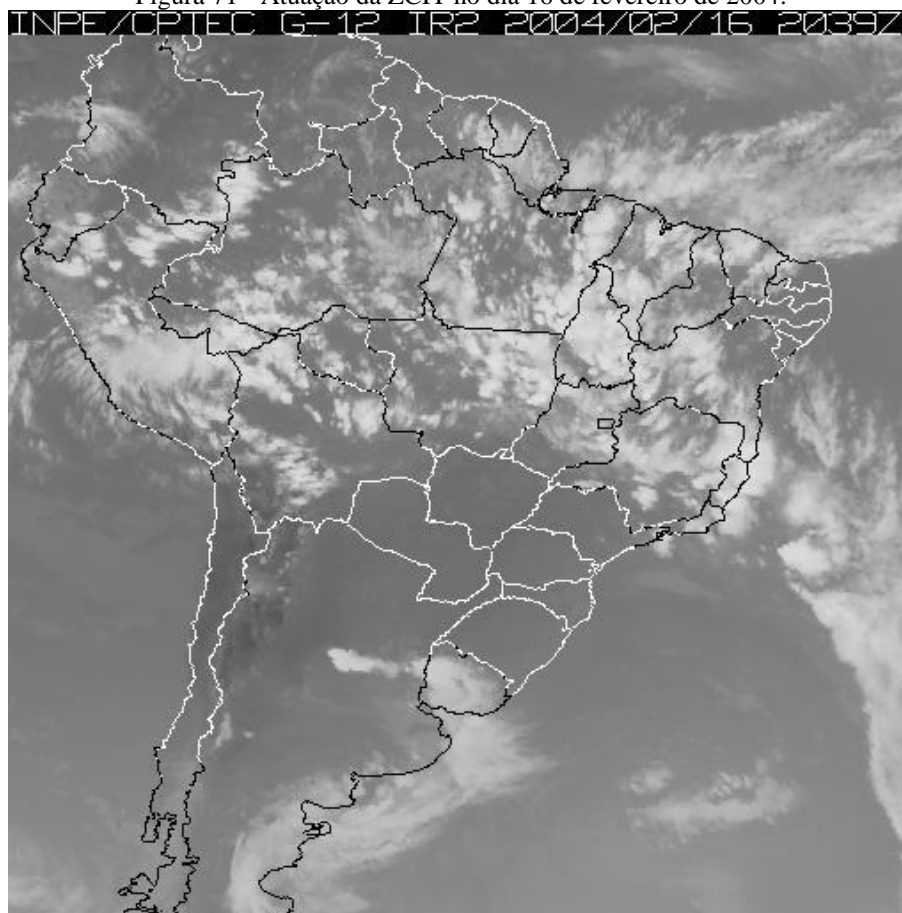
O município de Icó, localizado na RPH Jaguaribana, apresentou apenas um evento extremo de chuva situado no Nível IV. O acumulado diário de 149,0 mm ocorreu no dia 23 de outubro de 2010 e foi ocasionado por um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN. Curiosamente, foi o único dia em que choveu no município de Icó no mês de outubro daquele ano. Afinal, no mês de outubro não costumam ocorrer fortes chuvas no Estado. Geralmente, estas ocorrem nos primeiros meses do ano, muitas vezes associadas ao Sistema Atmosférico que mais influencia na ocorrência de chuvas no Ceará: a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT.

Localizado na RPH Cariri, o município de Crato apresentou três importantes eventos extremos situados na última categoria (Nível IV) e que ganharam forte repercussão na mídia. O primeiro deles foi destaque de capa na edição de 06 de janeiro de 1980 do Jornal *O Povo* com matéria intitulada “Chuvas novamente banham Cariri e prometem inverno”.

O evento de 156,0 mm que ocorreu no dia 16 de fevereiro de 2004 foi ocasionado por instabilidade associada à Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (FIGURA 71), conforme observação realizada em imagens de satélite.



Figura 71 - Atuação da ZCIT no dia 16 de fevereiro de 2004.

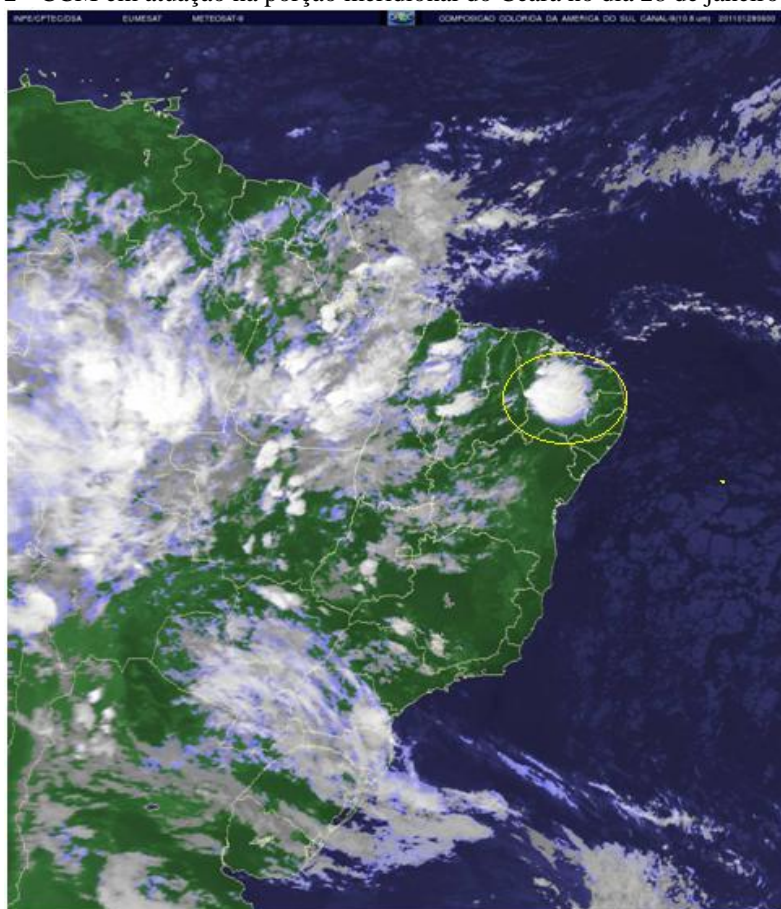


Fonte: CPTEC/INPE

Tal evento ganhou repercussão na mídia impressa e foi mencionado em matéria publicada no Jornal *Diário do Nordeste* no dia posterior ao evento, intitulada “Tromba-d’água desaba sobre o Cariri” (DIÁRIO DO NORDESTE, 2004). Em outra matéria publicada na mesma edição destaca-se o número de desabrigados, que estaria aumentando e são apresentadas entrevistas realizadas com alguns moradores que tiveram prejuízos após a ocorrência do evento extremo.

O evento extremo de Nível IV mais recente no Crato ocorreu no dia 28 de janeiro de 2011 e foi o de maior intensidade. Ocasionado por um Complexo Convectivo de Mesoescala – CCM (FIGURA 72), o evento extremo desencadeou, em 24 horas, um acumulado de 162,0 mm.

Figura 72 - CCM em atuação na porção meridional do Ceará no dia 28 de janeiro de 2011.



Fonte: CPTEC/INPE

Tal evento também teve forte repercussão na mídia impressa como destaque de capa do Jornal *O Povo* (FIGURA 73) e na mídia eletrônica, figurando em muitos noticiários televisivos que veiculavam, principalmente, as imagens de destruição do canal do rio Granjeiro, que corta uma das principais vias da cidade. Os prejuízos foram estimados em 50 milhões de reais e os impactos registrados vão desde pontes destruídas (5 no total), pessoas desabrigadas (em torno de 50), desabamentos (12 no total), até famílias sem energia (cerca de 600) e água (cerca de 400).

Figura 73 - Capa da edição de 29 de janeiro de 2011 do Jornal O Povo.

**O POVO**  
R\$2,00 - FORTALEZA - CE - SÁBADO - 29 DE JANEIRO DE 2011 - ANO LXIII V. Nº 27641 - 83 ANOS - WWW.OPOVO.COM.BR

**Esportes**



Divanne e Milena posaram no leste

**Líderes de torcida sabem tudo sobre Vovô e Leão**

PÁGINAS 4 E 5

**DOMINGO ESPECIAL**



Arthur, do Leão, e Evandro, do Vovô

**Clássico-Rei: o primeiro entre presidentes amigos**

**Fortaleza] R\$ 76 mil**

# Prefeitura multa Cagece por buracos na cidade

**A Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece), órgão do Governo do Estado, foi multada em mais de R\$ 76 mil pela Adfor, autarquia ligada à Prefeitura de Fortaleza. A multa foi referente a dois buracos - nas avenidas Dom Manuel e Antônio Sales - ocasionados pela falta de manutenção e substituição da rede de esgotamento sanitário** **Página 29**

---

**Destruição no Crato**  
CHUVA DE 162 MILÍMETROS



Curitiba online  
www.opovo.com.br

REPÓRTER ANELISA V. SPECIAL PARA O POVO

**Prejuízos chegam a R\$ 50 milhões**

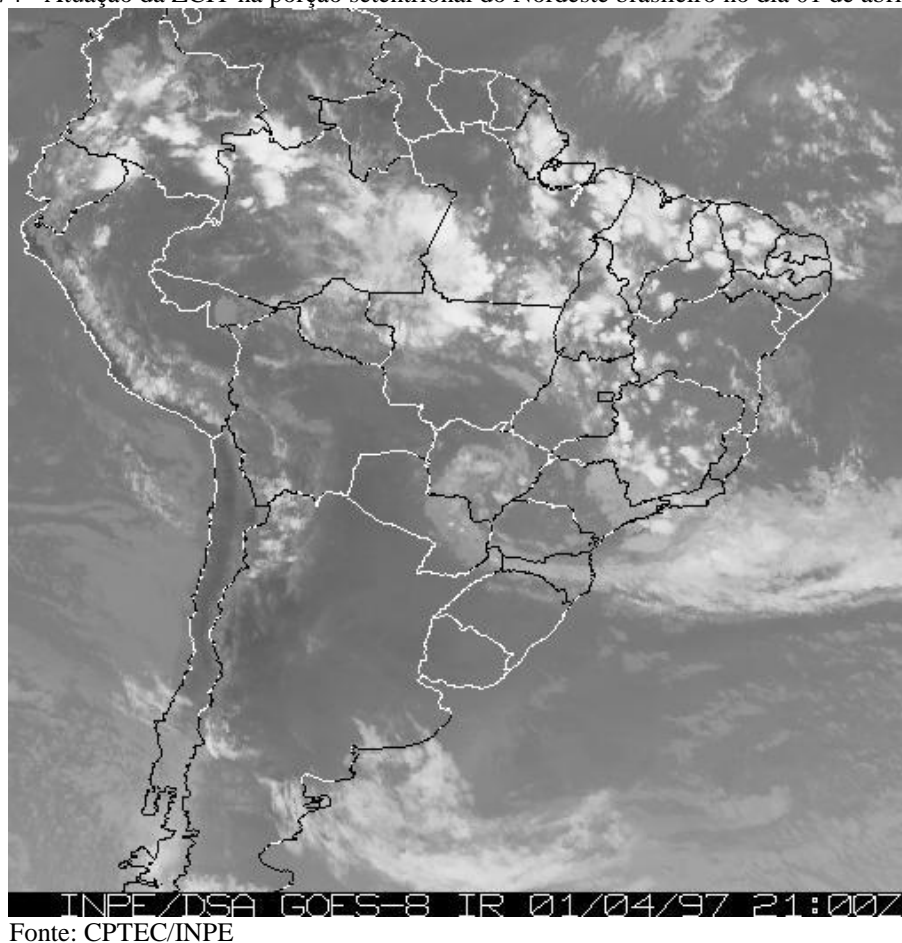
A chuva de 162 milímetros, registrada em duas horas, causou destruição e prejuízos para os moradores do Crato no Ceará. O canal, por onde passam as águas do rio Granjeiro, transbordou e inundou casas, estabelecimentos comerciais, arrastou carros e derrubou postes e árvores

CRATO, PÁGINA 12

Fonte: Banco de dados *O Povo*

Por fim, o último município analisado após a aplicação da metodologia dos máximos de precipitação, Iguatu, localizado na RPH Sertão central e Inhamuns, apresentou dois eventos extremos de Nível IV: 174,0 mm no dia 31 de janeiro de 1980 e 141,0 mm no dia 01 de abril de 1997. O primeiro, apesar do grande volume acumulado de chuva, não obteve repercussão nos registros consultados da mídia impressa. No entanto, o evento do dia 01 de abril de 1997, ocasionado por instabilidade associada à ZCIT (FIGURA 74), ganhou notoriedade na edição do dia 02 de abril de 1997 do Jornal *O Povo*.

Figura 74 - Atuação da ZCIT na porção setentrional do Nordeste brasileiro no dia 01 de abril de 1997



A matéria publicada no Jornal *O Povo* (FIGURA 75) destacou os municípios mais afetados com as fortes chuvas do dia 01 de abril de 1997 e o município de Iguatu foi destaque com o maior volume acumulado em 24 horas no dia (141,0 mm) e um dos que registrou os maiores impactos, dentre os quais: transtornos nos bairros das Brasília, Jardim Oasis, das Flores e Villa Moura; as águas do rio Jaguaribe que inundaram casas, danificando eletrodomésticos e móveis de muitos moradores; 250 famílias atingidas e mais de 50 famílias desabrigadas.

Figura 75 - Trecho da edição de 02 de abril de 1997 do Jornal O Povo.

20A (FIM) FORTALEZA - CE, QUARTA-FEIRA

**ciudades**  
2 de abril de 1997

**TEMPO**  
A temperatura no Ceará hoje varia entre 25 e 31 graus segundo a Funcepe. Dúas da Marinha apontam que a maré mais alta acontece às 12h30min atingindo 2,4 metros.

**O TEMPO NO CEARÁ HOJE**

**Chuvas**  
06h00min - 0,6  
12h00min - 2,4  
18h30min - 0,6

**Temperatura**  
Máxima (Tardá) - 31,0°C  
Mínima (Madrugada) - 25,0°C

**Chuva Relativa ao Período: 7,0h de 52,3% (27,7% em 7h de 12h30min)**

**Porto (milímetros)**  
Iguatu 141,0  
Baltio 119,0  
Iguarimirim 117,0  
Cedro 73,2  
José de Alencar 70,0  
Pacajós 45,5  
Fortim 47,4  
Juazeiro 41,0  
Chapera 40,0  
Bravo 38,0  
Apuiarés 37,0  
Catarina 25,5  
Piquet Carneiro 24,0  
Sobral 22,0  
Portelras 20,5  
São Luis do Curu 20,0  
Icó 19,2  
Aeróportu (Jaguaribe) 19,0  
São João do Jaguaribe 18,3  
Cariri 18,0  
Quiladô 17,2  
Unbuuriamá 17,2  
Tabuleiro do Norte 16,4

**Reservatório**  
Litoral e Serra da Ilapapá: Céu parcialmente nublado com chuvas isoladas.  
Sertão Central: Céu parcialmente nublado com chuvas isoladas.  
Região do Cariri: Céu parcialmente nublado com chuvas isoladas.

**SITUAÇÃO DOS AÇÚES**

Reservatório	Município	Capacidade em m³	Volume atual em m³	%
Orós	Orós	2.100.000.000	1.420.776.000	68
Banabulú	Banabulú	1.700.000.000	832.060.000	49
Pedras Brancas	Banabulú	434.049.000	88.060.000	21
Araras	Varjota	891.000.000	722.170.000	81
Edson Queiroz	Santa Quitéria	250.500.000	197.040.000	79
Ayres de Sousa	Sobral	104.400.000	69.870.000	66
Trigô	Tauá	15.500.000	11.410.000	69
Atalho	Brejo Santo	198.250.000	29.130.000	26
Cedro	Quiladô	125.694.000	17.500.000	13

**População ribeirinha teme enchente do rio Jaguaribe**

Os rios Jaguaribe e Bastões estão acima de seus níveis, provocando inundações em cidades litorâneas e apressando em populações ribeirinhas. O açúe Orós teve, na última semana, recarga de 400 milhões de metros cúbicos.

As chuvas caídas nos últimos dias no Ceará estão preocupando as populações ribeirinhas. Os rios Jaguaribe, Bastões e Conveção aumentaram de volume nas últimas 72 horas provocando alagamentos em Iguatu (Centro-Sul) e Tarrafas (Cariri) e apressando entre os moradores de Itajuba (região Jaguaribana), cidade localizada em área baixa.

Iguatu vem enfrentando dois problemas graves. O Jaguaribe, que mostrou sua força na última segunda-feira ao invadir casas, amassando móveis e utensílios domésticos. O rio já tinha batido dois metros, diminuindo a apreensão da comunidade local. Essa redução do volume d'água incentivou as famílias a retornarem para suas casas localizadas às margens do considerado "o maior rio seco do mundo".

A exemplo de Fortaleza, aquela cidade está preparada para o inverno. A chuva de 141 milímetros de segunda-feira última provocou transformações nos bairros Brasília, Jardim Oásis, das Flores e Vila Moura. Duas casas próximas ao centro comercial desabaram minutos depois de seus moradores abandonarem o lugar.

A defesa civil do município contabilizou 250 famílias atingidas. Ditas, 50 estão abrigadas em prédios públicos. As outras, preferiram ficar com parentes.

A zona rural do município não foi atingida. O prefeito de Iguatu, Hilander Bezerra, garante que a safra agrícola está garantida. A mesma sorte não teve os agricultores de Tarrafas. As plantações foram levadas pelas águas do rio Bastões. As cercas que garantiam a segurança das propriedades rurais foram arrasadas.

"As plantações se acabaram e muitos produtores vão ter de reconstruir suas fazendas", prevê o prefeito Tertuliano Cleidônio de Araújo.

Os contrastes começaram no último sábado (29), quando o rio subiu alagando casas. Tertuliano Araújo garante que 350 famílias abandonaram as residências recorrendo somente na segunda-feira (31). As estradas do município emancipado em 1988 estão intranstraváveis. Para chegar a cidade vizinha de Assaré - único acesso a Tarrafas - a população se aventura por estradas elevancadas. Os 30 km que separam os dois lugares são percorridos durante três horas.

Apreensão. É esse o sentimento dos moradores de Itajuba, cidade da cheia do Jaguaribe. A barragem construída em 1993 para levar água ao Canal do Trabalhador tem eroso e as águas já estão um metro acima de sua capacidade. "Se o rio encher mais um metro, as águas chegam na cidade", prevê no início da tarde de ontem Joãozinho Barros Bezerra, prefeito do município.

As precipitações caídas nas cabeceiras do rio Jaguaribe, na região dos Irbamama, proporcionou recarga de 400 milhões de metros cúbicos no Orós. Com capacidade para 2 bilhões 100 milhões de metros cúbicos, o açúe está com 1 bilhão 420 milhões 776 mil m³, totalizando 68% de sua capacidade.

**alimenta**  
GOURMET CENTER

COSTELA BOVINA ARGENTINA R\$ 2,05/kg  
FRÍGIDO BOVINO R\$ 1,37/kg

KIT CABRITO MAMÃO R\$ 4,80/kg  
KIT HAMBURGER BOGHI R\$ 1,80/kg

As máximas do Holmes As ofertas elementares.

América Express Visa Creditcard Dinam

Av. Dom Lúcia, 1112 Fone: 267.3232

Fonte: Banco de dados O Povo

Após a análise realizada dos eventos extremos de maior intensidade (Nível IV) nos municípios de Sobral, Itapipoca, Fortaleza, Tianguá, Icó, Crato e Iguatu, fica perceptível que a grande maioria dos eventos desencadearam impactos e prejuízos muito vultosos, com inúmeras pessoas atingidas e forte repercussão nas mídias eletrônica e impressa.

A repercussão foi mais forte principalmente naqueles municípios com maior taxa de urbanização e/ou presença de uma população mais vulnerável à ocorrência de eventos extremos, tais como Fortaleza, Crato e Sobral.

Vale destacar também que a grande maioria dos registros de eventos extremos diários foram verificados nos primeiros meses do ano, geralmente associados à Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, principal sistema atmosférico causador de chuvas na porção setentrional do Nordeste brasileiro.

No entanto, alguns eventos extremos diários de chuva também foram ocasionados por outros sistemas atmosféricos, como os Complexos Convectivos de Mesoescala - CCM, Ondas de Leste e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCAN. Este último ganha destaque por sua maior ocorrência no Estado quanto ao desencadeamento de eventos considerados extremos.

## **8. DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À INUNDAÇÃO E ESTIAGEM NO ESTADO DO CEARÁ.**

Os desastres naturais que mais ocorrem no Estado do Ceará estão relacionados à ocorrência ou a escassez da precipitação. São eles: as estiagens e inundações. Os impactos dos eventos de inundações e estiagens provocam impactos ambientais e humanos em várias regiões do Estado, podendo ser potencializados em áreas de elevada vulnerabilidade socioambiental.

Apesar de determinados eventos provocarem prejuízos muito vultosos e impactos que certamente indicariam a ocorrência e caracterização de um desastre, há uma grande dificuldade de definir um limiar que permita a identificação (ou não) de um evento como desastre natural.

No intuito de detectar sinais de ocorrência de desastres naturais nos municípios cearenses, os impactos dos eventos de estiagens e inundações foram analisados a partir 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 pública.

Além de permitir uma caracterização de determinados eventos como desastre natural de forma mais operacional, tal metodologia contribui para uma observação mais detalhada da ocorrência de desastres naturais em diferentes regiões do Estado. Afinal, as informações que serão detalhadas mais adiante permitem uma análise da distribuição geográfica de desastres naturais em diferentes áreas do Estado, bem como os impactos que estes ocasionaram.

As informações qualificadas utilizadas foram disponibilizadas pela Defesa Civil do Estado e também encontradas no banco de dados de desastres naturais (S2ID). Estas foram posteriormente condensadas em um único documento que permitiu a avaliação/análise de inundações e estiagens em diferentes períodos e em determinados municípios, a partir dos decretos de situação de emergência/estado de calamidade pública e número de atingidos (disponibilizados nos relatórios de Avaliação de Danos dos municípios).

Após a organização das informações, é possível identificar que a Defesa Civil do Estado do Ceará classifica as inundações em diferentes tipos: enchentes ou inundações graduais (águas elevam-se paulatinamente, mantendo-se a estação de cheia por certo tempo e depois escoam); enxurradas ou inundações bruscas (provocadas por chuvas intensas e

concentradas); alagamentos (águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas); e inundações litorâneas (brusca invasão do mar, provocada por vendavais, ciclones tropicais, trombas d'água, tsunamis e ressacas intensificadas) (CASTRO, 2003).

Independente dos tipos de inundações, fica claro que qualquer uma destas podem provocar algum tipo de impacto, podendo caracterizar um desastre natural. Assim, não cabe aqui fragmentar tais tipos de inundação no levantamento das informações qualificadas que permitirão a identificação de sinais de ocorrência de desastres naturais. Seja qual for seu subtipo, tais eventos serão aqui caracterizados como inundação.

Quanto à estiagem, estas são entendidas, de acordo com a Defesa Civil, como o resultado de uma redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou ausência de chuvas que são previstas para um período determinado. A seca, outro termo bastante utilizado no vocabulário popular e em trabalhos relacionados à temática em estudo, é entendido pela Defesa Civil como uma estiagem prolongada (CASTRO, 2003). Neste caso, o termo que será utilizado para fazer menção a períodos com ausência/escassez de precipitação será estiagem.

Além das estiagens e inundações, também é possível identificar alguns registros na Defesa Civil de outros eventos que poderiam ser caracterizados como desastre natural, tais como as erosões marinhas no município de Caucaia e alguns abalos sísmicos nos municípios de Meruoca, Sobral, Itapipoca, dentre outros. No entanto, tais eventos geralmente não possuem impactos significativos e são de ocorrência mais pontual e com baixa frequência, não representando dessa forma um risco iminente quando se considerados os possíveis impactos que podem ser ocasionados por desastres naturais no Estado do Ceará.

Outra importante observação diz respeito aos decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública que podem possuir um caráter questionável, uma vez que envolve questões tipicamente políticas nos municípios para angariar recursos ou até mesmo podem não ser registrados em determinadas áreas do Estado (por falha no banco de dados ou por negligência da Defesa Civil ou de autoridades do município).

Apesar da importante relevância em se analisar mais detalhadamente os decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública, tal esforço seria inviável, uma vez que as portarias não dispõem de mecanismos de análise mais profunda, o que permitiria identificar a veracidade e deficiências em algumas informações levantadas sobre os municípios.

Assim, todos os decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública serão considerados, ainda que alguns anos considerados secos ou muito chuvosos não apresentem decretos. Esta situação pode ocorrer devido à falha no sistema de catalogação de tais decretos ou até mesmo porque o período em que houve a decretação de emergência pode ocasionar algumas dúvidas na interpretação dos dados. O ano de 2009, por exemplo, pode explicar esta última situação, pois o mesmo (que foi considerado como um ano muito chuvoso) apresentou decretos de situação de emergência por estiagem em alguns municípios cearenses. Isto ocorreu porque os decretos entraram em vigência ainda no ano de 2008 e seu término foi registrado somente nos meses iniciais do ano de 2009, quando as chuvas já se destacavam em boa parte do Estado. Tal situação também foi verificada nos anos de 2004 e 2008, em menor escala.

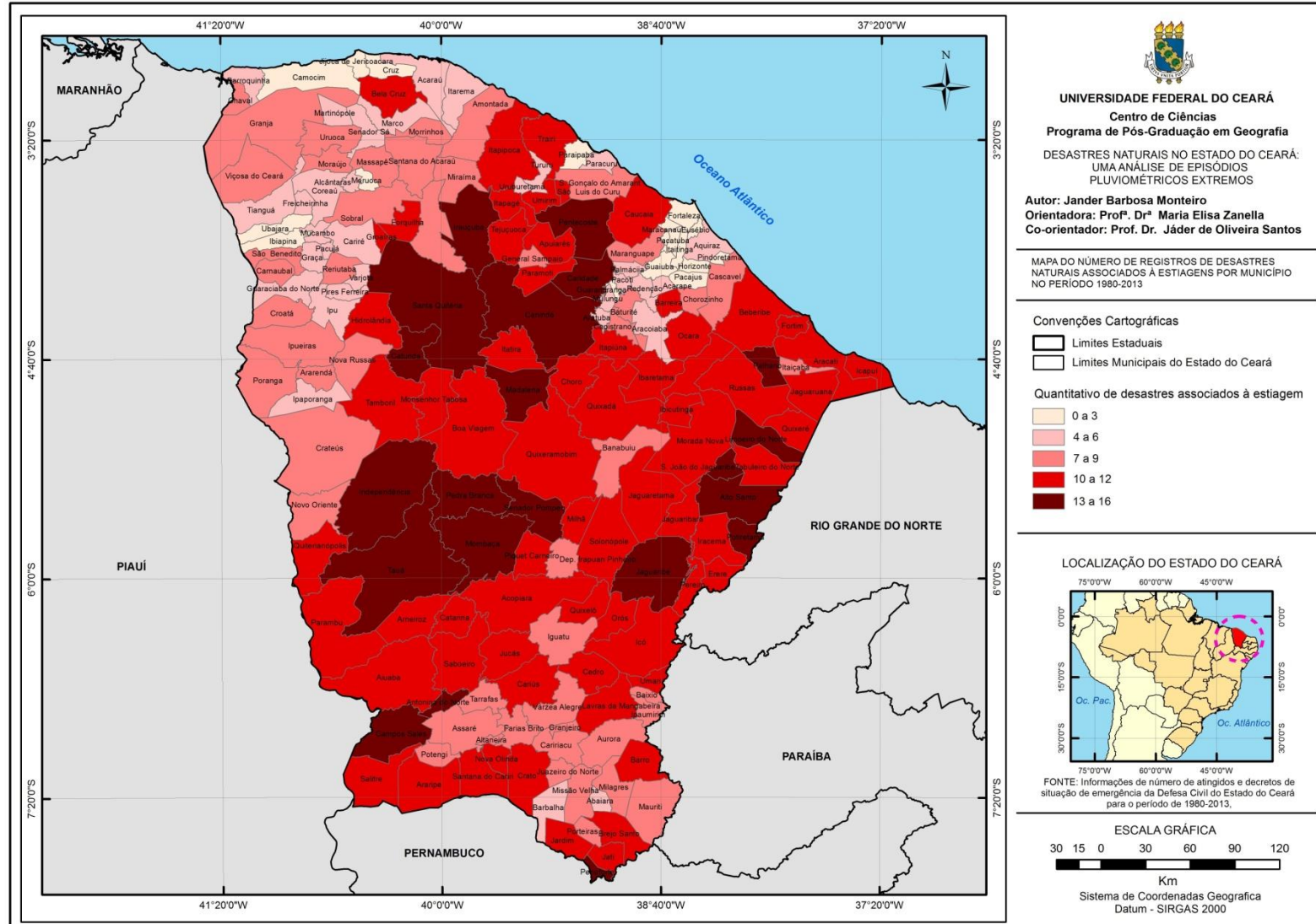
O ano de 1998, considerado como um dos anos mais secos da série histórica utilizada, também merece uma análise mais detalhada na interpretação dos registros de situação de emergência, já que a vigência dos mesmos só tiveram seu término no ano de 1999, sendo então registrados como se tivessem ocorrido neste último ano.

Após a tabulação dos registros de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, bem como do número de atingidos por inundações e estiagens por ano e município, é possível identificar algumas regiões e/ou municípios do Estado em que se verificam situações de desastres naturais associados a inundações ou estiagens, segundo metodologia já mencionada do Banco de Dados EM-DAT.

Os maiores quantitativos de desastres associados a estiagens podem ser verificados em alguns municípios do sertão central do Estado e alguns, em menor número, na porção meridional e oriental do Estado (FIGURA 76). Assim, o destaque maior fica para as Regiões do Sertão Central e Inhamuns e Jaguaribana, as quais apresentaram um número mais expressivo de municípios em que podem ser verificadas situações de desastre natural associado a estiagens.



Figura 76 - Número de desastres naturais associados a estiagens por município no período 1980-2013



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em contrapartida, grande parte dos municípios localizados nas regiões Litoral 1 e Litoral 3 (que engloba praticamente os municípios que compõem a Região Metropolitana de Fortaleza), além de alguns poucos municípios isolados em outras RPH's, apresentaram poucos sinais de ocorrência de desastres associados à estiagens nos anos da série histórica em análise (1980-2013).

Tauá e Caridade (ambos situados na RPH Sertão Central e Inhamuns) apresentam o maior número de ocorrência de desastres naturais associados à estiagem, totalizando sinais de desastres em dezesseis anos da série histórica em análise (TABELA 10).

Tabela 10 – Número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios em que foram identificados desastres por estiagens em pelo menos 15 ou 16 anos da série histórica.

ANO	Tauá	Caridade	Madalena	Mombaça	Pedra Branca	Jaguaribe	S. João do Jaguaribe
<b>1983</b>			(ECP)	(ECP)		(ECP)	
<b>1993</b>	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)
<b>1999</b>	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)
<b>2000</b>	(ECP)	(ECP)		(ECP)	(ECP)	(ECP)	(ECP)
<b>2001</b>	24570 (ECP)	6610 (ECP)	5025 (ECP)	8910 (ECP)	11440	4680 (ECP)	980 (ECP)
<b>2002</b>	21621	9515	6030	11200 (SE)	7555	7405 (SE)	730
<b>2003</b>	15347 (ECP)	576 (SE)	5710	11200 (SE)	7555 (SE)	3800 (SE)	766 (SE)
<b>2004</b>	26327	9315 (SE)	8300 (SE)		3212		
<b>2005</b>	20181 (SE)	7223 (SE)	13377 (SE)	23747 (SE)	15395 (SE)	14865 (SE)	3611 (SE)
<b>2006</b>	21737 (SE)	7223 (SE)	13479 (SE)	19880 (SE)	15787 (SE)	10608 (SE)	3611 (SE)
<b>2007</b>	22962 (SE)	7223 (SE)	8481 (SE)	19482 (SE)	15787 (SE)	12066 (SE)	4616
<b>2008</b>	9160 (SE)	8910 (SE)	8161 (SE)	19482 (SE)	10055 (SE)	2295 (SE)	2010 (SE)
<b>2009</b>	(SE)	(SE)	(SE)		(SE)	(SE)	(SE)
<b>2010</b>	23714	8910 (SE)		19366 (SE)	(SE)	14459	4716
<b>2011</b>	37667 (SE)	9250 (SE)	10435 (SE)	(SE)			4716 (SE)
<b>2012</b>	37667 (SE)	13720 (SE)	12398 (SE)	22000 (SE)	19380 (SE)	25873 (SE)	6988 (SE)
<b>2013</b>	37667 (SE)	8497 (SE)	12398 (SE)	23874 (SE)	19380 (SE)	25873 (SE)	7093 (SE)

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará

Em Tauá foi decretado inclusive Estado de Calamidade Pública em cinco anos da série histórica em análise (1993, 1999, 2000, 2001 e 2003). Também foi decretado Estado de Calamidade Pública em Caridade nos mesmos anos, exceto 2003. Apesar da estiagem de 1983 ser considerada uma das mais impactantes no período em análise, não foi registrado número de atingidos e decretos de Situação de Emergência para estes dois municípios. No entanto, deve-se considerar que nos primeiros anos da década de 1980, as informações ainda possuíam certa limitação, uma vez que não foram verificados registros com número de atingidos e, em alguns casos, possível ausência de informações, ainda que os municípios possuíssem populações que foram impactadas de alguma forma com a estiagem.

Outros municípios da região Sertão Central e Inhamuns figuram entre os municípios onde foram verificados em pelo menos quinze anos da série histórica algum sinal

de desastre natural. São eles: Madalena, Mombaça e Pedra Branca. Curiosamente, foi decretado Estado de Calamidade Pública no município de Mombaça em três anos consecutivos (1999, 2000 e 2001), bem como nos anos de 1983 e 1993, considerados anos de forte seca para o Estado. Os inúmeros decretos de Situação de Emergência neste município também se destacam na série histórica em análise.

Na região Jaguaribana, dois municípios também figuram com um expressivo quantitativo de sinais de desastre natural em quinze anos da série histórica em análise (1980-2013): Jaguaribe e São João do Jaguaribe. Potiretama, também da Região Jaguaribana, não fica muito distante, com sinais de desastre natural em quatorze anos. Campos Sales e Catunda da RPH Sertão Central e Inhamuns também figuram no mesmo patamar.

Não muito distante, ainda na RPH Sertão Central e Inhamuns, os municípios de Independência, Santa Quitéria, Senador Pompeu, Canindé e Antonina do Norte, também destacam-se por possuírem sinais de desastre em treze anos da série histórica. Além destes, também é possível destacar os municípios de Alto Santo, Limoeiro e Palhano (localizados na RPH Jaguaribana) e o município de Penaforte (localizado na RPH Cariri).

Além destes supracitados, dois municípios da região Litoral 2 chamam atenção pelos sinais de desastre verificados em treze anos da série histórica: Irauçuba e Pentecoste. Ainda que estejam localizados na RPH Litoral 2, estes municípios apresentam características geoambientais semelhantes as de alguns municípios da RPH Sertão Central e Inhamuns, por estarem localizados em uma porção limítrofe entre as duas RPH's.

Irauçuba, inclusive, apresenta um núcleo de aridez condicionado pelos sistemas de circulação atmosférica regionais e pela posição geográfica a sotavento do Maciço Residual de Uruburetama, influenciando para ocorrência de baixas precipitações concentradas em poucos meses e com alta variabilidade interanual, além de elevados índices de evapotranspiração anual (SALES; OLIVEIRA, 2006).

Fica perceptível também que aqueles municípios que destacam-se pelo expressivo número de decretos de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, bem como de sinais de desastres naturais oriundos a partir de estiagens, situam-se predominantemente em porções do Estado onde ocorrem, do ponto de vista geoambiental, os Sertões (SOUZA, 2007), sejam em porções mais ao norte do Estado (Sertões do Centro-Norte), mais ao Sul (Sertões do Sul) e até mesmo em algumas áreas do Estado que apresentam núcleos de desertificação.

Além da escassez e irregularidade das chuvas, estas áreas possuem limitações naturais que podem influenciar na vulnerabilidade local, dificultando respostas positivas da população local quando ocorrem estiagens. Entre elas podemos citar a susceptibilidade à erosão dos solos, solos rasos e pedregosos, afloramentos rochosos, bem como a própria vulnerabilidade à desertificação e salinização de solos e corpos d'água (SOUZA, 2007).

Além destas limitações, outras de extrema importância são aquelas relacionadas ao potencial hídrico dos sertões cearenses. Os recursos hídricos subterrâneos são limitados devido à presença de um terreno cristalino que dificulta a infiltração da água, restringindo-se a existência de falhas geológicas que podem armazenar de alguma forma esta água em porções subterrâneas. Porém, muitas vezes estas águas possuem elevado teor de sais. Os cursos d'água geralmente são intermitentes, o que os tornam dependentes da água proveniente das chuvas escassas e irregulares da região. Por fim, as elevadas temperaturas que ocorrem no sertão nordestino acabam por contribuir para uma elevada evapotranspiração, dificultando ainda mais o armazenamento da água nos corpos hídricos em períodos de longa estiagem.

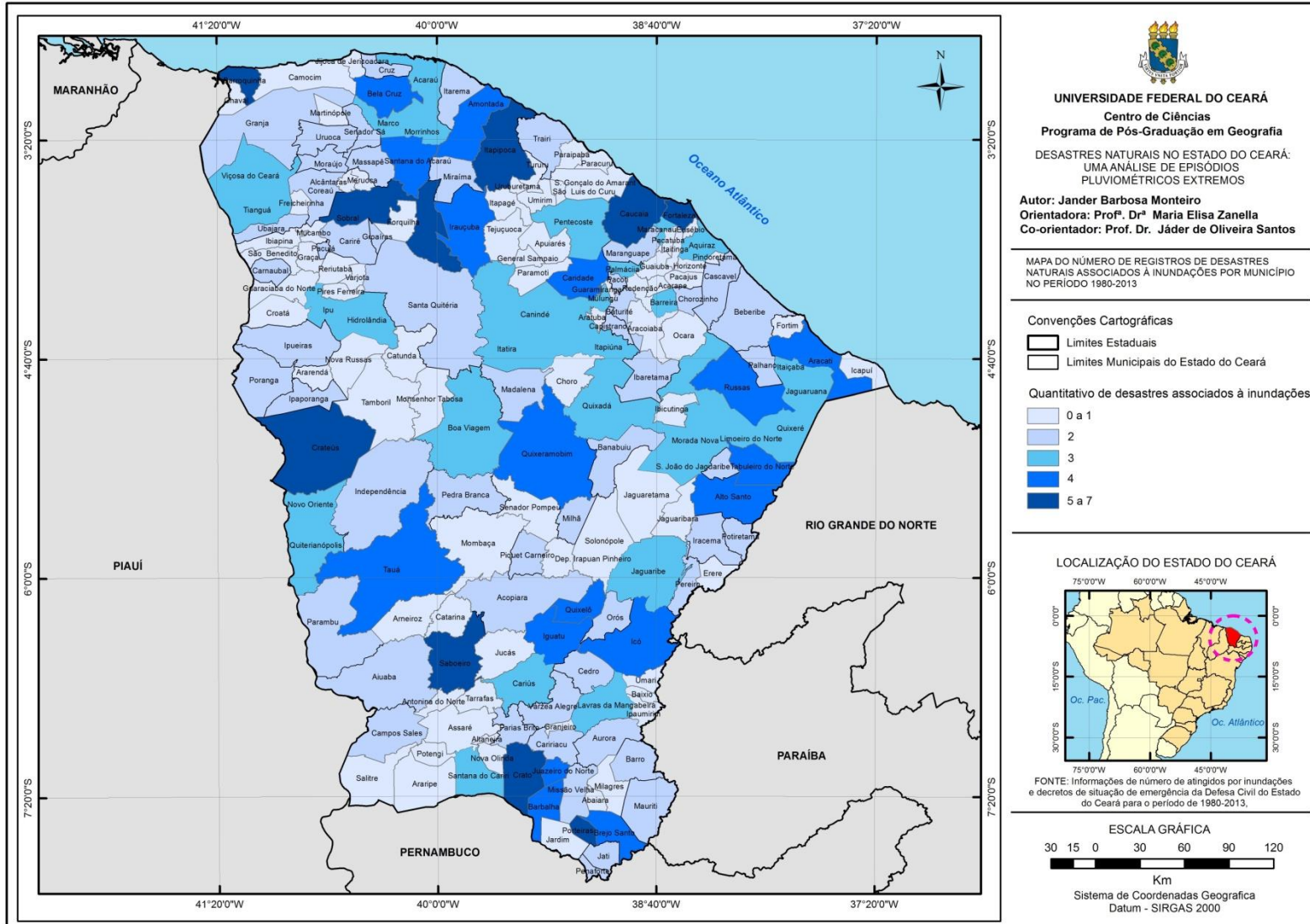
Apesar de todas essas limitações, o sertão é considerado um ambiente de vulnerabilidade mediana (OLÍMPIO, 2013), do ponto de vista natural. No entanto, quando degradada, esta área tende a evoluir para uma vulnerabilidade alta. A degradação dos sertões cearenses ocorreram desde os primórdios de sua ocupação, associada à diversas atividades, como a pecuária extensiva de bovinos e caprinos, o algodão, culturas de subsistência e o extrativismo vegetal. Tais atividades degradaram e continuam degradando consideravelmente este espaço a partir do desmatamento, caça e práticas agrícolas que promovem queimadas e diminuem o tempo de pousio do solo.

Soma-se a isso a vulnerabilidade social relativamente elevada das populações que residem nestas áreas semiáridas, a qual pode dificultar a adoção de estratégias de adaptação para lidar com situações de desastre natural, uma vez que estas populações geralmente apresentam baixo poder aquisitivo (condição de renda precária), dificuldade quanto ao acesso de uma educação de qualidade que também contribui para que o indivíduo e a família desenvolvam estratégias para a convivência com o semiárido e sistema de saúde deficiente ou com difícil acesso. Até mesmo o acesso a serviços de abastecimento de água, coleta de resíduos e esgotamento sanitário também influenciam na vulnerabilidade social de populações que residem no sertão. Ou seja, até aspectos relacionados ao desenvolvimento de políticas públicas podem contribuir na diminuição da vulnerabilidade social das populações que habitam estas áreas.

Todos estes fatores combinados contribuem para que a vulnerabilidade social destes municípios localizados em porções onde ocorrem as depressões sertanejas (ainda que seja em uma pequena parcela do município) seja considerada entre média a muito alta (OLÍMPIO, 2013).

Quanto à ocorrência de desastres naturais associados a inundações, os municípios que recebem maior destaque são aqueles situados na porção setentrional do Estado (nas RPH's Litoral 1, Litoral 2 e Litoral 3), bem como na porção meridional (FIGURA 77) do Estado (na RPH Cariri). Há também raras exceções de municípios situados na RPH Sertão Central e Inhamuns (caso de Crateús e Saboeiro), que apresentaram um quantitativo considerável quanto à ocorrência de desastres naturais associados a inundações.

Figura 77 - Número de desastres naturais associados a inundações por município no período 1980-2013



Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista natural, estes municípios estão situados em zonas que podem apresentar uma predisposição à ocorrência de eventos extremos de chuva, uma vez que possuem uma localização geográfica em áreas de atuação de importantes sistemas atmosféricos que geralmente desencadeiam tais fenômenos.

É o caso dos municípios de Sobral e Barroquinha (localizados na RPH Litoral 1), Itapipoca (RPH Litoral 2), bem como Fortaleza e Caucaia (da RPH Litoral 3), todos localizados na porção setentrional do Estado, em áreas onde geralmente atua, com maior frequência que em outras áreas do Estado, o principal sistema atmosférico causador de chuvas no setor Norte do Nordeste brasileiro: a Zona de Convergência Intertropical.

Nos anos considerados chuvosos e onde a ZCIT teve importante atuação foram identificados os principais sinais de desastres naturais oriundos a partir de inundações na porção setentrional do Estado. Assim foi possível verificar que boa parte dos decretos de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública nos municípios de Fortaleza, Caucaia, Itapipoca, Sobral e Barroquinha se deram nos anos de 1985, 1986, 2008 e 2009, anos com chuvas acima da normal para estas Regiões Pluviometricamente Homogêneas.

No entanto, há também exceções. Decretos de Situação de Emergência e até de Estado de Calamidade Pública indicam que muitas populações foram atingidas inclusive em anos que não foram considerados chuvosos. É o caso dos anos de 2001, 2002, 2003, 2004 e 2011 (TABELA 11).

Tabela 11 – Número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios das RPH's Litoral 1, 2 e 3 em que foram identificados desastres por inundações em 5 ou mais anos da série histórica.

<b>ANO</b>	<b>Sobral</b>	<b>Barroquinha</b>	<b>Itapipoca</b>	<b>Fortaleza</b>	<b>Caucaia</b>
<b>1985</b>	(SE)		(SE)	(SE)	
<b>1986</b>				(SE)	
<b>2001</b>				(ECP)	(ECP)
<b>2002</b>				145805	41354
<b>2003</b>	(SE)	510 (SE)			(SE)
<b>2004</b>	15979 (SE)	1490	15000	134413	8104 (SE)
<b>2008</b>	180	3800	10296 (SE)		
<b>2009</b>	7754 (SE)	12000 (SE)	10012 (SE)	39596	1100
<b>2011</b>		10000 (SE)	2000		

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará.

O ano de 2001, por exemplo, foi considerado seco para outras regiões do Estado como a RPH Jaguaribana, a RPH Cariri e RPH Sertão Central e Inhamuns. No entanto, para as RPH's Litoral 1, 2 e 3, o volume de chuva ficou dentro da normal no período correspondente ao quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio).

Mesmo com um volume de chuvas dentro da normal, foi decretado Estado de Calamidade Pública nos municípios de Caucaia e Fortaleza. O que pode justificar tal decreto é a ocorrência de alguns eventos de fortes chuvas, concentradas nos meses iniciais do ano, provavelmente desencadeados por influência da ZCIT. Só no mês de abril, Caucaia e Fortaleza registraram expressivos acumulados de chuva com 842,6 mm e 817,5 mm (Posto FUNCEME), respectivamente. Neste mês, inclusive, foi verificado dois eventos de chuva que podem ser considerados como extremos e que ocorreram no mesmo dia (11 de abril de 2001) nos dois municípios, com 141,0 mm registrados em Caucaia e 124,2 mm em Fortaleza. Além destes, o posto sede de Caucaia também registrou um acumulado de chuva de 93,0 mm no dia 09 de abril de 2001, enquanto que o Posto Funceme em Fortaleza registrou cerca de 102,4 mm no dia 20 de abril de 2001.

Já no ano de 2002, Fortaleza e Caucaia apresentaram um acumulado de chuva considerado acima da normal, sendo considerado um ano chuvoso quando observado o período entre os meses de fevereiro e maio. No entanto, o município de Itapipoca ficou apenas dentro da normal, enquanto que os municípios de Barroquinha e Sobral, ambos da RPH Litoral 1 apresentaram volumes de chuva abaixo da normal e o ano de 2002 foi caracterizado como seco nestes municípios.

O número de atingidos por inundações no ano de 2002 foi bem expressivo nos municípios de Caucaia e Fortaleza, com mais de quarenta mil pessoas atingidas no primeiro e mais de cento e quarenta mil pessoas atingidas no segundo, o que acaba por caracterizar um sinal de desastre natural. Apesar do número de atingidos, não houve decretos de situação de emergência por inundação e, mais uma vez, o mês de abril figura como o mais chuvoso, com um acumulado de 442,8 mm em Caucaia e 523,1 mm em Fortaleza (Posto FUNCEME).

O ano de 2003 apresentou chuvas dentro da normal para a maioria dos municípios do Estado do Ceará. Porém, a grande maioria dos municípios situados nas RPH's Litoral 1, 2 e 3 obtiveram acumulados de chuva acima da normal e o ano de 2003 para estes municípios foi considerado como chuvoso ou muito chuvoso. Sobral, Barroquinha e Caucaia acabaram decretando situação de emergência por inundação.

Foi no ano de 2003, inclusive, que Sobral registrou o seu maior volume de chuva da série histórica acumulado em um dia: incríveis 141,0 mm no dia 21 de março de 2003, o qual foi desencadeado a partir da atuação da ZCIT e que influenciou em diversos impactos na cidade, já mencionados anteriormente. Curiosamente, o mês de março acabou figurando como o mês mais chuvoso nestes três municípios, com acumulados mensais de chuva que



ultrapassavam os 400,0 mm. Certamente, grande parte deste acumulado deve-se a forte atuação da ZCIT na porção setentrional do Estado neste mês.

Sobral, Barroquinha, Itapipoca, Fortaleza e Caucaia apresentaram algum sinal de desastre natural no ano de 2004, seja por decreto de Situação de Emergência ou pelo número de atingidos por inundações. O que torna a análise intrigante é justamente o fato de que em todos estes municípios, exceto Barroquinha, os acumulados de chuvas estariam situados dentro da normal. Sobral e Caucaia decretaram inclusive Situação de Emergência por conta das fortes inundações.

Buscando justificar o expressivo número de atingidos por inundações no ano de 2004, é possível apoiar-se em duas observações. Inicialmente, cabe destacar que neste ano ocorreram muitos eventos extremos diários de chuva isolados no primeiro semestre. Considerando o limiar de 50,0 mm de chuva, somente em Barroquinha foram registrados dez dias com acumulado de chuva acima deste limiar, seguido por Fortaleza com oito registros, Caucaia com sete, Itapipoca com quatro e Sobral com dois registros.

Foi no ano de 2004 também que Fortaleza registrou o seu maior acumulado de chuva diário em toda a série histórica: 250,0 mm de chuva no dia 29 de janeiro de 2004. Todas as áreas de risco da cidade (mapeadas até aquele ano) foram atingidas e ficaram alagadas, inúmeras famílias ficaram em desabrigo ou foram afetadas de alguma forma<sup>19</sup>.

Neste mesmo dia foram registrados eventos extremos em outros municípios, devido à atuação conjunta da Zona de Convergência Intertropical- ZCIT e um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis – VCAN. Barroquinha registrou 158,0 mm de chuva e Caucaia 116,4 mm.

No entanto, os sinais de desastres naturais e os impactos não podem ser explicados apenas pelo volume de chuva acumulado nestes municípios das RPH's Litoral 1,2 e 3. Nos últimos anos, estes municípios, principalmente Fortaleza, Sobral e Caucaia vem enfrentando um elevado crescimento demográfico e de suas áreas urbanas, recebendo um contingente populacional cada vez maior. Contingente este que cresce de forma desordenada no espaço urbano e muitas vezes ocupam áreas vulneráveis do ponto de vista natural, o que coloca tais populações em situação de risco iminente quando da ocorrência de um evento extremo de chuva. Soma-se a isso a dificuldade destas populações em lidar com situações de desastre, de adaptar-se a estas situações, por diversos motivos (desde a condição social, até o apoio do governo através de políticas públicas).

---

<sup>19</sup> Os impactos deste evento já foram descritos nos capítulos anteriores.

Assim, pode-se levantar aqui indagações a respeito da vulnerabilidade social destas populações que habitam estas cidades cearenses, as quais podem sofrer um ônus desproporcional quando ocorre um evento extremo de grande magnitude, contribuindo para elevar o número de atingidos e até mesmo os impactos provenientes de desastres naturais.

O ano de 2011, apesar de apresentar-se como um ano normal quanto ao acumulado de chuva no quadrimestre chuvoso para algumas Regiões Pluviometricamente Homogêneas, como a RPH Litoral 1, foi considerado chuvoso para as RPH's Litoral 2 e 3. Talvez não foi dado tanto destaque ao comportamento normal ou chuvoso nas Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado porque a chuva ficou muito concentrada nos meses iniciais do ano, enquanto que nos demais meses se veiculava na mídia eletrônica e impressa mais uma situação de estiagem no Estado. Além disso, tal comportamento chuvoso nos meses iniciais do ano de 2011 pode ser considerado apenas uma “trégua” à forte estiagem que já se desenhava no ano anterior (2010) e que se consolidou nos anos de 2012 e 2013, ganhando forte destaque na mídia eletrônica e impressa (FIGURA 78).

Figura 78 - Estiagem é destaque de capa do Jornal O Povo na edição de 08 de dezembro de 2013



Fonte: Acervo O Povo

Sinais de desastre natural relacionados à inundações foram identificados nos municípios de Barroquinha e Itapipoca no ano de 2011 devido ao número de pessoas atingidas nos dois municípios (10000 e 2000, respectivamente) e decreto de Situação de Emergência no primeiro.

Fortaleza e Caucaia, apesar de não apresentarem informações que caracterizem desastre natural obtiveram acumulados de chuva bem expressivos no ano de 2011. Em Fortaleza foram registrados mais de 2000 mm de chuva somente no primeiro semestre do ano, enquanto que em Caucaia foi registrado em torno de 1800 mm de chuva no mesmo período. Inclusive, as chuvas de Pré-estação nestes dois municípios foram bem expressivas. O mês de janeiro acabou figurando como o mais chuvoso em Fortaleza e Caucaia, apresentando um comportamento atípico quanto ao acumulado de chuva (681,6 mm em Fortaleza e 524,3 mm no município de Caucaia).

Por fim, cabe destacar também os sinais de desastres naturais nas RPH's Litoral 1, 2 e 3 naqueles anos considerados tipicamente chuvosos quando ao acumulado de chuva. É o caso dos anos de 1985, 1986, 2008 e 2009. Nestes anos choveu acima da normal em todas as Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado, sem exceções.

O ano de 1985 é destaque, apresentando-se como o ano mais chuvoso da série histórica em análise. Entre os municípios da RPH Litoral 1, 2 e 3 com maior número de registros de desastre, foram identificados sinais de desastre natural apenas em três: Fortaleza, Sobral e Itapipoca, devido aos decretos de situação de emergência. No entanto, acredita-se que este número pode ser maior, uma vez que as informações de decretos de situação de emergência e número de atingidos nos anos iniciais da série histórica em análise são muito limitadas. Assim, a carência de informações pode dificultar a análise, bem como a identificação de impactos e registros de desastres naturais.

Registros realizados na mídia impressa podem contribuir na análise dos impactos, como a notícia veiculada na edição de 04 de abril de 1985 do Jornal O Povo (FIGURA 79). No corpo da notícia, destaca-se as mais de 66000 pessoas atingidas no Estado pelas fortes inundações e os impactos identificados na cidade de Fortaleza.

Figura 79 - Trecho de matéria da edição de 04 de abril de 1985 do Jornal O Povo



Fonte: Acervo O Povo

O ano seguinte (1986) também apresentou volumes de chuva muito acima da normal em praticamente todas as RPH's. Somente no mês de março, foram registrados em Fortaleza quase 800 mm de chuva e foi justamente neste município que foi identificado um sinal de desastre natural, por conta de um decreto de Situação de Emergência.

Anos chuvosos como estes só foram identificados duas décadas depois. O ano de 2008 apresentou-se como um ano chuvoso. Mas o destaque maior fica para o ano de 2009. Em Sobral, Barroquinha e Itapipoca podem ser identificados sinais de desastre natural tanto em 2008 como em 2009, enquanto que em Fortaleza e Caucaia, tais sinais só foram identificados no ano de 2009.

Sobral, Barroquinha e Itapipoca decretaram Situação de Emergência no ano de 2009, o que já caracteriza uma situação de desastre. Além disso, os 7754 atingidos em Sobral, 12000 atingidos em Barroquinha e mais de 10000 atingidos em Itapipoca por inundações não deixam dúvidas quanto a identificação de um desastre natural nestes municípios. Fortaleza obteve um número de atingidos ainda mais expressivo, de quase 40000 habitantes.

As fortes chuvas na cidade ganharam destaque na mídia eletrônica e impressa. Jornais locais veiculavam na televisão constantemente os efeitos provenientes das fortes chuvas que ocorriam no ano de 2009. Notícias como a da capacidade do Açude Castanhão

que atingiu mais de 90% e os inúmeros decretos de situação de emergência circularam bastante em diversos jornais televisivos no mês de maio.

A capa da edição de 08 de maio de 2009 do Jornal O Povo ganhou forte repercussão. Além dos impactos das fortes chuvas, destacavam-se campanhas de doação de alimentos, roupas e água potável para as famílias atingidas, bem como o layout da capa (FIGURA 80) que fazia referência inclusive a música Súplica Cearense, já interpretada por vários músicos brasileiros, de autoria de Waldeck Artur de Macedo.

Figura 80 - Capa da edição de 08 de maio de 2009 do Jornal O Povo



Fonte: Acervo O Povo

Após a análise dos municípios localizados nas RPH's litorâneas, também é possível identificar quatro municípios que se destacam quanto à ocorrência de desastres

naturais relacionado à inundações em porções mais interioranas do Estado. São eles: Crato e Porteiras, localizados na RPH Cariri e Crateús e Saboeiro, na RPH Sertão Central e Inhamuns (TABELA 12).

Tabela 12- Número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) nos municípios das RPH's Cariri e Sertão Central e Inhamuns em que foram identificados desastres por inundações em 5 ou mais anos da série histórica.

<b>ANO</b>	<b>Crato</b>	<b>Porteiras</b>	<b>Crateús</b>	<b>Saboeiro</b>
<b>1985</b>			(SE)	(SE)
<b>2002</b>		1360 (SE)		
<b>2003</b>	1834 (SE)		(SE)	
<b>2004</b>	643 (SE)	5179 (SE)	39436 (SE)	5337
<b>2005</b>	958			
<b>2008</b>	11792 (SE)	5045 (SE)	25591 (SE)	5328
<b>2009</b>	11205 (SE)	210	13011 (SE)	4930
<b>2011</b>	15809 (SE)	1200 (SE)		360
<b>2012</b>	5013 (SE)			

Fonte: Defesa Civil do Estado do Ceará.

Certamente, o município de Crato é o que mais se destaca dentre os municípios interioranos, tanto pelo número de atingidos, como pelo número de decretos de situação de emergência na série histórica (seis decretos ao todo). Mesmo em anos considerados secos para a RPH Cariri (caso dos anos de 2005 e 2012), houve decretos de Situação de Emergência e atingidos por inundações no município, indicando sinais de desastre natural.

Como já foi visto anteriormente, o município já ganhou destaque de capa em importantes jornais impressos e na mídia eletrônica do Estado do Ceará (FIGURA 81) e atualmente figura como um dos municípios mais atingidos por inundações no Estado. Um dos fatores que pode contribuir para uma maior predisposição à ocorrência de inundações na cidade é a presença do rio Granjeiro, parte canalizado, e que corta a cidade em uma de suas principais vias, além da vulnerabilidade social de algumas populações que abrigam áreas sujeitas às inundações no município. Estes dois fatores podem contribuir para um incremento dos impactos provenientes de fortes chuvas.

Figura 81 - Forte chuva em 2012 que comprometeu a estrutura do canal do rio Granjeiro no Crato



Fonte: g1.globo.com (Foto: Paulo Ernesto/TV Verdes Mares)

Também localizado na RPH Cariri, o município de Porteiras também apresentou sinais de desastres naturais relacionados à inundação em pelo menos cinco anos da série histórica em análise.

Quando analisados os acumulados dos municípios de Crato e Porteiras, localizados na RPH Cariri, observa-se algumas particularidades como o fato de os meses de dezembro e janeiro já apresentarem um acumulado de chuva expressivo na maior parte dos anos, bem como o fato destes municípios apresentarem valores considerados elevados se comparados a outros municípios do semiárido nordestino.

Localizados na porção a barlavento da Chapada do Araripe, geralmente mais chuvosa, estes municípios apresentam chuvas que podem estar relacionadas tanto à Zona de Convergência Intertropical, como também a outros fenômenos atmosféricos como Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis - VCAN, as Ondas de Leste e os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM.

Contudo, além da influência do relevo (orografia) na formação de nuvens de chuva, esta região do Estado também está sujeita a receber a umidade proveniente da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS em anos que esta pode se deslocar para porções mais setentrionais do país, podendo inclusive influenciar nas chuvas do sul do Estado do Ceará.

Os anos de 2004, 2008, 2009 e 2011 foram os que obtiveram maior destaque quando observados os sinais de desastre natural nos municípios de Crato e Porteiras, pois em todos estes anos foi verificado algum sinal de desastre nos dois municípios. Neste último ano (2011) os impactos relacionados às fortes chuvas ganharam grande repercussão na mídia.

Inclusive, foi no mês de janeiro deste mesmo ano que o município de Crato registrou o seu maior acumulado de chuva na série histórica em análise, com 162,0 mm no dia 28 de janeiro, ocasionado a partir da atuação de um Complexo Convectivo de Mesoescala – CCM.

Por fim, na RPH Sertão Central e Inhamuns, os municípios de Crateús e Saboeiro foram aqueles que apresentaram o maior número de sinais de desastre na série histórica em análise. Apesar da localização geográfica (os dois estão encravados em porções interioranas influenciadas pelo Clima Tropical Semiárido), em determinados anos a ZCIT (principal sistema atmosférico que causa chuvas nesta área do Estado) consegue atingir uma posição mais meridional no Estado do Ceará, podendo ocasionar fortes chuvas, inclusive nos municípios localizados na RPH Sertão Central e Inhamuns.

Em cinco anos da série histórica foi verificado algum tipo de impacto proveniente de inundações nos municípios de Crateús e Saboeiro. No ano de 1985, o mais chuvoso da série histórica, foi decretada Situação de Emergência nos dois municípios.

Em 2003, o município de Crateús decretou novamente Situação de Emergência. No ano seguinte, em 2004, o número de atingidos em Crateús por inundações assusta: cerca de 39436 pessoas foram atingidas naquele ano. Simplesmente, foi o maior registro de número de atingidos por inundações na série histórica entre os municípios interioranos, ficando atrás apenas de Fortaleza, capital do Estado e localizado no litoral. No mesmo ano, Saboeiro registrou mais de cinco mil atingidos por inundações, caracterizando também uma situação de desastre natural.

Situações de desastre natural também ocorreram nos anos de 2008 e 2009, em ambos os municípios. No ano de 2009, inclusive, um dos mais chuvosos da série histórica, foi decretada Situação de Emergência em Crateús e Saboeiro. Em 2011, apenas em Saboeiro foi identificada uma situação de desastre por inundação.

Em estudo realizado por Olimpio (2012), Saboeiro figura como um dos municípios mais vulneráveis do Estado, quando observados aqueles aspectos já mencionados anteriormente (renda, saúde, educação, etc.). Tal vulnerabilidade relativamente elevada pode acabar influenciando no número de atingidos e até mesmo nos decretos de situação de emergência, uma vez que apresenta populações que não possuem uma boa capacidade de resiliência.

No entanto, curiosamente, alguns destes municípios muito atingidos por inundações no Estado apresentam uma vulnerabilidade relativamente baixa quando observados estes mesmos fatores. É o caso, por exemplo, de Fortaleza, Caucaia, Sobral e



Crato. Mesmo assim, cabe destacar que existem áreas altamente vulneráveis nestes municípios que, em teoria, apresentam boa capacidade de resiliência.

Nestes municípios é possível encontrar áreas de risco (do ponto de vista físico-natural) e que são habitadas por populações altamente vulneráveis, as quais sofrem um ônus desproporcional quando ocorrem fortes inundações nestas cidades.

Sabe-se também que Fortaleza, Caucaia, Sobral e o município do Crato já possuem áreas densamente urbanizadas, contribuindo assim para a deflagração de desastres naturais provenientes de inundações.

Assim, é preciso uma dose de cautela ao analisar a vulnerabilidade e resiliência de alguns municípios do Estado, pois tais análises são muito subjetivas e precisam ser detalhadas, variando de acordo com os espaços geográficos analisados dentro do próprio município. Nesse caso, estudos mais pontuais sobre a vulnerabilidade da população local tornam-se necessários, já que uma visão mais generalizada sobre o município pode mascarar a realidade.

## 9. CONCLUSÕES

Os impactos provenientes de desastres naturais relacionados à precipitação intensificaram-se no Brasil nas últimas décadas. Notícias sobre fenômenos de estiagens e inundações em diversas áreas do país são constantemente propagadas nas mídias eletrônica e impressa, principalmente devido aos prejuízos econômicos e materiais que ocasionam e os impactos sobre a sociedade, em alguns casos com vítimas fatais.

Tais impactos são incrementados devido a uma série de fatores que potencializam tais fenômenos, tais como: populações vulneráveis do ponto de vista social e muitas vezes em situação de risco (geralmente habitando áreas instáveis do ponto de vista físico-natural e com habitações precárias e irregulares), problemas de drenagem urbana e até carência de políticas públicas que possibilitem uma mitigação dos impactos e atitudes positivas de resposta à ocorrência de desastres.

Este estudo procura analisar as inundações e estiagens no Estado do Ceará, estabelecendo critérios para definir valores normais e extremos para a chuva no Estado a partir de metodologias estatísticas e verificando sua relação com a ocorrência de desastres naturais.

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa, é possível identificar a forte relação dos eventos superiores de chuva com a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, o principal sistema atmosférico responsável pelas chuvas na porção Norte do Nordeste brasileiro, onde está situado o Estado do Ceará. Na série histórica em análise (1980-2013), mais da metade dos eventos de fortes chuvas no Estado possuem alguma relação com a ZCIT. Geralmente, os maiores acumulados de chuva foram identificados nos meses de fevereiro, março, abril e maio, justamente no período de maior atuação da ZCIT.

Algumas exceções podem ser identificadas, uma vez que também ocorreram eventos de fortes chuvas nos meses de janeiro, junho e julho, por exemplo. No entanto, até alguns eventos que ocorreram em janeiro, também possuem influência da ZCIT, em alguns casos de forma combinada com outro sistema atmosférico, o que acabou por potencializar tais fenômenos. Inclusive, alguns eventos extremos de chuva que ganharam forte repercussão ocorreram a partir da ocorrência da ZCIT combinada com outros sistemas atmosféricos, como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis – VCAN.

Estes também ocasionaram, de forma isolada, eventos extremos de chuva, geralmente no primeiro semestre do ano. Ainda que em menor quantidade, outros sistemas

que geralmente atuam no primeiro semestre do ano, como os Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM e as Ondas de Leste (que geralmente ocorrem entre junho e julho), também foram responsáveis por fortes chuvas em algumas regiões do Estado no período em análise.

Cabe destacar também a ocorrência de fortes chuvas na porção meridional do Estado, na RPH Cariri. Esta região, apesar da localização geográfica (porção mais interiorana do Estado), apresentou um acumulado de chuva no quadrimestre chuvoso relativamente mais elevado em comparação a outras regiões interioranas do Estado.

Além da influência da ZCIT no quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio), a RPH Cariri apresentou registros de fortes chuvas no mês de janeiro. As chuvas de janeiro geralmente estão relacionadas à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, bem como à posição geográfica de algumas cidades mais atingidas por episódios pluviométricos de grande intensidade, como a cidade do Crato, localizada na porção a barlavento da Chapada do Araripe, região esta que apresenta maior volume de chuvas na RPH.

Quanto aos eventos extremos inferiores de chuva, ou seja, aqueles relacionados a períodos em que praticamente não ocorre a chuva (estiagem), estes possuem forte relação com a ocorrência de Fenômenos de El Niños, principalmente aqueles de maior intensidade. Ainda que existam outros mecanismos físicos que podem influenciar em um déficit de chuvas no período correspondente à quadra chuvosa no Estado e que também foram importantes para justificar a ocorrência de anos secos e chuvosos na pesquisa, como o Dipolo do Atlântico, ficou claro que em anos de El Niños de forte intensidade, as chuvas apresentaram um comportamento abaixo da média.

Basta observar os anos em que foram identificadas fortes estiagens no Estado a partir da aplicação da Técnica dos Quantis na série histórica analisada. É o caso dos anos de 1983, 1998 e 2010, anos com forte atuação do El Niño e que foram considerados como anos muito secos após a aplicação da Técnica dos Quantis.

Assim, as análises e observações desenvolvidas na pesquisa, de acordo com a série histórica em análise, podem ser suficientes para validar a primeira hipótese do trabalho, a qual destaca que a maioria dos eventos extremos superiores de chuva são originados a partir da atuação da ZCIT, enquanto que os eventos extremos de chuva inferiores possuem forte relação com a ocorrência de El Niños de maior intensidade. Ou seja, a posição da ZCIT e a ocorrência de fortes El Niños podem ser importantes preditores para a ocorrência de chuvas

no Estado, principalmente no período correspondente ao quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio).

Outro aspecto considerado na pesquisa diz respeito à análise de máximos e mínimos de precipitação a partir de técnicas estatísticas e sua relação com a deflagração de desastres naturais.

Com o objetivo de definir critérios mais objetivos para a identificação de eventos extremos de chuva, as técnicas estatísticas foram importantes aliadas nesta análise, uma vez que possibilitaram, de forma mais operacional, a definição de eventos extremos na série histórica em análise.

Afinal, a identificação de eventos extremos de chuva a partir de doses subjetivas poderiam resultar em um erro de análise, uma vez que poderiam não apresentar tanta coerência quando considerado o comportamento da chuva de forma temporal e espacial. Nas técnicas estatísticas utilizadas no trabalho de pesquisa, a chuva foi analisada tanto de forma temporal (observando os anos em que foram identificadas inundações e estiagens, os meses que geralmente apresentam os maiores e menores acumulados de chuva e até mesmo dias em que foram registrados fortes chuvas em alguns municípios do Estado) como espacial (levando em consideração distintas áreas do Estado, denominadas de Regiões Pluviometricamente Homogêneas, com um comportamento de chuva que se dá de forma diferenciada).

A partir da aplicação das técnicas estatísticas na classificação de eventos extremos de chuva, foi possível identificar fortes estiagens e inundações que apresentaram grande potencial deflagrador de desastres naturais, trazendo sérios prejuízos materiais e sociais e que foram, inclusive, mencionados na mídia eletrônica e impressa (muitos destes eventos ganharam destaque em matérias e capas de jornais de circulação local e na televisão) e registrados na Defesa Civil (órgão que disponibilizou os decretos de Situação de Emergência e Estado de Calamidade de Pública dos municípios do Estado, bem como o número de pessoas afetadas de alguma forma por estiagens e inundações).

Com a identificação dos períodos de estiagem em anos considerados secos ou muito secos, bem como a ocorrência de episódios pluviométricos de grande intensidade, foi possível verificar sinais de desastres naturais em vários municípios do Estado, seja pelo número de pessoas atingidas ou por decretos de situação de emergência.

Nos períodos em que ocorreram estiagens prolongadas foi possível verificar algum tipo de impacto que caracteriza desastre na maioria dos municípios do Estado. A título de exemplificação podemos citar o ano de 1993, um dos mais secos da série histórica em

análise e no qual foi decretado Estado de Calamidade Pública em quase todos os municípios do Estado. Neste ano, somente os municípios de Fortaleza, Eusébio, Maracanaú, Ibiapina, Viçosa do Ceará e Itatira não decretaram Estado de Calamidade Pública.

Algumas Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado ganharam mais destaque quando analisados os períodos de estiagem, uma vez que apresentaram um expressivo número de decretos de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, bem como um elevado número de atingidos por estiagens. São elas: RPH Sertão Central e Inhamuns e RPH Jaguaribana. Os municípios localizados nestas regiões apresentaram o maior número de ocorrência de desastres naturais do Estado, após a aplicação da Metodologia utilizada no Banco de Dados EM-DAT para identificação de sinais de desastres naturais.

O destaque fica para os municípios de Tauá e Caridade (ambos da RPH Sertão Central e Inhamuns) que apresentaram algum sinal de desastre natural em dezesseis anos da série histórica em análise e os municípios de Madalena, Mombaça e Pedra Branca (RPH Sertão Central e Inhamuns), bem como os municípios de Jaguaribe e São João do Jaguaribe, que apresentaram sinais de desastre em quinze anos da série histórica.

Inclusive, foram essas duas regiões que, após aplicação da técnica estatística dos Quantis, apresentaram os menores totais de pluviosidade do Estado. Tal característica natural, aliada a outros fatores como a vulnerabilidade socioambiental dos municípios e carência de medidas mitigatórias por parte da comunidade e do poder público podem ter influenciado diretamente na forte ocorrência de desastres naturais.

Também foi possível identificar que algumas áreas no Estado do Ceará onde ocorrem os núcleos de desertificação de Irauçuba, Inhamuns e Jaguaribe, também apresentaram um resultado expressivo quanto à ocorrência de desastres naturais relacionados à estiagem.

Um fato curioso também observado no trabalho de pesquisa levanta uma série de questionamentos acerca do gerenciamento dos recursos hídricos em nosso Estado. Afinal, é na RPH Jaguaribana que estão situadas as maiores reservas hídricas do Estado: o Açude Castanhão e o Orós. Além destas reservas hídricas, ainda existe um importante rio que corta esta RPH, o rio Jaguaribe.

Ou seja, acaba sendo contraditório destacar que esta é uma das regiões do Estado que mais é impactada por estiagens e a partir desta informação é possível elencar inúmeros problemas relacionados, por exemplo, à dificuldade de gerenciar este importante recurso (água) no Estado do Ceará.

Não se deve colocar a culpa apenas nas características climáticas desta região para justificar as inúmeras estiagens. O Estado do Ceará apresenta um volume anual de chuvas, até certo ponto, razoável. No entanto, esta chuva é mal distribuída durante o ano, ficando concentrada em alguns meses. Por isso é tão comum no Estado se ouvir falar em períodos de estiagens que geralmente ganham maior repercussão quando o déficit de chuvas se prolonga por diversos meses, ocasionando um cenário crítico para muitos municípios do Estado.

Esse período crítico geralmente ocorre no segundo semestre do ano, quando muitos municípios já decretaram situação de emergência, ou nos meses iniciais do ano, quando este apresenta um acumulado de chuva muito abaixo da média nos meses que correspondem ao quadrimestre chuvoso (fevereiro-maio).

Soma-se a isso uma característica natural que ocorre na maior parte do Estado e que dificulta o armazenamento de água: o terreno cristalino. Este, além de dificultar a infiltração da água, ainda contribui para uma maior evaporação desta que fica, em grande parte, acumulada na superfície.

Assim, o Estado do Ceará vivencia, ano após ano, o binômio seca-enchente, e que foi constantemente evidenciado neste trabalho de pesquisa. Mesmo em anos secos, foi possível identificar eventos de fortes chuvas isoladas em algumas áreas do Estado e períodos do ano, devido a atuação local de algum fenômeno atmosférico, evidenciando o potencial erosivo que as chuvas no Estado geralmente possuem. De forma semelhante, foi possível identificar decretos de Situação de Emergência e registros de estiagens (geralmente nos meses finais do ano) em municípios onde foi verificado um acumulado de chuva no quadrimestre chuvoso dentro da normal ou até mesmo acima da normal.

Essa contradição pode até gerar um descrédito nas análises de muitas pesquisas sobre o comportamento da chuva no Estado e até mesmo sobre informações divulgadas na mídia, pois em determinados anos o Estado do Ceará necessita de ajuda financeira para se recuperar de uma forte estiagem e, no ano seguinte, solicita ajuda para socorrer os municípios fortemente atingidos por chuvas.

Quando observados os anos mais chuvosos a partir da Técnica dos Quantis e os eventos diários de chuva extrema a partir da Metodologia dos Máximos de Precipitação, também foi possível identificar inúmeras situações de desastres naturais. Só no ano de 2009, um dos mais chuvosos da série histórica em análise, foram identificados sinais de desastres naturais em todas as Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Ceará e em mais de 70% dos municípios do Estado.

Os registros dos acumulados diários de chuva de alguns municípios, caracterizados como eventos extremos de chuva, também chamam atenção pela forte repercussão na mídia. Na pesquisa, inclusive, foram identificadas e expostas diversas matérias de jornais de circulação local (O Povo e Diário do Nordeste). Nestas geralmente são informados os números de atingidos, bem como os impactos oriundos do evento extremo de chuva em alguns municípios, contribuindo para a identificação de sinais de desastres naturais.

Assim, tais análises também permitem validar a segunda hipótese do trabalho, a qual pressupõe que a análise estatística dos mínimos e máximos de precipitação permitem definir critérios objetivos para identificação e classificação de eventos extremos deflagradores de desastres naturais.

Por fim, uma última análise desenvolvida no trabalho diz respeito à ocorrência de desastres naturais no Estado a partir de uma perspectiva espacial, procurando identificar as regiões do Estado do Ceará que são mais afetadas por desastres relacionados às inundações e quais são aquelas mais afetadas por desastres naturais relacionados às estiagens.

Seriam, então, os municípios litorâneos os mais afetados por desastres relacionados às inundações? E os municípios mais interioranos, seriam os que realmente são afetados por estiagens?

Apesar da localização geográfica influenciar no comportamento da chuva em diferentes regiões do Estado, a análise aqui desenvolvida permitiu identificar que as inundações não são fenômenos inerentes aos municípios litorâneos. Estas também ocorreram, muitas vezes com grande magnitude, em áreas interioranas influenciadas pelo clima Tropical Semiárido.

Municípios como Crateús, Saboeiro, Porteiras e Crato estão entre os municípios onde foi verificada a maior ocorrência de desastres relacionados às inundações na série histórica em análise e estes se localizam em porções mais interioranas do Estado.

Da mesma forma, o fenômeno de estiagem também pôde ser verificado em municípios localizados em RPHs litorâneas, ainda que com menor frequência. É o caso dos municípios de Irauçuba e Pentecoste, ambos localizados na RPH Litoral 2 e que apresentaram sinais de desastre natural em treze anos da série histórica em análise.

Afinal, mesmo os municípios que estão inseridos em Regiões Pluviometricamente Homogêneas localizadas na porção litorânea do Estado podem apresentar áreas, mesmo que pequenas do ponto de vista territorial, com características físico-naturais semelhantes as dos municípios localizados na RPH Sertão Central e Inhamuns, com trechos onde ocorrem as

depressões sertanejas e Clima Tropical Semiárido. Além disso, também ocorreram anos extremamente secos que influenciaram no déficit de chuvas até para as regiões litorâneas do Estado, o que comprova que mesmo estas regiões estão sujeitas aos fenômenos de estiagem.

Municípios localizados em RPH's litorâneas como Caucaia, Trairi, Itapipoca e Beberibe apresentaram sinais de desastres naturais associados a estiagens em, pelo menos, dez anos da série histórica em análise, o que corrobora com a ideia de que estas regiões podem ser afetadas por desastres naturais associados à estiagem.

Assim, tais resultados permitem refutar, mesmo que parcialmente, a última hipótese. Esta pressupõe que os municípios litorâneos são mais afetados por desastres desencadeados por inundações, enquanto que os municípios interioranos do Estado, onde ocorre a depressão sertaneja e que estão sob influência do semiárido, são mais afetados por desastres naturais desencadeados por estiagens.

De acordo com o mapeamento de desastres naturais desencadeados por inundações e estiagens, fica perceptível que o fenômeno de estiagem geralmente ocorre em porções mais interioranas, com algumas exceções. No entanto, ao observar os registros de desastres associados às inundações, ainda que os municípios localizados em RPH's litorâneas e serranas apresentem os maiores acumulados de chuva da série histórica, os municípios mais atingidos por este tipo de desastre encontram-se dispersos em algumas Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado, sejam elas litorâneas, serranas ou interioranas.

Afinal, quando se trata de desastres naturais desencadeados por inundações ou estiagens, não se deve apenas considerar o volume de chuva ou a ausência desta. Outras variáveis devem ser consideradas como a vulnerabilidade socioambiental da população que habita alguns municípios do Estado.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que os eventos extremos existam no Ceará, estes podem não ser considerados tão extremos assim se relacionados com outras áreas do país e quiçá do planeta. Se visualizados por esta ótica, os desastres naturais no Ceará não ganhariam tanta repercussão na mídia, muito menos gerariam preocupações entre os tomadores de decisão na adoção de medidas mitigatórias e políticas públicas que permitam uma melhor convivência com os desastres naturais.

Assim, na medida em que ocorrem anos chuvosos e secos, as preocupações mudam na proporção em que muda o comportamento da chuva no Estado, de caráter irregular. Dessa forma, as medidas que deveriam ser tomadas com antecedência, no intuito de promover alternativas para convivência com o semiárido ou, quem sabe, para minimizar os impactos provenientes de fortes chuvas, muitas vezes acabam possuindo um caráter emergencial e assistencialista.

Com isso, o Estado vivencia esse ciclo que poderia na verdade ser denominado, conforme autores já destacaram, de Ciclo “Hidro-ilógico”, onde a seca gera um alerta para a sociedade e os tomadores de decisão e, após toda a ansiedade e pânico, vem a chuva para gerar uma apatia até que novamente a situação de seca se instale e o ciclo se repita novamente.

No entanto, o que se verifica nos últimos anos é que os extremos de chuva estão cada vez mais frequentes no Estado. Anos consecutivos de estiagens prolongadas preocupam e colocam em cheque até o abastecimento da capital do Estado. Os municípios mais interioranos acabam convivendo com o risco iminente de mais um ano de seca. E mesmo assim, algumas cidades são surpreendidas com a atuação de algum sistema atmosférico que, mesmo de forma pontual, podem desencadear fortes chuvas que já figuram como os maiores acumulados diários de muitos municípios.

Até quando a sociedade cearense terá que conviver com tais situações de desastres naturais? Tal indagação mereceria uma resposta plausível. No entanto, a verdade é que os desastres naturais não deixarão de existir. A sociedade não pode evitar os desastres naturais. Mas deveriam agir como se pudessem. Só assim prejuízos econômicos vultosos seriam evitados e mais vítimas fatais seriam poupadas.

Não se trata de propor a fórmula perfeita para minimizar os impactos provenientes de desastres naturais. Afinal, cada tipo de desastre e seus respectivos impactos devem ser

analisados levando em consideração as particularidades de cada País, de cada Região, de cada Estado ou Município. E no Ceará, há muito que se avançar.

Inclusive, alguns aspectos socioambientais e que dizem respeito a lógica da produção/organização do espaço cearense poderiam ser considerados na análise dos impactos referentes aos eventos extremos de grande magnitude na pesquisa, como por exemplo aqueles relacionados à renda da população, saúde, educação, acesso ao saneamento básico, dentre outro aspectos que podem interferir na vulnerabilidade das populações, bem como potencializar os impactos provenientes de desastres naturais de grandes proporções.

No entanto, não cabe aqui realizar tal análise, pois este não era o principal objetivo da pesquisa. As informações e análises aqui desenvolvidas podem subsidiar outros trabalhos e pesquisas que posteriormente venham tratar de forma mais detalhada estes critérios socioambientais na análise de eventos extremos e desastres naturais.

No Ceará, faz-se necessária a adoção de medidas preventivas, de mitigação, de educação ambiental, que permitam que as comunidades e as famílias possam desenvolver estratégias de convivência com o semiárido. Medidas estas que podem ser desenvolvidas com apoio do Estado, desde o armazenamento da água em períodos chuvosos, a construção de habitações em áreas estáveis e com capacidade de suportar fortes chuvas extremas, ou até mesmo pequenas atitudes realizadas pela própria comunidade frente a uma situação de ameaça como um sistema de alerta.

Inúmeras ações poderiam aqui ser elencadas. Ações que envolveriam indivíduo, família, comunidade e poder público, atuando de forma conjunta na minimização dos impactos oriundos de desastres. Não é uma fórmula simples e demanda tempo e atitudes que podem ou não surtir efeito em determinadas localidades.

Infelizmente, mesmo com o risco iminente, tais ações e medidas geralmente não são adotadas pela comunidade e o poder público, acarretando em situações dramáticas que necessitam de investimento bem maiores para recuperar o local, os quais, se fossem aplicados anteriormente, implicariam em menores custos e minimizariam os impactos dos desastres naturais, bem como o número de vítimas.

Assim, o que se visualiza geralmente são situações colocadas pela mídia como verdadeiras catástrofes, como se o risco fugisse do controle do ser humano. Muitos preferem mesmo transferir a “culpa” para a natureza, como se esta estivesse revoltada com o abuso que o homem faz da terra. Ou, até mesmo preferem agir com certo conformismo, diminuindo a

indignação quando pensam que isto pode ser um “castigo divino”. Tal visão errônea acaba por dificultar a adoção de intervenções que permitam minimizar os riscos.

O Brasil ainda precisa evoluir bastante na tomada de medidas preventivas frente às ameaças naturais que são identificadas em nosso território. Na esfera política, deve-se acabar com o oportunismo utilizado por muitos políticos que se aproveitam da situação de risco de vários municípios para promover discursos políticos que prometem melhorias. Ou, até mesmo desenvolver mecanismos que permitam identificar com propriedade os impactos em algumas áreas afetadas por desastres, uma vez que muitos municípios também se utilizam dos decretos de situação de emergência para angariar recursos que serão posteriormente desviados para outros fins. Além disso, podem desenvolver-se medidas estruturais (obras de engenharia) e ações eficazes de planejamento e gerenciamento de desastres (como os sistemas de alerta e zoneamento ambiental), geralmente realizadas por órgãos vinculados ao governo.

Do ponto de vista econômico, a tarefa é bem mais difícil, para não se dizer utópica. Afinal, a desigualdade social presente no país faz com que algumas comunidades sofram um ônus desproporcional quando ocorre um fenômeno natural de grandes proporções, pois muitas vezes a dificuldade financeira não permite que o indivíduo tenha uma alta capacidade de resiliência ou muitas vezes este habita uma área vulnerável do ponto de vista físico-natural que será muito mais impactada com a ocorrência de um desastre de grandes proporções.

A capacidade de resposta e resiliência também perpassa pelo ponto de vista social/cultural, uma vez que as populações precisam aprender a conviver com situações de risco. Nesse caso é preciso conhecer a gênese, o desencadeamento dos fenômenos e propor medidas alternativas através da educação ambiental ou com a efetiva participação de indivíduos na comunidade, com estratégias que muitas vezes podem ser simples, como os ajustamentos feitos em uma residência, mas que serão plausíveis e concretas, permitindo minimizar os impactos frente a uma ameaça natural.

Assim, a ação do governo, dos órgãos gerenciadores de desastres naturais, juntamente com a própria organização comunitária e outros setores da sociedade que podem contribuir na divulgação do conhecimento, podem colaborar para uma criação de novas mentalidades no país e, quem sabe, promover uma cultura de convivência com os desastres relacionados à chuva (seja pela ocorrência ou não desta), que são os mais frequentes no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, John. **Risco**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2009. 288 p.

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.

ALMEIDA, L. Q. de ; CARVALHO, P. F. . Rios e riscos: ameaças e vulnerabilidades socioambientais da relação entre rios e cidades. IN: VII SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 2007, Rio Claro, SP. **Anais...** Rio Claro, SP : UNESP, 2007.

ALVES, Joaquim. **História das secas: séculos XVII a XIX**. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara, 2003. 262 p.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B.; REPELLI, C. A.. Principais secas ocorridas neste século no Estado do Ceará: uma avaliação pluviométrica. IN: X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA E III CONGRESSO DA FLISMET, 1998, Brasília-DF. **Anais...** Brasília-DF, 1998.

ANDRADE, F. A. de. O secular problema das secas do Nordeste brasileiro. In: ROSADO, Vingt-um (org). **Memorial da Seca**. Mossoró: Coleção Mossoroense, 1981. 379 p.

ANDRADE, Manuel Correia de. Sertão ou Sertões: uma homenagem a Euclides da Cunha. 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.

\_\_\_\_\_. **A terra e o homem no nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1986. 239p

ANGELO, Cláudio. **O aquecimento global**. São Paulo, SP: Publifolha, 2008. 125p.

ARAÚJO, Sérgio B. **Administração de Desastres: Conceitos & Tecnologias**. 3ªed. [S.I.]: Sygma, 2012.

BECK, Ulrich. **La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998. Traducción: Jorge Navarro, Daniel Jiménez, Maria Rosa Borrás.

BLAIKIE, Piers; CANON, Terry; DAVID, Ian; WISNER, Ben. **Vulnerabilidad: El entorno social, político y econômico de los desastres**. [S.I.]: La Red, 1996.

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. **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil**, de 24 de fevereiro de 1891. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao91.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao91.htm)>. Acesso em: 06 ago. 2014.

BRASIL. **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil**, de 16 de julho de 1934. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao34.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao34.htm)>. Acesso em: 06 ago. 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 06 ago. 2014.

BRASIL. **Constituição dos Estados Unidos do Brasil**, de 10 de novembro de 1937. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao37.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao37.htm)>. Acesso em: 06 ago. 2014.

BRASIL. **Constituição Política do Império do Brasil**, de 25 de março de 1824. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao24.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao24.htm)>. Acesso em: 6 ago. 2014.

BRAUN, Armin Augusto. **A análise do trabalho voluntariado no Sistema Nacional de Defesa Civil**. 2006. 27 f. Especialização (Curso de Especialização em Planejamento e Gestão em Defesa Civil). Centro Universitário de Estudo e Pesquisas sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

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

\_\_\_\_\_. **The environment as hazard**. 2ª Ed. New York: Guilford Press, 1993.

CALVETTI, Leonardo; BENETI, César; GONÇALVES, José E.; MOREIRA, Itamar A.; DUQUIA, César; BREDÁ, Ângelo.; ALVES, Thiago Albeti. Definição de Classes de Precipitação para utilização em previsões por Categoria e Hidrológica. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2006, Florianópolis - SC. **Anais...** Florianópolis-SC, 2006.

CAMPOS, Armando. **Educación y prevención de desastres**. Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina, 1999. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/index.html>> Acesso em: 8 set. 2014.

CAMPOS, José Nilson Bezerra; VIEIRA NETO, João Fernandes; MARTINS, Eduardo Sávio. Vulnerabilidade de Sistemas Hídricos: em estudo de caso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 1997, vol. 2, n.2, p. 21-44.

CARDIM, Fernão. **Tratados da terra e gente do Brasil**. São Paulo, Nacional: 1939. 2ª Edição. 379 p.

CARDONA, Omar Darío. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. In: INTERNATIONAL WORKCONFERENCE 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 nov. 2014.

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.

\_\_\_\_\_. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 3ª Ed. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2009. 283 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.

CAVALCANTI, Clóvis. O Flagelo das secas nordestinas: condições sócio-econômicas observadas em 1979. In: CARVALHO, Inaiá M. M. de; HAGUETTE, Teresa M. F. (organizadores). **Trabalho e condições de vida no Nordeste Brasileiro**. São Paulo: Hucitec, 1984. p.189-215.

CERQUEIRA, Paulo Cezar Lisboa. A seca no contexto social do Nordeste. In: COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; CENTRO PIAUIENSE DE AÇÃO CULTURAL. **O genocídio do nordeste, 1979-1983**. [Rio de Janeiro]: Comissão Pastoral da Terra, 1988. 147 p

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.

COBERTURA completa: terremoto no Haiti. 2010. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Mundo/0,,MUL1446514-5602,00-COBERTURA+COMPLETA+TERREMOTO+NO+HAITI.html>. Acessado em: 06 mar 2014.

COLLISCHONN, Walter; TASSI, Rutinéia. **Introduzindo Hidrologia**. 2009: Apostila IPH/UFRGS. Disponível em: [http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila\\_hidrologia/apostila.html](http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila_hidrologia/apostila.html). Acesso em: 9 mar. 2015.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; CENTRO PIAUIENSE DE AÇÃO CULTURAL. **O genocídio do nordeste, 1979-1983**. [Rio de Janeiro]: Comissão Pastoral da Terra, [1988?]. 147 p. ISBN (Broch.).

CONTI, José Bueno. **Clima e meio ambiente**. 7. ed. São Paulo: Atual, 2011. 96 p.

CEARÁ. COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL. **Defesa Civil: prevenção e gestão de riscos e de desastres**. Fortaleza: CEDEC, 2011. 48p.

CRED CRUNCH. **Disaster data: a balanced perspective**. Louvain, May, 2005. Disponível em: <<http://www.cred.be/sites/default/files/CredCrunch01.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2014.

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

DAUPHINÉ, André. **Risques et Catastrophes: Observer, Spatialiser, Comprendre, Gérer**. Paris: Armand Colin, 2001. 288 p.

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.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Capital tem chuva de 268,5 mm de chuva, a segunda mais intensa em 15 anos**. 2012. Disponível em: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/cidade/capital-tem-268-5-mm-de-chuva-a-segunda-mais-intensa-em-15-anos-1.333166>. Acessado em: 6 abr. 2015

DIÁRIO DO NORDESTE. **Tromba-d'água desaba sobre o Cariri**. 2004. Disponível em: <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/tromba-d-agua-desaba-sobre-o-cariri-1.155023>. Acessado em: 10.04.2015

DUARTE, Renato Santos. As secas no Nordeste: recorrência climática e descontinuidade na ação pública. **Caderno CRH**, Salvador, n. 32, p 233-258, 2000.

FERNANDEZ, María Augusta. **Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres**. Lima: La Red, 1996. 30 p.

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.

FERREIRA NETO, Cicinato. **A tragédia dos mil dias: a seca de 1877-79 no Ceará**. Fortaleza: Premium, 2006. 288p.

FREITAS, C. M. et al. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciênc. Saúde Coletiva** [online]. 2012, vol.17, n.6, pp. 1577-1586.

FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública: uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas parágrafo prevenção e mitigação. **Ciênc. Saúde Coletiva** [online]. 2012, vol.17, n.6, p. 1601-1616.

FRICH, P.; ALEXANDER, L. V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; KLEIN-TANK, A. M. G.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, 2002, p 193-212.

FURTADO, Janaína; OLIVEIRA, Marcos de; DANTAS, Maria Cristina; SOUZA, Pedro Paulo; PANCERI, Regina. **Capacitação Básica em Defesa Civil**. Florianópolis: CAD UFSC, 2012. 122p.

GAO, X.; JEREMY S. P.; FILIPPO G. Projected changes in mean and extreme precipitation over the Mediterranean region from a high resolution Double nested RCM simulation. **Geophysical Research Letters**, 33. 2006.

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

GOERL, Roberto Fabris; KOBIYAMA, Masato. Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos. **Revista Ambiência**, Guarapuava – PR, v.9, n.1, p.145-172, 2013.

GOODIN, D.; BRAZEL, T.; FOUNTAIN, A.; HADLEY, J.; JUDAY, G.; KLOEPPPEL, B.; KNAPP, A.; LOSLEBEN, M.; SMITH, M. LTER Extreme Events Working Group. In: WORKSHOP HELP, 2004, Portland. **Anal...** 2004.

GUERRA, Antônio José Teixeira. Encostas Urbanas. In: GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). *Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 13-42.

GUERRA, Felipe. As secas do Nordeste. In: ROSADO, Vingt-um (org). **Memorial da Seca**. Mossoró: Coleção Mossoroense, 1981. 379 p.

GRIMM, Alice M. Variabilidade interanual do Clima no Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justida; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 353-374.

HEWITT, Kenneth. **Interpretations of Calamity**. London: Alien and Unwin, 1983.

IPCC. **Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático**: Resumen para responsables de políticas. [S.I.]: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2012.

JAPÃO diz que prejuízo pelo terremoto de março passa de R\$ 334 bilhões. 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/06/japao-diz-que-prejuizo-pelo-terremoto-de-marco-foi-de-169-trilhoes-de-ienes.html>. Acessado em: 06 mar. 2014

JB. **MG tem 12 mortos e 99 cidades em emergência por causa da chuva**. Disponível em: <http://www.jb.com.br/pais/noticias/2012/01/07/mg-tem-12-mortos-e-99-cidades-em-emergencia-por-cao-da-chuva/> Acessado em: 7 jan. 2012

JONES, D. Landsliding as a hazard. **Geography**, Sheffield, v. 78, n.2, p.185-190, 1993a.

JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-142.



KAYANO, Mary Toshio; ANDREOLI, Rita Valéria. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 213-233.

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.

KAZTMAN, R; FILGUEIRA, F. As normas como bem público e privado: reflexões nas fronteiras do enfoque “ativos, vulnerabilidade e estrutura de oportunidades” (Aveo). In: CUNHA, J. M. P. (org). **Novas Metrôpoles Paulistas: População, vulnerabilidade e segregação**. Campinas: Unicamp, 2006. Pg. 68-94.

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.

KOWARICK, Lúcio. Viver em risco: sobre a vulnerabilidade no Brasil urbano. **Revista Novos Estudos**, São Paulo, n.63, 2002, p. 9-30, 2002.

KRUM, Fernanda Menna Barreto; BANDEIRA, Denise Ruschel. Enfrentamento de desastres naturais: o uso de um coping coletivo. **Paidéia** (Ribeirão Preto), Ribeirão Preto, v. 18, n. 39, 2008. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-863X2008000100008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-863X2008000100008&lng=pt&nrm=iso)>. acesso em 2 set. 2014.

LAVELL, Allan. Degradación Ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. In: FERNANDEZ, Maria Augusta (org.). **Ciudades en riesgo: Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres**. Quito (Ecuador): La Red, 1996.

LAVELL, Allan. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica**. [S.I.]: PNUD, 2003.

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: 8 set. 2014.

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.

LEVITT, Steven D.; DUBNER, Stephen J. **Freakonomics: O lado oculto e inesperado de tudo que nos afeta**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

LOPEZ-IBOR, Juan José. ¿Qué son desastres y catástrofes?. **Actas Esp Psiquiatr**, 2004, n.32, p. 1-16.

LUCENTE, Roberto Jorge. MANACEZ, Gilmar. **Histórico e evolução da Defesa Civil no Brasil**. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado da Defesa Civil, 1999.

LYRA, Tavares de. As secas do Nordeste. In: ROSADO, Vingt-um (org). **Memorial da Seca**. Mossoró: Coleção Mossoroense, 1981. 379 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.

MARANDOLA JR., E. ; HOGAN, D. J. Riscos e perigos: o estudo geográfico dos natural hazards. In: ENCONTRO TRANSDISCIPLINAR SOBRE ESPAÇO E POPULAÇÃO. 1, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: NEPO/ABEP, 2003. 13p.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos**. Santa Maria: CRS/INPE, 2008.

MARENGO, José A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. In: MARENGO, José A.; SCHAEFFER, Roberto; PINTO, Hilton Silveira; ZEE, David Man Wai. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Rio de Janeiro: FBDS, 2009.

MARENGO, José A. **Mudanças Climáticas Globais e seus efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima atual e definição das alterações climáticas para o Território brasileiro ao longo do Século XXI**. Brasília: MMA, 2006. 212 p.

MARICATO, Ermínia. **Habitação e cidade**. São Paulo: Atual, 1997. 79p.

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.

MATTEDI, Marcos Antônio; BUTZKE, Ivani Cristina. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Revista Ambiente & Sociedade**, Campinas-SP, n.9, 2001.

MELO, Anna Bárbara C. de; CAVALCANTI, Iracema F. de. A; SOUZA, Paula Pereira. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque; FERREIRA, Nelson Jesus; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da; SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 25-41.

MENDONÇA, Francisco de Assis; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. v.1.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia e Meio Ambiente**. São Paulo: Contexto, 2010.

\_\_\_\_\_. Sistema ambiental urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora UFPR, 2004.

\_\_\_\_\_. Riscos, vulnerabilidades e resiliência socioambientais urbanas: inovações na análise geográfica. **Revista da Anpege**, [S.I],v.7, n.1, número especial, p. 111-118, 2011.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991

MONTEIRO, Jander Barbosa; ZANELLA, Maria Elisa. Eventos Extremos Diários em Fortaleza-CE, Brasil: Uma análise estatística de episódios pluviométricos intensos. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA. 14<sup>o</sup>, 2013, Lima-Peru. **Anales...** Lima, 2013.

MONTENEGRO, Abelardo Fernando. **Ceará e o profeta de chuva**. Fortaleza: Edições UFC, 2008. 356 p.

MOREIRA FILHO, José de Castro; DUARTE, Renato; GALINDO FILHO, Osmil Torres. **A seca de 1993**: crônica de um flagelo anunciado. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. 138 p.

MOURA, Milton. Os números da Morte. In: COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; CENTRO PIAUIENSE DE AÇÃO CULTURAL. **O genocídio do nordeste, 1979-1983**. [Rio de Janeiro]: Comissão Pastoral da Terra, 1988. 147 p

OIT. O risco de desastres: origem, avaliação, redução e prevenção no quadro do desenvolvimento local sustentável. **Curso de Redução do Risco de Desastres e Desenvolvimento Local Sustentável** (Material Didático). Turim-Itália, 2011. 73 p.

OLÍMPIO, João Luís Sampaio. Desastres naturais associados à dinâmica climática no Estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações. Fortaleza: UFC, 2013, 228 p. **Dissertação de Mestrado** – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e você** – o fenômeno climático. São José dos Campos: Transtec, 2001.

O POVO. **Chuva deixa 400 famílias desabrigadas**. 2003. Disponível em: <http://www.opovo.com.br/app/opovo/ceara/2003/03/21/noticiasjornalceara,235446/chuva-deixa-400-br-familias-desabrigadas.shtml>. Acessado em: 6 abr. 2015

O POVO. **A maior chuva dos últimos 15 anos**. 2012a. Disponível em: <http://www.opovo.com.br/app/opovo/fortaleza/2012/03/28/noticiasjornalfortaleza,2809984/a-maior-chuva-dos-ultimos-15-anos.shtml>. Acessado em: 6 abr. 2015

O POVO. **A maior chuva do ano:** 197,6 milímetros e 287 ocorrências. 2012b. Disponível em: <http://www.opovo.com.br/app/fortaleza/2012/06/23/noticiafortaleza,2865032/177-8-milimetros-de-chuva-em-24-horas.shtml>. Acessado em: 6 abr. 2015

PEREIRA, Raimundo Castelo Melo. SILVA, Edson Vicente da. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: SILVA, José Borzacchiello; CAVALCANTE, Tércia Correia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.189-210.

PEREZ, E.P.; TELES, L.M.; GOMES, J.F. Nordeste: a seca temporária e a fome permanente. In: COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; CENTRO PIAUIENSE DE AÇÃO CULTURAL. **O genocídio do nordeste, 1979-1983**. [Rio de Janeiro]: Comissão Pastoral da Terra, 1988. 147 p

PINHEIRO, Adilson. Enchente e Inundação. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. p. 96-106.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. **Hidrology papers**, Colorado, n.12, p.1-53, 1966.

POMPONET, André Silva. 100 anos de DNOCS: marchas e contramarchas da convivência com as secas. **Conj. & Planej.**, Salvador, n.162, p. 58-65, 2009.

REBELO, Fernando. **Riscos Naturais e Ação Antrópica: Estudos e reflexões**. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

RECH, Daniel. O genocídio no meio de nós. In: COMISSÃO PASTORAL DA TERRA; CENTRO PIAUIENSE DE AÇÃO CULTURAL. **O genocídio do nordeste, 1979-1983**. [Rio de Janeiro]: Comissão Pastoral da Terra, 1988. 147 p

ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL, F. **A adaptação de Edificações e Cidades às Mudanças Climáticas**. Porto Alegre: Booleman, 2009. Tradução por Alexandre Salvaterra.

RUBIANO, Martha Teresa Martínez. Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. **Perspectiva Geográfica**, Bogotá, v.14, p. 241-263, 2009.

ROMERO, Gilberto; MASKREY, Andrew. Como entender los desastres naturales. **Predes**, 1993, n.1, 5 p.

SALES, Marta Celina Linhares. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n.14, PP. 9-19, 2003.

SALES, Marta Celina Linhares; OLIVEIRA, José Gerardo Beserra de. Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. In: SILVA, José Borzacchiello 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.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5. ed. São Paulo, SP: EDUSP, 2005. 174 p

SANTOS, Rozely, Ferreira dos; CALDEYRO, Verônica Sabatino. Paisagens, Condicionantes e Mudanças. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. p. 13-22 .

SILVA, Cristiano Alves da. Os desastres Pluviométricos nas Grandes e Médias Cidades do Paraná. UFPR, 2012. 144 f. **Dissertação de Mestrado** – Programa de Pós Graduação em Geografia do Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2012.

SILVA DIAS, Maria Assunção Faus da. Sistemas de Mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.I], V. 2, p. 133-150, 1987.

SILVA, K. K. R. Nos caminhos da memória, nas águas do Jaguaribe: memórias das enchentes em Jaguaruana-CE (1960, 1974, 1985). UFC, 2006. 171f. **Dissertação de Mestrado** – Programa de Pós-Graduação em História Social, Universidade Federal do Ceará, 2006.

SOUZA, Lucas Barbosa e; ZANELLA, Maria Elisa. **Percepção de riscos ambientais: Teoria e Aplicações**. 2ª Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010. 240p.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello; CAVALCANTE, Tércia Correia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.127-140.

SOUZA, Everaldo Barreiros de; ALVES, José Maria Brabo. Estudo diagnóstico de um complexo convectivo de mesoescala observado no norte do Nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** 1998. CD-ROM.

TEIXEIRA, Raul Fritz Bechtel. O fenômeno da brisa e sua relação com a chuva sobre Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.I], v.23, n.3, p. 282-291, 2008.

TEOFILO, Rodolfo. **A seca de 1915**. Fortaleza: Edições UFC, 1980. 135 p.

THOMAZIELLO, Sueli. Usos da Terra e sua Influência sobre a qualidade ambiental In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. p. 23-38.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Desastres Naturais: Por que ocorrem? In: TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela do (organizadores). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196p.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 256 p.

TRAVASSOS, Ibrahim Soares; SOUZA, Bartolomeu Israel de.; SILVA, Anieres Barbosa da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino. **Revista Okara: Geografia em Debate**, João Pessoa – PB, v.7, n.1, p. 147-164, 2013.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1984.

UNDRO. **Natural Disasters and Vulnerability Analysis**. Geneva, 1979.

UNFPA. Relatório sobre a situação da População Mundial 2011. [S.I]: Divisão de Informações e Relações Externas do Fundo de População das Nações Unidas, 2011.

UN-ISDR. **Riesgo y pobreza en un clima cambiante: Invertir hoy para um mañana más seguro**. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2009. [S.I.]: United Nations, 2009.

VAREJÃO-SILVA, Mário Adelmo. **Meteorologia e Climatologia**. v. 2 Recife: [s.n], 2006. 449 p.

VILLA, Marco Antônio. **Vida e morte no sertão: história das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX**. São Paulo: Ática, 2000. 269p.

WILDE, Gerard. The risk Compensation Theory of accident Causation and Its Practical Consequences for Accident Prevention. In: Annual Meeting of Österreichische Gesellschaft für Unfallchirurgies. **Annals...** Salzburgo, 1976.

WHILITE, D. A. Planificación de La sequía: interrumpir el ciclo hidro-ilogico. **Stop Disasters**, n.9, 1992.

WHITE, G. F. **Natural Hazards (local, national, global)**. New York: Osford University Press USA, 1974.

WISNER, Bem; BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVIS, Ian. **At Risk: Natural Hazards, people's vulnerability and disasters**. Second Edition. London: Routledge, 2003. 124p.

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. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello; CAVALCANTE, Tércia Correia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.169-188.

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.

# APÊNDICES



**APÊNDICE A – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS POR REGIÃO PLUVIOMETRICAMENTE HOMOGÊNEA**

<b>Litoral 1 (10 postos)</b>					
<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
Acaraú	2°53'	40°07'	Massapê	3°32'	40°20'
Camocim	2°55'	40°50'	Meruoca	3°33'	40°27'
Granja	3°08'	40°50'	Santana do Acaraú	3°28'	40°12'
Marco	3°09'	40°09'	Sobral	3°42'	40°21'
Martinópole	3°13'	40°41'	Uruoca	3°19'	40°34'
<b>Litoral 2 (8 postos)</b>					
<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
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'
<b>Litoral 3 (6 postos)</b>					
<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
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'
<b>Maçico de Baturité (11 postos)</b>					
<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
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'	Palmácia	4°09'	38°50'

Guaiúba	4°02'	38°38'	Redenção	4°12'	38°49'
Guaramiranga	4°16'	38°56'			

**Região da Ibiapaba (14 postos)**

<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
Cariré	3°57'	40°28'	Ipueiras	4°32'	40°43'
Carnaubal	4°10'	40°57'	Mucambo	3°54'	40°44'
Coreaú	3°34'	40°39'	Reriutaba	4°09'	40°35'
Guaraciaba do Norte	4°11'	40°45'	São Benedito	4°03'	40°52'
Hidrolândia	4°25'	40°24'	Tianguá	3°44'	40°59'
Ibiapina	3°55'	40°53'	Ubajara	3°51'	40°55'
Ipu	4°19'	40°42'	Viçosa do Ceará	3°34'	41°05'

**Região Jaguaribana (16 postos)**

<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
Alto Santo	5°31'	38°15'	Morada Nova	5°06'	38°22'
Aracati	4°34'	37°46'	Nova Jaguaribara	5°39'	38°37'
Icó	6°24'	38°51'	Orós	6°15'	38°55'
Iracema	5°49'	38°18'	Palhano	4°45'	37°58'
Jaguetama	5°37'	38°46'	Pereiro	6°03'	38°28'
Jaguaribe	5°54'	38°37'	Russas	4°56'	37°58'
Jaguaruana	4°50'	37°47'	São João do Jaguaribe	5°17'	38°16'
Limoeiro do Norte	5°08'	38°06'	Tabuleiro do Norte	5°15'	38°08'

**Cariri (23 postos)**

<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
Altaneira	6°59'	39°44'	Jati	7°41'	39°00'

Aurora	6°57'	38°58'	Juazeiro do Norte	7°13'	39°19'
Baixio	6°44'	38°43'	Jucás	6°31'	39°31'
Barbalha	7°20'	39°18'	Lavras da Mangabeira	6°45'	38°58'
Barro	7°10'	38°46'	Mauriti	7°23'	38°46'
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'	Nova Olinda	7°06'	39°41'
Crato	7°14'	39°25'	Porteiras	7°32'	39°07'
Farias Brito	6°55'	39°34'	Santana do Cariri	7°11'	39°44'
Ipaumirim	6°47'	38°43'	Várzea Alegre	6°48'	39°18'
Jardim	7°35'	39°17'			

**Sertão Central e Inhamuns (29 postos)**

<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>	<b>Município/Posto</b>	<b>Lat.S</b>	<b>Long.W</b>
Acopiara	6°07'	39°27'	Monsenhor Tabosa	4°48'	40°04'
Aiuaba	6°34'	40°07'	Novo Oriente	5°32'	40°46'
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'	Potengi	7°06'	40°01'
Campos Sales	7°04'	40°22'	Quixadá	4°58'	39°02'
Catarina	6°08'	39°52'	Quixeramobim	5°12'	39°17'
Crateús	5°11'	40°40'	Saboeiro	6°32'	39°54'
Dep. Irapuan Pinheiro	5°55'	39°16'	Santa Quitéria	4°20'	40°09'

---

Iguatu	6°22'	39°18'	Senador Pompeu	5°35'	39°22'
Independência	5°24'	40°18'	Solonópolis	5°42'	39°01'
Itatira	4°32'	39°37'	Tamboril	4°50'	40°20'
Milhã	5°41'	39°12'	Tauá	6°01'	40°17'
Mombaça	5°45'	39°37'			

---

Fonte: Elaborada pelo autor

## APÊNDICE B – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH LITORAL 1

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Acaraú</b>	333,6	571,4	779,9	406,6	1.177,90	1.930,60	1.674,20	852,30	1.349,70	1.454,60	478,30	678,70	751,20	414,90	1.218,80	1.210,90	1.072,40
<b>Camocim</b>	734,8	556,4	598,2	287	1.706,50	2.427,00	1.540,50	663,50	901,20	1.264,70	688,80	1.115,60	644,90	399,00	1.065,30	1.304,30	1.184,00
<b>Granja</b>	686,4	611,1	1.026,20	380,4	1.262,90	1.843,60	1.189,70	593,20	1.087,40	1.067,60	739,20	736,00	456,00	564,70	898,30	1.432,80	1.266,80
<b>Marco</b>	534,8	539	586,3	316,8	1.177,30	1.619,80	1.088,40	507,50	1.102,90	864,00	589,20	736,60	542,00	470,10	722,90	886,40	969,70
<b>Martinópole</b>	740,7	730,3	818,6	388,1	1.058,60	1.561,40	1.235,60	692,70	1.226,30	1.346,70	567,70	644,90	411,90	464,90	904,50	1.198,90	908,50
<b>Massapê</b>	482,9	649	649	240,4	945,20	1.498,30	1.507,10	787,00	1.370,50	1.044,90	671,10	699,60	530,50	391,80	800,60	879,40	957,80
<b>Meruoca</b>	1071,2	1001,4	1213,5	535,8	1.641,00	2.079,00	1.859,00	889,00	1.668,00	1.531,00	942,00	1.017,00	587,00	604,50	1.489,30	1.822,50	1.440,70
<b>Santana do Acaraú</b>	455	402,1	603	305,3	930,90	1.254,00	1.102,10	678,40	1.231,30	1.048,80	578,40	675,90	452,20	271,40	703,00	878,40	1.130,60
<b>Sobral</b>	525	396	596,6	260	1.071,90	1.212,40	1.318,80	798,20	939,00	889,60	658,80	649,70	388,70	350,60	898,10	775,50	725,70
<b>Uruoca</b>	658,7	934,3	865,6	205,2	941,90	1.206,90	1.029,00	545,10	978,00	949,20	566,30	592,50	364,60	362,10	702,80	949,90	622,70
<b>Total</b>	6223,1	6391	7736,9	3325,6	11.914,10	16.633,00	13.544,40	7.006,90	11.854,30	11.461,10	6.479,80	7.546,50	5.129,00	4.294,00	9.403,60	11.339,00	10.278,90
<b>Média</b>	622,31	639,1	773,69	332,56	1.191,41	1.663,30	1.354,44	700,69	1.185,43	1.146,11	647,98	754,65	512,9	429,4	940,36	1.133,90	1.027,89

POSTO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Acaraú</b>	588,70	609,70	877,20	920,60	524,80	844,80	1.220,90	707,00	546,90	926,20	659,90	1.132,30	2.036,10	420,1	1039,2	545,5	508,8
<b>Camocim</b>	799,90	460,60	1.177,70	926,20	730,00	644,10	1.015,20	692,60	747,70	765,40	811,90	1.279,40	1.863,80	434,5	844,6	354,8	737
<b>Granja</b>	601,00	543,70	1.188,90	763,60	767,40	638,00	1.396,90	969,20	646,60	1.072,30	960,90	1.075,00	1.602,60	388,2	1123,8	521	546,5
<b>Marco</b>	269,00	285,20	872,80	706,00	425,80	484,70	1.154,10	377,00	441,40	689,70	651,00	1.008,10	1.236,30	365,8	895,5	397,3	605,8
<b>Martinópole</b>	520,00	634,00	939,00	687,00	737,00	576,00	1.079,00	563,00	536,00	847,20	791,00	897,00	1.363,00	502	853	520	465,5
<b>Massapê</b>	501,10	298,30	834,90	792,90	495,10	510,90	791,50	497,50	601,90	940,10	724,10	941,10	981,20	445	964,1	292,3	682,9
<b>Meruoca</b>	702,40	558,00	1.170,20	1.317,10	1.339,60	995,80	1.313,00	1.182,20	650,90	1.097,00	1.002,00	1.533,00	1.850,00	736	1241	670	871,9
<b>Santana do Acaraú</b>	558,00	164,00	706,40	635,90	567,40	503,50	904,70	541,20	579,60	742,60	682,00	745,00	1.045,10	255	681	311	488,5
<b>Sobral</b>	364,70	237,00	939,80	799,40	778,60	582,00	1.018,00	719,00	604,00	760,50	828,00	977,00	1.020,00	421,8	529,3	339,5	580
<b>Uruoca</b>	366,20	277,00	926,60	814,00	604,60	532,00	918,80	627,00	560,20	844,50	713,00	913,00	1.303,00	370	1125	536	466
<b>Total</b>	5.271,00	4.067,50	9.633,50	8.362,70	6.970,30	6.311,80	10.812,10	6.875,70	5.915,20	8.685,50	7.823,80	10.500,90	14.301,10	4.338,40	9.296,50	4.487,40	5.952,90
<b>Média</b>	527,1	406,75	963,35	836,27	697,03	631,18	1.081,21	687,57	591,52	868,55	782,38	1.050,09	1.430,11	433,84	929,65	448,74	595,29

<i>I</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>y</i> (mm)	332,5	406,7	429,4	433,8	<b>448,7</b>	<b>512,9</b>	527,1	591,5	595,2	622,3	631,1	<b>639,1</b>	<b>647,9</b>	687,5	697,0	700,6	<b>754,6</b>
$P_i=i/(N+1)$	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<i>i</i>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>
<i>y</i> (mm)	<b>773,6</b>	782,3	836,2	868,5	<b>929,6</b>	<b>940,3</b>	963,3	1027,8	1050,0	1081,2	1133,9	<b>1146,1</b>	<b>1185,4</b>	1191,4	1354,4	1430,1	1663,3
$P_i=i/(N+I)$	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15)=448,7 + \{[15-14,2] / [17,1 - 14,2]\} * [512,9 - 448,7]$$

$$Q(0,15)=466,4 \text{ mm}$$

$$Q(0,35)=639,1 + \{[35-34,2] / [37,1 - 34,2]\} * [647,9 - 639,1]$$

$$Q(0,35)=641,5 \text{ mm}$$

$$Q(0,50)=754,6 + \{[50-48,5] / [51,4 - 48,5]\} * [773,6 - 754,6]$$

$$Q(0,50)=764,4 \text{ mm}$$

$$Q(0,65)=929,6 + \{[65-62,8] / [65,7 - 62,8]\} * [940,3 - 929,6]$$

$$Q(0,65)=937,7 \text{ mm}$$

$$Q(0,85)=1146,1 + \{[85-82,8] / [85,7 - 82,8]\} * [1185,4 - 1146,1]$$

$$Q(0,85)=1175,9 \text{ mm}$$

## APÊNDICE C – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH LITORAL 2

POSTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Itapajé</b>	488,7	618,8	597,50	322,9	847,90	1060,1	1.121,20	490,4	682,40	756,8	530,60	703,90	459,30	458,30	902,10	768,80	875,30
<b>Itapipoca</b>	536	830	816,00	407,6	1.186,00	1.287,50	1.241,00	401,00	474,40	540,30	809,50	865,10	676,00	481,50	1.284,50	1.312,90	1.336,20
<b>Paracuru</b>	603,6	845,2	799,3	456,2	1.095,30	1.721,50	1.406,90	852,00	1.172,10	1.194,60	555,70	890,40	783,90	245,40	1.455,80	1.805,90	1.066,90
<b>Pentecoste</b>	395,9	472,1	488,1	262	731,90	1.112,90	981,90	503,90	568,70	747,30	477,40	793,00	551,00	141,20	711,30	747,70	896,60
<b>São G. do Amarante</b>	476,5	589,8	680,7	531,9	910,00	1.325,40	1.571,60	634,10	951,10	920,50	356,50	945,70	670,80	262,70	1.164,30	953,00	727,60
<b>São Luis do Curu</b>	558,2	586	505,7	208,5	826,20	1.258,80	1.024,40	542,00	895,70	626,20	507,00	924,80	588,00	185,00	801,00	1.060,40	875,00
<b>Trairi</b>	646	643,3	815,7	508,5	1.179,90	1.646,00	1.127,00	706,80	639,70	950,10	608,00	1.181,20	699,10	305,20	1.179,50	852,00	888,00
<b>Uruburetama</b>	518	629,7	860,9	509,1	1.059,20	1.340,80	1.402,60	609,10	871,50	846,90	719,00	963,40	725,10	418,80	1.010,70	1.226,20	1.119,70
<b>Total</b>	4222,9	5214,9	5.563,90	3206,7	7.836,40	10.753,00	9.876,60	4.739,30	6.255,60	6.582,70	4.563,70	7.267,50	5.153,20	2.498,10	8.509,20	8.726,90	7.785,30
<b>Média</b>	527,8625	651,8625	695,49	400,8375	979,55	1.344,13	1.234,58	592,4125	781,95	822,84	570,46	908	644,15	312,26	1.063,65	1.090,86	973,16

POSTO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Itapajé</b>	527,00	422,00	739,30	706,80	430,60	618,50	860,10	573,60	558,40	703,80	519,40	631,70	1.040,30	363,00	799,20	456,60	561,5
<b>Itapipoca</b>	609,40	467,20	960,00	953,50	591,70	710,90	1.109,10	634,80	535,90	1.179,40	673,80	1.168,00	1.545,50	444	1.160,10	712,60	619,8
<b>Paracuru</b>	827,80	627,80	1.345,00	933,00	1.051,30	1.079,00	1.425,70	848,40	688,00	844,80	1.266,00	1.016,90	1.559,40	648,40	798,40	593,40	629,6
<b>Pentecoste</b>	373,00	263,50	487,10	725,00	537,20	535,40	876,10	525,70	463,10	830,80	539,60	763,90	1.234,90	310,8	745,20	278,30	420,3
<b>São G. do Amarante</b>	596,20	298,40	783,20	602,40	638,10	720,20	1.267,90	567,00	509,60	889,40	817,10	735,40	1.434,80	518,00	827,20	403,20	459,6
<b>São Luis do Curu</b>	315,00	310,00	676,00	713,00	420,00	737,00	926,00	504,00	507,00	845,00	552,00	945,00	1.478,10	289	901,00	190,00	511
<b>Trairi</b>	726,90	576,00	1.358,00	969,00	754,00	1.101,00	1.660,00	576,00	651,00	773,00	1.007,00	1.127,00	1.518,60	595	787	610,00	470
<b>Uruburetama</b>	557,50	556,40	1.070,50	880,20	592,40	708,50	1.061,60	754,00	602,60	980,20	700,00	730,00	1.357,70	373,00	1.195,50	472,00	488
<b>Total</b>	4.532,80	3.521,30	7.419,10	6.482,90	5.015,30	6.210,50	9.186,50	4.983,50	4.515,60	7.046,40	6.074,90	7.117,90	11.169,30	3.541,20	7.213,60	3.716,10	4159,8
<b>Média</b>	566,60	440,16	927,39	810,36	626,91	776,31	1.148,31	622,94	564,45	880,80	759,36	889,74	1.396,16	442,65	901,70	464,51	519,975

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>y</i> (mm)	312,2	400,8	440,1	442,6	<b>464,5</b>	<b>519,9</b>	527,8	564,4	566,6	570,4	592,4	<b>622,9</b>	<b>626,9</b>	644,1	651,8	695,4	<b>759,3</b>
$P_i=i/(N+1)$	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<i>i</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
<i>y</i> (mm)	<b>776,3</b>	781,9	810,3	822,8	<b>880,8</b>	<b>889,7</b>	901,7	908,4	927,3	973,1	979,5	<b>1063,6</b>	<b>1090,8</b>	1148,3	1234,5	1344,1	1396,1
$P_i=i/(N+1)$	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15)=464,5 + \{[15-14,2] / [17,1 - 14,2]\} * [519,9 - 464,5]$$

$$Q(0,15)=479,7 \text{ mm}$$

$$Q(0,35)=622,9 + \{[35-34,2] / [37,1 - 34,2]\} * [626,9 - 622,9]$$

$$Q(0,35)=624,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,50)=759,3 + \{[50-48,5] / [51,4 - 48,5]\} * [776,3 - 759,3]$$

$$Q(0,50)=768,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,65)=880,8 + \{[65-62,8] / [65,7 - 62,8]\} * [889,7 - 880,8]$$

$$Q(0,65)=887,5 \text{ mm}$$

$$Q(0,85)=1063,6 + \{[85-82,8] / [85,7 - 82,8]\} * [1090,8 - 1063,6]$$

$$Q(0,85)=1057,2 \text{ mm}$$



### APÊNDICE D – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH LITORAL 3

MUNICÍPIO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Aquiraz</b>	684,5	555,2	718,6	437,8	1.329,10	1.908,70	1.643,20	716,60	1.117,80	1.005,10	713,00	1.212,00	742,00	304,90	1.429,40	1.388,10	1.278,10
<b>Caucaia</b>	758,7	654	667,00	559,1	1.034,00	1.656,10	1.505,60	723,70	1.120,70	748,10	536,30	1.062,50	780,70	457,80	1.438,20	1.653,60	1.261,00
<b>Fortaleza</b>	815,5	900,5	727,5	632,8	1.349,70	1.945,40	1.797,10	803,90	1.159,90	1.003,90	684,70	1.379,20	849,00	669,50	1.441,70	1.726,70	1.427,60
<b>Maracanaú</b>	432,2	814,7	850	646,5	1.012,70	1.711,00	1.675,50	511,00	902,00	627,00	527,00	663,00	711,00	393,00	1.408,00	1.245,00	933,00
<b>Maranguape</b>	704,6	640,5	749,2	576,9	895,00	1.252,10	1.328,00	570,00	1.136,70	718,00	408,00	908,60	620,00	393,80	1.074,50	1.097,00	964,50
<b>Pacajus</b>	700,70	475,00	425,50	368,10	1005,70	1445,40	1105,00	461,60	825,30	778,20	351,70	620,70	615,70	251,20	893,70	928,70	1053,90
<b>Total</b>	4096,2	4039,9	4137,8	3221,2	6.626,20	9.918,70	9.054,40	3.786,80	6.262,40	4.880,30	3.220,70	5.846,00	4.318,40	2.470,20	7.685,50	8.039,10	6.918,10
<b>Média</b>	682,7	673,3167	689,6333	536,8667	1.104,37	1.653,12	1.509,07	631,13	1.043,73	813,38	536,78	974,33	719,73	411,70	1.280,92	1.339,85	1.153,02

MUNICÍPIO	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Aquiraz</b>	1.001,20	545,10	746,70	1.072,20	1.229,80	1.214,90	1.449,30	957,20	697,40	1.195,60	1.028,10	1.182,60	1.620,40	689,70	1.140,00	565,50	343,6
<b>Caucaia</b>	700,20	551,00	860,40	1.086,00	1.122,50	1.063,00	1.862,80	948,40	757,40	949,60	976,40	1.053,90	1.530,60	656,40	1.168,10	778,10	456,5
<b>Fortaleza</b>	1.019,90	681,00	1.132,40	894,00	1.120,90	1.124,00	1.667,10	953,10	879,70	973,50	1.185,30	1.038,30	1.569,10	754,40	1.240,70	932,60	474,3
<b>Maracanaú</b>	463,00	574,60	713,70	909,40	651,40	938,20	1.313,20	856,00	569,60	895,20	863,40	996,20	1.541,50	740,60	1.050,20	632,60	454,2
<b>Maranguape</b>	502,00	470,20	811,40	887,30	861,70	843,00	1.253,40	791,90	438,20	806,00	718,30	968,40	1.449,60	570,8	924,90	638,70	451,5
<b>Pacajus</b>	584,40	189,80	597,50	742,10	731,20	905,10	1055,90	548,40	492,40	955,40	690,90	795,90	1492,70	293,30	924,40	383,60	426,4
<b>Total</b>	4.270,70	3.011,70	4.862,10	5.591,00	5.717,50	6.088,20	8.601,70	5.055,00	3.834,70	5.775,30	5.462,40	6.035,30	9.203,90	3.705,20	6.448,30	3.931,10	2.606,50
<b>Média</b>	711,78	501,95	810,35	931,83	952,92	1.014,70	1.433,62	842,50	639,12	962,55	910,40	1.005,88	1.533,98	617,53	1.074,72	655,18	434,42

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>y (mm)</b>	411,7	434,4	501,9	536,7	<b>536,8</b>	<b>617,5</b>	631,1	639,1	655,1	673,3	682,7	<b>689,6</b>	<b>711,7</b>	719,7	810,3	813,3	<b>842,5</b>
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<i>i</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
<b>y (mm)</b>	<b>910,4</b>	931,8	952,9	962,5	<b>974,3</b>	<b>1005,8</b>	1014,7	1043,7	1074,7	1104,3	1153,0	<b>1280,9</b>	<b>1339,8</b>	1433,6	1509,0	1533,9	1653,1
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15) = 536,8 + \left\{ \frac{[15 - 14,2]}{[17,1 - 14,2]} \right\} * [617,5 - 536,8]$$

$$Q(0,15) = 559,0 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 689,6 + \left\{ \frac{[35 - 34,2]}{[37,1 - 34,2]} \right\} * [711,7 - 689,6]$$

$$Q(0,35) = 695,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 842,5 + \left\{ \frac{[50 - 48,5]}{[51,4 - 48,5]} \right\} * [910,4 - 842,5]$$

$$Q(0,50) = 877,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 974,3 + \left\{ \frac{[65 - 62,8]}{[65,7 - 62,8]} \right\} * [1005,8 - 974,3]$$

$$Q(0,65) = 998,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1280,9 + \left\{ \frac{[85 - 82,8]}{[85,7 - 82,8]} \right\} * [1339,8 - 1280,9]$$

$$Q(0,85) = 1325,5 \text{ mm}$$

## APÊNDICE E – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH MACIÇO DE BATURITÉ

MUNICÍPIO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Aracoiaba	553,5	295,5	543,50	392,6	708,20	1.186,00	971,40	472,40	959,90	707,30	385,80	639,10	615,50	359,80	864,70	957,50	879,90
Aratuba	684,5	834,4	779	691	984,50	1.328,80	1.469,30	645,60	901,80	610,20	580,00	692,30	754,30	263,40	614,40	755,60	647,70
Baturité	691	511	698,5	603	749,60	1.180,70	1.090,50	685,00	1.061,30	797,50	503,00	652,00	818,00	305,50	938,50	798,00	935,10
Capistrano	519	453	523,1	473	843,10	944,00	1.153,00	766,00	715,70	526,60	452,70	616,80	636,70	305,60	645,10	748,10	666,80
Guaiúba	651,8	398	720,5	526,6	774,80	1.523,60	1.125,60	303,00	502,90	486,50	389,40	640,60	722,20	219,20	1.091,80	1.217,70	1.039,60
Guaramiranga	964,3	808,4	1054,5	756,4	1.098,80	1.328,10	1.434,40	760,10	1.136,10	1.043,60	766,60	1.019,80	971,70	463,80	1.173,20	1.117,60	1.115,80
Itapiúna	428	403	506	473,5	826,50	1.124,00	829,90	377,00	695,90	536,00	524,20	635,30	464,60	201,20	664,30	722,60	735,40
Mulungu	580	708,2	893,6	537,6	921,70	1.089,10	1.096,40	760,00	1.004,40	816,40	672,30	927,60	670,20	227,60	1.009,20	755,90	831,00
Pacoti	949,4	736,6	911,4	650,3	1.091,90	1.545,90	1.286,80	771,50	1.075,50	985,20	671,40	862,50	813,10	496,10	1.259,20	1.002,60	1.104,50
Palmácia	835,8	800,2	870,9	571	1.156,10	1.452,60	1.536,70	712,30	1.095,10	1.079,00	572,30	1.080,90	728,50	304,20	1.218,40	1.241,70	1.147,60
Redenção	886,90	453,00	730,70	550,30	1005,90	1215,60	1257,80	739,50	1100,80	764,30	512,90	903,10	787,70	233,80	1186,10	1106,80	986,20
<b>Total</b>	7744,2	6401,3	8.231,70	6225,3	10.161,10	13.918,40	13.251,80	6.992,40	10.249,40	8.352,60	6.030,60	8.670,00	7.982,50	3.380,20	10.664,90	10.424,10	10.089,60
<b>Média</b>	704,0182	581,9364	748,34	565,9364	923,74	1.265,31	1.204,71	635,67	931,76	759,33	548,24	788,18	725,68	307,29	969,54	947,65	917,24

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Aracoiaba</b>	490,60	367,20	640,40	874,90	561,40	850,30	803,20	504,80	564,70	685,00	610,50	652,00	888,40	380,2	694,6	383,2	466,8
<b>Aratuba</b>	497,10	405,10	484,10	827,80	600,90	690,90	1.003,20	671,40	715,50	831,20	680,20	893,00	1.175,70	407	787,3	529	513
<b>Baturité</b>	564,50	366,80	627,40	968,20	601,50	816,10	1.013,20	625,40	760,70	771,10	825,40	808,70	1.085,80	311,5	638,9	440,5	604,9
<b>Capistrano</b>	387,10	264,00	622,00	602,00	464,10	620,00	909,60	514,70	572,00	838,00	609,00	760,30	796,00	343	601	284	539
<b>Guaiúba</b>	690,50	417,80	759,80	967,10	788,20	1.225,30	1.067,80	725,50	532,80	1.107,30	803,80	851,00	1.348,30	259,5	1023	460	554,4
<b>Guaramiranga</b>	799,90	520,90	830,20	1.069,20	956,50	1.186,00	1.504,20	932,40	970,80	1.037,90	878,20	907,50	1.401,30	601,2	938,9	521,6	686,5
<b>Itapiúna</b>	412,60	261,80	457,50	594,30	372,50	565,80	701,50	464,20	452,00	620,60	629,40	632,20	757,00	257,5	461,4	299,4	449,2
<b>Mulungu</b>	521,20	409,50	474,70	1.218,40	749,60	773,00	936,20	680,00	552,90	742,00	576,40	835,00	1.103,70	375,7	546,2	480,2	529,6
<b>Pacoti</b>	723,40	532,10	877,50	1.262,50	838,70	892,70	1.405,80	748,50	927,20	891,20	822,60	925,10	1.451,20	441,1	873,9	582,4	596,4
<b>Palmácia</b>	576,90	478,80	1.011,40	1.068,10	1.149,20	1.130,50	1.111,10	738,30	898,10	1.094,90	984,40	788,50	1.544,40	487,1	1135,6	824,4	666
<b>Redenção</b>	490,30	404,90	793,60	1012,50	797,10	983,00	1046,00	642,70	785,80	866,10	801,10	825,70	1440,80	430	852,2	562,9	643,3
<b>Total</b>	6.154,10	4.428,90	7.578,60	10.465,00	7.879,70	9.733,60	11.501,80	7.247,90	7.732,50	9.485,30	8.221,00	8.879,00	12.992,60	4.293,80	8.553,00	5.367,60	6.249,10
<b>Média</b>	559,46	402,63	688,96	951,36	716,34	884,87	1.045,62	658,90	702,95	862,30	747,36	807,18	1.181,15	390,35	777,55	487,96	568,10

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>y (mm)</b>	307,2	390,3	402,6	487,9	<b>548,2</b>	<b>559,4</b>	565,9	568,1	581,9	635,6	658,9	<b>688,9</b>	<b>702,9</b>	704,0	716,3	725,6	<b>747,3</b>
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<b>i</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>
<b>y (mm)</b>	<b>748,3</b>	759,3	777,5	788,1	<b>807,1</b>	<b>862,3</b>	884,8	917,2	923,7	931,7	947,6	<b>951,3</b>	<b>969,5</b>	1045,6	1181,1	1204,7	1265,3
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15) = 548,2 + \left\{ \frac{[15 - 14,2]}{[17,1 - 14,2]} \right\} * [559,4 - 548,2]$$

$$Q(0,15) = 551,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 688,9 + \left\{ \frac{[35 - 34,2]}{[37,1 - 34,2]} \right\} * [702,9 - 688,9]$$

$$Q(0,35) = 692,7 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 747,3 + \left\{ \frac{[50 - 48,5]}{[51,4 - 48,5]} \right\} * [748,3 - 747,3]$$

$$Q(0,50) = 747,8 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 807,1 + \left\{ \frac{[65 - 62,8]}{[65,7 - 62,8]} \right\} * [862,3 - 807,1]$$

$$Q(0,65) = 848,9 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 951,3 + \left\{ \frac{[85 - 82,8]}{[85,7 - 82,8]} \right\} * [969,5 - 951,3]$$

$$Q(0,85) = 965,1 \text{ mm}$$

## APÊNDICE F – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH IBIAPABA

MUNICÍPIO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Cariré</b>	926	653	739	243	875,00	1.284,00	1.014,70	421,00	832,50	765,40	664,70	601,90	341,00	354,00	676,00	795,80	744,00
<b>Carnaubal</b>	425,2	397,4	306,8	190	785,90	1.190,20	728,40	340,40	649,00	795,00	370,20	426,00	275,90	205,40	469,40	597,40	646,40
<b>Coreaú</b>	569,4	584,5	832,6	286,5	1.566,50	2.186,50	1.786,00	516,20	1.220,30	1.399,00	696,30	841,00	488,00	556,00	1.002,00	1.260,80	965,70
<b>Guaraciaba do Norte</b>	614,5	773,9	660,6	384,3	1.186,80	1.797,50	1.549,70	890,90	994,20	1.073,00	776,50	951,50	741,60	368,00	1.190,40	1.115,60	1.038,40
<b>Hidrolândia</b>	551,9	487,4	569,5	279,6	954,30	1.378,60	995,80	662,50	531,10	932,00	672,90	607,20	395,80	401,10	880,70	1.004,00	1.107,00
<b>Ibiapina</b>	1087	828,6	877,4	749	1.664,20	2.395,40	1.672,00	1.011,00	1.645,00	1.411,00	1.251,00	899,00	578,50	697,20	1.425,00	1.597,00	1.427,00
<b>Ipu</b>	941,6	654	460,6	101,6	1147	1804,5	1193	657	1074	1175	845	631,5	429,8	323,1	849,9	1015,5	1030,1
<b>Ipueiras</b>	650,7	524	369,5	279,5	803	1298	1152	660,1	1312,1	962,5	655,3	498,8	560,1	395,4	670,7	1136,8	1128,6
<b>Mucambo</b>	678,2	455,4	683,4	474,8	732,6	1372,8	1643,2	747,3	942	1101,8	608,8	715,5	456,4	328	800,8	848,9	909
<b>Reriutaba</b>	625	421	534,2	285	921	1604	1110	590	851	975,8	646	714,1	475	183,7	770	800,4	1052,2
<b>São Benedito</b>	788,9	575,3	768,3	547,8	1499,6	2118,5	1528,6	825,5	1190,7	1241,1	931,3	751,3	685,9	587,9	1099	1483,4	1184,3
<b>Tianguá</b>	688,1	686,1	815,2	449	1145,4	1692,2	1335,5	686,9	1061,5	1090,1	849,5	767,1	575	541,2	1217	1536,6	1155,5
<b>Ubajara</b>	949,5	645,1	846,6	619,6	1480,1	1949	1993,7	933,4	1343,1	1412,2	920	1087,7	793,8	617,7	1340,8	1346,3	1355,1
<b>Viçosa do Ceará</b>	940,4	842,3	1284,4	554,8	1682,6	1987,7	1920,7	1113	1466,7	1653,1	1045,8	971,3	612,2	748,5	1273,1	1677,1	1125,9
<b>Total</b>	10436,4	8528	9.748,10	5444,5	16.444,00	24.058,90	19.623,30	10.055,20	15.113,20	15.987,00	10.933,30	10.463,90	7.409,00	6.307,20	13.664,80	16.215,60	14.869,20
<b>Média</b>	745,4571	609,1429	696,2929	388,8929	1.174,57	1.718,49	1.401,66	718,23	1.079,51	1.141,93	780,95	747,42	529,21	450,51	976,06	1.158,26	1.062,09

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Cariré</b>	621,00	270,00	789,80	542,00	723,00	598,00	833,00	533,00	406,00	550,00	782,70	718,00	1.726,00	142,5	728,7	292,2	387
<b>Carnaubal</b>	380,70	137,60	355,70	543,20	446,80	484,40	629,20	533,80	319,20	507,00	448,50	782,50	772,60	138,9	400,6	192,2	135,9
<b>Coreaú Guaraciaba do Norte</b>	581,30	297,00	911,20	1.001,00	937,10	471,00	1.243,50	772,00	595,40	997,00	841,50	1.008,50	1.309,00	357,1	1021	404,5	461,1
<b>Hidrolândia</b>	987,10	399,50	734,60	1.021,50	714,10	790,00	1.204,00	943,50	996,00	967,50	814,50	1.267,00	1.463,00	296	812	528,5	568
<b>Ibiapina</b>	594,60	202,00	689,00	611,00	466,80	485,00	913,00	503,00	616,00	536,00	622,00	969,30	959,00	342	665	393	406
<b>Ibiapina</b>	874,00	588,00	1.182,00	1.346,40	1.209,00	911,00	1.486,00	1.420,00	1.109,00	1.548,00	1.112,00	1.525,00	1.866,00	941	1773	856	1113
<b>Ipu</b>	500,3	223,3	743,1	692,9	556,9	710	930,4	885,2	744,2	909,9	767	715,8	1244	333,4	867,2	373,8	401,1
<b>Ipueiras</b>	565,5	283,6	824	827,9	702,6	713,7	894,8	750,2	517,6	884,5	580,7	929,3	1313,6	287,2	1127,4	329,2	518,5
<b>Mucambo</b>	907,2	343,5	816,5	656	803	530	744	734	637	521	845,1	623	1282	432	689	515	504
<b>Reriutaba</b>	519,3	131,1	787,6	630,5	496,4	644,5	772,2	841	385	660,1	775,6	931	1167	214,6	858,2	410,8	465,4
<b>São Benedito</b>	877,6	538	1074,5	1065,2	860,9	842,6	1134,3	1176,8	653,4	1042,6	938,7	1247,2	1799,6	496	1312,4	464,9	653,6
<b>Tianguá</b>	818,1	424,6	1214,4	1164,2	874,1	779	956,2	992,6	773,3	928,8	1126,7	1306,1	1602,9	557,5	889,1	528,4	610,2
<b>Ubajara Viçosa do Ceará</b>	952,9	654,3	1277,4	1194,5	953,5	762,6	1109,5	1201,3	991,9	1135,7	1033,2	1526,6	1896,3	516,4	1263,3	488,8	753,1
<b>Ceará</b>	976,2	823,6	1017,6	932,6	981,3	688,6	1435,4	1171,2	932	1173,4	868,5	1374	1737	682,2	1277,6	620,6	772,2
<b>Total</b>	10.155,80	5.316,10	12.417,40	12.228,90	10.725,50	9.410,40	14.285,50	12.457,60	9.676,00	12.361,50	11.556,70	14.923,30	20.138,00	5.736,80	13.684,50	6.397,90	7.749,10
<b>Média</b>	725,41	379,72	886,96	873,49	766,11	672,17	1.020,39	889,83	691,14	882,96	825,48	1.065,95	1.438,43	409,77	977,46	456,99	553,51

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>y (mm)</b>	379,7	388,8	409,7	450,5	<b>456,9</b>	<b>529,2</b>	553,5	609,1	672,1	691,1	696,2	<b>718,2</b>	<b>725,4</b>	745,4	747,4	766,1	<b>780,9</b>
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<b>i</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>
<b>y (mm)</b>	<b>825,4</b>	873,4	882,9	886,9	<b>889,8</b>	<b>976,0</b>	977,4	1020,3	1062,0	1065,9	1079,5	<b>1141,9</b>	<b>1158,2</b>	1174,5	1401,6	1438,4	1718,4
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15) = 456,9 + \left\{ \frac{[15 - 14,2]}{[17,1 - 14,2]} \right\} * [529,2 - 456,9]$$

$$Q(0,15) = 476,8 \text{ mm}$$

$$Q(0,35) = 718,2 + \left\{ \frac{[35 - 34,2]}{[37,1 - 34,2]} \right\} * [725,4 - 718,2]$$

$$Q(0,35) = 720,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 780,9 + \left\{ \frac{[50 - 48,5]}{[51,4 - 48,5]} \right\} * [825,4 - 780,9]$$

$$Q(0,50) = 803,9 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 889,8 + \left\{ \frac{[65 - 62,8]}{[65,7 - 62,8]} \right\} * [976,0 - 889,8]$$

$$Q(0,65) = 955,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 1141,9 + \left\{ \frac{[85 - 82,8]}{[85,7 - 82,8]} \right\} * [1158,2 - 1141,9]$$

$$Q(0,85) = 1154,2 \text{ mm}$$



## APÊNDICE G – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH JAGUARIBANA

MUNICÍPIO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Alto Santo</b>	680	526,3	524,2	301	951,50	1.301,50	714,80	510,80	733,60	827,30	342,30	573,30	455,50	111,90	497,80	694,20	645,20
<b>Aracati</b>	481,3	504	744	316,4	1.241,10	2.118,80	1.246,10	541,70	1.136,00	910,20	370,10	618,10	458,90	170,40	926,90	796,80	707,70
<b>Icó</b>	642,8	578,6	348,7	612,9	604,30	1.425,50	718,60	593,50	699,50	770,60	465,70	427,60	360,70	416,90	385,50	612,10	643,20
<b>Iracema</b>	567,5	383,2	529,5	265,1	1.103,80	1.148,20	982,90	702,00	823,50	712,30	278,50	633,10	576,70	274,30	553,50	835,30	667,00
<b>Jaguaretama</b>	351,8	442,7	684,7	553,8	1.399,30	1.252,70	981,50	632,00	903,30	764,70	484,80	525,20	438,50	281,60	847,80	754,50	743,90
<b>Jaguaribe</b>	612,3	528	667,2	295	997,5	1416,2	1023,5	550,5	717,2	666	433,5	377,9	464,7	119	551,8	634,4	558,8
<b>Jaguaruana</b>	479,2	385,7	695,9	234	1056,4	1469,9	862	482,8	789,1	822,8	376,4	335,2	538,1	107	679	671,1	688,4
<b>Limoeiro do Norte</b>	744,2	594,6	504,6	301,9	1105,6	1176,7	1085,6	551,4	717,3	753,5	405,9	383,9	343,1	212,3	452,4	784,1	669,9
<b>Morada Nova</b>	740,6	559	284	323	1018,2	1219	972,2	457	620,2	733	274,9	466,6	426,8	134,6	675,7	620,7	440,4
<b>Jaguaribara</b>	540,3	537,9	522,5	367,3	1041,4	1084,8	1084,1	520,9	657	858,5	391,7	581,5	446,8	179,1	484,5	562,9	622,4
<b>Orós</b>	708,2	421,6	421,6	386	792	1597,8	983,7	805,6	772,1	668,3	319,8	635,6	362,1	239,8	543,6	587,3	681
<b>Palhano</b>	529	504,3	546,4	277,5	934	1447,4	1082,1	574	687,5	641,4	496,5	512,2	641,6	84,4	726,6	522,9	775,3
<b>Pereiro</b>	619	654	551,3	576,5	1287,5	1442,5	1035,1	801,6	615,5	821	542,5	679,5	545,8	169,8	896,6	843,7	936,5
<b>Russas</b>	640,7	355,3	567,6	459,6	802,9	1446,7	1161,2	509,4	601	698	298,8	404,4	485,2	115	496,5	776,3	636,3
<b>São João do Jaguaribe</b>	672,6	384,8	476	389,2	1071,4	1324,4	972,7	398,4	629,4	615	315,3	411,9	294,3	204	573	760,1	485,9
<b>Tabuleiro do Norte</b>	585	509,7	404,7	324,7	937,6	1036	941,8	508	704,8	846	331,8	413,6	351,2	181,2	624,7	624	519,8
<b>Total</b>	9594,5	7869,7	8.472,90	5983,9	16.344,50	21.908,10	15.847,90	9.139,60	11.807,00	12.108,60	6.128,50	7.979,60	7.190,00	3.001,30	9.915,90	11.080,40	10.421,70
<b>Média</b>	599,6563	491,8563	529,5563	373,9938	1.021,53	1.369,26	990,49	571,23	737,94	756,79	383,03	498,73	449,38	187,58	619,74	692,53	651,36

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Alto Santo</b>	531,20	247,60	526,20	696,60	322,40	644,10	610,20	496,30	512,60	777,10	382,50	595,20	1.043,80	246	495,6	251,6	352
<b>Aracati</b>	388,60	114,80	474,80	637,30	611,80	788,20	921,00	440,90	371,30	868,50	965,00	1.073,50	1.491,80	454,4	804,3	288,2	550
<b>Icó</b>	500,80	289,80	537,30	616,20	434,50	407,00	513,40	420,80	468,80	556,40	629,50	1.034,70	1.020,30	323,4	609,3	463,9	358,2
<b>Iracema</b>	412,50	183,20	617,40	754,80	509,70	767,80	492,30	730,80	365,70	722,80	641,90	874,30	764,00	332	636	175	535
<b>Jaguaretama</b>	610,30	258,70	765,30	545,60	389,10	712,50	913,00	705,30	366,90	796,40	621,50	681,00	797,40	272,8	529,9	133,3	551
<b>Jaguaribe</b>	425,6	180	581,1	629,7	506,7	565,5	674,8	499,3	337,1	525,8	431,9	903,7	785,1	190,2	635,1	163,9	287,8
<b>Jaguaruana</b>	226,2	179,5	412,3	689,6	383,5	608,2	821,2	533,7	393,5	621,3	560,5	682,9	939,8	264,1	645	369,4	273,7
<b>Limociro do Norte</b>	371	169	383,8	622,6	298,2	561,8	575,8	503,9	401,6	615,9	465,3	676,6	906,1	304,6	527,2	330,8	310,6
<b>Morada Nova</b>	432,1	227,6	476,2	470,5	401,7	476,3	507,5	599,5	449,8	541,3	504,3	605,4	797,3	263,4	493	122,7	295,5
<b>Nova Jaguaribara</b>	469,6	196	619,3	509,8	362,2	559	532,2	473	368,2	707,9	511,9	829,8	908,8	154,6	396	252,3	445,9
<b>Orós</b>	706,5	266	691,2	581,8	252,8	647,2	418,4	608,1	372,8	664,3	823,5	646,5	630,1	363,6	818	368	416,7
<b>Palhano</b>	446,1	133,4	522,5	646,4	320,6	513,6	698,1	375,5	372,8	670,2	605,4	505,4	1004,5	257,6	625,4	360,4	334,6
<b>Pereiro</b>	775,7	261,8	602,1	756,8	592	594,4	533,3	619,1	426,7	957	845,5	1289,3	1102,6	398,6	730	365	429,7
<b>Russas</b>	327,2	278,7	385,9	733	368	492,2	591,9	521,5	667,9	690,8	450,8	652,8	1022,9	202,8	614,8	307,1	317,2
<b>São João do Jaguaribe</b>	557,3	161,7	397,4	565,5	325,8	550,4	448,8	554,5	456,6	619,6	549,4	551,2	712,5	121,8	385,5	182,3	317,3
<b>Tabuleiro do Norte</b>	559,9	147,8	471,4	553,4	387,2	615,1	635,3	489,6	483,6	602,2	537,8	792,4	1014,6	177,3	471	294,8	322,8
<b>Total</b>	7.740,60	3.295,60	8.464,20	10.009,60	6.466,20	9.503,30	9.887,20	8.571,80	6.815,90	10.937,50	9.526,70	12.394,70	14.941,60	4.327,20	9.416,10	4.428,70	6.098,00
<b>Média</b>	483,79	205,98	529,01	625,60	404,14	593,96	617,95	535,74	425,99	683,59	595,42	774,67	933,85	270,45	588,51	276,79	381,13

<i>I</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>y</i> (mm)	187,5	205,9	270,4	276,7	<b>373,9</b>	<b>381,1</b>	383,0	404,1	425,9	449,3	483,7	<b>491,8</b>	<b>498,7</b>	529,0	529,5	535,7	<b>571,2</b>
$P_i=i/(N+1)$	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<i>I</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
<i>y</i> (mm)	<b>588,5</b>	593,9	595,4	599,6	<b>617,9</b>	<b>619,7</b>	625,6	651,3	683,5	692,5	737,9	<b>756,7</b>	<b>774,6</b>	933,8	990,4	1021,5	1369,2
$P_i=i/(N+I)$	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15)=373,9 + \{(15-14,2) / [17,1 - 14,2]\} * [381,1 - 373,9]$$

$$Q(0,15) = 375,8 \text{ mm}$$

$$Q(0,35)=491,8 + \{(35-34,2) / [37,1 - 34,2]\} * [498,7 - 491,8]$$

$$Q(0,35) = 493,7 \text{ mm}$$

$$Q(0,50) = 571,2 + \{(50-48,5) / [51,4 - 48,5]\} * [588,5 - 571,2]$$

$$Q(0,50) = 580,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,65) = 617,9 + \{(65-62,8) / [65,7 - 62,8]\} * [619,7 - 617,9]$$

$$Q(0,65) = 619,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,85) = 756,7 + \{(85-82,8) / [85,7 - 82,8]\} * [774,6 - 756,7]$$

$$Q(0,85) = 770,2 \text{ mm}$$

## APÊNDICE H – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH CARIRI

MUNICÍPIO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Altaneira	297,3	445,3	266,7	374,7	611,00	974,30	686,70	504,20	759,00	847,00	502,80	498,00	638,30	497,20	384,40	744,70	623,80
Aurora	492	665	487	496,4	655,00	1.333,00	645,00	517,00	748,80	957,30	448,00	547,10	591,10	452,00	514,30	915,50	888,60
Baixio	522,4	497	387	323	748,00	1.326,00	818,80	711,00	770,30	715,40	424,60	539,00	402,70	471,60	608,00	668,30	752,70
Barbalha	411,1	425,7	331,20	561	829,60	1.352,40	781,70	661,90	803,00	836,90	557,50	744,60	666,20	526,20	631,30	817,40	833,40
Barro	567,6	575,8	415,3	451,7	729,20	1.193,50	834,00	612,80	583,70	913,10	405,60	580,00	355,30	453,60	557,60	529,20	746,60
Brejo Santo	626	420,6	414,8	328	675,80	1.288,80	589,40	447,20	601,30	1.109,50	545,10	577,40	531,70	367,90	661,40	715,70	539,90
Caririaçu	483	692,8	494,4	450	693,50	1.349,50	973,00	649,00	794,00	856,00	512,90	527,30	754,70	521,50	778,80	823,00	930,00
Cedro	572	503	565,3	443,6	742,00	1.151,40	665,10	644,60	902,90	1.125,30	600,90	552,30	560,90	407,90	641,30	952,40	740,70
Crato	535	602	348	457	933,00	1.372,00	791,10	699,00	746,20	823,00	587,20	762,40	708,80	377,80	684,60	969,60	776,90
Farias Brito	725,1	598,1	349,2	325,7	892,30	1.307,20	1.158,20	777,60	702,40	803,20	464,30	530,90	712,00	617,20	527,80	887,40	772,90
Ipaumirim	569,6	586,4	477,2	268,5	724,90	1.272,80	785,00	551,50	808,50	653,80	468,20	494,10	540,10	491,90	535,10	670,70	832,40
Jardim	452,4	388,7	274	242,8	682,4	812,6	531	451	488,5	590,3	403,5	281,7	620,7	188,6	433,9	539,7	452
Jati	656	372,5	172,6	338,3	539,8	842,8	440,8	450	577,3	632,2	307,2	403,9	450,6	180	429	679,9	459,5
Juazeiro do Norte	480,5	384,5	336,5	448,7	830,5	1209,2	1003,1	687,5	602,9	684,6	611,2	847,3	747,6	373,6	460	837	803,5
Jucás	574,2	552	651,6	395,1	738,3	1296,7	714	815	777	956	706,1	625,5	511,1	379	634,3	744,8	581
Lavras da Mangabeira	489	548	512,1	491,8	730,2	1071,5	694,2	662	935,7	948,5	641,9	488,8	516	567,6	531,7	824,1	855
Mauriti	620,2	418,4	281,7	509,5	570	751,2	627,5	420,7	420	701,8	495,2	606,5	344,5	179,1	362,6	716,6	849,1
Milagres	649	414	313	354	670,7	1071,3	806,6	460,5	604,3	923	667,6	515,1	554,5	318,6	515	771,9	720,7
Missão Velha	566	454	403	499	950	1175,3	991	554,5	722	647,2	783	640	635,8	551	406	867,5	815
Nova Olinda	471	619,6	310,3	393	704,4	1255,4	848,6	708	694	933,6	546,7	790	821,1	474,4	667,2	737,5	696
Porteiras	597,2	340,5	412,5	307,5	486	1291,5	460,6	357,9	576,6	927,7	516,6	457,1	672,9	333,2	495,3	522,8	582,6
Santana do Cariri	381,4	607,6	338,4	220,6	588,4	1159	805,1	533,4	538,4	770,5	367,2	596,7	588,9	468,6	572,2	853,5	934,6
Várzea Alegre	614,3	585,5	538,5	394,5	718,5	1051,9	884	657,8	932	917,5	488	667,7	702,8	495,5	634,5	952,8	705,8
<b>Total</b>	<b>12352,3</b>	<b>11697</b>	<b>9.080,30</b>	<b>9074,4</b>	<b>16.443,50</b>	<b>26.909,30</b>	<b>17.534,50</b>	<b>13.534,10</b>	<b>16.088,80</b>	<b>19.273,40</b>	<b>12.051,30</b>	<b>13.273,40</b>	<b>13.628,30</b>	<b>9.694,00</b>	<b>12.666,30</b>	<b>17.742,00</b>	<b>16.892,70</b>
<b>Média</b>	<b>537,0565</b>	<b>508,5652</b>	<b>394,7957</b>	<b>394,5391</b>	<b>714,93</b>	<b>1.169,97</b>	<b>762,37</b>	<b>588,44</b>	<b>699,51</b>	<b>837,97</b>	<b>523,97</b>	<b>577,10</b>	<b>592,53</b>	<b>421,48</b>	<b>550,71</b>	<b>771,39</b>	<b>734,47</b>

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Altaneira</b>	697,50	257,00	616,00	493,00	252,00	354,00	654,00	834,00	430,00	1.183,00	784,20	852,60	852,70	548,4	830,5	634,7	368,4
<b>Aurora</b>	611,70	239,50	719,50	648,60	491,50	479,60	574,50	757,60	457,20	789,80	506,60	1.229,50	745,30	254	782,5	456,5	464
<b>Baixio</b>	711,30	233,70	538,10	679,80	425,20	543,20	595,10	667,30	616,40	931,00	433,60	1.263,80	970,00	341,6	688,8	586,6	466,2
<b>Barbalha</b>	625,50	418,00	658,40	602,60	506,80	357,70	575,50	833,30	687,70	792,90	704,00	1.046,50	854,20	541,9	702,9	395,5	671,6
<b>Barro</b>	537,30	305,30	364,30	633,40	462,00	354,90	462,50	644,10	450,80	840,80	382,60	981,10	729,10	299,8	618,6	141,5	349,3
<b>Brejo Santo</b>	594,90	217,00	558,00	546,70	489,40	414,90	323,60	527,40	462,10	981,70	544,10	896,30	637,30	371,6	820,8	378,6	380,1
<b>Caririaçu</b>	600,50	401,50	841,50	588,10	409,00	553,00	511,00	1.040,00	330,00	939,00	646,00	1.199,00	1.036,00	365	784	499	383
<b>Cedro</b>	530,80	279,70	695,50	609,00	335,70	434,30	589,50	426,00	523,50	988,30	481,00	992,50	875,60	381,6	757,1	448,5	425,5
<b>Crato</b>	457,40	470,90	680,30	592,70	492,60	480,60	825,50	891,00	745,00	994,40	727,70	1.016,40	977,70	384,9	790,2	553,3	535,5
<b>Farias Brito</b>	594,60	571,80	675,20	527,90	334,60	391,00	775,20	763,60	401,60	1.257,00	772,80	1.079,40	932,20	403	776,3	589,8	427
<b>Ipaumirim</b>	758,40	383,70	671,40	744,40	439,60	602,10	575,70	736,30	606,50	834,10	481,50	1.140,80	805,60	370,7	842	600,3	525,6
<b>Jardim</b>	631,4	274,4	363,6	344	50,4	340,4	388,3	366,5	534,5	467,4	499,5	698,5	608	382,5	553	234	140,2
<b>Jati</b>	577,6	320,1	397,5	554,9	500,4	481,4	338	439	417	434	669	769	698	323,6	548	174	266
<b>Juazeiro do Norte</b>	332	491,2	602,5	655,5	492	580,5	954	983	603	784,5	565	1003	840	406,5	726	446	703
<b>Jucás</b>	665	302,4	517,8	782	550,7	458,9	721,3	736,3	410,4	588	512	1069	862	658	968	626	410
<b>Lavras da Mangabeira</b>	345,3	409,1	573,2	515,3	370,7	503,8	598,3	721,4	419,8	963,3	439,1	946,4	962,3	315,9	767,1	589,6	402
<b>Mauriti</b>	401,1	301,2	502,2	606,6	550,7	318,2	392,9	671,5	315,3	869,9	563,9	755,5	779,7	273,4	582,7	296,7	483,1
<b>Milagres</b>	505,9	556,7	681,6	716,9	506,5	328,2	558,6	822,5	578,6	950,9	516	833,7	743,7	371,6	541,3	346,7	608,7
<b>Missão Velha</b>	594	533,3	709,8	673,8	506,4	295,1	772	1010,5	468,8	895,6	671,3	889,4	765,4	476	632,9	468,2	650,8
<b>Nova Olinda</b>	497	326,5	654	558,5	230	275	688,4	742	375	773,5	795	801,6	846,5	326	491	327	467
<b>Porteiras</b>	656,8	226,8	512,1	541,1	291	336	353,9	421	519,5	512,5	491,8	681	651,2	274,7	836,4	301,7	369,4
<b>Santana do Cariri</b>	629,8	367,9	721,9	686,6	420	427	589,6	985,9	400	769	711,8	907,6	1267,7	375,6	870	538,5	369,3
<b>Várzea Alegre</b>	546,6	265,8	703,4	752,8	421,6	342,5	590	826,9	565,7	992,5	459,2	1000,1	868,2	374,6	677,7	511,6	375,5
<b>Total</b>	13.102,40	8.153,50	13.957,80	14.054,20	9.528,80	9.652,30	13.407,40	16.847,10	11.318,40	19.533,10	13.357,70	22.052,70	19.308,40	8.820,90	16.587,80	10.144,30	10.241,20
<b>Média</b>	569,67	354,50	606,86	611,05	414,30	419,67	582,93	732,48	492,10	849,27	580,77	958,81	839,50	383,52	721,21	441,06	445,27

<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>y</i> (mm)	354,5	383,5	394,5	394,7	<b>414,2</b>	<b>419,6</b>	421,4	441,0	445,2	492,1	508,5	<b>523,9</b>	<b>537,0</b>	550,7	569,6	577,1	<b>580,7</b>
$P_i=i/(N+1)$	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<i>i</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
<i>y</i> (mm)	<b>582,9</b>	588,4	592,5	606,8	<b>611,0</b>	<b>699,5</b>	714,9	721,2	732,4	734,4	762,3	<b>771,3</b>	<b>837,9</b>	839,4	849,2	958,8	1169,9
$P_i=i/(N+1)$	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15)=414,2 + \{[15-14,2] / [17,1 - 14,2]\} * [419,6 - 414,2]$$

$$Q(0,15)=415,6 \text{ mm}$$

$$Q(0,35)=523,9 + \{[35-34,2] / [37,1 - 34,2]\} * [537,0 - 523,9]$$

$$Q(0,35)=527,5 \text{ mm}$$

$$Q(0,50)=580,7 + \{[50-48,5] / [51,4 - 48,5]\} * [582,9 - 580,7]$$

$$Q(0,50)=581,8 \text{ mm}$$

$$Q(0,65)=611,0 + \{[65-62,8] / [65,7 - 62,8]\} * [699,5 - 611,0]$$

$$Q(0,65)=678,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,85)=771,3 + \{[85-82,8] / [85,7 - 82,8]\} * [837,9 - 771,3]$$

$$Q(0,85)=821,8 \text{ mm}$$

## APÊNDICE I – CÁLCULOS DAS ORDENS QUANTÍLICAS PARA A RPH SERTÃO CENTRAL E INHAMUNS

MUNICÍPIO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Acopiara</b>	582	524,5	476	521,4	583,4	1219	813	413	602,5	779	427,5	493,1	432,5	328	486,5	610,2	617,5
<b>Aiuaba</b>	332,8	457,6	430	212,8	584,8	854,7	629,1	405,6	396,8	548,8	223,2	400,8	264,6	269,4	415,4	404,3	362
<b>Araripe</b>	397,9	582,7	321,2	218,3	622,3	1132,8	625,6	425,4	609,8	502,3	505,2	513,4	267,7	299,9	350,6	585,1	530
<b>Arneiroz</b>	325,4	486,6	268,6	267	602,3	897,3	533,2	345,1	596,3	781,9	209,6	305,2	287,4	236,6	492,8	540,6	534,4
<b>Assaré</b>	309	463,8	436,9	213,4	489,3	914,4	695,8	493,5	438,7	841,3	325,8	376,3	539,1	238,5	326,2	861,8	682
<b>Boa Viagem</b>	234,1	503,8	519,7	253,8	738,6	895,7	687,5	396,3	661,6	698,7	439,5	416,2	605,4	141	467,8	596,6	564
<b>Campos Sales</b>	264,1	326,1	205,7	254,9	485,1	654,1	508	342,2	458,7	552	342,5	290,4	260,4	269,5	260,9	553,5	323,6
<b>Catarina</b>	479,8	441,8	444	375,4	602,1	1154,8	672,2	470	560,9	793	346	245,3	289	283,5	495	493,5	656
<b>Crateús</b>	397	368	321,8	284	758,4	1039,7	940,1	488	844,3	904	254,5	563	194,9	188,4	433,3	831,1	747,8
<b>Deputado I.</b>																	
<b>Pinheiro</b>	592,7	626	418,4	435,8	1260,3	1405,3	975,3	525,4	264	810,9	473	590	524	414	687,3	591,4	774,2
<b>Iguatu</b>	578	433	471	355,1	780	1374	675,3	767	758,8	936	628,5	628	480,3	422,5	654,5	606	784
<b>Independência</b>	376	470,3	198,6	303,4	919,2	816,8	540,4	339,2	570,7	650,6	295,3	439,4	236,5	155,7	320,1	696,1	753,3
<b>Itatira</b>	462,7	460,3	340	159	880	904,7	781,7	245,2	779,7	494,1	402,7	370	278,6	168,7	533,2	438,4	622
<b>Milhã</b>	402,6	382	573	390	965,9	917	853,5	395	636	648,2	472,9	403	626,2	333,8	574,7	561,6	421
<b>Mombaça</b>	498,1	424,7	305,7	283,6	791,5	996	905	317	631,7	892,2	507,1	389,1	341	237,6	492,1	555,1	644,2
<b>Monsenhor</b>																	
<b>Tabosa</b>	392,9	335,7	318,1	159,2	684,2	1048	906,7	295,6	629,7	584,4	526,9	668,2	297,2	101,4	470	574,1	749
<b>Novo Oriente</b>	351	301	312,4	293	478,9	1342,9	806,9	388	768,3	848,8	440,5	638,2	288,2	231,2	633,8	804,8	560,7
<b>Parambu</b>	355,7	432,6	410,4	300,2	766,8	1724	1005,2	365	475,2	971,1	385,4	477	247	343,4	558,4	576,5	404,5
<b>Pedra Branca</b>	633,1	494	408,5	371	771,5	1071,8	886,2	428,7	660,5	840,5	518,5	665,5	670,5	202,5	582,5	558,4	713,3
<b>Piquet</b>																	
<b>Carneiro</b>	735	454,7	335,8	422,8	766,6	1127,6	752,2	365	551	803	408,1	353,8	413	281,5	566	481,3	526
<b>Potengi</b>	370,3	497,3	254,8	190,4	499,2	1140,8	661,7	372	680,5	642,1	291,9	477,5	425,3	377,2	350,8	822,9	528,8
<b>Quixadá</b>	571	481	680	206	834	1248,3	905,2	395	763	918	408	405,3	586,1	341,9	671	493,3	562,5
<b>Quixeramobim</b>	760	392,7	482,5	263,6	868,8	967,8	1040	387,1	606,6	802,5	393,9	424,7	455,6	158,3	654	565,8	535,8
<b>Saboeiro</b>	375,3	413,5	456,3	257,3	859,8	964,3	492,1	500,9	357,3	631,9	286,3	201,1	222,6	328,9	504,2	576,9	542,2
<b>Santa Quitéria</b>	442,8	308,8	515,2	165	700	1639	1133,7	671,8	884,6	812,2	406,6	674,4	298	384	635,1	1007,5	902,4
<b>Senador</b>																	
<b>Pompeu</b>	462,1	389,3	581,7	362,5	889	1021	685,5	436,8	459,1	726,3	396,8	382,9	631,1	234,2	612,3	678,5	588,8
<b>Solonópole</b>	459,7	488,4	607,5	506,1	781,3	1079,3	894,9	417,8	655,4	792,2	471	500	517,6	193,2	567,5	648,8	602,1
<b>Tamboril</b>	425	377	413,3	195,7	729,5	1290,1	802,8	324	867,7	757,8	395,8	544,1	230,1	308,8	498,3	749,4	914,8
<b>Tauá</b>	253,7	536,2	346	212,4	500,1	957,9	619,4	420,6	530,1	754,6	269,9	226,1	174,7	298,2	420	527	432,1
<b>Total</b>	12819,8	12853,4	11853,1	8433,1	21192,9	31799,1	22428,2	12136,2	17699,5	21718,4	11452,9	13062	11084,6	7771,8	14714,3	17990,5	17579
<b>Média</b>	442,0621	443,2207	408,7276	290,7966	730,7897	1096,521	773,3862	418,4897	610,3276	748,9103	394,9276	450,4138	382,2276	267,9931	507,3897	620,3621	606,1724

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Acopiara</b>	671	284,6	519,9	741,3	321	428	408	487	383	496	482,3	518,4	691,9	307,7	584,8	337	425
<b>Aiuaba</b>	419,4	126	342,4	320,8	189,2	198,7	336,5	389,6	350,3	401,7	541,6	476,4	617,4	317,3	483,8	288	163,4
<b>Araripe</b>	552,2	359,2	561,4	458	260	328,8	429	534	374,5	625,2	478,4	603,9	660,5	274	690,9	242,8	175,2
<b>Arneiroz</b>	486	174,6	416,7	506,6	306,4	272,2	666,2	324,8	298	423,1	559,3	699,8	596,8	310,2	505	170,4	316,2
<b>Assaré</b>	539	262	464,5	432	306	336,8	431	503,4	376,2	790,7	506,8	536,7	587,6	309,1	548,9	485,7	192,4
<b>Boa Viagem</b>	453	240,3	439,3	500,4	363,4	433,8	466,5	562,5	492,2	445,3	315,9	543,2	929	233	508,9	163,2	287
<b>Campos Sales</b>	597,9	204,5	300,3	408,8	212,6	152,9	411,1	567,5	255,4	396,9	474,7	648,5	566,1	525,4	477,9	287,2	212,3
<b>Catarina</b>	480	321	517,8	433,6	471,3	271,9	545,6	366,5	254,5	324,2	398,5	602,5	483,2	292,4	638,6	253,5	250,2
<b>Crateús</b>	501,4	206,5	621,8	620,2	389	307,8	615,5	366	388,5	538	412	805,5	1024,5	159	609,5	127	286
<b>Deputado I. Pinheiro</b>	628,2	226	482,3	484,4	455,6	438,4	549	567	563	564	711	767	634	257	712	271	311
<b>Iguatu</b>	874	611,8	711,5	759,5	415,5	584,8	807	752,5	388	474,5	720	1166,5	1107	726	1189,5	714	506
<b>Independência</b>	515,7	84	339,2	542,7	386,8	277,3	392,2	285,9	413,6	549,2	444,2	655,2	796,1	171	485	60,2	200,1
<b>Itatira</b>	418	171,6	407,7	499,4	287,4	875,2	509,3	355,7	526,5	414,2	538	728,7	684,5	102,2	390,5	100,3	294,1
<b>Milhã</b>	590,4	256,1	639	448,4	490	589	438,1	555	498,1	460,5	612,7	734,5	968	404	600	69	361,6
<b>Mombaça</b>	563,9	311,2	612,9	579,1	396,7	434	713,3	557,5	653	540	697,3	817	726,5	328,3	671,9	266,6	260,3
<b>Monsenhor Tabosa</b>	477,7	204	474,4	473,8	447,6	378,8	523,4	366,2	395,2	464	482,1	812,4	661	171,8	476,2	116,8	206,7
<b>Novo Oriente</b>	366,7	192,6	694,2	528,4	446,6	380,4	711,6	327	515,2	654	534,4	1114,3	841,8	144,4	433,6	191,7	137
<b>Parambu</b>	409,1	280	450	302	340	341,6	507,3	300	574,5	623	649	962,5	562,2	186,5	378,2	136	225,5
<b>Pedra Branca</b>	577	344,9	485,5	605	329,8	498	563	537,5	654,5	560,5	514	582,5	725	189	643,3	96	391,8
<b>Piquet</b>																	
<b>Carneiro</b>	609,4	237,6	490	479	474	490,8	609	495	519,8	426,7	765,9	728,5	667,2	391	506	151	298
<b>Potengi</b>	749,6	197,3	313,8	516,8	290	291,5	440,2	654,9	257,6	470,5	552,5	846,5	846	439,5	572,5	218,5	178
<b>Quixadá</b>	526,6	137,5	501,1	665,9	394,5	594,8	640,1	488,1	361,1	673,8	499,4	541,6	789,3	351,2	758,1	246,4	410,8
<b>Quixeramobim</b>	589,5	138,9	426,7	486,9	318,9	564	443,4	557,8	338,2	473,8	423,6	517,6	809,6	382,6	582	233,4	392,3
<b>Saboeiro</b>	496,2	249	349,8	430,6	266,4	291,6	415,5	378,5	243,5	470	553	697,4	557	306	722	235,5	173
<b>Santa Quitéria</b>	512,2	183,3	643,9	633,4	486,1	285,9	690,1	499,8	409,9	718,1	602,4	664,5	801	254,5	510,6	212,7	167,2
<b>Senador Pompeu</b>	614,4	371,1	384,8	489,3	526,5	554,4	638,6	529,3	522,1	601,7	474,2	763,2	862	233,8	839,1	142,2	448,5
<b>Solonópole</b>	586,5	282	582	357,4	442,5	548,6	619	524,5	350	602	650,3	641,8	954,4	413,6	601,7	186,1	421,8
<b>Tamboril</b>	470	132,5	625,9	538,4	511,1	422,4	404,3	526,2	340,3	516	382,3	667,2	1147	167,4	509,7	177,1	261,6
<b>Tauá</b>	388,2	149,6	271,4	399,1	378,7	320	488,3	290	312,6	430,2	419,6	707,1	451,9	144,8	490,3	213,6	216,9
<b>Total</b>	15663,2	6939,7	14070,2	14641,2	10903,6	11892,4	15412,1	13649,7	12009,3	15127,8	15395,4	20550,9	21748,5	8492,7	17120,5	6392,9	8169,9
<b>Média</b>	540,1103	239,3	485,1793	504,869	375,9862	410,0828	531,4517	470,6793	414,1138	521,6483	530,8759	708,6517	749,9483	292,8517	590,3621	220,4448	281,7207



<i>i</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>y (mm)</b>	220,4	239,3	267,9	281,7	<b>290,7</b>	<b>292,8</b>	375,9	382,2	394,9	408,7	410,0	<b>414,1</b>	<b>418,4</b>	442,0	443,2	450,4	<b>470,6</b>
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	1/35	2/35	3/35	4/35	5/35	6/35	7/35	8/35	9/35	10/35	11/35	12/35	13/35	14/35	15/35	16/35	17/35
	0.028	0.057	0.085	0.114	<b>0.142</b>	<b>0.171</b>	0.200	0.228	0.257	0.285	0.314	<b>0.342</b>	<b>0.371</b>	0.400	0.428	0.457	<b>0.485</b>
<i>i</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
<b>y (mm)</b>	<b>485,1</b>	504,8	507,3	521,6	<b>530,8</b>	<b>531,4</b>	540,1	590,3	606,1	610,3	620,3	<b>708,6</b>	<b>730,7</b>	748,9	749,9	773,3	1096,5
<b>P<sub>i</sub>=i/(N+1)</b>	18/35	19/35	20/35	21/35	22/35	23/35	24/35	25/35	26/35	27/35	28/35	29/35	30/35	31/35	32/35	33/35	34/35
	<b>0.514</b>	0.542	0.571	0.600	<b>0.628</b>	<b>0.657</b>	0.685	0.714	0.742	0.771	0.800	<b>0.828</b>	<b>0.857</b>	0.885	0.914	0.942	0.971

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

$$Q(0,15)=290,7 + \{(15-14,2) / [17,1 - 14,2]\} * [292,8 - 290,7]$$

$$Q(0,15)=291,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,35)=414,1 + \{(35-34,2) / [37,1 - 34,2]\} * [418,4 - 414,1]$$

$$Q(0,35)=415,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,50)=470,6 + \{(50-48,5) / [51,4 - 48,5]\} * [485,1 - 470,6]$$

$$Q(0,50)=478,1 \text{ mm}$$

$$Q(0,65)=530,8 + \{(65-62,8) / [65,7 - 62,8]\} * [531,4 - 530,8]$$

$$Q(0,65)=531,2 \text{ mm}$$

$$Q(0,85)=708,6 + \{(85-82,8) / [85,7 - 82,8]\} * [730,7 - 708,6]$$

$$Q(0,85)=725,3 \text{ mm}$$