



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

JOÃO LUÍS SAMPAIO OLÍMPIO

**DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À DINÂMICA CLIMÁTICA NO ESTADO
DO CEARÁ: SUBSÍDIOS À GESTÃO DOS RISCOS DE SECAS E DE
INUNDAÇÕES**

FORTALEZA

2013

JOÃO LUÍS SAMPAIO OLÍMPIO

DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À DINÂMICA CLIMÁTICA NO ESTADO
DO CEARÁ: SUBSÍDIOS À GESTÃO DOS RISCOS DE SECAS E DE
INUNDAÇÕES

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Elisa Zanella

FORTALEZA

2013

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

-
- O39d Olímpio, João Luís Sampaio.
Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações / João Luís Sampaio Olímpio. – 2013.
226 f.: il. color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial.
Orientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.
1. Desastres ambientais - riscos 2. Gestão ambiental – desastres. 3. Abordagem socioambiental.
4. Ceará. I. Título.

Universidade Federal do Ceará – UFC
Programa de Pós-Graduação em Geografia

PARECER

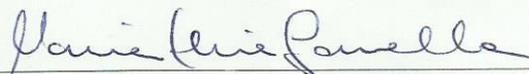
“DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À DINÂMICA CLIMÁTICA NO ESTADO DO
CEARÁ: SUBSÍDIOS À GESTÃO DOS RISCOS DE SECAS E DE INUNDAÇÃO.”

João Luis Sampaio Olímpio

Defesa em 26 de julho de 2013

Conceito obtido: Aprovado

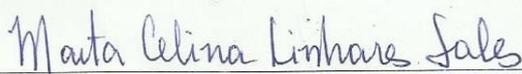
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Maria Elisa Zanella (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - (UFC)



Profa. Dra. Luci Hidalgo Nunes
Universidade Estadual de Campinas – (UNICAMP)



Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales
Universidade Federal do Ceará – (UFC)

À Deus

À minha mãe, Dona Francisca

Aos que vivem em risco

AGRADECIMENTOS

Após uma cansativa, mas instigante, tarefa de construir esta dissertação de mestrado, chegou a hora de agradecer aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho, assim como na minha formação pessoal e acadêmica.

À Deus agradeço por guiar os meus caminhos.

À minha querida orientadora Elisa Zanella, por todos os ensinamentos, pela confiança e pela presença constante.

Aos professores do departamento de Geografia da UFC, mas especialmente aos professores Paulo Thiers, Clélia Lustosa e Vanda Claudino Sales.

Às professoras Dras. Marta Celina e Lucí Hidalgo pelas contribuições e avaliação do exame de qualificação e desta dissertação.

Aos colegas do Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos, por todas as ajudinhas, mas principalmente pelos momentos de risadas.

Aos meus companheiros de universidade, Camila Câmara, Carolina Magalhães, Marcos Xavier, Ronaldo Lourenço, Eciane Soares, Gisela Parente, Otávio Landim, Rodolfo Góis, Rachel Araújo, João de Deus e Tâmara Kaline.

Aos amigos Emanuelle Vasconcelos, Luiza Teixeira, Valéria Trece, Orlando Silva, Robson Bôto, Cláudia Germana, Helissandra Botão, Débora Ferreira, Verusca Cabral, Lucinaura Diógenes e Tadeu Dote.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que permitiu desenvolver este trabalho de forma mais segura.

À Universidade Federal do Ceará por todos estes anos de acolhimento.

Agradeço ao apoio de minha querida mãe, Dona Francisca.

À Bina pela compressão e paciência nos momentos de ausência.

Não poderia esquecer a população cearense. A todos aqueles que vivem em risco.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram para a construção desta dissertação que por falta de espaço não foram citados, mas certamente serão lembrados pelo autor.

RESUMO

Os desastres naturais associados à variabilidade climática são fenômenos que compõem a própria história da população cearense. Neste sentido, a escassez e os excessos hídricos promoveram a formação de situações de crises, principalmente quando ocorrem sobre espaços social e naturalmente vulneráveis. A presente pesquisa analisou os desastres produzidos pelas estiagens/secas e inundações no estado do Ceará entre os anos de 2003 a 2012, com intuito de investigar a situação de risco dos municípios aos eventos naturais associados ao clima. Utilizou-se como referencial teórico a Abordagem Socioambiental aplicando-a a análise dos riscos, perigos, desastres naturais e da vulnerabilidade socioambiental. Foram elaborados índices municipais indicadores da vulnerabilidade social e dos riscos de desastre naturais, a partir do emprego de variáveis sociais, econômicas, demográficas, de acesso aos serviços públicos e institucionais. Os resultados obtidos foram espacializados por meio de Sistema de Informação Geográfica, de modo que foi construído um banco de dados geográficos de desastres naturais para o estado do Ceará. Diante do cenário estudado foram elaboradas propostas para a gestão dos riscos de desastre associados ao clima.

Palavras-chave: Riscos de desastres naturais; Gestão dos desastres; Abordagem Socioambiental; Ceará.

RESUMEM

Los desastres naturales asociados a variabilidad climática son fenómenos que componen a la propia historia de la población cearense. Así que la escasez y los excesos hídricos promoverán la formación de situaciones de crisis, principalmente cuando ocurren acerca de espacios social y naturalmente vulnerables. La presente investigación analizó los desastres producidos por las sequías y inundaciones en el Estado de Ceará en los años de 2003 a 2012, con el fin de investigar la situación de riesgo de los municipios ante los eventos naturales asociados al clima. Se utilizó como referencial teórico el enfoque socioambiental aplicándolo en el análisis de los riesgos, peligros, desastres naturales y de la vulnerabilidad socioambiental. Fueron elaborados índices municipales indicadores de la vulnerabilidad social y de los riesgos de desastres naturales, por medio del uso de variables sociales, económicas, demográficas, de acceso a los servicios públicos e institucionales. Los resultados obtenidos fueron especializados por medio del sistema de información geográfico, de manera que fue construido un banco de datos geográficos de desastres naturales para el estado de Ceará. A partir de estos estudios fueron elaboradas propuestas para la gestión de los riesgos de desastres asociados al clima.

Palabras-clave: Riesgos de desastres naturales; Gestión de los riesgos; Enfoque Socioambiental; Ceará

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Localização do estado do Ceará – Brasil	20
Figura 2	Carta-imagem do estado do Ceará – Brasil	21
Figura 3	Relação entre os componentes da situação de risco e de desastre	42
Figura 4	Roteiro sintético da constituição dos riscos e desastres naturais	43
Figura 5	Tipologia dos desastres naturais	45
Figura 6	Exemplo de medidas de gestão dos desastres das secas/estiagens e das inundações	50
Figura 7	Gestão dos riscos e das crises por meio da experiência	52
Figura 8	Roteiro metodológico da pesquisa	53
Figura 9	Massas de ar atuantes no continente sul-americano	65
Figura 10	Deslocamento anual da ZCIT, registrada no satélite Meteosat 9	66
Figura 11	VCAS sobre o Nordeste, Norte e Sudeste brasileiro em 13.02.2011	67
Figura 12	LI provocando chuvas no litoral leste cearense e na costa setentrional potiguar, em 16.04.2009	68
Figura 13	CCM sobre a zona costeira do estado Ceará, ocorrido em 05.01.2011	69
Figura 14	Repercussões do CCM ocorrido no dia 05.01.2011 em Fortaleza	69
Figura 15	Sistema de Ondas de Leste atuando sobre o Ceará em 22.06.2012	70
Figura 16	Repercussões dos danos promovidas pela precipitação do dia 22.06.2012 na imprensa local	71
Figura 17	Circulação das brisas marítima e terrestre	72
Figura 18	Posições das frentes das brisas marítimas no Nordeste setentrional entre setembro e dezembro de 2000	72
Figura 19	Sequência evolutiva de uma Frente Fria	73
Figura 20	Repercussões dos danos motivados pela FF do dia 10.04.2010	74
Figura 21	Anomalias de ROL entre maio e dezembro de 2011, destacando as atuantes no Nordeste brasileiro	75
Figura 22	Comportamento da célula de Walker sob uma situação normal	76
Figura 23	Comportamento da célula de Walker sob influência de El Niño	73
Figura 24	Influência do Dipolo do Atlântico na dinâmica das massas de ar atuantes no Nordeste brasileiro	78
Figura 25	Variabilidade da temperatura da TSM do Atlântico tropical (Boia SAMBA), entre 1998 a 2012	75
Figura 26	Sistemas ambientais do estado do Ceará	82
Figura 27	Vulnerabilidade natural do estado do Ceará	83
Figura 28	Estruturas de contenção da erosão marinha na faixa de praia dos municípios de Cascavel (A) e Fortaleza (B)	84
Figura 29	Vista da orla de Fortaleza, atual bairro Cais do Porto, na década de 1960	87
Figura 30	Morro Santa Terezinha, bairro Cais do Porto, em 2012	87
Figura 31	Inundação do açude Santo Anastácio ocorrida em 27.03.2012	89
Figura 32	Repercussões dos riscos de deslizamento no Maciço de Baturité	94
Figura 33	Vista do sistema da depressão sertaneja no município de Itapagé	96
Figura 34	Migrantes falecidos durante a seca de 1932	108
Figura 35	Artigo do jornal O Povo relatando a chegada em Fortaleza de migrantes durante a seca de 1932	108
Figura 36	Barragem do Óros, após o rompimento do dia 26 de março de 1960	109
Figura 37	Registros das inundações do rio Jaguaribe ocorridas em março de	110

	1960	
Figura 38	Socorro às vítimas das inundações no vale do Jaguaribe	110
Figura 39	Inundação da cidade de Banabuiú, pelo rio homônimo	111
Figura 40	Registros da inundação de 1974 no município de Cariús	111
Figura 41	Artigo do Jornal do Brasil publicado em 23.08.1983	113
Figura 42	Repercussões na mídia do racionamento d'água em Fortaleza, em 1991	113
Figura 43	Perfuração de um poço tubular, em 1906, no bairro Benfica, Fortaleza	115
Figura 44	Açude Cedro, em 1906	117
Figura 45	Nova delimitação da Região Semiárida do Nordeste	123
Figura 46	Barragem do açude Castanhão, município de Alto Santo	124
Figura 47	Distribuição da população residente no estado do Ceará	126
Figura 48	Distribuição da população com idade inferior a 14 anos no estado do Ceará	128
Figura 49	Distribuição da população com idade superior a 65 anos no estado do Ceará	129
Figura 50	Distribuição dos indivíduos com renda mensal inferior a um salário mínimo no estado do Ceará	131
Figura 51	Distribuição da população analfabeta com 5 anos ou mais no estado do Ceará	133
Figura 52	Distribuição dos estabelecimentos de saúde no estado do Ceará	135
Figura 53	Distribuição dos profissionais de saúde no estado do Ceará	137
Figura 54	Distribuição dos domicílios com abastecimento de água canalizada no estado do Ceará	138
Figura 55	Distribuição dos domicílios com coleta de lixo no estado do Ceará	140
Figura 56	Distribuição dos domicílios atendidos pela rede geral do esgoto no estado do Ceará	142
Figura 57	Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais no Estado do Ceará	144
Figura 58	Distribuição espaço-temporal das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrentes de secas e estiagens (2003-2012)	151
Figura 59	Ocupação com edificações de alto padrão (segunda residência) na margem esquerda do rio Jaguaribe, município de Fortim-CE	153
Figura 60	Perfil esquemático dos fenômenos enchente (A) e inundação (B)	154
Figura 61	Distribuição espaço-temporal das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrentes de enchentes e enxurradas (2003-2012)	156
Figura 62	Frequência das Portarias de reconhecimento de desastres decorrentes de secas/estiagens (2003-2012)	159
Figura 63	Frequência das Portarias de reconhecimento de desastres decorrentes de inundações (2003-2012)	161
Figura 64	Localização do município de Fortaleza – CE	163
Figura 65	Exemplo de uma bacia de risco, rio Cachoeirinha, Fortaleza-CE	165
Figura 66	Dias com chuvas entre janeiro a junho de 2012, por intensidade	165
Figura 67	Configuração atmosférica sobre o Brasil em 27.03.2012	166
Figura 68	Evolução do CCM	166
Figura 69	Distribuição espacial das precipitações média mensal de março para o município de Fortaleza e entorno	168
Figura 70	Distribuição espacial das precipitações do acumulado de março de 2012 para o município de Fortaleza e entorno	169

Figura 71	Distribuição da precipitação acumulada dos dias 27 e 28 de março de 2012 para o município de Fortaleza e entorno	171
Figura 72	Localização das ocorrências de impactos hidrometeorológicos para o episódio de 27.03.2012	172
Figura 73	Pessoas afetadas pelas secas e estiagens (2003-2010)	180
Figura 74	Pessoas atingidas pelas inundações (2003-2010)	188
Figura 75	Impacto da seca sobre o rebanho, Limoeiro do Norte-CE	194
Figura 76	Distribuição espacial do risco de desastres naturais no estado do Ceará – Brasil	196

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Definições do conceito de risco	32
Quadro 2	Tipos de vulnerabilidade aplicados aos estudos dos fenômenos naturais	36
Quadro 3	Relação entre a magnitude de eventos severos e os danos gerados	43
Quadro 4	Classificação dos desastres segundo o nível de intensidade	46
Quadro 5	Variáveis selecionadas para a avaliação da vulnerabilidade social	60
Quadro 6	Pesos para cada variável da vulnerabilidade social	61
Quadro 7	Oceanic Niño Index para os anos de 2003 a 2012	77
Quadro 8	Relação entre ENOS, Dipolo do Atlântico e a intensidade do período chuvoso	80
Quadro 9	Vulnerabilidade natural e riscos de desastres nos sistemas ambientais do estado do Ceará	97
Quadro 10	Classes e frequência das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrente de secas e estiagens	158
Quadro 11	Classes de frequência das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrente das inundações	160
Quadro 12	Propostas para a gestão dos riscos de desastres das secas e inundações	200

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Portarias de reconhecimento de estiagens e de inundações	148
Gráfico 2	Distribuição anual das Portarias de reconhecimento do desastre das secas e estiagens	150
Gráfico 3	Distribuição anual das Portarias de reconhecimento do desastre das inundações	155
Gráfico 4	Pluviosidade do mês de março de 2012	167
Gráfico 5	Total precipitado nos dias 27 e 28 de março de 2012 nos PCDs da RMF	170
Gráfico 6	Distribuição interanual dos registros de AVADANs de estiagens e secas no estado do Ceará	176
Gráfico 7	Distribuição mensal dos registros de AVADANs de secas/estiagens no estado do Ceará	177
Gráfico 8	Distribuição dos danos decorrentes das secas/estiagens entre as zonas rurais e urbanas	177
Gráfico 9	Registro interanual dos prejuízos decorrentes do desabastecimento dos municípios cearenses	181
Gráfico 10	Intensidade dos prejuízos econômicos decorrentes de secas/estiagens	182
Gráfico 11	Intensidade dos prejuízos sociais decorrentes de secas/estiagens	183
Gráfico 12	Necessidade de recursos financeiros para os danos das secas/estiagens	183
Gráfico 13	Intensidade do desastre das secas e estiagens	184
Gráfico 14	Distribuição interanual dos registros de AVADANs de inundações no estado do Ceará	184
Gráfico 15	Distribuição mensal dos registros de AVADANs de inundações no estado do Ceará	185
Gráfico 16	Distribuição dos danos e prejuízos decorrentes das inundações entre as zonas rurais e urbanas	185
Gráfico 17	Intensidade dos prejuízos econômicos causados por inundações	191
Gráfico 18	Intensidade dos prejuízos sociais causados por inundações	192
Gráfico 19	Necessidade de recursos financeiros para os danos decorrentes de inundações	192
Gráfico 20	Intensidade do desastre das inundações	193

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classes de vulnerabilidade social	61
Tabela 2	Evolução da população do estado do Ceará e da cidade de Fortaleza	109
Tabela 3	Distribuição da população entre as macrorregiões	127
Tabela 4	Domicílios particulares permanentes por rendimento mensal	130
Tabela 5	Distribuição da renda mensal inferior a 1 SM entre as macrorregiões	132
Tabela 6	Distribuição dos estabelecimentos de saúde no estado do Ceará	134
Tabela 7	Distribuição dos profissionais de saúde entre as macrorregiões do Ceará	136
Tabela 8	Formas de abastecimento de água por situação do domicílio	139
Tabela 9	Destino do lixo nos domicílios do Estado do Ceará	141
Tabela 10	Tipos de Esgotamento segundo a situação do Domicílio	143
Tabela 11	Distribuição das Portarias de reconhecimento de SE e ECP	147
Tabela 12	Tipologias dos impactos hidrometeoricos e bairros mais afetados	173
Tabela 13	Tipologia dos usos rurais e urbanos afetados pelas estiagens e secas	178
Tabela 14	Total anual de indivíduos afetados pelas secas e estiagens	179
Tabela 15	Distribuição anual da intensidade dos danos humanos decorrentes de secas e estiagens no estado do Ceará	181
Tabela 16	Distribuição anual da intensidade dos danos materiais decorrentes de estiagens e secas no estado do Ceará	182
Tabela 17	Tipologia dos usos rurais e urbanos afetados pelas inundações	186
Tabela 18	Danos humanos ocasionados por inundações	186
Tabela 19	Mortes ocasionadas por inundações	187
Tabela 20	Prejuízos sociais decorrentes de inundações	189
Tabela 21	Distribuição anual da intensidade dos danos humanos decorrentes de inundações no estado do Ceará	190
Tabela 22	Distribuição anual da intensidade dos danos materiais decorrentes de inundações no estado do Ceará	190
Tabela 23	Distribuição anual da intensidade dos danos ambientais decorrentes de inundações no estado do Ceará	191
Tabela 24	Municípios com as maiores perdas de safra de janeiro a maio de 2012	194
Tabela 25	Distribuição da intensidade de risco entre as macrorregiões	197

LISTA DE SIGLAS

ADENE	AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE
APP	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE
AVADAN	FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE DANOS
BNB	BANCO DO NORDESTE DO BRASIL
CAGECE	COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ
CCM	COMPLEXO CONVECTIVO DE MESOESCALA
CHESF	COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO
CPIP	COMPLEXO PORTUÁRIO E INDUSTRIAL DO PECÉM
CPTEC	CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS
CPRM	COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
COBRADE	CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES
COGERH	COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ
CPC	CLIMATE PRECTION CENTER
CIPP	COMPLEXO INDUSTRIAL E PORTUÁRIO DO PECÉM
CRED	RESERARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTER
CVSF	COMISSÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO
DNOCS	DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
DMD	DEPARTAMENTO DE MINIMIZAÇÃO DE DESASTRES
ECP	ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
EM-DAT	EMERGENCY EVENTS DATABASE
ENOS	EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL
FCPC	FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA
FPA	FRENTE POLAR ATLÂNTICA
FUNCEME	FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
GTDN	GRUPO DE TRABALHO PARA O DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE
GTI	GRUPO DE TRABALHO INTERMINISTERIAL
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IFOCS	INSPETORIA FEDERAL DE OBRAS CONTAS AS SECAS
IMVS	ÍNDICE MUNICIPAL DE VULNERABILIDADE SOCIAL
IOCS	INSPETORIA DE OBRAS CONTAS AS SECAS
IPECE	INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA
ISDR	INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION
IRDEN	ÍNDICE MUNICIPAL DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS
LI	LINHAS DE INSTABILIDADE
MDS	MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL
MEAN	MASSA EQUATORIAL DO ATLÂNTICO NORTE
MEAS	MASSA EQUATORIAL DO ATLÂNTICO SUL
NASA	NATIONAL AERONAUTICS SPACE ADMINISTRATION
ONG	ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL
ONI	OCEANIC NIÑO INDEX
PCD	PLATAFORMA DE COLETA DE DADOS
PDP	PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
RMC	REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI
RMF	REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

SEDEC	SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL
S2ID	SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES
SE	SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA
SEDEC	SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL
SIG	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
SINDEC	SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL
SIRGAS 2000	SISTEMA DE REFERÊNCIA GEOCÊNTRICO PARA A AMÉRICA DO SUL
SRTM	SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION
SUDENE	SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE
SUS	SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE
TSM	TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR
UFC	UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
UNDP	UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME
VCAS	VÓRTICE CICLÔNICO DE AR SUPERIOR
ZCIT	ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	RISCOS DE DESASTRES NATURAIS: CONCEITOS, COMPONENTES E RELAÇÕES NATUREZA/SOCIEDADE	23
2.1	A Abordagem Socioambiental na Geografia	23
2.2	Os Riscos Naturais: uma situação de probabilidade	28
2.2.1	<i>Perigos Naturais</i>	34
2.2.2	<i>As Vulnerabilidades: do natural ao social</i>	35
2.2.2.1	<i>A Vulnerabilidade dos Espaços Naturais</i>	37
2.2.2.2	<i>A Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais</i>	38
2.2.2.3	<i>A vulnerabilidade Socioambiental</i>	41
2.3	Conceituação dos Desastres Naturais	42
2.3.1	<i>Classificação dos desastres naturais</i>	44
2.4	Gestão dos Riscos de Desastres Naturais Associados à Dinâmica Climática	47
3	PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS	53
3.1	Atividades de Gabinete	53
3.1.1	<i>Revisão da Literatura</i>	53
3.1.2	<i>Coleta e Tabulação dos Dados</i>	54
3.1.2.1	<i>Portarias de Reconhecimento de Desastre</i>	54
3.1.2.2	<i>Os relatórios de Avaliação de Danos</i>	54
3.1.2.3	<i>Seleção e tratamento dos dados socioeconômicos</i>	58
3.1.2.4	<i>Coleta, seleção, armazenamento e pré-tratamento do material cartográfico</i>	58
3.1.3	<i>Levantamento de Campo</i>	59
3.1.4	<i>Atividades de Laboratório</i>	59
3.2	Índice Municipal de Vulnerabilidade Social	60
3.3	<i>Índice Municipal de Risco de Desastres Naturais</i>	62
4	DINÂMICA CLIMÁTICA E OS SISTEMAS AMBIENTAIS DO CEARÁ	63
4.1	Dinâmica Climática Regional	64
4.1.1	<i>Massa Equatorial Atlântica</i>	64
4.1.1.1	<i>Zona de Convergência Intertropical</i>	65
4.1.1.2	<i>Vórtice Ciclone de Ar Superior</i>	66
4.1.1.3	<i>Linhas de Instabilidades</i>	67
4.1.1.4	<i>Complexos Convectivos de Mesoescala</i>	68
4.1.1.5	<i>Ondas de Leste</i>	70
4.1.1.6	<i>Brisas Marítimas e Terrestres</i>	71
4.1.2	<i>Frentes Frias</i>	73
4.1.3	<i>Oscilação 30-60 Dias</i>	74
4.1.4	<i>Influências das temperaturas das bacias oceânicas na definição do comportamento pluviométrico anual</i>	75
4.1.4.1	<i>El Niño Oscilação Sul</i>	76
4.1.4.2	<i>Dipolo do Atlântico</i>	78

4.2	Compartimentação geoambiental do estado do Ceará	80
4.2.1	<i>Planície Litorânea</i>	81
4.2.1.1	<i>Faixa de Praia</i>	81
4.2.1.2	<i>Terraços Marinhos</i>	84
4.2.1.3	<i>Campos de dunas e formas de deflação</i>	85
4.2.2	<i>Planícies Fluviomarinhas</i>	87
4.2.3	<i>Planícies Fluviais</i>	88
4.2.4	<i>Planícies Lacustres, Flúvio-lacustres e Áreas de Alagamentos Sazonais</i>	89
4.2.5	<i>Tabuleiros Pré-Litorâneos</i>	90
4.2.6	<i>Chapada do Apodi</i>	91
4.2.7	<i>Chapada do Araripe</i>	91
4.2.8	<i>Planalto da Ibiapaba</i>	92
4.2.9	<i>Maçãos Residuais Úmidos</i>	93
4.2.10	<i>Maçãos Residuais Secos e Níveis Residuais Elevados</i>	94
4.2.11	<i>Depressão Sertaneja</i>	95
5	CEARÁ: DESASTRES NATURAIS, FORMAÇÃO DO TERRITÓRIO E VULNERABILIDADE SOCIAL	99
5.1	As secas e as inundações na formação do território cearense	99
5.2	As fases da gestão do desastre da seca	114
5.3	Demografia e condições socioeconômicas da população cearense	125
5.3.1	<i>População</i>	125
5.3.2	<i>Renda</i>	130
5.3.3	<i>Educação</i>	132
5.3.4	<i>Saúde</i>	134
5.3.5	<i>Abastecimento de água</i>	136
5.3.6	<i>Coleta de lixo</i>	139
5.3.7	<i>Esgotamento sanitário</i>	141
5.4	A Vulnerabilidade Social aos Desastres Naturais no Estado do Ceará	143
6	ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À DINÂMICA CLIMÁTICA	147
6.1	Distribuição espaço-temporal das estiagens e secas	148
6.2	Distribuição espaço-temporal das inundações	152
6.3	Desastres naturais: uma situação recorrente	157
6.4	O episódio pluvial de 27 de março de 2012 e suas consequências no espaço urbano de Fortaleza-CE	162
6.4.1	<i>Impactos hidrometeorológicos e vulnerabilidade socioambiental</i>	170
7	AVALIAÇÃO DOS DANOS E PREJUÍZOS	175
7.1	Análise dos danos e prejuízos decorrentes de estiagens e secas	175
7.2	Análise dos danos e prejuízos decorrentes das inundações	184
8	O RISCO DE DESASTRE NATURAL NO ESTADO DO CEARÁ	195

9	CONSIDERAÇÕES FINAIS	204
	REFERÊNCIAS	208
	APÊNDICE	219
	ANEXO	221

1 INTRODUÇÃO

Sociedade e natureza são entidades que desde o princípio mantiveram relações, ora marcadas por conflitos, ora por harmonias. Assim, as diferentes sociedades, em função de suas necessidades e das formas de apropriação dos recursos naturais, consolidaram meios diferenciados de utilizarem as oportunidades presentes nos espaços naturais. Todavia, muitas destas formas de uso do meio natural não estão de acordo com a dinâmica dos ambientes, pondo em risco os indivíduos e os seus bens materiais e imateriais. Tal relação fundamenta a constituição dos desastres naturais.

Neste sentido, os eventos naturais intensos, sejam eles graduais ou bruscos, podem tornassem perigosos às sociedades, desde que estas não tenham meios para enfrentar adequadamente tais episódios, através das ações de gestão dos riscos de desastres, bem como em decorrência das condições socioeconômicas, político-institucionais e culturais frente à dinâmica natural reinante.

A origem dos desastres naturais remete à própria sedentarização do homem. Outrora nômade, o ser humano passa a se fixar em espaços naturais cujas potencialidades permitiam o desenvolvimento de atividades essenciais para as sociedades, principalmente a agricultura (MARCELINO, 2008). Ambientes com solos férteis, agricultáveis e com disponibilidade de recursos hídricos foram utilizados nestas atividades, iniciando a ocupação das planícies fluviais, das vertentes úmidas, das terras de origem vulcânica, entre outras. Todavia, estes espaços também apresentam uma dinâmica natural singular, o que em determinadas situações pode expor a população, provocando danos sociais, econômicos e ambientais.

É a partir das Revoluções Industrial e Científica que a vulnerabilidade das sociedades amplia-se, principalmente em decorrência da apropriação de ambientes naturais e rurais pelas sociedades urbanas, sem o devido reconhecimento das potencialidades e das limitações do meio, além da falta de ações do Poder Público e da sociedade civil na gestão do espaço, resultando em impactos significativos após a ocorrência dos eventos naturais intensos.

Na atualidade, tais eventos, aparentemente, possuem uma frequência e uma intensidade maior. Desta situação, discursos diferenciados são produzidos para justificar as causas dos desastres, como os castigos de Deus, ciclos glaciais, mudanças climáticas e as intervenções humanas na natureza. No entanto, convém

ressaltar que atribuir somente à natureza os danos provocados pelos desastres naturais é um equívoco. Esta responsabilidade cabe, sobretudo, as ações dos homens, modificando a dinâmica natural e elevando a vulnerabilidade das sociedades (VEYRET; RICHEMOND, 2007). Entre alguns fatores que promovem tais situações citam-se: a ocupação de ambientes frágeis, exploração dos recursos naturais acima da capacidade de suporte, agravamento das condições sociais e econômicas, subestima dos perigos naturais, carência de conhecimento técnico-científico, falhas e omissões do Poder Público na gestão dos territórios, entre outros.

Ressalta-se que as noções de riscos, desastres, catástrofes, acidentes, entre outras, são de ordem humana, pois suas repercussões somente têm significância quando atingem espaços habitados, de importância econômica ou cultural. Deste modo, reconhece-se que a sociedade é um elemento essencial para a solução da problemática ambiental (MENDONÇA, 2005).

Neste cenário encontra-se o estado do Ceará. Situado na porção setentrional do Nordeste brasileiro (Figura 1; Figura 2), este território apresenta um conjunto de componentes que permitem à formação de uma predisposição do meio natural à ocorrência de eventos naturais perigosos, principalmente os originados dos desvios positivos e negativos da pluviosidade e de forma pontual pelos processos erosivos exacerbados, agravados pelas intervenções antropogênicas em ambientes extremamente vulneráveis.

Nestes termos, a presente pesquisa buscou analisar a distribuição espaço-temporal dos desastres naturais, destacando-se os associados à dinâmica climática, ocorridos entre os anos de 2003 a 2012 no estado do Ceará, bem como as consequências negativas dos danos gerados, para então determinar o risco municipal aos eventos naturais intensos. Ademais, os objetivos específicos foram os seguintes:

- Caracterizar os eventos naturais (secas/estiagens e inundações) produtores dos desastres, bem como indicar a vulnerabilidade dos sistemas ambientais;
- Avaliar a vulnerabilidade da sociedade cearense aos eventos naturais adversos;
- Analisar o padrão da distribuição espacial e temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática e os danos produzidos;
- Estabelecer o risco de desastres naturais entre os municípios;

Figura 1 – Localização do estado do Ceará – Brasil

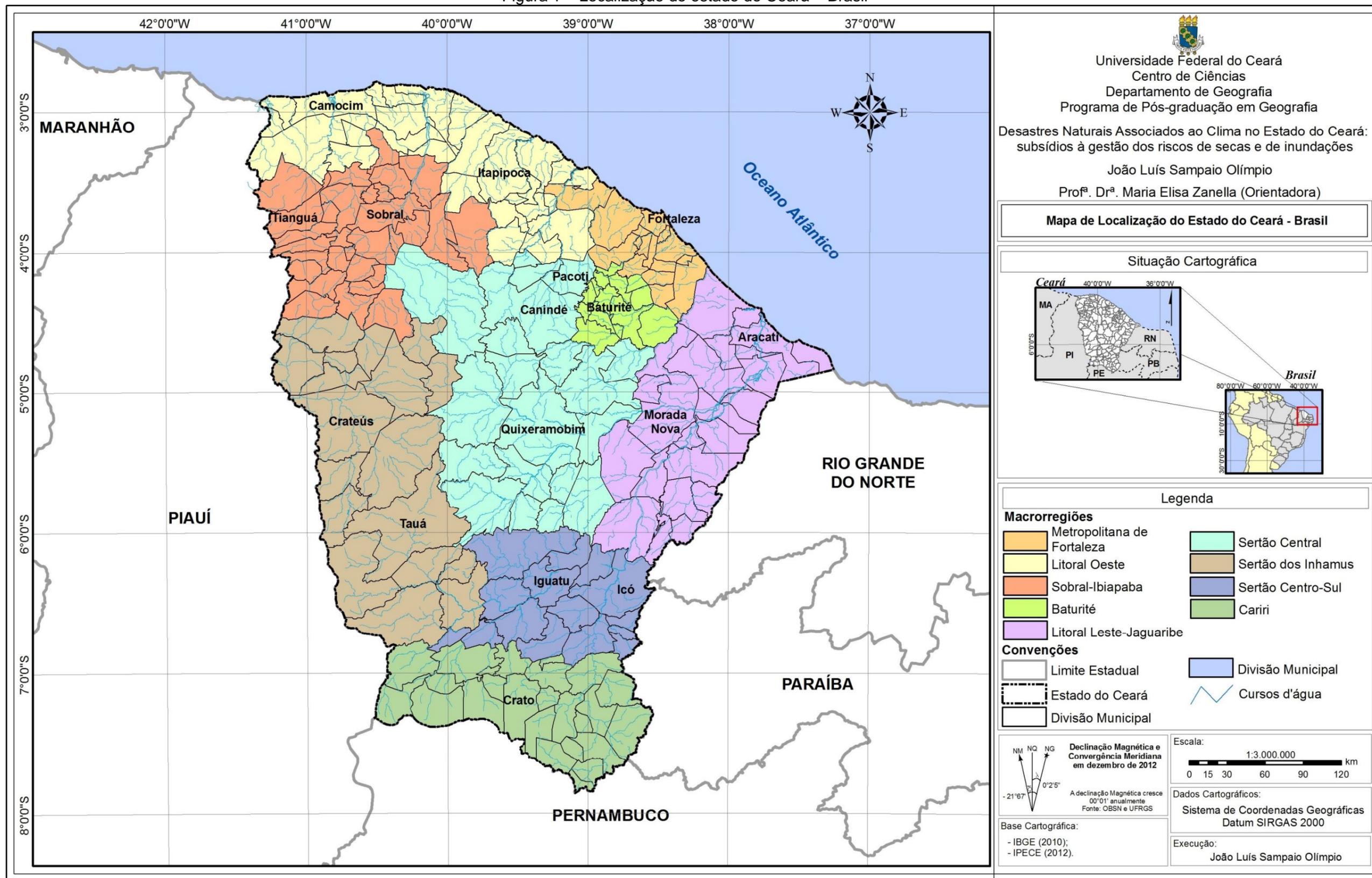
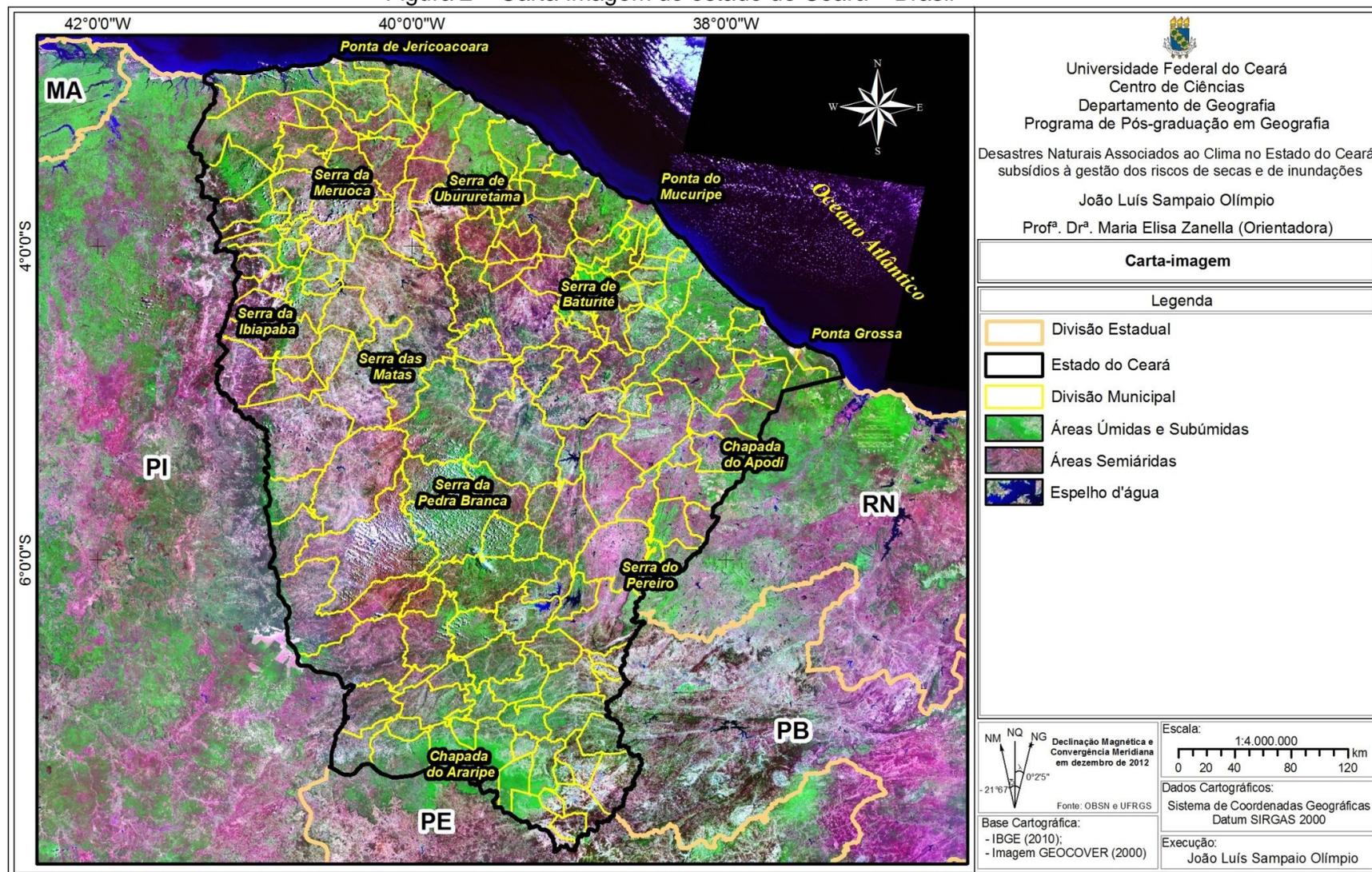


Figura 2 – Carta-imagem do estado do Ceará – Brasil



- Elaborar um banco de dados com informações geográficas dos desastres naturais para o estado do Ceará;
- Propor medidas para a gestão dos riscos de desastres naturais analisados.

Neste sentido, o segundo capítulo trata do embasamento teórico dos conceitos norteadores desta pesquisa, destacando as considerações sobre os riscos, perigos, vulnerabilidades, desastres naturais e suas tipologias. O capítulo seguinte apresenta os procedimentos técnico-operacionais realizados.

O quarto capítulo aborda a caracterização dos aspectos físico-naturais presentes no território cearense. Inicialmente, são analisados os fenômenos atmosféricos atuantes na área de estudo. Em seguida, são individualizados os sistemas ambientais.

O próximo capítulo versa sobre as crises das secas e inundações ocorridas no Ceará ao longo de sua história, bem como das diversas formas de gestão realizadas. Também há a caracterização social e econômica da população e a determinação da vulnerabilidade social do estado.

No capítulo sexto efetivou-se a análise da distribuição espacial e temporal dos desastres naturais entre os municípios cearenses, a partir do exame das Portarias de reconhecimento de desastre. Além disso, realizou-se um estudo de caso, a partir de um episódio pluvial intenso ocorrido na cidade de Fortaleza.

O sétimo capítulo trata dos danos e prejuízos decorrentes da manifestação dos eventos naturais, destacando-se a tipologia dos usos afetados, as causas dos desastres, os bens, serviços e pessoas afetadas, a necessidade de recursos, os critérios agravantes e a intensidade dos desastres.

O capítulo seguinte apresenta o mapeamento dos riscos de desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará. Posteriormente, foram geradas propostas que visam substanciar as ações de gestão dos riscos de desastres naturais.

Por fim, foram elaboradas as considerações finais da pesquisa.

2 RISCOS DE DESASTRES NATURAIS: CONCEITOS, COMPONENTES E RELAÇÕES NATUREZA/SOCIEDADE

2.1 A Abordagem Socioambiental na Geografia

A concepção científica norteadora da pesquisa está embasada sobre o entendimento que o meio ambiente consiste no produto das relações mantidas entre a sociedade e a natureza, resultando em estados momentâneos de (des)equilíbrios. Neste sentido, tais perspectivas visam a reestruturação do estudo do meio ambiente na Geografia, a qual tem naquelas relações a sua origem, fundamentando a análise ambiental desta ciência. Nestes termos, foram empregadas as concepções da Abordagem Socioambiental elaboradas por Mendonça (2001a, 2002, 2004, 2009, 2010, 2011) a partir da sistematização do pensamento de diversos autores assentados sobre os princípios sistêmicos, holísticos e complexos construtores da realidade, inclusive a ambiental.

Com efeito, para a Geografia o conceito de meio ambiente transcende os atributos do quadro natural, ainda menos os elementos da fauna e da flora somente, mas designa as relações de interdependência que existem entre os homens, e deste com a natureza, envolvendo os aspectos sociais, econômicos, culturais, além dos componentes físicos, químicos e bióticos (VEYRET, 1999 *apud* MENDONÇA, 2001).

O paradigma de uma Geografia globalizante, total e sistêmica vem sendo construído no decorrer do século XX por diversos autores que sobre diferentes perspectivas teóricas e ideológicas tratam a Geografia, no estudo do meio ambiente, através de abordagens que se fundamentam nas interações entre as sociedades e a natureza (MENDONÇA, 2001). Nestes termos, Monteiro (1984), citado por Mendonça (2004), analisando o contexto dos estudos da Geografia, afirma que:

[...] os geógrafos dedicados aos aspectos naturais não deixem de considerar o homem no centro deste jogo de relações e que aqueles dedicados às desigualdades sociais não as vissem fora dos lugares seriam meros pontos superficiais de uma convergência que pode ser, como tem sido, desatada a qualquer momento. O verdadeiro fio condutor de uma estratégia capaz de promover a unidade do conhecimento geográfico advirá de um pacto mais profundo que só pode emanar de uma concepção filosófica propícia. (MONTEIRO, 1984 *apud* MENDONÇA, 2004, p. 133).

Uma destas concepções é a Abordagem Socioambiental, a qual Mendonça (2001a, 2002) sistematizou buscando transcender a clássica dicotomia

entre a Geografia Física e a Geografia Humana, propondo a unidade do conhecimento geográfico no entorno da questão ambiental, a partir da integração dos elementos e fatores que integram um dos objetos de estudo desta ciência, ou seja, as relações entre a sociedade e a natureza na produção do espaço geográfico.

Ressalta-se que este referencial teórico não se propõe a restringir o conhecimento geográfico à análise do meio ambiente, tão pouco assinala que tudo que é elaborado pela Geografia Física deve receber o rótulo de ambiental, pois parte significativa dos conhecimentos produzidos pelos demais ramos desta ciência tratam de outros temas relacionados à produção do espaço humanizado ou da evolução e dinâmica dos espaços naturais. Muitos dos quais certamente estão relacionados à questão ambiental, mas esta não é o objeto de estudo propriamente. Mendonça (2001a) corrobora com esta concepção ao expressar:

É então necessário ter muita cautela e discernimento, pois nem tudo que é geográfico é ambiental. Neste mesmo sentido é também preciso assinalar que nem tudo que é produzido na perspectiva da geografia física deve receber o rótulo de ambiental, pois muitas contribuições não se configuram como tais, ainda que importantes. A característica de ambiental de um estudo não o faz melhor ou pior que nenhum outro elaborado em conformidade com outras correntes, quer sejam da geografia ou de outra ciência – o faz apenas distinto dos demais (MENDONÇA, 2001, p. 123).

Enfatiza-se que a dualidade do conhecimento geográfico é um dos aspectos mais positivos desta ciência, ao ser o *locus* do naturalismo das ciências humanas e do humanismo nas naturais (MORAES, 1994 *apud* MENDONÇA, 2001a).

Conforme Mendonça (2002), a problemática ambiental que se configura no decorrer do século XX, exigiu novas reflexões dos geógrafos na busca de respostas que retratem a complexidade do meio ambiente. Neste sentido, fez-se eminente a ruptura com a clássica dicotomia entre as Geografias física e humana, mas caminhou-se na direção de integrá-las em um todo, assim como se mostram na realidade, resultando numa Geografia dita Socioambiental.

Observa-se uma evolução do conceito de meio ambiente ao envolver não somente os elementos do quadro natural, mas também as ações humanas. Entretanto, ainda persiste no discurso de alguns setores das ciências e no senso comum uma percepção naturalista sobre o termo (MENDONÇA, 2002), onde os elementos naturais se encontram em posições hierarquicamente superiores. Por vezes, a ação humana é posta na análise ambiental mais como um dinamizador ou

interventor da dinâmica dos sistemas naturais (CLAUDINO-SALES, 2004; MENDONÇA, 2009) do que como componente do meio ambiente que é, sobretudo, um agente social produtor e reproduzidor do espaço a partir de um complexo jogo de relações sociais, econômicas, culturais, técnicas, perceptivas e ideológicas.

Deste modo, as Geografias Ambiental, Ecológica e Socioambiental consistem em especificidades da mesma linha de análise, porém com consideráveis diferenciações no enfoque dos elementos ambientais. Neste sentido, as primeiras são caracterizadas por uma abordagem naturalista do meio ambiente, diferente da última, que coloca na mesma perspectiva a sociedade e a natureza (MENDONÇA, 2002), desta forma, a questão ambiental nesta fundamentação deixa de ser exclusivamente da Geografia Física e passa a ser geográfica. Todavia, diante da complexidade das relações, Mendonça (2002) afirma que:

[...] um estudo elaborado em conformidade com a Geografia Socioambiental deve emanar da problemática em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e natureza, explicitam a degradação de uma ou de ambas. A diversidade das problemáticas é que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou mais na questão social, atentando sempre para o fato de que a meta principal de tais estudos e ações vai na direção da busca de soluções dos problemas, e que este deverá ser abordado a partir da interação entre estas duas componentes da realidade (MENDONÇA, 2002, p. 135).

Mesmo considerando o meio ambiente como o produto das relações natureza/sociedade, Mendonça (2002) expressa que diante do cenário atual, onde o conceito de meio ambiente ainda está estreitamente relacionado somente à natureza, há uma tendência pelo emprego do termo “Socioambiental”, visando enfatizar a necessária inclusão da sociedade enquanto sujeito da problemática ambiental contemporânea. Ademais, este referencial também busca o envolvimento dos cientistas naturais com os preceitos filosóficos da ciência social. Por outro lado, visa a abertura desta à dinâmica da natureza, enquanto elemento da complexidade da sociedade (MENDONÇA, 2001a).

A Abordagem Socioambiental também rompeu com o enfoque econômico da natureza, enquanto fonte de recursos a serem explorados pelas sociedades com vistas ao atendimento das necessidades básicas e criadas. Com efeito, Mendonça (2002) argumenta que:

Os elementos da natureza não devem ser reduzidos somente a recursos, pois antes de serem transformados constituem-se em bens e elementos naturais que possuem dinâmica própria e que independem da apropriação

social, como tal desempenham papel fundamental na estruturação do espaço geográfico. Mesmo integrantes de espaços apropriados pelo homem e sua sociedade, não escapam do controle do fluxo de matéria e energia que rege a existência do sistema solar, do planeta Terra e de seus componentes (MENDONÇA, 2002, p. 139).

Todavia, não se trata de estudar os processos sociais sobre os métodos das ciências da natureza, tão pouco de analisar as “Leis da natureza” sobre uma ótica humanista, incluindo as diversas perspectivas de compreensão dos fenômenos sociais. Na realidade, as dinâmicas da natureza e da sociedade possuem gênese e comportamentos diferentes, portanto os campos de investigação científica obedecem a métodos particulares. Entretanto, seguindo a Abordagem Socioambiental deve-se ir ao encontro de uma perspectiva que envolva estes referenciais no entendimento da complexidade presente no meio ambiente. Neste sentido, Leff (2001) distingui os processos naturais e sociais na problemática ambiental contemporânea e argumenta, a partir de uma análise que contrapõe ecologia e a perspectiva materialista, que:

[...] a partir do momento em que a natureza se transforma, num processo geral, em objeto de uma ciência – a evolução biológica, a dinâmica dos ecossistemas -, esses objetos biológicos devem incluir os efeitos das relações sociais de produção que os afetam. E esses efeitos devem ser considerados em suas determinações sócio-históricas específicas, não na redução do social e da história em processos naturais ou ecológicos. Desde que a natureza se transforma em objeto de processos de trabalho, o natural absorve-se no materialismo histórico. Isto não nega que operem as leis biológicas dos organismos que participam no processo, inclusive o homem e sua força de trabalho; mas o natural se transforma no biológico superdeterminado pela história. Nem o recurso natural nem a força de trabalho se referem ao metabolismo biológico ou ao desgaste energético dos organismos vivos. O recurso natural e a força de trabalho não são entes naturais existentes independentemente do social, mas são já o biológico determinado pelas condições de produção e reprodução de uma dada estrutura social (LEFF, 2001, p. 49).

Para Mendonça (2001a) é a diversidade da problemática e a especificidade de cada pesquisador que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou na social, mas sempre atentando para o fato de que estes dois sistemas estão em constante processo de trocas de influências.

Assim, a Abordagem Socioambiental apresenta um avanço expressivo no seu método de estudo ao por no mesmo patamar a sociedade e a natureza, confrontando-as de forma dialética e não apenas como elementos estanques de um conjunto (DIAS, 2010), mas rompendo com os preceitos da ciência clássica, a qual determina o emprego de métodos rígidos, visando a obtenção de respostas precisas

e sem margens para a incerteza. Neste caso, não significa que se deve realizar uma análise sobre o método dialético, a qual se fundamenta no processo de transformação social, dificilmente aplicado na evolução do quadro natural, mas de perceber dialeticamente o meio ambiente com o produto das confrontações entre a natureza e a sociedade (MENDONÇA, 2001b).

Neste sentido, a Abordagem Socioambiental é um referencial de cunho sistêmico, holístico e complexo, de modo que o meio ambiente se encontra em constante processo de transformação, resultado da dinâmica socioambiental construída (MENDONÇA, 2002). Caracteriza-se pela multi e interdisciplinaridade, portanto não se limita a um método específico, mas abarca tanto os das ciências sociais como os das naturais, visando o entendimento da problemática ambiental evidenciada, entretanto sem negligenciar a construção de métodos próprios.

Esta abordagem conceitual pode ser concebida como um novo paradigma para os estudos dos riscos e desastres naturais, pois transfere o enfoque da compreensão dos mesmos da lógica de produção e reprodução do espacial ou do foco naturalista, para uma análise embasada nas relações sociedade-natureza, adotando uma postura de incerteza e instabilidade dos processos sociais e naturais no espaço geográfico (MENDONÇA, 2011). Conforme este autor, a noção de risco:

[...] introduz uma nova perspectiva na abordagem e gestão dos territórios, sejam eles urbanos ou rurais, litorâneos ou continentais, naturais ou fortemente alterados. Ela constitui-se num novo paradigma, com especial repercussão sobre a perspectiva do planejamento ao forjar a mudança da concepção predominante de estabilidade do espaço ou da natureza, uma vez que fundamenta-se na ideia de incerteza quanto às paisagens futuras, especialmente ao admitir os processos de mudanças globais e globalização em curso (MENDONÇA, 2011, p. 114).

Desta forma, os riscos e a vulnerabilidade socioambiental remetem a uma abordagem dual e de interface sobre o espaço geográfico, seja rural ou urbano, em estado natural ou alterado pelas ações humanas, mas que evidencie um necessário diálogo entre as ciências e destas com as amplas dimensões da sociedade, visando a construção de um conhecimento complexo da realidade do espaço sob a situação de risco (MENDONÇA, 2009).

No tocante aos riscos originados da dinâmica atmosférica, Nunes (2009) esclarece que a relação entre os processos de mobilidade da população no espaço, sobretudo em áreas de risco, e os mecanismos de atmosfera, projetam as dificuldades em integrar os elementos naturais e sociais, ambos com graus de

incerteza. Porém, proposições viáveis dependem da consideração conjunta e imparcial destes elementos.

Deste modo, faz-se mister que o estudo sobre os riscos e desastres naturais ocorra sobre a ótica anteriormente apresentada, uma vez que tal problemática é o produto combinado em um mesmo espaço e tempo dos fenômenos naturais associados aos processos humanos. Por vezes, esta relação produz desarmonias ainda pouco entendidas, mas geradoras de danos expressivos para ambos os lados deste conjunto.

2.2 Os Riscos Naturais: uma situação de probabilidade

Embora o termo risco seja corriqueiro na literatura científica e no senso comum, ele apresenta sérias incongruências conceituais, por vezes, tornando-o fragmentado, contraditório e sem precisão. O mesmo é estudado por vários ramos do conhecimento, os quais produzem reflexões, métodos próprios e diferentes entre si, dificilmente considerando os avanços conquistados pelos demais campos do saber (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004). Ademais, a diferença de significado deste termo entre as línguas anglo-saxônicas e latinas e, por sua vez, nas suas traduções promove demasiada confusão.

Neste sentido, o conceito de risco permeia diversas nuances da sociedade. Ele está presente na academia, no setor empresarial, nas obras de engenharia, na saúde, nos serviços de seguros, entre outras atividades. Esta disfunção do termo resulta das próprias características inerentes da sociedade pós-moderna, marcada por uma noção que busca o domínio da incerteza e da insegurança (ALMEIDA, 2011).

Na sociedade pós-moderna, o risco é onipresente, estando em todas as atividades humanas, mesmo as mais simples, como fazer um passeio, dirigir ou trabalhar, por outro lado aquilo que é normal se converteu em risco, a exemplo do envelhecimento e da morte. Diante destas características, o sociólogo Beck denomina esta sociedade como a “sociedade do risco”, etapa posterior à modernidade, no qual os riscos tornam-se cada vez mais comuns e temidos. Para o autor, a noção de risco foi central na estruturação da sociedade do século XX e está ligada às condições de incerteza e de desproteção, manifestados nas esferas política, social, econômica, cultural e ambiental (VEYRET; RICHEMOND, 2007).

Assim, prevalece a todo instante um sentimento de insegurança que parece ser alimentado pelo próprio desenvolvimento das ciências e das tecnologias, pois à medida que se elaboram ações para a redução das incertezas, garante-se a perpetuação dos riscos a quem não pode obtê-las, fazendo que estes se distribuam diferentemente no espaço e atinjam populações específicas, tornando-as socialmente mais vulneráveis (VEYRET; RICHEMOND, 2007; TORRES, 2006).

Com relação à origem etimológica da palavra risco, ela apresentou significados diferenciados ao longo do tempo, evoluindo até tomar a noção atual. Assim, em inglês esta palavra foi expressa como *risk*, no espanhol como *riesgo*, no italiano como *rischio* e no francês como *risque*. Possivelmente, elas remetem aos termos latinos *rixare*, cujo significado é “brigar”, ou *resecare* que significa “extirpar, suprimir”. Também esteve presente no grego com *rhizikon* e no árabe com a palavra *risk*. No castelhano antigo, o significado da palavra *ressegue* era ressecar ou cortar, mas em seguida, durante a idade média, foi empregado como sinônimo de luta, contradição e divisão. Durante a Renascença empregou-se a palavra *rischio* para designar o risco das navegações atingirem promontórios imersos, já na língua castelhana o termo foi destinado ao risco de transeuntes de penhascos escarpados (VEYRET; RICHEMOND, 2007; ANEAS DE CASTRO, 2000).

Kervern (1995) distingue na história traçada entre as sociedades e os riscos três grandes períodos que evidenciam as diferentes percepções e, conseqüentemente, as ações realizadas, são eles: a idade do sangue, a idade das lágrimas e a idade dos neurônios.

O primeiro período corresponde, genericamente, no mundo ocidental as primeiras civilizações até o advento do cristianismo. Neste período, o homem angustiado com as inundações, sismos, fome, epidemias, guerras, entre outras mazelas, realizavam sacrifícios de animais e de seres humanos como meio de obtenção da satisfação e da misericórdia das divindades que adoravam. Suponha-se que o sangue derramado reduziria a possibilidade de ocorrência dessas catástrofes.

Na idade das lágrimas, as sociedades deixaram de derramar sangue e passaram a derramar lágrimas como forma de implorar a providência de Deus (ou deuses/santos). Assim, preces, procissões e cultos são considerados os meios para a não existência de desastres. Embora esta percepção dos riscos seja bastante antiga, ela ainda está presente no cotidiano dos espaços rurais e urbanos, principalmente quando o território é construído sobre uma base religiosa marcante, a

exemplo da área de estudo deste trabalho. Nesta concepção, o risco torna-se um elemento independente das ações humanas e passa a ser o produto das vontades divinas, percebendo o homem como um ser passível no processo de constituição dos desastres, principalmente aqueles emanados dos processos naturais.

Em seguida, o autor distingue a idade dos neurônicos. Nesta, o homem pensa o risco, a partir da aceitação de que é um elemento ativo no processo de constituição do mesmo. Esta passagem de percepções tem como marco histórico o terremoto que atingiu Lisboa, em 1755. Diante da crise, houve um confronto entre Voltaire e J. J. Rousseau, de modo que o primeiro ainda persistia na providência divina e acusava a natureza como a causa do desastre. Entretanto, o segundo faz notar que a decisão de implantar as cidades em zonas sísmicas põe em dúvida a inteligência humana.

Embora não seja possível afirmar com exatidão qual foi o primeiro trabalho técnico-científico sobre os riscos, Adams (1995 *apud* CASTRO; PEIXOTO; DO RIO, 2005) aponta que os termos risco e incerteza foram inicialmente empregados em 1921 por Frank Knight em seu trabalho "*Risk, uncertainty and profit*", o qual trata dos riscos de investimentos econômicos.

No senso comum, a noção de risco está vinculada a possibilidade de um dano, assim Rocha e Pires (2001) o definem como: perigo, probabilidade ou possibilidade de perigo ou dano.

Há riscos que estão presentes no cotidiano, em diversas atividades que cada indivíduo realiza corriqueiramente. A materialização dos mesmos é caracterizada pela frequência elevada e pela magnitude reduzida, de tal modo que as sociedades, normalmente, se adaptam às condições impostas. Outros riscos distinguem-se pela excepcionalidade, marcados pela magnitude significativa, provocando, em curto prazo, impactos mais severos sobre os indivíduos e na desorganização do território. Deste modo, várias ciências dedicam-se ao estudo de riscos específicos, resultando em uma tipologia que abarca as diversas situações em que pessoas, bens, atividades e o meio ambiente encontram-se expostos de alguma forma aos fenômenos potencialmente danosos. Esta situação inspirou a construção de uma nova ciência, de caráter interdisciplinar e sistêmico, a Cindínica, dedicando-se ao estudo dos riscos em suas amplas dimensões (KERVERN, 1995).

Na Geografia está categoria de análise sempre esteve presente, mesmo que sem uma conceituação e um destaque evidente. Contudo, é somente na

segunda metade do século XX com Gilbert White que há a sistematização do conhecimento científico do risco sob a ótica da Geografia, abarcando as dimensões naturais e humanas indutoras desta situação. O ano de 1927 é considerado um marco histórico, pois é neste que o governo norte-americano solicita ao *U.S Corps of Enginners* a elaboração de pesquisas e propostas para a solução das inundações que atingiam os espaços rurais e urbanos. Entretanto, diante das perdas e das visões tecnocrata e intervencionista dominantes, as ações propostas centraram-se em obras de engenharia (represamentos e macrodrenagem) orientadas em análises de custos-benefícios. Tais sugestões foram sistematizadas em um documento conhecido como os 308 informes. Porém, a implantação destas obras, por vezes, se tornaram ineficientes, de modo que houve a necessidade da participação de outros profissionais na elaboração de propostas, com intuito de abarcar a totalidade do problema. Entre estes, os geógrafos, especialmente White, tiveram uma função imprescindível ao colocar as relações entre natureza e sociedade no centro da questão dos desastres naturais (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004). É sobre esta perspectiva que o entendimento da gênese das situações extremas passa a incorporar as abordagens holísticas das relações ambientais.

Na atualidade, as ciências tratam o risco como uma situação de futuro incerto e de probabilidade de que um evento danoso atue sobre uma população ou nos seus bens materiais e imateriais vulneráveis, causando danos e prejuízos. Além disso, os riscos somente ocorrem na presença simultânea de um evento perigoso e de uma vulnerabilidade de grupos sociais e/ou do indivíduo. É sob esta perspectiva que a presente pesquisa foi concebida. O quadro 1 expõe diversas definições do conceito de risco.

Grosso modo, para as geociências, as relações entre a vulnerabilidade e o perigo na construção do risco foram, e ainda são para alguns pesquisadores, tratadas como o simples produto da probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural severo pelos prováveis danos que podem ser gerados na sociedade, sendo expressa genericamente pela equação R (risco) = P (probabilidade) x C (consequências) (CERRI; AMARAL, 1998) e suas diversas derivações.

Entretanto, observa-se que há demasiada simplicidade no trato da temática dos riscos, perigos e vulnerabilidades indicada nesta expressão, podendo ocasionar distorções no entendimento desta realidade, que na verdade mostra-se bem mais complexa que a multiplicação de duas variáveis (SOUZA; ZANELLA,

2009). Neste sentido, Dauphiné propõe que o risco seja analisado em função do perigo e da vulnerabilidade, mas em uma relação que depende do problema considerado, onde cada um detém uma importância diferente. A equação $R(f) = P$ (Perigo) x V (Vulnerabilidade) sistematiza esta proposta (REBELO, 2008).

Quadro 1 – Definições do conceito de risco

Autor (es)	Definições de Risco
Almeida (2011)	É a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigosos e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo.
Monteiro (2011)	Está relacionado a probabilidade de determinadas populações serem negativamente afetadas por um fenômeno geográfico.
Souza e Zanella (2009)	Refere-se a uma situação de ameaça ambiental [risco ambiental] atuando sobre uma população reconhecidamente vulnerável.
Nunes (2009)	Probabilidade de consequências danosas a partir da interação entre um evento deflagrador, natural ou não, e condições de vulnerabilidade da população que, por sua vez, revelam o quanto um sistema social é (in)capaz de enfrentar / superar / grupos sociais a mudanças inesperadas, com rupturas nos seus modos de vida a partir de impactos socioambiental.
Tominaga (2009)	É a possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem.
Castro, Calheiros e Moura (2004)	Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidentes determinados se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.
Veyret e Richemond (2007)	Define-se como a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que apreende por meio de práticas específicas.
Torres (2006)	Pode ser entendido como a maior probabilidade de determinados indivíduos ou grupos serem ameaçados por fenômenos específicos.
Castro, Peixoto e Do Rio (2005)	A probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não-determinados e a maneira como estes processos afetam (direta e indiretamente) a vida humana.
Hyndman e Hyndman (2001)	<i>Risk is essentially a hazard considered in the light of its recurrence interval and expected costs.</i>
Cerri e Amaral (1998)	Possibilidade de ocorrência de um acidente
Egler (1996)	Expressa tanto a dimensão social de eventos catastróficos, como a percepção individual de seus efeitos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O risco não existe enquanto um objeto material, mas é apenas uma noção abstrata de ser vulnerável a um determinado perigo que pode ou não ocorrer no futuro, e nunca no presente. Ele é um produto criado pela mente humana a partir de uma percepção coletiva e/ou individual. Neste contexto, Cardona (2004) corrobora com esta argumentação ao expressar que:

[...] risco é um complexo, e, ao mesmo tempo, um conceito curioso. Ele representa algo irreal em relação à mudança aleatória e a possibilidade, com algo que ainda não aconteceu. É imaginário, difícil de entender e nunca pode existir no presente, apenas no futuro. Se houver certeza, não há risco.

O risco é algo em mente, intimamente relacionado com a psicologia pessoal ou coletiva (CARDONA, 2004, não paginado).

Enfatiza-se que o risco está associado a um acontecimento que pode ou não se materializar, mas que quando isto ocorre há a possibilidade de provocar danos sobre indivíduos ou bens que possuem algum valor, pois não existe risco sem a noção que se pode perder alguma coisa (CASTRO; PEIXOTO; DO RIO, 2005).

Com relação à noção de incerteza no conceito de risco, esta, além de ir ao encontro da concepção científica atual, também está amparada pelos próprios princípios da legislação ambiental brasileira. Neste sentido, o princípio da precaução expressa que as ciências nem sempre podem oferecer uma certeza em suas respostas a um determinado problema. A luz desta situação, a prudência é a melhor opção para evitar possíveis danos, muitos dos quais de difícil recuperação (ANTUNES, 2008). Esta concepção está presente em diversos documentos internacionais, a exemplo da Declaração do Rio, a qual promulga:

Com fim de proteger o meio ambiente, os estados devem aplicar amplamente o critério de precaução conforme as suas capacidades. Quando haja perigo de dano grave ou irreversível, a falta de uma certeza absoluta não deverá ser utilizada para postergar-se a adoção de medidas eficazes em função do custo para impedir a degradação do meio ambiente (DECLARAÇÃO DO RIO *apud* ANTUNES, 2008, p. 22).

Diante dos diversos enfoques da temática dos riscos, este termo recebe um complemento identificador da origem do fenômeno perigoso, como natural, tecnológico, econômico, social, político, entre outros. Todavia, ressalta-se que independente da origem, o risco sempre será humano.

Entre estes destacam-se os ambientais, os quais se inscrevem nas relações entre sociedade e natureza, fundamentadas sobre as atuais tendências da abordagem ambiental, referindo-se a uma situação probabilística em que ocorrem conjuntamente um perigo ambiental, proveniente da dinâmica dos sistemas naturais, do uso inadequado de uma tecnologia antropogênica ou de condições socioeconômicas adversas que atuem sobre um sistema social vulnerável. Desta forma, a noção de risco ambiental associa as ciências da natureza às ciências da sociedade, conduzindo uma abordagem dual e de interface (MENDONÇA, 2004).

Os riscos ambientais podem ser classificados em naturais, tecnológicos e sociais (CERRI; AMARAL, 1998). Embora se reconheça a diversidade dos riscos na

área em estudo, se enfatizaram os primeiros, destacando-se os promovidos pelas precipitações intensas e pela escassez hídrica.

Com efeito, os riscos naturais são constituídos de uma relação de ameaça formada por um evento natural perigoso e de uma vulnerabilidade do homem e do seu espaço construído àqueles eventos (DAUPHINÉ, 2001 *apud* REBELO, 2008). Eles conduzem à noção de probabilidade de ocorrência de danos decorrentes da interação entre um perigo natural ou induzido e as condições de vulnerabilidade (ISDR, 2004), mantendo uma relação de influências mútuas entre o homem e o seu ambiente (SOUZA; ZANELLA, 2009).

Neste âmbito, conforme Deyle *et al* (1998) citado por Castro, Peixoto, Do Rio (2005), a investigação dos riscos naturais deve envolver três etapas, a saber: identificação dos perigos, a avaliação da vulnerabilidade e a análise de risco, as quais os aspectos conceituais são discutidos a seguir.

2.2.1 Perigos Naturais

Os eventos naturais adversos representam um perigo, a qual recebe diferentes denominações. Enquanto na língua francófona optou-se pelo termo *álea natural*, as anglo-saxônicas utilizaram *natural hazard* e na espanhola empregou-se *peligros naturales* (DAGNINO; CARPI JR., 2007; MARANDOLA JR., HOGAN, 2004). No Brasil as traduções foram variadas. Com efeito, significados iguais ou similares foram expressos com termos diferentes, como azares, ameaça, acasos e acidentes.

Um perigo corresponde a um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa, a qual pode causar perdas de vidas, ferimentos, avarias às propriedades, rupturas sociais, econômicas e políticas ou mesmo a degradação ambiental (TOMINAGA, 2009). Deste modo, ele tem origens diversas e por vezes resulta de um complexo jogo de relações entre as diferentes fontes de perigo.

Para Aneas de Castro (2000) os perigos naturais referem-se a uma situação onde os eventos naturais danosos ocorrem em regiões e períodos mais ou menos definidos, podendo causar danos e prejuízos. Neste sentido, o risco remete ao fator probabilístico, enquanto o *hazard* é o evento danoso que coloca em perigo (SMITH, 1992 *apud* MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004), devido à possibilidade da ocorrência de danos em um determinado período e local.

Embora, os *natural hazards* tenham sua origem nos processos naturais, em determinadas situações a ação consciente ou não da sociedade na produção do espaço pode interferir na dinâmica natural, podendo acelerar os processos e conferir uma maior intensidade a estes eventos (KOBAYAMA *et al*, 2006). É o caso da urbanização desordenada e da desertificação, as quais induzem a ocupação de espaços suscetíveis aos eventos naturais extremos.

Enfatiza-se que nem todo fenômeno natural intenso é perigoso, mas somente aqueles que poderão atuar sobre indivíduos e bens vulneráveis. Por exemplo, uma chuva extrema ocorrida em uma região desabitada é apenas um fenômeno natural, todavia uma precipitação, mesmo com menor intensidade, pode ser um *hazard*, caso atue sobre um espaço vulnerável e possivelmente resulte em danos. Monteiro (1991) afirma que a existência de um *natural hazard* parte da iniciativa humana da adoção ou não de formas de ajustamento à dinâmica ambiental.

2.2.2 As Vulnerabilidades: do natural ao social

Um dos conceitos mais empregados nas últimas décadas é o de vulnerabilidade, estando presente nas ciências da natureza e da sociedade, sob diferentes concepções, mas sendo aplicado em diversos objetos de estudos.

Grosso modo, ser vulnerável é estar de alguma forma exposto a algum evento adverso, cuja ocorrência pode provocar impactos negativos sobre o ser/entidade vulnerável. Neste sentido, o último não é apenas um indivíduo ou grupo social, mas pode ser qualquer entidade física ou abstrata (por exemplo, uma empresa, um ecossistema, um sistema político), que possa ser afetada por um determinado evento perigoso. No dicionário, o termo vulnerável é conceituado como “que se pode vulnerar; diz-se do lado fraco de um assunto ou questão e do ponto por onde alguma coisa ou alguém pode ser atacada” (ROCHA; PIRES, 1996).

Há diversos conceitos de vulnerabilidade que respondem às orientações teóricas, resultado de uma multidimensionalidade de termos no entorno de diferentes objetos de análise. A ausência do entendimento desta diversidade de realidades pelos pesquisadores é a principal causa da falta de consenso conceitual da vulnerabilidade (ALMEIDA, 2010).

Embasado nas propostas de Leone e Vinet (2006) e Dauphiné (2005), Almeida (2010) argumenta que os métodos para a análise das vulnerabilidades podem seguir dois caminhos, a saber: abordagens setoriais e abordagens globais/sistêmicas. Conforme o referido autor, na primeira as vulnerabilidades podem ser definidas ao infinito, dependendo da complexidade do objeto estudado, porém para a análise dos riscos ambientais as vulnerabilidades podem ser física, social, institucional, ambiental, patrimonial, funcional e econômica (Quadro 2).

Quadro 2 – Tipos de vulnerabilidade aplicados aos estudos dos fenômenos naturais

Tipo de Vulnerabilidade	Características
Vulnerabilidade física (ou estrutural, ou corporal)	Concentram-se na análise das construções, das redes de infraestrutura e do potencial de perdas humanas.
Vulnerabilidade humana ou social	Avalia os retornos de experiência sobre as capacidades de resposta, adaptações, comportamentos e suas consequências socioeconômicas e territoriais. Acrescenta-se ainda a percepção das ameaças ou da memória do risco, o conhecimento dos meios de proteção, os tipos de comportamentos potenciais.
Vulnerabilidade institucional	Trata da capacidade de resposta das instituições diante da crise; funciona como fator indireto da vulnerabilidade social.
Vulnerabilidade ambiental e patrimonial	Analisa os danos sobre os componentes ambientais – vegetação, solos, recursos hídricos, fauna e aspectos culturais provocados por fenômenos naturais.
Vulnerabilidade funcional e econômica	Avalia as disfunções no que tange às atividades econômicas, rupturas nas redes de comunicação e transporte, entre outros.

Fonte: Almeida, 2010 baseado em Leone e Vinet (2006).

Já as vulnerabilidade globais e sistêmicas consistem nas abordagens holísticas e inter, multi e pluridisciplinares que buscam a integração de um maior número possível de vulnerabilidade setoriais, principalmente por meio da mensuração (ALMEIDA, 2010).

Com relação aos riscos ambientais, a vulnerabilidade representa uma situação no qual há indivíduos, grupos sociais, espaços e bens sujeitos às adversidades promovidas por um evento ambiental de ordem social, tecnológica ou natural. Portanto, ela é o produto das condições físicas, sociais, econômicas, culturais e ambientais adversas (TOMINAGA, 2009). Neste sentido, vulnerabilidade natural, ambiental, social e socioambiental são termos construtores de uma realidade que põem em destaque os riscos.

2.2.2.1 A Vulnerabilidade dos Espaços Naturais

Nas geociências, o conceito de vulnerabilidade está associado ao qualitativo natural e corresponde ao maior ou menor estágio de estabilidade/instabilidade dos elementos físicos e bióticos, frente à dinâmica dos processos morfopedogenéticos e de fitos sucessão, atuantes em cada unidade ecodinâmica (TRICART, 1977). Deste modo, ela resulta dos processos decorrentes das inter-relações entre os componentes integrantes da paisagem natural.

Com relação à vulnerabilidade ambiental, esta corresponde à capacidade de resposta do meio aos efeitos adversos provocados por ações antrópicas, variando conforme suas características naturais e humanas e afetando diretamente a estabilidade do meio (SANTOS; CALDEYRO, 2007; TAGLIANI, 2002). Neste sentido, além dos atributos naturais também são considerados os impactos das atividades humanas sobre a dinâmica dos sistemas naturais.

Santos (2006) corrobora com essa definição ao argumentar que a vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o grau de exposição de um determinado ambiente aos diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, como impactos e riscos ambientais. Assim, as áreas ambientalmente mais vulneráveis tendem a apresentar um maior risco aos usos humanos.

Para Spörl e Ross (2004) no atual cenário de mudanças tecnológicas, sociais e econômicas qualquer alteração nos componentes dos sistemas naturais pode provocar mudanças de comportamento significativas, de modo que os estudos sobre as dinâmicas ambientais são ferramentas essenciais ao planejamento do território. Os autores afirmam que:

Estes estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao planejamento ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território (SPÖRL; ROSS, 2004, p. 40).

Nestes termos, as vulnerabilidades natural e ambiental podem ser importantes fontes de informações para a gestão territorial, pois apresentam à dinâmica e a degradação do espaço natural, bem como indica as potencialidades, as limitações e os riscos às ocupações humanas (OLÍMPIO; ZANELLA, 2012).

2.2.2.2 A Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais

A vulnerabilidade social reflete as condições objetivas e subjetivas que originam ou aumentam a predisposição dos grupos sociais a serem afetados negativamente por um perigo natural (SOUZA; ZANELLA, 2009), possibilitando estimar quais os danos que a sociedade receberá após materialização deste.

Ela não apresenta uma homogeneidade espacial, mas é mais intensa em porções específicas que concatenam fatores que a ampliam, resultando em uma distribuição espacial dos riscos que revela a segregação socioespacial e socioambiental de uma sociedade. Portanto, vulnerabilidade social aos eventos naturais intensos é, em grande parte, função da distribuição dos indivíduos e dos seus bens sobre espaços em risco (VEYRET; RICHEMOND, 2007).

O Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres (CASTRO, CALHEIROS, MOURA, 2004) define vulnerabilidade como:

1. 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 dos danos prováveis.
2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente.
3. Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos.
4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança (CASTRO, CALHEIROS; MOURA, 2004, não paginado).

Para as ciências sociais a vulnerabilidade social decorre de fenômenos diversos, com causas e consequências distintas que afetam de forma diferenciada as pessoas e os grupos sociais. As condições sociais, culturais, políticas, econômicas, educacionais e de saúde vão tornar aqueles, mais ou menos vulneráveis, ou seja, com uma capacidade de superar ou minimizar as crises e de aproveitar as oportunidades para melhorar sua situação de bem-estar.

Na condição de vulnerabilidade, conforme Katzman (1999) deve-se considerar também a situação das pessoas quanto à inserção e a estabilidade no mercado de trabalho, a debilidade de suas relações sociais e o grau de regularidade de acesso aos serviços públicos ou as outras formas de proteção social.

Kowarick (2002) enfatiza a relação entre desigualdade urbana e vulnerabilidade social apontando para a situação de desproteção a que estão submetidas camadas populacionais, especialmente nos eixos moradia,

emprego/desemprego e violência. Nesta mesma perspectiva, Cardoso (2011) destaca as dificuldades enfrentadas por grupos vulneráveis para o acesso aos bens de caráter social e as condições básicas indispensáveis à sobrevivência como moradia, solo urbano e o conjunto de equipamentos, serviços e amenidades.

A vulnerabilidade social e os riscos associados estão relacionados à exclusão de parcela significativa da população ao padrão de vida atual, formado pelas diferentes formas e intensidades de apropriação, produção e reprodução do espaço características da sociedade de risco (RODRIGUES, 2006).

Vários são os fatores que constroem a vulnerabilidade dos indivíduos e dos grupos sociais, tais como o nível de renda, a escolaridade, a idade, o gênero, o acesso à informação e aos serviços públicos básicos, a habitação, a participação política, a classe social, o *status*, a ocupação de ambientes frágeis, adensamento populacional, entre outros, que vão aumentar a predisposição à ocorrência de danos de diversas ordens, inclusive a própria morte.

Grosso modo, estes fatores se concatenam no entorno de uma situação de pobreza, presente principalmente nos países não desenvolvimento, os quais possuem largas camadas de indivíduos nesta circunstância.

No contexto latino-americano, a vulnerabilidade remete ao período colonial e, sobretudo, ao pós-colonial, o qual é marcado pela ausência ou ineficiência do controle da apropriação dos espaços naturais, notadamente no meio urbano, tornando se frágil (THOURET, 2007) aos eventos naturais, mesmo quando não são de magnitudes extremas.

De acordo com Thouret (2007), a pobreza constitui um triplo fator de risco. Grosso modo, ela favorece que as pessoas habitem áreas economicamente mais acessíveis, por serem espaços de risco, por outro lado ela domina as preocupações do cotidiano dos indivíduos que não tem meios econômicos e nem tempo para preservar o meio ambiente. E por fim, induz a degradação ambiental como forma de atender as suas necessidades.

Para Pelling (2003 *apud* ALMEIDA, 2011) a vulnerabilidade aos perigos naturais possui três componentes, a saber: a exposição, a resistência e a resiliência.

A exposição ocorre quando um indivíduo ou grupo social pode ser atingido por um fenômeno adverso ou por um conjunto de fenômenos associados, em função da localização geográfica e da magnitude do evento perigoso.

A segunda consiste em um conjunto de fatores de ordem social, econômica, física e psicológica, os quais tornam os indivíduos e os grupos sociais mais ou menos propensos para resistir às adversidades. Cada indivíduo ou grupo social tem o seu próprio limite de resistência, dado pela combinação dos fatores acima citados e pela magnitude do evento adverso. Quando a magnitude do evento é superior à resistência instala-se a situação de crise.

Após a materialização dos danos, será expressa a capacidade de resiliência de um indivíduo ou grupo social. Emanado das ciências naturais, o conceito de resiliência vem sendo adaptado por vários campos do saber, como na psicologia, na economia e na pesquisa relativa aos riscos e vulnerabilidades. Nestes últimos, de maneira geral, a concepção de resiliência está relacionada à capacidade de uma sociedade de voltar às condições anteriores, após ser impactada por evento adverso. Com efeito, ao tratar da urbanização dos países não desenvolvidos – embora também possa ser aplicado ao espaço rural - Mendonça (2011) argumenta que em parte considerável destes países não se deve adotar medidas que retornem ao estado anterior à ocorrência de um desastre, uma vez que:

[...] as condições pré-existentes de grande parte das populações e cidades dos países não desenvolvidos já são extremamente excludentes, injustas e degradadas antes mesmo da ocorrência de qualquer evento adverso ou extremo – *hazards*. Muitas das situações pré-existentes constituem realidades compostas, em si mesmas, de total risco e vulnerabilidades diversas a eles, não sendo recomendado o retorno às mesmas (MENDONÇA, 2011, p. 115)

O retorno às mesmas condições de vulnerabilidade antes dos desastres é recorrente no contexto da gestão dos riscos nos países não desenvolvidos, inclusive no Brasil. Infelizmente, é um fato comum que meses após a ocorrência de um desastre natural a mídia noticiar a situação desumana em que vivem os atingidos por estes eventos, normalmente habitando abrigos improvisados, sem acesso aos serviços básicos, mas abraçados às promessas de auxílio – principalmente de habitação – das entidades públicas, entretanto que tardam a se concretizar. Esta condição é favorável à perpetuação da situação de risco, principalmente por meio do retorno destes indivíduos aos terrenos ambientalmente impróprios à habitação.

Neste contexto, não se deve restringir a resiliência a capacidade de um sistema reestabelecer-se após ser atingido por um evento adverso, mas deve-se buscar uma situação de melhor bem-estar em relação ao estado pré-existente.

2.2.2.3 A Vulnerabilidade Socioambiental

O conceito de vulnerabilidade socioambiental incorpora a vulnerabilidade dos espaços naturais com a vulnerabilidade social, entendendo-a como a situação em que espaços naturais frágeis são ocupados por populações que não tem meios próprios ou auxílio externo efetivo para resistir e superar as adversidades dos ambientes dos quais se apropriaram, de modo que as mesmas coexistem com os riscos (DESCHAMPS, 2004; ZANELLA *et al*, 2009).

Tais áreas, geralmente, são ocupadas por famílias que não possuem recursos de qualquer natureza para responderem adequadamente à ocorrência de um evento natural adverso. Conforme Deschamps (2004):

Há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há risco de ocorrer algum evento adverso, ou seja, populações socialmente vulneráveis se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis (DESCHAMPS, 2004, p.140).

Mendonça (2010), ao tratar da vulnerabilidade socioambiental urbana, expõe que a mesma evidencia a heterogeneidade espacial dos riscos, relevando as diferenciações socioespaciais de cada parcela da sociedade e a complexidade do espaço urbano. Na mesma perspectiva Cardoso (2011) aponta que a desigualdade de acesso às condições vida, especialmente no espaço urbano, também se manifesta como desigualdade ambiental, tendo em vista que as populações com menor poder aquisitivo tendem a se localizar nos ambientes frágeis.

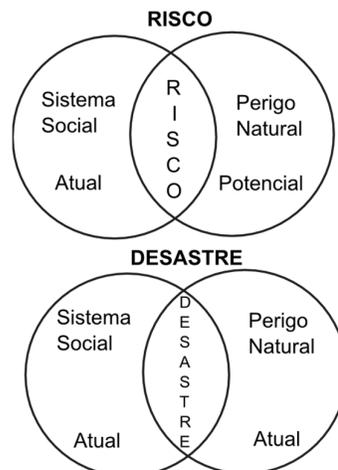
A segregação socioespacial e socioambiental está relacionada ao mercado de terras, pois terrenos impróprios para a habitação possuem preços mais acessíveis aos grupos econômicos menos favorecidos, que tendem a construir sobre estes. Além da possibilidade dos eventos danosos, estes indivíduos convivem com outras de mazelas sociais (violência, drogas, poluição, entre outros). Neste sentido, a vulnerabilidade socioambiental está vinculada aos riscos de diversas ordens.

Deste modo, o conceito de vulnerabilidade torna-se central na discussão acerca dos riscos naturais, pois evidencia a sobreposição da degradação natural e social no espaço (BESSA JR; DOUSTDAR; CORTESI, 2011) e no tempo, refletindo nos diversos mecanismos de resistência e resiliência dos grupos sociais e dos indivíduos aos eventos adversos.

2.3 Conceituação dos Desastres Naturais

Se o risco corresponde a uma situação percebida enquanto probabilidade de ocorrência, o desastre refere-se à própria materialização daquele, dada por uma série de impactos que põem em evidência a magnitude de um perigo e a sua relação com a vulnerabilidade socioambiental presente (Figura 3).

Figura 3 - Relação entre os componentes da situação de risco e de desastre



Fonte: modificado de Montz e Tobin, 1997.

A origem etimológica da palavra desastre é formada por duas partes. O prefixo “des” expressa algo negativo, enquanto “astre” está relacionada a astro. Portanto, o termo implica uma elevada desgraça, um azar maligno (MONTEIRO, 2011). No dicionário, este termo expressa as noções de: acidente funesto ou infausto; desgraça; fatalidade; e revés grave (RUTH; PIRES, 2001).

Kobyama *et al* (2006) destaca que os fenômenos naturais severos são fortemente influenciados pelas características dos componentes naturais. Por vezes estes eventos intensos ocorrem sobre locais onde os seres humanos vivem, resultando em danos e prejuízos expressivos, sendo, deste modo, considerados desastres naturais.

A situação de desastre apenas forma-se quando se estabelece a crise, dada pela magnitude dos danos que excedem a capacidade de gestão da sociedade impactada (VEYRET, RICHEMOND, 2007), rompendo com um limiar de segurança. Neste sentido, o desastre somente ocorre quando os danos são significativos, de modo que o sistema social impactado não tem meios de superar apenas com seus recursos a crise instalada (Quadro 3).

Quadro 3 – Relação entre a magnitude de eventos severos e os danos gerados

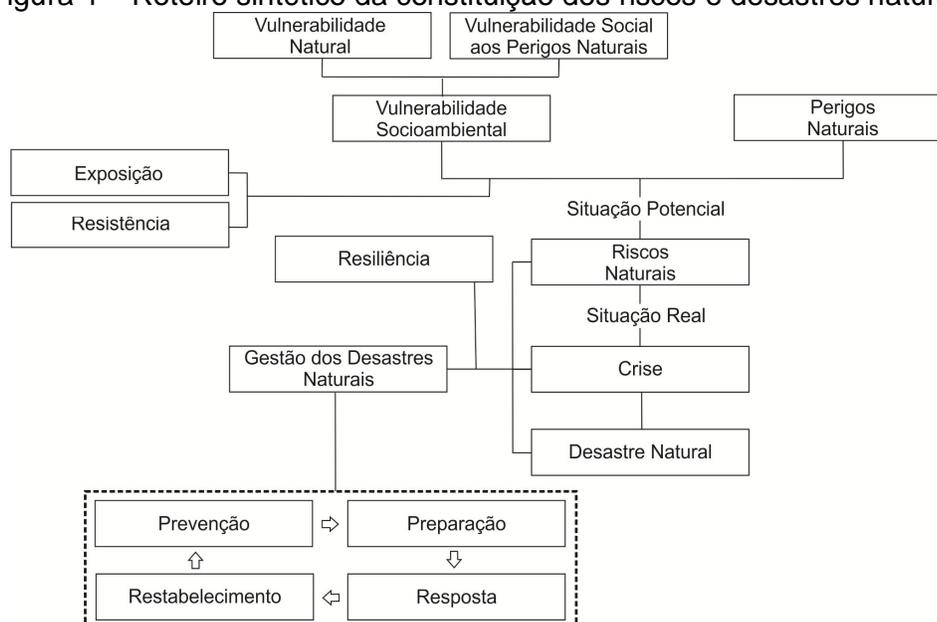
Nível	Classe de Magnitude	Perdas Humanas (número de vítimas)	Perdas Financeiras (milhões de Francos)	Perdas Ecológicas (biomassa em toneladas)
I	Acidente	0 – 9	0 - 99	0 – 99
II	Desastre	10 – 99	0 – 9.999	0 – 9.999
III	Catástrofe	100 – 9.999	0 a superior a 100.000	0 – 999.999
IV	Catástrofe maior	10.000 – 99.000	10 a superior a 100.000	10 – superior a 1 milhão
V	Super catástrofe	100.000 a mais de 1 milhão	1.000 a superior a 100.000	10 a superior a 1 milhão

Fonte: modificado de Almeida (2010).

Castro, Calheiros e Moura (2004) expressam que o desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e os consequentes prejuízos econômicos e sociais, os quais variam conforme a magnitude do evento adverso e a vulnerabilidade do sistema.

Com relação à definição de Catástrofe, Almeida (2010) afirma que esta se diferencia do desastre apenas pela magnitude das consequências negativas, podendo ser qualificada a partir da contabilização das perdas humanas, ecológicas e financeiras. A figura 4 apresenta o roteiro sintético dos fenômenos que constituem a formação dos desastres naturais e os quais são norteadores da presente pesquisa.

Figura 4 – Roteiro sintético da constituição dos riscos e desastres naturais



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.1 Classificação dos Desastres Naturais

Os desastres apresentam entre si relações diferenciadas que permitem classificá-los em grupos, seguindo critérios relativos à gênese e ao comportamento. Assim, podem ser agrupados segundo a origem, intensidade, evolução e duração (KOBAYAMA *et al*, 2006). A realização desta compartimentação permite a obtenção de informações imprescindíveis para a gestão dos riscos, possibilitando ações planejadas e mais eficientes, diminuindo os impactos sobre os indivíduos e sobre o seu espaço (MARCELINO, 2008).

Com respeito à origem, a Secretaria Nacional de Defesa Civil (CASTRO; CALHEIROS; MOURA, 2004) classifica os desastres em naturais, humanos ou antropogênicos e mistos, estando a diferença entre eles relacionada ao nível de intervenção da sociedade no desencadeamento do fenômeno produtor do desastre.

Assim, desastres naturais são considerados todos aqueles provocados por fenômenos da natureza, portanto independentes da ação humana. Já os antropogênicos decorrem de atividades ou omissões humanas. Normalmente, estão relacionados às consequências negativas dos desequilíbrios econômicos, sociais e políticos. Por fim, os desastres mistos são produzidos por ações ou omissões humanas que intensificam os eventos naturais adversos.

Marcelino (2008) considera que esta classificação apresenta limitações, uma vez que a seguindo, a maioria dos desastres naturais seriam, na verdade, mistos. O autor ainda acrescenta que a análise não deveria ser centrada no processo, mas sobre o fenômeno desencadeador. Por exemplo, a ocupação das planícies de inundação dos corpos hídricos põe em risco a população usuária, mas o desastre somente ocorrerá se as inundações tiverem magnitude suficiente para gerar danos. Já uma inundação provocada pelo rompimento de uma barragem de um reservatório artificial é considerada um desastre tecnológico, portanto resultante da falha ou omissão humana. Por fim, conclui que os desastres devem ser classificados em Naturais: aqueles originados de um fenômeno natural de grande intensidade; e Humanos: aqueles disparados por ações ou omissões humanas.

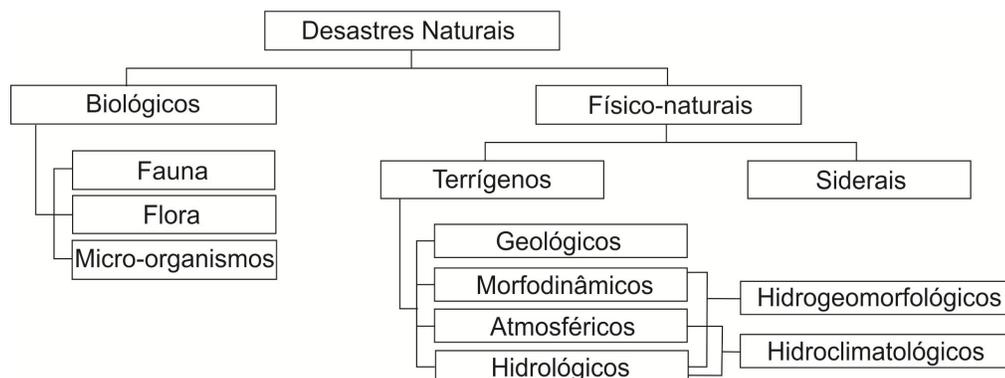
Para fins de catalogação dos desastres em escala global, o banco de dados *Emergency Events Database* (EM-DAT), desenvolvido pelo *Center for Reserarch on the Epidemiology of Disaster* (CRED), da Universidade de Louvain, Bélgica, contém informações dos desastres ocorridos desde 1900, os quais foram

considerados a partir de critérios que indicam a linha de ruptura da capacidade de suporte das sociedades, manifestada pelos impactos adversos gerados. Nestes termos, o EM-DAT considera que um evento toma porte de desastre quando apresenta pelo menos uma das seguintes situações: 10 ou mais vítimas fatais; 100 ou mais pessoas afetadas; Declaração de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública; e Pedido de assistência internacional.

As informações contidas no banco de dados são fundamentais para direcionar, em âmbito mundial, as ações das entidades e as políticas internacionais, com vistas à mitigação e prevenção dos desastres, além de serem empregadas nas novas discussões relacionadas às mudanças ambientais e suas repercussões sobre a sociedade global (UNDP, 2004).

Especificamente sobre a tipologia dos desastres naturais, estes podem ser agrupados conforme a natureza do agente causador. Assim, há desastres naturais biológicos, estando compartimentados em produzidos pela fauna, pela flora ou por micro-organismos, e desastres físico-naturais, os quais decorrem da geodinâmica interna e externa da Terra ou mesmo de fenômenos siderais (Figura 5).

Figura 5 – Tipologia dos desastres naturais



Fonte: baseado em Castro, Calheiros e Moura (2004).

A compartimentação dos desastres em função da origem do fenômeno é meramente realizada para fins didáticos, especialização dos estudos e melhor organização da gestão dos riscos. A realidade é mais complexa, uma vez que a maior parte dos desastres ocorrem pela ação conjunta de mais de um evento natural ou decorrem da manifestação de um evento que promova a ocorrência de outros. Tal situação é observada, por exemplo, durante os episódios pluviais intensos, as

quais podem produzir enchentes, alagamentos, enxurradas, deslizamentos, corridas de lama, vendavais, desabamentos, prejuízos à saúde pública, dentre outros.

No que tange a intensidade, os desastres por ser classificados segundo a magnitude dos impactos, sendo agrupados em quatro níveis (Quadro 4).

Quadro 4 – Classificação dos desastres segundo o nível de intensidade

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastre de pequeno porte, onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo \leq 5% PIB Municipal).	Facilmente superável com o município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (5% \leq Prejuízos \leq 10% PIB Municipal).	Superável pelo município, de envolver uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos (10% \leq Prejuízos \leq 30% PIB Municipal).	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. Passível de decretação de Situação de Emergência.
IV	Com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos (Prejuízo $>$ 30% PIB Municipal).	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. Passível de decretação de Estado de Calamidade Pública.

Fonte: Kobiyama *et al* (2006); Castro, Calheiros e Moura (2004).

Os níveis I e II representam aqueles desastres que são facilmente superáveis pelos municípios, não havendo necessidade de obtenção de recursos provenientes dos governos estadual e federal. Já o nível III corresponde aos desastres que podem ser superados com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais ou federais. Este caso é passível de decretação da Situação de Emergência (SE), pelo município ou estado. Enquanto o nível IV consiste dos desastres que provocam impactos que não são possíveis de superação com os recursos locais, mesmo quando os atores sociais estão bem informados e preparados, de modo que há necessidade de ajuda financeira ou mesmo de pessoal e equipamentos pelos governos estaduais ou federais, situação passível de decretação de Estado de Calamidade Pública (EPC).

Quanto à evolução, os desastres são classificados de acordo com a velocidade de sua manifestação, sendo agrupados em súbitos: aqueles que se caracterizam pela rápida velocidade que o processo evolui, como as enxurradas e deslizamentos; e graduais: aqueles que se processam de forma gradual, em etapas de agravamentos sucessivos, tais como as inundações graduais e as secas.

Os desastres também podem ser classificados sob o critério de frequência. Neste sentido, estes podem ser: episódicos, quando os eventos gerados possuem baixa frequência, mas elevada magnitude; ou crônicos, aqueles que geram nenhum ou poucos impactos em curto prazo, mas a ocorrência sucessiva e prolongada destes pode agravar a situação até atingir um nível de desastre.

Assim, comparando as estiagens e as inundações, desastres mais comuns no estado do Ceará, observa-se que as primeiras são mais frequentes, pois predominam durante o segundo semestre do ano e por vezes ocorrem na estação chuvosa, caracterizando o fenômeno das secas. Por outro lado, as inundações ocorrem no primeiro semestre, com maior ênfase durante a quadra chuvosa, entretanto a manifestação das secas reduz a sua frequência.

Outras características comportamentais dos eventos geradores de desastres também podem ser utilizadas, assim como definiram Tobin e Montz (1997), tais como: extensão, duração, velocidade, dispersão e comportamento.

Com relação à extensão, as estiagens abrangem porções espaciais amplas, normalmente afetando a maior parte da região Nordeste. Enquanto, as inundações estão associadas aos leitos maiores e excepcionais dos corpos hídricos.

No critério de duração, as estiagens manifestam-se sob um período temporal bem mais amplo, já as inundações ocorrem quando há episódios pluviais e em poucos dias seguintes. No que tange à velocidade, as estiagens se processam de forma lenta, construindo a situação de desastre de forma gradual, enquanto as inundações, principalmente as enxurradas, manifestam-se em velocidades superiores, por vezes em poucas horas. Da mesma forma, a dispersão do primeiro ocorre de forma bem mais lenta que as segundas. No critério comportamento, as estiagens e as inundações se assemelham, pois apresentam certa regularidade, espaços de atuação definidos e relativa previsibilidade.

2.4 Gestão dos Riscos de Desastres Naturais Associados à Dinâmica Climática

A problemática ambiental é um dos temas mais abordados na atualidade, estando presente no discurso de vários ramos do conhecimento. Além disso, tornou-se um tema comum nos planos de governo, nas instituições públicas e privadas, nas políticas nacionais e internacionais, na mídia e especialmente no cotidiano da população.

A partir da segunda metade do século XX, principalmente com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1972, inicia-se a compreensão que as sociedades interferem ativamente sobre os processos naturais, afetando a dinâmica do meio, independente do nível tecnológico e das características culturais das mesmas (ROSS, 2009).

Esta mudança de mentalidade é produto da percepção das relações entre a apropriação dos recursos naturais e a dinâmica social, as quais na atualidade se expressam por meio de uma diversidade de impactos ambientais, mas principalmente quando da materialização de desastres ambientais, destacando-se os ocorridos da década de 1950 em diante.

Neste contexto, a necessidade de estudos que tratem das relações entre os processos da natureza e os da sociedade, bem como dos reflexos destas na formação de espaços e pessoas em situação de risco, é cada vez maior, principalmente pelo Poder Público ao demandar as informações necessárias para o conhecimento do comportamento dos fenômenos presentes e a elaboração de propostas para a problemática evidenciada. Deste modo, a gestão dos riscos de desastres consiste em um processo essencial para a construção de sociedades mais seguras.

A gestão dos riscos é um processo social que envolve ações de planejamento, intervenção e organização (LAVELL, 2003), buscando soluções mais eficientes para redução do risco (ZISCHG *et al*, 2011), estando associada à formação e implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos (SERPA, 2002).

Enfatiza-se que mesmo diante do atual progresso técnico-científico, a humanidade não tem meios de impedir a ocorrência de eventos naturais severos, porém, através de um processo de gestão do risco eficiente há a possibilidade de evitar a constituição da situação de desastres, principalmente por meio da redução das vulnerabilidades.

Conforme Tobin e Montz (1997), a gestão dos riscos envolve três fases distintas, a saber: Antes, Durante e Depois.

O antes corresponde ao momento anterior ao evento perigoso, quando são realizadas ações para reduzir o risco e para preparar a sociedade aos impactos previstos. É constituída de duas etapas: a prevenção e a preparação.

A prevenção é a etapa mais importante na gestão, uma vez que nesta são adotadas as medidas para a redução dos riscos e dos impactos da manifestação dos eventos naturais perigosos. Nela é realizada a análise dos riscos e das vulnerabilidades social e natural, o mapeamento das áreas de risco, a conscientização da população, a análise do comportamento dos sistemas naturais, a realização de obras de engenharia e de políticas públicas, entre outras ações.

A preparação consiste em etapa de planejamento ao momento crítico precedente ao desastre. Nela se planeja as ações a serem desenvolvidas durante a etapa posterior, visando a redução dos impactos dos eventos naturais perigosos. São ações desenvolvidas nesta etapa: definição de rotas de fuga, de abrigos públicos, treinamento dos agentes responsáveis pelo socorro às vítimas, entre outras.

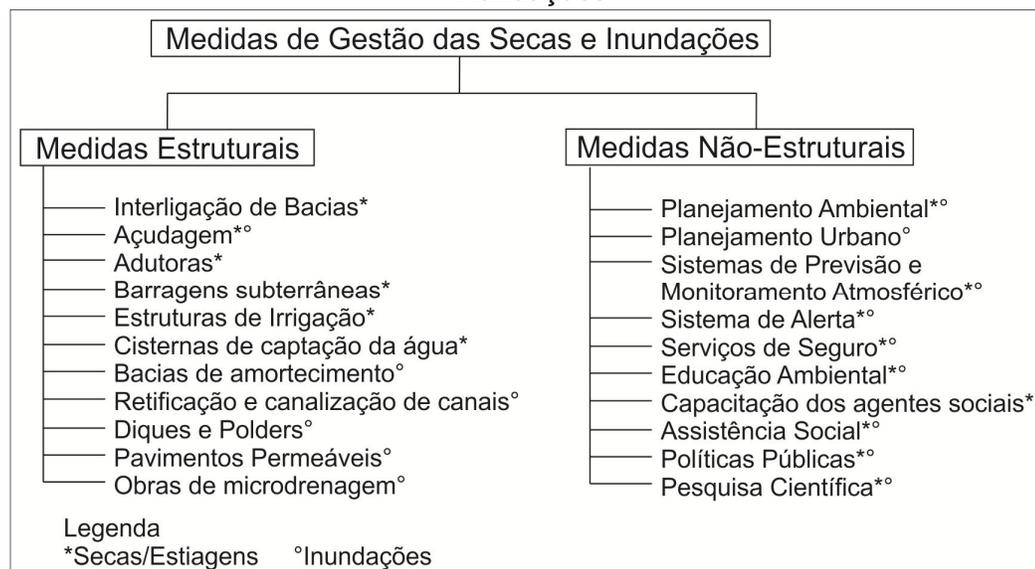
Estas etapas são essenciais no processo de gestão dos riscos, uma vez que os investimentos nas mesmas tendem a resultar em menores danos socioeconômicos, ambientais e materiais do espaço afetado, além de minimizar o risco de desastres naturais.

Em ambas as etapas as ações planejadas podem ser agrupadas em estruturais e não-estruturais. As primeiras são decorrentes de intervenções antropogênicas, principalmente na forma de obras, as quais afetam diretamente os sistemas ambientais. Estas medidas são voltadas para problemas específicos e pontuais que podem ser plenamente implantadas, desde que associada às medidas não-estruturais (TUCCI, 2002).

Já as medidas não-estruturais são decorrentes de ações indiretas do homem sobre os sistemas ambientais, objetivando uma convivência mais harmoniosa com a dinâmica dos espaços naturais, através da organização dos territórios, planos de gestão de riscos, políticas habitacionais, sistemas de alerta, seguros, entre outras ações (Figura 6).

A etapa denominada pelos autores de “Durante” corresponde às ações de socorro aos indivíduos afetados pelas manifestações do evento natural adverso, como a busca de vítimas, serviços médicos, reabastecimento de água, seguro-safra, fornecimento de remédios, alimentos, água e roupas, entre outras.

Figura 6 – Exemplo de medidas de gestão dos desastres das secas/estiagens e das inundações



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, na etapa denominada de “Depois” deve-se recompor a normalidade dos espaços afetados pelo evento natural intenso, como a reconstrução das moradias, vias e prédios públicos, reestabelecimento dos serviços públicos básicos, alocação dos desabrigados e etc. Entretanto, historicamente, as ações correspondentes a esta fase são tímidas, restringindo, quando muito, a construção de casas populares. Acrescenta-se que são realizadas a luz da morosidade da burocracia do financiamento e execução de projetos, mesmo diante da crise instalada, além dos problemas relacionados ao sistema político-institucional falido da gestão pública brasileira

Em um processo de gestão dos riscos de desastres eficiente, esta etapa deve dar início às etapas de prevenção e preparação, de modo que a dinâmica dos sistemas naturais, a vulnerabilidade e os impactos observados durante a crise são fontes de informações fundamentais para os planejadores e gestores dos territórios, assim como para a sociedade como um todo. Tal conhecimento é produto dos danos sentidos e percebidos, devendo ser assimilado para evitar que os mesmos impactos ocorram no futuro, e assim subsidiar o processo de tomada de decisões pelos agentes responsáveis, de modo que as ações possivelmente terão maior eficiência.

Com efeito, a participação dos agentes sociais é fundamental para a efetivação das ações planejadas, uma vez que a gestão dos riscos é indissociável da tomada de decisões e da adoção de medidas, as quais necessitam ser debatidas,

implantadas e fiscalizadas pelos agentes sociais, destacando-se os políticos, os especialistas, a sociedade civil e a mídia.

Os políticos detêm o poder de decidir quando e quais ações devem ser realizadas, embasados sobre conhecimentos técnicos e nas aspirações do eleitorado, visando conciliar as necessidades da gestão dos riscos e a vontade de permanecer no meio político. Suas escolhas levam em conta os seus eleitores, apoiando-se em uma lógica de dominação, em que determinados grupos impõem seus desejos sobre os demais. Também possuem a função, por meio da argumentação, de convencer os demais atores da necessidade das ações, legitimando as regulamentações criadas (VEYRET; RICHEMOND, 2007).

Os especialistas correspondem a todo o corpo técnico e científico das universidades, institutos de pesquisa, órgãos públicos e estudiosos que tratam dos mais diversos temas relacionados com os componentes que integram a gestão dos riscos. A função deste grupo é entender o comportamento e as relações entre os fenômenos presentes, além de propor medidas e criar meios para evitar, minimizar e superar os danos potenciais.

Tais informações são essenciais para o reconhecimento da sociedade e dos políticos da situação de risco, de modo a criar meios de confiança destes ao estado de crise potencial e, conseqüentemente, favorecendo a adoção das práticas de prevenção propostas.

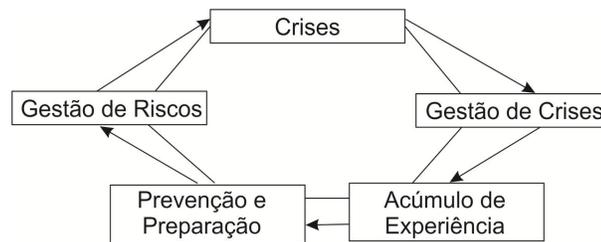
A gestão dos riscos de desastres naturais é uma atividade complexa, pois supõe um nível de sintonia entre todas as instancias, incluindo as próprias pessoas, frequentemente ausentes no processo de tomada de decisão, mas que se encontram no *front* no momento em que o desastre ocorre (HÉTU, 2003).

Neste sentido, a sociedade civil, principalmente quando organizada na forma de ONGs, organizações comunitárias, entidades de classe, entre outras representações, associada à promoção de conferências e debates acerca dos riscos, podem criar uma nova mentalidade e uma cultura de prevenção aos desastres (KOBAYAMA *et al*, 2006).

Outra fonte de mudança de percepção é a experiência. Conforme Veyret e Richemond (2007) a percepção do risco progride depois da ocorrência de uma crise e graças ao acúmulo de experiência pós-crise, podendo ser um marco na transformação das sociedades vulneráveis, quando estas admitem esta situação e passam a reavaliar os processos de gestão ou mesmo a sua inexistência (Figura 7).

Além disso, a principal função da sociedade é demandar respostas aos especialistas e cobrar a realização das soluções pelos políticos.

Figura 7 – Gestão dos riscos e das crises por meio da experiência



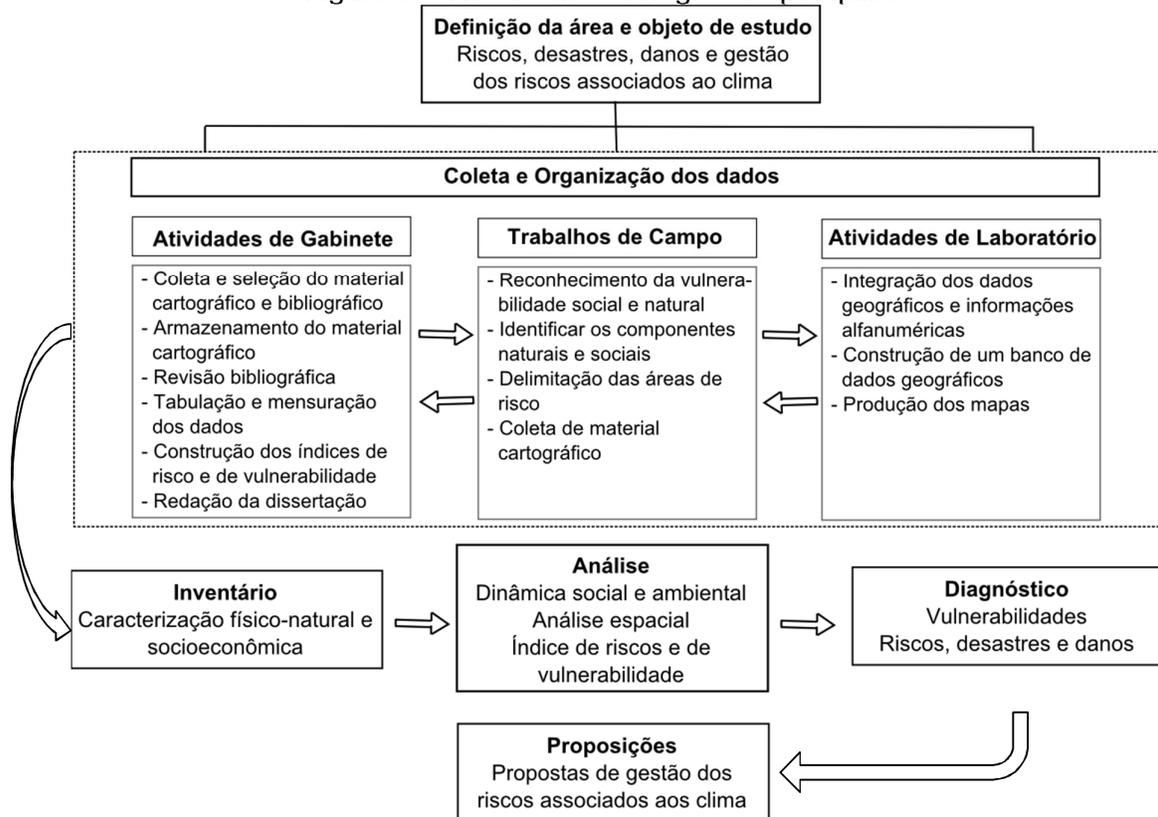
Fonte: modificado de Veyret e Richemond, 2007.

Com respeito às mídias, estas detêm um papel crucial na gestão do risco ao distribuir a informação entre os demais autores, especialmente ao tornar o perigo conhecido, bem como as possíveis pessoas e bens afetados, de modo que, na atualidade, é o principal meio de aceitação do risco pela sociedade. Entretanto, deve-se ressaltar que a informação repassada é produto de um ou alguns indivíduos que possuem percepções, interesses e ideologias próprias, de modo que algumas vezes a informação não retratar a real situação ou os confrontos entre as diferentes opiniões.

3 PROCEDIMENTOS TÉCNICO-OPERACIONAIS

Para a elaboração do presente trabalho houve a adoção de um roteiro metodológico norteador das atividades da pesquisa, estando a construção da mesma estruturada nas seguintes etapas: atividades de gabinete, levantamentos de campo e atividades de laboratório, as quais possibilitaram a aquisição e organização dos dados de interesse. Em seguida, adaptou-se a proposta metodológica de Rodrigues (2007 *apud* CARVALHO, 2011), de modo que também foram realizadas as etapas de inventário, análise, diagnóstico e proposições (Figura 8).

Figura 8 – Roteiro metodológico da pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor.

3.1 Atividades de Gabinete

3.1.1 Revisão da Literatura

Nesta etapa foi realizada a coleta e a seleção da bibliografia científica pertinente à temática dos riscos, vulnerabilidades e desastres naturais, com ênfase

às produções que tratam dos eventos das secas e dos episódios pluviais intensos na região Nordeste, bem como em outras áreas que vivenciam problemática semelhante. Também foram selecionadas publicações que versam sobre a gestão do risco de desastres naturais, banco de dados geográficos, dinâmica ambiental, registros históricos dos desastres naturais, entre outras.

Foram coletadas publicações, levantamentos e relatórios técnicos junto às entidades públicas, com intuito de adquirir dados e informações necessárias à elaboração da pesquisa. Por fim, procedeu-se a revisão da literatura selecionada, seguida da redação da dissertação.

3.1.2 Coleta e Tabulação dos Dados

3.1.2.1 Portarias de Reconhecimento de Desastre

Inicialmente, foram levantadas as Portarias de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e de Estado de Calamidade Pública (ECP), provocadas por eventos naturais adversos, fornecidas pelo Banco de Dados de Registro de Desastres, gerenciado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) para o período de 2003 a 2012. Neste sentido, as SEs e ECPs decretadas pelos municípios ou pelo Estado que não foram reconhecidas pela União por meio de uma Portaria foram descartadas, uma vez que a circunstância citada indica que não há uma situação desastre estabelecida. Este banco conta com dados de anos anteriores, entretanto a própria SEDEC não recomenda a utilização dos mesmos, devido à imprecisão e ausência de informações.

Contudo, observou-se que em alguns casos as Portarias são publicadas bem depois da ocorrência dos desastres, por vezes no ano seguinte. Assim, para a análise anual deste dado optou-se por empregar o início da vigência do reconhecimento, a qual é emitida logo a após a constituição do desastre.

3.1.2.2 Os Relatórios de Avaliação de Danos

Foram utilizados os formulários de Avaliação de Danos (AVADAN), que é o registro nacional oficial de danos decorrentes de desastres, sendo empregado pelas entidades integrantes do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), afim de

obter informações sobre os danos ambientais, humanos e materiais, além dos prejuízos sociais e econômicos produzidos.

O relatório é emitido em escala municipal por meio de uma equipe técnica habilitada e assinado pelo chefe do poder executivo, devendo ser encaminhado aos órgãos integrantes do SINDEC, visando a homologação e o reconhecimento do desastre. Este deve ser realizado em até 120 horas após a ocorrência do mesmo.

Os objetivos do AVADAN é informar detalhadamente as características dos eventos naturais e dos espaços afetados, além de avaliar os danos e prejuízos, subsidiando a decretação municipal ou estadual de SE ou ECP.

No relatório são registrados todos os eventos naturais que provocaram algum dano, mesmo que não se enquadre nos níveis III e IV, os quais a SEDEC define como passíveis da decretação de SE e EPC, respectivamente (Quadro 1). Ressalta-se que os eventos que produziram desastres de nível I e II são fenômenos caracterizados pela maior frequência, gerando danos menos significativos, portanto possuem uma melhor capacidade de resposta aos seus efeitos negativos. Estes eventos correspondem a maior parte dos armazenados no banco de dados.

Os AVADANs foram obtidos a partir do acesso ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), especificamente sobre o Banco de Dados de Registro de Desastres, onde se encontram armazenados todos os documentos relacionados a esta temática em âmbito nacional. Este banco é gerenciado pelo Departamento de Minimização de Desastres (DMD) pertencente à SEDEC.

Entretanto, somente há dados para os anos de 2002 a 2010. Assim, para melhor conformidade com as informações relativas à decretação de SE e ECP, optou-se em excluir o ano de 2002. Enquanto as informações de 2011 e 2012 foram obtidas por meio de jornais de circulação estadual.

O AVADAN consiste em um documento com 12 grupos questões (Anexo A). A seguir são detalhadas as informações presentes em cada um.

Grupo 1 – Tipificação: corresponde às informações sobre os códigos alfabético e numérico e a denominação oficial de cada desastre, conforme define a SEDEC, através da Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

Grupo 2 – Data de ocorrência: registra a data de ocorrência dos eventos severos.

Grupo 3 – Localização: informa a localização do município afetado, bem como a unidade da federação a que pertence.

Grupo 4 – Área Afetada: descreve as características das áreas afetadas pelos desastres, informando os tipos de usos e ocupações dos espaços atingidos.

Grupo 5 – Causas dos Desastres: corresponde a um campo de resposta aberta, a ser preenchido pela equipe habilitada, visando descrever as características dos eventos e suas repercussões na organização dos territórios e na qualidade de vida das pessoas afetadas.

Grupo 6 – Danos Humanos: expressa a quantidade de pessoas atingidas pelo desastre, sendo enquadradas em um dos seguintes grupos: desalojada, desabrigada, deslocadas, desaparecidas, gravemente feridas, levemente feridas, enfermas, mortas e afetadas.

Grupo 7 – Danos Materiais: informa a quantidade de danos sobre edificações, classificando-as em danificadas ou destruídas, além do custo estimado para reformar ou reconstruir as mesmas.

Grupo 8 - Danos Ambientais: indica a intensidade dos danos sobre os bens ambientais da área atingida, bem como os custos estimados para a recuperação dos ecossistemas afetados.

Grupo 9 – Prejuízos Econômicos: registra os prejuízos imediatos nos setores da economia, informando as quantidades de bens afetados e os custos estimados para recuperação das atividades econômicas.

Grupo 10 – Prejuízos Sociais: informa os prejuízos sobre o funcionamento dos serviços públicos básicos, tais como abastecimento de água, energia, saúde, educação, transporte, entre outros. Também apresenta a quantidade de bens atingidos e os custos estimados para recuperação.

Grupo 11 – Informações sobre o Município – apresenta os seguintes indicadores: total populacional, orçamento, PIB e arrecadação.

Grupo 12 – Avaliação Conclusiva sobre a Intensidade dos Desastres: corresponde a uma análise da equipe habilitada sobre os critérios preponderantes e agravantes para ocorrência dos referidos danos e prejuízos. Está compartimentada em três subgrupos, a saber:

- **Critérios Preponderantes:** é indicada, através de uma escala de ponderação, a intensidade dos dados humanos, sociais e ambientais e o vulto dos prejuízos sociais e econômicos, em função da capacidade de resposta dos municípios afetados. Por fim, são expressas as necessidades de recursos suplementares para retorno à normalidade;

- Critérios Agravantes: apresenta, por meio de uma escala de ponderação, os fatores que agravam os desastres;
- Conclusões: ocorre o enquadramento do evento pela equipe habilitada em um dos níveis de intensidade de desastres.

Grupo 13 – Instituição Informante: apresenta a instituição e o responsável pelas informações.

Grupo 14 – Instituições Informadas: indicam quais as instituições pertencentes ao SINDEC foram informadas da ocorrência do desastre.

Grupo 15 – Informações Complementares: apresenta a moeda utilizada e a taxa de conversão para o dólar no período de ocorrência do desastre.

A partir dos elementos apresentados, nota-se que o AVADAN corresponde a melhor fonte de pesquisa de desastres no território brasileiro, podendo ser aplicado em escalas municipais, estaduais, regionais e nacionais, com excelentes resultados. Todavia, a análise mais acurada sobre o preenchimento das informações permite identificar alguns problemas que podem não expressar a realidade dos danos. Entre alguns dos problemas identificados, citam-se:

- Aparente subjetividade como são tratadas algumas das questões, podendo subestimar ou supervalorizar os danos e prejuízos;
- As questões são apresentadas até o quinto dia após a ocorrência do desastre, de tal forma que eventos secundários, de lenta dispersão ou evolução não são tratados corretamente;
- A equipe habilitada por vezes não relata determinados danos, por falta de conhecimento do tema, desconhecimento da área, negligência, e etc.;
- Confusão na tipologia dos desastres;
- As questões referentes aos danos ambientais em alguns tópicos representam aspectos que dão condições para a formação dos desastres e não são os danos propriamente ditos, como o desmatamento;
- Erros grosseiros no preenchimento do relatório, tais como a marcação de mais de um item na escala de ponderação;

- Em alguns anos, há mais Portarias de reconhecimento de desastres do que os próprios relatórios de Avaliação de Danos, de modo que há informações ausentes no S2ID;
- Não considera outros impactos ou os trata de forma superficial, como as doenças de veiculação hídrica.

Reconhecem-se as limitações da aplicação dos AVADANs para a análise dos desastres naturais, principalmente diante das dificuldades em obter informações precisas dos municípios. Todavia, consiste no documento oficial, apresentando as informações mais detalhadas, enfocando diversos temas de interesse à pesquisa. Assim, o Banco de Dados de Registro de Desastres tem uma função essencial, devido à possibilidade de subsidiar o planejamento estratégico sobre a gestão dos riscos em diferentes escalas de análise.

De forma complementar foram realizadas consultas às hemerotecas de jornais de circulação regional e nacional, visando identificar as consequências dos impactos sobre a desorganização espacial dos municípios atingidos. Posteriormente, utilizou-se o *software* Excel 2010 para a tabulação dos dados.

3.1.2.3 Seleção e tratamento dos dados socioeconômicos

Para a análise das condições sociais e econômicas da população foram utilizados os dados provenientes do censo demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como os dados disponíveis no Anuário Estatístico do Ceará (2011), fornecido pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

Em seguida, procedeu-se a seleção dos dados relacionados à demografia, educação, saúde, renda mensal, acesso ao abastecimento de água, coleta de lixo, esgotamento sanitário e fornecimento de energia elétrica. Por fim, foram tabulados no *software* Excel 2010, extraindo-se as informações pertinentes.

3.1.2.4 Coleta, seleção, armazenamento e pré-tratamento do material cartográfico

Realizou-se a coleta das bases cartográficas em formatos vetorial e matricial elaboradas por entidades nacionais e estrangeiras e disponíveis ao público,

as quais foram utilizadas para a elaboração dos mapeamentos realizados. Deste modo, foram empregadas as seguintes bases:

- *Shapes* dos limites estaduais e municipais – IBGE (2010);
- *Shapes* dos bairros, cursos d'água e lagoas do município de Fortaleza;
- *Shapes* dos cursos d'água, lagoas, açudes e bacias hidrográficas – COGERH (2008);
- Compartimentação Geoambiental – IPECE (2012a);
- Imagens SRTM – NASA (2000);
- Imagens Landsat Geocover – NASA (2000).
- Imagens *Quick Bird* (2008);

Após a seleção dos dados cartográficos, procedeu-se a padronização dos mesmos. Assim, as informações vetoriais foram exportadas para o formato *shapefile* para em seguida ocorrer a redefinição dos metadados. Todos os arquivos passaram a possuir datum horizontal SIRGAS 2000 e sistema de coordenadas geográficas. Posteriormente, foram armazenadas em um banco de dados, estruturado no ambiente computacional de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

3.1.3 Levantamento de Campo

Nesta etapa foram realizados trabalhos de campo, com intuito do reconhecimento dos fatos terrestres. Consideraram-se como levantamentos de campo diversas expedições realizadas entre 2007 a 2013 pelos municípios cearenses, abrangendo todos os sistemas naturais presente neste estado. A atividade fundamentou-se no reconhecimento dos elementos dos quadros físico-natural e socioeconômico presente no Ceará.

3.1.4 Atividades de Laboratório

As atividades de laboratórios corresponderam à produção do material cartográfico a partir das bases cartográficas selecionadas associadas aos dados utilizados. Empregou-se o *software* ArcGIS 9.3 (ID: 837871100535) para a confecção dos mapas, programa que apresenta uma plataforma de um SIG,

possibilitando a manipulação, criação, edição, armazenamento e exportação das informações espaciais (base cartográfica) integradas aos dados alfanuméricos (cadastrais, qualitativas e quantitativas). Também foram empregados os seguintes *softwares*: AutoCAD Map 2010, Surfer 10, GPS TrackMaker e Google Earth.

A partir do material coletado e produzido, construiu-se um banco de dados geográficos de desastres naturais associados à dinâmica climática para o estado do Ceará.

3.2 Índice Municipal de Vulnerabilidade Social - IMVS

O roteiro metodológico abaixo consiste em uma adaptação do desenvolvido por Rosa e Costa (2009). Para a elaboração do Índice Municipal de Vulnerabilidade Social (IMVS) foram coletados dados relativos à situação demográfica dos municípios, às condições econômicas, educacionais, de saúde e da qualidade da habitação, os quais indicam a intensidade da vulnerabilidade social. O município foi utilizado como unidade de análise. Em seguida, foram selecionadas 14 variáveis, descritas abaixo (Quadro 5).

Quadro 5 – Variáveis selecionadas para a avaliação da vulnerabilidade social

Critérios	Variáveis
Demografia	V1 - População residente
	V2 - População residente com idade igual ou inferior a 14 anos
	V3 - População residente com idade igual ou superior a 65 anos
Educação	V4 - População Analfabeta com 5 anos ou mais
	V5 - Pessoas com 10 ou mais anos de idade sem instrução e ensino fundamental incompleto
Economia e Renda	V6 - Mulheres com renda igual ou inferior a salário mínimo
	V7 - Homens com renda igual ou inferior a salário mínimo
	V8 - Produto Interno Bruto
Saúde	V9 - Quantidade de Profissionais de Saúde
	V10 - Quantidade de Estabelecimentos de Saúde
Situação dos domicílios	V11 - Percentagem municipal de domicílios com abastecimento de água canalizada
	V12 - Percentagem municipal de domicílios atendidos pela rede geral de esgoto
	V13 - Percentagem municipal de domicílios com coleta de lixo
	V14 - Percentagem municipal de domicílios com energia elétrica da companhia distribuidora

Fonte: autor.

Para cada município foi calculado o percentual de cada variável selecionada. O valor obtido foi inserido em uma equação que o transforma em um resultado que varia de 0 a 1, sendo que os valores mais próximos de 1 apresentam condições de vulnerabilidade mais agravantes, enquanto os valores mais próximos de 0 correspondem as melhores situações.

$$\text{Índice} = \frac{\text{valor observado da variável (em \%)} - \text{pior valor da variável no universo de análise (em \%)}}{\text{melhor valor da variável no universo de análise (em \%)} - \text{pior valor da variável no universo de análise (em \%)}}$$

Os critérios relacionados à saúde e à situação dos domicílios apresentam uma relação inversamente proporcional aos demais, de modo que foi necessário subtrair do valor 1 (um) os valores obtidos na equação acima.

Posteriormente, foram atribuídos pesos para cada variável em função de sua importância na constituição da vulnerabilidade social aos riscos naturais (Quadro 6).

Quadro 6 – Pesos para cada variável da vulnerabilidade social

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1

Fonte: autor.

Em seguida, realizou-se a média ponderada do somatório dos valores de cada variável pela soma dos pesos.

$$\{ 2 \times (V1) + 1 \times (V2) + 1 \times (V3) + 2 \times (V4) + 1 \times (V5) + 2 \times (V6) + \dots + 1 \times (V14) \} / 20$$

Após a obtenção dos valores, foram estabelecidas 5 classes de vulnerabilidade social a partir do método *Equal Interval*, de modo que cada classe possui um intervalo de 0,51 (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes de vulnerabilidade social

Classes	Intervalos
Muito Baixa	0,513 - 0,563
Baixa	0,462 - 0,513
Mediana	0,411 - 0,462
Alta	0,360 - 0,411
Muito Alta	0,309 - 0,360

Fonte: autor.

Os valores determinados foram inseridos em um SIG, de modo que foram associadas às informações espaciais correspondentes aos polígonos dos municípios aos valores de vulnerabilidade social. Em seguida, as informações foram distribuídas espacialmente entre os municípios do estado, possibilitando a análise das desigualdades socioespaciais presentes.

3.3 Índice Municipal de Risco de Desastres Naturais - IRDEN

O Índice Municipal de Risco de Desastres Naturais (IRDEN) foi construído a partir da integração do IMVS com a quantidade de Portarias de reconhecimento de SE e ECP, emitidas entre 2003 a 2012, sendo esta a informação indicativa do perigo (PE) existente.

Atribuiu-se peso 2 para SE, 4 para ECP e 0 (zero) para os municípios que nunca tiveram reconhecidas situação de desastre (SD). Em seguida, os valores obtidos foram inseridos no mesmo índice empregado para a elaboração do IMVS, de modo que o perigo foi expresso em uma escala que varia de 0 a 1, sendo que os valores mais próximos do último indicam situações mais agressivas. Neste sentido, a equação do perigo ficou da seguinte forma:

$$\mathbf{PE = 4 \times (ECP) + 2 (SE) + 0 \times (SD)}$$

Por fim, cruzaram-se os valores de perigo com a vulnerabilidade social. Deste modo, a equação que determinou o risco de desastre natural ficou assim representada:

$$\mathbf{IRDEN = PE + IMVS}$$

Em seguida, os municípios foram distribuídos em cinco classes de risco, definidas pela técnica estatística *Natural Break (jenks)*, definidas a partir pontos de rupturas, criando grupos aparentemente homogêneos e, conseqüentemente, heterogêneos aos demais valores do universo analisado (LONGLEY et al, 2013).

4 DINÂMICA CLIMÁTICA E OS SISTEMAS AMBIENTAIS DO CEARÁ

O estado do Ceará desde os períodos iniciais de sua colonização vem enfrentando diversos desastres ocasionados pela variabilidade climática da região semiárida, caracterizada por desvios positivos e negativos na intensidade pluviométrica interanual, agravada por uma irregular distribuição espacial das chuvas entre os sistemas naturais que o compõem.

A situação climática deste território é complexa, pois remete a atuação de diversos sistemas oceano-atmosféricos, centros de ação e massa de ar que mantém entre si interações permanentes, possibilitando a variabilidade climática acima citada. Ademais, os elementos geográficos locais e regionais também participam na constituição dos climas no Ceará, em especial os efeitos da maritimidade, da altitude e da exposição às massas de ar (ZANELLA, 2007).

Neste sentido, se faz necessário entender a dinâmica climática regional. Assim, para a análise dos desastres associados ao clima buscou-se compreendê-los por meio da evolução dos fenômenos oceano-atmosféricos originados nas bacias atlântica e pacífica, bem como se verificou a relação destes com os sistemas atmosféricos indutores das precipitações na área em estudo.

Tais eventos são considerados fontes de perigos para sociedade cearense, principalmente em relação à porção da população mais exposta aos impactos destes eventos naturais danosos. Ressalta-se que estes fenômenos são de origem natural e ocorrem normalmente na dinâmica externa da Terra, segundo períodos e situações relativamente conhecidos. Entretanto, a capacidade de intervenção humana é cada vez mais crescente e suas ações, conscientes ou não, vêm ampliando a intensidade e a frequência dos desastres naturais, em função das mudanças na dinâmica habitual dos sistemas ambientais e, principalmente, por meio do agravamento da vulnerabilidade das sociedades.

Ademais, as características dos espaços naturais do território cearense são elementos que constroem um quadro ambiental indicativo de uma vulnerabilidade natural aos eventos das secas/estiagens e das inundações. Nestes termos, este capítulo trata inicialmente da dinâmica climática regional, seguido da caracterização dos sistemas ambientais do Ceará.

4.1 Dinâmica Climática Regional

As características climáticas do Ceará são marcadas pela sazonalidade de atuação dos sistemas atmosféricos produtores de precipitações. A tendência normal é que ocorram chuvas durante o período de verão-outono, com maior intensidade durante fevereiro a maio. Porém, esta situação apresenta alta variabilidade interanual, podendo ocorrer desvios positivos e negativos expressivos em relação aos valores médios. Em seguida, durante o inverno-primavera, o estado encontra-se sobre a influência do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul, iniciando o período de estiagem (ZANELLA, 2007). Esta variabilidade na distribuição e intensidade das chuvas está correlacionada com as alterações na configuração normal da circulação atmosférica global, destacando as interações oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico, podendo inibir ou intensificar as chuvas na região semiárida (MOLION; BERNARDO, 2002).

O Ceará é afetado pela Massa de ar Equatorial do Atlântico Sul (MEAS) e pela Frente Polar Atlântica (FPA), esta última quando as condições atmosféricas são favoráveis (Figura 9). Além destes, os fenômenos de escala global de El Niño/La Niña, Dipolo do Atlântico e Oscilação 30-60 dias também contribuem para determinar a situação atmosférica. A seguir são apresentadas as características das massas de ar, bem como os sistemas atmosféricos relacionados.

4.1.1 Massa Equatorial do Atlântico Sul

A MEAS consiste em uma massa de ar quente e úmida formada sobre o oceano Atlântico, mas sendo atraída para o continente sul-americano devido à diferença de pressão entre as superfícies continental e oceânica. Sobre o Nordeste, ela promove a estabilidade do tempo atmosférico, durante inverno-primavera.

Conforme Nimer (1989 apud MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) a Massa Equatorial do Atlântico (MEA) é composta por duas camadas, uma inferior fresca e úmida e outra superior quente e seca, ambas com a mesma direção, mas separadas por uma inversão térmica, a qual não permite o fluxo vertical do vapor. Porém, no litoral brasileiro, esta descontinuidade de temperatura se eleva e enfraquece bruscamente, permitindo a ascensão de ambas as camadas dos ventos Alísios. Neste sentido, a massa de ar torna-se instável.

Além disso, a MEAS juntamente com a Massa de Ar Equatorial do Atlântico Norte (MEAN) carrega o ar quente e úmido para a zona equatorial, alimentando o cinturão de nuvens e provocando chuvas. A seguir são caracterizados os principais sistemas atmosféricos atuantes no Ceará.

Figura 9 – Massas de ar atuantes no continente sul-americano



Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira, 2007.

4.1.1.1 Zona de Convergência Intertropical

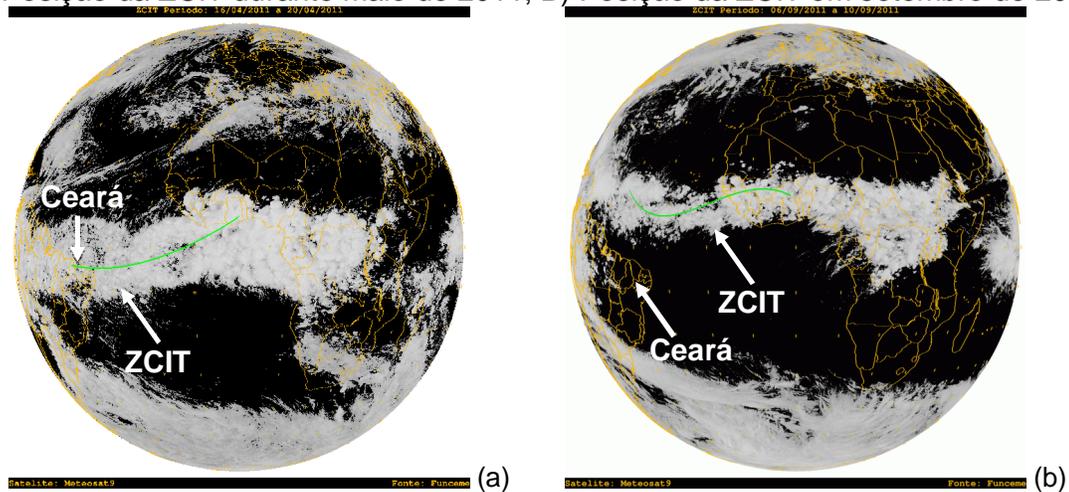
A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) corresponde ao sistema atmosférico mais importante na produção de instabilidades. Ela pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada na zona de confluência dos ventos Alísios (FERREIRA; MELLO, 2005). É caracterizada por movimentos do ar ascendentes, baixas pressões, alta nebulosidade e chuvas de leste para oeste (MOLION; BERNARDO, 2002).

A ZCIT está situada na zona de convergência entre a MEAN e a MEAS. Ambas se formam nos centros de alta pressão sobre a superfície oceânica e migram

para a zona equatorial, dando origem aos Alísios de NE e SE, respectivamente, os quais carregam o ar quente e úmido, alimentando o cinturão de nuvens da ZCIT, com predomínio de nuvens do tipo *cumulus*, especialmente *cumulus-nimbus*.

Este sistema caracteriza-se pelos deslocamentos sazonais entre os hemisférios, decorrentes da superposição da ZCIT ao equador térmico, o qual varia conforme a posição da Terra em relação ao sol (Figura 10). Ela se configura como um divisor de circulação atmosférica global entre as células de Hadley de norte e sul (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). No hemisfério sul, a ZCIT provoca chuvas de verão-outono, período no qual se encontra em sua posição mais meridional, resultando em uma maior convecção e aumento das instabilidades atmosféricas. A intensidade e a posição da ZCIT estão relacionadas às Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) nos oceanos Atlântico e Pacífico. A partir do final do mês de maio a ZCIT retorna ao hemisfério norte, dando início ao período de estiagem.

Figura 10 – Deslocamento anual da ZCIT, registrada no satélite Meteosat 9. A) Posição da ZCIT durante maio de 2011; B) Posição da ZCIT em setembro de 2011



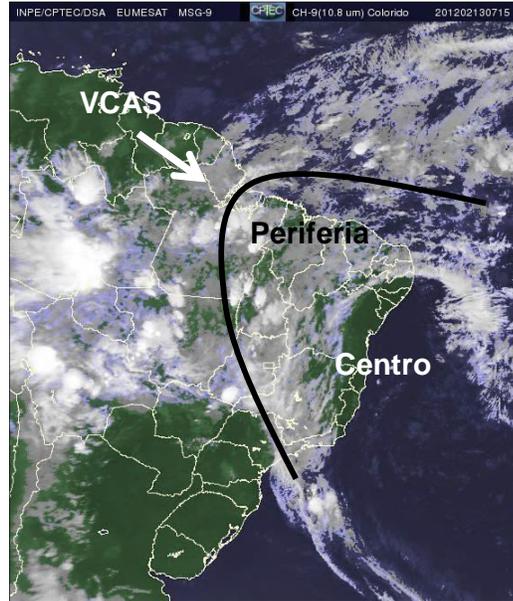
Fonte: FUNCEME.

4.1.1.2 Vórtice Ciclone de Ar Superior

O Vórtice Ciclone de Ar Superior (VCAS) corresponde a um sistema atmosférico tropical formado no oceano Atlântico, atuando sobre o Nordeste brasileiro entre os meses de novembro a março e com maior frequência em janeiro e fevereiro. É um conjunto de nuvens com forma circular, formado em altos níveis pelo turbilhonamento do ar, girando em sentido horário e realizando um percurso de leste

para oeste (Figura 11) (MOURA, 2008), tendo um tempo de vida de aproximadamente de 7 a 10 dias (FERREIRA; MELLO, 2005).

Figura 11 – VCAS sobre o Nordeste, Norte e Sudeste brasileiro em 13.02.2011



Fonte: Meteosat 9, CPTEC.

A periferia do VCAS corresponde a uma área de baixa pressão, portanto possibilitando a convecção e a ocorrência de chuvas. Entretanto, o centro possui alta pressão, de modo que o ar realiza movimento de subsidência, limitando a formação de nuvens. O VCAN, principalmente quando associado à ZCIT, pode provocar eventos pluviais extremos, como os episódios 29.01.2004 (ZANELLA, MELLO, 2006) e 27.03.2012 (ver tópico 6.4).

4.1.1.3 Linhas de Instabilidades

As Linhas de Instabilidade (LI) são sistemas de mesoescala, constituídas por um conjunto de nuvens organizadas em linha ou curva (Figura 12). Ocorrem durante os meses de dezembro a março, em função da grande quantidade de energia solar na região tropical, especialmente durante o final da tarde e início da noite (FERREIRA; MELLO, 2005). Há a ascensão da camada de ar, tornando-a instável, favorecendo a formação de nuvens, principalmente *cumulus*, e a ocorrência de precipitações. As Lis que atuam sobre o estado do Ceará estão relacionadas com a proximidade da ZCIT e pelos efeitos das brisas marítimas (MOURA, 2008).

Figura 12 – LI sobre o litoral leste cearense e na costa setentrional potiguar, em 16.04.2009



Fonte: Meteosat 9, CPTEC.

4.1.1.4 Complexos Convectivos de Mesoescala

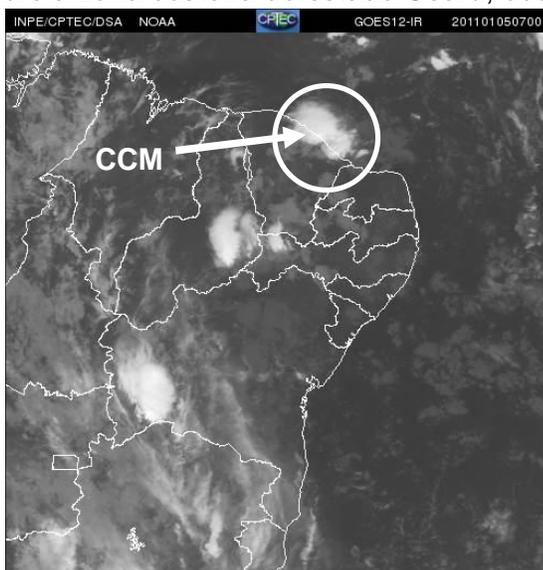
Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens formados a partir de condições locais favoráveis, como as características do relevo, pressão, temperatura, etc., gerando chuvas de curta duração e de forte intensidade, com período de vida médio de 10 a 20 horas.

No que tange a gênese deste sistema, Molion e Bernard (2002) afirmam que em alguns anos, durante o inverno-primavera, sistemas frontais do hemisfério norte podem penetrar nas latitudes tropicais, favorecendo a formação de CCMs na região da ZCIT, provocando, por sua vez, Perturbações Ondulatórias no campo dos ventos Alísios (POA). Eles são gerados por tempestades intensas sobre o continente africano, que se propagam para oeste, de modo a atingir o norte do Nordeste brasileiro. Conforme os autores, as POAs:

[...] se propagam para oeste com velocidades de 6" a 8" de longitude por dia, cruzam o equador, mas não têm condições de se desenvolverem sobre o oceano devido à forte inversão psicotérmica sempre presente sobre o campo dos Alísios. Porém, geralmente se intensificam quando chegam à costa, devido ao aumento da convergência de umidade e ao contraste térmico entre continente e oceano (MOLION; BERNARDO, 2002, p. 4).

No dia 05.01.2011 a zona costeira do Ceará foi atingida por instabilidades produzidas por um CCM (Figura 13). Em Fortaleza foram registrados 135 mm em 9 horas (Posto de Coleta de Dados Água Fria), sendo que os principais danos gerados foram alagamentos, inundações, principalmente do riacho Macéio, falta de energia elétrica, trânsito lento, abertura de buracos, voos atrasados e risco de desabamentos (Figura 14).

Figura 13 – CCM sobre a zona costeira do estado Ceará, ocorrido em 05.01.2011



Fonte: Goes 12, canal infravermelho, CPTEC.

Figura 14 – Repercussões do CCM ocorrido no dia 05.01.2011 em Fortaleza

Fortaleza *Sete psicopata Tzu' estreia hoje

BLOG DO ELIOMAR EDUCAÇÃO O POVO NOS BAIRROS PODER PÚBLICO

CONCURSOS E EMPREGOS SERVIÇOS VOCE FAZ O POVO ACERVO MOBILE FALE COM A GENTE

05/01/2011 - 09h36

Chuva destrói obra de drenagem próximo ao Riacho Macéio

Por conta do trecho alagado, o trânsito da avenida Abolição está sendo desviado, bem como o fluxo dos veículos que vem da Via Expressa, no sentido praia

NOTICIA 2 COMENTÁRIOS

Recomendar 2 Tweetar 1 0 Plus COMPARTILHAR

As chuvas eu caíram nesta madrugada abriram uma cratera às margens do Riacho Macéio, próximo à avenida Abolição, onde há uma obra de asfalto e drenagem executada pela Prefeitura de Fortaleza. A terra deslizou e levou junto parte do asfalto. Surgiram várias rachaduras no calçamento em volta da cratera. Placas que serviam para sinalizar o trecho foram engolidas pelo buraco.

Por conta do trecho alagado, o trânsito da avenida Abolição está sendo desviado, bem como o fluxo dos veículos que vem da Via Expressa, no sentido praia. Os desvios estão sendo feitos da seguinte forma:

Avenida Abolição (sentido Centro/Mucuripe) deve dobrar à direita na rua Manuel Jesuino; avenida Abolição (sentido Mucuripe/Centro) deve dobrar à esquerda na Via Expressa; Via Expressa (sentido Centro/Abolição) deve dobrar à esquerda na rua Meruoca, à esquerda

Chuva de 135 milímetros causa transtornos em Fortaleza

Houve sufoco principalmente para moradores da periferia, segundo o Corpo de Bombeiros que atendeu a várias chamadas

NOTICIA 59 COMENTÁRIOS

Recomendar 65 Tweetar 21 0 Plus COMPARTILHAR

CHUVA COM RAIOS CAUSOU TRANSTORNOS NA MACROREGIÃO DESTA QUINTA-FEIRA EM



Atualizada às 10h04min

Vários pontos de alagamentos foram registrados no começo da manhã desta quarta-feira em

Fortaleza, em razão das fortes chuvas da madrugada, com direito a relâmpagos e trovões. De acordo com informações da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), nas últimas horas, choveu 135 milímetros em Fortaleza. A maior precipitação foi registrada em Aquiraz (Região Metropolitana), com 174 milímetros.

Houve sufoco principalmente para moradores da periferia, segundo o Corpo de Bombeiros que atendeu a várias chamadas. Na comunidade Baixa Pau, na Praia de Iracema, moradores foram surpreendidos com água entrando em residências e comércios.

Fonte: O Povo; Diário do Nordeste.

4.1.1.5 Ondas de Leste

É um sistema de mesoescala formado em uma zona de alta pressão atmosférica localizada na zona tropical do Atlântico Sul, próximo à costa africana, mas realizando um deslocamento para oeste, atingindo a costa leste nordestina e, sob condições oceânicas e atmosféricas satisfatórias, pode atuar sobre o Ceará. Ocorre entre os meses de junho a agosto (FERREIRA; MELLO, 2005). Sua formação está relacionada à TSM do Atlântico Sul.

Um sistema de Ondas de Leste foi o responsável pela segunda maior precipitação registrada na capital cearense desde do início da coleta de dados pluviométricos (Figura 15). Segundo os dados disponibilizados pela FUNCEME (PCD Pici) houve uma precipitação de 197,6 mm em 24 horas. Este sistema atuou no dia 22.06.2012 sobre todo o território cearense e com maior ênfase na zona costeira, provocando diversos danos, especialmente na cidade de Fortaleza, promovendo um verdadeiro caos no espaço urbano em questão.

Figura 15 – Sistema de Ondas de Leste atuando sobre o Ceará em 22.06.2012



Fonte: Meteosat 9, CPTEC.

Conforme as notícias dos jornais os impactos estiveram presentes em toda a cidade. Foram relatados alagamentos e inundações em residências, comércios, prédios públicos e vias, abertura de buracos, danificação de semáforos e veículos, congestionamentos, entre outros. Foram registrados 13 desabamentos

parciais de imóveis, incêndios promovidos pelo sistema elétrico precário, além do fechamento do Aeroporto Internacional Pinto Martins (Figura 16).

Figura 16 – Repercussões dos danos promovidas pela precipitação do dia 22.06.2012 na imprensa local



Fonte: O Povo.

4.1.1.6 Brisas Marítimas e Terrestres

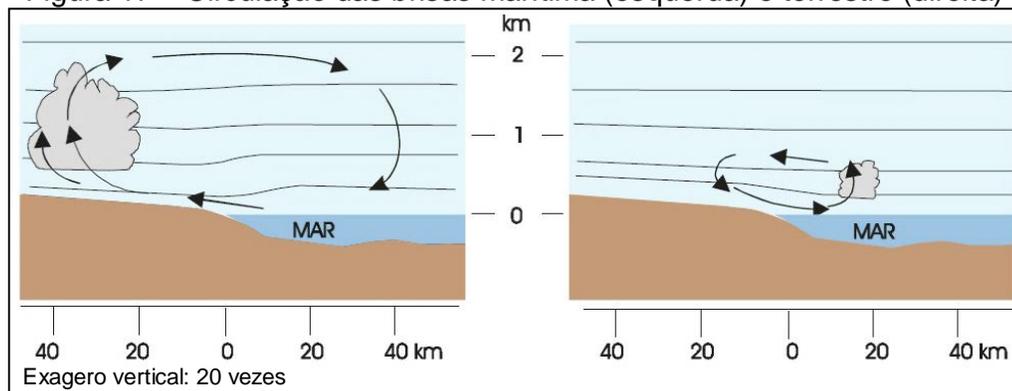
As brisas marítimas e terrestres são sistemas atuantes na orla costeira, resultado do aquecimento diferencial das superfícies continentais e oceânicas.

Durante as primeiras horas da manhã, a superfície continental aquece mais rapidamente que a superfície oceânica adjacente. Estabelece-se um gradiente térmico com temperaturas mais elevadas sobre o continente. Aquele gera uma circulação rasa com o ar ascendendo sobre o continente, criando uma região de pressões menores sobre a superfície continental, forçando a entrada do ar marítimo. Esse movimento advectivo do ar chama-se brisa marítima. Esta provoca a formação de nuvens que podem precipitar, caso adquiram alturas satisfatórias (MOLION; BERNARDO, 2002; VAREJÃO-SILVA, 2006).

Contudo, durante o entardecer este gradiente se inverte. O continente se resfria mais rápido que o oceano. Assim, há temperaturas mais elevadas sobre o segundo, fazendo que o ar acenda sobre este, formando nuvens e provocando chuvas no oceano, próximo a zona costeira. Este movimento forma uma área de baixa pressão sobre a superfície do mar, favorecendo a movimentação do ar do

continente para o oceano, constituindo a brisa terrestre (Figura 17) (VAREJÃO-SILVA, 2006). As brisas provocam chuvas leves e de curta duração, mas de significativa importância na zona costeira semiárida (MOLION; BERNARDO, 2002).

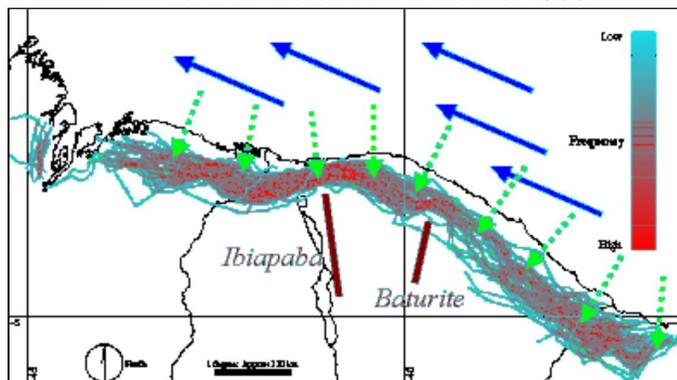
Figura 17 – Circulação das brisas marítima (esquerda) e terrestre (direita)



Fonte: Verejão-Silva, 2006. Legenda: linha horizontal = isóbaras.

Dubreuil (2004) citado por Moura (2008) identificou a penetração e a frequência das frentes das brisas marítimas no Ceará, durante o período de setembro a dezembro de 2000. O autor concluiu que as brisas tem sua origem quando o gradiente térmico atinge de 1° a 3°C entre as superfícies oceânica e continental, sendo a penetração mais importante durante a estação seca, atingindo de 40 a 80 km no interior do estado, principalmente nos setores oeste, devido às condições mais favoráveis do relevo (Figura 18).

Figura 18 – Posições das frentes das brisas marítimas no Nordeste setentrional entre setembro e dezembro de 2000



Fonte: Dubreuil (2004 *apud* Moura, 2008). Legenda: setas: azuis = Alísios; verdes = frentes de brisas marítimas; marrom = principais elevações.

Para Varejão-Silva (2006) as brisas no Nordeste nem sempre são percebidas, devido à ação persistente dos Alísios durante o ano todo, de modo que aquelas apenas contribuem para reorientar a direção e a intensidade dos ventos.

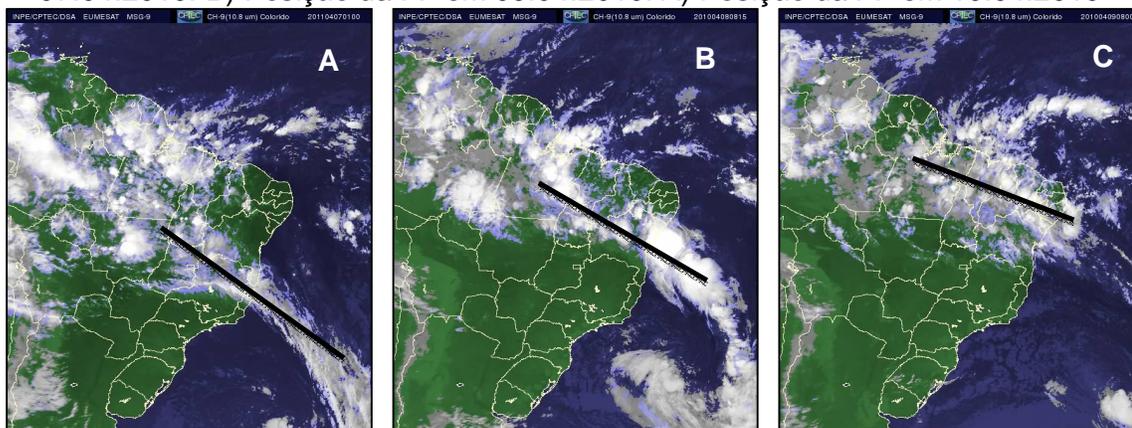
4.1.2 Frentes Frias

As frentes frias (FF) ou sistemas frontais são um dos principais sistemas geradores de chuvas no Nordeste brasileiro, principalmente nos setores sul e leste, atuando entre os meses de novembro a janeiro.

São formadas por uma banda de nuvens que se originam na zona de confluência de uma massa de ar frio (mais densa) com outra quente (menos densa). O ar frio penetra sob o ar quente e úmido, empurrando este para cima, resfriando-o e depois o condensando, formando nuvens (FERREIRA; MELLO, 2005).

No Ceará este sistema ocorre apenas de forma excepcional, em função das condições oceânicas e atmosféricas propícias a movimentação das frentes até as baixas latitudes, a exemplo de abril de 2010 (Figura 19). Neste período, uma FF originada no sul da América do Sul, migrou sobre o setor leste do Brasil. Entre os dias 05 a 08 este sistema atuou sobre o estado do Rio de Janeiro provocando muitos danos e estabelecendo situações de desastre em diversas cidades cariocas, principalmente Niterói (deslizamento do Morro do Bumba).

Figura 19 – Sequência evolutiva de uma Frente Fria. A) Posição da FF em 07.04.2010. B) Posição da FF em 09.04.2010. C) Posição da FF em 10.04.2010



Fonte: Meteosat 9, CPTEC.

No dia 09.04.2012 o sistema provocou precipitações no norte da Bahia. No dia seguinte atingiu o estado do Ceará, principalmente a região do Cariri, produzindo chuvas superiores a 100 mm em diversos municípios. Todavia, em função do cenário destes, os danos ocorridos foram apenas alagamentos e o trânsito lento no município de Juazeiro do Norte (Figura 20).

Figura 20 – Repercussões dos danos motivados pela FF do dia 10.04.2010

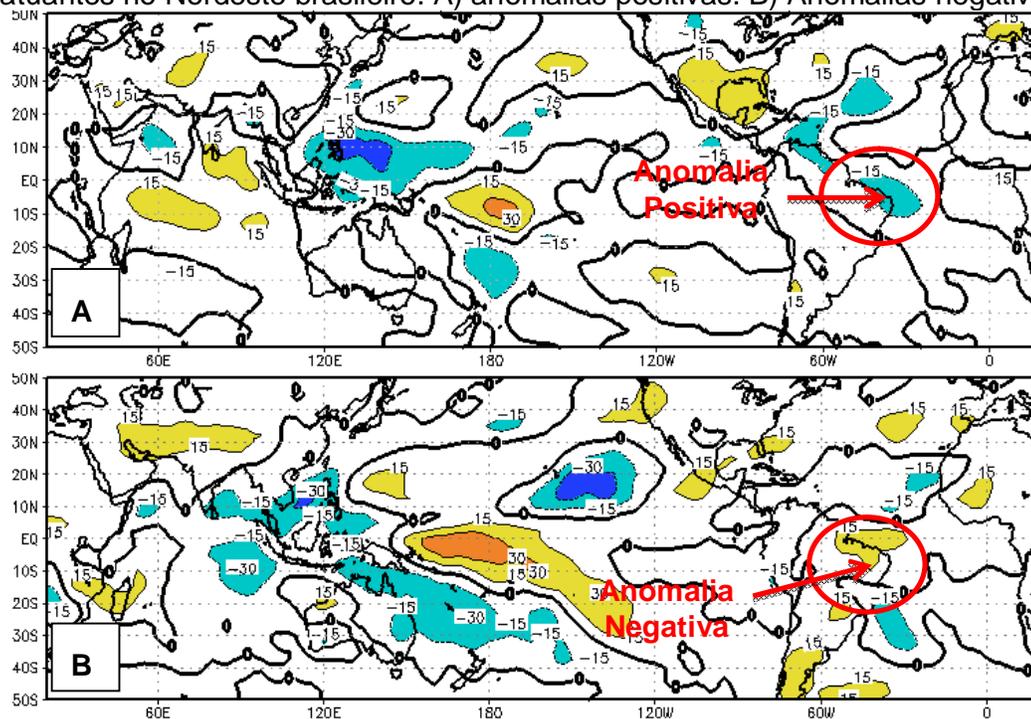


Fonte: Diário do Nordeste.

4.1.3 Oscilação 30-60 Dias

A Oscilação 30-60 Dias consiste em uma onda de pressão que se propaga de oeste para leste ao longo do Equador. Portanto é um sistema zonal, podendo favorecer ou inibir as chuvas no Nordeste. Provoca alterações nos campos de pressão e de convecção dos ventos de baixos níveis da zona tropical, apresentando um tempo de vida de aproximadamente 30 a 60 dias. A oscilação modifica os campos de Radiação de Ondas Longas (ROL), gerando perturbações convectivas e alterando as flutuações da célula de Walker, proporcionando sequências de nebulosidade em torno do globo, intercaladas por áreas de tempo estável. Assim, forma-se uma sequência de dipolos de ROL, caracterizados por anomalias convectivas (REPELLI et al, 1998), sendo que as negativas estão associadas às chuvas e as positivas indicam baixa nebulosidade (Figura 21).

Figura 21 – Anomalias de ROL entre maio e dezembro de 2011, destacando as atuantes no Nordeste brasileiro. A) anomalias positivas. B) Anomalias negativas



Fonte: Funceme.

No Nordeste este sistema desencadeia o fenômeno popularmente conhecido como “veranicos”, períodos curtos de ausência ou de poucas chuvas durante a estação chuvosa.

4.1.4 Influências das temperaturas das bacias oceânicas na definição do comportamento pluviométrico anual

A pluviometria da região semiárida do Nordeste é influenciada pelos padrões das TSM nas bacias dos oceanos Atlântico e Pacífico, de modo que o comportamento termodinâmico das mesmas promove a variabilidade entre anomalias positivas e negativas da temperatura, resultando em modificações no padrão de circulação atmosférica global, com ênfase nas perturbações sobre as células de Hadley e Walker, alterando os seus deslocamentos e consequentemente a circulação na zona tropical (FERREIRA; MELLO, 2005). Tais anomalias, ora são responsáveis pela intensificação do período chuvoso, ora pelo prolongamento do período de estiagem, bem como pela situação de normalidade.

A seguir são apresentados os fenômenos oceânico-atmosféricos de El Niño/La Niña e o Dipolo do Atlântico, eventos resultantes das oscilações nas

temperaturas das águas oceânicas do Pacífico e do Atlântico, respectivamente. A atuação destes dois fenômenos são os principais responsáveis pela determinação do comportamento pluviométrico anual, bem como pela sua distribuição espacial.

4.1.4.1 El Niño Oscilação Sul

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) consiste em um fenômeno oceânico-atmosférico de macroescala, formado a partir das variações da TSM do Pacífico equatorial, próxima da costa peruana. Sob condições normais, nesta região ocorrem ressurgências de águas frias, entretanto a variabilidade térmica destas permite que o ENOS apresente duas fases, uma quente (El Niño) e outra fria (La Niña).

Em anos normais, a circulação atmosférica sobre o oceano Pacífico apresenta um ramo ascendente da célula de Walker sobre o oeste do Pacífico, havendo a convecção, sendo favoráveis às chuvas. Por outro lado, há um ramo descendente desta célula sobre a costa peruana e equatoriana, inibindo a formação de nuvens e, conseqüentemente, as precipitações tendem a reduzir (Figura 22).

Figura 22 - Comportamento da célula de Walker sob uma situação normal



Fonte: Funceme.

Entretanto, em anos de El Niño esse padrão se modifica. Este fenômeno decorre do aquecimento anormal das águas no Pacífico equatorial, produzida por alterações na circulação da corrente marinha de Humbolt. A célula de Walker tende a deslocar-se para leste, de modo que há um ramo ascendente de ar sobre a costa peruana e outro no Pacífico centro-leste, intensificando as chuvas nesta região e, em contrapartida, ocorre um ramo descendente sobre o Pacífico oeste e outro no Nordeste brasileiro, impedindo que a ZCIT migre para posições mais meridionais,

reduzindo as precipitações (Figura 23). Deste modo, o evento de El Niño é responsável por anos considerados secos e muito secos.

Figura 23 - Comportamento da célula de Walker sob influência de El Niño



Fonte: Funceme.

Já a La Niña apresenta manifestações contrárias ao El Niño. Ela é formada a partir do resfriamento anormal das águas do Pacífico próximo as costas peruanas e equatorianas, provocando a intensificação da dinâmica da célula de Walker, resultando em totais pluviométricos mais expressivos sobre o Nordeste e na Amazônia. Portanto, nos anos de La Niña o esperado é que ocorram anos chuvosos e muito chuvosos. O quadro 7 apresenta o *Oceanic Niño Index* (ONI), desenvolvido pelo *Climate Prediction Center* (CPC), o qual apresenta os valores indicativos da ação e da intensidade dos eventos de El Niño, de La Niña ou de um estado de neutralidade para os anos de 2003 a 2012.

Quadro 7 – *Oceanic Niño Index* para os anos de 2003 a 2012

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2003	1.1	0.8	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	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
2006	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0.7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1	-1.2	-1.4
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4	-0.7
2009	-0.9	-0.8	-0.6	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
2010	1.6	1.4	1.1	0.7	0.2	-0.3	-0.8	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5
2011	-1.4	-1.3	-1.0	-0.7	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.4	0.6	0.2	-0.3

Fonte: CPC, 2012.

Neste índice considera-se que os valores iguais ou superiores a 0,5 (vermelho) são indicativos da manifestação do El Niño, enquanto os valores iguais ou inferiores a -0,5 (azul) correspondem à ação de La Niña. Já o intervalo entre 0,4 a -0,4 são considerados neutros. O ONI também apresenta a magnitude de ambos os

fenômenos, assim os valores entre 0,5 a 0,9 são fracos, entre 1,0 a 1,4 são moderados e $\geq 1,5$ são fortes (MONTEIRO, 2011; CPC, 2012).

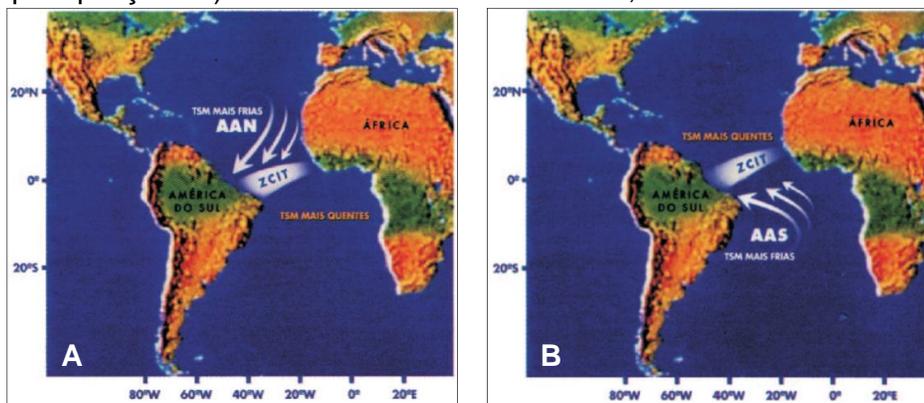
4.1.4.2 Dipolo do Atlântico

Consiste em um dos principais elementos para determinação da intensidade da quadra chuvosa na região. É formado a partir da diferença de temperatura entre as águas dos hemisférios norte e sul do oceano Atlântico, gerando uma gangorra barométrica entre as referidas regiões, podendo intensificar ou restringir as precipitações em ambos os hemisférios.

Quando as águas do Atlântico norte encontram-se mais frias que as do sul, há a intensificação do Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte (AAN) e dos ventos Alísios de nordeste, favorecendo o deslocamento da ZCIT para posições mais meridionais. Logo, sendo favorável às chuvas na região Nordeste. Esta situação caracteriza a fase negativa do dipolo (Figura 24a).

Porém, quando as águas do Atlântico sul estão mais frias que as do Atlântico norte, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul (AAS) e os ventos Alísios de sudeste intensificam-se, deslocando a ZCIT para posições acima da linha do equador, portanto inibindo as precipitações no Nordeste brasileiro. Tal situação corresponde à fase positiva do dipolo (Figura 24b).

Figura 24 - Influência do Dipolo do Atlântico na dinâmica das massas de ar atuantes no Nordeste brasileiro. a) TSM mais fria no Atlântico norte, favorável às precipitações b) TSM mais fria no Atlântico sul, desfavorável às chuvas

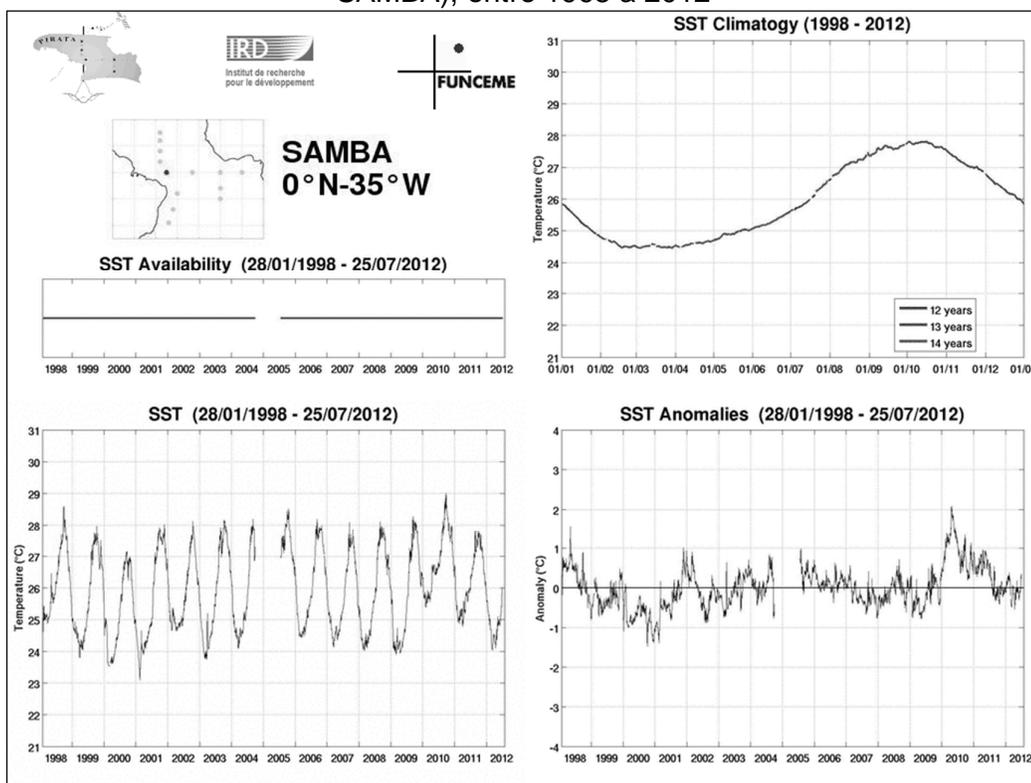


Fonte: Funceme.

Em anos de neutralidade do Pacífico equatorial, a pluviosidade encontra-se comandada pela TSM do Atlântico equatorial. Xavier (2004) expõe que nesta situação de neutralidade, tanto podem ocorrer desvios positivos como negativos na pluviosidade, sendo favorável a ocorrência dos eventos extremos.

Para a análise da variabilidade interanual do Dipolo do Atlântico foram empregados os dados produzidos pelo projeto *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA) e disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Consiste em uma rede de observação *in situ* composta por boias empregadas no monitoramento de uma série de variáveis dos processos de interação oceano-atmosfera no oceano Atlântico tropical (Figura 25).

Figura 25 – Variabilidade da temperatura da TSM do Atlântico tropical (Boia SAMBA), entre 1998 a 2012



Fonte: Funceme.

Os dados revelam que este fenômeno possui elevada variabilidade intra e interanual. As temperaturas médias estão próximas de 26°C, apresentando oscilações médias de um grau, mas com extremos que podem chegar até 3°C.

Assim, a interação entre as temperaturas das águas nos oceanos Atlântico e Pacífico tropicais com a atmosfera sobreposta determina a intensidade, a distribuição e a regularidade das precipitações no continente sul-americano, mas com reflexos em todo o comportamento atmosférico global. Nestes termos, o conhecimento dos fenômenos de ENOS e Dipolo do Atlântico é essencial para a gestão do risco de desastres, principalmente durante a etapa de previsão, garantindo informações, com intuito de realizar medidas mais coerentes para o evento esperado. O quadro 8 apresenta a variabilidade destes fenômenos durante os anos da série histórica e a intensidade pluviométrica resultante.

Quadro 8 – Relação entre ENOS, Dipolo do Atlântico e a intensidade da quadra chuvosa

Anos	ENOS Fevereiro à Maio	Dipolo do Atlântico Fevereiro à Maio	Classificação Pluviométrica
2003	El Niño moderado a neutro	Negativo	Muito Chuvoso
2004	Neutro	Positivo no início da estação e negativo no término	Habitual
2005	El Niño fraco a neutro	Positivo	Habitual
2006	La Niña moderada a neutro	Positivo no início da estação e negativo no término	Habitual
2007	El Niño fraco a neutro	Positivo no início da estação e negativo no término	Habitual
2008	La Niña forte a La Niña fraca	Negativo	Habitual
2009	La Niña moderada a neutro	Negativo	Muito Chuvoso
2010	El Niño Forte a Neutro	Positivo	Seco
2011	La Niña moderada a neutro	Positivo	Habitual a Chuvoso
2012	La Niña fraca a neutro	Positivo	Seco

Fonte: CPC (2012), FUNCEME (2012), MONTEIRO (2011).

4.2 Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará

A compartimentação geoambiental resulta da interação entre os diversos componentes constituintes do meio natural, ou seja, rochas, relevos, solos, clima, hidrologia e vegetação. Tais relações permitem a formação de unidades espaciais com características singulares, formando paisagens diferenciadas marcadas por dinâmicas próprias. Ademais, as modificações impostas pelo homem, através das formas de apropriação dos recursos naturais promovem alterações na dinâmica natural, podendo produzir impactos ambientais de diversas ordens e magnitudes. Neste sentido, deve-se conhecer a gênese e a dinâmica dos sistemas ambientais, com intuito de subsidiar um planejamento estratégico, definindo as potencialidades e as limitações do meio às diversas formas de intervenções a serem realizadas.

A seguir são apresentados os principais sistemas ambientais presentes no estado do Ceará (Figura 26), indicando os elementos naturais constituintes, a vulnerabilidade natural a partir da relação entre os processos morfo e pedogenéticos (Figura 27), as formas de uso e ocupação predominantes, bem como apontando as limitações, potencialidades e os riscos à ocupação.

4.2.1 Planície Litorânea

Corresponde aos terrenos emersos limítrofes às águas oceânicas. No Ceará, as planícies delineiam uma linha de costa caracterizada por traços avançados de retificação, interrompidos por pontas litorâneas estruturadas em litologias mais resistentes ou eventualmente por processos tecto-estruturais remotos (CLAUDINO-SALES, 1993). São geoambientes de neoformação e apresentam dinâmica intensiva dos agentes eólicos, marinhos, pluviais e fluviais, além de influências eustáticas, de modo que o uso destes pode por em risco os usuários e os bens instalados. Além disso, a ação conjunta destes agentes erosivos na modelagem da paisagem resultou na formação de paisagens naturais inseridas na planície litorânea, assim ocorrem: faixa de praia, terraço marinho, campo de dunas e formas de deflação, as quais são descritas a seguir.

4.2.1.1 Faixa de Praia

São os terrenos emersos formados por um depósito contínuo, bordejando toda a costa cearense e abrangendo a área situada entre o limite das marés baixas de sigízia até aonde se inicia outro sistema ambiental continental. Encontram-se sob influência dos agentes eólicos, marinhos e pluviais, os quais remodelam constantemente a superfície. A morfologia dominante é plana com leve inclinação para o oceano.

A gênese deste sistema encontra-se associada ao transporte fluvial dos sedimentos para o mar, os quais são retrabalhados pelo agente marinho, redepositando-os sobre a faixa de praia. São sedimentos predominantemente areno-quartzosos, inconsolidados, esbranquiçados, moderadamente selecionados, com granulometrias variando de finas a médias, com presença de biodetritos, minerais pesados, micáceos e localmente de seixos e cascalhos (SOUZA *et al*, 2009).

Figura 26 – Sistemas ambientais do estado do Ceará

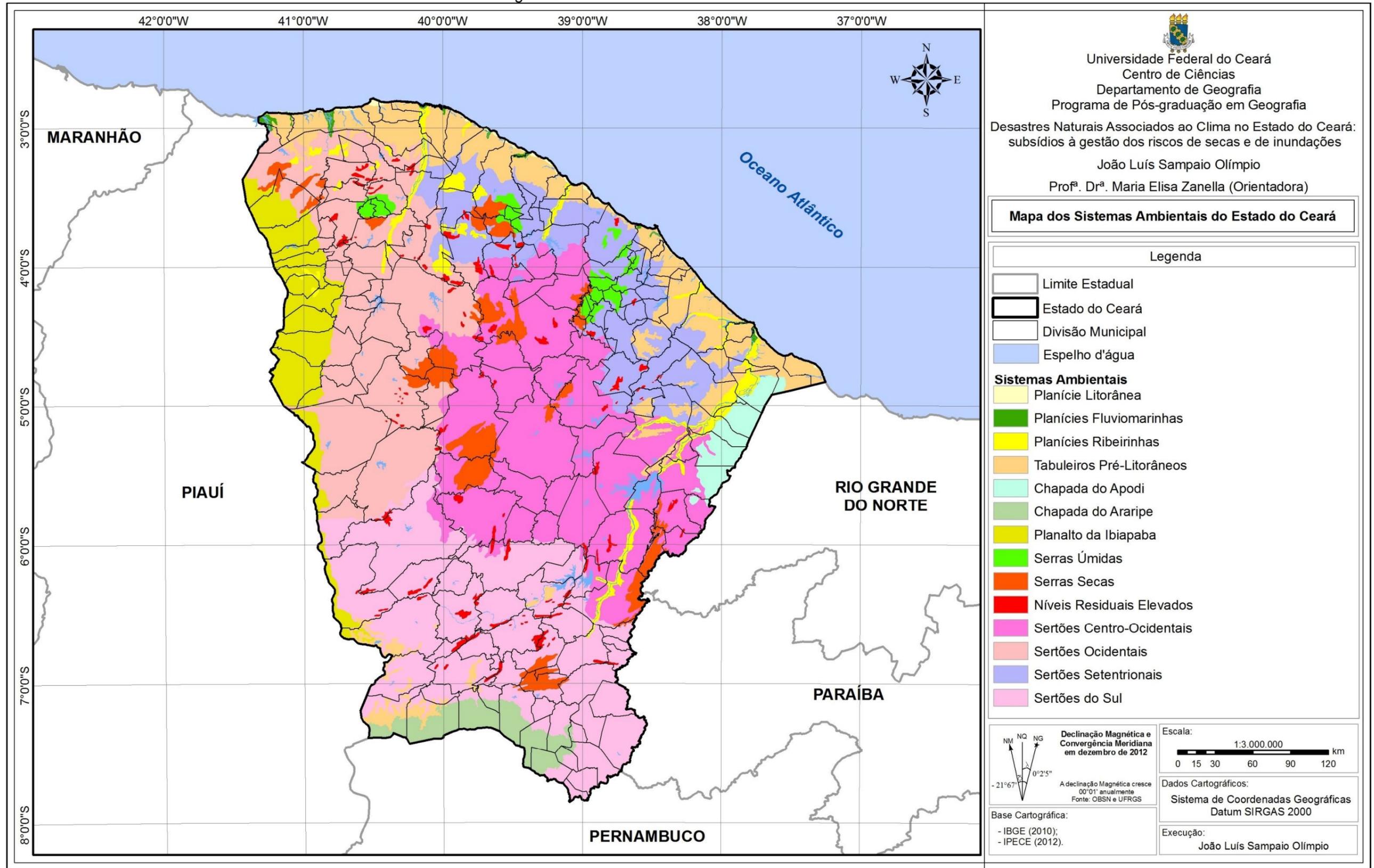
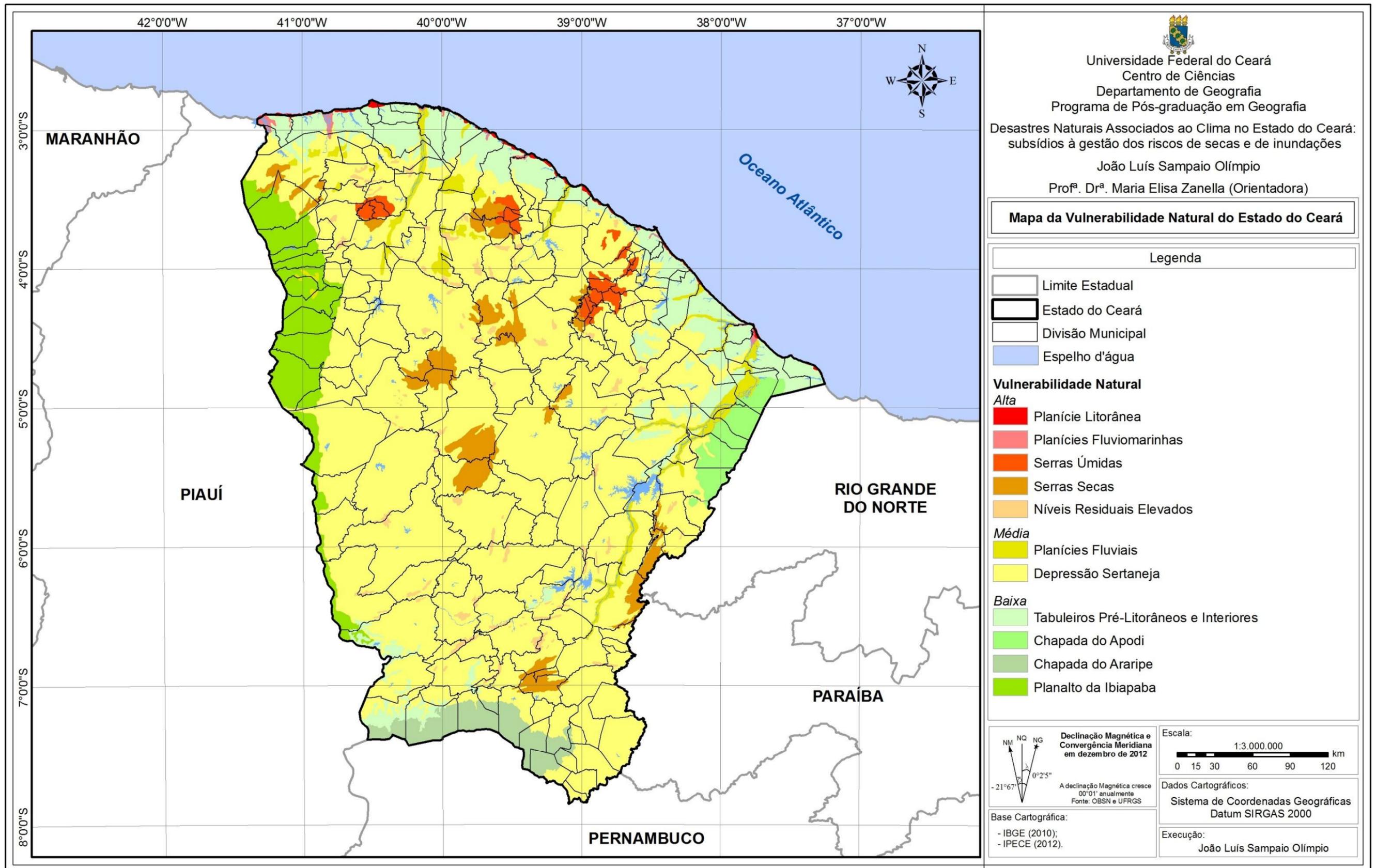


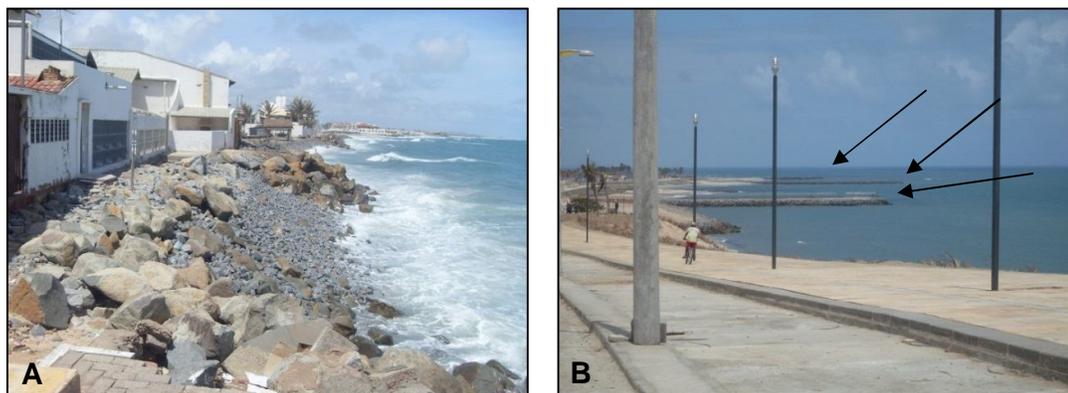
Figura 27 – Vulnerabilidade natural do estado do Ceará



Neste sistema ambiental não há cobertura pedológica, tampouco recobrimento vegetal, devido às fortes limitações abióticas presentes. Apresenta baixo potencial hídrico já que as águas represadas no substrato encontram-se sobre influência da cunha salina. Os usos predominantes estão relacionados à pesca, ao lazer, ao turismo e pontualmente à atividade portuária.

São ambientes de elevada vulnerabilidade natural, sendo que as intervenções humanas devem ser extremamente planejadas, com intuito de evitar desequilíbrios ambientais e a formação de riscos relacionados às ressacas e à erosão marinha (Figura 28).

Figura 28 – Estruturas de contenção da erosão marinha na faixa de praia dos municípios de Cascavel (A) e Fortaleza (B)



Fonte: autor.

4.2.1.2 Terraços Marinheiros

Trata-se das feições esculturadas pela dinâmica das oscilações do nível do mar. Foram formados durante o segundo nível do mar mais alto do Pleistoceno, seguindo pela regressão e posterior transgressão. São constituídos de sedimentos areno-quartzosos com fragmentos de conchas marinhas, as quais estruturam formas suave onduladas, possivelmente associadas aos corpos dunares frontais soldados à costa, à medida que o mar descia (SEMACE; LABOMAR, 2005). Entre estes corpos arenosos formam-se pequenas lagoas intermitentes. Possuem Neossolos Quartzarênicos sob a vegetação pioneira psamófila. Tais sistemas são empregados em cultivos de subsistência e de coqueiros. Ocorrem com maior destaque nos municípios de Icapuí, Itarema, Barroquinha e Amontada.

4.2.1.3 Campos de dunas e formas de deflação

Os campos de dunas são corpos arenosos, dômicos, formados a partir da ação dos ventos, distribuindo-se sobre a planície litorânea ou os tabuleiros pré-litorâneos. Sua gênese remete aos depósitos arenosos da faixa de praia, que quando expostos à insolação, reduzem o seu peso, sendo transportados pelo vento, migrando sobre a zona costeira. Todavia, quando encontram algum obstáculo, como pedras ou arbustos, as areias passam a acumular-se, dando origem a incipientes domos, que dependo da disponibilidade de areia e do comportamento dos ventos, podem dar origem aos corpos dunares mais representativos. No Ceará, são identificadas as seguintes tipologias: móveis, fixas, semifixas, eolianitos e paleodunas (CLAUDINO-SALES, 2007; SEMACE; LABOMAR, 2005).

As dunas móveis são feições areno-quartzosas, formadas pela migração das areias sobre os terrenos vegetados ou subvegetados (SEMACE; LABOMAR, 2005). No Ceará, as tipologias de dunas móveis ocorrentes são as longitudinais, barcanas, barcanoídes, parabólicas e *sandsheets*. Os processos pedogenéticos são incipientes ou não ocorrem, de modo que não há recobrimento vegetal, por vezes existindo espécies espaçadas da vegetação pioneira psamófila. São ambientes de elevada vulnerabilidade natural.

As dunas semifixas são formas móveis em processo de fixação pela vegetação. A origem das mesmas remete a diversos processos, podendo formar-se a sota-vento das planícies fluviomarinhas, dos espelhos d'água ou nos setores mais elevados da Formação Barreiras, os quais retardam a erosão eólica e, conseqüentemente, a migração das areias. Os processos pedogenéticos são incipientes, estando os solos sobrepostos pela vegetação pioneira psamófila. São ambientes de elevada vulnerabilidade natural.

As dunas fixas ocorrem nos setores mais interiores, sobretudo sobre os tabuleiros pré-litorâneos. Correspondem aos corpos dunares arenosos fixados pela vegetação. As tipologias ocorrentes são: *nebkas*, *rebdous*, *shadows dunes*, *coppices hunes*, *hedgehogs*, parabólicas e lineares vegetadas (SEMACE; LABOMAR, 2005). Possuem Neossolos Quartzarênicos recobertos por espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas do complexo vegetacional litorâneo. São sistemas ambientais de vulnerabilidade baixa, mas com tendência à instabilidade quando degradados.

Ocorrendo no litoral central e oeste do estado, principalmente entre os municípios de São Gonçalo do Amarante a Itarema, as dunas cimentadas por carbonato de cálcio são denominadas de Eolianitos. Sua gênese está condicionada a presença de depósitos de carbonato na plataforma continental adjacente. Não há recobrimento pedológico, restringindo a vegetação a arbustos espaçados. Devido às características morfopedogenéticas são sistemas de alta vulnerabilidade.

As paleo-dunas são as feições dunares mais antigas encontrando-se sobre os setores mais interiorizados, de modo que recebem pouca influência da erosão eólica. A morfologia encontra-se dissipada em leves ondulações. Possuem Neossolos Quartzarênicos recobertos por espécies arbóreas e arbustivas do complexo vegetacional litorâneo. São áreas estáveis quando em estado natural.

As tipologias das superfícies de deflação mais frequentes no Ceará, conforme Claudino-Sales (2007), são os *blowouts* e os *rebdus*. As primeiras são depressões escavadas pelo vento, tendo a função de alimentar a dinâmica sedimentar dos sistemas dunares. Os *rebdus* são feições vegetadas, remanescentes de dunas longitudinais e parabólicas que estão sendo destruídas pelo vento. Comumente, nas superfícies de deflação formam-se lagoas interdunares, decorrentes da erosão eólica sobre o material arenoso até atingir o nível mais baixo do lençol freático (perene) ou mais alto (intermitente) (CLAUDINO-SALES, 1993). Possuem Neossolos Quartzarênicos, recobertos por vegetação pioneira psamófila. São ambientes de elevada vulnerabilidade natural.

A ocupação destes ambientes promove o risco de soterramentos e deslizamentos, devido ao transporte de areias sobre bens materiais e em decorrência das altas declividades. Os soterramentos podem ser observados em diversas localidades da zona costeira. Os deslizamentos estão associados à ocupação das dunas, principalmente pela população dos estratos econômicos inferiores, as quais não possuem meios técnicos eficazes para suplantar este risco, especialmente durante as precipitações (Figuras 29 e 30).

Todavia, a ocupação dos campos de dunas não se restringe as populações economicamente menos abastadas, mas também resulta do processo de valorização da zona costeira associada aos serviços turísticos e com o morar próximo ao mar (DANTAS, 2011). Contudo, estes usuários, em particular, tendem a apresentar uma maior resistência aos efeitos da dinâmica litorânea, tendo em vista que estes detêm meios técnicos e financeiros para enfrentar às adversidades.

Figura 29 – Vista da orla de Fortaleza, atual bairro Cais do Porto, na década de 1960. Notar que as dunas em estado natural ao fundo, as quais na atualidade formam a área de risco de deslizamento do Morro de Santa Terezinha



Fonte: Cidade de Fortaleza das antigas.

Figura 30 – Morro Santa Terezinha, bairro Cais do Porto, em 2012



Fonte: autor.

4.2.2 Planícies Fluviomarinhas

É um ambiente da zona costeira tropical, situado na interseção entre os sistemas fluviais e marinhos. Estão presentes nos estuários das principais drenagens do estado, destacando os baixos cursos do Jaguaribe, Pirangi, Pacoti, Cocó, Ceará, Curu, Aracatiaçu, Acaraú, Coréau e Timonha. Dispõe-se em faixas perpendiculares à linha de costa, com topografias planas e cotas pouco acima da linha de preamar. O substrato é composto por sedimentos finos, predominantemente argilosos e siltosos, de origem fluvial e marinha, presença de bioclastos, altos teores de salinidade, enxofre e matéria-orgânica em decomposição.

Possuem Gleissolos recobertos pela Vegetação Paludosa Marítima de Mangue, adaptada às condições limitantes do meio, atuando na estabilização do

relevo, minimização dos processos erosivos, redução da magnitude das inundações e na regulação da distribuição de sedimentos (SOUZA *et al*, 2009). Apresenta elevada vulnerabilidade natural, devido aos processos geodinâmicos reinantes.

A ocupação das planícies fluviomarinhas pode expor os usuários e os bens instalados aos riscos de inundações fluviais ou promovidas pelas marés altas, além da subsidência do terreno, devido à baixa capacidade geotécnica do substrato.

4.2.3 Planícies Fluviais

Correspondem aos terrenos marginais aos cursos d'água, formados a partir da deposição dos sedimentos transportados pelas inundações. São mais significativas nos baixos vales dos rios Jaguaribe, Banabuiú, Acaraú, Coreaú, Curu, Choró e Pacoti (SOUZA, 2000, 2007). A morfologia é plana e o substrato litológico remete ao material erodido, aos processos intempéricos reinantes e a capacidade de transporte dos cursos d'água, deste modo ocorrem sedimentos com expressiva variação granulométrica.

Entretanto, devido às características climáticas, agravadas pela constituição geológica predominantemente cristalina do Ceará, a maior parte dos cursos d'água apresenta caráter intermitente, de modo que o fluxo de água ocorre durante e nos meses seguintes à estação chuvosa, sendo que no restante do ano as calhas encontram-se secas.

Ocorrem Neossolos Flúvicos, Planossolos e Vertissolos, naturalmente revestidos por matas ciliares (FCPC, 2007). Foram historicamente empregados na agricultura, na pecuária extensiva e no extrativismo vegetal e mineral. Além destes usos, atualmente outros tomam destaque no cenário estatual, como o agronegócio (vales do Curu e médio e baixo Jaguaribe) e o turismo-imobiliário (zona costeira).

No espaço urbano as intervenções nas planícies fluviais foram mais intensas, não se restringindo à ocupação das populações socialmente vulneráveis, mas também ocorrendo o uso pelos grupos economicamente mais favorecidos, além das ações realizadas pelo poder público para locação de infraestruturas ou alterações na morfologia dos canais.

São ambientes de vulnerabilidade natural de transição, uma vez que há o predomínio dos processos erosivos durante o período das cheias e da pedogênese

na vazante. A ocupação das planícies põe risco devido à suscetibilidade às inundações, principalmente aquelas produzidas por episódios extremos (Figura 31).

Figura 31 – Inundação do açude Santo Anastácio ocorrida em 27.03.2012



Fonte: autor. Legenda: Linha tracejada = leito retificado.

4.2.4 Planícies Lacustres, Flúvio-lacustres e Áreas de Alagamentos Sazonais

As planícies lacustres correspondem às faixas marginais das lagoas, com superfícies levemente rampeadas para o centro da bacia, sendo constituídas por sedimentos argilo-arenosos, moderadamente selecionados, coloração acinzentada e presença marcante de matéria-orgânica em decomposição e biodetritos.

Próximo às desembocaduras dos rios, por vezes há o barramento dos canais fluviais pelas dunas móveis, restringindo o fluxo das águas e formando um ambiente misto, denominado flúvio-lacustre. Nessas áreas, os cursos d'água têm baixa competência e reduzida capacidade de transporte, promovendo o represamento das águas (CLAUDINO-SALES, 1993).

As áreas de alagamentos sazonais são feições planas, rebaixadas ou que estão parcialmente inseridas na drenagem natural. Podem ocorrer próximos aos cursos d'água, lagoas, sobre os tabuleiros ou na depressão sertaneja, quando estes apresentam camadas argilosas ou quando os solos são rasos, impedindo a infiltração das águas. Deste modo, são ambientes que apenas ocorrem durante o período chuvoso, desaparecendo na estiagem (SOUZA *et al*, 2009).

Nas planícies lacustres e flúvio-lacustres os solos predominantes são os Neossolos Flúvicos e os Planossolos, recobertos por matas ciliares. Nas lagoas interdunares litorâneas ocorrem Neossolos Quartzarênicos, normalmente com

vegetação pioneira psamófila. Nas áreas de alagamentos sazonais predominam os Planossolos com vegetação palustre. Naturalmente, são ambientes de vulnerabilidade de transição, com tendência a alta durante o período chuvoso.

Os usos predominantes também estão relacionados às atividades agropecuárias, ao lazer e ao extrativismo vegetal e mineral. Ressalta-se que durante o final do século XIX e início do século XX muitas lagoas, principalmente em Fortaleza, foram soterradas, devido à cultura higienista predominante neste momento, a qual considerava que estes ambientes eram fontes de diversas doenças que assolam a região tropical.

4.2.5 Tabuleiros Pré-Litorâneos

Os Tabuleiros Pré-litorâneos ocorrem paralelos à linha de costa, entre os campos de dunas e a depressão sertaneja. São relevos suave ondulados com caimento topográfico em direção ao litoral e fracamente dissecados pela erosão fluvial, estando estruturados sobre os sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras. São formas tabulares estruturais, isto é, relevos cujo modelado expressa de forma relativamente fiel a estrutura geológica (CLAUDINO-SALES, 2007).

Grosso modo, os solos pertencentes aos tabuleiros pré-litorâneos apresentam variações correlacionadas ao material de origem dos mesmos. Assim, nos tabuleiros arenosos ocorrem predominantemente Neossolos Quartzarênicos e nos topos areno-argilosos há Argissolos, ambos de baixa fertilidade natural.

Em estado natural, o recobrimento vegetal existente é bastante heterogêneo, ocorrendo, em maior proporção, a Vegetação Subperenifólia de Tabuleiro, além das fisionomias de caatinga e remanescentes de cerrados (FCPC, 2007). Porém, estas se encontram bastante degradadas pelos usos desenvolvidos.

São ambientes historicamente empregados na agropecuária e nas atividades urbano-industriais, devido às condições geológica-geomorfológicas favoráveis, pelas condições hidrológicas menos limitantes e pela proximidade dos portos. Naturalmente, são ambientes de baixa vulnerabilidade, desde que as intervenções humanas estejam dentro da capacidade de suporte do meio. Os principais riscos naturais estão associados à intensificação dos processos erosivos.

4.2.6 Chapada do Apodi

Correspondem às feições morfológicas de um planalto sedimentar situado na porção leste do Ceará, limitando-se com o estado do Rio Grande Norte. Está em um nível altimétrico de aproximadamente 100 metros, de modo que se apresenta mais elevado que a depressão sertaneja e os tabuleiros circundantes. No topo, as superfícies apresentam leve caimento para NNE e no sentido contrário limita-se com a depressão periférica em uma face escarpada, dando-lhe uma dissimetria assimétrica, semelhante a uma *cuesta* (SOUZA, LIMA, PAIVA, 1979). O planalto é estruturado sob as rochas cretáceas pertencentes ao grupo Apodi.

A altitude não permite a formação de chuvas orográficas, de modo que o clima é semiárido. No topo da chapada há uma baixa frequência de cursos d'água, devido à elevada permeabilidade e porosidade das rochas, mas com ótimo potencial para exploração das águas subterrâneas. Os rios presentes são intermitentes e possuem um padrão paralelo (FCPC, 2007).

Os solos predominantes são os Cambissolos e os Latossolos, os quais são dotados de fertilidade natural alta, encontrando-se recobertos por caatingas arbustivas. Estas características ambientais vêm propiciando o uso deste espaço natural para o desenvolvimento de uma fruticultura tropical, voltada ao agronegócio, a partir do emprego de técnicas e equipamentos sofisticados, além de incentivos públicos. Porém, esta atividade, na forma com vem sendo posta, está causando significativos impactos negativos ao meio ambiente, aí incluindo os seus componentes físico-naturais, bióticos e humanos.

Com relação à vulnerabilidade, observa-se que o topo, quando em estado natural, é um ambiente estável, já a escarpa é muito vulnerável, devido às altas declividades. Os riscos naturais estão relacionados à intensificação dos processos erosivos no topo e aos movimentos de massas no *front*.

4.2.7 Chapada do Araripe

A configuração climática predominante no estado é um fator limitante para o desenvolvimento das atividades humanas, principalmente aquelas que possuem uma dependência das condições ambientais. Contudo, nos planaltos elevados cristalinos (maciços residuais úmidos) e sedimentares (Serra da Ibiapaba e Chapada

do Araripe) há condições climáticas e hidrológicas mais favoráveis à agropecuária (AB'SÁBER, 2003). Todavia, a ocupação destes espaços é acompanhada de uma série de impactos, como o surgimento de áreas de risco.

Neste caso encontra-se a Chapada do Araripe, um planalto tabular com níveis altimétricos que podem chegar a 900 metros, limitado por vertentes íngremes e simétricas nos rebordos. No topo a superfície é plana, com baixas amplitudes topográficas entre os interflúvios e os vales fluviais.

As unidades geológicas presentes estão relacionadas à bacia sedimentar mesozoica do Araripe, sendo que no topo da chapada ocorre a Formação Exu e nos rebordos as rochas da Formação Santana (SRH; CPRM, 2003).

Devido às altitudes pronunciadas, a chapada apresenta clima subúmido. Há poucas drenagens de superfície, em decorrência da porosidade do substrato geológico, mas favorecendo o armazenamento de águas no subsolo.

Os Latossolos e os Neossolos Quartzarênicos são as classes mais comuns no platô do planalto, sobrepostos por cerradão e cerrado. Enquanto nos rebordos prevalecem os Neossolos Litólicos e os Argissolos, recobertos por mata úmida e caatinga (FCPC, 2007; SOUZA, 2007).

O planalto foi historicamente empregado na agricultura, destacando-se a cultura da cana-de-açúcar, e nos usos urbanos favorecidos pela situação climática. Recentemente, a indústria e os serviços turísticos também são destacáveis.

Os terrenos do topo são de baixa vulnerabilidade, mas as vertentes dos rebordos são muito frágeis, sendo suscetível aos movimentos de massa.

4.2.8 Planalto da Ibiapaba

Consiste em um planalto sedimentar situado no limite do Ceará com o estado do Piauí. Possui uma configuração dissimétrica em forma de *cuesta*, sendo que a superfície escarpada do *front* encontra-se voltada para o leste, e no sentido contrário a superfície é levemente rampeada em direção ao rio Parnaíba. No primeiro a altitude pode chegar a mais de 900 metros e para oeste as cotas podem ser inferiores a 200 metros (PRATES, GATTO, COSTA, 1981). O *front* consiste em uma barreira orográfica à passagem das massas de ar úmidas, promovendo as precipitações, resultando em um clima úmido a subúmido. Enquanto, no reverso e nos setores mais meridionais o clima é subúmido a semiárido.

A *cuesta* é estruturada sobre as rochas da bacia paleozoica da Ibiapaba, composta de arenitos, conglomerados, siltitos e folhelhos (SRH, CPRM, 2003). Os cursos d'águas apresentam padrão paralelo, com fluxo hídrico em direção ao rio Parnaíba, portanto, assumindo um escoamento consequente. Também ocorrem pequenos rios que drenam em direção ao *front* da *cuesta*.

O solo predominante no topo é o Latossolo, sobreposto pela Vegetação Plúvio-Nebular (Mata Úmida), sendo empregado na horticultura, fruticultura, floricultura e na agricultura de subsistência. No reverso ocorrem Neossolos Quartzarênicos recobertos por carrasco, sendo utilizados na mineração de areia, na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência.

O reverso é um ambiente de vulnerabilidade moderada quando em estado natural, enquanto o *front* possui muita alta. Os principais riscos naturais são a exacerbação dos processos erosivos e os movimentos de massas.

4.2.9 Maciços Residuais Úmidos

Correspondem às serras cristalinas situadas de forma dispersa na depressão sertaneja, mas em setores pré-litorâneos, portanto, recebendo influência das massas de ar úmido provenientes do oceano. Neste sentido, a altitude, a disposição e a proximidade do mar possibilitam a formação de chuvas orográficas e um significativo aporte de ar úmido, sustentando atributos ambientais singulares no contexto do *core* da depressão sertaneja semiárida.

As vertentes orientais e os platôs das serras estão mais expostos às massas de ar úmidas, de modo que o clima é úmido a subúmido com precipitações entre 900 a 1.300 mm entre os meses de janeiro a junho.

Possuem relevos estruturados em rochas cristalinas deformadas por falhamentos e dobramentos pretéritos e mais resistentes aos processos intempéricos, de modo que estão em níveis altimétricos superiores (SOUZA, 2000, 2007). O modelado apresenta-se bastante dissecado em feições de colinas e cristas intercaladas com vales em "V" (FCPC, 2007). Possuem uma rede de drenagem densa com padrão dendrítico, sendo que os principais rios são perenes. Além disso, têm baixo potencial para a exploração das águas subterrâneas.

Os solos predominantes são os Argissolos no platô e nas superfícies suave onduladas e os Neossolos Litólicos nas vertentes mais íngremes associados

aos afloramentos rochosos. Ambos têm fertilidade natural alta a média, devido às características mineralógicas do material de alteração da rocha-mãe. A cobertura vegetal é a Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular, condicionada pela altitude e pela exposição aos ventos úmidos (FIGUEIREDO, 1997). As vertentes a sota-vento encontram-se recobertas por caatingas. Tais áreas apresentam como uso predominante a horticultura, a floricultura e os cultivos de subsistência.

A vulnerabilidade natural dos platôs, quando vegetados, é baixa. Nas vertentes íngremes a vulnerabilidade é muito alta, havendo o risco de movimentos de massa (Figura 32).

Figura 32 – Repercussões dos riscos de deslizamento no Maciço de Baturité



Fonte: Diário do Nordeste.

4.2.10 Maciços Residuais Secos e Níveis Residuais Elevados

Correspondem às áreas serranas dispersas na depressão sertaneja, no entanto se encontram mais afastadas do oceano, portanto recebendo menos influência das massas de ar úmidas.

São formados por rochas cristalinas do Complexo Nordestino, deformadas por falhamentos e dobramentos pretéritos. A morfologia consiste de relevos residuais mais elevados (550 a 700 metros) que as áreas circundantes, resultado da erosão diferencial dos setores com rochas mais resistentes, sendo dissecadas em colinas e cristas com vales semi-tabulares em "V" ou "U". A altitude

não é suficiente para produzir chuvas orográficas e nem para promover a condensação do ar, de modo que permanecem sob a influência do clima semiárido.

A rede de drenagem é densa com padrão dendrítico e eventualmente dendrítico-retangular, sendo composta por rios intermitentes. São terrenos de baixa potencialidade para as águas subterrâneas.

Nos setores de platô, os solos predominantes são os Argissolos e nas superfícies íngremes ocorrem Neossolos Litólicos e afloramentos rochosos, estando recobertos por caatingas e pela mata seca. Esta vegetação se encontra bastante degradada pela agricultura de subsistência e pelo extrativismo vegetal. São ambientes de vulnerabilidade muito alta, devido às altas declividades, acentuada pela elevada degradação do meio, ocasionando movimentos de massa, especialmente a queda de blocos. Também estão sujeitos ao risco da desertificação.

4.2.11 Depressão Sertaneja

Este sistema ambiental surge a partir da base dos maciços residuais, dos planaltos sedimentares e dos *inselbergs*, correspondendo à superfície de piso do relevo regional. São terrenos aplainados pelos processos de pediplanação, podendo ocorrer em diversos tipos de litologias do Complexo Nordestino, muitas das quais truncadas por processos de morfogênese mecânica. Apresentam altitudes variando entre 100 a 250 metros, decrescendo em direção ao litoral e aos cursos d'água. A superfície é plana a suave ondulada, em decorrência da baixa capacidade erosiva fluvial, com pequena amplitude altimétrica entre os interflúvios e os fundos de vale.

Apresenta um mosaico de solos com grande variedade de associações. Grosso modo, estes são rasos, eutróficos, pedregosos, suscetíveis a salinização, podendo ocorrer afloramentos rochosos. As classes pedológicas predominantes são os Luvisolos, os Neossolos Regolíticos e os Planossolos.

No que tange aos recursos hídricos, este sistema apresenta diversas limitações, devido às reduzidas precipitações e baixa capacidade de armazenamento das águas no subsolo. Os recursos hídricos subterrâneos são limitados, restringindo-se a existência de falhas geológicas que podem armazenar as águas, porém comumente estas se encontram com elevados teores de sais, sendo impróprias para dessedentação. Ocorre um elevado número de pequenos cursos d'água, em geral, de caráter intermitente ou efêmero.

A vegetação característica deste ambiente é a caatinga. As espécies vegetais são adaptadas morfológica e fisiologicamente às condições limitantes do meio, especialmente ao estresse hídrico e as altas taxas de evaporação.

Quando em estado natural, a depressão sertaneja é um ambiente de vulnerabilidade mediana, mas com tendência à estabilidade, todavia quando degradada tende para uma vulnerabilidade alta.

Historicamente, a depressão sertaneja foi ocupada em função da pecuária extensiva de bovinos e caprinos, do cultivo de algodão, das culturas de subsistência e do extrativismo vegetal. Observa-se que os métodos utilizados para a realização destas atividades promoveram diversos impactos ambientais negativos, a exemplo das práticas de desmatamento, queimadas, caça indiscriminada, superexploração dos pastos, salinização dos solos, baixo tempo de pousio, entre outros. Estas formas de uso dos recursos naturais tornaram a depressão sertaneja um ambiente fortemente degradado e em alguns casos encontra-se em situação extrema que mesmo com a adoção de medidas de recuperação ambiental estas se tornam apenas de carácter paliativo. Sobre estes ambientes evidenciam-se os processos de desertificação, como a exposição de chãos pedregosos, caatingas arbustivas abertas, campos abertos e presença de espécies vegetais indicadoras da degradação (Figura 33). Estes problemas ambientais incidem diretamente sobre o agravamento dos aspectos sociais da população habitante. Nestes termos, a degradação ambiental é, sobretudo, um problema de ordem social.

Figura 33 – Vista do sistema da depressão sertaneja no município de Itapagé



Fonte: autor.

O quadro 9 correlaciona os sistemas ambientais, a vulnerabilidade natural e os riscos à ocupação.

Quadro 9 – Vulnerabilidade natural e riscos de desastres nos sistemas ambientais do estado do Ceará

Sistema Ambiental		Vulnerabilidade Ambiental	Limitações	Potencialidade	Risco de Desastre
Planície Litorânea	Faixa de Praia	Muito Alta	Erosão marinha e eólica, ressacas, substrato inconsolidado. Limitações legais.	Turismo, pesca, lazer, práticas marítimas, conservação e educação ambiental, patrimônio paisagístico e pesquisa científica	Erosão Marinha e Ressacas
	Terraços Marinhos	Alta	Erosão eólica e pluvial, substrato inconsolidado.	Turismo, lazer, práticas marítimas, conservação ambiental, patrimônio paisagístico, natural e arqueológico e pesquisa científica	Soterramentos
	Campos de Dunas e formas de deflação	Muito Alta	Erosão eólica, superfície ondulada, substrato inconsolidado. Limitações legais.	Turismo, lazer, conservação e educação ambiental, patrimônio paisagístico, natural e arqueológico, recarga dos aquíferos e pesquisa científica	Soterramentos e Deslizamentos
	Planície Fluviomarina	Muito Alta	Erosão linear, inundações, marés, substrato inconsolidado. Limitações legais.	Ecoturismo, conservação e educação ambiental, patrimônio paisagístico, natural e arqueológico, pesca artesanal e pesquisa científica	Inundações, Ressacas e Erosão Linear
Planície Fluvial		Média	Erosão linear, inundações, substrato inconsolidado. Limitações legais.	Turismo, lazer conservação e educação ambiental, patrimônio paisagístico, natural e arqueológico, pesca artesanal e pesquisa científica	Inundações e Erosão Linear
Planície Lacustre, Flúvio-lacustre e Áreas de Alagamentos Sazonais		Média	Erosão linear e pluvial, inundações, substrato inconsolidado. Limitações legais	Turismo, lazer conservação e educação ambiental, patrimônio paisagístico, natural e arqueológico, pesca artesanal e pesquisa científica	Inundações e Alagamentos
Tabuleiros Pré-Litorâneos		Baixa	Erosão pluvial e escoamento superficial.	Agropecuária, agroextrativismo, usos residenciais e industriais, implantação de vias, conservação ambiental e pesquisa científica	Erosão (ravinas e voçorocas)
Chapado do Apodi		Baixa	Erosão pluvial e escoamento superficial. Nas vertentes ocorrem movimento de massa. Baixo potencial de águas de superfície.	Mineração, agropecuária e usos urbanos e industriais e pesquisa científica	Erosão (ravinas e voçorocas) e deslizamentos e queda de blocos
Chapada do Araripe		Baixa	Erosão pluvial e escoamento superficial. Nas vertentes ocorrem movimento de massa.	Turismo, mineração, agropecuária, usos urbanos e industriais, patrimônio cultural e natural e pesquisa científica	Erosão (ravinas e voçorocas) e deslizamentos e queda de blocos

Conclusão

Sistema Ambiental	Vulnerabilidade Ambiental	Limitações	Potencialidade	Risco de Desastre
Planalto da Ibiapaba	Baixa	Erosão pluvial e escoamento superficial. Nas vertentes ocorrem movimento de massa.	Turismo, mineração, agropecuária, extrativismo vegetal controlado, usos urbanos, patrimônio cultural e natural, conservação e educação ambiental e pesquisa científica	Erosão (ravinas e voçorocas), deslizamentos e queda de blocos e secas
Maçãos Residuais Úmidos	Alta	Erosão pluvial e escoamento superficial. Nas vertentes ocorrem movimento de massa.	Turismo, mineração, agropecuária, extrativismo vegetal controlado, usos urbanos, patrimônio cultural e natural, conservação e educação ambiental e pesquisa científica	Deslizamentos, queda de blocos e secas
Maçãos Residuais Secos e Níveis Residuais Elevados	Alta	Erosão pluvial e escoamento superficial. Movimento de massa. Clima semiárido. Baixo potencial de água subterrâneas	Mineração, conservação e educação ambiental, patrimônio paisagístico, natural e arqueológico e pesquisa científica	Deslizamentos, queda de blocos, desertificação e secas
Depressão Sertaneja	Média	Erosão pluvial e escoamento superficial. Clima semiárido. Baixo potencial de água subterrâneas.	Turismo, mineração, agropecuária, extrativismo vegetal controlado, usos urbanos e industriais, patrimônio cultural, natural e arqueológico, conservação e educação ambiental e pesquisa científica	Desertificação e secas

Fonte: adaptado de Sousa (2007)

5 CEARÁ: DESASTRES NATURAIS, FORMAÇÃO DO TERRITÓRIO E VULNERABILIDADE SOCIAL

As áreas desérticas são ambientes extremamente áridos, de modo que a vida encontra fortes limitações ao seu desenvolvimento, devido à falta de água no solo e na atmosfera. Situação menos agressiva ocorre nos espaços semiáridos, que embora predomine durante o ano uma estação seca, há um curto período chuvoso, permitindo a reposição das águas dos reservatórios, bem como garantindo o desenvolvimento das atividades humanas, destacando-se a agropecuária (SUDENE, 1981). Assim, as regiões semiáridas demandam condições particulares de adaptação à variabilidade das chuvas, aproveitando-se das potencialidades do meio.

Neste contexto se insere a região semiárida do Nordeste brasileiro. A formação territorial e econômica desta, bem como do estado Ceará, tem na presença de água, inegavelmente, o elemento fundamental do seu povoamento e desenvolvimento econômico (PESSOA, 2002). Com efeito, a disponibilidade de água condicionou o processo de ocupação do Nordeste, construiu a estrutura produtiva e a nucleação populacional às margens dos rios intermitentes, dando origem ao processo de formação e crescimento das cidades.

Esta ocupação apenas foi possível em decorrência da adaptação às condições climáticas, principalmente com relação às práticas rurais, marcadas por uma pecuária extensiva, sustentada pelas forragens nativas, associada às culturas de ciclo vegetativo curto, sendo esta a base de subsistência de parcela da população.

A seguir é apresentado um levantamento histórico das principais secas e inundações que afetaram o estado do Ceará, bem como as ações desenvolvidas pelo Poder Público em cada momento.

5.1 As secas e as inundações na formação do território cearense

Nos dois primeiros séculos da colonização portuguesa não há registros de danos significativos produzidos pelas secas no Nordeste brasileiro, uma vez que a ocupação deste território estava concentrada na região da Zona da Mata, a qual propiciava melhores condições naturais para o desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar, principal atividade econômica da colônia, estando voltada para o

abastecimento do mercado externo. Também havia pequenos povoamentos com a função militar, espalhados pela costa, entre as capitanias da Bahia e Maranhão, dentre os quais os núcleos que deram origem às cidades de Fortaleza e Natal.

Conforme Alves (2013), a primeira referência de danos ocasionados pelas secas é dada pelo jesuíta Fernão Cardim, em 1583, em uma viagem realizada pelo sertão da capitania de Pernambuco. Este relata:

No ano de 1583 houve tão grande secca e esterilidade nesta província (cousa rara e desacostuada, porque é terra de continuas chuvas) que os engenhos d'água não moeram muito tempo. As fazendas de canaviais e mandioca, muitas se cessaram, por onde houve grande fome, principalmente no sertão de Pernambuco, pelo que desceram do sertão apertados pela fome, soccorrendo-se aos braços quatro ou cinco mil índios. Porém passado aquelle trabalho da fome, os que puderam retornaram ao sertão, excepto os que ficaram em casa dos brancos ou por sua, ou sem sua vontade (ALVES, 2013).

De fato, a seca foi um dos fatores que impediram a consolidação do povoamento das terras que deram origem ao atual território cearense. Barão de Studart (2010) relata o sofrimento do capitão-mor Pero Coelho e de sua caravana durante a segunda expedição à capitania do Ceará, em 1605:

Este [Pero Coelho] tenta, então, volver a casa. A travessia da caravana de que faziam parte os cinco filhos do capitão-mór, dos quaes o primogênito com dezoito anos, todos a morrerem de fome e de sêde, é um verdadeiro poema de dores. Depois de perderem varios companheiros, entre os quaes o filho mais velho do capitão-mór, chegaram os expedicionarios esqueléticos, loucos de fome, sendo acolhidos pelo vigario do Rio Grande. Eis a secca a fustigar o Ceará desde seus primordios (STUDART, 2010, p. 21).

O povoamento do Ceará e do sertão nordestino é considerado tardio em relação ao território colonial daquele momento, de modo que há poucos registros das secas ocorridas no século XVII. Alves (2013), baseado em diversos registros, afirma que foram anos de seca: 1603, 1606, 1614, 1645, 1652 e 1692, embora reconheça que possivelmente ocorreram em outros anos, mas não havendo registro histórico. É apenas com o advento das atividades econômicas dedicadas ao abastecimento de carne para o mercado interno e posteriormente o fornecimento de algodão às indústrias têxteis europeias que o povoamento da região consolida-se e, conseqüentemente, há um maior registro de desastres naturais.

Inicialmente, a ocupação do sertão foi motivada pela pecuária bovina extensiva, impossibilitada, por força de lei, de ser desenvolvida nos terrenos na Zona da Mata, mas de suma importância à vida no Brasil colonial, ao ser a principal fonte

de proteínas da população, principalmente daqueles livres, mas pobres, e da mão-de-obra escrava da zona canavieira (PRADO JR., 1972).

Mesmo considerando as limitações decorrentes da irregularidade da chuva, dos rios intermitentes, dos pastos pobres e das hostilidades indígenas, a pecuária nos sertões foi uma atividade economicamente atrativa. Prado Jr. (1972) explica que houve um rápido crescimento das fazendas de gado pelas facilidades encontradas:

A rapidez com que se alastraram as fazendas de gado se explica, em parte, pelo consumo crescente do litoral e das minas, bem como pela pequena densidade econômica e baixa produtividade da indústria; mas doutro, pela facilidade incrível com que se estabelece nestes sertões uma fazenda: levantada uma casa coberta pela maior parte de palha – são as folhas de carnaubeira que mais se empregam – feitos uns toscos currais e introduzidos os gados, então povoada três léguas de terras e formada uma fazenda. Dez ou doze homens constituem o pessoal necessário. Mão-de-obra não falta, e não havendo escravos, bastam destes mestiços de índios, mulatos ou pretos que abundam nos sertões. (PRADO JR., 1972, p. 191).

As experiências iniciais de implantação das fazendas de gado no Ceará remontam ao século XVII quando houve a concessão de sesmarias nos vales dos rios para indivíduos portugueses com posses. Deste modo, inicia-se a interiorização do povoamento da colônia, apropriando-se de terras anteriormente ocupadas por indígenas. Neste período, muitos destes foram escravizados ou exterminados pelos donos de currais, enquanto os sobreviventes permaneceram refugiados nos sopés das serras ou onde havia aldeamentos jesuítas (SOUZA, 2007).

A expansão da pecuária e do povoamento do sertão ocorreu em fluxos migratórios originados das regiões açucareiras, acompanhando os leitos dos principais rios que drenam o semiárido e confluindo sobre o território do Ceará. Conforme Caio Prado Jr. (1972), a expansão da pecuária ocorreu por meio de dois fluxos, um partindo de Salvador e outro de Olinda. O primeiro desde os anos iniciais do século XVIII ocupou a:

[...] área do atual território do estado [Bahia], inclusive a margem ocidental do São Francisco, então ainda parte da capitania de Pernambuco; mais o Piauí; e penetrando mesmo, em um último arranco, pioneiro ainda no momento em que abordamos nossa história, o Maranhão, ocupa um faixa de território que envolve o alto Itapicuru, rio das Balsas, e alcança o Tocantins na foz do seu afluente Manuel Alves Grande - chamado território dos Pastos Bons (PRADO JR., 1972, p. 62).

Por sua vez, o fluxo pernambucano penetrou pelo norte, seguindo a linha de costa, ocupando a Paraíba e o Rio Grande do Norte e progressivamente o interior

(PRADO JR., 1972). Posteriormente, ambos os fluxos convergiram para as terras do atual território cearense, assim como o autor expressa:

No Ceará confluem os dois movimentos: o da Bahia, que de retorno da Piauí, se desvia para leste, atravessa o cordão de serras que separa esta capitania da do Ceará (Serra da Ibiapaba, Grande), e se estabelece na região limítrofe, bacia do alto Poti, onde hoje está Crateús, e que por isso pertenceu de início ao Piauí, só sendo anexado ao Ceará em época muito recente, 1880. Além disso, o gado do Piauí serviu sempre para recompor os rebanhos cearenses dizimados periodicamente pelas secas. O movimento baiano também se infiltra no Ceará pelo sul, nos Cariris Novos. E enquanto isto, o pernambucano alcança o Ceará pelo oriente e vai ocupar a bacia do rio Jaguaribe (PRADO JR., 1972, p. 63).

No decorrer do século XVIII o povoamento do Ceará intensifica-se, principalmente nos vales dos rios Jaguaribe, Acaraú e Coreaú, sendo que no final deste século a maior parte dos sertões cearenses já se encontrava ocupada, incluindo as regiões de Tauá (alto Jaguaribe, sertão dos Inhamus), Quixeramobim (vale do Banabuiú) e Icó (vale do Salgado) (SOUZA, 2007).

As primeiras fazendas de gado deram origem a diversas cidades e povoados, estando distribuídos às margens dos rios pela facilidade de acesso à água para o abastecimento, além da presença de solos férteis empregados na agricultura de subsistência. Grosso modo, nas terras doadas pelos fazendeiros construía-se uma capela e no entorno instalavam-se a população, que à medida que crescia, tornavam-se centros comerciais até atingirem a condição de cidade. De fato, os núcleos urbanos detinham a função de concentrar as atividades comerciais, administrativas, militares, religiosas, coleta e beneficiamento dos produtos agrícolas, além de ser o ponto de encontro da população (SOUZA, 2007).

Para a comercialização do gado, os rebanhos enfrentavam longas caminhadas até às feiras dos principais núcleos populacionais da colônia. Porém, devido às grandes distâncias a boiada perdia peso ou morria pelo caminho, de modo que os fazendeiros passaram a vender o gado abatido, na forma de carne salgada, também chamada de carne-seca, técnica que permitiu o transporte para os locais mais distantes sem estraga-la.

As peles e os ossos do gado também foram empregados na confecção de roupas e utensílios, dando início às primeiras formas de artesanato (AMORA, 1994).

De forma subordinada, as fazendas de gado também cultivaram as áreas de várzeas com gêneros alimentícios de subsistência, especialmente os plantios de mandioca e feijão, garantindo a autonomia alimentar dos moradores. Também houve

o plantio de alimentos nas cercanias dos núcleos urbanos, visando, além da subsistência, a comercialização do excedente com as cidades.

Subordinada aos cultivos de exportação, a agricultura de subsistência sempre apresentou reduzido retorno econômico, caracterizando-se pelo baixo nível técnico da produção, terras menos férteis, mão-de-obra desqualificada e suscetibilidade às secas periódicas. Estas são as atividades econômicas que permitiram a consolidação do povoamento do Ceará, sendo até o presente os principais meios de vida da maior parcela da população sertaneja.

Com o aumento dos rebanhos e da população branca há o maior registro dos fatos históricos, aí incluindo a ocorrência de secas e dos seus impactos. Tomaz Pompeu de Souza Brasil, referindo-se aos anos de 1710-1711, afirma que “a seca de que resta vaga tradição, quase nada se encontra nos arquivos do Ceará desse tempo. A seca estendeu-se até o Maranhão. O povo sofria fome e penúria por falta de chuvas” (SUDENE, 1981, p. 17). O mesmo autor cita o período de 1721-1727 como uma das maiores secas até aquele momento, e retrata:

1721 – as províncias do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Rio de Janeiro foram assoladas pela fome. Secaram as fontes, estagnaram as águas, esterilizando as lavouras e matando o gado.

1722 – foi o ano de grande seca, em que não só morreram numerosas tribos indígenas, como o gado e até as feras e as aves se encontravam mortas por toda a parte.

1723-1727 – primeira seca que se encontra notícias em documentos oficiais da província. Esta seca compreendeu não só a região do Ceará, mas até a Bahia e Piauí; na Bahia secaram até as fontes; No vale do Cariri, em 1725 fez dessecar todos os brejos e correntes, obrigando os habitantes de Missão Velha a mudar-se por falta d'água (SUDENE, 1981, p. 17).

Também foram anos de seca os 1736-1737, 1745-1746, 1754, 1766, 1777-1778 e 1790-1793, esta última chamada de a “Seca Grande”, devido aos grandes prejuízos ocorridos (STUDART, 2010; SUDENE, 1981).

Studart (2010) relata que além da fome e da secura das terras, durante a seca de 1791-1792 sobreveio sobre diversas cidades cearenses os males das doenças. Em Aracati houve uma epidemia de varíola, vitimando aproximadamente 600 pessoas. Já as cidades de Acaraú, Granja e Sobral foram assoladas pela febre palustre (malária), resultando em 723 óbitos.

Neste período, a primeira ação da população da capitania quando da ocorrência da seca era a migração. Os índios subiam as serras, últimos redutos de caça e água. Para aí também migravam os brancos, escravos e mestiços, gerando

diversos confrontos com os primeiros, resultando no progressivo extermínio dos indígenas. Também houve migrações para as Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás na esperança de enriquecer com as recentes descobertas de minerais preciosos. Todavia, muitos permaneciam nas terras cearenses, porque não queriam ou não podiam realizar tal deslocamento, garantindo a manutenção do processo de colonização dos sertões (ALVES, 2013).

O início do século XIX foi de anos chuvosos, sendo que 1805 houve um ano tão rigoroso que os danos foram comparáveis à seca de 1792. Também são relatados períodos chuvosos excepcionais em 1875 e 1899 (SUDENE, 1981).

Neste século foram anos de seca: 1809, 1816-1917, 1824-1825, 1830, 1844-1845, 1860, 1870, 1877-1879, 1888-1889 e 1898 (STUDART, 2010; SUDENE, 1981). Alves (2013) remete aos escritos do capitão Silva Paulet para descrever a crise produzida pela seca de 1909:

Muitas fazendas ficaram inteiramente desertas de gados, principalmente nas villas de São João do Príncipe [atual Tauá], Icó e Campo maior de Quixeramobim. [...] Em algumas já não existe quase gado, porque a gente se tem retirado para outros lugares, e o gado para as serras e sítios paludosos. Em tal extremo os habitantes do sertão morrem à mingoa por falta de mantimentos, e até dos meios de os ir buscar aos portos de mar, donde sempre os há [...]. Faltam animais de transporte, e em taes apertos tem se visto sustentar os povos de couros secos, que ficavam de outros annos; na falta de farinha ralam quantas raízes encontram, e a maior parte venenosas, e algumas que os levam à morte em breves dias (ALVES, 2013, p. 86).

Foram anos difíceis para a população sertaneja que diante da perda da lavoura e da morte dos rebanhos, viu a fome e a miséria alastrar-se pelos sertões, deixando um rastro de mazelas, onde a morte e as epidemias foram uma constante. Sudene (1981) descreve a situação deste período:

Deixou um saldo de 500.000 mortos entre os habitantes do Ceará e das vizinhanças. Só em Fortaleza pereceram 119.000 pessoas. Dados os precários hábitos de higiene, várias doenças, entre as quais a varíola e o tifo preponderaram e foram responsáveis por elevado número de mortes. Cerca de 50% da população morreu. Dos mortos de 1877 a 1879, calcula-se que 150.000 faleceram de inanição e 100.000 de febres e outras doenças, 80.000 de varíola e 180.000 de fome alimentação, venenosa e sede (SUDENE, 1981, p.19).

Na segunda metade do século XIX a economia do Ceará deixa de ser exclusivamente pastoril e dedicada ao mercado interno, tornando-se mais diversificada a partir da produção de outras culturas, como o café, mas

principalmente do algodão. Posteriormente, ocorre a instalação dos primeiros estabelecimentos industriais de beneficiamento de produtos agrícolas. Tais atividades reformularam a organização hierárquica das cidades do estado.

O cultivo de algodão já era desenvolvido pelos sertanejos desde o século XVIII, mas visando o fornecimento de matéria-prima para a confecção de tecidos grosseiros. Entretanto, a Guerra de Sucessão (1861-1865), nos Estados Unidos, provocou a desorganização das áreas algodoeiras, principais fontes de abastecimento da indústria têxtil inglesa. É neste contexto que o algodão nordestino se insere na divisão internacional do trabalho, iniciando uma nova fase da economia.

Até então a hierarquia urbana da capitania tinha como principais cidades, em ordem de importância Aracati, Icó, Sobral e Crato. O desenvolvimento da primeira esteve ligado às charqueadas e pela presença do porto no rio Jaguaribe, fatores que possibilitaram a convergência dos rebanhos do vale jaguaribano e do Sertão Central, seguido do beneficiamento e da exportação para as freguesias de Recife e Salvador. Já Icó desenvolveu-se por ser um ponto de confluência dos fluxos comerciais advindos das capitanias do Nordeste. Também deteve a função de coletar a produção do sertão jaguaribano e enviá-la ao porto de Aracati. O eixo formado entre estas duas cidades foi o de maior importância econômica, e por sua vez cultural, social e populacional do Ceará. Sobral também se desenvolveu por ser um centro comercial e coletor da produção local, exportando-a através dos portos de Camocim e Coreaú. Enquanto, o Crato dedicou-se ao cultivo de cana-de-açúcar, comercializando-a diretamente com a capitania de Pernambuco (SOUZA, 2007).

Com o advento do cultivo de algodão, associado à centralidade da administração da capitania e as mudanças no sistema de transportes, ocorreu a alteração desta hierarquia, favorecendo o crescimento e a consolidação da hegemonia da capital sobre as demais cidades.

Entre 1873 a 1926 foi construído um sistema ferroviário que partindo de Fortaleza a interligava às demais regiões do estado, permitindo o escoamento da produção agrícola do interior para a capital e de lá, por meio do Porto de Fortaleza, para a Europa e para o restante da colônia. À medida que a produção algodoeira e a implantação das ferrovias expandiam-se o raio de influência de Fortaleza passava a atingir as localidades mais distantes, como Baturité, Quixadá, Crateús e Crato, ao passo que estas perdiam importância no contexto regional (SILVA, 1992).

Nas serras próximas de Fortaleza desenvolveu-se o cultivo de café em sombra associada à fruticultura e à horticultura, estas últimas implantadas para o abastecimento da população crescente de Fortaleza, as quais eram transportadas pelas referidas ferrovias (SOUZA, 2007). Desta forma, a capital consolida-se como um centro regional coletor e exportador da produção primária e, conseqüentemente, passa a estruturar-se com a instalação de infraestruturas e serviços, tais como calçamento, energia elétrica, água encanada, rede de esgoto, transporte coletivo, abertura de ferrovias e posteriormente rodovias, entre outros (SILVA, 1992).

Além disso, o rápido crescimento de Fortaleza também está relacionado à situação vigente no campo associado à integração viária desta ao restante do estado. Com efeito, a desestruturação da agricultura, a concentração fundiária e os longos períodos de estiagens favoreceram o aumento das migrações rurais-urbanas, ao passo que as cidades atraíam o sertanejo pela possibilidade de um emprego ou assistência do Poder Público (COSTA, 2007). Foi através dos trens que chegaram à Fortaleza levadas de flagelados famintos e doentes, que ao entrarem na capital instalavam-se nas praças e ruas em busca de auxílio público e esmolas, causando um imenso desconforto à classe dominante.

Este crescimento populacional e espacial da cidade não foi acompanhado pela ordenação do território, bem como da implantação de serviços urbanos básicos, de modo que no decorrer dos anos 1930 houve o início da formação de aglomerações precárias situadas na periferia da cidade daquele momento. Surgem as primeiras favelas de Fortaleza, são elas: Cercado do Zé Padre (1930), Mucuripe (1933), Lagamar (1933), Morro do Ouro (1940), Varjota (1945), Meireles (1950), Papoquinho (1950) e Estrada do Ferro (1954) (SILVA, 1992), ocupando as áreas de dunas e as margens dos rios, portando dando início ao processo de segregação ambiental e espacial da cidade e conseqüentemente surgem as novas áreas de riscos de desastres naturais, principalmente às inundações. Em menores proporções esta situação é vivenciada por outras cidades cearenses, principalmente Sobral, Juazeiro do Norte, Crato e nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), mas ampliando-se nas últimas décadas. É no decorrer do século XX que há um aumento dos registros de danos induzidos pelas inundações, devido à concentração de pessoas e bens nos terrenos inundáveis do espaço urbano.

No primeiro quarto do século XX houveram secas nos anos de 1915 e 1919. Em ambas ocorreu um êxodo considerável de sertanejos para as cidades, e de lá para os centros urbanos da região Sudeste e para a Amazônia.

A seca de 1915 destacou-se devido à visibilidade dada pela autora cearense Raquel de Queiroz em seu livro “O Quinze” que retratou o drama do sertanejo diante do desastre da seca, da estrutura social vigente e da falta de assistência do Poder Público, apresentando e sensibilizando a população brasileira a esta problemática. Em um trecho da obra a autora expõe os sentimentos de angústia e esperança de Chico Bento, protagonista do livro:

Agora, ao Chico Bento, como único recurso, só restava arribar. Sem legume, sem serviço, sem meios de nenhuma espécie, não havia de ficar morrendo de fome, enquanto a seca durasse. Depois, o mundo é grande e no Amazonas sempre há borracha [...] Alta noite, na camarinha fechada que uma lamparina moribunda alumia mal, combinou com a mulher o plano de partida. Ela ouvia chorando, enxugando na varanda encarnada da rede, os olhos cegos de lágrimas. Chico Bento, na confiança do seu sonho, procurou animá-la, contando-lhe os mil casos de retirantes enriquecidos no Norte. A voz lenta e cansada vibrava, erguia-se, parecia outra, abarcando projetos e ambições. E a imaginação esperançosa aplanava as estradas difíceis, esquecia saudades, fome e angústias, penetrava na sombra verde do Amazonas, vencida a natureza bruta, dominava as feras e as visagens, fazia dele rico e vencedor (QUEIROZ, 2004, p. 31).

Conforme Studart (2010), o inventário da seca de 1915 revelou que esta promoveu a morte de 30.000 pessoas, 680.000 bovinos, 2.441.000 caprinos e ovinos, 211.000 cavalos, 1.120.000 asininos e muares, 243.000 suínos, além da emigração de 42.000 indivíduos.

Em 1924 houve um período chuvoso intenso. Os anos de 1930 e 1931 foram de baixa pluviosidade, mas não caracterizaram uma seca, porém propiciaram que o ano de 1932 atingisse um caráter devastador (SUDENE, 1981). Toda a região nordestina foi atingida pela seca, novamente havendo o êxodo da população para as cidades, entretanto devido à fome e a epidemia de tifo muitos não chegaram o seu destino, padecendo pelos caminhos (Figura 34) (GUERRA, 1981).

Em viagem de Senador Pompeu até Crateús, o enviado especial do jornal O Povo relata a situação lastimável vivida pelos flagelados, em um trecho da reportagem, publicado em 11 de janeiro de 1932, o autor descreve:

[...] a cidade de Senador Pompeu, onde já é avultado o numero de flagelados que descem do alto sertão e seguem, em cruciante caminhada, demorando nos centros mais populosos, na esperança de conseguir trabalho para minorar a fome da prole numerosa, composta na maioria de

crianças desnutridas, com os ossos ameaçando atravessar a pele. Aos ouvidos desses desgraçados conterrâneos chegara a notícia de tinham vindo socorros do governo e que a prefeitura local recebera copiosa remessa de gêneros alimentícios para distribuir em troca de serviços públicos. E, cheios de ilusões, certo de salvar a vida dos filhos queridos, abandonaram eles o pedaço de terra que habitavam e começaram, a penosa jornada, sob inclemência de um sol escaldante, até alcançar o desejado “El Dorado” onde os aguardava uma desilusão a mais (O POVO, 1932, p. 5).

Figura 34 – Migrantes falecidos durante a seca de 1932



Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

Neste período, Fortaleza recebeu muitos flagelados, principalmente por meio dos trens. Chegando à capital, aqueles eram obrigados a permanecerem nos campos de concentração, situação publicada no jornal O Povo de 14.05.1932 (Figura 35), a qual relata a existência de 3.000 migrantes no campo de concentração Matadouro Modelo e nos albergues do Otávio Bomfim e da Polícia Marítima.

Figura 35 – Artigo do jornal O Povo relatando a chegada em Fortaleza de migrantes durante a seca de 1932

O POVO no Campo de Concentração dos Flagelados, em Tauapé

Chegaram, á noite, mais 1349 Retirantes
O Serviço de Abastecimento -- Construção de Barracões
--Cenas Impressionantes

Fez hontem uma semana que chegou a Fortaleza a primeira leva de flagelados vindos do sul do Estado e já hoje se acham abrigados na antiga feira do Matadouro Modelo e nos albergues de Otávio Bomfim e Polícia Marítima, cerca de 3.000 infelizes vítimas da seca.

Hontem, chegaram a esta capital duas composições ferro viarias trazendo retirantes.

Na primeira, que partiu ás 19 horas na proximidade do Matadouro Modelo, vieram 239 pessoas e a segunda, que chegou no mesmo local pouco depois das 22 horas, conduziu 1.110 flagelados.

Foram ao todo, em um só dia, 1.349.

Hoje, ás 14 horas, deve vir chegar um outro trem especial trazendo mais de 500 retirantes.

Vista no Campo de Concentração do Matadouro

Hoje, ás 10 horas do dia, o diretor do O Povo, acompanhando o sr. Ubirajara de Negreiros, percorreu demoradamente a antiga feira do Matadouro Modelo, no Tauapé, onde se acham concentrados mais de dois mil retirantes.

Na Lagoa de Tauapé

Quando o carro chegou á lagoa de Tauapé, vimos milhares de trinta mulheres e crianças, banhando e lavando roupas e rédeas.

Os guardas civis vigiam a lagoa, impedindo que as pobres mulheres fossem perturbadas em seus trabalhos higienicos por curicós.

Alguns dos guardas

(CONT. NA PAG 8)

Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

Também foram anos de seca: 1942, 1952-1953 e 1958. Na década de 1950 o processo migratório para a capital intensifica-se, provocando um acelerado crescimento populacional desta cidade e a consequente expansão da malha urbana. Na década de 1970 as taxas de migração decaem em Fortaleza e passam a acender nos municípios da RMF (Tabela 2) (COSTA, 2007).

Tabela 2 - Evolução da população do estado do Ceará e da cidade de Fortaleza

Ano	População do Ceará	Crescimento Intercensitário	População de Fortaleza	Crescimento Intercensitário
1890	80.568	-	40.902	-
1900	849.127	53,8	48.369	18,2
1920	1.319.228	55,3	78.536	62,2
1940	2.091.032	58,5	180.185	129,4
1950	2.695.450	28,9	270.169	49,9
1960	3.337.856	23,8	514.813	90,5
1970	4.491.590	34,5	857.980	66,6
1980	5.380.432	19,7	1.307.611	52,4
1991	6.366.647	18,3	1.767.637	35,0
2000	7.417.402	16,5	2.141.402	21,14
2010	8.452.381	12,24	2.452.185	12,67

Fonte: Costa (2007); IBGE (2010).

Em 1960 houve um inverno tão rigoroso que em março deste ano ocorreu o arrombamento da barragem do açude Óros, que neste momento se encontrava em fase de conclusão (Figura 36). Conforme Silva (2006) este fato marcou a memória social das cidades do baixo curso do rio Jaguaribe, sendo formada a partir da divulgação da possibilidade do rompimento do açude. Comandadas pelo medo, muitas famílias deixaram suas casas antes da confirmação do arrombamento.

Figura 36 - Barragem do Óros, após o rompimento do dia 26 de março de 1960

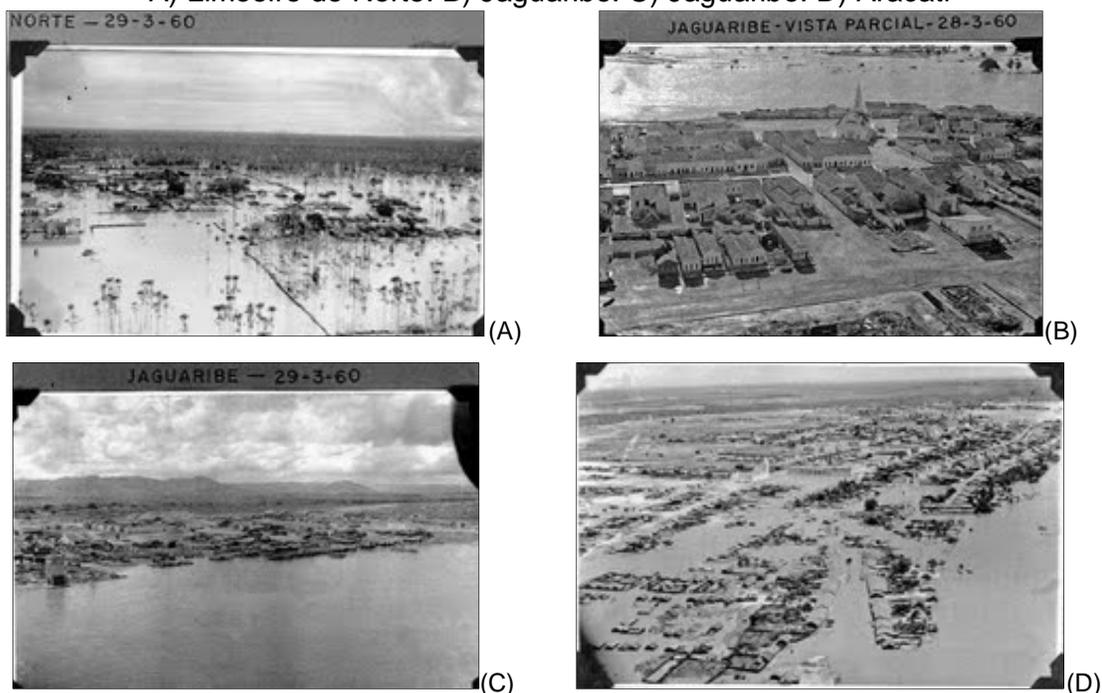


Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

Nos últimos dias de março de 1960 ocorreram fortes chuvas, confirmando-se no dia 26 o rompimento da parede do açude, havendo a inundação de diversas cidades a jusante do reservatório (Figura 37).

Figura 37 – Registros das inundações do rio Jaguaribe ocorridas em março de 1960.

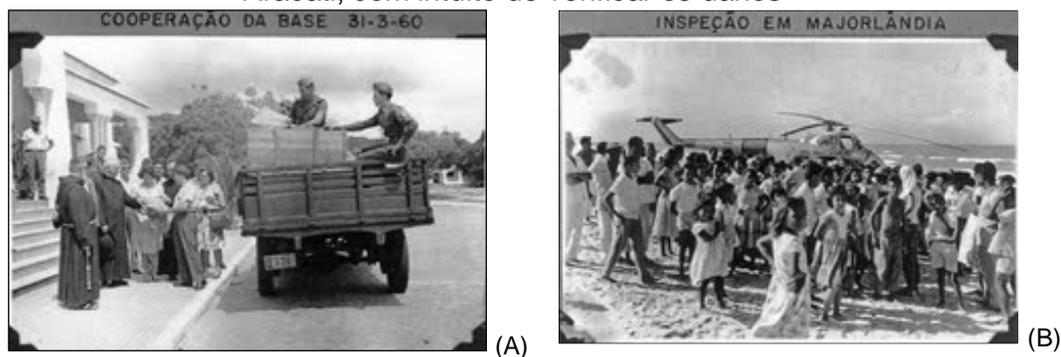
A) Limoeiro do Norte. B) Jaguaribe. C) Jaguaribe. D) Aracati



Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

O exército trabalhou na evacuação da população e na divulgação de panfletos indicando os riscos, sendo a primeira vez que se utilizaram helicópteros no auxílio às vítimas (Figura 38).

Figura 38 – Socorro às vítimas das inundações no vale do Jaguaribe. A) Base aérea de Fortaleza, enviando suprimentos para as vítimas. B) Helicóptero em Majorlândia, Aracati, com intuito de verificar os danos



Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

As inundações deste ano não se restringiram ao rio Jaguaribe, mas afetaram outras bacias, como o Banabuiú no Sertão Central (Figura 39).

Figura 39 – Inundação da cidade de Banabuiú, pelo rio homônimo



Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

O ano de 1974 apresentou precipitações muito expressivas resultando em inundações por todo o Ceará. O jornal O Povo de 21.03.1974 relata a situação vivenciada por diversas regiões “*no Lagamar, com o transbordo do Rio Cocó, em Itaiçaba, com a elevação das águas do Rio Jaguaribe e em Sobral, com as inundações provenientes do Rio Acaraú*”. Na cidade de Caririús também houve grandes inundações pelo rio homônimo (Figura 40)

Figura 40 – Registros da inundação de 1974 no município de Cariús



Fonte: Bridi, 2010.

Em seguida, foram anos de seca: 1966, 1970, 1976, 1979-1984, 1993 e 1998. Na década de 1970 as frentes de trabalho foram as principais formas de conter a população flagelada fora das cidades. Elas tinham a função de ampliar a infraestrutura do Nordeste, mas principalmente fornecer algum meio de sobrevivência às vítimas das secas. Assim, havia um número superior de trabalhadores do que realmente as obras necessitavam. As atividades apresentavam reduzida eficiência, em função da situação deplorável dos flagelados,

distância da família, baixa remuneração e a mentalidade de que este emprego não tinha outra função além de garantir a sobrevivência dos sertanejos (PESSOA, 2002).

Em termos meteorológicos, a seca de 1976 foi parcial, mas fez surgir novamente o desastre sobre o Ceará. Em *Dados e fatos para história do Ceará*, Miguel Azevedo (2002) cita que em 09.07.1976 “a cidade de Iguatu é invadida por flagelados” e 19.10.1976 “cerca de 2.000 flagelados invadem a cidade de Lavras da Mangabeira em busca de alimento e trabalho”. A fome promoveu a realização de saques nos estabelecimentos comerciais. De fato, desde o século XVII já há registro de invasões em massa de flagelados aos comércios das cidades em busca de alimento, acontecimento observado até os anos 1990 no estado do Ceará.

O ano seguinte foi de fortes chuvas. Azevedo (2002) também relata o episódio do dia 02.07.1977 e suas consequências sobre a cidade de Fortaleza:

Cai sobre Fortaleza, da madrugada até o meio dia, a maior chuva do século (199,2 mm), deixando alagada, com muitos desabamentos, milhares de desabrigados. O comércio abriu parcialmente e alguns colégios não funcionaram. O Corpo de Bombeiros atenderam a mais de 400 pedidos de socorro. O Aeroporto Pinto Martins ficou interditado por várias horas. Transbordaram o Riacho Pajeú, o lago do Parque da Liberdade, o riacho da Avenida Aguanambi e o canal do Jardim América, causando a morte do garoto Walter Almeida de Farias Filho, carregado pela correnteza (AZEVEDO, 2002, p. 171).

Entre 1979 a 1985 houveram anos secos, de modo que os danos ocorridos ganharam contornos diferenciados no cenário nacional, pois foram transmitidos pela televisão, havendo a mobilização da população brasileira para a coleta de doações de alimentos, água e roupas. Em 1983, o *Jornal do Brasil* publica a situação da crise vivenciada pelas famílias cearenses, tendo como título do artigo “Cearenses comem lagarto para não morrer de fome” (Figura 41).

As grandes inundações voltaram a ocorrer no ano de 1989, resultando na decretação de emergência de 13 municípios, na perda de 70% da safra e no anúncio da construção do açude Castanhão. Relembrando estes fatos, o jornal *Diário do Nordeste* publica em 31.12.2006 a situação vivenciada no período chuvoso de 1989:

O fenômeno natural [inundações] gerou uma migração em massa de moradores das localidades de Angico, Mocós e Raposo. Não demorou para que a região do Baixo Jaguaribe também fosse atingida e os desabrigados aumentassem para mais de 100 mil. Foi decretado estado de emergência em várias cidades [...] Toneladas de alimentos foram doadas por empresários e a construção do açude Castanhão surgiu como solução para evitar tragédias semelhantes no futuro (DIÁRIO DO NORDESTE, 31.12.2006).

Figura 41 – Artigo do Jornal do Brasil publicado em 23.08.1983



Fonte: Leila Nobre, acervo pessoal.

Os anos de 1991 a 1993 caracterizaram-se por uma seca agrícola, ou seja, as chuvas foram insuficientes para o desenvolvimento das plantações. Em 1993, houve o racionamento de água na capital, de modo que a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) dividiu a cidade em zona leste e oeste, cada uma recebendo a água a cada dois dias (Figura 42).

Figura 42 – Repercussões na mídia do racionamento d'água em Fortaleza, em 1991



Fonte: Diário do Nordeste.

Diante da crise de abastecimento, o governo estadual construiu, em carácter de urgência, o canal do trabalhado, transportando a água do rio Jaguaribe ao complexo de reservatórios Pacoti-Riachão-Gavião e de lá à Fortaleza.

A seca também ocorreu entre 1998 a 1999, tendo como principal impacto o desabastecimento de muitos municípios. Em 2001 reaparece a mesma problemática, agora agravada pelo risco de apagão de energia elétrica no país.

Infelizmente, não houve grandes avanços nas medidas de gestão, restringindo-se as ações emergenciais. Além disso, mesmo com a decretação de situação de desastre pelos municípios, a morosidade do auxílio governamental é penoso à população, normalmente chegando quando o desastre já terminou.

Por fim, também foram anos de secas os anos de 2005-2007 e 2012-2013, enquanto os anos de 2004 e 2009 foram marcados pelas fortes precipitações. Os danos ocorridos nestes encontram-se detalhados nos capítulos 5 e 6.

5.2 As fases da gestão do desastre da seca

Embora a seca seja um fenômeno natural, ela também é um fato social inserido em uma rede de relacionamentos políticos, culturais, sociais e econômicos, relevadores das condições de pobreza e baixa representativa política de parcela da população nordestina, agravada durante os momentos de crise (NEVES, 2001).

Para Pessoa (2002) é apenas a partir de 1877 que as secas tomam contornos de crise econômica e social, refletindo em ações mais efetivas dos governos, principalmente da União, assentadas em ações emergências e de reorientação do processo produtivo da região.

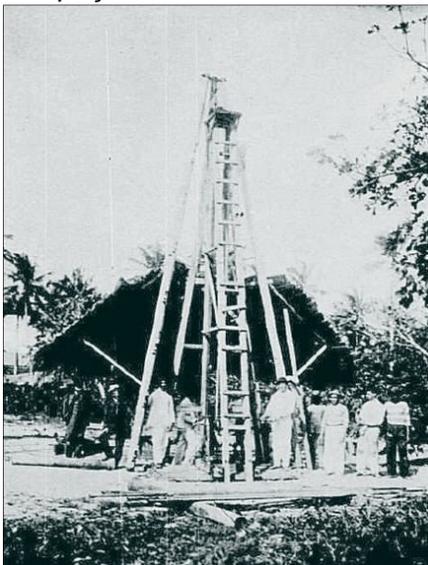
Embora ocorressem constantemente danos com as secas até aquele período, as medidas de combate aos seus efeitos ainda não eram alvo de ações do governo nacional, e de forma incipiente pelos governos provinciais, devido à baixa concentração de pessoas vivendo nos sertões, em comparação às regiões da Zona da Mata e do Agreste nordestino. Além disso, havia alimentos silvestres disponíveis para os poucos habitantes do semiárido.

De acordo com Pessoa (2002) entre 1845 a 1877 não foram registradas grandes secas, favorecendo o crescimento demográfico dos sertões e a transferência de indivíduos e de bens do litoral para aquela região, de modo que quando da ocorrência da seca de 1877, esta tomou um caráter devastador, devido ao despreparo da população a está situação. Neste sentido, é a partir deste período que as medidas de combate aos efeitos das secas tornaram-se mais notáveis.

O referindo autor distingue três períodos onde as ações do poder público foram assentadas sobre diferentes perspectivas. O primeiro situa-se entre 1877 até meados de 1945, sendo marcado pelo emprego das técnicas de engenharia como meio de suplantiar as adversidades inerentes ao clima semiárido, fase esta denominada de *soluções e obras de engenharia* ou *soluções hidráulicas*.

Neste momento prevaleceu a realização de obras de açudagem, perfuração de poços (Figura 43), abertura de estradas e ferrovias. O governo federal instituiu a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), em 1909, possuindo a responsabilidade pela concretização das referidas obras. Dez anos depois este órgão passa a ser denominado de IFOCS (a letra F indica federal).

Figura 43 – Perfuração de um poço tubular, em 1906, no bairro Benfica, Fortaleza



Fonte: Revista Kosmos, 1907.

É sabido que as políticas de combate aos efeitos da seca no Nordeste não agradavam as elites do Sudeste e Sul, pois eram contra a transferência de capitais da União para a região semiárida, considerando-a como um espaço problemático e gerador de prejuízos ao país. Além disso, as elites locais revelaram diferentes posicionamentos em relação às ajudas do governo federal. Obviamente, alguns membros desta elite almejavam a superação da crise, mas outros buscavam a manutenção da ordem política e econômica atrasada, em função da permanência da mentalidade tradicional e assistencialista, onde alguns grandes fazendeiros adquiriam o gado magro, as terras e a força de trabalho dos sertanejos vitimados

pela seca, por preços bem inferiores ao que realmente valiam, situação conhecida com a “indústria das secas” (POMPEU, TASSIGNY, 2006).

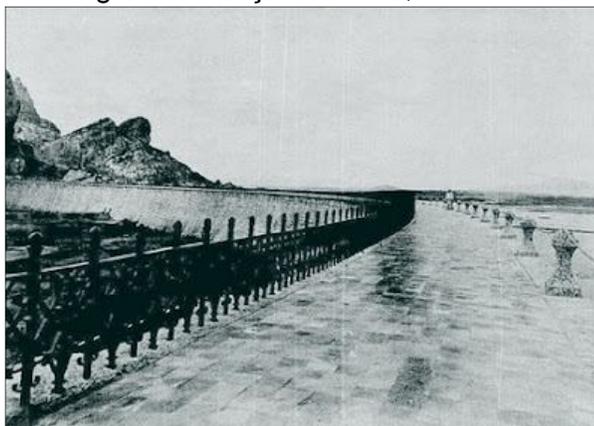
Entretanto, este fato não se restringiu a apropriação de bens, mas teve importante contribuição no modo de fazer política e riqueza das elites beneficiadas pelos recursos públicos destinados ao combate às secas. Várias foram as obras implantadas em propriedades de integrantes destes grupos, não por critérios técnico-financeiros, mas porque seus donos possuíam influência política, tornando tais investimentos benfeitorias e conseqüentemente intensificando a desigualdade econômica da região. Em contrapartida, aos sertanejos sobraram as medidas assistencialistas e emergenciais de baixa eficiência e abrangência, não garantindo nem mesmo as necessidades básicas, mas que diante do cenário de crise, eram percebidas como favores dos políticos, convertidos em votos nas próximas eleições.

Antes mesmo deste período a realização de açudagens era apontada como a principal medida de combate às secas pelas comissões de pesquisa e associações de engenheiros. No primeiro semestre de 1959 permaneceram na província cearense uma comissão científica sob a organização de D. Pedro II e do Instituto de História e Geografia do Brasil, com intuito de analisar a problemática das secas e indicar soluções, sendo estas a construção de açudes e poços, implantação de postos meteorológicos, prolongamento da estrada de ferro de Baturité e até mesmo a interligação do rio São Francisco ao rio Jaguaribe.

Nesta perspectiva, a adoção destas obras era justificada pelo argumento que havendo uma rede de barragens e poços se asseguraria o abastecimento de água para as atividades produtivas durante os eventos de secas. Todavia, as ações empreendidas restringiram-se apenas a construção das barragens, ficando a cargo da iniciativa privada a captação da água, logo favorecendo apenas aos grupos com condições financeiras para realizar tais empreendimentos. Acrescentam-se as dificuldades decorrentes das altas taxas de insolação no período de estiagem, reduzindo sensivelmente a água armazenada.

Marca deste momento é a construção do açude Cedro, no município de Quixadá. Diante da crise promovida pela seca de 1877-1879, D. Pedro II ordena a construção desta represa. No entanto, as obras apenas iniciam-se em 1884 sendo concluída em 1906, tempo muito superior ao estimado, devido à transição do governo imperial para o republicano, interesses de particulares e o arrobamento da barragem durante sua construção (Figura 44).

Figura 44 – Açude Cedro, em 1906



Fonte: Revista Kosmos, 1907.

Contudo, antes mesmo do açude Cedro, já havia o armazenamento das águas em pequenos barramentos implantados na província. Por exemplo, em 1837 é construído em Fortaleza, pelo presidente da província José Martiniano de Alencar, um reservatório de alvenaria no riacho Pajeú, o qual abastecia parcela da cidade (COSTA, 2006). O presidente também incentivou a construção de represamentos por particulares, fato observado no art. 1º do decreto de 5.8.1832:

O fazendeiro, creador ou lavrador que no Ceará construir, em sua fazenda ou à margem da estrada publica, açude de pedra e cal, receberá pelos cofres da Provincia uma gratificação de 10\$000 reis por cada braça de extensão, somente necessária à represa das aguas; e o que construir de terraço receberá uma gratificação de 5\$000 reis, paga pelo mesmo modo, comtanto que plante o terraço arvoredos, devendo a sua serventia ser publica unicamente para o uso das aguas, sendo o proprietário ou proprietários obrigados a conserval-o e rapal-o (NOGUEIRA, 1889 *apud* COSTA, 2006, p. 76)

Outra medida adotada pelo poder público estadual foi a regulação dos preços e da quantidade de alimentos, por meio do *Commissariado de Alimentação Pública*. Conforme Neves (2001) esta instituição foi criada pelo Decreto nº 796, de 17.06.1932, sendo seus objetivos:

a) organizar na capital do Estado o cadastro de todos os armazéns, mercearias e quaesquer estabelecimentos em que sejam expostos á venda generos de primeira necessidade; b) proceder ao levantamento do *stock* de artigos de primeira necessidade existentes naquelles estabelecimentos comerciaes; c) manter perfeito serviço de estatística dos generos alimenticios entrados na capital do Estado, por qualquer via; d) organizar semanalmente e fazer publicar todos os sabbados tabellas de preços máximos para a venda de generos alimenticios; e) obter cotações de diferentes artigos no interior, na capital e nas demais praças do paiz; f) solicitar das repartições publicas informações sobre os preços de transportes de mercadorias; e g) finalmente, exercer rigorosa fiscalização

relativamente á execução das tabellas de preços em vigor (NEVES, 2001, p.112).

A instituição buscava que os comerciantes não armazenassem e supervalorizassem os preços dos alimentos, principalmente aqueles consumidos pelos imigrantes. Neste período (Era Vargas) o poder político estadual encontrava-se nas mãos dos interventores indicados pela direção nacional. Na visão daqueles influenciar a comercialização dos alimentos era uma questão de segurança pública, à medida que a multidão dos famintos, comumente, invadia as cidades para realizar furtos em massa. Assim, buscava-se garantir a estabilidade da ordem, através da manutenção de níveis aceitáveis de miséria (NEVES, 2001).

Também é uma tônica deste período a realização de frentes de trabalho em obras dedicadas a abertura e requalificação de estradas e ferrovias, construção de pontes, melhoria dos portos, entre outras, como forma de oferecer um capital físico à região, além de conter a população sertaneja próxima dos locais de origem e, conseqüentemente, evitando a migração para as cidades.

Contudo, um dos cenários mais marcantes das secas foram os campos de concentração, locais onde os retirantes eram induzidos a entrar e impedidos de sair pelos interventores e engenheiros do IFOCS, com intuito que aqueles não invadissem as cidades. Nas proximidades das vias de acesso à capital foram instalados cinco assentamentos e outros dois próximos às estações ferroviárias. Os flagelados eram atraídos pela promessa de alimentos e residência e uma vez entrando nos campos, não podiam sair até que a seca acabasse, devendo obedecer rigorosamente às normas impostas (NEVES, 2001). Também foram implantados diversos outros campos no entorno das principais cidades cearenses.

O IFOCS teve um papel fundamental na elaboração de estudos básicos para o conhecimento do domínio natural do semiárido, como a instalação de postos meteorológicos e estações agrônômicas. Também propiciou a abertura do país às empresas de engenharia de origem americana e inglesa, contornando a carência técnica presente no país e a entrada de *know how* (PESSOA, 2002).

Na década de 1940 houve uma reorientação das ações de combate às secas, apontando a irrigação como uma medida complementar às açudagens (PESSOA, 2002). Percebeu-se que a água armazenada não era apropriada de forma integral e justa pela população sertaneja, mas havia entraves na distribuição

deste recurso, fruto de um contexto historicamente enraizado sobre bases sociais, econômicas e políticas relevadores de uma segregação socioespacial.

É neste contexto que se inicia a nova fase de gestão das secas, caracterizada pelo enfoque à *perspectiva socioeconômica*, a qual buscava o fortalecimento do sistema econômico da região através do uso das águas armazenadas e a ampliação dos perímetros irrigados, supondo-se que haveria uma maior oferta de alimentos, propiciando melhores condições para a superação das adversidades. Na verdade, esta fase é mais uma transição para a etapa seguinte (PESSOA, 2002).

Esta fase tem como marco histórico o ano de 1945 quando o IFOCS passa a se chamar Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), havendo a reorientação da gestão para o aproveitamento dos recursos hídricos, no entanto, sem diminuir a importância dos represamentos.

Por outro lado, a Constituição Federal de 1946 estabeleceu um tratamento especial para as áreas desprivilegiadas do país, bem como as formas de institucionalizá-las, resultando em incentivos ao desenvolvimento econômico das regiões do vale do São Francisco e da Amazônia (PESSOA, 2002).

A política nacional de incentivo ao povoamento da Amazônia teve uma dupla função. Primeiro, buscou a consolidação da ocupação da região Norte, através da expansão da fronteira agrícola e da exploração dos bens florestais. Além disso, a maior parte da população deslocada era originária do Nordeste (PESSOA, 2002), principalmente durante as secas quando os flagelados iam buscar melhores condições de vida, sempre na esperança de um dia enricar, infelizmente, a maioria encontrou o sofrimento nas doenças amazônicas e na exploração desumana do trabalho nos seringais e lavras.

Visando a aplicação desta nova concepção cria-se, em 1948, a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), sob a inspiração no modelo americano de desenvolvimento integrado empregado no *Tennessee Valley Authority* (TVA). Este órgão deteve uma gama de atribuições que iam desde obras hidráulicas até o fornecimento de crédito rural e a realização empreendimentos de saúde e educação. Na verdade a CVSF esteve concentrada na realização de projetos menores, de tal forma que a comissão pouco apareceu na política anti-seca.

Desta fase também resulta a criação da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), em 1945, visando o aproveitamento energético da cachoeira de Paulo Afonso e o fortalecendo dos centros urbanos.

Por fim, também foi criado, em 1952, o Banco do Nordeste do Brasil (BNB), instituição bancária de fomento ao desenvolvimento econômico, principalmente dos setores primário e secundário, sob a égide que os impactos das secas não decorrem exclusivamente de um fenômeno climático e não podem ser enfrentados apenas com a construção de açudes e medidas emergências, mas decorrem do atraso econômico e social da região. Destaca-se, entre as medidas mais eficientes a abertura de linhas de créditos para a agricultura (PESSOA, 2002).

Neste momento a região contava com um considerável volume de água armazenada e de estradas construídas, além de um aumento da energia elétrica fornecida e a presença de uma instituição bancária de apoio. Entretanto, a ocorrência da seca de 1958 demonstrou que as medidas adotadas não foram suficientes para evitar a crise, resultando, mais uma vez, na desestruturação da atividade agropecuária e na realização de frentes de trabalho (PESSOA, 2002). Este cenário produziu uma nova reorientação da política de enfrentamento à seca, resultando na etapa denominada de *desenvolvimento planejado*.

Mais uma vez buscou-se o fortalecimento da estrutura produtiva do Nordeste, até então limitada à agricultura de subsistência, à pecuária extensiva e localmente às áreas de irrigação, associadas às indústrias de beneficiamento de produtos agrícolas, têxteis e alimentícias.

Havia a necessidade de um planejamento unificado entre as instituições federais e estaduais que atuavam na problemática da seca, visando a realização de ações coordenadas. Deste modo, o governo federal cria o primeiro órgão de planejamento regional em 1959, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), tendo a função de elaborar as diretrizes, supervisionar, coordenar, controlar a elaboração e execução de projetos de desenvolvimento (AMORA, 1994). Para tal empreendimento criou-se uma área prioritária de atuação denominada de Polígono da Secas, abrangendo o semiárido dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba, Pernambuco e Bahia e o norte de Minas Gerais. Em 1989, o polígono é substituído pela Região Semiárida Oficial.

Grosso modo, a Sudene agiu com intuito de reorganizar a estrutura produtiva dos estados semiáridos, destacando-se a ampliação e a modernização do

setor industrial da região. De fato, a industrialização do Nordeste foi posta como o caminho imprescindível ao desenvolvimento e na redução da vulnerabilidade à seca pelo diagnóstico elaborado entre 1957 a 1959 pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN) (PEREIRA JR., 2003). Sua política consistiu na atração do capital privado por meio de incentivos fiscais concedidos pelo poder federal, objetivando a instalação de empreendimentos industriais. É sob este cenário que se inaugurou a segunda fase de industrialização do Nordeste (AMORA, 1994).

Desde modo, foram definidos instrumentos legais para garantir a referida política. O artigo 34 da Lei nº 3.995 de 1961 concedeu a dedução de 50% de imposto de renda para as pessoas jurídicas nacionais que instalassem empreendimentos industriais na região Nordeste. Posteriormente, este benefício foi estendido às empresas privadas internacionais, por meio do artigo 18 da Lei 4.239 de 1963. Em alusão aos números dos artigos, este mecanismo ficou conhecido como 34/18 (AMORA, 1994; PESSOA, 2002).

Contudo, sobre o discurso de diminuir as desigualdades econômicas entre as regiões Nordeste e Sudeste, viu-se a inserção da primeira em um mercado nacional capitalista, mas estando subordinada a última (PEREIRA JR., 2003). Segundo Amora (1994) houve a:

modernização e/ou ampliação de velhas atividades existentes e implantação dos mesmos ramos dedicados ao beneficiamento de matérias-primas agrícolas, como também na instalação de novas indústrias consideradas pela SUDENE como de substituição de importações (AMORA, 1994).

Seguindo o processo de concentração espacial do capital em função da presença de fatores de atração, a maioria das indústrias instalaram-se em Salvador, Recife e Fortaleza, locais onde estes elementos estavam mais disponíveis. Secundariamente, ocorre a implantação nas regiões metropolitanas e nas cidades de médio porte. A produção de bens de capital e de consumo duráveis ficou restrita a poucas indústrias, concentradas, sobretudo, na Região Metropolitana de Salvador. De acordo com Ferreira (1995 *apud* PEREIRA JR., 2003):

[...] das 910 indústrias incentivadas através do mecanismo 34/18-FINOR, 63,6% se localizavam nos estados da Bahia (19,5%), de Pernambuco (24,3%) e do Ceará (19,8%). Ademais, daquele total de indústrias incentivadas, 46,9% se localizavam nas regiões metropolitanas daqueles respectivos Estados. Sendo 17,4% na Região Metropolitana de Recife, 15,9% na de Fortaleza e 13,6% na de Salvador (FERREIRA 1995 *apud* PEREIRA JR., 2003, p. 71).

Nestes termos, a política de incentivo a industrialização do Nordeste, posteriormente adaptada pelos governos estaduais, elegeu o espaço urbano como o local de concentração das atividades, favorecendo o crescimento urbano e a atração da mão-de-obra. Com efeito, a partir da segunda metade do século XX a migração da população economicamente ativa da zona rural para as cidades foi uma tônica no estado, uma vez que estes indivíduos, a maioria jovens adultos, buscavam melhores condições de trabalho e menos dependência das condições climáticas.

Diante da continuidade das crises periódicas motivadas pelos fenômenos naturais, da baixa eficiência das ações, dos sucessivos escândalos de corrupção, da recessão econômica, mas principalmente devido à ascensão do liberalismo econômico, a Sudene é extinta em 2001. Criou-se a Agência de Desenvolvimento do Nordeste (ADENE), autarquia federal responsável pela continuidade da implementação da política de desenvolvimento (COELHO, 2002).

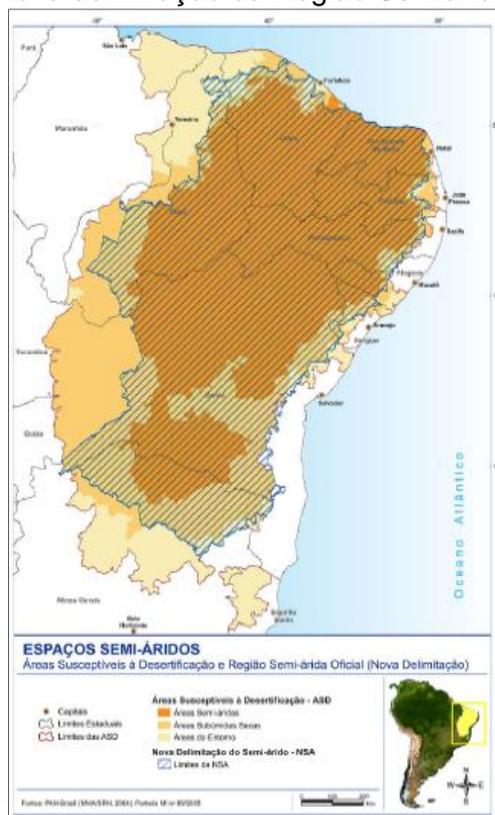
Em 2004, é instituído um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) com a finalidade de elaborar estudos e propostas técnicas para a nova delimitação da Região Semiárida do Nordeste do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (Figura 45). A nova região semiárida possui 1.135 municípios, abrangendo uma área de 982.563,3 km², sendo reconhecida pela Portaria nº 89 do Ministério da Integração Nacional, de 16.03.2005.

Na verdade a Adene teve pouca efetividade, logo os políticos nordestinos clamaram a recriação da Sudene, fato acontecido apenas em 2007, mas agora apresentando um discurso de consolidar o desenvolvimento sob a perspectiva da sustentabilidade, focalizando o crescimento produtivo e a progressiva redução das desigualdades regionais. Em termos efetivos, a maioria as ações realizadas não estiveram de acordo com os objetivos e princípios traçados, grosso modo, ainda se manteve o mesmo quadro de medidas assistencialistas e obras de açudagem, estando em um segundo plano empreendimentos de convivência com o semiárido, tornando-se ações de exceção.

Após a revisão das fases de gestão do desastre da seca, chega-se ao contexto atual marcado por uma transição ainda sem um prognóstico definido, onde provavelmente haverá a perpetuação de obras de transferência de águas entre as bacias, visando o abastecimento urbano, industrial e dos polos do agronegócio, associado às práticas de assistência social, medidas emergenciais e poucos projetos de convivência sustentável. Na atualidade, é notório que a gestão da seca

passa pela racionalidade da gestão das águas superficiais e por programas de transferência de renda, a partir de ações implementadas pelos governos federal e estadual. A seguir são apresentadas algumas das ações que vêm sendo realizadas.

Figura 45 – Nova delimitação da Região Semiárida do Nordeste



Fonte: mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/atlasrh/pdf/regiao_semi_arida.pdf.

Certamente, a obra mais importante para a mitigação dos efeitos da seca foi à construção no município de Alto Santo do açude Castanhão, concluído em 2003, a partir de recursos do DNOCS e do governo estadual (Figura 46). É o maior reservatório de usos múltiplos do Brasil, sendo utilizado na irrigação, abastecimento urbano e industrial, piscicultura, carcinicultura, entre outras atividades. Também detém a função de regularizar as inundações do rio Jaguaribe, que como visto anteriormente, marcaram a história das cidades ribeirinhas à jusante.

Integrado ao Castanhão está sendo implantado pelo governo estadual o projeto Eixão das Águas, o qual consiste em um sistema de canais, estações de bombeamento e adutoras que transferem a água do rio Jaguaribe para a bacia metropolitana, visando o fortalecimento do abastecimento da RMF, do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) e do polo agropecuário do baixo Jaguaribe.

Também se iniciou a interligação da bacia do São Francisco ao rio Jaguaribe, no entanto permanecendo a passos lentos.

Figura 46 – Barragem do açude Castanhão, município de Alto Santo



Fonte: autor.

De forma indireta, o Programa Bolsa Família, realizado pelo governo federal, é a ação mais eficiente no combate das mazelas sociais da seca. De fato, a primeira grande seca no Nordeste desde a implantação do benefício foi a dos anos de 2012-2013, entretanto, não houve a formação de massas de flagelados, tampouco ocorreram migrações e saques. Isto decorre, porque o dinheiro repassado à população garante pelo menos a aquisição dos bens básicos para a sobrevivência e dá uma maior seguridade, favorecendo a permanência do sertanejo em sua terra.

Conforme os dados do Relatório de Informações Sociais para o estado do Ceará (MDS, 2013), foram repassados, em programas sociais, R\$ 6.005.326.300,53 para os municípios, sendo que desde montante R\$ 1.682.212.386,00 foram originados do Programa Bolsa Família, beneficiando 1.107.009 famílias. Também foram destinados R\$ 1.835.784,00 pelo programa Cesta de Alimentos.

Entre as medidas emergenciais atualmente empregadas citam-se: distribuição de água por meio de carros-pipa, distribuição de grãos, seguro-safra, garantia-safra, campanhas de doação de alimentos, roupas e água.

Todavia, mesmo diante deste quadro onde há meios gerenciais, técnicos e financeiros para minimizar as adversidades promovidas pelos fenômenos naturais severos, ainda persiste a mesma situação de crise quando da ocorrência daqueles no Brasil como um todo, seja devido à má gestão dos riscos, pela falta de vontade política ou pela morosidade dos processos de tomada de decisão.

Conforme o relatório da ONG Contas Abertas, o orçamento federal repassado pelo Ministério da Integração à gestão dos desastres naturais no Brasil revela que os recursos aplicados concentram-se em investimentos pós-crise, através da rubrica “Resposta aos Desastres e Reconstrução”. Entre 2004 a 2011 os valores aplicados na fase de reconstrução foram 8,5 vezes a mais que os investimentos em prevenção. Além disso, estes recursos concentram-se, em ordem de valor repassado, nos estados do Rio de Janeiro, Pernambuco, São Paulo, Santa Catarina, Bahia, Minas Gerais, Paraíba, Amazonas e Ceará.

Observa-se uma gestão onde há o privilégio das ações de respostas e reconstrução pós-desastres, mas que apresenta fortes limitações devido à burocracia dos processos de auxílio aos territórios. Não obstante, as medidas preventivas, que certamente reduziriam os danos humanos, materiais e ambientais, são postas em segundo plano, sendo as ações ainda tímidas e desintegradas.

5.3 Demografia e condições socioeconômicas da população cearense

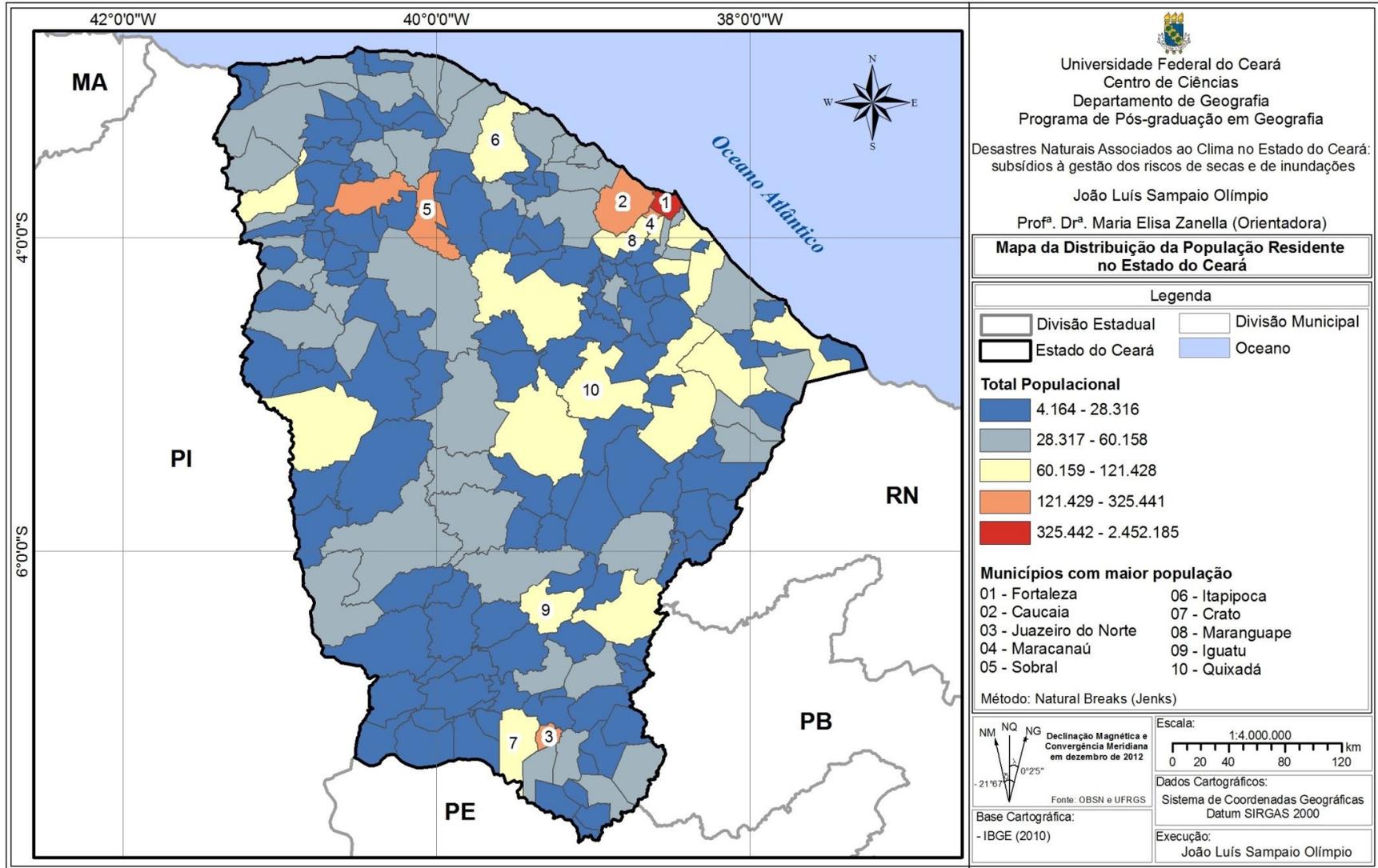
A caracterização abaixo foi realizada sobre os critérios selecionados para a determinação da vulnerabilidade social do estado do Ceará. Assim, a análise da população residente ocorreu a partir do exame dos dados relativos à demografia, às condições de renda, educação, saúde e acesso aos serviços de abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário.

5.3.1 População

Seguindo a tendência global e nacional, a distribuição da população do estado do Ceará é marcada pela concentração de pessoas nos espaços urbanos, em detrimento da redução progressiva dos indivíduos habitantes das zonas rurais.

Conforme os dados do censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010) a população residente é composta por 8.452.381 indivíduos, sendo que 6.346.034 (75,08%) residem em cidades e 2.106.347 (24,92%) nas zonas rurais. Observa-se uma concentração de pessoas nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) (Tabela 3), especialmente na capital, e secundariamente em cidades de médio porte da região do Cariri e dos sertões, como Sobral e Iguatu (Figura 47).

Figura 47 – Distribuição da população residente no estado do Ceará



Esta tendência reflete as condições de vida mais atrativas das cidades, devido a maior oferta de empregos e serviços públicos. Também está relacionada à maior seguridade das atividades produtivas, não estando diretamente a mercê do comportamento anual das chuvas, fator limitante à agropecuária desenvolvida na região. Assim, as cidades criam em seu entorno áreas de influência, atraindo a população interiorana, conforme as suas aspirações e necessidades.

Tabela 3 - Distribuição da população entre as macrorregiões

Macrorregiões	População	Porcentagem em relação ao total populacional do estado
RMF	3.615.767	42,78
Sobral-Ibiapaba	850.435	10,06
Litoral Oeste	834.780	9,88
Baturité	230.523	2,73
Litoral Leste-Jaguaribe	577.585	6,83
Sertão Central	580.612	6,87
Sertão dos Inhamus	445.904	5,28
Sertão Centro-Sul	427.399	5,06
Cariri	889.376	10,52

Fonte de dados: IBGE, 2010.

Também foram consideradas as variáveis população com idade inferior a 14 anos e superior a 65 anos, grupos etários indicadores da vulnerabilidade. Considerando os valores absolutos, observa-se que em ambas há a mesma tendência de distribuição espacial da variável “*População total residente*”. Ressalta-se que o primeiro grupo abarca uma parcela significativa da população residente, representando 32,11% da mesma (Figura 48). Por outro lado, os indivíduos com idade superior a 65 anos correspondem a 7,59% da população total (Figura 49).

No entanto, considerando a relação da população destas faixas etárias em relação ao total populacional, observa-se um padrão espacial diferenciado. No primeiro caso, há uma concentração deste grupo no nordeste cearense, sendo a situação inversa observada na região do médio e baixo Jaguaribe.

Na segunda variável observa-se que a distribuição espacial aponta uma concentração nos municípios dos sertões centro-sul e dos Inhamus, situação promovida pelos fluxos migratórios da população jovem para os centros urbanos. Consubstanciando esta afirmação, verifica-se que há uma menor porcentagem deste grupo nos municípios da RMF e nas cidades interioranas de médio porte.

Figura 48 – Distribuição da população com idade inferior a 14 anos no estado do Ceará

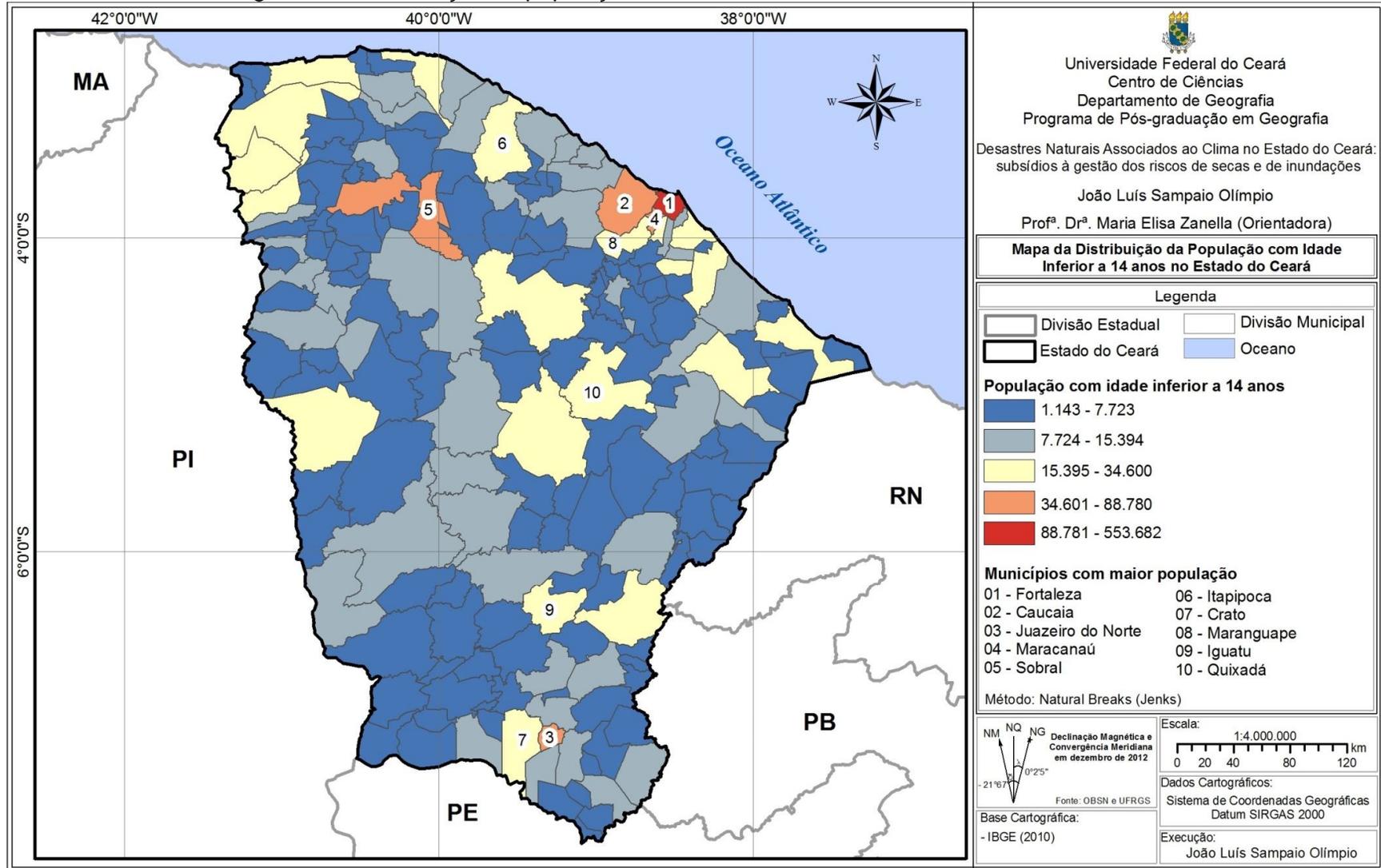
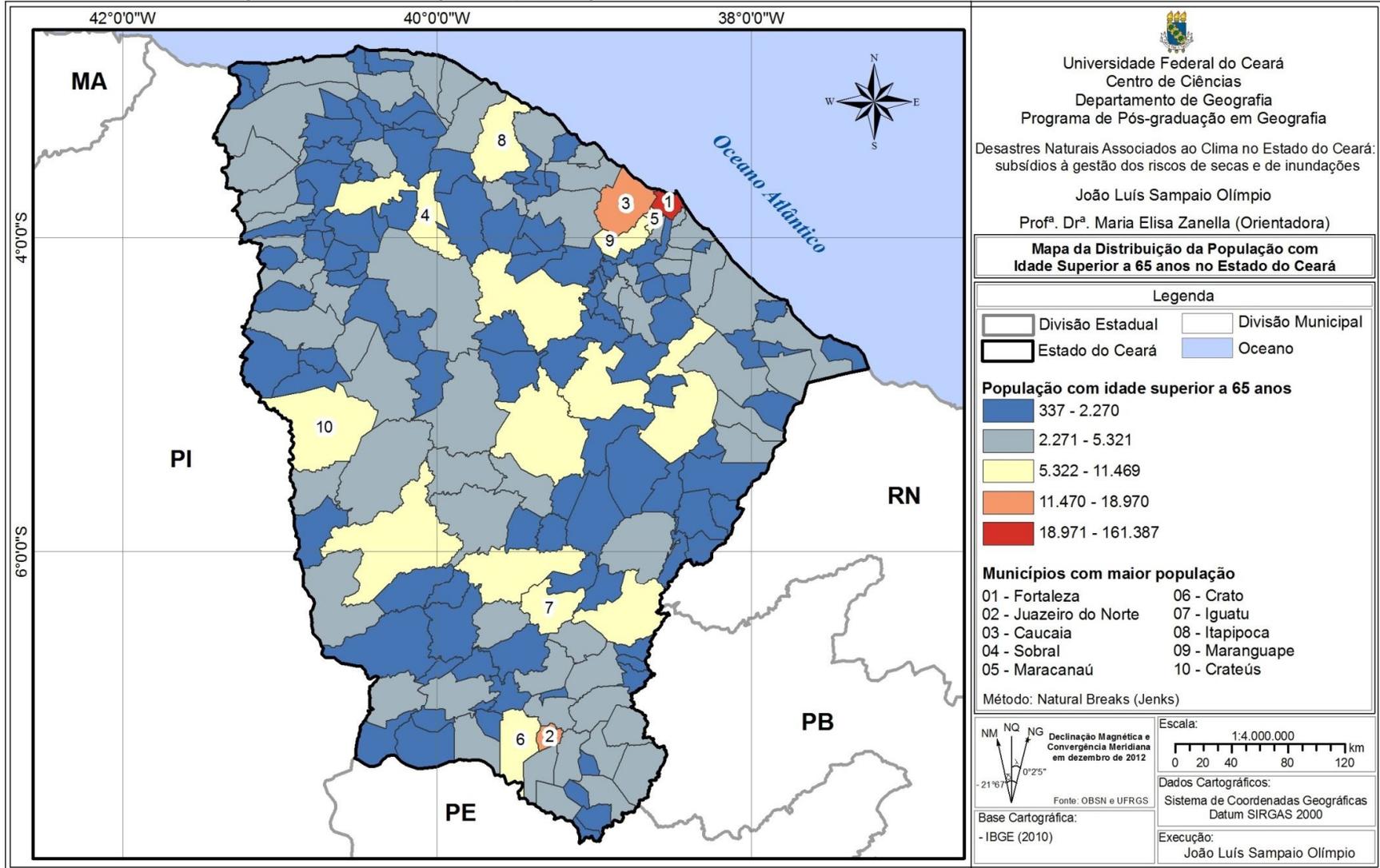


Figura 49 – Distribuição da população com idade superior a 65 anos no estado do Ceará



Com relação aos riscos de desastres naturais, há uma tendência que nos espaços onde haja uma maior quantidade de pessoas haja uma maior possibilidade de ocorrência de desastres. Do mesmo modo, uma maior quantidade de pessoas com idades inferiores a 14 anos e superiores a 65 implicará em um maior risco, uma vez estes indivíduos apresentam condições físicas e, genericamente, psicológicas mais vulneráveis para resistir às manifestações de um evento natural perigoso.

5.3.2 Renda

A renda mensal média dos domicílios cearenses é de 551,61 reais, sendo que nas áreas urbanas este valor eleva-se para 651,33 reais e nas zonas rurais decresce para 227,05 reais (IBGE, 2010).

Ressalta-se que 61,40% das famílias residentes encontram-se economicamente na classe C, ou seja, tem um rendimento mensal de até 2 salários mínimo (SM), sendo que 4,36% não possuem renda alguma. De forma contrária, apenas 1,79% está na classe A e 3,01% na B, relevando o quadro de extrema desigualdade econômica, e por sua vez social, vigente no estado (Tabela 4).

Tabela 4 - Domicílios particulares permanentes por rendimento mensal

Rendimento	Domicílios	Percentagem em relação ao total de domicílios
Sem rendimento	103.114	4,36
1/2 salário mínimo	258.225	10,92
1/2 a 1 salário mínimo	410.040	17,34
1 a 2 salários mínimos	680.687	28,78
2 a 5 salários mínimos	628.881	26,59
5 a 10 salários mínimos	170.781	7,22
10 a 20 salários mínimos	71.149	3,01
20 salários mínimos	42.226	1,79

Fonte de dados: IBGE, 2010.

Também se considerou a variável “*Pessoas com renda mensal inferior a um salário mínimo*”. Os dados confirmam que há uma estreita correlação entre a quantidade total de residentes e de indivíduos nesta situação econômica, ou seja, concentram-se em Fortaleza e nos municípios da RMF, seguindo pelas cidades de médio porte (Figura 50), padrão observado entre as macrorregiões (Tabela 5).

Figura 50 – Distribuição dos indivíduos com renda mensal inferior a um salário mínimo no estado do Ceará

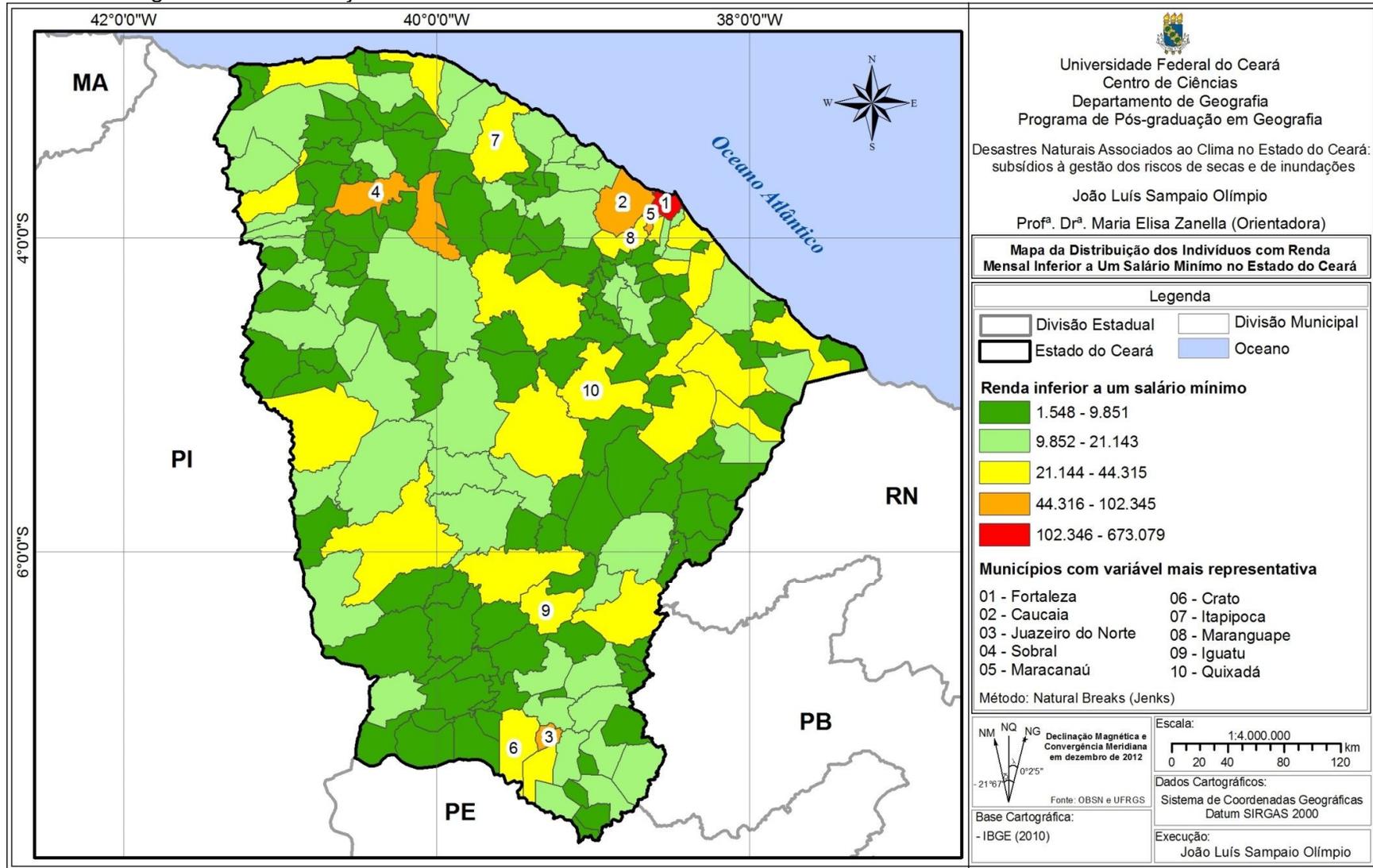


Tabela 5 - Distribuição da renda mensal inferior a 1 SM entre as macrorregiões

Macrorregiões	População com renda mensal inferior a um SM	Município da Macrorregião com maior quantidade de pessoas com renda mensal inferior a um SM
RMF	1.069.966	Fortaleza
Sobral-Ibiapaba	334.792	Sobral
Litoral Oeste	316.077	Itapipoca
Baturité	913.62	Baturité
Litoral Leste-Jaguaribe	238.093	Russas
Sertão Central	228.442	Quixadá
Sertão dos Inhamus	180.501	Crateús
Sertão Centro-Sul	177.009	Iguatu
Cariari	347.951	Juazeiro do Norte

Fonte de dados: IBGE, 2010.

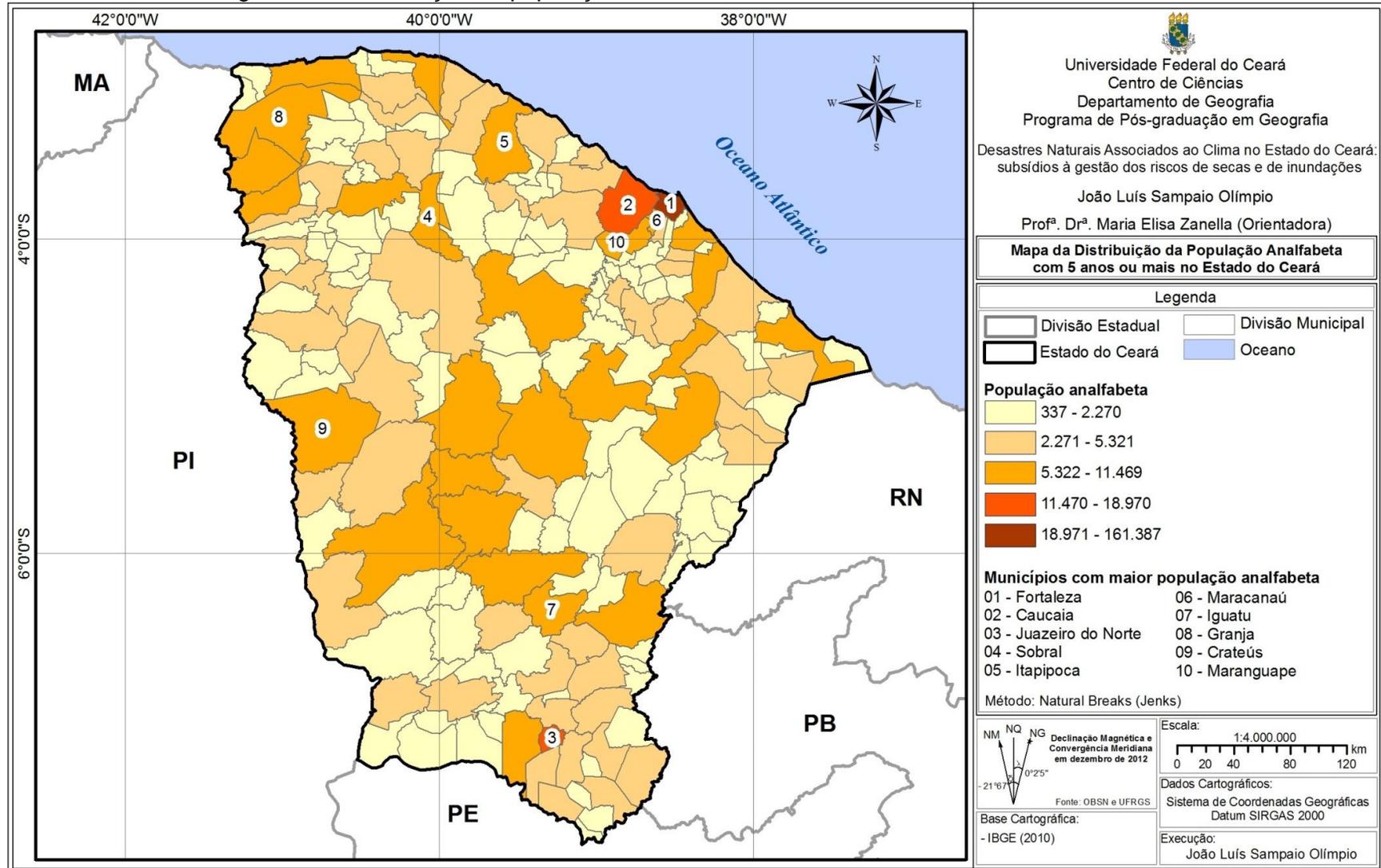
Porém, considerando a porcentagem de pessoas com renda inferior a um salário mínimo e a quantidade absoluta de residentes, observa-se que os municípios com maior destaque são: Santa Quitéria (54,69%), Santana do Acaraú (54,47%), Óros (48,27%), Quixeló (47,81%), Palhano (46,47%) e Jaguaruana (46,43%). Tais números revelam a gravidade da situação econômica ao indicar que em alguns casos a maioria da população possui renda mensal inferior a um SM, logo estando em situação de pobreza. Provavelmente, estes rendimentos são originários de programas de assistência social e de pequenos serviços prestados, mas sem regularidade e garantias trabalhistas.

5.3.3 Educação

Em 2010, o estado do Ceará possuía 1.404.852 pessoas com 5 anos ou mais de idade analfabetas, concentradas, sobretudo, nas cidades da RMF, nos municípios de médio porte, como Juazeiro do Norte, Sobral e Iguatu, além de cidades de influência local, a exemplo de Crateús e Itapipoca (Figura 51).

A relação deste grupo com a população total apresenta uma distribuição espacial diferente e, grosso modo, inversa a esta. Neste sentido, os municípios que em termos absolutos apresentam um maior número de pessoas analfabetas também possuem a menor porcentagem em relação ao total populacional. Em contrapartida, os municípios de menor porte populacional e econômico apresentam uma maior porcentagem de analfabetos, destacando-se Santana do Acaraú (41,59%), Salitre (32,55%), Santa Quitéria (32,38%), Granja (32,11%) e Quixelô (31,35%).

Figura 51 – Distribuição da população analfabeta com 5 anos ou mais no estado do Ceará



Os municípios que se encontram nesta situação apresentam uma menor oferta de ensino em termos quantitativos e qualitativos, além de uma maior dificuldade em garantir a permanência dos estudantes na escola, uma vez que em função das condições socioeconômicas muitos a abandonam para trabalhar.

Diversos fatores influenciam na percepção dos riscos, entre eles está o nível de instrução. Considera-se que os indivíduos com menor nível educacional estão mais propensos a serem impactados de forma mais agressiva pelos eventos naturais perigosos. Enfatiza-se que há uma generalização sobre a análise exclusiva deste critério, pois fatores como experiência vivida, acesso à informação, idade, entre outros, podem influenciar na percepção dos riscos.

5.3.4 Saúde

Para a análise da saúde do estado foram empregados os dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) sobre a distribuição dos estabelecimentos e dos profissionais de saúde, a partir das informações fornecidas pela Secretaria de Saúde do Estado do Ceará.

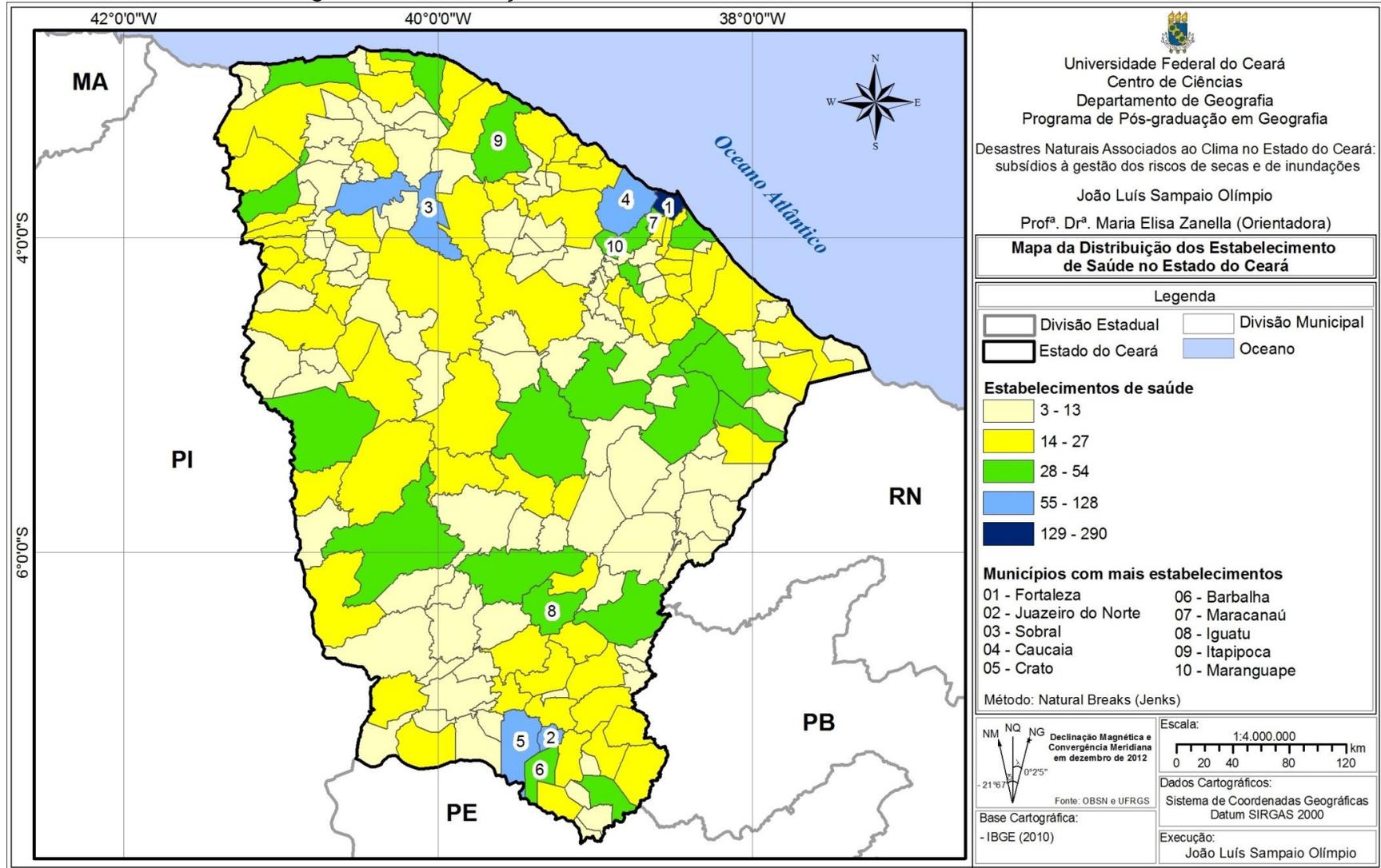
Com respeito ao número de estabelecimentos de saúde que prestam serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS), o estado possuía 3.405, concentrados nas cidades de maior importância de cada região do Ceará. Além disso, nos municípios de influência local há a concentração destes estabelecimentos, em detrimento a uma menor quantidade nos municípios do entorno (Figura 52). Esta situação é observada inclusive na RMF, onde cidades que possuem uma população e uma oferta de serviços públicos significativos, não possuem estabelecimentos suficientes, ficando na dependência dos municípios que os detêm (Tabela 6).

Tabela 6 - Distribuição dos estabelecimentos de saúde no estado do Ceará

Macrorregiões	Estabelecimentos de Saúde	Município da Macrorregião com maior número de Estabelecimentos
RMF	664	Fortaleza
Litoral Oeste	442	Itapipoca
Sobral-Ibiapaba	473	Sobral
Baturité	184	Redenção
Litoral Leste-Jaguaribe	289	Russas
Sertão Central	276	Quixeramobim
Sertão dos Inhamus	250	Tauá
Sertão Centro-Sul	249	Iguatu
Cariri	578	Juazeiro do Norte

Fonte de dados: IPECE, 2010.

Figura 52 – Distribuição dos estabelecimentos de saúde no estado do Ceará



No que tange ao número de profissionais de saúde, há uma maior quantidade na RMF e na região do Cariri, uma vez que ambas, além de serem centros populacionais e econômicos, também são locais formadores destes profissionais e polos de serviços médicos (Figura 53; Tabela 7). Considerando a relação entre número de médicos e o total populacional, observa-se que a RMF é a que apresenta melhor relação, tendo um médico a cada 118 pessoas, enquanto o Litoral Leste-Jaguaribe possui a pior, contendo um médico para 5.411 indivíduos.

Tabela 7 – Distribuição dos profissionais de saúde entre as macrorregiões do Ceará

Macrorregiões	Médicos	Dentistas	Enfermeiros	Ag. De Saúde	Auxiliares/Técnicos/Atendentes	Outros
RMF	5.738	1.040	2.375	4.535	8.539	2.831
Litoral Oeste	562	233	425	1.578	1.528	292
Sobral-Ibiapaba	785	265	608	1.804	1.865	386
Baturité	294	123	139	545	665	124
Litoral Leste-Jaguaribe	532	179	290	1.195	1.299	224
Sertão Central	433	159	304	1.395	1.298	262
Sertão dos Inhamus	341	134	217	1.127	892	203
Sertão Centro-Sul	326	116	201	1.021	862	207
Cariri	1.239	388	559	1.930	1.992	538

Fonte de dados: IPECE, 2010.

5.3.5 Abastecimento de água

Os critérios abaixo analisados têm por objetivo examinar as condições de salubridade ambiental em que vivem a população residente no Ceará, de modo que não só indicam a suscetibilidade aos impactos ocasionados por eventos naturais severos, mas também apontam o estado de qualidade de vida. Deste modo, foram selecionadas as variáveis coleta de lixo, abastecimento de água e esgotamento sanitário, todos por domicílio particular permanente.

Assim como os demais serviços públicos, há um maior número de domicílios com abastecimento de água canalizada nos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Maranguape na RMF, em Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha na região do Cariri e nas cidades de Sobral e Iguatu (Figura 54).

Com relação às formas de abastecimento de água por tipo de uso do espaço, observa-se que nas zonas urbanas 90,51% dos domicílios são atendidos por água canalizada da rede geral, seguido pelos que utilizam água de poços e nascente (Tabela 8). Já nos domicílios das áreas rurais, 33,97% dos mesmos adquirem a água por meio da rede geral de abastecimento. Outros 21,12% utilizam poços e nascentes inseridos em suas propriedades e 18,61% fora das mesmas.

Figura 53 – Distribuição dos profissionais de saúde no estado do Ceará

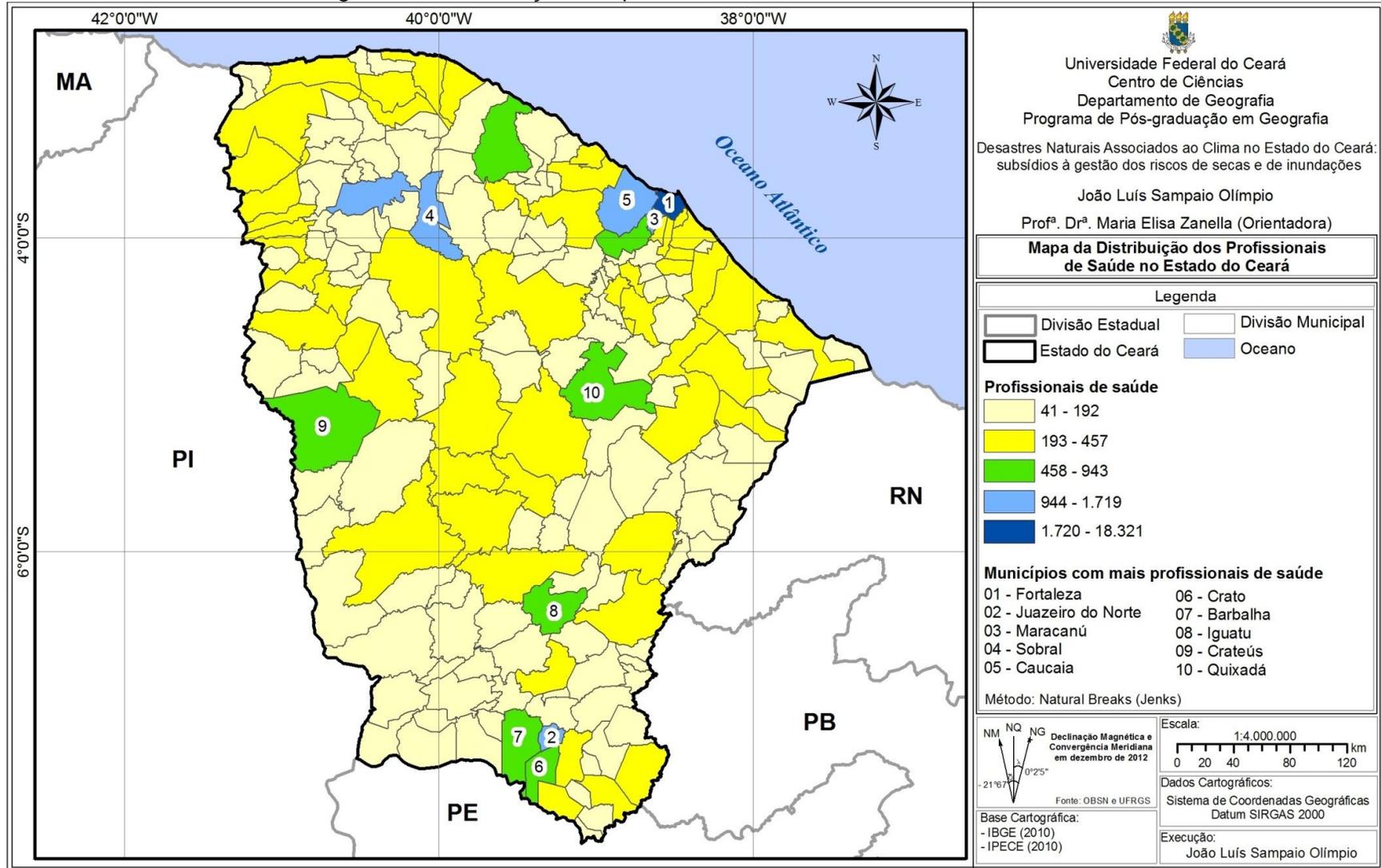
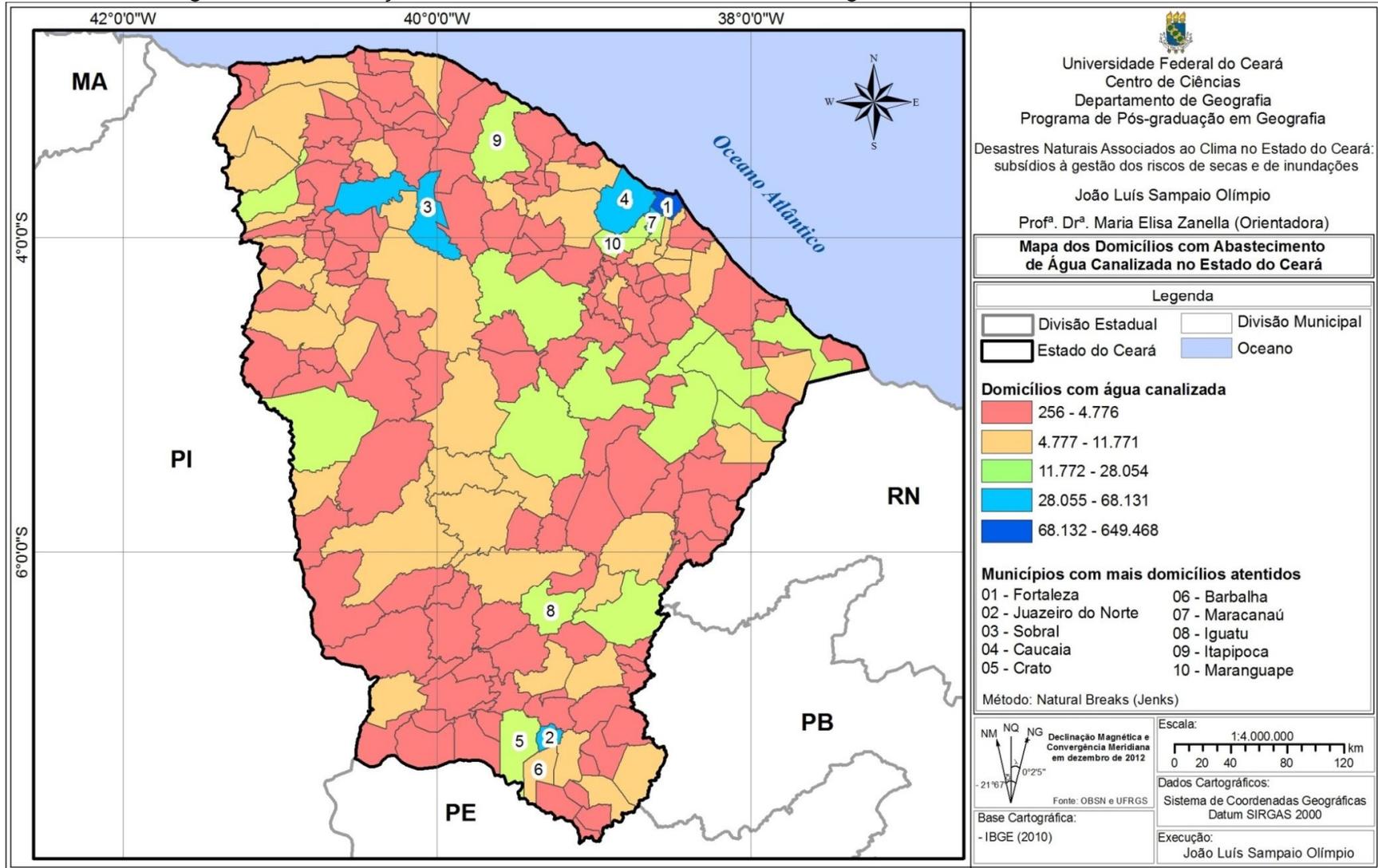


Figura 54 – Distribuição dos domicílios com abastecimento de água canalizada no estado do Ceará



Entre os demais meios destaca-se que havia 28.468 (05,12%) domicílios que obtinham água através de carros pipas, número que se amplia nos anos de seca. Observa-se que muitos municípios apresentam uma quantidade considerável de domicílios abastecidos por este meio, destacando-se Parambu, Independência, Tauá e Aiuaba na região dos Inhamus, Canindé e Santa Quitéria no Sertão Central, Ocara em Baturité e Morada Nova e Aracati no Litoral Leste-Jaguaribe.

Tabela 8 – Formas de abastecimento de água por situação dos domicílios no estado do Ceará

Forma de Abastecimento de Água	Situação do Domicílio		
	Urbano	Rural	Total
Rede geral	1.637.739	188.810	1.826.549
Poço ou nascente na propriedade	103.791	117.370	221.161
Poço ou nascente fora da propriedade	34.932	103.418	138.350
Carro-pipa	3.194	28.468	31.662
Água da chuva armazenada em cisterna	1.189	20.232	21.421
Água da chuva armazenada de outra forma	272	1.543	1.815
Rio, açude, lago ou igarapé	7.260	81.422	88.682
Poço ou nascente na aldeia	0	170	170
Poço ou nascente fora da aldeia	0	7	7
Outra	21.117	14.342	35.459
Total	1.809.494	555.782	2.365.276

Fonte: IBGE, 2010.

Por outro lado, apenas 20.232 (03,64%) domicílios armazenam água em cisternas, tecnologia que pode garantir a água potável para as necessidades básicas de uma família durante o período de estiagem.

5.3.6 Coleta de lixo

Com respeito à coleta de lixo, 75,84% é colhido, sendo que deste montante 80,93% é coletado por serviços de limpeza e 19,07% é armazenado em caçamba. O restante é queimado (17,07%), enterrado (0,78%), jogado em logradouro (6,42%) ou têm outros destinos (0,26%). Destaca-se 5.858 (0,12%) domicílios declaram que jogam o lixo nos corpos hídricos (Tabela 9).

Em termos de oferta, observa-se uma relação direta deste serviço com o total populacional, ou seja, os municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Pacatuba na RMF, Juazeiro do Norte e Crato na RMC, além de Sobral, Iguatu e Itapipoca apresentam uma maior cobertura (Figura 55).

Figura 55 – Distribuição dos domicílios com coleta de lixo no estado do Ceará

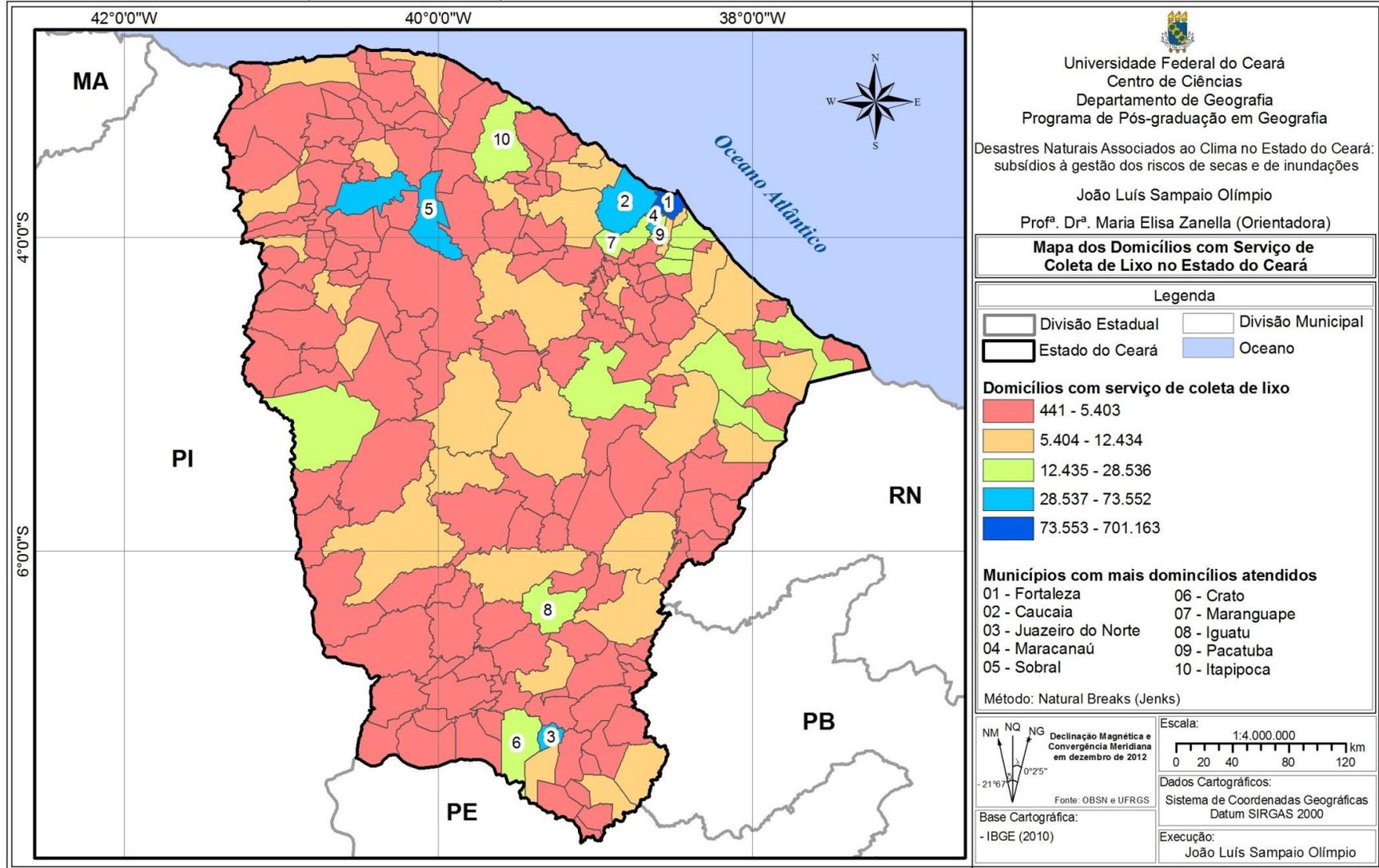


Tabela 9 – Destino do lixo nos domicílios do estado do Ceará

Destino do Lixo	Situação do Domicílio		
	Urbana	Rural	Total
Coletado	3.398.826	165.170	3.563.996
Coletado por serviço de limpeza	2.773.886	110.280	2.884.166
Coletado em caçamba de serviço de limpeza	624.940	54.890	679.830
Queimado (na propriedade)	121.028	686.698	807.726
Enterrado (na propriedade)	8.096	28.908	37.004
Jogado em terreno baldio ou logradouro	82.848	220.756	303.604
Jogado em rio, lago ou mar	3.576	2.282	5.858
Outro destino	4.614	7.750	12.364

Fonte: IBGE, 2010.

É comum em muitas cidades interioranas a realização da coleta do lixo por carroças, sem nenhuma forma de segurança para os trabalhadores. Além disso, os resíduos são destinados para lixões, onde não há meios para a proteção e monitoramento ambiental.

Nas zonas rurais predomina o acúmulo do lixo em um determinado setor da propriedade, para em seguida ser queimado. Esta é a solução mais comum e prática empregada, entretanto pode ocasionar transtornos à qualidade ambiental, como a atração de vetores de doenças e de animais silvestres, contaminação do solo e da água, mau cheiro e geração de fumaça.

5.3.7 Esgotamento sanitário

Novamente, há um maior número de domicílios atendidos pela rede geral de esgotamento sanitário nas principais cidades do estado. Também há municípios que estão entre os mais populosos, mas que apresentam uma menor oferta do referido serviço, a exemplo de Iguatu, Maranguape e Itapipoca (Figura 56).

Contudo, considerando a relação entre o total de domicílios e aqueles que possuem esgotamento sanitário, observa-se que as cidades com maior coberturas são Sobral, Pacatuba, Forquilha, Fortaleza, Brejo Santo, Penaforte e Maracanaú. Enquanto as piores coberturas encontram-se nos municípios de Ararendá, Itaiçaba, Pindoretama, Carnaubal, Fortim, Chorozinho e Iraporanga.

Nas cidades 42,59% dos domicílios são atendidos pela rede geral de esgoto, enquanto 40,67% utilizavam fossa rudimentar. Já nas zonas rurais a fossa rudimentar é a principal forma de destinação dos dejetos, abarcando 60,90% dos domicílios, enquanto 0,76% são atendidos pela rede de esgotamento (Tabela 10).

Figura 56 – Distribuição dos domicílios atendidos pela rede geral do esgoto no estado do Ceará

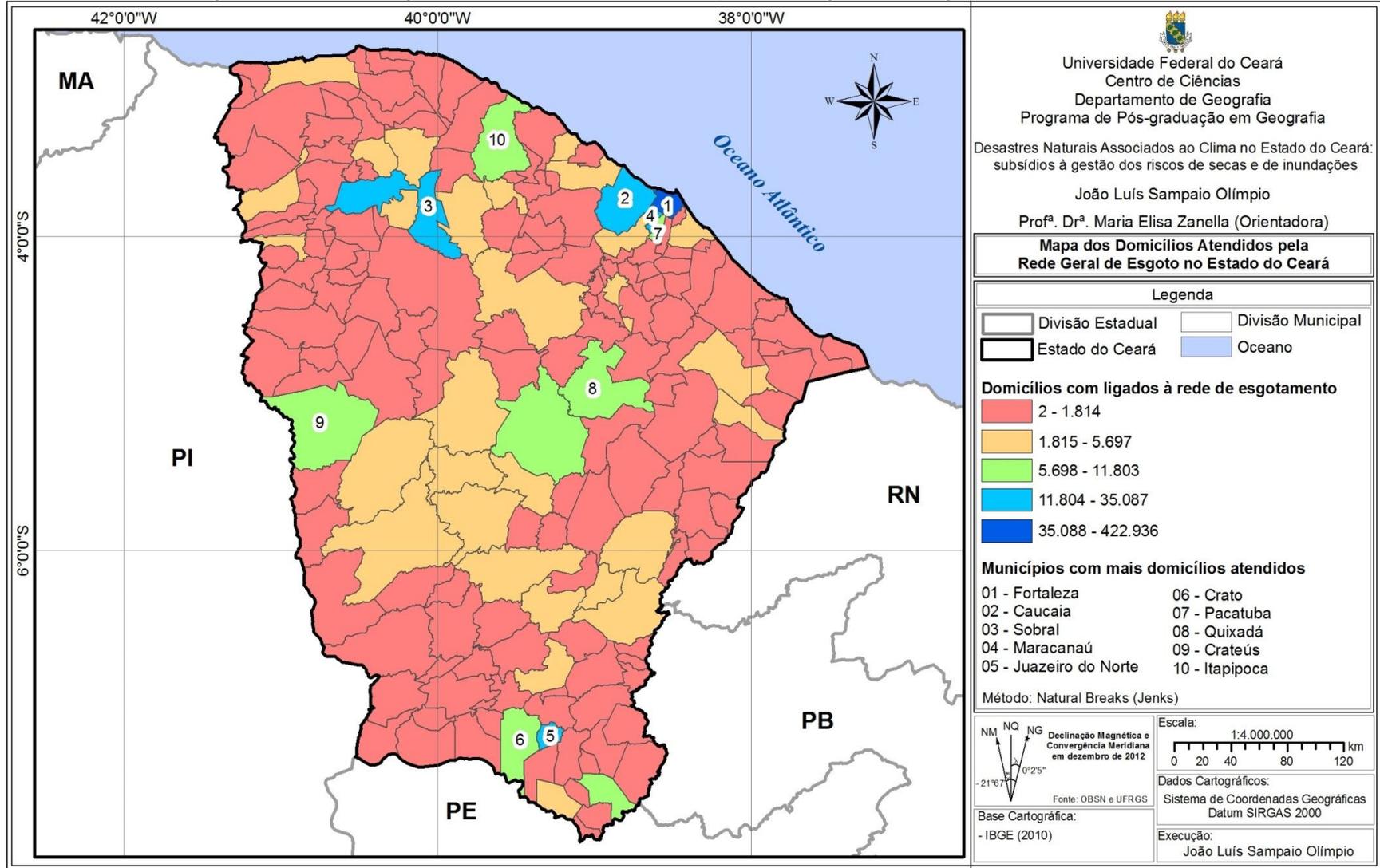


Tabela 10 – Tipos de esgotamento por a situação do domicílio no estado do Ceará

Tipos de Esgotamento	Total	Urbano	Rural
Rede geral de esgoto ou pluvial	774.879	770.661	4.218
Fossa séptica	251.195	216.096	35.099
Fossa rudimentar	1.074.455	735.981	338.474
Vala	39.674	24.138	15.536
Rio, lago ou mar	17.071	16.213	858
Outro tipo	36.718	17.451	19.267
Não tinham	171.284	28.954	140.224
Total	2.365.276	1.809.494	555.782

Fonte: IBGE, 2010.

5.4 A Vulnerabilidade Social aos Desastres Naturais no Estado do Ceará

O mapeamento da vulnerabilidade social, a partir da análise e integração de indicadores sociais, econômicos e de acesso aos serviços públicos básicos, permite a identificação das diferenciações socioespaciais presentes em um determinado espaço, de modo a indicar quais são as áreas e os indivíduos que apresentam as piores e melhores condições de vida, refletindo diretamente na resistência, na resiliência e na exposição da população aos eventos naturais adversos, gerando níveis diferenciados de risco.

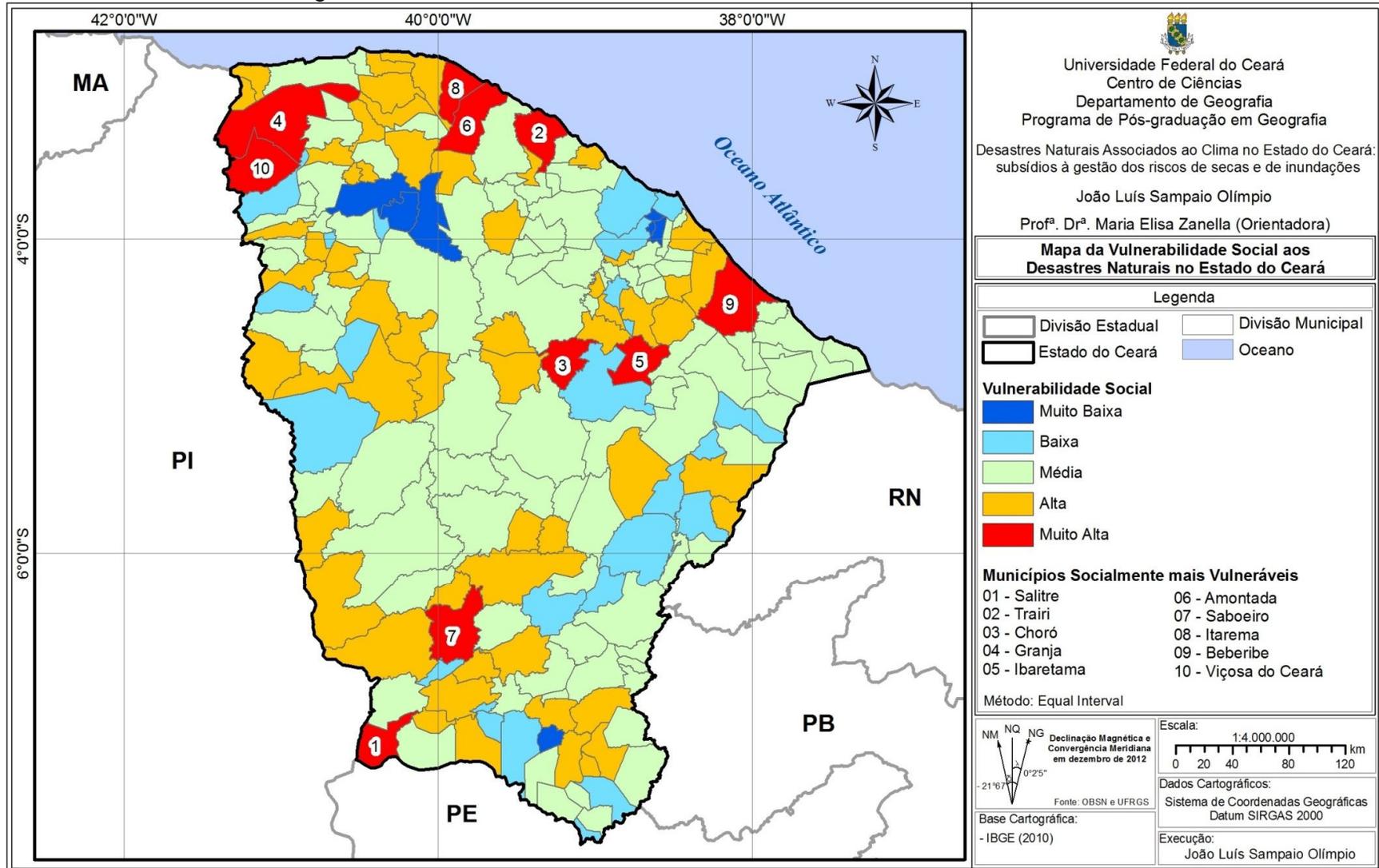
A determinação da vulnerabilidade social ocorreu a partir da construção do Índice Municipal de Vulnerabilidade Social (IMVS) por meio da análise de 14 indicadores. Este apresenta uma relação comparativa entre as situações de vulnerabilidade vivenciadas entre os municípios do Ceará.

Ressalta-se que em cada município haverá, entre as variáveis selecionadas, aquelas que induziram de forma mais ou menos intensiva na formação da vulnerabilidade, de modo que para um determinado município uma variável terá maior importância, enquanto em outro poderá haver outra variável que implicará em uma maior vulnerabilidade. A figura 57 apresenta a espacialização dos resultados obtidos através IMVS.

Vale ressaltar que a determinação da vulnerabilidade foi realizada em escala estadual tendo os municípios como as unidades de análise. Assim, em um exame em maior escala, certamente haverá desigualdades socioespaciais entre os grupos sociais que os habitam, mas que são generalizados na escala empregada.

A análise espacial permite observar que há o predomínio de municípios com vulnerabilidade social de intensidade média, totalizando 87 municípios (47,28%), seguindo pelos de alta com 58 (31,52%).

Figura 57 – Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais no Estado do Ceará



No primeiro caso, os municípios estão presentes em todas as regiões do estado, mas, sobretudo nos Sertões Central e do Centro-sul e no Litoral Leste-Jaguaribe. Grosso modo, nesta classe encontram-se aqueles que apresentam o PIB e a renda média *per capital* menores, reduzida oferta dos serviços de saúde e esgotamento sanitário. Por outro lado, os dados relativos à quantidade de pessoas (total, jovens e idosas) reduzem o nível de vulnerabilidade social.

Já nos municípios de vulnerabilidade alta, além dos fatores citados na classe anterior, somam-se a maior participação das variáveis “abastecimento de água canalizada” e “coleta de lixo por serviço de limpeza”, os quais apresentam menor cobertura nestes municípios.

Em seguida 24 (13,04%) municípios apresentam vulnerabilidade social baixa, incluindo Fortaleza, Caucaia, Maranguape, Crato, Quixadá e Crateús, cidades de maior destaque em âmbito estadual.

No primeiro a maior oferta de serviços públicos de saúde e de infraestrutura reduz a vulnerabilidade, mesmo que de baixa qualidade apresenta melhores condições em relação aos demais municípios. No entanto, entre as variáveis selecionadas têm uma maior importância às relacionadas à quantidade de indivíduos e o número de pessoas com baixa escolaridade. Ressalta-se que em termos quantitativos, Fortaleza apresenta o maior número de indivíduos em situação de vulnerabilidade social alta, muitos dos quais afetados periodicamente pelas inundações das bacias urbanas e pontualmente por deslizamentos de terras. Ressalta-se que atualmente, em função do sistema de abastecimento de água, a cidade apresenta-se pouca exposta às crises induzidas pela escassez hídrica.

Há 10 municípios em situação de vulnerabilidade social muito alta. Neste ocorrem as piores situações sociais, econômicas e de acesso aos serviços públicos, de modo que apresentam reduzida resistência e resiliência aos fenômenos adversos, como crises econômicas, agravamento das condições sociais, eventos naturais perigosos, entre outros, refletindo em uma maior probabilidade de constituição dos desastres, incluindo os naturais.

Salitre, na região do Cariri, é o município mais vulnerável do estado, tendo em vista que possui a menor oferta de abastecimento de água canalizada e encontra-se entre as piores situações nos critérios renda das mulheres, quantidade de profissionais de saúde e cobertura do esgotamento sanitário.

A região costeira apresenta cinco municípios nesta situação. Aparentemente estes possuem condições econômicas melhores, principalmente em função da imagem trabalhada pelo turismo. No entanto, os benefícios desta atividade são apropriados por uma pequena parcela da população, e ainda assim de forma desigual. Além disso, nestes municípios a maioria da população adquire suas rendas da atividade agropecuária, que como visto apresenta baixo retorno e elevado risco. Também contribui a reduzida cobertura dos serviços de esgotamento, abastecimento de água e coleta de lixo, principalmente nas comunidades rurais.

Por fim, apenas 5 municípios possuem vulnerabilidade social muito baixa, a saber: Pacatuba e Maracanaú da RMF, Sobral e Forquilha da região de Sobral-Ibiapaba e Juazeiro do Norte no Cariri.

Pacatuba e Maracanaú apresentam condições particulares, por estarem na RMF, logo apresentam uma maior cobertura de serviços públicos básicos. Além disso, o último possui o principal distrito industrial no estado, portanto apresenta melhores condições econômicas, maior oferta de serviços de saúde e educação e uma renda média mais satisfatória.

Já Sobral e Juazeiro do Norte são os principais municípios do estado fora da RMF, tendo uma área de influência local e regional consolidada.

O primeiro é o município socialmente menos vulnerável. Apresenta à quarta economia do estado, por ser um centro comercial e prestador de serviços, exercendo forte influência sobre a região norte do Ceará e sobre os municípios do estado do Piauí. Possui algumas indústrias de porte significativo, destacando-se as voltadas ao setor calçadista, alimentício e produtor de cimento. Estes fatores permitem que a renda média dos homens e mulheres seja a quarta maior do estado. Também é um polo educacional e de saúde em âmbito regional. Obviamente, em uma escala de maior detalhe é observado a presença de áreas de risco, em plena expansão, às margens do rio Acaraú.

Juazeiro do Norte é um centro comercial, de saúde, educacional e industrial, principalmente têxtil e calçadista. Sua vulnerabilidade é, em parte, associada aos romeiros pobres originários de outros municípios cearenses ou estados que se estabeleceram em Juazeiro do Norte, seja pelo desejo de morar perto do santo de devoção, seja por não terem recursos financeiros para retornar. A situação de baixa vulnerabilidade resulta, sobretudo, da cobertura dos serviços de coleta de lixo, estabelecimentos e profissionais de saúde, PIB e renda.

6 ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS DESASTRES NATURAIS ASSOCIADOS À DINÂMICA CLIMÁTICA

De acordo com os dados da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), no estado do Ceará foram emitidas 1.471 Portarias de reconhecimento da Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP), sendo que 1.467 foram decorrentes de eventos naturais associados à dinâmica climática. Também houveram 4 decretações de SE relacionadas à intensificação dos processos erosivos na zona litorânea (Caucaia e Icapuí) (Apêndice A) e no baixo curso do rio Jaguaribe (Aracati). Deste modo, os desvios positivos e negativos da pluviosidade são os principais responsáveis pelos registros de SE e ECP no estado do Ceará (MONTEIRO, 2011), fruto da variabilidade climática da região semiárida nordestina (Tabela 11).

Tabela 11 – Distribuição das Portarias de reconhecimento de SE e ECP

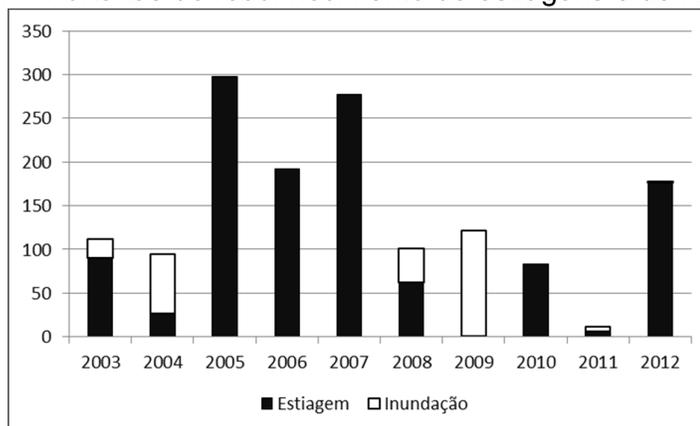
Anos	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Estiagem	90	27	298	192	277	62	1	83	6	176	1.212
Enchente	22	67	-	-	-	39	107	-	2	-	237
Enxurrada	-	-	-	-	-	-	14	-	3	1	18
Erosão Marinha	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	3
Erosão Fluvial	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Total	112	94	298	192	278	101	123	84	12	177	1.471

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2012.

As estiagens e as secas são os eventos naturais mais frequentes e significativos na série histórica analisada, distribuindo-se por todo o estado, mas principalmente nos municípios do sertão semiárido, caracterizado por um espaço natural extremamente frágil e bastante degradado, além de habitado por uma parcela significativa da população mais vulnerável às manifestações destes eventos. Por outro lado, a região em estudo também é suscetível aos eventos pluviais concentrados ou por uma quadra chuvosa muito intensa, expondo as pessoas usuárias das planícies de inundações dos corpos hídricos (Gráfico 1).

Enfatiza-se que o mapeamento dos municípios mais afetados pelos desastres naturais é um elemento de análise essencial para a gestão dos riscos de desastres naturais, uma vez que indica a fragilidade do meio às adversidades naturais, bem como dá indícios dos fatores sociais, econômicos e culturais construtores de uma vulnerabilidade, podendo auxiliar as atividades dos órgãos competentes, principalmente na adoção de medidas de prevenção e preparação.

Gráfico 1 – Portarias de reconhecimento de estiagens e de inundações



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2012.

6.1 Distribuição espaço-temporal das estiagens e secas

Conforme Oliveira (2006), as secas foram definidas pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação como um fenômeno que ocorre naturalmente quando a precipitação registrada é significativamente inferior aos valores normais, provocando desequilíbrio hídrico e afetando os sistemas de produção dos recursos naturais.

De acordo com o Glossário de Defesa Civil e Estudos de Riscos de Medicina dos Desastres (CASTRO, CALHEIROS, MOURA, 2004) o conceito de seca apresenta quatro definições, que são apresentadas abaixo:

1. Ausência prolongada, deficiência acentuada ou fraca distribuição de precipitação.
2. Período de tempo seco, suficientemente prolongado, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico.
3. Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes.
4. Numa visão socioeconômica, a seca depende muito mais das vulnerabilidades dos grupos sociais afetados que das condições climáticas (CASTRO, CALHEIROS, MOURA, 2004).

Nesta pesquisa, considerou-se que as secas são eventos naturais, que ocorrem periodicamente na região Nordeste. No entanto, não é possível dissociar o fenômeno natural das suas consequências sobre a população sertaneja, onde o quadro social, econômico, político e cultural estruturou-se sobre a escassez hídrica.

Já as estiagens correspondem ao período do ano que habitualmente é mais seco, com ausência ou redução das precipitações. Para Castro, Calheiros e Moura (2004) a estiagem corresponde ao evento natural caracterizado por um

período prolongado de baixa pluviosidade ou sua ausência, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição.

Todavia, embora as estiagens e as secas sejam fenômenos de ordem natural, as intervenções humanas na exploração dos espaços naturais vêm promovendo alterações comportamentais de tais eventos, ampliando a frequência e a intensidade dos mesmos. Para Souza (2000) a degradação ambiental da caatinga está relacionada às formas de uso e ocupação da terra que foram histórica e progressivamente cedendo espaço para os cultivos e pastagens.

Além disso, as manifestações das secas vão além da dinâmica natural, mas exercem forte impacto sobre o contexto social, econômico e ambiental (OLIVEIRA, 2006). Neste sentido, parcela da população possui uma expressiva vulnerabilidade social, decorrente da baixa capacidade de acesso à educação, às técnicas agrícolas, aos serviços de seguros, ao saneamento básico, há uma estrutura fundiária concentrada, reduzida representatividade política, hábitos errôneos, paternalismo do Estado e de representações locais, entre outros fatores.

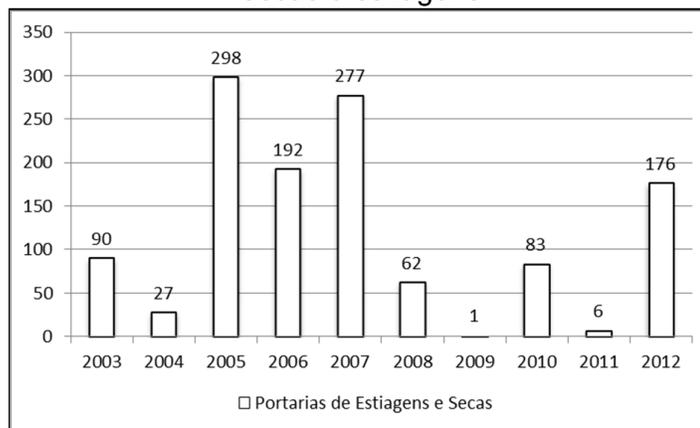
Tais condições refletem no pauperismo da população sertaneja, derivadas de suas baixas capacidades de produção, assimilação e competição no mercado, favorecendo a superexploração dos recursos naturais e humanos e a intensificação dos fluxos migratórios, além da adoção de medidas assistencialistas.

Entre os anos de 2003 a 2012, as estiagens foram responsáveis pela decretação de 1.211 SEs e 1 ECP, correspondendo a 82,39% dos registros e afetando 179 (97,28%) municípios cearenses. Ressalta-se que este fenômeno apresenta uma ampla distribuição espacial, estando presente em todas as regiões do estado, mas atingindo, sobretudo, o sertão cearense, devido às características geoambientais e aos aspectos sociais, econômicos e culturais reinantes.

Na análise da distribuição dos registros de desastres decorrentes de estiagens e secas é observado que houve decretações de desastres em todos os anos da série, porém com frequências diferenciadas entre os mesmos, que variam conforme a intensidade do período seco (Gráfico 2; Figura 58).

O ano de 2003 foi enquadrado como seco, resultando em 89 registros de SE e 01 de ECP promovidos pelas estiagens. Os impactos foram dispersos por todo o território, mas afetaram principalmente os municípios dos Sertões Central, dos Inhamus e Médio Jaguaribe. No município de Tauá foi decretado 01 ECP no mês de janeiro, o que indica que os danos refletem os efeitos da estiagem do ano anterior.

Gráfico 2 – Distribuição anual das Portarias de reconhecimento do desastre das secas e estiagens



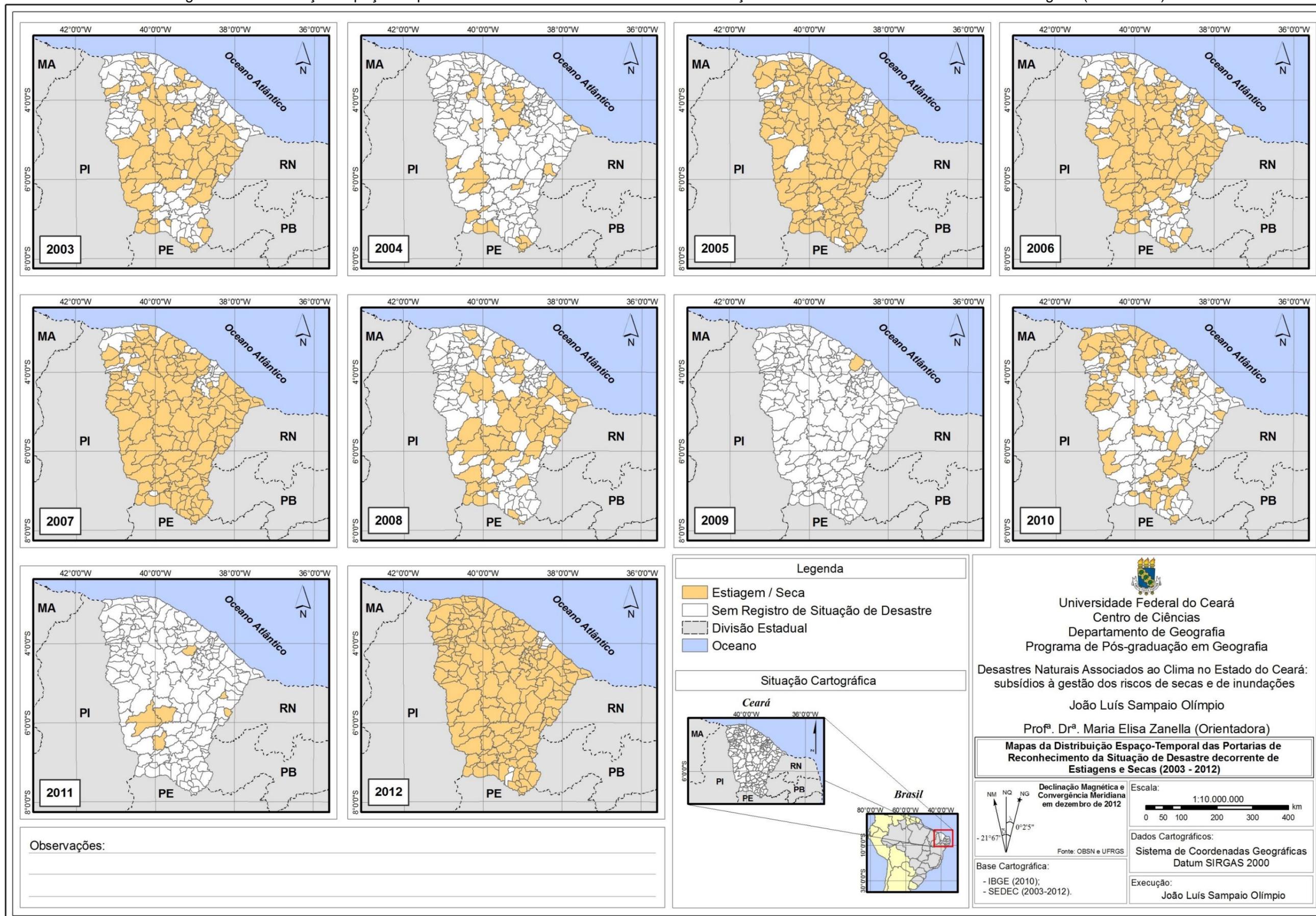
Fonte de dados: SEDEC, 2003-2012.

Em 2004, as condições atmosféricas foram favoráveis às chuvas, de modo que houve maior frequência dos registros de danos motivados pelas inundações. Contudo, também ocorreram impactos promovidos pelas estiagens, resultando na decretação de 27 SEs, concentradas nos municípios dos Sertões Central e dos Inhamus e na região do Cariri.

Entre os anos de 2005 a 2007 ocorreu uma sequência de anos seco, habitual e muito seco, respectivamente, caracterizando uma típica situação de seca, sendo responsável pelo pico de decretações de desastres naturais da série histórica analisada. Nestes anos foram reconhecidos 768 decretos de SE, sendo que apenas um não foi produzido pela escassez hídrica (a exceção foi a erosão marinha no município de Caucaia, em 2007), correspondendo a 59,35% do total de desastres naturais registrados entre os anos de 2003 a 2012.

O ano de 2005 foi o mais representativo da série histórica, tendo sido decretadas 298 SE, distribuídas por todo o território cearense e afetando a maioria dos municípios dos Sertões Central e dos Inhamus, Litoral Leste e Oeste, região do Cariri, médio Jaguaribe e Ibiapaba. Entretanto, houve uma concentração de municípios que não decretaram SE em parte da RMF e na Serra de Baturité. No primeiro caso devido ao sistema de abastecimento mais eficiente, transferindo as águas de um conjunto de reservatórios pertencentes às bacias jaguaribana e metropolitana. Já a segunda região, provavelmente, está relacionada ao ambiente serrano que devido ao fator orográfico apresenta maior disponibilidade de água.

Figura 58 – Distribuição espaço-temporal das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrentes de secas e estiagens (2003-2012)




 Universidade Federal do Ceará
 Centro de Ciências
 Departamento de Geografia
 Programa de Pós-graduação em Geografia
 Desastres Naturais Associados ao Clima no Estado do Ceará:
 subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações
 João Luís Sampaio Olímpio
 Prof^a. Dr^a. Maria Elisa Zanella (Orientadora)
Mapas da Distribuição Espaço-Temporal das Portarias de Reconhecimento da Situação de Desastre decorrente de Estiagens e Secas (2003 - 2012)

No ano de 2006 houve 192 registros de SE, concentrando-se, novamente, nos Sertões Central e dos Inhamus e médio Jaguaribe. As demais SEs ocorreram de forma dispersa pelo estado cearense.

Já em 2007 foram decretadas 278 SEs, distribuídas em todas as regiões, mas afetando com maior proeminência os Sertões Central e dos Inhamus, o médio Jaguaribe e a região do Cariri. Assim como nos anos anteriores, a RMF e a Serra de Baturité concentraram os municípios que não registraram situação de desastres decorrentes das secas.

O ano de 2008 enquadrou-se como chuvoso. Deste modo, das 134 SEs reconhecidas, apenas 62 decorreram do fenômeno da estiagem. Ressalta-se que parte destes impactos são reflexos da seca dos anos anteriores. Novamente, as regiões mais afetadas foram os Sertões Central e dos Inhamus e o médio Jaguaribe.

Já o ano de 2009 foi classificado como muito chuvoso, sendo registrado apenas uma SE decorrente da escassez hídrica no município de Caucaia. Entretanto, os danos indutores desta foram produzidos durante a estiagem do ano anterior, estando relacionados ao desabastecimento de núcleos populacionais.

A quadra chuvosa de 2010 esteve entre seca a muito seca, resultando em 83 SEs. Já em 2011 ocorreram 13 SEs, sendo que 6 estiveram relacionados às estiagens. Em ambos não houve uma concentração espacial bem definida.

O ano de 2012 foi marcado por uma seca severa, prologando-se sobre o ano seguinte. Neste contexto, 176 (95,65%) municípios tiveram reconhecidas a SE, muito dos quais a partir de um único decreto emitido pelo governo estadual. Apenas não houve situação de desastre oficialmente decretada em alguns municípios da RMF (Fortaleza, Aquiraz, Eusébio, Horizonte e Pacatuba), da Região Metropolitana do Cariri (Juazeiro do Norte e Barbalha) e no município serrano de Guaramiranga.

6.2 Distribuição espaço-temporal das inundações

As diversas formas de produção do espaço geográfico exercem forte pressão sobre a água e sobre o espaço natural, sendo realizadas, na maioria das vezes, sem considerar a vulnerabilidade das populações e do próprio ambiente. Neste sentido, as bacias hidrográficas tornam-se palco de inúmeros problemas e conflitos ambientais, repercutindo negativamente no bem-estar e na qualidade de vida das pessoas que lá residem, bem como no equilíbrio ambiental.

O impacto das inundações é um exemplo de um processo excludente da ocupação do território, onde estes espaços frágeis foram destinados às populações socialmente vulneráveis, sendo crescente a quantidade de indivíduos atingidos por estes fenômenos.

Por outro lado, no momento atual, estes mesmos ambientes também vêm sendo apropriados por indivíduos com maior poder aquisitivo, devido à valorização dos espaços naturais como meio de obtenção de uma melhor qualidade de vida associada à proximidade com a natureza, a beleza cênica e a tranquilidade, entre outros fatores, que na verdade são meios de fuga do indivíduo aos aspectos negativos do meio urbano pós-moderno (Figura 59).

Figura 59 – Ocupação com edificações de alto padrão (segunda residência) na margem esquerda do rio Jaguaribe, município de Fortim-CE



Fonte: autor.

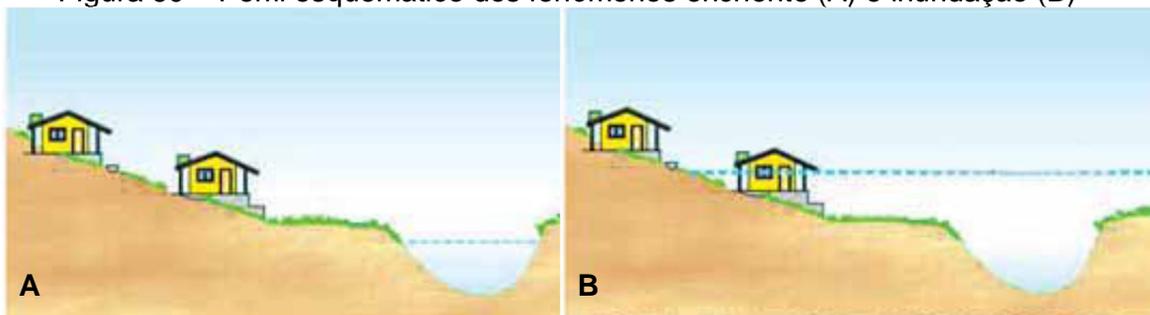
No espaço urbano, os problemas relacionados ao risco de inundações expõem de forma desigual os cidadãos, já que os aspectos sociais e econômicos condicionam o grau de vulnerabilidade das populações, portanto de resistência dos mesmos aos eventos pluviais intensos.

Do mesmo modo, as intervenções antropogênicas no espaço rural vêm promovendo significativas alterações na dinâmica natural das águas. Além disso, as técnicas e as culturas desenvolvidas nos sertões do Ceará são fatores indicadores que há uma incongruência entre a dinâmica da natureza e o processo produtivo do homem do campo. Diante da falta de água, a agricultura de sequeiro é, historicamente, a forma de produção mais comum dos campos, sendo empregada em cultivos de ciclo curto.

Com relação à definição conceitual das inundações, a presente pesquisa adotou as considerações de Castro, Calheiros e Moura (2004), as quais são utilizadas como suporte conceitual pelas defesas civis, de modo que embasam a decretação dos desastres. Deste modo as inundações são o “transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas” (CASTRO, CALHEIROS, MOURA, 2004). Elas podem ser classificadas, segundo o padrão evolutivo, em:

Enchentes ou inundações graduais - elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Segundo Pinheiro (2007) as enchentes são fenômenos naturais formados pela elevação dos níveis de um curso de água, seja este de pequena ou de grande dimensão, podendo causar inundações, ou seja, o transbordamento de água do canal principal. Neste último caso, diferencia-se enchente de inundação, sendo a primeira a elevação do nível da água de um curso d’água acarretando ou não o transbordamento da calha fluvial. Já as inundações somente ocorrem quando há o extravasamento do canal da drenagem, deste modo é um caso particular de enchente (Figura 60).

Figura 60 – Perfil esquemático dos fenômenos enchente (A) e inundação (B)



Fonte: Pinheiro, 2007.

Enxurradas ou inundações bruscas – volume de água que escoar na superfície, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas. Normalmente, estão associadas aos terrenos de alta declividade, fazendo que as águas escoem com grande volume, velocidade e alto potencial erosivo. Nos espaços urbanos este processo pode ser produzido pelas altas taxas de impermeabilização do solo e pelas superfícies menos rugosas, que favorecem o escoamento superficial.

Alagamentos - água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por precipitações pluviais em cidades com sistemas de drenagem deficientes.

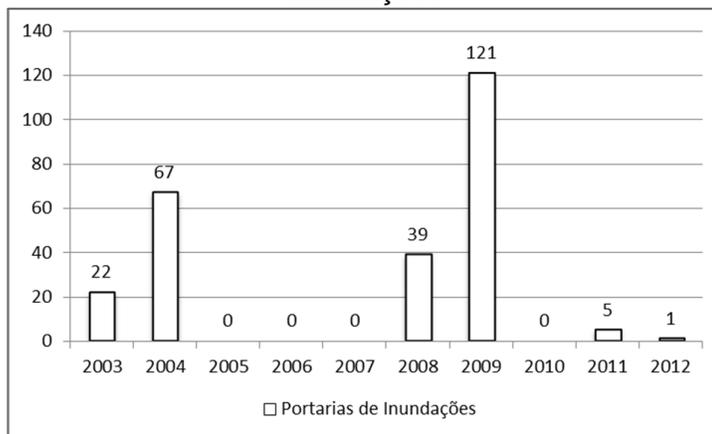
Também ocorrem nos sistemas naturais denominados por Souza *et al* (2009) de Áreas de Alagamentos Sazonais.

Inundações Litorâneas - resulta da movimentação das águas oceânicas sobre as bordas continentais. Correspondem às ressacas.

No estado do Ceará, embora todos os eventos acima ocorram, as decretações de SE ou ECP apenas foram motivadas por enchentes e enxurradas, as quais serão tratadas nesta pesquisa como inundações, dado o aspecto mais abrangente. A seguir é apresentada a evolução dos desastres de inundação, segundo as Portarias de reconhecimento emitidas entre 2003 a 2012.

As inundações promoveram 255 registros, sendo que 11 resultaram em EPC e 244 em SE, estando distribuídas entre 146 (79,35%) municípios. Deste total, as enchentes foram responsáveis por 237 desastres, impactando 135 municípios. Já as enxurradas afetam esporadicamente o território cearense, estando condicionadas aos eventos pluviais extremos e limitando-se aos municípios serranos e os situados nos sopés dos planaltos. A seguir são detalhados os desastres das inundações ocorridos no período em análise (Gráfico 3; Figura 61).

Gráfico 3 – Distribuição anual das Portarias de reconhecimento do desastre das inundações

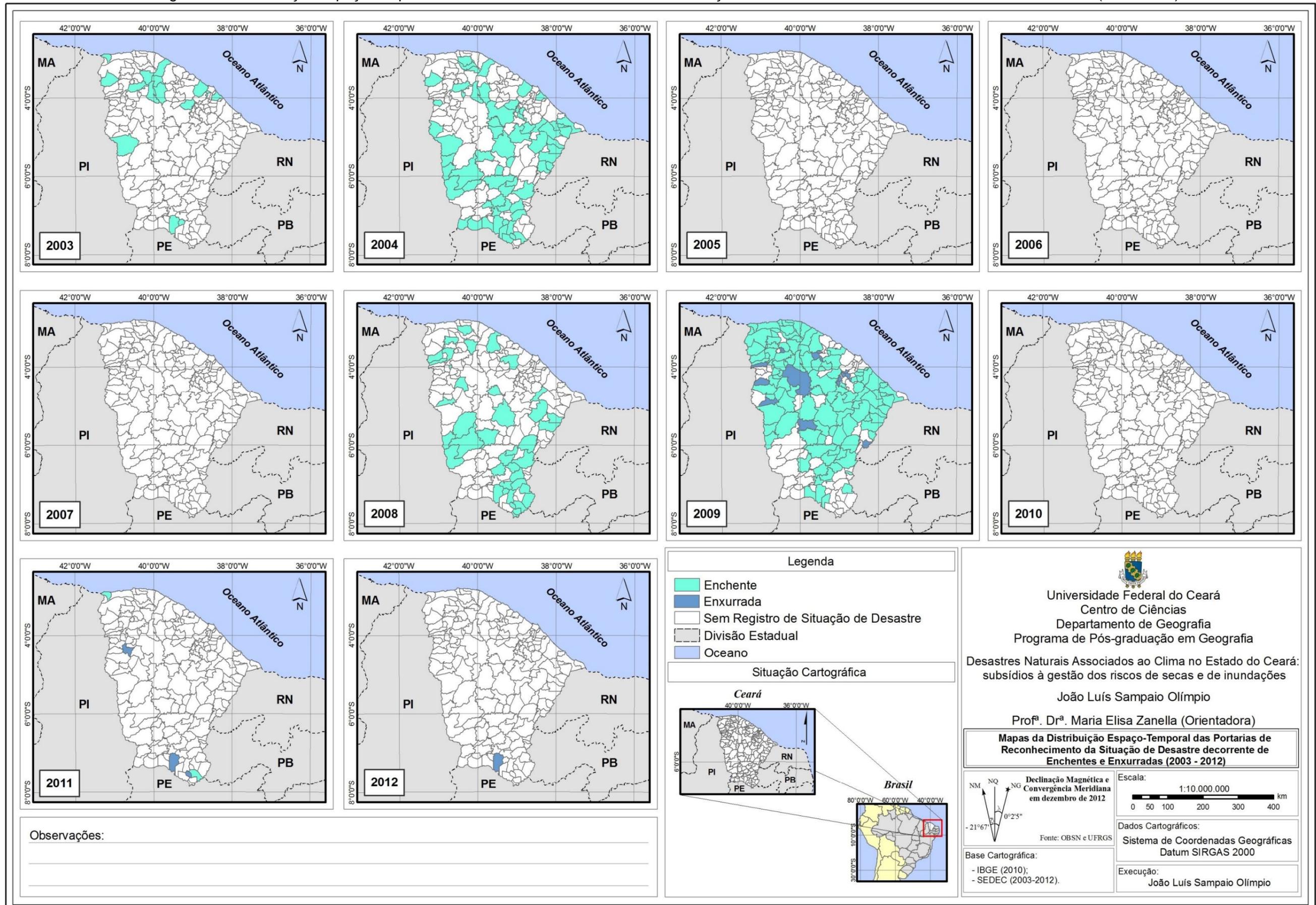


Fonte de dados: SEDEC, 2003-2012.

Dos 122 registros para o ano de 2003, houveram 22 Portarias de SE motivadas por inundações, afetando 14 municípios das bacias dos rios Aracatiaçu, Coreaú, Timonha, Salgado e da bacia metropolitana (Anexo B).

Em 2004, ano considerado chuvoso a muito chuvoso, os registros de desastres de inundações distribuíram-se por todo o Ceará, mas com maior destaque nos municípios pertencentes às bacias dos rios Jaguaribe, Banabuiú e Acaraú.

Figura 61 – Distribuição espaço-temporal das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrentes de enchentes e enxurradas (2003-2012)




 Universidade Federal do Ceará
 Centro de Ciências
 Departamento de Geografia
 Programa de Pós-graduação em Geografia
 Desastres Naturais Associados ao Clima no Estado do Ceará:
 subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações
 João Luís Sampaio Olímpio
 Prof^a. Dr^a. Maria Elisa Zanella (Orientadora)

Mapas da Distribuição Espaço-Temporal das Portarias de Reconhecimento da Situação de Desastre decorrente de Enchentes e Enxurradas (2003-2012)

Como exposto os anos de 2005, 2006 e 2007 foram anos marcados por um prolongado período de secas, não havendo registrados de desastres promovidos pelos desvios positivos da pluviosidade para este período da série.

O ano de 2008 foi chuvoso, sendo reconhecidas 39 decretações de SE motivadas pelos danos decorrentes das inundações. As bacias mais afetadas foram as dos rios Salgado, médio Jaguaribe, Acaraú, Aracatiaçu e Coreaú.

Em termos quantitativos, o ano de 2009 foi o mais significativo e de maior abrangência espacial. Foram reconhecidas 121 SEs, sendo que 107 foram motivadas pelas enchentes e 14 por enxurradas. As inundações atingiram diversos municípios em todas as bacias do estado, mas com maior ênfase nos rios Jaguaribe, Banabuiú, Aracaú, Coreaú e na bacia metropolitana. Já as enxurradas concentraram-se nos rios do maciço de Baturité e da Serra da Ibiapaba.

No ano de 2010 também não foram registrados desastres decorrentes de inundações, uma vez que este ano apresentou precipitações abaixo das médias. Em 2011, foram reconhecidas 5 Portarias de reconhecimento de decretação de SE, sendo que duas foram produzidas por enchentes que afetaram os municípios de Brejo Santo e Barroquinha. As demais foram motivadas por enxurradas nos municípios de Crato, Porteiras e Ipú.

No ano de 2012 ocorreu uma seca, de modo que apenas foi reconhecida uma situação de desastre no município de Crato, em decorrência das enxurradas produzidas pelo extravasamento das águas do canal do rio Granjeiro.

6.3 Desastres naturais: uma situação recorrente

A partir das informações obtidas verificou-se que alguns municípios apresentam recorrência na decretação de desastres associados ao clima. Esta situação indica que os eventos naturais intensos ocorrem com alta frequência, mas também adverte que a população e as instituições públicas possuem baixas resiliências, uma vez que após serem atingidas por um evento adverso, elas não têm meios para prever, prevenir e mitigar futuros desastres, a partir da experiência vivida. Assim, constantemente sofrem com os mesmos danos, tornando a situação de risco uma constante na vida das pessoas.

Dos 184 municípios cearenses, 179 tiveram reconhecidas pelo menos uma vez uma decretação de SE ou ECP motivada por escassez hídrica, além disso,

20,65% dos municípios se concentraram na classe de frequência “Baixa” e 23,91% na “Baixa a Moderada” indicando que alguns municípios são frequentemente impactados pela escassez hídrica, entretanto apresentam melhores condições para resistir os eventos de menor intensidade. Outros apresentaram frequências superiores (classes Alta e Muito Alta), mais do que a própria quantidade de anos da série histórica em análise, a exemplo de Tauá, Penaforte, Caridade e Campos Sales (Figura 62). Todavia, houve uma maior frequência na classe “Moderada”, com os municípios que tiveram reconhecidas de 04 a 06 decretações (Quadro 10).

Quadro 10 – Classes e frequência das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrente de secas e estiagens

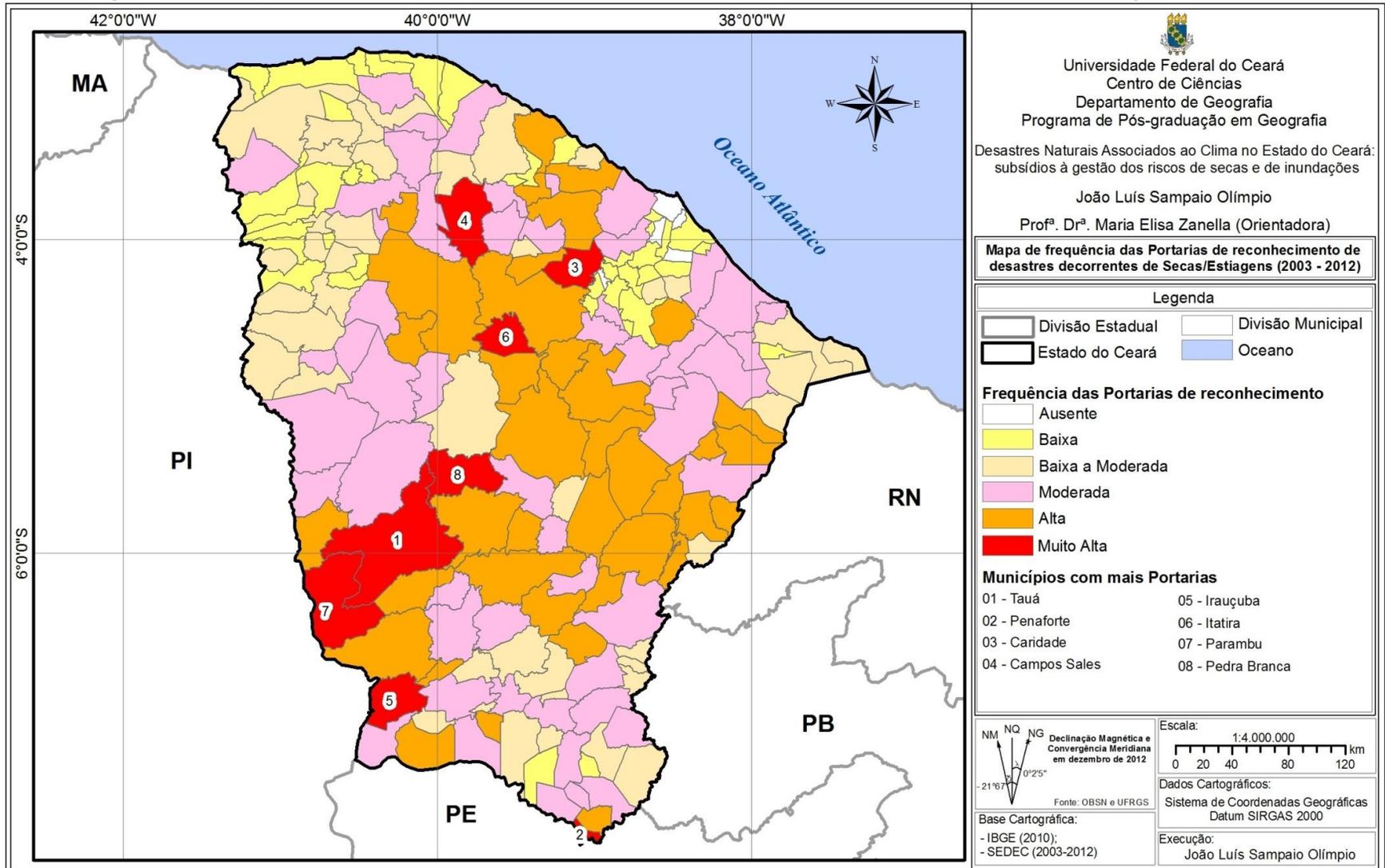
Classes	Quantidade de Portarias	Frequência	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada	Frequência Acumulada (%)
Ausente	Nenhuma	5	2,72	5	2,72
Baixa	01 + 04	38	20,65	43	23,37
Baixa a Moderada	04 + 07	44	23,91	87	47,28
Moderada	07 + 10	51	27,72	138	75,00
Alta	10 + 13	38	20,65	176	95,65
Muito Alta	13 + 16	8	4,43	184	100,00

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2012.

Os municípios com maiores frequências foram Tauá e Penaforte, os quais em sete dos dez anos da série histórica tiveram reconhecidos 16 decretos de SE ou ECP, muito dos quais indicando estado de agravamento dos impactos sentidos. As regiões mais afetadas foram os sertões dos Inhamus e Central.

Esta situação, como de outros municípios, decorre de um contexto de elevada vulnerabilidade socioambiental, marcada por um espaço natural suscetível a ocorrência das secas, além de um alto estado de degradação. Além disso, parte majoritária da população interiorana não possui meios técnicos, financeiros e conhecimento para superar as adversidades proporcionadas pela escassez hídrica. Acrescenta-se um quadro de poucas ações efetivas de prevenção de desastres realizadas pelas entidades públicas competentes. Por fim, outro fator agravante da vulnerabilidade é a própria cultura do sertanejo, habituado a conviver com um sentimento de esperança, na verdade, de passividade diante da seca, aguardando a ajuda do Poder Público e principalmente das “benesses de Deus”.

Figura 62 – Frequência das Portarias de reconhecimento de desastres decorrentes de secas/estiagens (2003-2012)



Contudo, os dados revelam que alguns municípios apresentam baixas vulnerabilidades ao fenômeno das secas. Estes se concentram na RMF, no litoral oeste e na região da Ibiapaba, devido a maior disponibilidade hídrica destas regiões. No primeiro caso, a transposição das águas da bacia do rio Jaguaribe para o complexo hídrico dos açudes Pacoti-Gavião-Riachão é uma das ações para o abastecimento das principais cidades do estado, bem como garantindo a oferta de água para as atividades produtivas, destacando as indústrias dos polos de Maracanaú e do Pecém. As outras regiões possuem clima sub-úmido e úmido, havendo uma maior disponibilidade de água nos reservatórios naturais e artificiais.

Do mesmo modo que estiagens, as inundações são desastres recorrentes nos territórios de alguns municípios (Figura 63). Os dados referentes às Portarias de reconhecimento de desastres das inundações apontam que a maioria dos municípios registrou apenas uma (41,30%) ou duas (22,28%) situações de desastres (classe Baixa e Baixa a Moderada, respectivamente). Em seguida, 15,22% registraram três a quatro situações de desastres (classe Moderada), 0,54% obtiveram de seis a sete decretações reconhecidas (classe Muito Alta). Não há registro equivalente a classe Alta. Por fim, 38 municípios (20,65%) nunca decretaram ou tiveram reconhecidas situações de desastres produzidos por inundações na série em foco (Quadro 11).

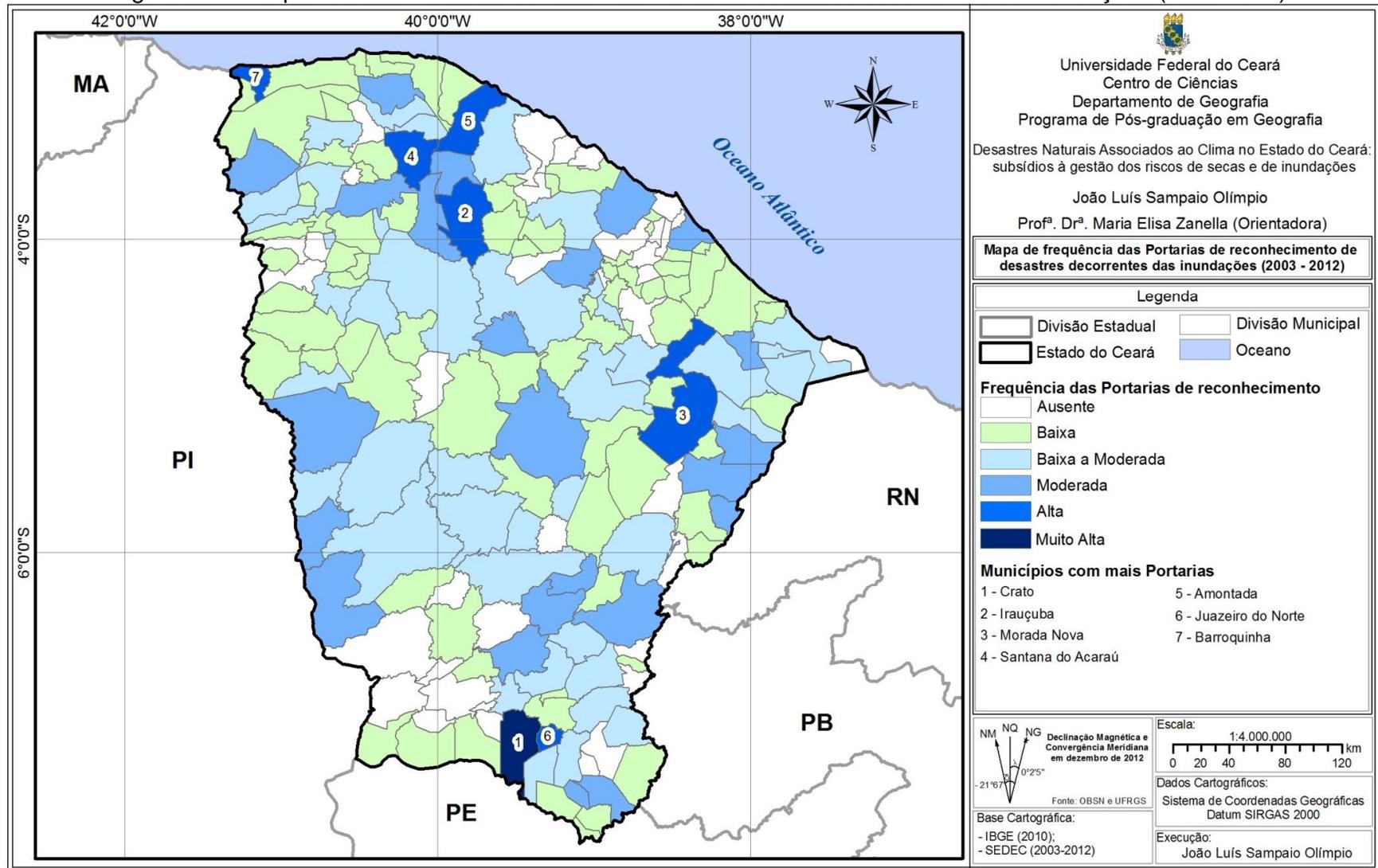
Quadro 11 – Classes de frequência das Portarias de reconhecimento da situação de desastre decorrente das inundações

Classes	Quantidade de Portarias	Frequência	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada	Frequência Acumulada (%)
Ausente	Nenhuma	38	20,65	38	20,65
Baixa	01 + 02	76	41,30	114	61,96
Baixa a Moderada	02 + 03	41	22,28	155	84,24
Moderada	03 + 05	28	15,22	183	99,46
Alta	05 + 06	0	0,00	183	99,46
Muito Alta	06 + 07	1	0,54	184	100,00

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2012.

Com relação à frequência das Portarias de reconhecimento, observa-se que os municípios das bacias dos rios Salgado, Aracatiaçu, Acaraú e Jaguaribe foram os mais atingidos pelas inundações. O município do Crato foi o que apresentou a maior frequência, motivados pelas inundações do canal do rio Granjeiro, contribuinte do rio Salgado.

Figura 63 – Frequência das Portarias de reconhecimento de desastres decorrentes de inundações (2003-2012)



Este município instalou-se no sopé da Chapada do Araripe, sendo que à medida que se expandia espacialmente, aglutinava a calha do rio Granjeiro na malha urbana. No entanto, durante o período chuvoso, as pequenas drenagens do planalto recebem maiores aportes de águas pluviais. Ao descerem pelas vertentes, as águas ganham força, velocidade e competência erosiva, de modo que quando os rios adentram nos terrenos suave ondulados da depressão periférica, ocorre o extravasamento das águas do canal, gerando muitos danos nas áreas marginais.

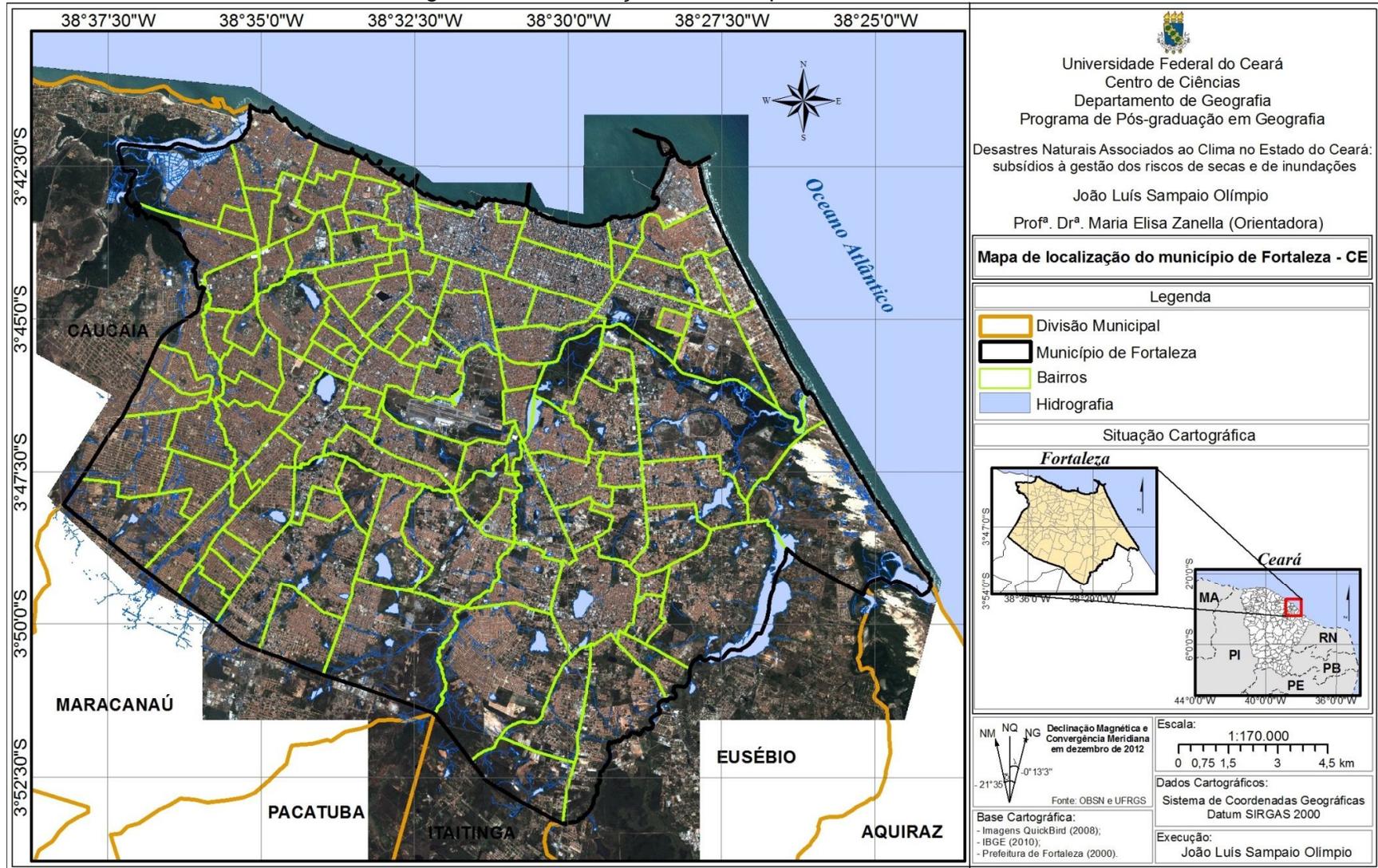
Para a contenção das inundações, o Poder Público realizou uma série de intervenções, como a canalização e retificação do canal. Porém, os resultados foram insatisfatórios, de tal forma que, ampliou-se a magnitude das inundações.

A própria cidade de Fortaleza nunca decretou SE ou ECP, mesmo diante dos periódicos eventos pluviais extremos que ocorrem. Neste sentido, em função da vulnerabilidade do espaço urbano e daqueles que o habitam, faz-se mister a análise das repercussões destes episódios no referido espaço. A seguir é apresentado um estudo de caso produzindo por um evento ocorrido no dia 27.03.2012.

6.4 O episódio pluvial de 27 de março de 2012 e suas consequências no espaço urbano de Fortaleza-CE

Situada na porção setentrional do Nordeste brasileiro, o sítio urbano de Fortaleza (Figura 64) é atingido periodicamente por eventos pluviais extremos, causando a desorganização do espaço em questão. Acrescenta-se que parcela significativa da população habitante possui alta vulnerabilidade socioambiental. O crescimento espacial desordenado da cidade remonta aos séculos XIX e XX, quando a população citadina amplia-se rapidamente em decorrência das migrações rural-urbana, motivadas pelas secas que impactavam os sertões (COSTA, 2007). Tal situação retrata a ausência de um planejamento territorial, em nível estadual e municipal. No primeiro caso, destaca-se a inexistência de uma gestão dos desastres naturais, especificamente sobre as secas do semiárido, e em nível municipal remonta a precariedade do ordenamento urbano, ao evidenciar a ocupação de terrenos impróprios para a habitação pelas populações menos abastadas.

Figura 64 – Localização do município de Fortaleza – CE



O território de Fortaleza é marcado pela significativa diversidade social, econômica e natural, resultando em cenários ambientais diferenciados e em espaços que reagem diferentemente às manifestações crônicas e abruptas da dinâmica dos sistemas ambientais. Neste sentido, no espaço urbano metropolitano observam-se situações de miséria e riqueza, riscos e amenidades, conflitos e harmonias convivendo lado a lado, indicando a segregação socioespacial e socioambiental reinante neste território (ZANELLA *et al*, 2009).

A vulnerabilidade socioambiental desta cidade resulta do uso inadequado de determinados espaços sujeitos a uma dinâmica natural singular ou decorrente de intervenções humanas que põem em risco a população. Em Fortaleza, o processo de crescimento urbano favoreceu a ocupação de ambientes frágeis, marcados por processos que por vezes entram em conflito com a dinâmica social presente, de modo que periodicamente geram-se situações de crise. Ademais, a histórica carência em ações de ordenamento não permitiu a implantação das infraestruturas necessárias às atividades urbanas, promovendo diversos impactos socioambientais.

A vulnerabilidade socioambiental de Fortaleza é mais crítica nas planícies dos rios Ceará/Maranguapinho e Cocó e na planície litorânea, os quais apresentam uma ocupação, predominantemente, espontânea por populações vulneráveis.

Inundações, alagamentos, deslizamentos e soterramentos são as principais manifestações da dinâmica natural, promovendo danos sobre os indivíduos vulneráveis. Entretanto, as condições ambientais e socioeconômicas impõem outros riscos de ordem tecnológica e social, como o risco de contaminação biológica e química, violência, desemprego/subemprego, incêndios, explosões, desabamentos, entre outros. Formam-se verdadeiras *bacias de risco*, que em alusão *as bacias hidrográficas*, são áreas para onde convergem diversos riscos (REBELO, 2008). A figura 65 exemplifica esta situação, nela é possível identificar que esta população está sujeita aos riscos de inundações, contaminação pela água, doenças transmitidas pela fauna, acidentes tecnológicos (linha de transmissão ao fundo), desabamento, incêndios, violência, desemprego, desarranjo familiar, entre outros.

Com relação às precipitações no ano de 2012 em Fortaleza, estas foram marcadas por uma irregular distribuição temporal, com predominância de chuvas de pouca intensidade, abaixo da situação habitual para este período do ano, associado a alguns eventos pluviais concentrados.

Figura 65 – Exemplo de uma bacia de risco, rio Cachoeirinha, Fortaleza-CE



Fonte: autor.

Dos 182 dias entre janeiro a julho de 2012, 84 (46,15%) não tiveram nenhuma precipitação e 74 (40,66%) registraram entre 0,1 a 10 mm/24h, portanto de intensidade inexpressiva. Estas duas classes formaram o padrão pluviométrico do primeiro semestre do ano, encontrando-se bem distribuídas por todos os meses. Em seguida, 20 dias (10,99%) registraram chuvas entre 10 a 60 mm/24h, sendo normais ao padrão pluviométrico. Também ocorreram duas precipitações (1,10%) entre 60 a 100 mm/24h, que provocaram danos dentro da capacidade de suporte da população. Por fim, foram registrados 2 (1,10%) eventos superiores a 190 mm/24h, enquadrando-os como episódios pluviais extremos, geradores de impactos bastante expressivos. O primeiro ocorreu em 27 de março, a partir da associação entre a ZCIT, um VCAS e um CCM, produzindo 196,5 mm/24h, sendo este analisado nesta pesquisa. O outro ocorreu no dia 23 de julho pela ação das Ondas de Leste, provocando 196,6 mm/24h. Destaca-se que estas duas precipitações correspondem a 32,87% do total pluviométrico acumulado entre janeiro a julho de 2012 (Figura 66).

Figura 66 – Dias com chuvas entre janeiro a junho de 2012, por intensidade

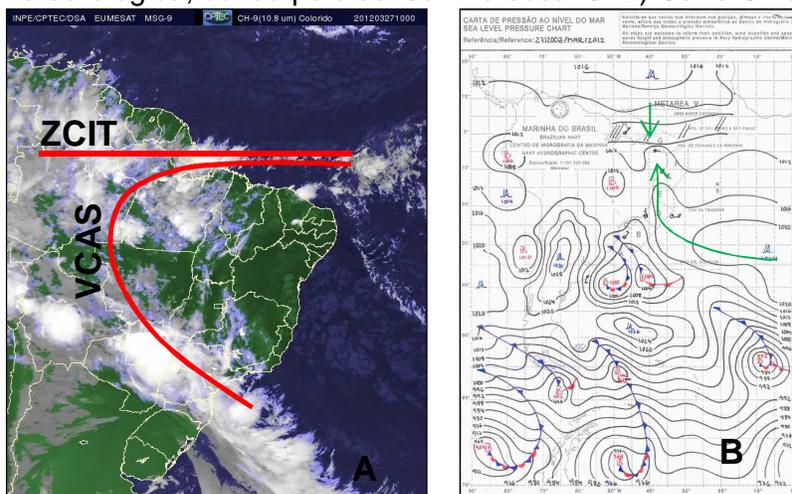
Mês	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Jan	48,1																																	
Fev	173																																	
Mar	489																																	
Abr	170																																	
Mai	101																																	
Jun	221																																	

Legenda		Dias sem chuvas
		Dias com chuvas entre 0,1 a 10 mm, em 24 horas
		Dias com chuvas entre 10 a 60 mm, em 24 horas
		Dias com chuvas entre 60 a 100 mm, em 24 horas
		Dias com chuvas acima de 190 mm, em 24 horas

Fonte de dados: Funceme – Posto Meteorológico do Campus do Pici.

O episódio do dia 27.03.2012 foi provocado pela atuação conjunta da ZCIT associada ao VCAS (Figura 67). Neste dia, a primeira encontrava-se compartimentada em uma banda dupla de nuvens, uma principal sobre o oceano Atlântico, em torno de 2°N, e outra secundária, próxima à zona costeira nordestina, entre 2° a 3°S. Este sistema foi atraído pela periferia do VCAS, formado durante a madrugada, de modo que um conjunto de nuvens migrou sobre a costa cearense.

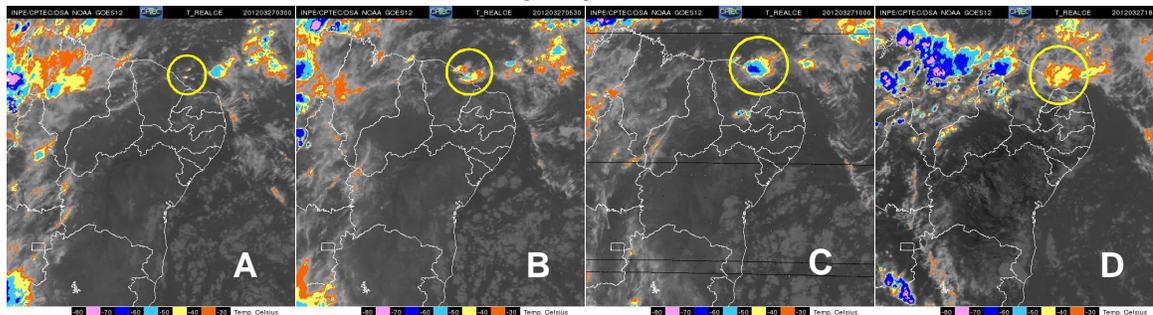
Figura 67 – Configuração atmosférica sobre o Brasil em 27.03.2012. A) Imagem meteorológica, obtida pelo sensor Meteosat 9. B) Carta Sinóptica



Fonte: CPTEC/INPE, Marinha do Brasil.

Uma análise em escala regional da evolução do evento permite identificar a formação de um CCM, próximo à costa cearense. Em seguida, este sistema migra para o continente, adentrando pela orla de Fortaleza e municípios vizinhos, encontrando condições adequadas que o intensificaram e provocando instabilidades por aproximadamente 14 horas. No final da tarde, o sistema enfraquece e desloca-se sobre a costa, em direção ao Rio Grande do Norte (Figura 68).

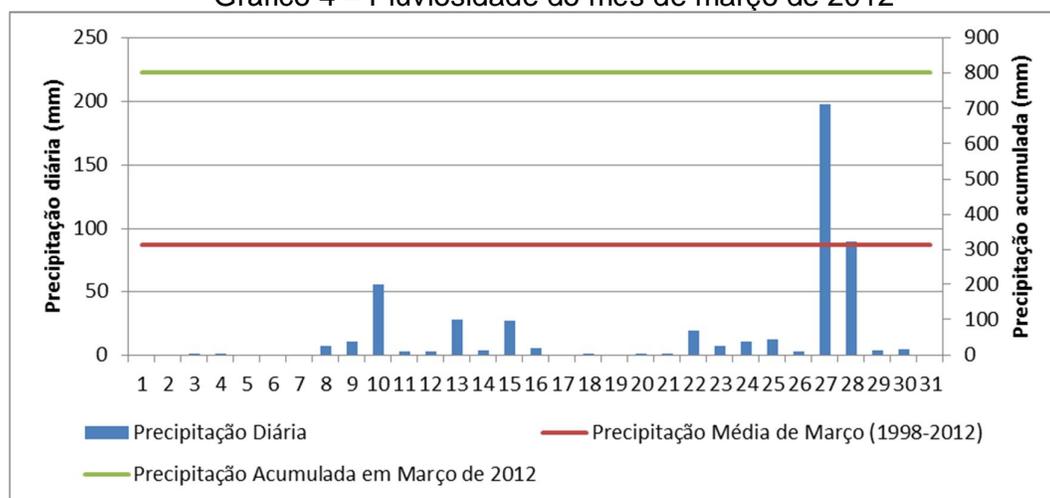
Figura 68 – Evolução do CCM. A) 00h:00min. B) 02h:30min. C) 07h:00min. D) 15h:45min



Fonte: satélite Goes-12, CPTEC/INPE.

Este sistema contribuiu significativamente para a pluviosidade mensal, de forma que o mês de março de 2012 apresentou um total pluviométrico de 55,98% acima da média mensal (313,22 mm – Estação Meteorológica do Campus do Pici). Contudo, esta situação de chuvas acima das médias é aparente, tendo em vista que as precipitações concentraram-se no dia 27 e secundariamente no dia 28, representando 40,42% e 18,42% da chuva mensal (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Pluviosidade do mês de março de 2012



Fonte de dados: Estação Meteorológica do Campus do Pici.

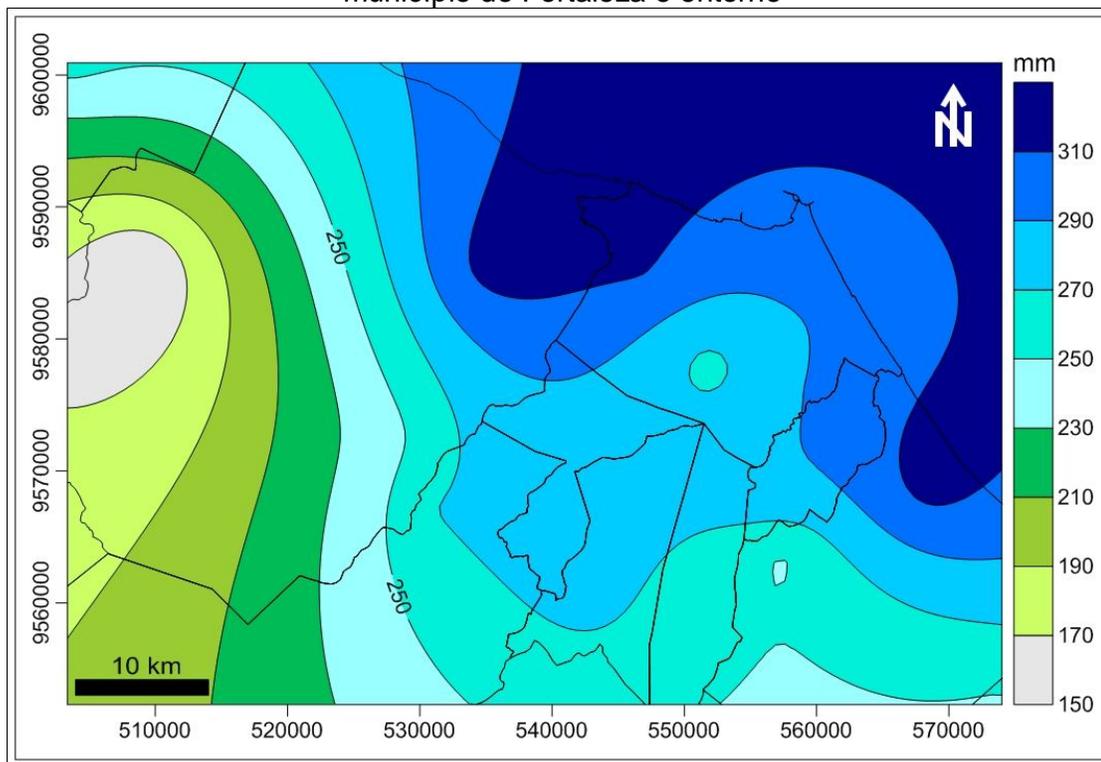
Com relação à distribuição espacial das precipitações, observa-se expressiva variabilidade, decorrente de fatores geográficos locais que favorecem ou inibem as precipitações em uma determinada região.

Magalhães e Zanella (2011) demonstram que na RMF há uma concentração de precipitações na faixa litorânea dos municípios de Fortaleza, Eusébio e leste de Caucaia, reduzindo-se à medida que se adentra ao interior do estado. Conforme os autores, isto decorre da disposição geográfica da costa, a qual recebe sistemas atmosféricos oriundos do oceano e adentram com direção predominantemente de SE-E. Este quadro pode ser observado na análise da média pluvial do mês de março que apresenta valores superiores nas costas oeste de Fortaleza e Aquiraz e leste de Caucaia, ultrapassando a isoietas 310 mm média mensal, entretanto, as chuvas tendem a diminuir em direção ao setor sudoeste, com valores médios próximos a 150 mm mensais (Figura 69).

No que tange ao mês de março de 2012, nota-se que a distribuição das precipitações foi semelhante ao descrito anteriormente, contudo observa-se uma

concentração no setor oeste de Fortaleza, com valores superiores a 480 mm mensal (Figura 70), ao passo que os demais setores ficaram próximos aos valores médios.

Figura 69 - Distribuição espacial das precipitações média mensal de março para o município de Fortaleza e entorno

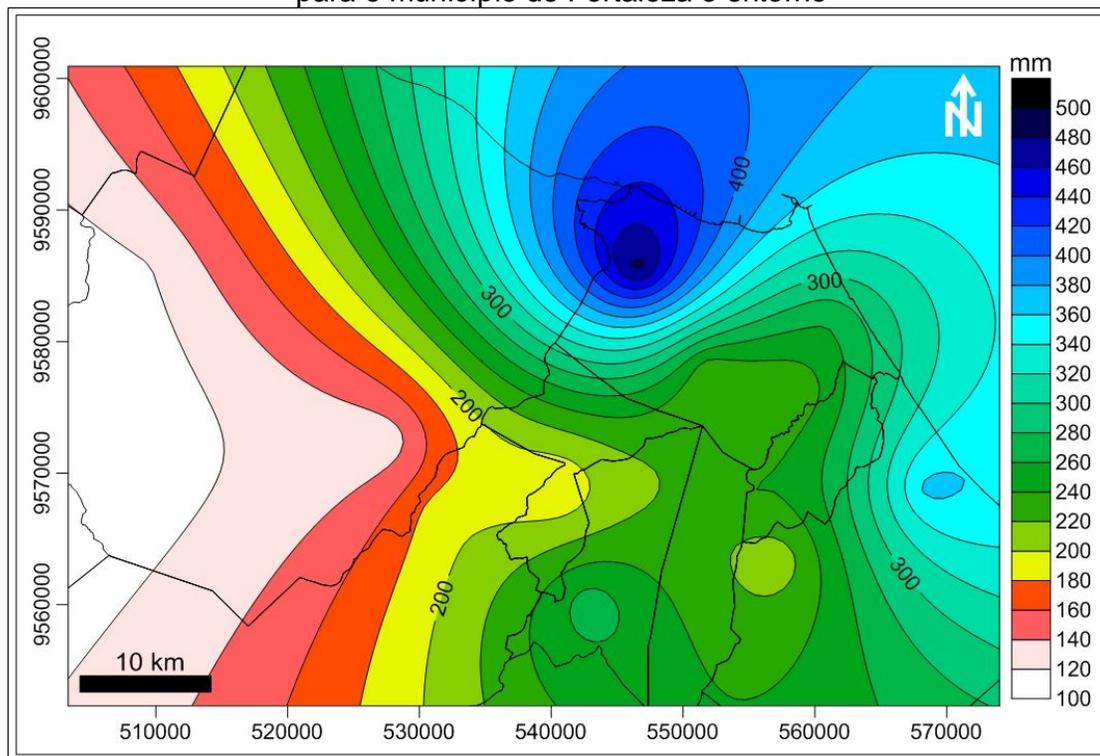


Fonte: elaborado pelo autor.

Todavia, o sudoeste de Caucaia, região com valores pluviométricos médios inferiores, em março de 2012 apresentou totais ainda mais reduzidos, de modo que a amplitude pluviométrica intensificou-se, apresentando 371,0 mm entre os extremos. Esta configuração foi motivada pelo sistema atmosférico do dia 27 que atingiu, sobretudo, o setor oeste de Fortaleza, estacionando sobre a costa deste município, de modo que as chuvas foram pouco sentidas nas áreas mais interioranas. Para enfatizar o reduzido total precipitado neste ano, destaca-se que a isoietas de 150 mm deslocou-se aproximadamente 20 km para sul e para oeste.

Os registros de precipitação acumulada entre os dias 27 e 28 de março indicam uma irregular distribuição espacial das chuvas, de modo que o sistema atmosférico apenas atingiu o caráter de evento extremo nos setores oeste de Fortaleza (PCD Pici) e leste de Caucaia (PCD Caucaia), em decorrência do total precipitado, 287,5 mm e 170,4 mm, respectivamente (Gráfico 5; Figura 71).

Figura 70 - Distribuição espacial das precipitações do acumulado de março de 2012 para o município de Fortaleza e entorno



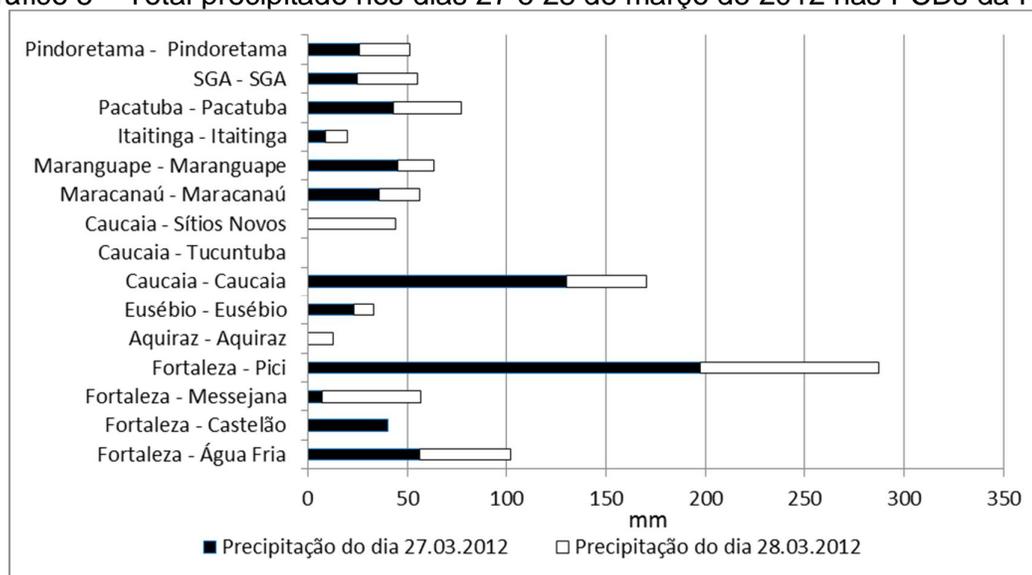
Fonte: elaborado pelo autor.

Alguns postos registraram precipitações reduzidas e elevada amplitude em relação ao valor extremo do posto Pici. O PCD Tucunduba, situado na porção sudoeste do município de Caucaia, que normalmente apresenta totais inferiores aos registrados na zona costeira, nos dias 27 e 28 não obteve nenhuma precipitação, indicando que o sistema não penetrou em porções mais interioranas do setor oeste. O PCD Aquiraz, situado na zona costeira do município homônimo, e que possui médias pluviométricas elevadas (318,35 mm mensais), registrou chuvas apenas no dia 28 (12,4 mm), provocado pela nebulosidade do CCM, mas quando este já se encontrava enfraquecido e migrando para o litoral do Rio Grande do Norte.

No dia 27 também foram registradas precipitações inferiores nos PCDs Castelão (40,0 mm/24h), Messejana (7,2 mm/24h) e Água Fria (56,0 mm/24h), distando do posto de Pici, 8,9, 15,5 e 14,9 Km, respectivamente. Os postos de São Gonçalo do Amarante e de Sítios Novos, localizados no extremo oeste da área em análise, apresentaram precipitações superiores no dia 28, devido à nebulosidade associada à ZCIT, atuante neste dia, ressalta-se que no dia 27 os valores precipitados foram de 25,0 e 0,0 mm em 24h, indicando que o CCM pouco atuou

nesta região. No total acumulado, podem ser observadas precipitações intensas nos postos de Maranguape (63,2 mm) e Pacatuba (77,0 mm), resultado dos efeitos orográficos das serras de Maranguape e Aratanha, respectivamente.

Gráfico 5 – Total precipitado nos dias 27 e 28 de março de 2012 nas PCDs da RMF



Fonte de dados: Funceme.

Neste sentido, os registros pluviométricos apresentaram elevada amplitude, com máximo no posto de Pici (287,5 mm) e mínimo em Tucunduba (0,0 mm), estando 22,5 km um do outro.

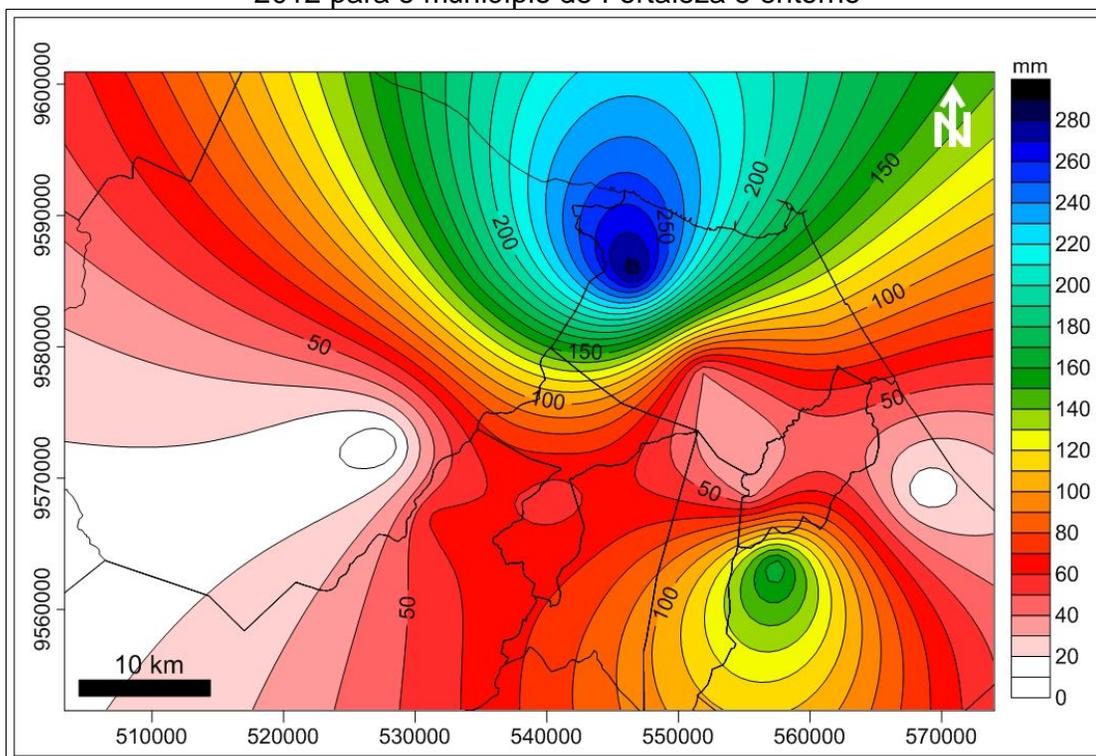
6.4.1. Impactos hidrometeorológicos e vulnerabilidade socioambiental

As chuvas ocorridas durante o dia 27 de março provocaram danos e prejuízos significativos na cidade e na população fortalezense, especialmente naquela usuária de espaços considerados social e ambientalmente vulneráveis, portanto estando sujeito à dinâmica hidroclimatológica, bem como apresentando condições sociais, econômicas, culturais e físico-estruturais que inibem a capacidade de resistência e resiliência dos cidadãos.

A análise dos registros de ocorrências da Defesa Civil Municipal de Fortaleza para o dia 27 de março de 2012 aponta que os impactos concentraram, principalmente, sobre a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho/Ceará, correspondendo à região de Fortaleza predominantemente habitada por uma população mais vulnerável, estando exposta às inundações e alagamentos

produzidos pela dinâmica hidroclimática (Figura 72). Ressalta-se que, como demonstrado anteriormente, o sistema atmosférico indutor destes impactos ocorreu com mais intensidade justamente sobre esta porção de Fortaleza, gerando impactos bastante significativos sobre o espaço urbano, além de por em risco a vida e causar danos ao patrimônio público e privado.

Figura 71 – Distribuição da precipitação acumulada dos dias 27 e 28 de março de 2012 para o município de Fortaleza e entorno

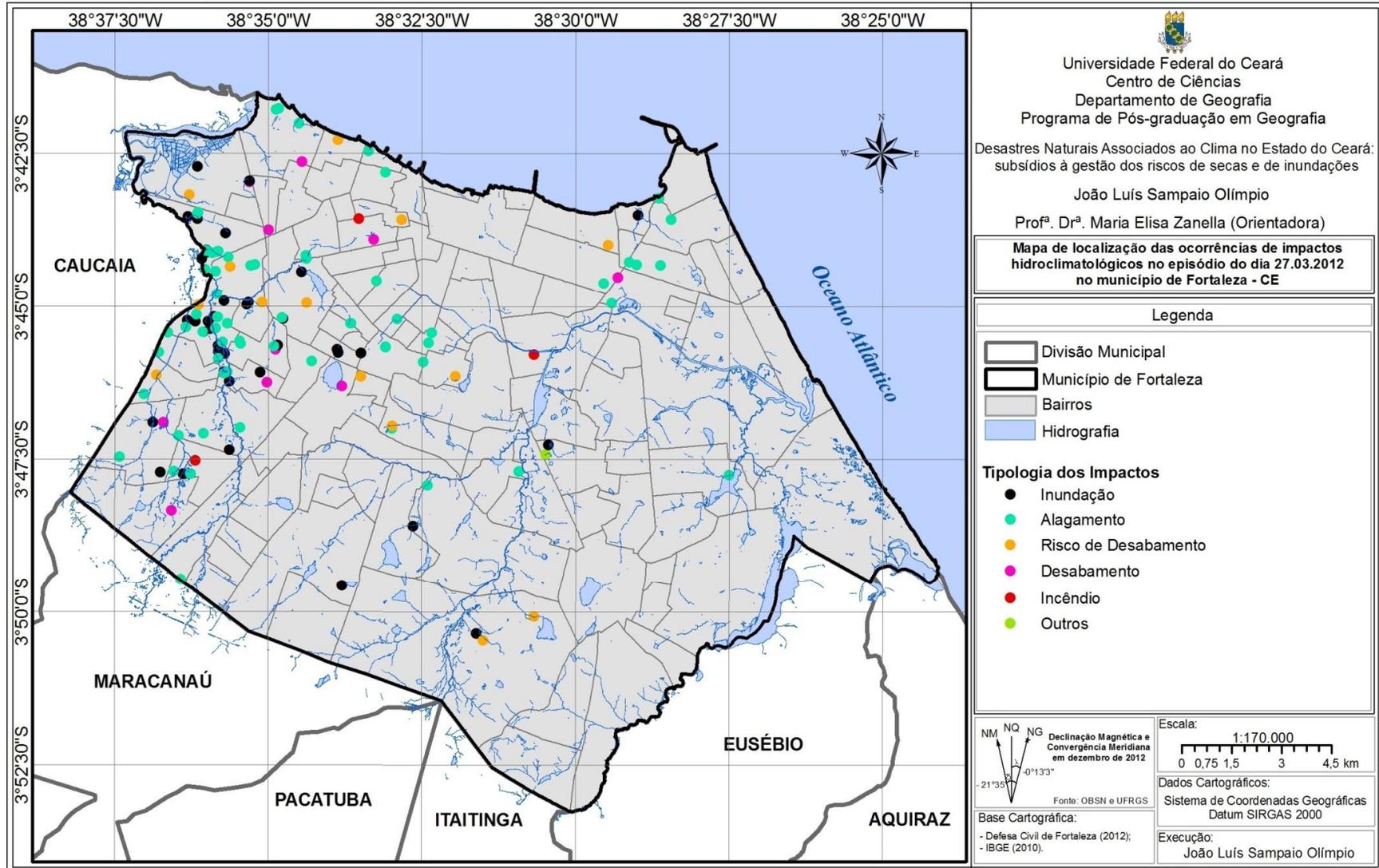


Fonte: elaborado pelo autor.

Neste sentido, observa-se que embora a magnitude do sistema atmosférico seja extrema, os danos resultantes foram mais significativos em função da baixa capacidade de resistência e resiliência da população frente às manifestações do evento natural. Acrescenta-se a má gestão dos riscos naturais existente, ainda pouco desenvolvida pelo Poder Público e pela própria sociedade civil, estando as ações centradas na etapa de resposta, sendo as medidas preventivas tímidas e pouco eficientes.

Nas demais bacias os impactos não foram frequentes, mas apresentando considerável número de registros no setor norte da cidade, provocados predominantemente por alagamentos. Na bacia do rio Cocó ocorreram inundações e risco de desabamento.

Figura 72 – Localização das ocorrências de impactos hidrometeoricos para o episódio de 27.03.2012



Foram registradas 154 ocorrências, sendo as inundações e os alagamentos os eventos que mais geram danos, conseqüentemente desorganizando o espaço e afetando, direta e indiretamente, todas as atividades urbanas (Tabela 12; Apêndice B). A manifestação destes impactos hidrometeorológicos resultou em diversos transtornos, como a perda de utensílios domésticos, desabamentos, comprometimento do sistema de circulação viária, trânsito confuso, prejuízos nas atividades econômicas, além do comprometimento da saúde pública, devido ao contato da população com a água, normalmente, contaminada, bem como o aumento dos casos de dengue.

Tabela 12 – Tipologias dos impactos hidrometeorológicos e bairros mais afetados

Tipologia de Ocorrência	Quantidade	Bairros mais impactados
Inundação	50	Quintino Cunha, Genibaú, Autran Nunes e Bom Jardim
Alagamento	73	Genibaú, Quintino Cunha e Dom Lustosa,
Incêndio	4	Água Fria, Bom Jardim, Monte Castelo e Dom Lustosa
Deslizamento	1	Vila Velha
Desabamento	10	Pici, Parangaba, Henrique Jorge, João XXIII, Cocó, São Geraldo, Siqueira, Barroso e Jardim Iracema
Risco de Desabamento	15	Genibaú e Jangurussu
Outros	1	Cidade dos Funcionários

Fonte de dados: Defesa Civil de Fortaleza.

Um dos fatores intensificadores da amplitude espacial das inundações e alagamentos resulta do acúmulo de resíduos sólidos nas galerias pluviais e nos canais das drenagens, os quais obstruem a livre circulação das águas, além de constituírem locais propícios à proliferação de vetores de doenças.

Embora haja razoável conhecimento dos problemas decorrentes da poluição dos corpos hídricos, a população que vive em risco, por uma série de fatores, não toma iniciativa e nem recebe, de forma eficiente, as soluções das entidades públicas. Muitos fatores explicam esta situação, mas algumas tomam nuances mais significativas. Cita-se que em alguns casos os indivíduos que vivem em risco sabem das conseqüências advindas das chuvas extremas, mas por estes impactos serem uma possibilidade de ocorrência a população prefere conviver com o risco, pois há a garantia da residência, mesmo que, por vezes, de forma ilegal. Também há uma precariedade no conhecimento da população, motivada pela falta de experiência vivida dos indivíduos com as inundações, pelo baixo nível educacional e reduzido acesso às informações, entre outros fatores.

Em seguida, os impactos mais registrados foram riscos de desabamento, desabamentos e incêndios, estando relacionados às ocupações próximas dos corpos hídricos, pontos de alagamentos ou resultado da precariedade das residências, comumente construídas com materiais impróprios. Os incêndios são provocados pela associação entre os materiais de fácil combustão utilizados nas moradias e pela precariedade do sistema elétrico das residências, por vezes ilegais. Também foi registrado ocorrência de deslizamento nas dunas no bairro Vila Velha.

Os bairros que registraram mais impactos foram: Genibaú, Quintino Cunha, Dom Lustosa e Autran Nunes, todos integrantes da bacia do rio Maranguapinho/Ceará e estando associados à ocupação das planícies de inundação destes cursos d'água. Ressalta-se que a cidade passou por outros danos, embora de menor magnitude, de modo que não foram informados à Defesa Civil, como a abertura de buracos nas vias e acidentes de trânsito.

Em alguns bairros não foram registrados nenhum impacto, com destaque aqueles situados nos setores sul, nordeste e sudeste da cidade, locais menos afetados pelo sistema atmosférico e habitados por grupos mais abastadas da cidade, portanto menos vulneráveis às adversidades climáticas.

Este cenário revela como o espaço urbano de Fortaleza é heterogêneo, rico em contradições socioespaciais e socioambientais, refletindo na construção de uma vulnerabilidade socioambiental presente neste território.

7 AVALIAÇÃO DOS DANOS E PREJUÍZOS

7.1 Análise dos danos e prejuízos decorrentes de estiagens e secas

Desde o início do processo de formação do território cearense até os dias atuais as secas e as estiagens são os eventos naturais que mais causaram impactos na população, na economia e na organização do espaço, refletindo em diversos problemas sociais, econômicos e ambientais que afligem os sertanejos e cidadãos.

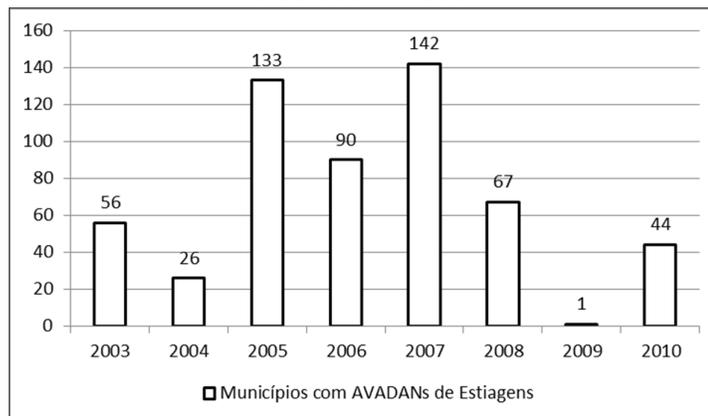
Embora, estes fenômenos sejam característicos da região semiárida nordestina, a sociedade brasileira ainda não aprendeu e nem apresentou interesse político necessário para buscar soluções eficientes, que possam gerir os riscos, por meio de ações que visem o uso dos recursos naturais mais adequado às condições de semiaridez impostas, bem como a melhoria das condições socioeconômicas.

Infelizmente, na maioria dos casos, as grandes obras de minimização dos impactos das secas estão relacionadas a interesses específicos, como o abastecimento da capital, dos polos industriais e do agronegócio, que embora tenham uma importância para a economia estadual e na geração de renda, não atendem a maior parte da população interiorana, principalmente os grupos mais vulneráveis do estado, constituídos, genericamente, por famílias pobres sobre terras improdutivas, sem acesso aos serviços técnicos, com baixas rendas, reduzido nível educacional e sobre condições ambientais estressantes.

Na série histórica analisada, as estiagens apresentam amplo predomínio entre os eventos naturais que promoveram impactos. Neste sentido, entre os anos de 2003 a 2010, foram registrados 759 AVADANs informando danos originados da variabilidade climática, sendo que deste montante 559 (73,65%) foram provocados pelas secas (Gráfico 6). Ressalta-se que além destes AVADANs, também foram registrados mais 176, pois alguns municípios emitiram mais de um formulário no mesmo ano para a mesma tipologia de evento, devido à intensificação dos danos ou para a complementação de informações. Assim, estes últimos foram considerados como informações a parte, optando-se por apenas selecionar os dados que indicam um agravamento da situação relatada no primeiro AVADAN registrado.

Conforme exposto, os anos que mais apresentaram registros de danos e prejuízos decorrentes de estiagens e secas foi o triênio 2005, 2006 e 2007, enquanto o ano de 2009 apresentou menos.

Gráfico 6 – Distribuição interanual dos registros de AVADANs de estiagens e secas no estado do Ceará



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Nos anos de 2004 e 2008, embora tenham ocorrido chuvas acima da média, foram registrados 26 e 67 AVADANs, respectivamente, em virtude dos próprios efeitos do período de estiagem sazonal. Situação diferente dos anos de 2003 e 2010, considerados habitual e seco, respectivamente, mas com danos apenas inferiores ao triênio 2005-2007.

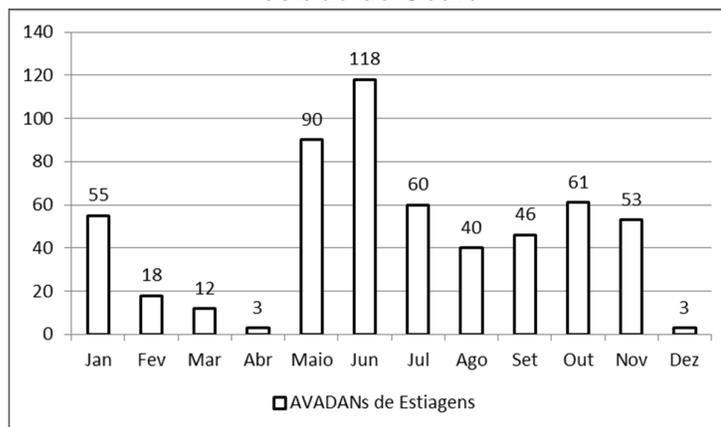
Quanto à distribuição mensal, é durante os meses de maio e junho que ocorrem o maior número de registros de danos decorrentes das secas (Gráfico 7). Neste sentido, os danos foram produzidos durante a estação chuvosa, mas quando esta possuiu precipitações inferiores aos valores normais. Esta mesma situação pode ser identificada nos registros de março e abril.

A ausência de precipitações no período chuvoso ocasiona danos mais significativos do que os ocorridos durante os períodos normais de estio, pois é durante o primeiro que o sertanejo planta e intensifica a atividade pecuária, garantindo recursos para o restante do ano. No segundo semestre, o homem do campo desenvolve outras atividades (construção civil, comércio, extração vegetal e mineral, dentre outras) que podem ser realizadas sem a dependência das precipitações. Além disso, estas chuvas são fundamentais para o abastecimento dos núcleos rurais, de modo que durante as secas a população sofre com os baixos níveis de água dos mananciais, bem como com a reduzida qualidade das mesmas.

Os danos ocorridos nos demais meses do ano ocorreram durante o período de estio. Vale frisar, que as ações de minimização dos impactos das estiagens devem ocorrer o ano todo, mas com maior ênfase durante o segundo

semestre, pois tais fenômenos apresentam sazonalidade marcante, de modo que as ações públicas têm períodos específicos para uma atuação mais intensiva.

Gráfico 7 – Distribuição mensal dos registros de AVADANs de secas/estiagens no estado do Ceará

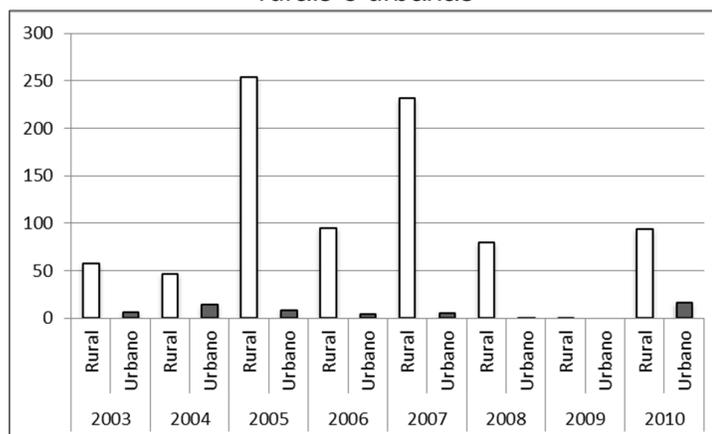


Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Todavia, tais ações devem ser planejadas, fundamentando-se sobre a intensidade das precipitações, na vulnerabilidade das populações, na capacidade técnica-operacional das entidades públicas, na quantidade de recursos técnicos e financeiros, entre outros elementos preponderantes na gestão das estiagens/secas. A seguir são apresentadas as informações contidas nos AVADANs.

Na série histórica analisada, nota-se que as estiagens afetaram, sobretudo, as áreas rurais, destacando-se, mais uma vez, os anos de 2005 a 2007 (Gráfico 8). Ressalta-se que os danos sobre o espaço urbano são bastante inferiores aos rurais e decorrem, principalmente, do desabastecimento das sedes municipais.

Gráfico 8 – Distribuição dos danos decorrentes das secas/estiagens entre as zonas rurais e urbanas



Fonte: SEDEC, 2003-2010.

Os danos foram mais frequentes nas áreas residenciais rurais e nas áreas agrícolas, voltadas para os cultivos de subsistência (Tabela 13). Nas cidades, estiveram relacionados ao desabastecimento das zonas urbanas residenciais.

Tabela 13 – Tipologia dos usos rurais e urbanos afetados pelas estiagens e secas

Tipo de Uso	Rural	Urbano
Residencial	464	36
Comercial	4	3
Industrial	3	1
Agrícola	344	9
Pecuária	38	2
Extrativismo	2	0
Reserva Florestal	0	0
Mineração	0	0
Turismo e outras	6	4

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

No que tange às tipologias dos danos humanos, as estiagens e as secas caracterizam-se por atingir uma grande porção espacial e, conseqüentemente, afetam muitos indivíduos, todavia seus impactos ocorrem de forma gradual. À medida que as chuvas não ocorrem a situação vai agravando-se até atingir uma linha de ruptura, a partir da qual se inicia a situação de crise. Alguns danos humanos como mortes e enfermidades, embora sejam conseqüências indiretas das estiagens, são atribuídas a outros fatores, tais como a doenças e a pobreza, mas na verdade são elementos indicadores da vulnerabilidade destes grupos frente aos fenômenos das secas e estiagens.

Os registros de danos e prejuízos indicam que 99,681% dos danos humanos provocados pela escassez hídrica encontram-se inseridos na classe afetada, por esta ser mais abrangente, abarcando qualquer indivíduo que foi atingido de alguma forma pelo evento natural ou que se enquadrou em mais de uma das outras tipologias. Os demais danos foram: desabrigados (0,316%) e enfermos (0,002%) (Tabela 14).

A maior quantidade dos registros de pessoas afetadas ocorreu durante os anos de 2005, 2006 e 2007, com 28,80%, 17,78% e 28,98% do total desta classe na série histórica enfocada. Entre os municípios nota-se que alguns se apresentam mais vulneráveis, a partir da análise da variável “pessoas afetadas”. Estes se encontram, em maior parte, nas regiões dos Sertões Central e dos Inhamus (Figura

71), porções do território cearense cujas condições naturais, sociais e econômicas são favoráveis aos desastres das secas.

Tabela 14 – Total anual de indivíduos afetados pelas secas e estiagens

Danos Humanos	Pessoas Afetadas
2003	236.351
2004	211.228
2005	1.511.167
2006	917.181
2007	1.514.082
2008	376.922
2009	7.470
2010	455.752

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Com relação aos danos materiais e ambientais, estes estiveram contidos nos formulários, mas não foram utilizados, devido à ausência de informações precisas, portanto não representativas da realidade.

Dos 559 AVADANs decorrentes das estiagens e secas, 367 relataram que os municípios sofreram prejuízos econômicos, destacando-se as atividades agrícola (94,55%) e pecuária (5,45%). Ressalta-se que entre os anos em análise, não foram registrados danos sobre as atividades industriais e de serviços, embora eles sejam identificados nas tipologias de usos afetados, o que possivelmente pode ser explicado pelo fato destas atividades apresentarem uma menor vulnerabilidade ao fenômeno, por possuírem melhores serviços de abastecimento de água.

No que tange aos prejuízos sociais, houve o predomínio dos impactos decorrentes da falta de abastecimento dos núcleos populacionais, sobretudo os situados na zona rural. Foram registrados 468 AVADANs informando esta situação, destacando-se, mais uma vez, no triênio de 2005 a 2007 com 65,17% do total de registros (Gráfico 9). Além destes, houve apenas 01 registro de falta de alimentos e outro de prejuízos nos serviços de educação.

Figura 73 – Pessoas afetadas pelas secas e estiagens (2003-2010)

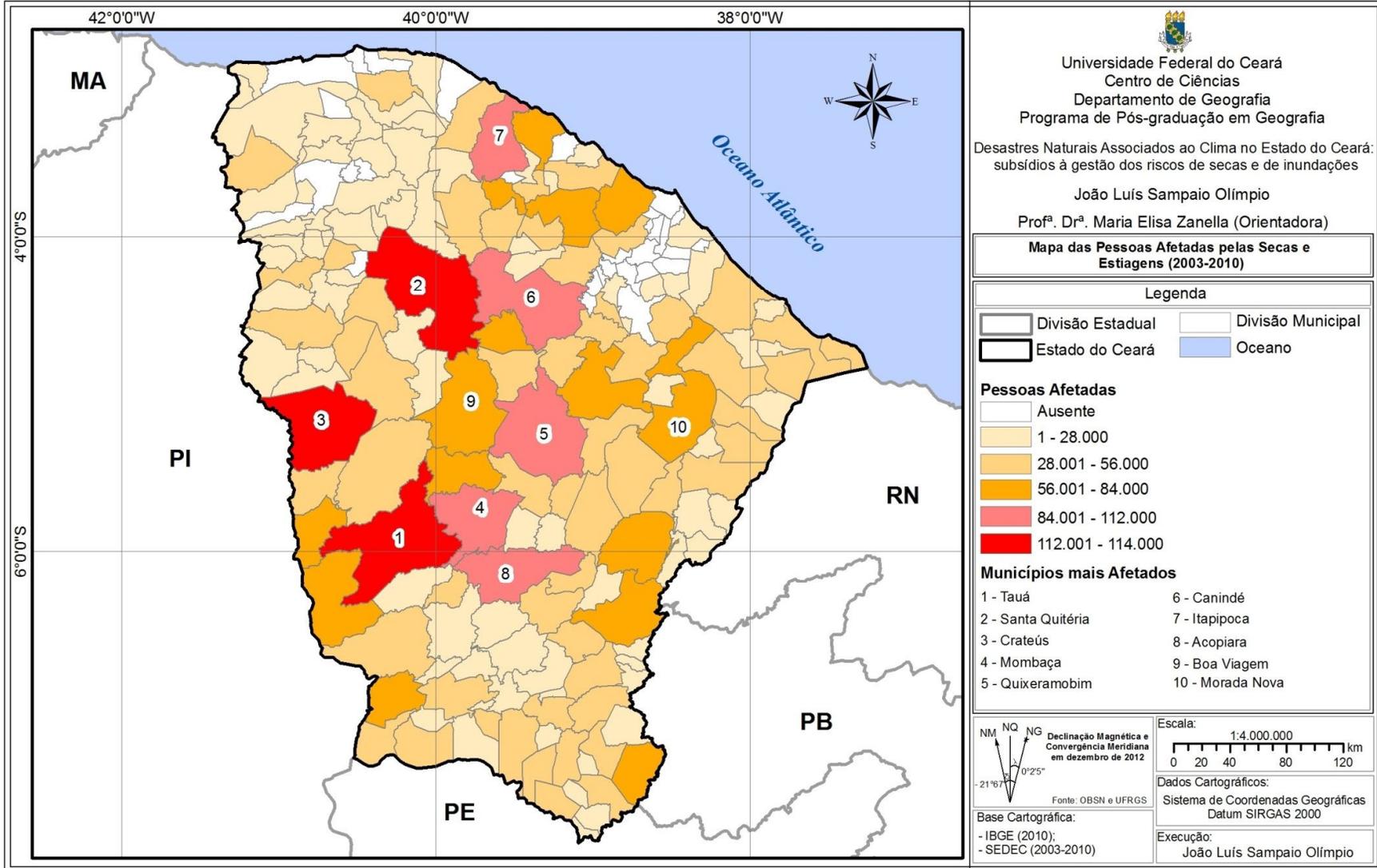
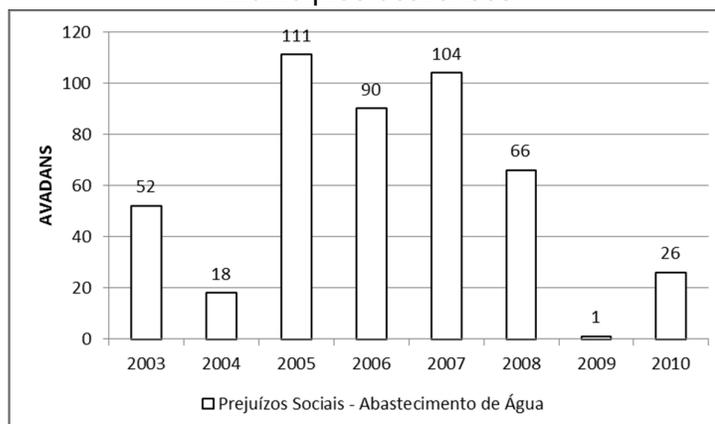


Gráfico 9 – Registro interanual dos prejuízos decorrentes do desabastecimento dos municípios cearenses



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Os registros dos AVADANS indicam que as estiagens e as secas produziram danos humanos, principalmente, de intensidade “Importante” (48,92%) e “Média” (43,35%). A classe “Muito Importante” (5,76%) esteve concentrada no ano de 2005 (Tabela 15).

Tabela 15 – Distribuição anual da intensidade dos danos humanos decorrentes de secas e estiagens no estado do Ceará

Anos	Intensidade dos Danos Humanos				
	Pouco Importante	Médio	Importante	Muito Importante	Não Informado
2003	0	55	0	0	1
2004	1	23	1	0	1
2005	0	26	89	17	1
2006	0	15	69	6	0
2007	0	45	95	2	0
2008	0	59	8	0	0
2009	0	1	0	0	0
2010	10	17	11	6	0

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Com relação aos danos materiais, os relatórios de Avaliação de Danos apontam que estes se concentraram na classe “Pouco Importante”, correspondendo a 96,41% dos registros (Tabela 16). Isto decorre das próprias características das manifestações das estiagens e secas que ocorrem de forma gradual, sem provocar, em um primeiro momento, impactos significativos sobre os bens materiais, mas afetando com mais expressividade os aspectos sociais e econômicos.

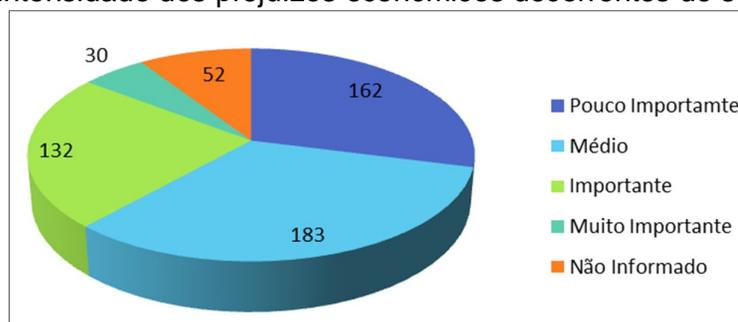
Tabela 16 – Distribuição anual da intensidade dos danos materiais decorrentes de estiagens e secas no estado do Ceará

Anos	Intensidade dos Danos Materiais				
	Pouco Importante	Médio	Importante	Muito Importante	Não Informado
2003	0	0	0	0	56
2004	20	3	2	1	0
2005	129	1	1	1	1
2006	90	0	0	0	0
2007	142	0	0	0	0
2008	67	0	0	0	0
2009	1	0	0	0	0
2010	34	7	1	1	1

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Em seguida, a análise do vulto dos prejuízos econômicos indicou que os danos foram predominantemente das classes “Média” (32,74%) e “Pouco Importante” (28,98%), estando relacionados, principalmente, a falta de abastecimento de água dos núcleos urbanos e rurais (Gráfico 10).

Gráfico 10 – Intensidade dos prejuízos econômicos decorrentes de secas/estiagens

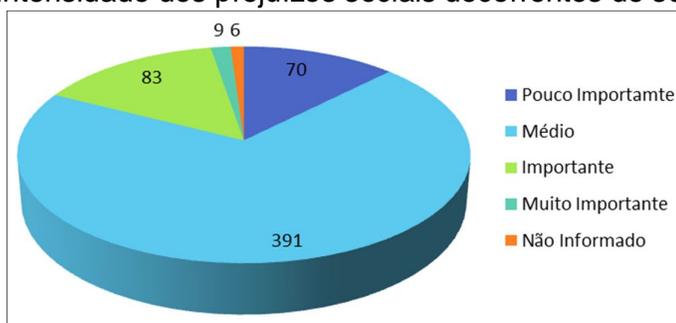


Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Os prejuízos sociais foram predominantemente de porte “Médio” (Gráfico 11). A classe “Muito Importante” apresentou maior frequência em 2010, causando prejuízos nos municípios de Antonina do Norte, Apuiarés, Crateús e Itapagé.

Quanto à necessidade de recursos financeiros, a escassez hídrica foi responsável pelo maior número de solicitações entre todas as tipologias de desastres naturais, embora os municípios tenham atribuído, predominantemente, uma importância “Média” (Gráfico 12).

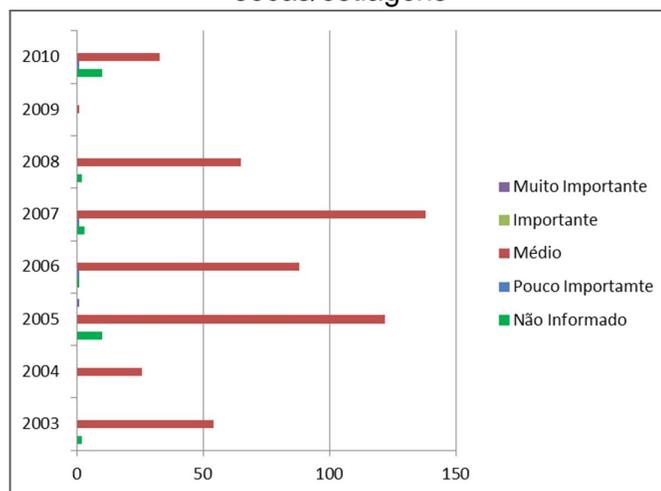
Gráfico 11 – Intensidade dos prejuízos sociais decorrentes de secas/estiagens



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

A análise dos critérios agravantes revela que os impactos das estiagens e secas são acentuados pelas condições de vulnerabilidade do cenário (por exemplo, falta de infraestrutura, de sistemas de alerta e da vulnerabilidade ambiental) e da comunidade e, secundariamente, pelo despreparo das defesas civis. Em 91,47% dos AVADANs havia uma tendência de agravamento dos impactos.

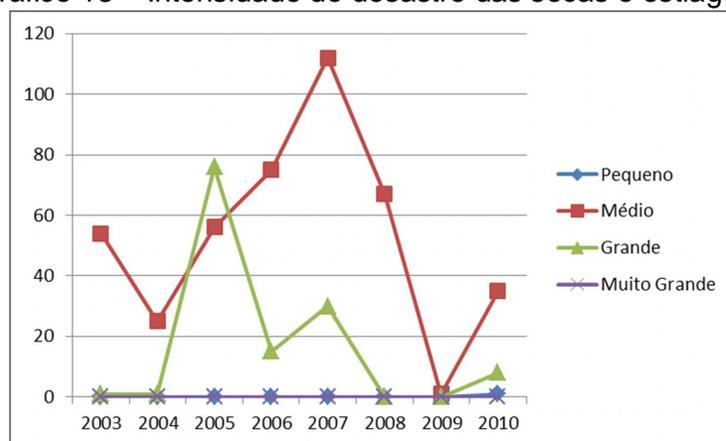
Gráfico 12 – Necessidade de recursos financeiros para os danos das secas/estiagens



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Por fim, as equipes habilitadas concluem sobre a intensidade dos desastres. Assim, 76,30% dos eventos foram considerados de intensidade “Média”, sendo predominante em todos os anos da série. Houve apenas um desastre de pequeno porte. A classe de intensidade “Grande” corresponde a 23,52% dos AVADANs. Não houve registros na classe “Muito Grande” (Gráfico 13).

Gráfico 13 – Intensidade do desastre das secas e estiagens



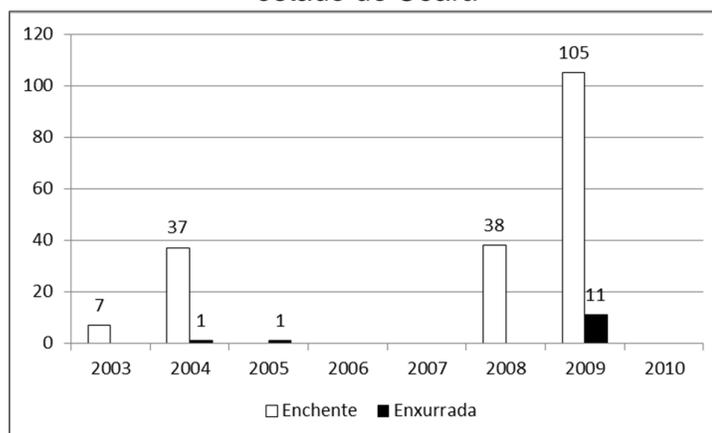
Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

7.2 Análise dos danos e prejuízos decorrentes das inundações

Na atualidade, o processo de urbanização toma destaque ao ampliar a malha urbana sobre as planícies dos corpos hídricos, resultando em uma série de impactos socioambientais. Assim, os rios e lagoas que no contexto da semiaridez eram percebidos enquanto meios de sobrevivência, passam a ser encarados como espaço de medo, de transtornos e de um ambiente rico em mazelas.

Entre 2003 a 2010 foram registrados 200 formulários AVADANs, sendo 187 decorreram de enchentes e 13 de enxurradas. Também foi registrado um formulário referente ao agravamento da situação preexistente no município de Juazeiro do Norte. Os danos foram mais frequentes nos anos de 2009, 2008 e 2004. Em 2006, 2007 e 2010 não foram registrados (Gráfico 14).

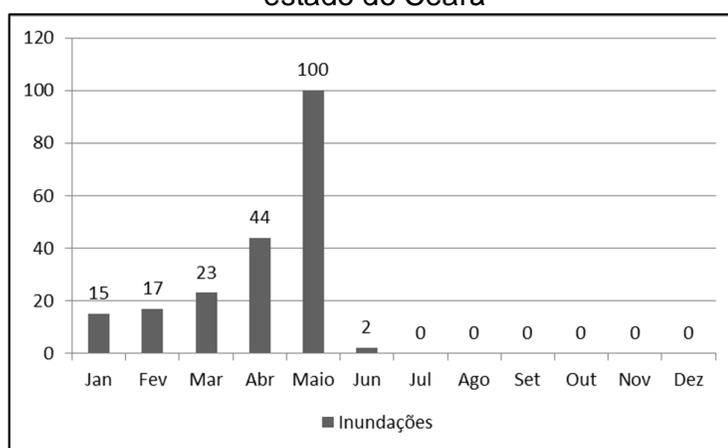
Gráfico 14 – Distribuição interanual dos registros de AVADANs de inundações no estado do Ceará



Fonte de dados: SEDEC, 2010-2010.

No que tange a distribuição mensal, observa-se que 91,54% dos AVADANs estão concentrados nos meses da quadra chuvosa, destacando-se maio (49,75%). Esta situação agrava-se tendo em vista que as bacias fluviais e lacustres, assim como os solos, já se encontram com as suas capacidades de armazenamento parcial ou totalmente preenchidas pelas chuvas dos meses anteriores. Por outro lado, entre agosto a dezembro não há registros na séria analisada, situação esperada, pois é o período das estiagens (Gráfico 15).

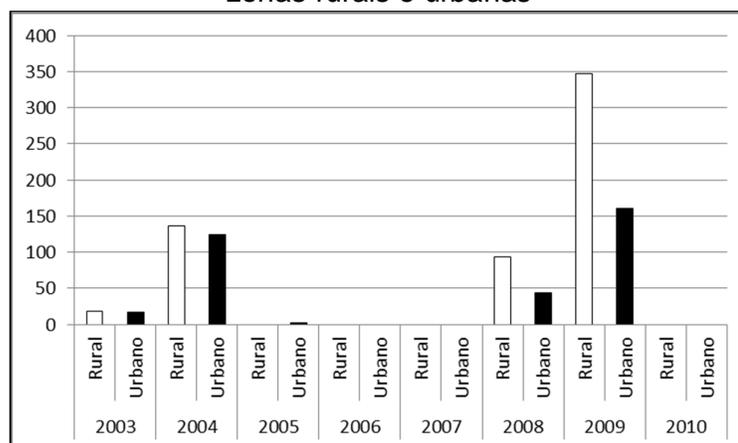
Gráfico 15 – Distribuição mensal dos registros de AVADANs de inundações no estado do Ceará



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Com relação às tipologias de uso e ocupação do solo afetadas, nota-se que os formulários indicam que os impactos foram mais frequentes nas áreas rurais do que nas urbanas (Gráfico 16).

Gráfico 16 – Distribuição dos danos e prejuízos decorrentes das inundações entre as zonas rurais e urbanas



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Observa-se que os impactos foram mais frequentes nos espaços rurais residenciais e agrícolas, seguidos pelas áreas urbanas residenciais e pelas áreas rurais turísticas. Os principais impactos foram às inundações das residências, comércios, prédios públicos e cultivos, além do comprometimento da estrutura viária e dos serviços de educação, saúde, abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos e esgotamento sanitário (Tabela 17).

Tabela 17 – Tipologia dos usos rurais e urbanos afetados pelas inundações

Tipo de Uso	Rural	Urbano
Residencial	164	160
Comercial	39	49
Industrial	15	18
Agrícola	162	22
Pecuária	65	17
Extratativismo	3	3
Reserva Florestal	5	5
Mineração	6	3
Turismo e outras	138	72

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Diferente das estiagens, as inundações apresentam uma tipologia de danos humanos mais diversificada. Embora, a classe “Afetada” apresente a maior frequência (79,82%), também foram registrados danos relacionados ao deslocamento de famílias que tiveram suas residências atingidas pelas inundações, seguido das tipologias “Desalojados” (7,13%), “Desabrigadas” (2,66%) e “Deslocadas” (1,10%) (Tabela 18).

Tabela 18 – Danos humanos ocasionados por inundações

Tipologia	Anos							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Desalojadas	4.276	29.565	148	0	0	9.009	58.911	0
Desabrigadas	1253	8.725	16	0	0	2.710	25.304	0
Deslocadas	0	11.769	0	0	0	738	3.162	0
Desaparecidas	0	0	0	0	0	0	0	0
Levemente feridas	18	162	0	0	0	140	176	0
Gravemente feridas	0	2	0	0	0	1	26	0
Enfermas	214	26.819	0	0	0	2.180	3.588	0
Mortas	0	8	1	0	0	0	18	0
Afetadas	12.800	216.397	793	0	0	389.525	620.031	0

Fonte: SEDEC, 2003-2010.

Entre estas tipologias, as mortes destacam-se pela severidade do impacto. Nos AVADANs foram registradas 27, concentradas principalmente no ano de 2009, as quais representam indivíduos que faleceram diretamente do impacto das inundações, a exemplo dos afogamentos e desabamentos (Tabela 19).

Tabela 19 – Mortes ocasionadas por inundações

Ano	Municípios	Nº de mortes	Ano	Municípios	Nº de mortes
2004	Lavra da Mangabeira	1	2009	Sobral	4
2004	Fortaleza	5	2009	Russas	3
2004	Jardim	1	2009	Acaraú	1
2004	Irauçuba	1	2009	Jijoca de Jericoacoara	1
2005	Crato	1	2009	Ipú	1
2009	Cariré	2	2009	Miraíma	1
2009	Tejuçuoca	2	2009	Quixeramobim	1
2009	Bela Cruz	2			

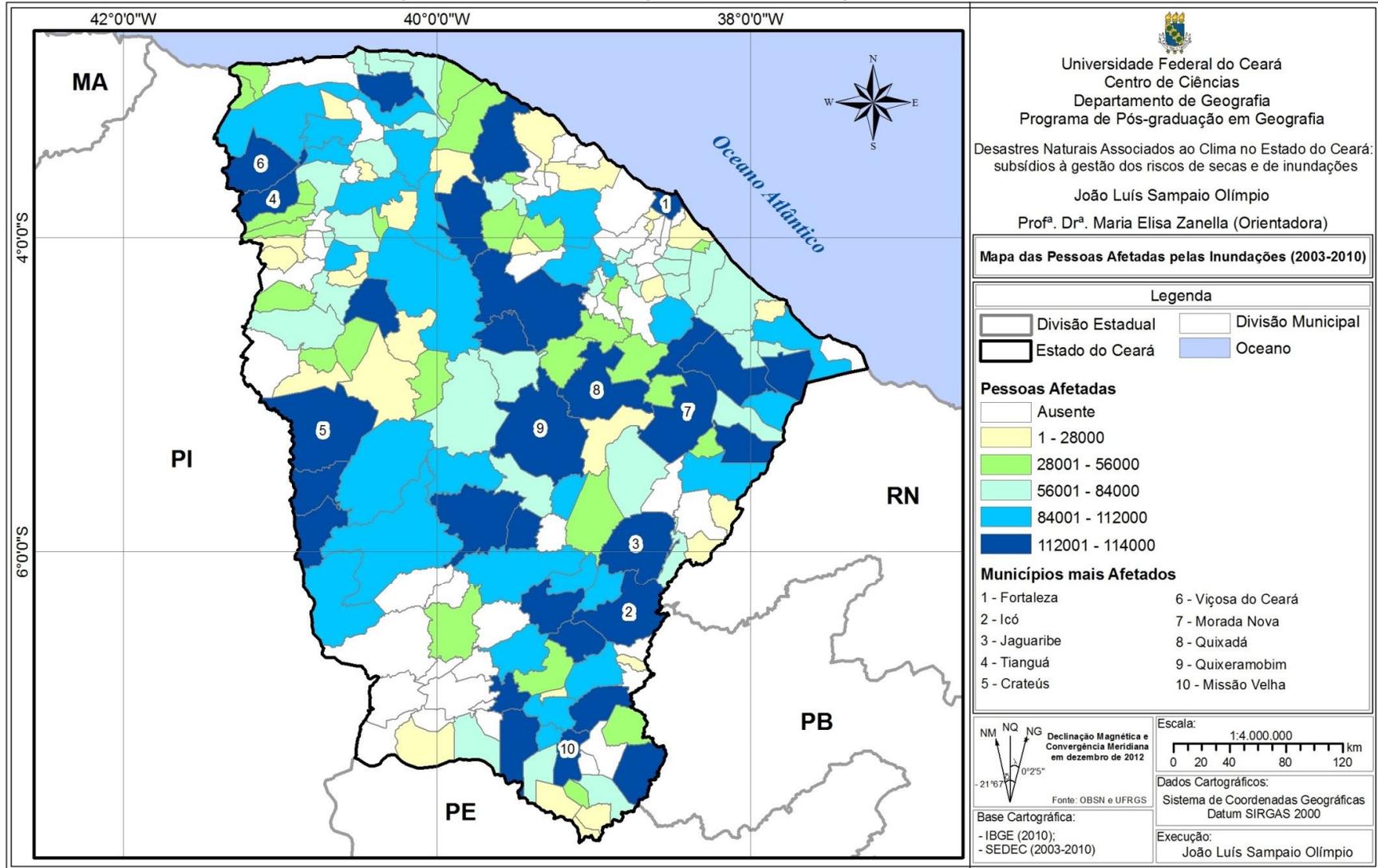
Fonte: SEDEC, 2003-2010.

No que tange a distribuição espacial das pessoas atingidas pelas inundações, observa-se uma relativa concentração das mesmas na bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, destacando-se as sub-bacias do médio Jaguaribe, Salgado e Banabuiú, além da cidade de Fortaleza (Figura 72; Anexo B).

Embora o município de Fortaleza nunca tenha decretado SE ou ECP, esta cidade possui as principais áreas de risco de inundação no estado, situação evidente durante os eventos pluviais intensos, a exemplo do episódio do dia 07.03.2004. O número de pessoas impactadas foi de 154.413, sendo 8.225 desalojadas, 3.675 desabrigadas, 26.431 enfermas, 48 levemente feridas, 5 faleceram e 96.029 foram atingidas. Também se verificou prejuízos nas atividades econômicas desenvolvidas na capital cearense, como é retratado a seguir:

Com as fortes chuvas que atingiram todo o município de Fortaleza, constatou-se um grande prejuízo nas atividades econômicas desenvolvidas na capital. O setor de agricultura e pecuária, embora a capital não seja produtora, verificou-se grande prejuízo no consumo, causado pela retração na rede de distribuição que ficou impossibilitada de repassar os produtos a uma infinidade de varejistas, bem como de consumidores. Na indústria e no comércio observou-se um grande número de firmas instaladas na periferia da cidade, onde houve uma maior incidência do fato calamitoso, atingindo de forma direta estes setores, ocasionando altos prejuízos, bem como o comércio e serviços de forma geral, onde muitos trabalhadores ficaram impedidos de se deslocarem para os seus campos de trabalho (SEDEC, 2011, formulário AVADAN).

Figura 74 – Pessoas atingidas pelas inundações (2003-2010)



Com respeito aos prejuízos econômicos, verificou-se que 81,00% dos AVADANs relataram prejuízos na agricultura, 29,50% na pecuária, 7,50% nos serviços e 7,00% na indústria. A pecuária sofreu com aumento dos custos das rações e com a perda das áreas de pastagens. O serviço e o comércio foram impactados pelos alagamentos, havendo destruições parciais ou totais dos estabelecimentos, comprometimento da valha viária, impedimento da circulação dos trabalhadores e compradores, entre outros.

Os prejuízos sociais estiveram relacionados, principalmente, ao comprometimento dos serviços de saúde e de educação, seja porque as inundações causaram danos às estruturas dos prédios, seja devido ao uso destes como abrigo pelos atingidos. Também foram registrados danos no abastecimento público, devido à contaminação das fontes hídricas que pelos excessos pluviais recebeu maiores contribuições de resíduos e efluentes. Além disso, foram informados prejuízos na coleta de lixo, no setor de transporte e no fornecimento de energia (Tabela 20).

Tabela 20 – Prejuízos sociais decorrentes de inundações

Prejuízos Sociais	Prejuízos Sociais							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Abastecimento de Água	1	12	0	0	0	19	44	0
Energia Elétrica	1	10	0	0	0	3	12	0
Transporte	2	12	0	0	0	5	11	0
Comunicação	0	3	0	0	0	0	1	0
Esgoto	2	11	0	0	0	11	9	0
Gás	0	0	0	0	0	0	0	0
Lixo	2	17	0	0	0	9	33	0
Saúde	2	19	0	0	0	27	96	0
Educação	4	23	0	0	0	32	110	0
Alimentos Básicos	0	7	0	0	0	2	7	0

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

No que se refere à intensidade dos danos humanos, as informações dos AVADANs indicam que 75,90% dos mesmos são de porte “Médio”, 14,36% “Importante”, 8,23% “Muito Importante” e 0,51% “Pouco Importante” (Tabela 21).

Tabela 21 – Distribuição anual da intensidade dos danos humanos decorrentes de inundações no estado do Ceará

Anos	Intensidade dos Danos Humanos				
	Pouco Importante	Médio	Importante	Muito Importante	Não Informado
2003	0	0	3	3	1
2004	1	10	9	14	4
2005	0	1	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	28	9	1	0
2009	0	109	7	0	0
2010	0	0	0	0	0

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2011.

Em seguida os AVADANs tratam da intensidade dos danos materiais. Assim, dos registros que apresentaram conclusões sobre este tópico tem-se que: 69,04% informaram que os danos foram de intensidade “Média”, 20,81% da classe “Importante”, 8,12% da “Muito Importante” e 2,03% “Pouco Importante” (Tabela 22).

Tabela 22 – Distribuição anual da intensidade dos danos materiais decorrentes de inundações no estado do Ceará

Anos	Intensidade dos Danos Materiais				
	Pouco Importante	Médio	Importante	Muito Importante	Não Informado
2003	0	1	4	2	0
2004	0	7	14	14	3
2005	0	1	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	3	27	8	0	0
2009	1	100	15	0	0
2010	0	0	0	0	0

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Embora a maior parte dos registros não apresentem informações sobre a tipologia dos danos ambientais, as equipes das defesas civis municipais indicaram a intensidade dos mesmos. Os dados revelam que a maioria foram “Pouco Importante” (58,95%) e “Média” (33,16%). Já os danos das classes “Importante” e “Muito Importante” foram responsáveis por 6,32% e 1,58%, respectivamente (Tabela 23). Os danos ambientais mais frequentes foram deslizamentos, erosão do solo, desmatamento e problemas com o esgotamento sanitário.

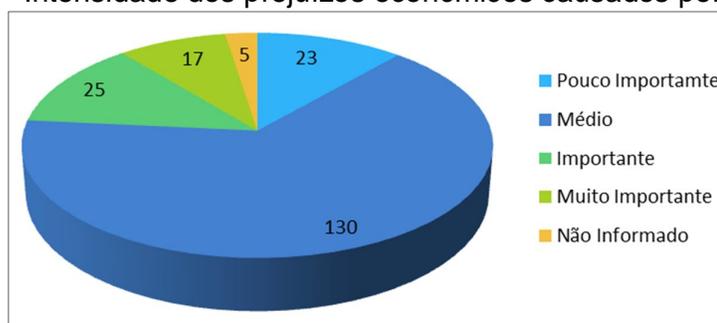
Tabela 23 – Distribuição anual da intensidade dos danos ambientais decorrentes de inundações no estado do Ceará

Anos	Intensidade dos Danos Ambientais				
	Pouco Importante	Médio	Importante	Muito Importante	Não Informado
2003	1	3	1	0	2
2004	5	13	9	3	8
2005	0	1	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	30	8	0	0	0
2009	76	38	2	0	0
2010	0	0	0	0	0

Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Posteriormente, foi analisada a intensidade dos prejuízos econômicos. Deste modo, as inundações ocasionaram prejuízos econômicos predominantemente de baixa importância, sendo que 65,00% encontravam-se na classe “Média” e 11,50% na “Pouco Importante”. No entanto, 12,50% dos AVADANs relataram prejuízos de vulto “Importante” e 8,50% “Muito Importante”. Por fim, 2,50% dos formulários não indicaram a intensidade dos prejuízos econômicos (Gráfico 17).

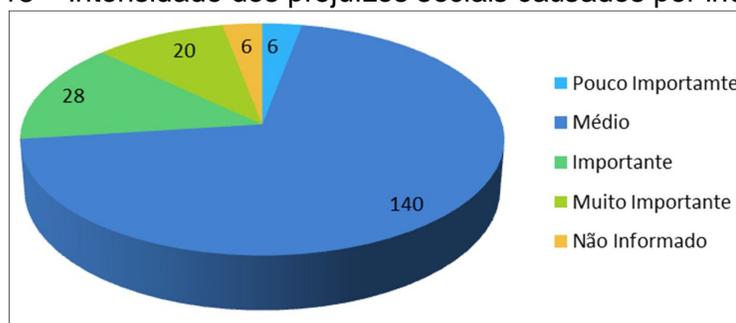
Gráfico 17 – Intensidade dos prejuízos econômicos causados por inundações



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Em seguida, os AVADANs indicam que a intensidade dos prejuízos sociais foi predominantemente da classe “Média” (70,00%). As classes “Importante” e “Muito Importante” estiveram presentes 14,00% e 10,00% dos formulários, respectivamente. Já os danos de intensidade “Pouco Importante” apresentaram reduzida frequência, correspondendo a 3,00% (Gráfico 18). O mesmo valor foi atribuído aos formulários que não indicaram a intensidade deste critério.

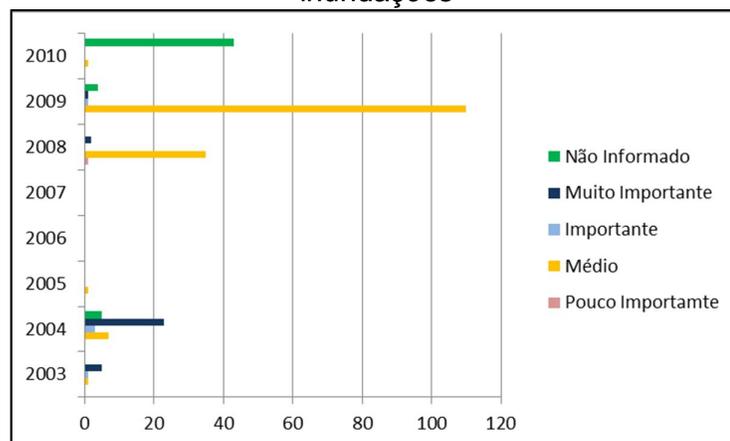
Gráfico 18 – Intensidade dos prejuízos sociais causados por inundações



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

Com relação à necessidade de recursos financeiros, 63,52% dos AVADANs informaram uma necessidade “Média”. Também houve significativa percentagem da classe “Muito Importante”, concentrando-se na quadra chuvosa de 2004 (Gráfico 19). Ressalta-se que os danos produzidos pelas inundações, normalmente, precisam de auxílio imediato, pois são eventos de rápida evolução, que danificam as edificações, os bens públicos, a malha viária, os serviços públicos, além dos transtornos psicológicos. Por vezes, as pessoas perdem todos os seus pertences, a habitação e até mesmo a própria vida ou de seus familiares. Há, de certa maneira, um impedimento para o deslocamento destes indivíduos devido aos custos de acesso à terra, dos aluguéis, do pagamento de serviços de água e esgoto, distância dos locais de ensino e trabalho, assim como, as limitações postas pelas relações de pertencimento ao lugar, mesmo estando em risco.

Gráfico 19 – Necessidade de recursos financeiros para os danos decorrentes de inundações



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

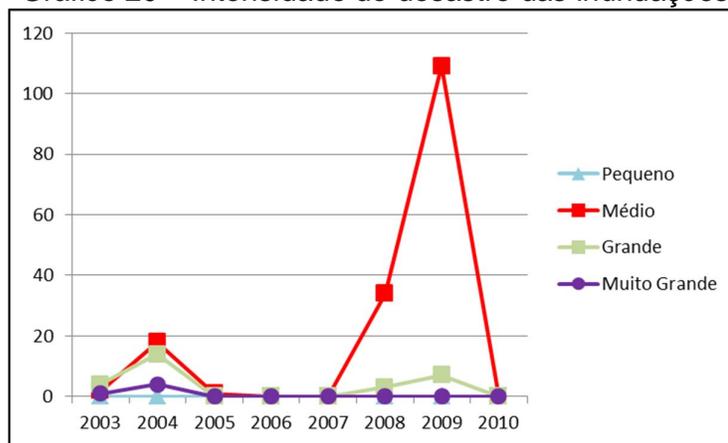
Quanto aos critérios agravantes, observou-se que, assim como as estiagens, os principais elementos agravantes são as vulnerabilidades da

comunidade e do cenário. Secundariamente, o despreparo das defesas civis foi mais citado. Apenas seis formulários indicaram desastres secundários como um critério agravante.

Por fim, são apresentadas as conclusões da intensidade dos desastres. Os danos de intensidade “Média” foram responsáveis por 83,25% dos registros, concentrando-se principalmente no ano de 2009. Em seguida, a classe “Grande” esteve presente em 14,21% dos AVADANs. Já os desastres de intensidade “Muito Grande”, foram registrados em apenas 5 formulários, sendo que 4 ocorreram em 2004. Não foram informados desastres da classe “Pequena” (Gráfico 20). Portanto, observa-se que a maior parte dos danos podem ser minimizados ou eliminados com uma gestão do risco do desastre das inundações mais eficiente.

O ano de 2011 foi o mais ameno, sendo que as inundações foram os eventos mais danosos, afetando, sobretudo, o sul do estado. Os impactos mais severos estiveram relacionados ao rompimento do canal do rio Granjeiro, no Crato. O período de estiagem também resultou em danos, principalmente o desabastecimento de alguns núcleos populacionais.

Gráfico 20 – Intensidade do desastre das inundações



Fonte de dados: SEDEC, 2003-2010.

No ano de 2012 a seca se instalou sobre todo o Ceará, provocando diversos danos, mas afetando, sobretudo o abastecimento de água dos núcleos populacionais e a atividade agropecuária, com a perda expressiva da produção agrícola e dos rebanhos. Além da morte do gado, também houve o envio dos mesmos para outros estados menos afetados pelas secas (Figura 73). A perda na agricultura de sequeiro foi em média 83% no estado, mas chegando a 100% em

alguns municípios como São João do Jaguaribe e Solonópolis (Tabela 24) (IPECE, 2012b).

Figura 75 – Impacto da seca sobre o rebanho, Limoeiro do Norte-CE



Fonte: autor.

Também ocorreram danos gerados por eventos pluviais concentrados, sobretudo nos espaços urbanos dos municípios de Crato e Fortaleza.

Tabela 24 – Municípios com as maiores perdas na safra de janeiro a maio de 2012

Municípios	%	Municípios	%
São João do Jaguaribe	100,00	Monsenhor Tabosa	96,56
Solonópole	100,00	Ibaretama	96,41
Quixeramobim	98,97	Arneiroz	96,02
Quixerá	98,84	Parambu	95,82
Tabuleiro do Norte	98,62	Itatira	95,74
Novo Oriente	98,11	Ibicuitinga	95,41
Independência	97,36	Tauá	95,38
Cratús	97,34	Quixadá	95,36
Quiterianópolis	97,23	Choró	95,19
Ipaporanga	97,10	Banabuiú	95,19

Fonte: IPECE, 2012, baseado em dados da EMARTECE/DAS.

Diante do quadro exposto referente aos danos e prejuízos produzidos, o oitavo capítulo trata de algumas medidas que podem ser realizadas visando mitigar, eliminar e superar os impactos negativos das materializações dos eventos naturais adversos associados à dinâmica climática.

8 O RISCO DE DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DO CEARÁ

Os eventos naturais adversos e os fatores indicadores da vulnerabilidade, antes de serem elementos participantes do risco, são fenômenos espaciais, portanto apresentam localização, distribuição e dimensões geográficas e, conseqüentemente, são passíveis de representação espacial. Ademais, por meio do mapeamento é possível a compreensão dos inter-relacionados destes no espaço, criando, assim, mecanismos para a identificação das áreas com maior ou menor risco de desastres.

O mapeamento dos riscos de desastres naturais constitui a ferramenta básica para a gestão eficiente destes fenômenos, uma vez que subsidia o processo de tomada de decisão, ao apontar espacialmente quais os municípios encontram-se mais vulneráveis às manifestações adversas do meio natural. As informações produzidas são fatores indicadores dos locais prioritários para a aplicação de investimentos e políticas que visem a prevenção e a preparação aos eventos naturais esperados.

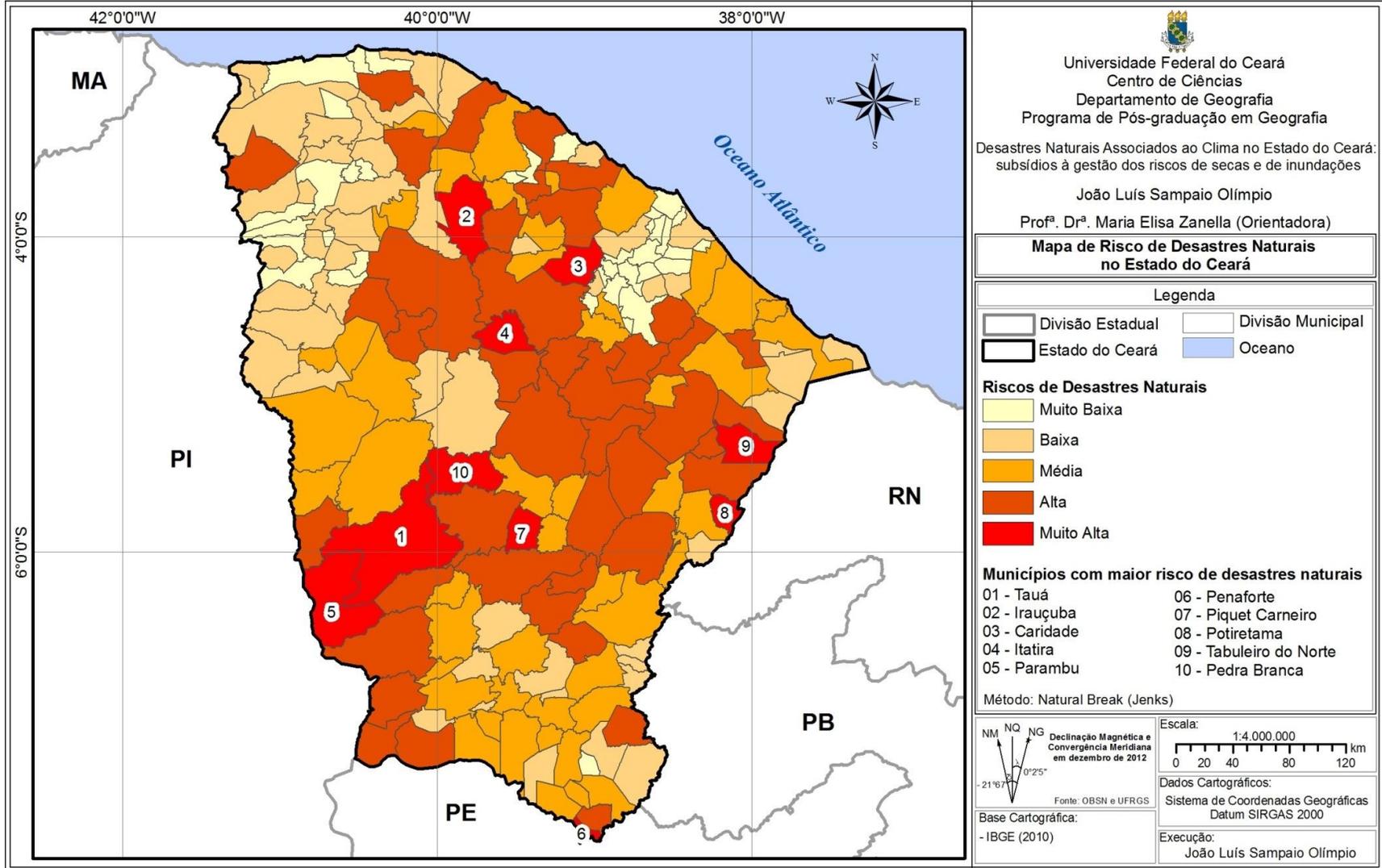
A implantação de medidas de prevenção está associada à identificação das áreas potenciais para a ocorrência de desastres, em função da hierarquização dos cenários de risco. Marcelino, Nunes e Kobiyama (2006) afirmam que:

Um dos instrumentos de análise de risco mais eficientes é o mapeamento de áreas de risco. A partir deste mapa é possível elaborar medidas preventivas, planificar as situações de emergência e estabelecer ações conjuntas entre a comunidade e o poder público, com o intuito de promover a defesa permanente contra os desastres naturais. As medidas preventivas estão associadas à identificação das áreas com maior potencial de serem afetadas, onde são hierarquizados os cenários de risco e a proposição de medidas corretivas (MARCELINO; NUNES; KOBİYAMA, 2006, p. 73).

A partir do cruzamento entre o Índice Municipal de Vulnerabilidade Social (IMVS) e a frequência de Portarias de reconhecimento de desastre obteve-se o Índice Municipal de Risco de Desastres Naturais (IRDEN), o qual indica a amplitude do risco dos desastres naturais associados à dinâmica climática entre os municípios do estado do Ceará. A figura 76 apresenta o Mapa de Risco de Desastres Naturais do Estado do Ceará, a partir dos resultados obtidos no IRDEN.

A distribuição dos municípios entre as classes de risco revela que há certa homogeneidade, de modo que 26,63% possuem risco médio, 26,63% baixo, 22,28% alto e 19,02% muito baixo. A exceção é a classe muito alto, com apenas 5,43% dos municípios (Tabela 25).

Figura 76 – Distribuição espacial do risco de desastres naturais no estado do Ceará – Brasil



Como observado, 10 municípios se encontram em situação de risco muito alto, situados, principalmente, nas macrorregiões dos Sertões Central, dos Inhamus e no Litoral Leste-Jaguaribe, espaços mais suscetíveis aos eventos naturais intensos, destacando-se as secas e estiagens.

Tabela 25 – Distribuição da intensidade de risco entre as macrorregiões

Macrorregiões	Total de Municípios	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Baturité	13	8	2	2	1	0
Cariri	25	1	6	11	6	1
Sertão Centro-Sul	15	0	6	5	4	0
Litoral Leste-Jaguaribe	22	0	5	8	7	2
Litoral Oeste	27	7	8	6	6	0
RMF	15	9	3	2	1	0
Sertão Central	20	0	2	5	9	4
Sertão dos Inhamus	18	0	4	8	4	2
Sobral-Ibiapaba	29	10	13	2	3	1

Fonte: autor.

Em termos de quantidade de pessoas em situação de risco muito alto há entre estes 10 municípios 249.176 residentes, correspondendo a 2,95% da população estadual. Tauá, na região dos Inhamus, possui a maior quantidade de pessoas nesta situação. Já a região do Sertão Central possui a maior quantidade de indivíduos em risco muito alto, abrangendo 146.463 habitantes.

Como indicado, os sertões secos cearenses apresentam maior risco, principalmente devido a frequente ocorrência de crises motivadas pelas secas/estiagens que, como exposto, decorrem das condições de suscetibilidade do meio natural às adversidades climáticas associadas ao estado de degradação social de parcela da população residente no estado.

Conforme os resultados do IRDEN, o município de Tauá apresenta o maior risco de desastres naturais, principalmente os promovidos pela escassez hídrica agravada pelas condições de vulnerabilidade social, sobretudo, em função da reduzida renda da população e do próprio município, além da baixa cobertura do esgotamento sanitário, diminuta presença de estabelecimentos e profissionais de saúde e pelo considerável número de habitantes entre as classes analisadas. É esperado que quando ocorram eventos naturais intensos, especialmente as secas, este município seja logo afetado pelos seus efeitos negativos, repercutindo diretamente sobre o bem-estar da população. Vale destacar que este é o principal

município da referida região, portanto apresenta maior capacidade de captar recursos técnicos e financeiros para superar os efeitos das crises instaladas.

Acrescenta-se que nos municípios sertanejos, além do quadro socioambiental acima exposto, o estado de degradação dos sistemas ambientais, em função dos históricos usos realizados, pautados sobre uma superexploração dos recursos naturais e reduzido tempo de recuperação dos mesmos, agrava as condições de exposição e resistência dos habitantes destes ambientes.

Esta situação de risco aos eventos naturais é vivenciada, com intensidades que variam entre “médio” a “muito alto”, em todos os municípios dos sertões secos cearenses.

Em contrapartida, as regiões de Sobral-Ibiapaba, RMF e Baturité apresentam a maior quantidade de municípios com situação de risco muito baixo.

Pacatuba, município da RMF, apresenta o menor risco de desastres naturais associados ao clima, tendo em vista que este nunca decretou SE ou ECP para os eventos aqui analisados, além de apresentar uma das melhores condições de vulnerabilidade social. Na mesma situação também estão Fortaleza, Maracanaú, Itaitinga, Guaiuba, Eusébio e Horizonte.

Nestes municípios há grossas camadas da população vivendo em risco, neste caso devido a maior probabilidade de crises decorrentes de inundações nas bacias urbanas. Entretanto, este resultado decorre da escala adotada, a qual privilegiou a análise comparativa entre os municípios que compõe o estado, de modo que mesmo o município com menor intensidade de risco, poderá estar sob condições negativas significativas, mas apenas menores em relação aos demais.

Tais diferenciações socioespaciais apenas poderão ser visualizadas através da análise de unidades espaciais menores, como bairros ou setores censitários, e mesmo assim com certo nível de generalismo, visto que no contexto da urbanização dos países em desenvolvimento há a mesclagem no espaço das condições de amenidades e riscos, de modo que convivem lado a lado os indivíduos com as melhores e as piores condições de vulnerabilidade.

Vale ressaltar que estes municípios, grosso modo, apresentam melhores condições para superar e resistir às adversidades, tanto em funções das condições de vulnerabilidade dos residentes, bem como devido a maior capacidade operacional, técnica e financeira dos agentes públicos atuantes na região metropolitana.

Entre estes municípios destaca-se Fortaleza, devido a grande quantidade de indivíduos habitando os espaços naturais suscetíveis aos eventos associados aos episódios pluviais concentrados, no entanto apresentando melhores meios para superar a crise sobre o espaço urbano em questão. Deste modo, é necessária a elaboração de estudos, em escala de maior detalhe, que apresentem esta problemática evidenciada, identificando quais os locais e pessoas em risco, a tipologia dos eventos perigosos, a vulnerabilidade, a percepção e as propostas de medidas preventivas e corretivas.

Na RMF, os municípios possuem médio a muito baixo risco, à exceção se faz em São Gonçalo do Amarante, o qual apresenta uma situação de vulnerabilidade social mediana e está bastante exposto às secas e estiagens. Neste município vêm sendo implantado o Complexo Portuário e Industrial do Pecém, acompanhado de uma série de infraestruturas e serviços públicos que associados a maior oferta de emprego poderá diminuir as condições de vulnerabilidade. No entanto, as melhorias somente ocorrerão caso haja o devido planejamento territorial do município, visando a ocupação ordenada das indústrias e um crescimento urbano orientado pelos princípios urbanísticos e ambientais atuais, evitando a formação de áreas de risco, principalmente das populações imigrantes que venham a se fixar.

Situação diferente é observada nos municípios de Juazeiro do Norte e Sobral, os quais possuem vulnerabilidade social muito baixa, mas apresentam um risco médio, devido a frequente ocorrência de secas e inundações, promovidas pelos rios das bacias do Salgado e do Acaraú, respectivamente.

Diante deste cenário, a seguir são propostas algumas medidas que podem ser adotadas visam a realização de ações preventivas e preparativas para a redução dos riscos de desastres naturais associados à dinâmica climática. Estas foram expostas em um quadro que informa a etapa a qual a ação pertence, a que desastre se refere, aos aspectos negativos gerados, as ações necessárias, as entidades responsáveis pela execução, a estimativa do vulto dos recursos financeiros, a prioridade para execução e os planos, programas ou projetos a serem desenvolvidos (Quadro 12).

Quadro 12 – Propostas para a gestão dos riscos de desastres das secas e inundações

Fase	Desastre	Aspectos Negativos	Ações	Entidades Responsáveis	Recursos Financeiros	Prioridade	Plano/Programa/Projeto
P R E V E N Ç Ã O	S / I	Falta de conhecimento do comportamento atmosférico	Melhoria dos sistemas de prevenção atmosférica	Universidades e instituições de pesquisas	Muito Vultoso	Extremamente Alta	Planos de incentivo de desenvolvimento do conhecimento técnico-científico
	S / I	Incipientes sistemas de monitoramento	Melhorar os sistemas de monitoramento	Universidades e instituições de pesquisas	Muito Vultoso	Extremamente Alta	Plano de gestão do desastre das secas Plano de gestão do desastre das inundações
	S / I	Ineficiência de sistemas de alerta	Construir e executar um sistema de alerta dos eventos naturais perigosos	Prefeituras, Estados e Escolas	Vultoso	Alta	Projeto de sistema de alerta às secas Projeto de sistema de alerta às inundações
	S / I	Ausência ou ineficiência da análise de risco	Análises de risco	Defesas Civas, Prefeituras, Estado e União	Vultoso	Extremamente Alta	Plano de gestão dos riscos naturais Programa de avaliação de risco de secas Programa de avaliação de risco de inundações
	S / I	Técnicas rudimentares empregadas nas atividades produtivas	Desenvolvimento e incentivos de técnicas mais harmoniosas e eficientes	Prefeituras, Estado, União, Universidades, ONG's, Igreja.	Mediano	Alta	Projetos de capacitação técnica dos trabalhadores rurais e incentivos financeiros
	S / I	Baixa percepção dos riscos de desastres naturais	Incentivar a percepção dos atores sociais	Prefeituras, Estado, União, Universidades, ONGs, Igreja.	Pouco Vultoso	Alta	Programa de educação ambiental Programa de educação para os riscos
	S / I	Qualidade imprópria das águas	Aumenta a oferta de água potável	Estado e União	Mediano	Extremamente Alta	Programas de educação ambiental, fiscalização e monitoramento

Legenda: S – Secas e estiagens; I – Inundações.

Continua

Continuação

Fase	Desastre	Aspectos Negativos	Ações	Entidades Responsáveis	Recursos Financeiros	Prioridade	Plano/Programa/Projeto
P R E V E N Ç Ã O	I	Assoreamento dos corpos hídricos	Garantir o livre fluxo das águas	Prefeituras, Estado e União	Vultoso	Alta	Programas de reflorestamento, fiscalização e monitoramento
	S / I	Elevada degradação ambiental	Preservar e conservar os recursos naturais	Prefeituras, Estado, União, universidades, ONGs, Igreja.	Muito Vultoso	Extremamente Alta	Programas de recuperação ambiental, fiscalização, monitoramento e educação ambiental
	S / I	Vulnerabilidade ambiental	Indicar o uso e ocupação do solo mais coerente com a dinâmica natural	Prefeituras, Estado, União e Universidades	Vultoso	Alta	Projetos de caracterização e mapeamento ambiental Elaborar e executar legislação específica
	S / I	Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais	Melhor a capacidade de resposta e de ajustamento da comunidade	Prefeituras, Estado, União,	Muito Vultoso	Extremamente Alta	Requalificação e ampliação dos planos e projetos de educação, saneamento ambiental, moradia, trabalho e saúde
	I	Áreas de risco consolidadas	Transferir as famílias e reordenar o espaço	Prefeituras, Estado e União	Vultosos	Extremamente Alta	Plano Diretor Participativo Projetos requalificação urbana Parcelamento do Solo
	S / I	Desorganização do espaço	Ordenar o uso e ocupação do espaço	Prefeituras, Estado e União	Vultosos	Extremamente Alta	Plano Diretor Participativo Lei de Uso e Ocupação do Solo Projetos requalificação urbana Parcelamento do Solo
	S / I	Precariedade dos dados geográficos sobre as áreas de riscos	Mapear as áreas inundáveis e as com risco de desertificação	Prefeituras, Estado e União	Vultosos	Extremamente Alta	Projetos de Zoneamento Ambiental Projetos de Análise de Risco

Continua

Continuação

Fase	Desastre	Aspectos Negativos	Ações	Entidades Responsáveis	Recursos Financeiros	Prioridade	Plano/Programa/Projeto
P R E V E N Ç Ã O	S / I	Centralidade e uniformização dos dados referentes às áreas de risco	Construir um banco de dados sobre os riscos de desastres naturais	Prefeituras, Estado e União	Vultosos	Extremamente Alta	Projetos de Zoneamento Ambiental Projetos de Análise de Risco
	I	Habitações impróprias	Garantir moradias a população mais carente	Prefeituras, Estado e União	Vultosos	Extremamente Alta	Programas de habitação popular Projetos de requalificação urbana
	I	Impermeabilização do Solo	Aumentar a infiltração das águas pluviais	Prefeituras	Mediano	Mediano	Projeto de estrutura viária urbana, Código de obras
	S / I	Baixa efetividade da legislação específica	Dirimir o processo de gestão da seca	Prefeituras, Estado e União,	Pouco Vultoso	Extremamente Alta	Elaborar e aplicar a legislação ambiental, uso e ocupação do solo, código de obras, defesa civil, Estatuto da cidade.
	S / I	Uso inadequado dos recursos hídricos	Gerenciar o uso dos recursos hídricos	Prefeituras, Estado, União e Comitês de Bacias	Alto	Extremamente Alta	Planos de manejo das bacias, Projetos de tratamento e distribuição da água, legislação ambiental
	S / I	Baixa abrangência dos seguros de desastres naturais	Melhora a oferta dos seguros de desastres naturais	Seguradoras, Estado e União	Alto	Alta	Programas de seguridade para os desastres naturais
	S / I	Reduzida quantidade de áreas verdes	Ampliar a distribuição de áreas verdes	Prefeituras, Estados e União	Baixo	Alta	Projeto de requalificação urbana Projetos de qualidade ambiental Projetos de arborização urbana e reflorestamento
	S / I	Processos administrativos morosos	Melhorar o sistema institucional	Prefeituras, Estados e União	Baixo	Extremamente Alta	Programa de integração de informações Reorganizar do serviço público

Continua

Conclusão

Fase	Desastre	Aspectos Negativos	Ações	Entidades Responsáveis	Recursos Financeiros	Prioridade	Plano/Programa/Projeto
P R E P A R A Ç Ã O	S	Construção estruturas para armazenamento de água e obtenção de equipamentos	Realizar o armazenamento de águas superficiais e subterrâneas	Estado e União	Muito Vultoso	Extremamente Alta	Projetos de investimento em infraestruturas de armazenamento, distribuição e tratamento da água
	I	Ausência e pouca efetividade de estruturas de contenção de inundações	Construir estruturas de contenção das inundações	Prefeituras, Estados e União	Vultosos	Alta	Projetos de engenharia (bacias de contenção, de amortecimento, de retenção, barragens, diques, <i>polders</i> e etc.)
	I	Ineficiência da drenagem urbana	Construir estruturas de macro e microdrenagem mais eficientes	Prefeituras, Estados e União	Vultosos	Alta	Projetos de requalificação urbana Projetos de engenharia (galerias, bueiros, canalização, desvio de canais e etc.)
	S / I	Ausência de planos de emergência	Elaborar planos de emergência	Estado e União	Pouco Vultoso	Alta	Plano de emergência às secas Plano de emergência às inundações
	S / I	Despreparo da Comunidade	Educação dos riscos e para ações emergenciais	Prefeituras, Estados e Escolas	Mediano	Alta	Projeto de educação ambiental e de riscos
	S / I	Despreparo das Defesas Civas	Investimento técnico e de infraestrutura	Prefeituras, Estados e União	Mediano	Alta	Projetos de capacitação Projetos de reestruturação
	S / I	Despreparo dos Agentes Públicos	Investimento Técnico e de infraestrutura	Prefeituras e Estados	Mediano	Alta	Projetos de capacitação Projetos de reestruturação

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises e discursões realizadas, verificou-se que o estado do Ceará encontra-se fortemente submetido aos eventos naturais adversos, originados da dinâmica do clima, que promovem repercussões negativas sobre os espaços habitados, por vezes, gerando danos e prejuízos à população.

A variabilidade da pluviosidade da região semiárida é a principal fonte de eventos naturais adversos, ora promovendo a escassez hídrica, através dos fenômenos das secas e estiagens, ora ocorrendo desvios positivos geradores de episódios pluviais concentrados ou períodos chuvosos prolongados, que suscitam a desorganização do espaço geográfico, por meio das inundações.

Por outro lado, as características dos sistemas ambientais também intensificam os problemas ambientais, por apresentarem baixa capacidade de armazenamento de água nos reservatórios naturais. Além disso, o elevado grau de degradação dos sistemas amplifica a vulnerabilidade natural, tornando-os mais suscetíveis à constituição de eventos adversos.

No entanto, a constituição das crises está igualmente relacionada aos níveis de exposição, resistência e resiliência indutoras das vulnerabilidades dos grupos sociais e dos indivíduos residentes no estado do Ceará, fruto de um contexto social, econômico, estrutural, político e cultural presente neste território, mas que ocorre com maior intensidade sobre determinadas porções dos municípios, nas quais residem os indivíduos mais vulneráveis às manifestações dos eventos naturais adversos, revelando o quadro de segregação socioespacial e socioambiental existente nos espaços rurais e urbanos cearenses.

Neste sentido, sobrepõem-se, no mesmo espaço e tempo, as vulnerabilidades do meio natural e do homem, por vezes gerando desarmonias entre a dinâmica da natureza e a da sociedade, situação promotora dos riscos aos usuários destes espaços. Esta situação é evidente no contexto dos países não desenvolvidos, onde não há controle da apropriação dos espaços naturais, induzindo a degradação do homem e dos meios natural e construído.

Assim, a problemática dos riscos, desastres e vulnerabilidades passa, essencialmente, pela compreensão da dinâmica dos fenômenos naturais e sociais e de suas inter-relações na produção dos espaços em risco, uma vez que abordagens

desintegradas apenas resultaram em respostas parciais, incapazes de perceber adequadamente os problemas presentes.

Esta relação entre natureza e sociedade fundamenta a análise ambiental da Geografia no estudo do meio ambiente, assentada sobre um paradigma globalizante e sistêmico, buscando transcender a clássica dicotomia entre a Geografia Física e a Geografia Humana.

Tais eventos fazem parte da própria história da formação do território e do povo cearense, à medida que foi através dos danos ocorridos e das ações e políticas empregadas, principalmente as decorrentes das secas, que se construiu a base da cultura sertaneja e citadina deste estado, bem como as formas de apropriação do meio natural, refletindo na produção do espaço geográfico pelos diferentes atores sociais.

Constatou-se que os municípios do estado possuem elevada vulnerabilidade social aos riscos naturais, em função das condições sociais, econômicas, demográficas e de acesso aos serviços públicos básicos, indicando como e com qual intensidade as populações encontram-se expostas às manifestações dos eventos naturais perigosos.

Através da análise das Portarias de reconhecimento de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública verificou-se que as secas e as estiagens são os fenômenos que mais produzem a situação de desastre no Ceará, afetando, sobretudo os sertões secos. Foram registradas 1.471 Portarias decorrentes de eventos naturais adversos, sendo que 1.211 foram produzidas pela escassez hídrica. Os principais danos e prejuízos ocorridos foram as perdas na agricultura e na pecuária e o desabastecimento dos núcleos populacionais.

Em seguida, as inundações foram os eventos mais significativos, ocorrendo com maior destaque nos anos de 2004, 2008 e 2009, períodos que tiveram precipitações acima das médias. Foram reconhecidas 255 Portarias, sendo que 11 eram relativas à decretação de Estado de Calamidade Pública e 244 à Situação de Emergência. Os principais dados gerados também estiveram relacionados às atividades agrícola e pecuária, além de prejuízos aos serviços e infraestruturas públicas. Também são relatados danos expressivos sobre os espaços urbanos, especialmente durante a ocorrência de episódios pluviais concentrados, como o ocorrido no dia 27.03.2012.

Observou-se que alguns municípios apresentam elevada frequência de decretação da situação de desastre, devido à suscetibilidade do meio às adversidades produzidas pelos eventos perigosos e pela vulnerabilidade social existente, o que reflete a baixa capacidade de resiliência destes territórios. Com relação à escassez hídrica, os municípios mais afetados foram Tauá, Penaforte, Caridade e Campos Sales. Já as inundações impactaram com maior frequência os municípios de Crato e Juazeiro do Norte na bacia do rio Salgado, Irauçuba e Amontada no rio Aracatiaçu, Morada Nova no rio Jaguaribe e Santana no Acaraú no rio Acaraú.

Pontualmente, foram registrados desastres decorrentes da intensidade dos processos erosivos fluviais e marinhos.

Definiu-se a intensidade dos riscos de desastres naturais no estado, por meio da integração da vulnerabilidade social municipal e a frequência de Portarias de reconhecimento, indicadoras do perigo existente. Deste modo, constatou-se que os municípios que apresentam maior risco estão localizados nas regiões dos Sertões Central, dos Inhamus e do Litoral Leste-Jaguaribe. Verificou-se que os principais municípios do estado possuem menor risco aos desastres naturais, em decorrência da maior presença de amenidades entre as variáveis analisadas. Não obstante, os municípios de menor porte populacional e econômico apresentaram as piores condições para resistir e superar os impactos dos fenômenos naturais.

Vale ressaltar que os resultados refletem o contexto estadual, onde alguns municípios, destacando-se os integrantes RMF e os de médio porte, possuem uma maior oferta de serviços públicos básicos e melhores condições econômicas, além de uma maior capacidade técnica e financeira para captar recursos em relação aos demais municípios. No entanto, um exame em escala de maior detalhe poderá relevar cenários diferenciados, onde será apresentada a vulnerabilidade socioambiental e os riscos presente em grossas camadas de indivíduos residentes naqueles municípios, como ocorre em Fortaleza.

Ressalta-se a importância do emprego das tecnologias da geoinformação para a análise geoespacial dos fenômenos naturais e sociais estudados neste trabalho, as quais permitiram observar os relacionamentos ambientais ocorrentes no território cearense. A coleta e a produção de informações espaciais, certamente, são fontes que poderão subsidiar as ações dos agentes sociais que objetivam a melhoria da gestão dos riscos de desastres naturais associados à dinâmica climática.

Entretanto, a gestão dos riscos no Brasil ainda é bastante ineficiente, devido à priorização de ações de reconstrução após a crise instalada, e ainda assim, diante de um quadro de morosidade na destinação de recursos para auxílio dos municípios e na execução de projetos, causando transtornos incalculáveis aos vitimados. Além disso, observa-se um planejamento incompatível com a busca de soluções, uma vez que, normalmente, as ações empreendidas apenas objetivam o retorno às condições semelhantes ao cenário existente antes da crise.

Nestes termos, é necessária a realização de uma gestão dos riscos de desastres mais eficientes, a partir da participação de todos os agentes sociais envolvidos. Assim, faz emitente a elaboração de pesquisas, como esta, visando o entendimento dos processos socioambientais reinantes no espaço geográfico, destacando-se aqueles onde o risco natural está presente.

As pesquisas de desastres têm a função de apresentar e convencer a sociedade civil e os políticos da situação existente e apontar caminhos que devem ser traçados, cabendo aos demais agentes sociais refutarem ou aceitarem a problemática e construir os mecanismos que devem ser realizados para o alcance dos objetivos conforme suas escolhas e aspirações.

Neste contexto, buscou-se a elaboração de propostas de medidas estruturais e não-estruturais, assentados no princípio de que é possível uma convivência harmoniosa entre as ações e intervenções humanas sobre os espaços naturais, rurais e urbanos, refletindo na dinâmica da natureza, principalmente aquela produtora de fenômenos perigosos.

Por fim, enfatiza-se que a gestão deve ser um processo social pautado na discussão entre a população, políticos, especialistas e os demais agentes, através da promoção de debates em e entre as diversas organizações sociais, pautadas sobre o fomento da inovação científica e da divulgação do conhecimento, fatores que podem tornar as sociedades mais preparadas e conscientes dos riscos presentes nos espaços que habitam.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. *Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALMEIDA, L. Q. *Vulnerabilidade Socioambiental dos Rios Urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará*. Rio Claro: UNESP, 2010. 278 p. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

_____. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia. *Revista Mercator*. Fortaleza, v.10, n. 23, p. 83-99, 2011.

ALVES, J. *História das Secas (XVII a XIX)*. Disponível em: <colegaomossoroense.org.br/pics/Historia_das_secas.pdf>. Acessado em: mar., 2013.

AMORA, Z. B. Aspectos Históricos da Industrialização no Ceará. In: SOUZA, S. (Coord.). *História do Ceará*. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, p. 121-128, 1994.

ANEAS DE CASTRO, S. D. Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía. *Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona, n.60, 2000.

ANTUNES, B. P. *Manual de Direito Ambiental: para cursos universitários com provas de concurso*. Rio de Janeiro: Ed. Lumen Juris, 2008.

AZEVEDO, M. A. Datas e Fatos para a História do Ceará. *Revista do Instituto do Ceará*, Fortaleza, 2002.

BESSA JR, O; DOUSTDAR, N. M; CORTESI, L. A. Vulnerabilidade de municípios do Paraná aos riscos de desastres naturais. *Cadernos Ipardes: estudos e pesquisas*. Curitiba, v.1 n.1, p. 82-100, 2011.

BRIDI, I. S. *Da seca a Cariús/CE: trajetória histórica e estudo das construções*. 2010. Trabalho de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CARDONA, O. D. The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: a necessary review and criticism for effective risk management. In: BANKOFF, G; FRERKS, G; HILHORST, D. (Eds.). *Mapping vulnerability: disasters, development, and people*. London: Earthscan Publications, p. 37-51, 2004.

CARDOSO, A. L. *Desigualdades urbanas e políticas habitacionais socioeconômicas*. Rio de Janeiro: UFRJ. Disponível em: www.observatoriodasmetroles.ufrrj.br/textos.htm. Acessado em: out, 2011.

CARVALHO, R. G. *Análise de Sistemas Ambientais aplicada ao planejamento: estudo em macro e mesoescala na região da bacia hidrográfica do rio Apodi – Mossoró, RN/Brasil*. Fortaleza, 2011, 269f. Tese de Doutorado em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

CASTRO, A. L. C; CALHEIROS, L. G; MOURA, A. Z. B. *Glossário de Defesa Civil Estudos de Riscos e Medicina de Desastres*. Brasília: MIN, 5 ed., 2004.

CASTRO, C. M; PEIXOTO, M. N. O; DO RIO, G. A. P. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

CERRI, L. E. S; AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. (Org.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE, 1998. cap. 18.

CLAUDINO-SALES, V. *Cenários Litorâneos: Lagoa do Papicu, natureza e ambiente na cidade de Fortaleza*. São Paulo, 1993, 319f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

_____. Geografia, Sistemas e Análise Ambiental: abordagem crítica. *Revista GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 16, p. 125-141, 2004.

_____. Os litorais do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.

COELHO, G. O Nordeste e a extinção da SUDENE. *Revista Jus et Fides*, ano. 2, n. 1, 2002.

COSTA, M. C. L. S; Clima e salubridade na construção imaginária do Ceará. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C; ZANELLA, M. E; MEIRELES, A. J. A. (Org.). *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

_____. Fortaleza: expansão urbana e organização do espaço. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.

CLIMATE PREDICTION CENTER – CPC. *Cold and warm episodes by season*. Disponível em < www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml >. Acessado em: out., 2012

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC. *Banco de Dados de Imagens*. Disponível em:<satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes_anteriores.jsp>. Acessado em: jun. 2012.

DAGNINO, R. S; CARPI JR., S. Risco Ambiental: conceitos e aplicações. *Climatologia e estudos da paisagem*. Rio Claro, v. 2, n. 2, 2007.

DANTAS, E. W. C. *Mar à Vista: estudo da maritimidade em Fortaleza*. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

DESCHAMPS, M. V. *Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba: UFPR, 2004. 155p. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DIAS, N. C. *Análise Integrada do Sistema Lacustre da Maraponga na Perspectiva Socioambiental*. Fortaleza: UFC, 2010. 136p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

EGLER, C. A. G. Risco Ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à zona costeira brasileira. *Revista Território*, v. 1, n. 1, p. 31-41, 1996.

FERREIRA, A. G; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região do 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, 2005.

FIGUEIREDO, M. A. A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas). In: IPLANCE. *Atlas do Ceará*. Fortaleza: IPLANCE, p. 28-29. 1997. 65p. Mapas coloridos – Escala 1:1.500.000.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA - FCPC. *Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Caatinga e Serras Úmidas do Estado do Ceará*. Fortaleza: PETROBRAS / FCPC / SEMACE / UFC, 2007.

GUERRA, P. B. B. *A civilização da seca: o Nordeste é uma história mal contada*. Fortaleza: DNOCS, 1981.

HÉTU, B. Uma Geomorfologia socialmente útil: os riscos naturais em evidência. *Revista Mercator*. Fortaleza, ano 2, n. 3, 2003.

HYNDMAN, D; HYNDMAN, D. *Natural Hazards and Disasters*. 3 ed. Canadá: Brook/cole Cengage Learning, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. *Compartimentação Geoambiental*. Fortaleza: IPECE, 2012. Disponível em <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/132.htm>>. Acessado em: set, 2012a.

_____. *Condições de Vulnerabilidade dos municípios em Situação de Emergência em 2012*. Informe 33, 2012b.

INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION - ISDR. *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*. Geneva: UN/ISDR, 2004.

KAZTMAN, R. (Coord.). *Activos y estructuras de oportunidades. Estudios sobre las raíces de la vulnerabilidad social en el Uruguay*. Montevideo: Oficina del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Oficina de la CEPAL en Montevideo, LC/MVD/R, 1999.

KERVERN, G. Y. *Elementos Fundamentais das Ciências Cindínicas*. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

KOBIYAMA, M; MENDOÇA, M; MARCELINO, I. P. V. O; MARCELINO, E. V; GONÇALVES, E. F; BRAZETTI, L. L. P; GOERL, R. F; MOLLERI, G. S. F; RUDORFF, F. M; MOLLERI, G. S. F. *Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos*. Florianópolis: Organic Trading, 2006.

KOWARICK, L. *Viver em risco: sobre a vulnerabilidade no Brasil urbano*. Novos Estudos, Cebrap, n. 63, p. 9-30, 2002.

LAVELL, A. *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Guatemala: CEPREDENAC/ PNUD, 2003.

LEFF, H. *Epistemologia Ambiental*. São Paulo: Cortez, 2001.

LONGLEY, P. A; GOODCHILD, M. F; MAGUIRE, D. J; RHIND, D. W. *Sistema e Ciência da Informação Geográfica*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MAGALHÃES, G. B; ZANELLA, M. E. Comportamento Climático da Região Metropolitana de Fortaleza. *Revista Mercator*, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 129-145, 2011.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Revista Ambiente & Sociedade*. Campinas, v. 7, n. 2, 2004.

MARCELINO, E. V. *Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos*. Caderno Didático nº 1. São José do Campus, INPE, 2008.

MARCELINO, E. V; NUNES, L. H; KOBAYAMA, M. Mapeamento de Risco de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia, ano 8, v. 17, p. 72-84, 2006.

MENDONÇA, F. *Geografia Física: ciência humana*. 7 ed. São Paulo: Contexto, 2001a. (Repensando a Geografia).

_____. Geografia Socioambiental. *Revista Terra Livre*, São Paulo, n.16, p.139-158, 2001b.

_____. Geografia socioambiental. In: MENDONÇA, F; KOZEL, S. (Org.). *Elementos de epistemologia da geografia contemporânea*. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002.

_____. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 10, p.139-148, 2004.

_____. *Geografia e Meio Ambiente*. São Paulo: Contexto, 2005.

_____. Geografia, Geografia Física e Meio Ambiente: uma reflexão à partir da problemática socioambiental urbana. *Revista da ANPEGE*. v.5, 2009.

_____. Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática. *Revista Mercator*, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.

_____. Riscos, Vulnerabilidades e Resiliência Socioambientais Urbanas: inovações na análise geográfica. *Revista da ANPEGE*. v. 7, n. 1, p. 111-118, 2011.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOLION; J. C. B; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.7, n. 1, p. 1-10, 2002.

MONTEIRO, C. F. A. *Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera com fenômeno geográfico*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MONTEIRO, J. B. *Chover, mas chover de mansinho: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará*. Fortaleza: UECE, 2011, 198p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

MOURA, M. *O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico*. Fortaleza. Fortaleza: UFC, 2008. 318f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

NEVES, F. C. Getúlio e Seca: políticas emergenciais na Era Vargas. *Revista Brasileira de História*. São Paulo, v.21, n. 40, p. 107-131, 2001.

NUNES, L. H. Compreensões e ações aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. *Territorium*, v.16, p.187-189, 2009.

OLÍMPIO, J. L. S; ZANELLA, M. E. Emprego da Tecnologia da Geoinformação na determinação das vulnerabilidades natural e ambiental do município de Fortaleza / CE. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, n. 64, p. 1-12, 2006.

OLIVEIRA, V. P. V. A problemática da Degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do Estado do Ceará-Brasil. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C; ZANELLA, M. E; MEIRELES, A. J. A. (Org.). *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

PEREIRA JR. E. A. Espaço, Industrialização e Acumulação Capitalista. uma abordagem para Nordeste e o Ceará. *Revista Mercator*, Fortaleza, ano 2, n. 4, 2003.

PESSOA, D. M. *Caráter e efeitos da seca nordestina de 1970*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. (Série Estudos sobre as Secas do Nordeste).

PRADO JR. C. *Formação do Brasil Contemporâneo: colônia*. 12 ed. São Paulo: Brasiliense, 1972.

PINHEIRO, A. Enchente e Inundação. In: SANTOS, R. F (Org.) *Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos*. Brasília: MMA, 2007

POMPEU, G. V; TASSIGNY, M. M. *Seca, fornalha e estado de emergência*. Fortaleza: Editora INESP, 2006.

PRATES, M; GATTO, L. C. S; COSTA, M. I. P. Geomorfologia. In: MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Projeto RADAMBRASIL*, Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro: MIN, 1981.

QUEIROZ, R. *O Quinze*. 77 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2004.

REBELO, F. Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (Flash Floods) em domínio mediterrâneo. *Territorium*, v. 15, p. 7-14, 2008.

REPELLI, C. A; SOUZA, E. B; QUADRO, M. F. L; ALVES, J. M. B; SAKAMOTO, M. S. O episódio de chuvas intensas no Nordeste brasileiro no final de março/1997: influência da Oscilação 30-60 dias. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 13, n. 1, 1998.

REVISTA KOSMOS. O Açude Quixadá, Rio de Janeiro, ano. 4, n. 5, 1907a.

_____. Poços Tubulares, Rio de Janeiro, ano. 4, n. 7, 1907b.

ROCHA, R; PIRES, H. S. *Minidicionário*. São Paulo: Scipione, 2001.

RODRIGUES, A. M. Manejo Integrado, risco e vulnerabilidade social: evitar tragédias, corrigir problemas? In: PINHEIRO, D. R. C. (Org.). *Desenvolvimento Sustentável: desafios e discursões*. Fortaleza: ABC Editora, 2006.

ROSA, S; COSTA, M.C.L. Vulnerabilidade Social de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Orgs.). *Vulnerabilidade Socioambiental: na Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: edições UFC, 2009.

ROSS, J. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: oficina de texto, 2009.

SANTOS, J. O. *Vulnerabilidade Ambiental e Áreas de Risco na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó – Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará*. UECE, 2006. 212f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, 2006.

SANTOS, R. F; CALDEYRO, V. S. Paisagens, Condicionantes e Mudanças. In: SANTOS, R. F. (org.). *Vulnerabilidade Ambiental: desastres ambientais ou fenômenos induzidos?*. Brasília: MMA, 2007.

SECRETÁRIA DE RECURSOS HÍDRICOS; COMPANHIA PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. *Atlas de Geologia e Recursos Minerais do Ceará. Fortaleza*, em CD-ROM, 2002.

SERPA, R. P. Gerenciamento de riscos ambientais. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*. Paraná: UFPR, v. 5, 2002.

SILVA, J. B. *Quando os incomodados não se retiram: uma análise dos movimentos sociais em Fortaleza*. Fortaleza: Multigraf Editora, 1992.

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, L. B; ZANELLA, M. E. *Percepções de Riscos Ambientais: teorias e aplicações*. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C; MORAIS, J. O; SOUZA, M. J. N. *Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará*. Fortaleza: FUNECE, 2000.

_____. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.

SOUZA, M. J. N; LIMA, F. M. A; PAIVA, J. B. Compartimentação Topográfica do Estado do Ceará. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 9, 1979.

SOUZA, M. J. N; NETO, J. M; SANTOS, J. O; GONDIM, M. S. *Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: subsídios ao macrozoneamento ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo – PDPFor*. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009.

SOUZA, M. S. Ceará: bases de fixação do povoamento e o crescimento das cidades. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.

SPÖRL, C; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. *GEOUSP – Espaço e Tempo*. São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

STUDART, G. *Geografia do Ceará*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2010.

SUPERINTÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. *As secas do Nordeste: uma abordagem histórica de causa e efeito*. Recife: Departamento de Recursos Naturais, 1981.

SUPERINTÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE; INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR. *Mapeamento das Unidades Geoambientais da Zona Costeira do Estado do Ceará*. Fortaleza: SEMACE, 2005.

TAGLIANI, C. R. A. *A mineração na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estratégia para a gestão sob um enfoque de Gerenciamento Costeiro Integrado*. UFRS, 2002. 252f. Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

THOURET, J. C. Avaliação, prevenção e gestão dos riscos naturais nas cidades da América Latina. In: VEYRET, Y (org.). *Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2009. p. 83-112.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press, 1997.

TOMINAGA, L. K. Desastres Naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Cap. 1.

TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H. G; COSTA, H. *População e meio ambiente: debates e desafios*. São Paulo: ed. SENAC, 2006.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n. 1, 2002.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME - UNDP. *Reducing Disaster Risk: a challenge for development*. New York, USA: UNDP, 2004.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e Climatologia*. Recife, 2006.

VEYRET, Y; RICHMOND, N. M. O risco, os riscos, In: VEYTET, Y (Org.). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2007.

XAVIER, T. M. B. S. Chuvas em janeiro e fevereiro 2004 no Ceará e dificuldades para previsão durante os anos neutros no Pacífico. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13., 2004. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: CBM, 2004.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, J. B; CAVALCANTE, T. C; DANTAS, E. W.C. (Org.). *Ceará: um novo olhar geográfico*. 2. ed. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2007.

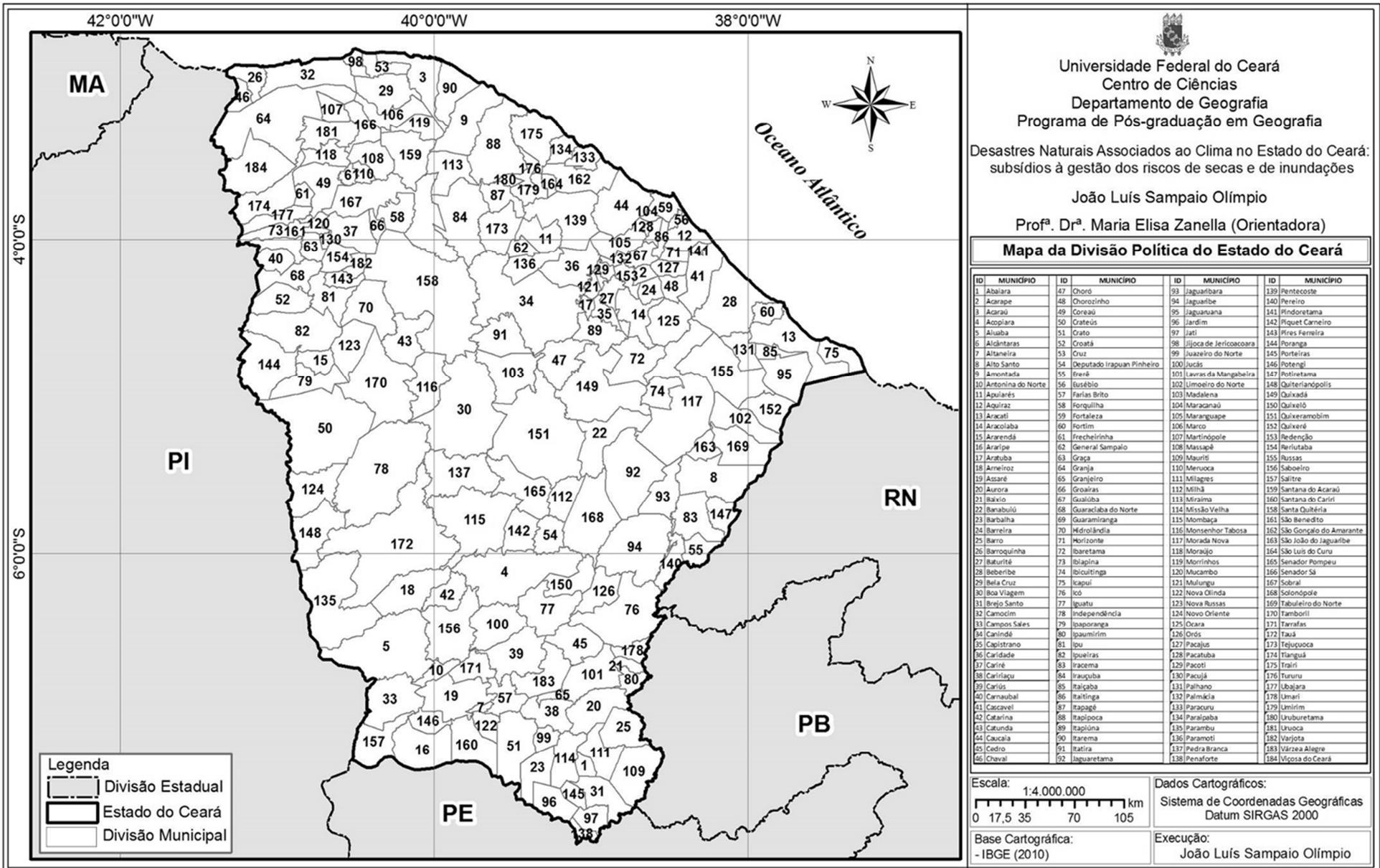
ZANELLA, M. E; COSTA, M. C. D; PANIZZA A. C; ROSA, M. V. Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. In: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Org.). *Vulnerabilidade Socioambiental: na Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: edições UFC, 2009.

ZANELLA, M. E; MELLO, N. G. S. Eventos pluviométricos intensos em ambiente urbano: Fortaleza, episódio do dia 29/01/2004. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C; ZANELLA, M. E; MEIRELES, A. J. A. (Org.). *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006.

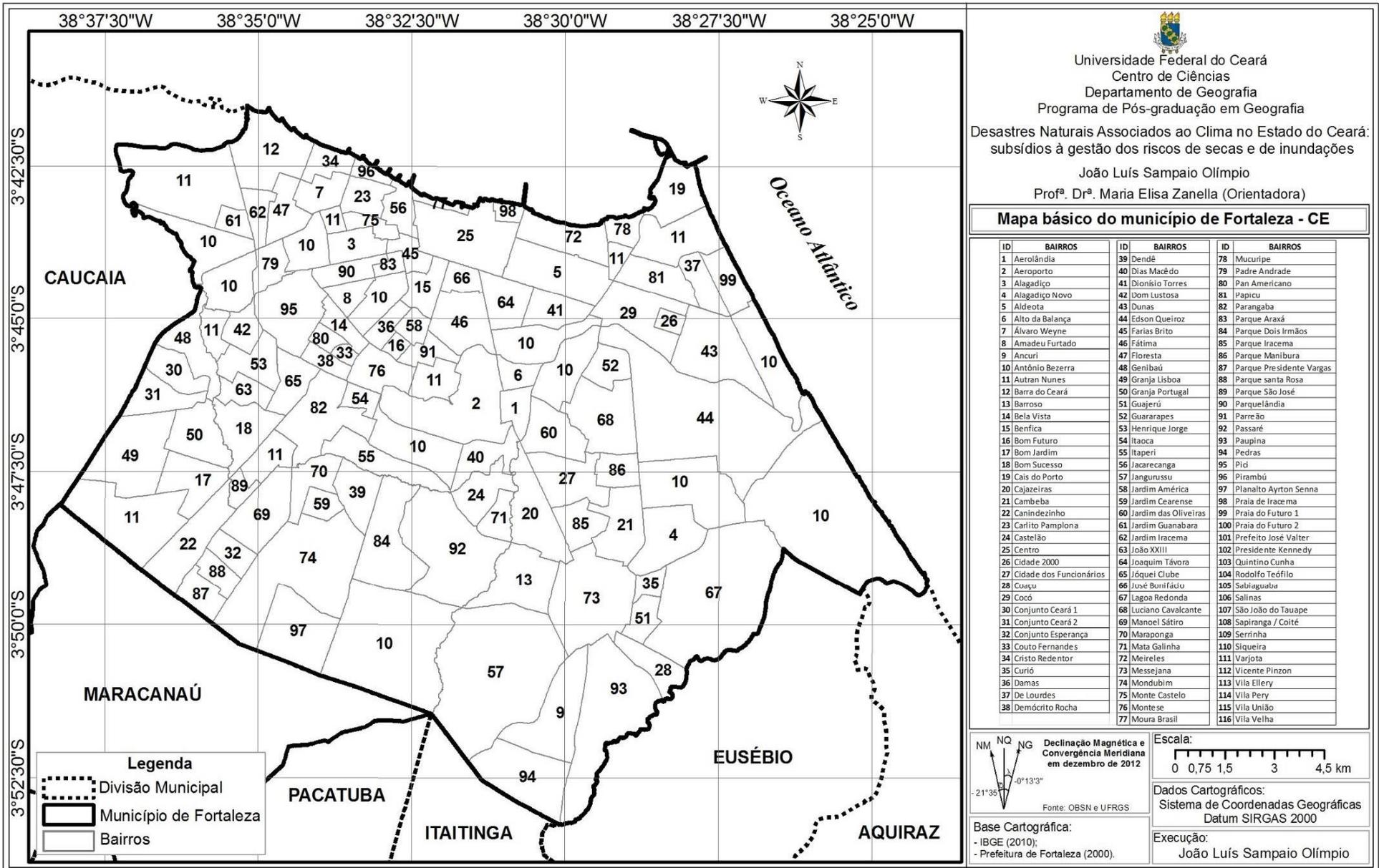
ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L; ABREU, N. J. A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza, CE. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, n. 25, 2009.

ZISCHG, A; SCHOBER, S; RAUTER, M; SEYMANN, C; GOLDSCHMIDT, F; BÄK, R; SCHLEICHER, E. Monitoring the temporal development of natural hazard risk as a basis indicator for climate change adaptation. *Natural Hazard*. 2011.

APÊNDICE A – DIVISÃO POLÍTICA DO ESTADO DO CEARÁ



APÊNDICE B – MAPA BÁSICO DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA – CE.



Universidade Federal do Ceará
 Centro de Ciências
 Departamento de Geografia
 Programa de Pós-graduação em Geografia
 Desastres Naturais Associados ao Clima no Estado do Ceará:
 subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações
 João Luís Sampaio Olímpio
 Profª. Drª. Maria Elisa Zanella (Orientadora)

Mapa básico do município de Fortaleza - CE

ID	BAIRROS	ID	BAIRROS	ID	BAIRROS
1	Aerolândia	39	Dendê	78	Mucuripe
2	Aeroporto	40	Dias Macêdo	79	Padre Andrade
3	Alagadiço	41	Dionísio Torres	80	Pan Americano
4	Alagadiço Novo	42	Dom Lustosa	81	Papicu
5	Aldeota	43	Dunas	82	Parangaba
6	Alto da Balança	44	Edson Queiroz	83	Parque Araxá
7	Álvaro Weyne	45	Farias Brito	84	Parque Dois Irmãos
8	Amadeu Furtado	46	Fátima	85	Parque Iracema
9	Ancuri	47	Floresta	86	Parque Manibura
10	Antônio Bezerra	48	Genibau	87	Parque Presidente Vargas
11	Autran Nunes	49	Granja Lisboa	88	Parque Santa Rosa
12	Barra do Ceará	50	Granja Portugal	89	Parque São José
13	Barroso	51	Guajerú	90	Parquelândia
14	Bela Vista	52	Guararapes	91	Parreão
15	Benfica	53	Henrique Jorge	92	Passaré
16	Bom Futuro	54	Itaoca	93	Paupina
17	Bom Jardim	55	Itaperi	94	Pedras
18	Bom Sucesso	56	Jacarecanga	95	Pici
19	Cais do Porto	57	Janguarussu	96	Pirambu
20	Cajazeiras	58	Jardim América	97	Planalto Ayrton Senna
21	Cambeba	59	Jardim Cearense	98	Praia de Iracema
22	Canindezinho	60	Jardim das Oliveiras	99	Praia do Futuro 1
23	Carlito Pamplona	61	Jardim Guanabara	100	Praia do Futuro 2
24	Castelão	62	Jardim Iracema	101	Prefeito José Valter
25	Centro	63	João XXIII	102	Presidente Kennedy
26	Cidade 2000	64	Joaquim Távora	103	Quintino Cunha
27	Cidade dos Funcionários	65	Jóquei Clube	104	Rodolfo Teófilo
28	Cossu	66	José Bonifácio	105	Subiaguaba
29	Cocó	67	Lagoa Redonda	106	Salinhas
30	Conjunto Ceará 1	68	Luciano Cavalcante	107	São João do Tauape
31	Conjunto Ceará 2	69	Manoel Sátiro	108	Sapiranga / Coité
32	Conjunto Esperança	70	Maraponga	109	Serrinha
33	Couto Fernandes	71	Mata Galinha	110	Siqueira
34	Cristo Redentor	72	Meireles	111	Varjota
35	Curiú	73	Messejana	112	Vicente Pinzon
36	Damas	74	Mondubim	113	Vila Elery
37	De Lourdes	75	Monte Castelo	114	Vila Pery
38	Demócrito Rocha	76	Montese	115	Vila União
		77	Moura Brasil	116	Vila Velha

Declinação Magnética e Convergência Meridiana em dezembro de 2012

Fonte: OBSN e UFRGS

Base Cartográfica:
 - IBGE (2010);
 - Prefeitura de Fortaleza (2000).

Escala:
 0 0,75 1,5 3 4,5 km

Dados Cartográficos:
 Sistema de Coordenadas Geográficas
 Datum SIRGAS 2000

Execução:
 João Luís Sampaio Olímpio

ANEXO A – RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE DANOS (AVADAN)

SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL – SINDEC				
		<h2>AVALIAÇÃO DE DANOS</h2>		
1 - Tipificação Código _____ Denominação _____			2- Data de Ocorrência Dia _____ Mês _____ Ano _____ Horário _____	
3- Localização UF _____ SC _____ Município: _____				
4 – Área Afetada				
Tipo de Ocupação	Não existe/ Não afetada	Urbana	Rural	Urbana e Rural
Residencial	0	0	0	0
Comercial	0	0	0	0
Industrial	0	0	0	0
Agrícola	0	0	0	0
Pecuária	0	0	0	0
Extrativismo Vegetal	0	0	0	0
Reserva Florestal ou APA	0	0	0	0
Mineração	0	0	0	0
Turismo e outras	0	0	0	0
Descrição da Área Afetada: 				
5 - Causas do Desastre –				
SECRETARIA DE DEFESA CIVIL - SEDEC Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 6º Andar Brasília/DF 70067-901			Telefones - (061) 3414--5869 (061) 3414 –5511 (061) 3414 – 5846 Tele/fax - (061) 3414-5967	
Departamento Estadual de Defesa Civil Endereço _____			Fone: _____ E-mail – _____	
Centro de Operações de Defesa Civil Endereço _____			Fone: _____ E-mail - _____	

6 - Danos Humanos Número de Pessoas	0 a 14 anos	15 a 64 anos	Acima de 65 anos	Gestantes	Total
Desalojadas	-	-	-	-	-
Desabrigadas	-	-	-	-	-
Deslocadas	-	-	-	-	-
Desaparecidas	-	-	-	-	-
Levemente Feridas	-	-	-	-	-
Gravemente Feridas	-	-	-	-	-
Enfermas	-	-	-	-	-
Mortas	-	-	-	-	-
Afetadas	-	-	-	-	-

7 - Danos Materiais Edificações	Danificadas		Destruidas		Total Mil R\$
	Quantidade	Mil R\$	Quantidade	Mil R\$	
Residenciais Populares	-	-	-	-	-
Residenciais - Outras	-	-	-	-	-
Públicas de Saúde	-	-	-	-	-
Públicas de Ensino	-	-	-	-	-
Infra-Estrutura Pública					
Obras de Arte	-	-	-	-	-
Estradas (Km)	-	-	-	-	-
Pavimentação de Vias Urbanas (Mil m ²)	-	-	-	-	-
Outras	-	-	-	-	-
Comunitárias	-	-	-	-	-
Particulares de Saúde	-	-	-	-	-
Particulares de Ensino	-	-	-	-	-
Rurais	-	-	-	-	-
Industriais	-	-	-	-	-
Comerciais	-	-	-	-	-

8 - Danos Ambientais Recursos Naturais	Intensidade do Dano					Valor Mil R\$
	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Água	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Esgotos Sanitários	X	o	o	o	o	-
Efluentes Industriais	X	o	o	o	o	-
Resíduos Químicos	X	o	o	o	o	-
Outros	X	o	o	o	o	-
Solo	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Erosão	X	o	o	o	o	-
Deslizamento	X	o	o	o	o	-
Contaminação	X	o	o	o	o	-
Outros	X	o	o	o	o	-
Ar	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Gases Tóxicos	X	o	o	o	o	-
Partículas em suspensão	X	o	o	o	o	-
Radioatividade	X	o	o	o	o	-
Outros	x	o	o	o	o	-
Flora	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Desmatamento	X	o	o	o	o	-
Queimada	X	o	o	o	o	-
Outros	X	o	o	o	o	-
Fauna	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Caça Predatória	X	o	o	o	o	-
Outros	X	o	o	o	o	-

9 - Prejuízos Econômicos Setores da Economia	Quantidade		Valor Mil R\$
Agricultura	produção		Mil R\$
Grãos/cereais/leguminosas	-	t	-
Fruticultura	-	t	-
Horticultura	-	t	-
Silvicultura/Extrativismo	-	t	-
Comercial	-	t	-
Outras	-	t	-
Pecuária	cabeças		Mil R\$
Grande porte	-	unid	-
Pequeno porte	-	unid	-
Avicultura	-	unid	-
Piscicultura	-	mil unid	-
Outros	-	unid	-
Indústria	produção		Mil R\$
Extração Mineral	-	t	-
Transformação	-	unid	-
Construção	-	unid	-
Outros	-	unid	-
Serviços	Prest. de Serviço		Mil R\$
Comércio	-	unid	-
Instituição Financeira	-	unid	-
Outros	-	unid	-

Descrição dos Prejuízos Econômicos

10 - Prejuízos Sociais
Serviços Essenciais

Quantidade

Valor

Abastecimento d'Água

Mil R\$

Rede de Distribuição
Estação de Tratamento (ETA)
Manancial

-	m
-	unid
-	m ³

-
-
-

Energia Elétrica

Mil R\$

Rede de Distribuição
Consumidor sem energia

-	m
-	consumidor

-
-

Transporte

Mil R\$

Vias
Terminais
Meios

-	km
-	unid
-	unid

-
-
-

Comunicações

Mil R\$

Rede de Comunicação
Estação Retransmissora

-	km
-	unid

-
-

Esgoto

Mil R\$

Rede Coletora
Estação de Tratamento (ETE)

-	m
-	unid

-
-

Gás

Mil R\$

Geração
Distribuição

-	m ³
-	m ³

-
-

Lixo

Mil R\$

Coleta
Tratamento

-	t
-	t

-
-

Saúde

Mil R\$

Assistência Médica
Prevenção

-	p.dia
-	p.dia

-
-

Educação

Mil R\$

Alunos sem dia de aula

-	aluno/dap
---	-----------

-

Alimentos Básicos

Mil R\$

Estabelecimentos.
armazenadores
Estabelecimentos comerciais

-	t
-	estabec.

-
-

Descrição dos Prejuízos Sociais

11 – Informações sobre o Município			
Ano Atual		Ano Anterior	
População (hab):	Orçamento (Mil R\$):	PIB (Mil R\$):	Arrecadação (Mil R\$):

12 - Avaliação Conclusiva sobre a Intensidade do Desastre (Ponderação)				
Critérios Preponderantes				
Intensidade dos Danos	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Humanos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ambientais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vulto dos Prejuízos	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Econômicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sociais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Necessidade de Recursos Suplementares	Pouco Vultosos	Mediamente Vultosos ou Significativos	Vultosos porém Disponíveis	Muito Vultosos e Não Disponíveis no SINDEC
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Critérios Agravantes	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Importância dos Desastres Secundários	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Despreparo da Defesa Civil Local	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de Vulnerabilidade do Cenário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grau de Vulnerabilidade da Comunidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Padrão Evolutivo do Desastre	Gradual e Previsível	Gradual e Imprevisível	Súbito e Previsível	Súbito e Imprevisível
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tendência para agravamento	Não			Sim
	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>
Conclusão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de Intensidade do Desastre	I	II	III	IV
Porte do Desastre	Pequeno ou Acidente	Médio	Grande	Muito Grande

13 - Instituição Informante		Responsável			
Nome da Instituição COMDEC					
Cargo	Assinatura	Telefone	Dia	Mês	Ano
14 - Instituições Informadas		Informada			
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil		<input type="radio"/>			
Coordenadoria Regional de Defesa Civil		<input type="radio"/>			
15 - Informações Complementares					
Moeda utilizada no preenchimento:			Taxa de conversão para o Dólar Americano:		

ANEXO B – BACIAS HIDROGRÁFICAS DO CEARÁ

