

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

SAMMYA VANESSA VIEIRA CHAVES

VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES EM TERESINA, PIAUÍ.

RIO CLARO (SP)

2015

SAMMYA VANESSA VIEIRA CHAVES

VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES EM TERESINA, PIAUÍ.

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, no Programa de Pós-Graduação em Geografia como requisito à obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Tavares.

Rio Claro (SP)

2015

333.709 Chaves, Sammya Vanessa Vieira
C512v Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí / Sammya Vanessa
Vieira Chaves. - Rio Claro, 2015
231 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Antonio Carlos Tavares

1. Geografia ambiental. 2. Desastres naturais. 3. Inundação. 4.
Vulnerabilidade. 5. Teresina. 6. Teresina (PI). I. Título.

Comissão Examinadora:

Prof.^a Dra. Roseana Corrêa Grilo
Instituição de Ensino São Francisco/Mogi Guaçu (SP)
Membro

Prof. Dr. Thiago Salomão de Azevedo
Faculdades Integradas Claretianas/Rio Claro (SP)
Membro

Prof. Dr. Diego Correa Maia
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)
Membro

Prof.^a Dra. Sandra Elisa Contri Pitton
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)
Membro

Prof. Dr. Antônio Carlos Tavares
IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)
Orientador

Sammya Vanessa Vieira Chaves
Aluna

Rio Claro, 23 de outubro de 2015.

RESULTADO: APROVADA

Á Deus, essência de todo bem e de toda vida
e aos que amo, pelo incentivo e força dirigidos a mim, todos os dias...

AGRADECIMENTOS

Esta talvez tenha sido a mais árdua tarefa da minha vida. Em muitos momentos fraquejei, me angustiei e até pensei em desistir. Mas felizmente a pesquisa foi concluída e sou grata a muitas pessoas que contribuíram efetivamente para a sua concretização.

A Deus e à Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, por nunca terem me desamparado, até mesmo naqueles momentos de fraqueza e angústia.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Carlos Tavares que, com paciência, confiança e doçura, contribuiu para a efetivação da pesquisa.

Aos meus irmãos e sobrinhos, pelo amor, apoio e incentivo incondicional. À minha mãe, Esmeralda Chaves, maior incentivadora, mostrando-me sempre o real valor da educação e por ter vivido comigo todos os momentos de angústia, apoiando-me e não permitindo que eu fraquejasse.

Ao meu namorado, Luiz Augusto, pela sua lealdade, solicitude, cumplicidade, companheirismo e amor, principalmente na reta final.

Ao Instituto Federal do Piauí, Campus Angical, pela oportunidade de concluir a pesquisa.

Aos meus alunos, que são a mola propulsora de todo o esforço empreendido.

Aos professores das disciplinas ministradas durante o curso de Doutorado, pelos ensinamentos. Em especial às Profas. Sandra Pitton e Sílvia Ortigoza, pela amizade que transpassou o muro da universidade.

Ao Prof. Dr. Carlos Sait de Andrade, pelos ensinamentos e amizade e por muitas vezes me mostrar o quão valioso é o valor de uma pesquisa.

Aos alunos, Pablo, João Paulo, Sara, Elane, Orleando, Híkaro, Allan e Beatriz, pela importante ajuda na aplicação dos questionários.

Aos meus amigos do IFPI, Ana Marreiro, Polyana, Cristiane, Edvaldo, Raysa, Lílian, Claudete, Raquel e Elton, pela amizade, companheirismo e momentos de alegria.

Aos meus amigos, Hildalyne, Ítalo, Nayara e Dário, pela amizade e por várias vezes terem me feito gargalhar em momentos que mais precisava. Em especial ao Dário, que esteve sempre disposto a ajudar, contribuindo valorosamente com informações para a conclusão da pesquisa.

Aos meus amigos da turma do Doutorado, Laudenides, Naíla, Márcio, Glairton, Françoise, Andréa, Lílian, Izaura, Márcia e Lívia, pelos bons momentos compartilhados.

Ao meu grande amigo Paulo Henrique Bueno, pela sua antiga e valiosa amizade e pelas longas conversas e reflexões “geográficas”, que acabavam em muitas risadas.

Ao meu amigo Carlos Augusto, pelo incentivo constante e por estar ao meu lado, mesmo com a distância do dia a dia.

Aos amigos Ricardo Almeida e Benavenuto Santiago Neto, pela confecção dos mapas presentes nessa pesquisa.

Ao amigo Stênio Lima, pela contribuição através da sua consultoria estatística.

Ao Éverton Barrionuevo, pelos serviços de formatação e impressão.

A Prof. Telde Lima, pela revisão ortográfica.

E a todos os teresinenses entrevistados, que com sua hospitalidade e educação, permitiram que essa pesquisa fosse concluída.

Firme e Forte

(Fagner Ferreira, Sá Mendonça, Ed Nobre e Magno Santana)

*Na encosta da favela tá difícil de viver
E além de ter o drama de não ter o que comer
Com a força da natureza a gente não pode brigar
O que resta pra esse povo é somente ajoelhar*

*E na volta do trabalho a gente pode assistir
Em minutos fracionados a nossa casa sumir
Tantos anos de batalha, junto com o barro descendo
E ali quase morrer é continuar vivendo*

*Êee chuá chuá, ê chuá chuá
Temporal que leva tudo, mas minha fé não vai levar
Êee chuá chuá, ê chuá chuá
Oh, meu Deus, dai-me força pra outra casa levantar*

*Eu tô firme, forte
Nessa batalha
Eu tô firme, forte
Não fujo da raia*

RESUMO

A falta de planejamento urbano, o aumento populacional nas áreas urbanas culminando com a ocupação de áreas inadequadas para a construção de moradias, podem ser consideradas como fatores que têm contribuído para o aumento do número de pessoas afetadas pelos chamados desastres naturais ao longo dos anos. No Brasil, inexistente uma tendência natural para fenômenos de origem tectônica, como os terremotos e vulcões, no entanto, são frequentes os registros de desastres resultantes de variabilidades climáticas e instabilidades atmosféricas, como secas, inundações e deslizamentos de terra. Dentre esses desastres, as inundações são as mais recorrentes e quando ocorrem em centros urbanos adensados, os transtornos se tornam mais graves. Em Teresina, capital do estado do Piauí, assim como em muitos municípios brasileiros, as inundações são frequentes em determinados pontos da cidade durante o período chuvoso, que vai de janeiro a maio. Diante disso, pretende-se com essa pesquisa, analisar a vulnerabilidade às inundações em Teresina, à luz das características do seu sítio urbano, das funções da cidade e seu meio ambiente, apontando as áreas com maior recorrência de episódios e o perfil da população afetada. Estudos acerca da vulnerabilidade em áreas urbanas vêm sendo, nos últimos anos, valioso instrumento utilizado por diversos estudiosos no sentido de apontar as áreas das cidades em que a população é suscetível a qualquer desastre que comprometa a sua qualidade de vida e a importância desses estudos perpassa o fato de que podem subsidiar políticas públicas que minimizem os problemas de parcelas significativas dos cidadãos que estão suscetíveis aos diversos desastres. Para tanto, foram utilizados como procedimento metodológico, a construção de um referencial teórico abordando os conceitos de desastres naturais, seus tipos e ocorrências no mundo e no Brasil, bem como a aplicação de questionários em setores considerados vulneráveis à inundação em Teresina, de acordo com a CPRM. Concluiu-se ao final da pesquisa que, dentre as zonas da cidade de Teresina, a centro/norte é a que possui maior quantidade de setores de risco de inundação. A situação é mais crítica pelo fato de que os setores localizados nesta zona pertencem a bairros cuja população residente, em sua maioria, apresenta baixos níveis nos aspectos sociais e econômicos, culminando com a condição de alta vulnerabilidade.

Palavras-Chave: Desastres Naturais. Inundação. Vulnerabilidade. Teresina.

ABSTRACT

The lack of urban planning, the increase of the population in the urban areas culminating in the occupation of areas inadequate to build houses, can be considered as factors that have contributed to the increase in the number of people affected by the natural disasters throughout the years. In Brazil, there is no natural tendency for tectonic origin phenomenon, such as earthquakes and volcanoes, however, the records of disasters resulting from climate variability and atmospheric instability, such as droughts, floods and landslides are frequent. Among these disasters, the floods are the most recurring and when they happen in the dense urban centers, the troubles become more aggravated. In Teresina, capital of the state of Piauí, just like many other Brazilian counties, the floods are frequent in specific parts of the city during the rainy season, which goes from January to May. In view of the above, it's intended with this research, to analyze the vulnerability to floods in Teresina, by the light of the characteristics of its urban site, the functions of the city and its environment, pointing out the areas with the most recurring episodes and the profile of the affected population. Studies about the vulnerability in urban areas are becoming, in the recent years, a valuable instrument used by many scholars in order to point out the areas of the city in which the population is susceptible to any disaster that can compromise their quality of life and the importance of these studies goes through the fact that they can subsidize public policies that minimize the problems of less fortunate segments of the townspeople that are susceptible to many disasters. In order to achieve this, we used as methodological procedures the making of a theoretical referential approaching the concepts of natural disasters, their types and occurrences in the world and in Brazil, as well as the application of questionnaires in segments considered vulnerable to floods in Teresina, according to the CPRM. It's concluded by the end of this research that, among the areas of the city of Teresina, downtown/north is the one that has the biggest amount of segments at flood risk. The situation is even more critical by the fact that segments located in this area belongs to neighborhoods in which the local population present, in most cases, low levels in the social and economic aspects, culminating in the high vulnerability condition.

Keywords: Natural Disasters. Flood. Vulnerability. Teresina.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Japão Antigo, onde vítimas de terremotos enfrentavam o grande bagre (Namazu), considerado como o responsável pelos terremotos mais destrutivos. Para a cultura japonesa, os terremotos eram vistos como resultantes da ira dos deuses.....	24
Figura 2: Origens dos desastres naturais.....	26
Figura 3: Índices médios de óbitos por desastres naturais entre 2002-2009 distribuídos por continentes.....	34
Figura 4: Índices médios de óbitos por desastres naturais em 2012 distribuídos por continentes	34
Figura 5: Ocorrência dos desastres naturais de acordo com suas causas entre 2002-2012.	35
Figura 6: Desastres Naturais associados ao clima entre 1980 e 2006.....	36
Figura 7: Número de afetados por desastres naturais associados ao clima entre 1980-2006	37
Figura 8: Gênese dos desastres naturais ocorridos no Brasil entre 1900 e 2006	39
Figura 9: Índice de óbitos por desastres naturais no Brasil entre 1991 e 2010, distribuídos pela origem dos eventos	38
Figura 10: Crescimento dos desastres naturais do Brasil entre 1991 e 2010	42
Figura 11: Aumento dos registros de ocorrência dos desastres naturais no Brasil entre as décadas de 1990 e 2000, conforme sua origem	44
Figura 12: Percentuais da população afetada por desastres naturais no Brasil em 2012, distribuídos por tipos	46
Figura 13: Índices de mortos e afetados por desastres naturais entre 1991 e 2010, distribuídos por regiões	46
Figura 14: Quantidade de municípios atingidos por secas e estiagens distribuídos por regiões, entre 1991 e 2010	50
Figura 15: Distribuição regional do total de ocorrência de secas e estiagens no Brasil em 2012.	51
Figura 16: Ocorrências de inundações bruscas e alagamentos por regiões no Brasil, entre 1991 e 2010.	54

Figura 17: Gráfico da ocorrência de inundação brusca e alagamento no Brasil entre 1991 e 2010	55
Figura 18: Distribuição anual de mortes por movimentos de massa no Brasil entre 1988 e 2008	57
Figura 19: Ocorrências de movimentos de massa por regiões no Brasil, entre 1991 e 2010	58
Figura 20: Municípios afetados por, no mínimo, três eventos de inundações, enxurradas, enchentes e alagamentos, entre janeiro de 2003 e maio de 2011	59
Figura 21: Distribuição dos municípios mais afetados por deslizamentos de encostas.	59
Figura 22: Gastos com prevenção e respostas aos desastres naturais no Brasil em milhões, entre 2004 e 2009.	60
Figura 23: Evolução dos recursos federais gastos com respostas aos desastres naturais no Brasil, entre 2004 e 2010.	61
Figura 24: Imagem de satélite Goes-E, global, no canal infravermelho, indicando a ZCIT sob as áreas tropicais dos oceanos Atlântico e Pacífico em 24/04/2008.	63
Figura 25: Domínios climáticos do Brasil, seus subtipos e atuação das massas de ar.	65
Figura 26: Circulação observada no Oceano Pacífico Equatorial em anos sem presença de El Niño e La Niña.	68
Figura 27: Circulação observada no Oceano Pacífico Equatorial em anos de El Niño.	69
Figura 28: Índice histórico da temperatura da superfície do Oceano Pacífico entre os anos de 1982 e 2006.	71
Figura 29 – Ilustrações dos impactos do El Niño e La Niña no verão e inverno na América do Sul.	72
Figura 30: A – Fase quente: águas de superfícies mais frias do que o normal no Pacífico Norte Central e Oeste e mais quentes do que o normal na costa Oeste das Américas e no Pacífico Tropical Central e Leste. B – Fase fria: fase oposta com sinais invertidos.	75
Figura 31: Série temporal do índice da Oscilação Decadal do Pacífico.	75
Figura 32: Imagem do satélite METEOSAT-7, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando o posicionamento de uma frente fria próxima ao sul do estado da Bahia que se estende até o este da Amazônia.	78

Figura 33: Imagem do satélite METEOSAT-7, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando o posicionamento de uma frente fria próxima ao sul do estado da Bahia que se estende até o este da Amazônia..	82
Figura 34: Imagens do Satélite Meteosat-7- canal infravermelho: A) dia 21/01/96 às 21h local, e B) dia 24/04/97 às 08h local, recepcionadas pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME	83
Figura 35: Imagem do satélite METEOSAT-7, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do estado do Maranhão até o estado do Rio Grande do Norte.....	84
Figura 36: Imagem do Satélite Meteosat-7, canal infravermelho do dia 11/01/2000 às 21h local, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.....	85
Figura 37: Padrões de circulação atmosférica e de anomalias de TSM no Atlântico Tropical Norte e Sul, durante anos secos (a) e chuvosos (b) no Nordeste. A área em verde representa a posição da ZCIT.	86
Figura 38: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Piauí entre 1991 e 2010.	89
Figura 39: Exemplo de divisão de subconjuntos para definição de amostra populacional	95
Figura 40: Mapa de Localização de Teresina.....	100
Figura 41: Subdivisão de Teresina em Administrações Regionais.....	102
Figura 42: Planta da cidade de Teresina em 1855.....	104
Figura 43: Expansão urbana de Teresina entre 1800 e 1995.	107
Figura 44: Evolução demográfica de Teresina entre 1950 a 2010	109
Figura 45: Perfil Topográfico de Teresina	111
Figura 46: Mapa de Relevo da cidade e de parte do Município de Teresina	115
Figura 47: Mapa de Declividade da cidade e de parte do Município de Teresina ..	117
Figura 48: Mapa de uso de solo da cidade e de parte do Município de Teresina ..	119
Figura 49: Temperaturas médias mensais de Teresina.	121
Figura 50: Precipitação média mensal de Teresina, no período entre 1914-2009 ..	122
Figura 51: Precipitações anuais em Teresina, período 1914-2009.	123
Figura 52: Umidade relativa média mensal e anual em Teresina.....	124

Figura 53: Zona leste de Teresina e os seus respectivos bairros	126
Figura 54: Bairro Satélite, localizado na zona leste da cidade	127
Figura 55: Riverside Shopping.	128
Figura 56: Teresina Shopping	128
Figura 57: Zona sul de Teresina e os seus respectivos bairros	129
Figura 58: Avenida Miguel Rosa, liga as zonas norte e sul de Teresina e foi um dos primeiros vetores de expansão rumo à zona sul da cidade.....	130
Figura 59: Avenida Barão de Gurguéia, liga as zonas centro e sul de Teresina e também foi um dos primeiros vetores da expansão rumo à zona sul da cidade.	130
Figura 60: Intensa atividade de extração de massará em área de inclinação acentuada, no bairro Bela Vista, zona sul de Teresina	130
Figura 61: Zona centro norte de Teresina e seus respectivos bairros.....	131
Figura 62: Pólo Cerâmico de Teresina, onde são vendidos os artefatos de argila confeccionados pelos moradores dos bairros Poti Velho e Olarias, zona norte de Teresina a	132
Figura 63: Extração de argila realizada de modo manual, no bairro Olarias, zona norte de Teresina.....	132
Figura 64: Esgoto a céu aberto localizado no bairro Nova Brasília, zona norte de Teresina, resultante de uma galeria inacabada presente no local	134
Figura 65: Efluentes líquidos sendo lançados sem tratamento na lagoa localizada no bairro Nova Brasília, zona norte de Teresina.	134
Figura 66: Erosão da galeria localizada no Parque Afonso Gil, zona sul de Teresina, após intensa precipitação.....	135
Figura 67: Casa que desabou com a intensa erosão da galeria localizada no Parque Afonso Gil, zona sul de Teresina, após intensa precipitação.....	135
Figura 68: Bueiro rompido após intensa precipitação, localizado na rua Celso Pinheiro, bairro Três Andares, zona sul de Teresina.	136
Figura 69: Erosão provocada pelo colapso da galeria localizada no bairro Comprida, zona sudeste de Teresina após um evento de precipitação intensa, que engoliu um poste, parte de ruas e quintais de algumas residências.	136
Figura 70: Avenida principal do loteamento Hugo Prado, sem pavimento. O solo exposto é erodido pelo escoamento superficial, provocando a abertura de sulcos.	137

Figura 71: Avenida principal do loteamento Hugo Prado, sem pavimento. O solo exposto é erodido pelo escoamento superficial, provocando a abertura de sulcos.	137
Figura 72: Rua Lions, localizada no bairro Satélite e construída em terreno íngreme que apresenta risco de deslizamento durante precipitação intensa.	141
Figura 73: Casas construídas em terreno íngreme na rua Lions, bairro Satélite, zona leste de Teresina e sujeitas a deslizamentos durante precipitação intensa. ...	141
Figura 74: Casa atingida pelo deslizamento de terra, no bairro Parque Rodoviário, zona sul de Teresina.	142
Figura 75: Terreno que desabou no bairro Parque Rodoviário, zona sul de Teresina, culminando com a queda do muro e atingindo as casas vizinhas.	142
Figura 76: Alagamento de grandes proporções em uma das ruas do loteamento Sigefredo Pachêco, zona leste de Teresina, após intensa precipitação.	144
Figura 77: Avenida Homero Castelo Branco, uma das principais vias de acesso da zona leste de Teresina, alagada após intensa precipitação.	145
Figura 78: Alagamento em uma das ruas do bairro Porenquanto, zona norte de Teresina, após um evento de precipitação.....	145
Figura 79: Refluxo de água da drenagem pluvial na Avenida Raul Lopes.	146
Figura 80: Refluxo de água da drenagem pluvial na Avenida Raul Lopes.	146
Figura 81: Inundação de 1926. As águas do rio Parnaíba atingiram a antiga Companhia de Fiação e Tecidos localizada às margens do rio Parnaíba. Atualmente o local é uma das grandes filiais pertencente ao Grupo Armazém Paraíba, localizada na Avenida Maranhão.	148
Figura 82: Trecho da rua Senador Teodoro Pacheco, zona central da cidade, inundada durante a cheia do rio Parnaíba no ano de 1926.....	148
Figura 83: Avenida Maranhão, zona central da cidade, inundada com o transbordamento do rio Parnaíba em 1985.....	149
Figura 84: Avenida Maranhão, zona central da cidade, inundada com o transbordamento do rio Parnaíba em 1985.....	149
Figura 85: Evento ocorrido em 2004 em Teresina, resultante do transbordamento do rio Parnaíba, culminando com a inundação de diversos bairros da capital, em especial, da zona norte	151
Figura 86: Família sendo removida da Vila Mocambinho, zona norte de Teresina, considerada como uma das áreas de risco de inundação da capital	152
Figura 87: Parte do bairro Primavera inundado devido ao transbordamento das águas do rio Poti.	152

Figura 88: Casas construídas nas margens do rio Poti, zona norte de Teresina, bairro Primavera.	153
Figura 89: Entrada do Riverside Shopping, zona leste de Teresina.....	153
Figura 90: Bairro São João, zona leste de Teresina.	153
Figura 91: Encontro entre as avenidas Ipês e Cajuína, interligam as zonas sudeste e leste.	153
Figura 92: Bairro Noivos, zona leste de Teresina.....	153
Figura 93: Proximidades do bairro Tancredo Neves, zona sudeste de Teresina	153
Figura 94: Encontro dos rios Parnaíba e Poti e a formação arenosa dentro do leito do rio Parnaíba	154
Figura 95: Pontos de inundação em Teresina, segundo a CPRM.....	160
Figura 96: Rendimento médio mensal dos domicílios localizados em áreas de risco de inundação.	161
Figura 97: Nível de escolaridade dos chefes de família dos domicílios localizados em áreas de risco de inundação.	162
Figura 98: Local de moradia anterior dos residentes nas áreas consideradas de risco de inundação	165
Figura 99: Motivações que levaram os residentes a ocuparem as áreas consideradas como de risco de inundação	165
Figura 100: Média de residentes nos domicílios nas áreas considerados como de risco de inundação	167
Figura 101: Vão entre a parede e o teto em domicílio localizado no bairro Primavera, zona norte de Teresina.	170
Figura 102: Canalização de efluentes líquidos que são lançados in natura na lagoa localizada aos fundos do domicílio. Quintal de um dos domicílios visitados localizado no bairro Poti Velho. Nessa residência inexistente esgotamento sanitário e os dejetos da casa são lançados diretamente na lagoa que fica aos fundos do imóvel. Parte da lagoa foi aterrada para a construção do mesmo	171
Figura 103: Lagoa localizada no quintal das casas visitadas no bairro Nova Brasília, zona norte de Teresina. Tal lagoa funciona como recipiente de efluentes líquidos dos domicílios arredores, por isso percebe-se a presença de vegetação aquática denotando alto grau de poluição, implicando um mau cheiro e promovendo a proliferação de doenças	171
Figura 104: Galeria a céu aberto localizado no bairro Três Andares, zona sul de Teresina. Galeria por onde o esgotamento dos domicílios localizados entre as ruas México e Costa Rica no bairro Três Andares deveriam escoar, contudo, o	

sistema não funciona devido aos constantes entupimentos, fazendo com que os efluentes se acumulem na própria galeria promovendo uma série de transtornos à população.....	172
Figura 105: Comprovação de posse do imóvel por parte dos chefes de família	173
Figura 106: Rua 3, Vila Mandacarú, localizada no bairro São João, zona leste de Teresina. Rua próxima à Avenida dos Ipês, sem pavimentação, que apresenta alagamento e imóveis invadidos pela água do rio Poti durante o período chuvoso	175
Figura 107: Rua Equador, bairro Três Andares, zona sul de Teresina. Galeria responsável pela amenização dos constantes alagamentos que ocorriam na rua durante o período chuvoso.....	175
Figura 108: Casa das bombas da lagoa do bairro Mocambinho, zona norte de Teresina. O sistema de bombeamento das águas da lagoa reduziu o risco de inundação das casas ao redor. As ruas em torno, em quase todo o período chuvoso, eram alagadas e os imóveis invadidos pela água que transbordava da lagoa	176
Figura 109: Dique da Curva São Paulo, zona sudeste de Teresina. Dique construído em 2007 pelo poder público e utilizado como balneário. Contudo, foi destruído nas inundações dos anos de 2008 e 2009, o que comprova a sua ineficácia	176
Figura 110: Percentual de casas invadidas pelas águas durante o período chuvoso em Teresina	177
Figura 111: A: Rua Santa Helena, bairro Nova Brasília, zona centro/norte de Teresina. Os domicílios próximos à galeria são constantemente invadidos pela água durante o período chuvoso. B: Galeria presente na rua que, quando entupida, promove o alagamento das casas próximas	178
Figura 112: Casa construída suspensa na rua Equador, bairro Três Andares, zona sul de Teresina	179
Figura 113: Prejuízos materiais ocorridos nos domicílios em risco de inundação durante o período chuvoso em Teresina.....	180
Figura 114: Alterações no cotidiano dos residentes nas áreas de risco de inundação em Teresina.....	181
Figura 115: Incidência de doenças entre os residentes dos domicílios localizados em risco de inundação em Teresina	182
Figura 116: Ações do poder público nos domicílios atingidos por inundações	183
Figura 117: Rua Marrecas, bairro Olarias, zona norte de Teresina. Moradias localizadas no bairro Olarias, próximas a uma das lagoas presentes na zona	

norte da cidade onde predominam casas com baixa infraestrutura e que sofrem inundações durante o período chuvoso. Nos domicílios visitados nesta rua, os chefes de família afirmaram que não desejam sair do local.....	184
Figura 118: Renda média mensal dos chefes dos domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina	185
Figura 119: Escolaridade dos chefes de família dos domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.	186
Figura 120: Fonte de rendimento dos chefes de família dos domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.	187
Figura 121: Motivação que levou os chefes de família a residir em áreas de risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina	188
Figura 122: Prejuízos apresentados pelos domicílios durante o período chuvoso..	192
Figura 123: Quantidade de domicílios em risco atendidos por algum órgão público	193
Figura 124: Incidência de doenças e os tipos principais que acometem os residentes nos domicílios em risco de inundação.	195
Figura 125: Distribuição dos bairros contemplados pelo Programa Lagoas do Norte.	196
Figura 126: Pontos de inundação apontados pela CPRM e visitados para a execução da pesquisa.....	198
Figura 127: Casa de taipa sobre material não consolidado no bairro São Joaquim, zona centro/norte de Teresina. Casa de taipa construída em perímetro de lagoa atingida constantemente pela inundação durante o período chuvoso.....	199
Figura 128: Presença de esgotamento a céu aberto nos bairros da zona centro/norte. A: Casas sujeitas à inundação, construídas em perímetro de lagoa, que também funciona como receptadora de esgotos das casas dos arredores. B: Lagoa presente no bairro Mafrense, onde é despejado o lixo sólido e líquido das casas próximas	200
Figura 129: Distribuição dos bairros inseridos no Programa Lagoas do Norte	203
Figura 130: A e B: Domicílios localizados na Av. Boa Esperança, bairro Olarias, que ocupam uma das áreas a ser evacuadas na atual fase do Programa Lagoas do Norte. Esses domicílios apresentam seus quintais dentro do leito maior do rio Parnaíba, entretanto, segundo os moradores, trata-se de uma área não inundável e, por conta disso, não pretendem sair dos seus imóveis. Na figura B, o “Firmino”, ao qual a faixa se refere, corresponde ao atual prefeito de Teresina, Firmino Filho.....	204

TABELAS

Tabela 1: Os desastres naturais classificados a partir dos seus subgrupos e definições	27
Tabela 2: Classificação dos desastres segundo à intensidade	28
Tabela 3: Estratificação por zonas da cidade	97
Tabela 4: Estratificação por setores em risco de inundação em Teresina, de acordo com a CPRM	98
Tabela 5: Tipos de desastres recorrentes em Teresina e quantidade de edificações e pessoas em áreas de risco.....	138
Tabela 6: Panorama das condições de precipitação, dias de chuva, vazões dos rios e números de atingidos pelas inundações nos anos de 2004, 2008 e 2009	150
Tabela 7: Correlação entre os níveis de escolaridade e as fontes de rendimentos dos chefes de família dos domicílios localizados em áreas de risco de inundação	163
Tabela 8: Correlação entre os motivos de moradia no local considerado como área de risco de inundação e os locais de origem do chefe da família	166
Tabela 9: Correlação entre a renda média mensal do chefe do domicílio e a quantidade de residentes	168
Tabela 10: Quantidade de crianças e idosos nos domicílios considerados como de risco de inundação em Teresina	168
Tabela 11: Correlação entre o revestimento e piso dos domicílios considerados como de risco de inundação em Teresina.....	169
Tabela 12: Correlação entre as informações de comprovação de compra do imóvel e situação do domicílio.....	173
Tabela 13: Quantidade de idosos por domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.	189
Tabela 14: Formas de aquisição dos domicílios considerados de risco de inundação nas zonas de Teresina.	190
Tabela 15: Características da situação física da área dos domicílios visitados	191
Tabela 16: Alterações no cotidiano apresentadas pelos residentes dos domicílios em risco de inundação.	194

QUADROS

Quadro 1: Efeitos do fenômeno El Niño no Brasil	74
Quadro 2: Setores de riscos a deslizamentos em Teresina e quantidade de imóveis e pessoas em risco, segundo a CPRM	140
Quadro 3: Caracterização da situação física das áreas de risco à inundação em Teresina.....	171

LISTA DE SIGLAS

APP– Área de Preservação Permanente
APP – Áreas de Preservação Permanente
ASAN – Anticiclone Subtropical do Atlântico Norte
ASAS – Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
ATSM – Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar
CCM – Complexos Convectivos de Mesoescala
CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento de Alertas de Desastres Naturais
CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
COBRADE - Codificação Brasileira de Desastres
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRED - *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*
ECP – Estado de Calamidade Pública
EM-DAT - *Emergency Events Database*
ENOS – El Niño – Oscilação Sul
FPA – Frente Polar Atlântica
FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEE – Gases do Efeito Estufa
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDNDR - *International Decade for Natural Disaster Reduction*
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IOS – Índice de Oscilação Sul
LI – Linhas de Instabilidade
MI – Ministério da Interação
MEA – Massa Equatorial Atlântica
MEAN – Massa Equatorial do Atlântico Norte
MEAS – Massa Equatorial do Atlântico Sul
MEC – Massa Equatorial Continental
MPA – Massa Polar Atlântica
MPP – Massa Polar Pacífica
MTA – Massa Tropical Atlântica

MTC – Massa Tropical Continental
NEB – Nordeste do Brasil
ODP – Oscilação Decadal do Pacífico
ONU – Organização das Nações Unidas
PDLI - Plano de Desenvolvimento Local Integrado
PET – Plano Estrutural de Teresina
PIB – Produto Interno Bruto
PMT – Prefeitura Municipal de Teresina
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical
VCAN – Vórtices Ciclônicos de Alto Nível
SDU – Superintendência de Desenvolvimento Urbano
PNGRD – Plano Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
PMT - Prefeitura Municipal de Teresina
PLN – Projeto Lagoas do Nortes
PNM – Pressão do Nível do Mar
POA – Perturbações Ondulatórias dos Alísios
SCM – Sistemas Complexos de Mesoescala
SE – Situação de Emergência
SEDEC - Secretaria Nacional de Defesa Civil
SINDEC - Sistema Nacional de Defesa Civil
TSM – Temperatura da Superfície do Mar
UFPI – Universidade Federal do Piauí
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UNDRO - *United Nations Disaster Relief Organization*
UNOCHA - Escritório das Nações Unidas para a Coordenação da Assistência Humanitária
VCAN – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	24
CAPÍTULO 1 - INCIDÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS	30
1.1 Desastres Naturais no mundo	31
1.2 Desastres Naturais no Brasil.....	38
CAPÍTULO 2 - DINÂMICA ATMOSFÉRICA, VARIABILIDADE CLIMÁTICA E SISTEMAS PRODUTORES DE DESASTRES NATURAIS NO BRASIL	62
2.1 A variabilidade climática e os seus efeitos.....	65
2.2 Sistemas atmosféricos produtores de desastres naturais no Nordeste	79
CAPÍTULO 3 - JUSTIFICATIVAS, HIPÓTESE E OBJETIVOS	88
3.1 Justificativas.....	88
3.2 Hipótese	92
3.3 Objetivo Geral.....	92
3.4 Objetivos Específicos	92
3.5 Procedimentos Metodológicos	93
3.5.1 Técnicas de amostragem	93
3.5.2 Determinação do tamanho da amostra	95
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	100
4.1 Origem e crescimento de Teresina	100
4.2 O sítio urbano	109
4.3 Feições Climáticas	120
5 PROBLEMAS AMBIENTAIS URBANOS EM TERESINA E A INCIDÊNCIA DOS DESASTRES.....	125
5.1 Expansão urbana e problemas ambientais.....	125
5.2 Desastres recorrentes em Teresina: inundações, deslizamentos e alagamentos	137
5.3 As inundações em Teresina.....	146
6 A VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES EM TERESINA	155
6.1 Vulnerabilidade: notas introdutórias e conceituais	155
6.2 Perfil da população vulnerável às inundações em Teresina e caracterização das áreas em risco	159

6.3 Situação dos setores de riscos à inundação durante o período chuvoso	
.....	177
6.4 Os mais vulneráveis às inundações em Teresina – padrões comparativos entre as zonas da cidade	
.....	184
6.5 O caso crítico – zona centro/norte de Teresina	196
CONCLUSÕES	206
REFERÊNCIAS	211
APÊNDICES	228

INTRODUÇÃO

A humanidade, desde tempos remotos, tem convivido com desastres de ordem natural e tem buscado ao longo do tempo explicações para a sua ocorrência. Ideias de que os desastres naturais, tais como, terremotos, furacões, tsunamis, inundações, deslizamentos de terras, dentre outros, seriam originários de fenômenos sobrenaturais, de castigos divinos (figura 1) e até mesmo de castigos oriundos da própria natureza permearam e ainda permeiam muitas concepções (ROMERO e MASKREY,1993). Tais interpretações fatalistas, por muito tempo demonstraram a impotência do homem diante da força da natureza, culminando com uma espécie de conformismo e imobilidade ante a ocorrência dos desastres naturais.

Figura 1: Japão Antigo, onde vítimas de terremotos enfrentavam o grande bagre (Namazu), considerado como o responsável pelos terremotos mais destrutivos. Para a cultura japonesa, os terremotos eram vistos como resultantes da ira dos deuses.



Fonte: MUNICH RE GROUP, 2001.

Segundo a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução dos Desastres (UNISDR, 2009), quando um desastre ocorre, há uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, causando grande número de mortes, perdas materiais, econômicas e ambientais, que excedem a capacidade da sociedade afetada em lidar com as consequências do evento com seus próprios recursos.

De acordo com Castro (2003), os desastres podem ser motivados por causas naturais, humanas ou mistas, levando em consideração a participação antrópica direta ou indireta. Os desastres de cunho antrópico são aqueles causados por ações humanas, tais como, acidentes de trânsito, explosões, incêndios industriais, contaminação de corpos hídricos, dentre outros. Já os desastres de origem natural são aqueles que ocorrem quando um fenômeno natural atinge uma área povoada causando danos, agravados ou não pelo homem.

O levantamento de dados acerca dos mais variados tipos de desastres naturais é de suma importância, uma vez que os mesmos irão subsidiar ações que busquem a redução dos seus efeitos. Atualmente, o banco de dados mais utilizado, principalmente devido à confiabilidade das suas fontes, é o *Emergency Events Database* (EM-DAT), mantido e gerido pelo *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED), da Universidade Católica de Louvain, sediada na Bélgica. O EM-DAT compila os dados dos diversos tipos de desastres ocorridos no mundo desde 1900 até o presente. O objetivo da compilação dos dados é subsidiar ações de cunho nacional e internacional e racionalizar tomadas de decisão para a prevenção e mitigação dos desastres em todo o mundo. Os dados são coletados a partir de organizações governamentais e não governamentais, companhias de seguros, institutos de pesquisas e agências de notícias (GUHA-SAPIR et al, 2013a).

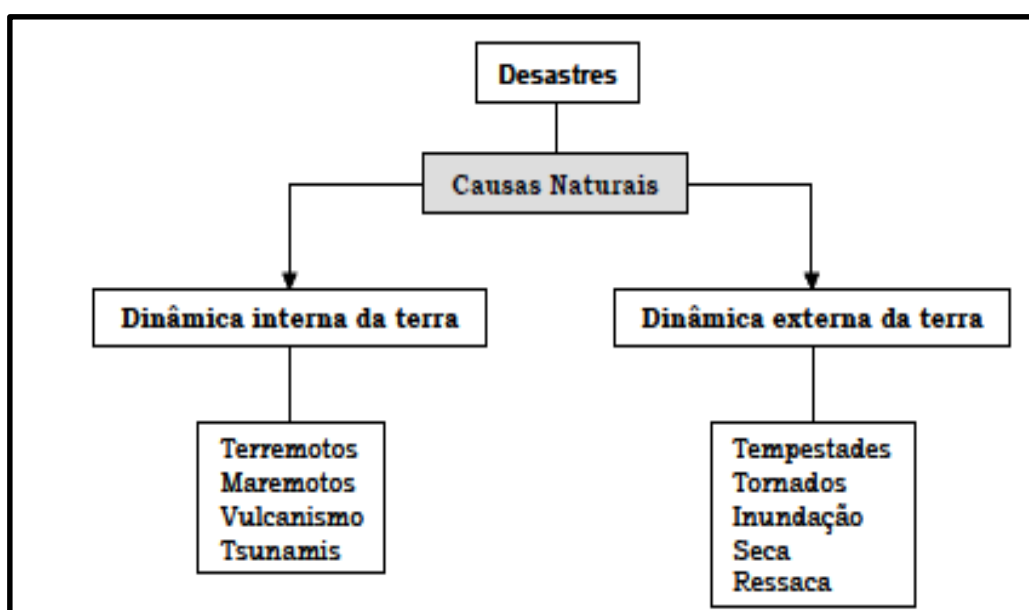
Segundo o EM-DAT, os desastres ocorrem quando um evento súbito ou imprevisto atinge uma determinada comunidade, causando sofrimento e danos materiais que excedem a capacidade dessa comunidade de lidar com as consequências do desastre ocorrido, necessitando de assistência em nível nacional ou internacional. Ademais, para ser considerado um desastre e fazer parte dos relatórios anuais do EM-DAT, o evento tem que cumprir pelo menos um dos seguintes critérios: 10 ou mais mortes; 10 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência e pedido de auxílio internacional.

Várias são as **definições** para **desastre natural**, também conhecido como *natural hazards*. Em todas elas, destaca-se a ocorrência de um **fenômeno natural** em áreas de assentamentos humanos, que pode causar danos materiais, ambientais e até perdas de vidas (KOBİYAMA et al., 2006; CASTRO, 1998; TOMINAGA, 2009a). Assim, os desastres naturais, corriqueiramente, são associados às consequências dos impactos de fenômenos naturais, como terremotos, tsunamis, vulcanismos, tempestades, inundações, deslizamentos de terras, ciclones tropicais, tufões, dentre outros.

Desse modo, um desastre natural, via de regra, é precedido pela ocorrência de um fenômeno natural, uma vez que diversos fenômenos fazem parte da geodinâmica terrestre e da estruturação da paisagem. Se gerarem danos e prejuízos de difícil superação para a comunidade afetada, serão considerados desastres, entretanto, se não gerarem danos e não afetarem áreas adensadas eles serão considerados apenas eventos naturais (MARCELINO, 2007).

Os eventos classificados como desastres naturais estão relacionados com a dinâmica interna e externa da Terra, sendo os internos resultantes dos movimentos das placas tectônicas e os externos reflexos dos agentes atmosféricos (KOBİYAMA et al., 2006). Na figura 2 observam-se os tipos de desastres naturais, partindo das suas origens.

Figura 2: Origens dos desastres naturais.



Fonte: KOBİYAMA et al., 2006.

Segundo o EM-DAT, os desastres naturais podem ser classificados nos seguintes subgrupos: geofísicos, meteorológicos, hidrológicos, climatológicos e biológicos, conforme estão expressos na tabela um (GUHA-SAPIR et al., 2013b).

Tabela 1: Os desastres naturais classificados a partir dos seus subgrupos e definições.

SUBGRUPOS DOS DESASTRES	DEFINIÇÕES	PRINCIPAIS TIPOS DE DESASTRES
Geofísicos	Eventos originários de fenômenos da Terra.	Terremotos, vulcões e movimentos de massa que não envolvem água.
Meteorológicos	Eventos de curta duração causados na baixa atmosfera, podendo durar de minutos a dias.	Tempestades
Hidrológicos	Eventos causados por excessos de água nos corpos hídricos.	Inundações e movimentos de massa envolvendo água.
Climatológicos	Eventos causados por variabilidade climática de media e/ou longa duração.	Temperaturas extremas, secas e queimadas.
Biológicos	Desastres causados pela exposição a germes e substâncias tóxicas.	Epidemias, infestação de insetos e ataques de animais.

Fonte: GUHA-SAPIR et al., 2013.

Kobiyama et al. (2006) destacam a influência das características regionais dos lugares para a ocorrência dos desastres naturais. Rochas, solos, topografia, vegetação e condições meteorológicas podem ser determinantes para a intensidade de um desastre, que pode ser classificada de acordo com os efeitos adversos gerados e a capacidade de superação da população afetada. Partindo dessa concepção, a intensidade dos desastres pode ser classificada em quatro níveis distintos, conforme podem ser vislumbrados na tabela dois.

Tabela 2: Classificação dos desastres segundo a intensidade.

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

Fonte: KOBIYAMA et al, 2006.

Depreende-se da tabela 2 que os desastres classificados como nível I e II são os que provocam menores danos, com uma rápida recuperação da população afetada a partir da ajuda do poder público municipal. Nesses níveis utiliza-se para a recuperação dos danos, no máximo, 10% do produto interno bruto (PIB) do município. Já nos desastres classificados como nível III, a perturbação é mais grave, consumindo até 30% do PIB municipal e necessitando do apoio estadual e federal para o restabelecimento da normalidade. Nesse caso, o município pode declarar Situação de Emergência (SE). Os desastres classificados como nível IV são aqueles de caráter mais grave, cujos danos superam 30% do PIB municipal. Nessas circunstâncias, o

município não tem condição de se recuperar sem ajuda externa, podendo decretar Estado de Calamidade Pública (ECP).

Os desastres súbitos, de fato, são os mais danosos (níveis II e III), conforme afirma a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) e tendem a caracterizar a Situação de Emergência e o Estado de Calamidade Pública. Os desastres graduais, sob a perspectiva de uma análise temporal, não necessitam dos dois estados de decretação (SE e ECP), uma vez que exigem respostas menos custosas por apresentarem prejuízos e danos menores. No entanto, são comuns no Brasil os decretos de SE e ECP devido às secas e estiagens, em especial, nos municípios nordestinos, principalmente devido à agressividade do fenômeno. Cabe comentar que os desastres súbitos são aqueles que são caracterizados pela rápida velocidade com que o processo evolui, como tornados e inundações bruscas. Os desastres considerados graduais são aqueles que evoluem a partir de etapas de agravamento progressivo, como as inundações graduais e as secas, (KOBİYAMA et al., 2006).

CAPÍTULO 1

INCIDÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS

A Organização das Nações Unidas (ONU), a partir da segunda metade do século XX, passou a demonstrar preocupação com os efeitos negativos oriundos dos desastres naturais, dado o aumento tanto da frequência dos eventos, como da quantidade de pessoas afetadas. Na década de 1970 a ONU criou a *United Nations Disaster Relief Organization* (UNDRO), uma secretaria voltada exclusivamente para a previsão e mitigação dos efeitos dos desastres naturais e a disseminação de sistemas de alerta e ações humanitárias de socorro às vítimas em todo o globo. Nessa mesma década foi criado o Escritório das Nações Unidas para a Coordenação da Assistência Humanitária (UNOCHA), que tem como função mobilizar e coordenar atividades de socorro e assistência procedentes de todas as fontes (PNUMA, 2004).

Os anos 90 foram considerados pela ONU como a Década Internacional para a Redução de Desastres Naturais (*International Decade for Natural Disaster Reduction – IDNDR*). Essa década foi dedicada à promoção da consciência pública, comprometimento político e parcerias entre atores sociais na busca de opções para a redução dos riscos, bem como ao aumento do conhecimento das causas dos desastres (TOMINAGA, et al., 2009). Durante a década de 1990, embora tenha se registrado um declínio no número de perdas de vidas, aumentou significativamente os índices de perdas econômicas oriundas de desastres naturais (PNUMA, 2004).

De fato, em se tratando da tomada de atitudes ante os desastres naturais, dava-se, anteriormente, mais ênfase a atividades de respostas e ajudas humanitárias pós-desastres e pouca atenção às estratégias de prevenção, que, sobremaneira, poderiam salvar milhares de vidas. Reconhece-se a importância de ajudas humanitárias e socorro pós-desastre, entretanto, a partir da década de 1990, por meio da avaliação dos riscos e da vulnerabilidade da população, os esforços se voltaram para a redução dos efeitos adversos dos desastres (PNUMA, 2004)

Peduzzi et al. (2005) argumentam que o conhecimento dos dados específicos acerca dos desastres, com ênfase na localização da ocorrência, é de suma importância para compreender como e por que um fenômeno natural pode se transformar em um desastre.

Estatísticas demonstram grandes discrepâncias entre o número de vítimas dos desastres naturais, dependendo dos seus locais de ocorrência. Quando eles ocorrem em países em desenvolvimento, o poder de destruição é bem maior do que quando acontecem em países desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento a população mais pobre tende a ocupar áreas afetadas por sismos, vulcões, inundações, etc, ou seja, áreas mais propensas à ocorrência de um fenômeno natural. Ademais, nesses países o desenvolvimento, econômico, social, político e cultural apresenta sérias deficiências, o que dificulta a recuperação pós-desastres, aumentando assim, o número de vítimas e perdas econômicas (ALCÂNTARA-AYALA, 2002).

1.1 Desastres Naturais no Mundo

Estudos indicam que, nas últimas três décadas, os países mais propensos à ocorrência de desastres naturais são os de baixa renda, baseados em economias simples, que apresentam um ritmo mais lento de desenvolvimento econômico (UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME, 2001).

Sobre a ocorrência dos desastres naturais e o grau de desenvolvimento dos países afetados, o PNUMA (2004, p. 292) defende que:

Em casos de desastre, os países menos desenvolvidos, com uma diversidade econômica limitada e infraestrutura precária, não somente estão obrigados a depender em grande parte da ajuda internacional, mas suas economias também precisam de mais tempo para recuperar-se. Nas economias desenvolvidas, os governos, as comunidades e as pessoas têm uma maior capacidade de lidar com desastres, as perdas econômicas são absorvidas até certo ponto por uma economia diversificada, e a maior parte dos bens está assegurada.

De fato, os danos econômicos pós-desastre são bem mais acentuados em países menos desenvolvidos. Além dos danos físicos diretos, um grande desastre pode interromper a produção industrial e o fluxo de bens e serviços, resultando em perdas econômicas, afetando o PIB, as finanças públicas, comércio exterior e índices de preços, contribuindo ainda mais para o aumento da pobreza e níveis de endividamento (UNDP, 2001)

Alguns índices demonstram a vulnerabilidade dos países em desenvolvimento aos desastres naturais: entre 1990 e 2002, mais da metade dos desastres ocorreram

em países de índices médios de desenvolvimento humano, contudo, dois terços das vítimas eram oriundas de países com baixos níveis de desenvolvimento humano e apenas 2% eram de países altamente desenvolvidos. Relativamente a esse assunto, os números refletem a diferença quanto ao efeito do impacto: em média, 22,5 pessoas morrem por desastre registrado em países altamente desenvolvidos, nos países de desenvolvimento humano médio há, em média, 145 mortes e 1.052 em países de baixo desenvolvimento humano (PNUMA, 2004).

Nos países de baixos índices de desenvolvimento humano convergem as vulnerabilidades física e humana ante aos desastres naturais (ALCÂNTARA-AYALA, 2002). A vulnerabilidade física está presente nesses países, uma vez que as áreas mais propensas aos desastres se encontram ocupadas e a vulnerabilidade humana, concebida como a capacidade da população em lidar com o evento, é deficiente quando comparada com a dos países desenvolvidos, dada a fragilidade do seu aporte social, econômico e cultural (PEDUZZI et al., 2005).

A respeito da correlação acerca da severidade dos desastres e vulnerabilidades física e humana, Sobral et al (2010, p.390) argumentam que:

(...) a vulnerabilidade humana, resultante da pobreza e da desigualdade social, potencializa os riscos. Essa vulnerabilidade está relacionada à capacidade da comunidade suportar e responder adequadamente a determinado evento. Ou seja, a magnitude do evento desencadeador representa um fator importante na ocorrência do desastre, mas o grau de vulnerabilidade da área geográfica e/ou da comunidade afetada é um dos fatores preponderantes para a intensificação de suas consequências.

Portanto, um desastre também pode ser visto como a combinação de um evento natural em um receptor vulnerável, pouco capaz de lidar com a adversidade gerada. Nessa perspectiva, a vulnerabilidade pode se referir às condições dos ecossistemas, mas pode também considerar as condições socioeconômicas da população atingida. Assim, um desastre, embora precedido por um evento natural, não se dissocia dos aspectos sociais resultantes da combinação de ameaças, capacidade de resposta e condições de vulnerabilidade socioambiental (SOBRAL, 2010).

Os índices registrados pelo EM-DAT em 2012 comprovam os efeitos adversos dos desastres quando ocorrem em áreas de vulnerabilidade física e humana. Dos 10 países que registraram a maior mortalidade por desastres naturais, seis são

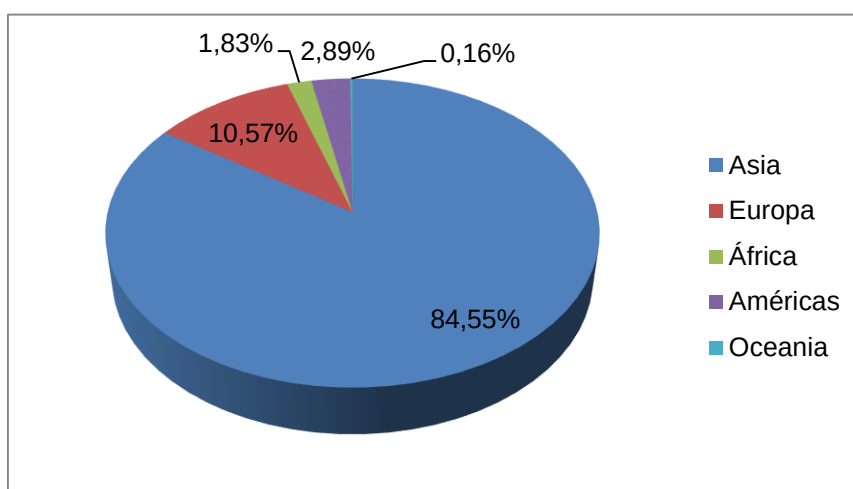
considerados de baixa renda. Nesses países ocorreram 68,2% das mortes registradas. Paquistão, Índia, Nigéria, Irã, Peru e Afeganistão, juntos, registraram mais de 2.500 óbitos (GUHA-SAPIR, 2013b).

O continente asiático, desde os primeiros registros dos desastres naturais pelo EM-DAT, é o que vem sendo mais atingido. No período entre 1900-2006, o continente teve aproximadamente 3.700 registros, seguido do continente americano, com 2.416 desastres (MARCELINO, 2007).

Nesse intervalo de tempo, merecem destaque as inundações, que corresponderam a 35% dos eventos registrados, e as tempestades (31%). Portanto, mais da metade dos desastres naturais registrados entre 1900-2006 estão associados às instabilidades atmosféricas (MARCELINO, 2007).

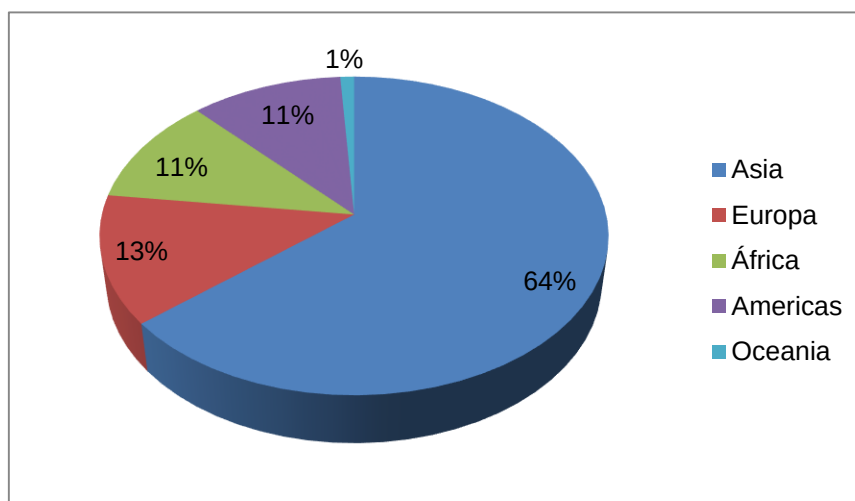
Conforme foi mostrado nas figuras 3 e 4, entre 2002 e 2009, 84,5% das mortes ocorreram no continente asiático e, em 2012, a Ásia foi responsável por 64% dos registros de óbitos (GUHA-SAPIR, 2013a; 2013b). A explicação para os altos índices de óbitos por desastres naturais no continente asiático perpassa pelo seu alto contingente populacional. A região contém cerca de 3/5 da população mundial e elevadas densidades demográficas, a exemplo de países como a Índia, Bangladesh e China. Boa parte da população desses países está ligada à agricultura, principalmente do arroz, praticada de forma intensiva nas planícies fluviais e deltas que se formam à medida que os rios oriundos do Himalaia passam a ter menor declividade e deságuam no Índico ou no Pacífico. Durante as enchentes, uma considerável parcela da população é atingida, elevando assim, rapidamente, o número de pessoas mortas, feridas e desabrigadas (GUHA-SAPIR et al., 2004).

Figura 3: Índices médios de óbitos por desastres naturais entre 2002-2009 distribuídos por continentes.



Fonte: GUHA-SAPIR, 2011. Adaptado.

Figura 4: Índices médios de óbitos por desastres naturais em 2012 distribuídos por continentes

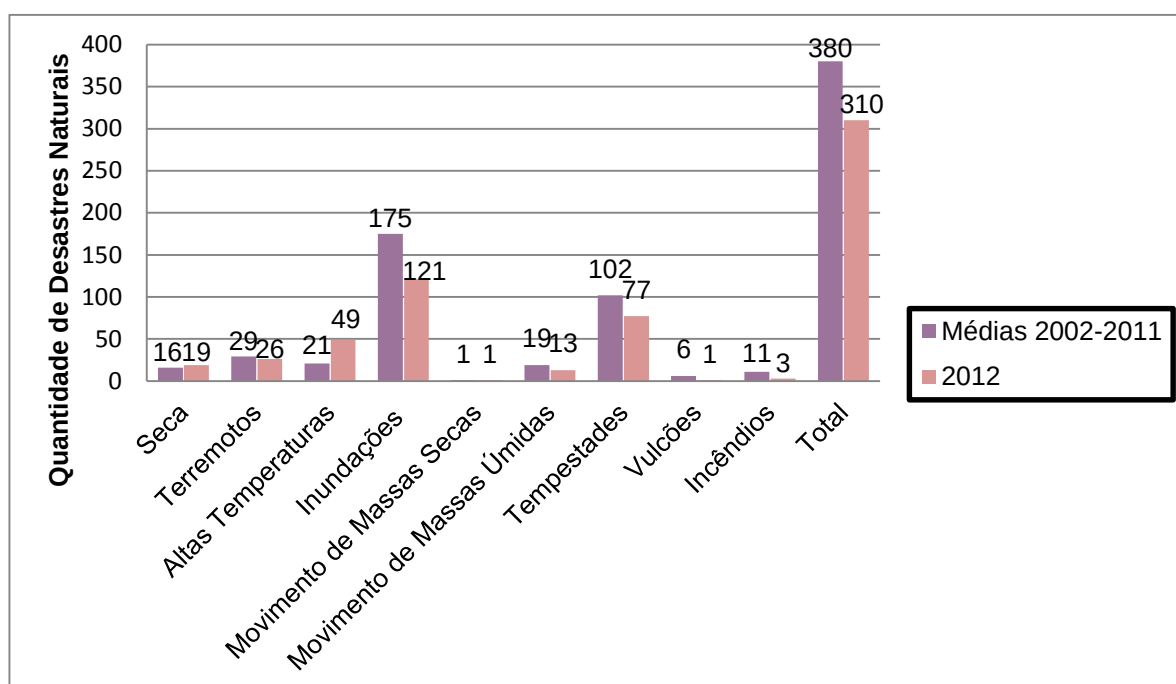


Fonte: GUHA-SAPIR, 2013. Adaptado.

Embora o maior índice de óbitos registrados em 2012 tenha sido na Ásia, as maiores perdas econômicas foram registradas nas Américas, principalmente devido ao furacão Sandy, que atingiu a costa leste dos Estados Unidos, e à seca que afetou 62% do país. Por conta desses desastres, foram gastos nos Estados Unidos, em 2012, cerca de 85,7 bilhões de dólares em ações de recuperação pós-desastres.

Entre os desastres naturais que predominaram no mundo entre 2002 e 2012, merecem destaque os chamados hidrometeorológicos, causados por temperaturas extremas, tempestades e inundações, os quais foram os mais recorrentes, como pode se perceber através da figura 5.

Figura 5: Ocorrência dos desastres naturais de acordo com suas causas entre 2002-2012.



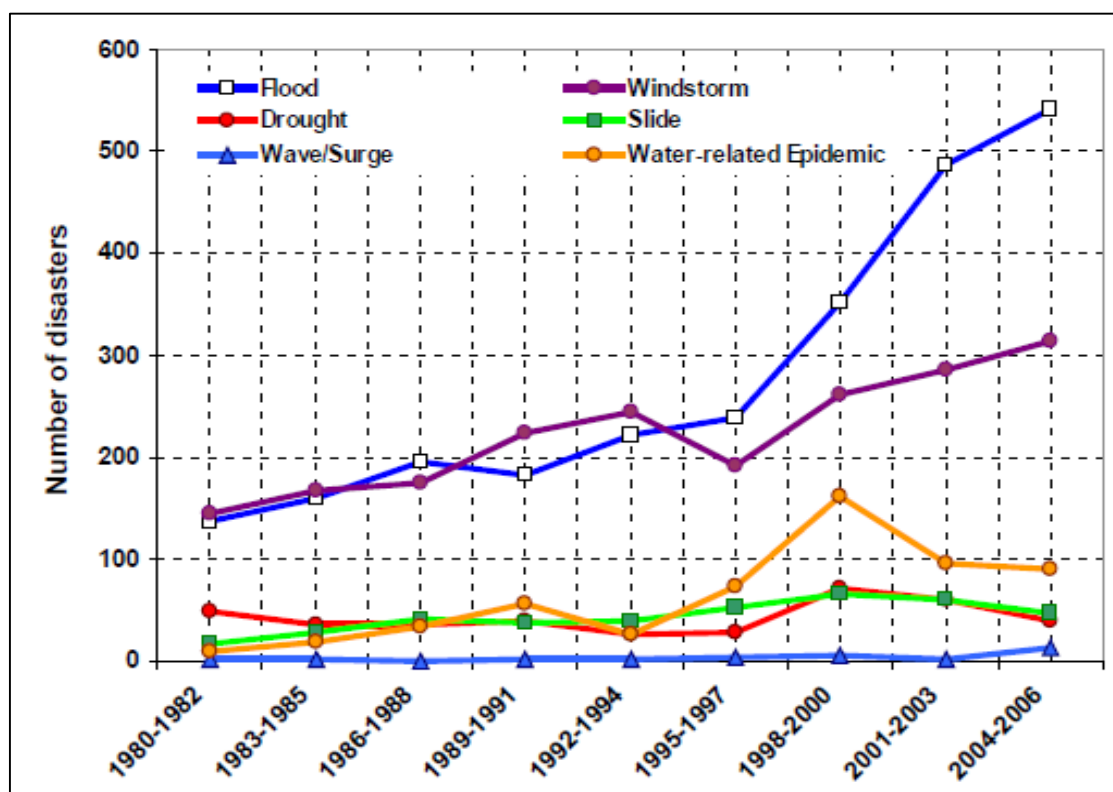
Fonte: GUHA-SAPIR, 2013. Adaptado.

Muitos destes eventos, também conhecidos como eventos meteorológicos extremos, vêm aumentando a partir de meados do século XX e as mudanças climáticas têm sido apontadas por alguns estudiosos como responsáveis pela frequência, duração e intensidade desses episódios (MARENGO, 2009a). O aumento da incidência dos desastres associados ao clima tem incitado maior interesse de pesquisadores acerca dos eventos extremos e a busca por comprovações de que eles sejam resultantes de mudanças climáticas provocadas pelo homem.

Precipitações intensas, acarretando inundações, temporais com granizo, furacões, secas severas em regiões habitualmente úmidas, ondas de frio ou calor extremos são manifestações da dinâmica externa da Terra e decorrentes das características de tempo e clima (NEDEL, 2010). Esses eventos são resultantes de instabilidades atmosféricas e suas recorrências têm provocado sérios danos à

humanidade, culminando inclusive em perdas de vida. A figura 6 demonstra a ascensão dos desastres naturais associados ao clima entre os anos de 1980 e 2006.

Figura 6: Desastres Naturais associados ao clima entre 1980 e 2006.



*Flood – Inundação/ Drought – Seca / Wave/Surge – Ondas / Windstorm – Tempestade / Slide – Deslizamentos / Water-related Epidemic – Epidemias relacionadas a água.

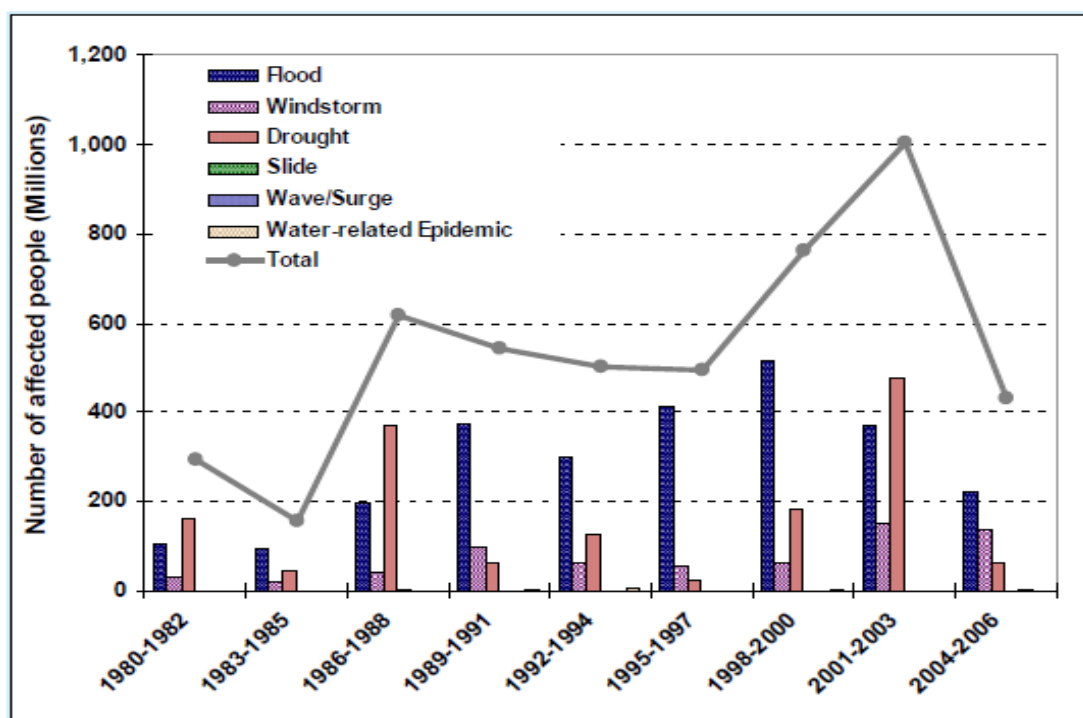
Fonte: ADIKARI, YOSHITANI, 2009.

Nesse intervalo de tempo, em conformidade com o gráfico, principalmente as inundações (*flood*) e as tempestades associadas a vendavais (*windstorm*) apresentaram um aumento considerável. A recorrência desses eventos tem aumentado e quando eles ocorrem concomitantemente, como, por exemplo, precipitações intensas e inundações provocadas por furacões, os prejuízos são bem maiores, haja vista que são potencialmente danosos e perigosos (ADIKARI, YOSHITANI, 2009).

Estudos comprovam que os desastres associados ao clima são, sem dúvidas, os mais recorrentes e, certamente, os que mais ameaçam a segurança humana. Entre 2000 e 2006, 2.163 desastres relacionados ao clima foram reportados aos bancos de dados do EM-DAT, matando mais de 290 mil pessoas, afetando mais de 1,5 bilhão de

peças e gerando mais de 422 bilhões de dólares em danos nos EUA (ADIKARI, YOSHITANI, 2009). As perdas econômicas só refletem a concentração das construções humanas em áreas sujeitas à ocorrência desses desastres.

Figura 7: Número de afetados por desastres naturais associados ao clima entre 1980-2006.



*Flood – Inundação/ Drought – Seca / Wave/Surge – Ondas / Windstorm – Tempestade / Slide – Deslizamentos / Water-related Epidemic – Epidemias relacionadas a água.

Fonte: ADIKARI, YOSHITANI, 2009.

A recorrência desses eventos, conforme foi aludido, tem comprometido um número crescente de pessoas ao longo dos anos. A figura 7 demonstra que entre 1980 e 2006 houve uma tendência crescente no número de pessoas afetadas, mas foram registrados picos entre os anos 1986-1988 e 2001-2003. O primeiro se deve à seca ocorrida na Índia no ano de 1987, que abalou cerca de 300 milhões de pessoas e o de 2001-2003 se deve à ocorrência de inundações na China, que atingiram mais de 150 milhões de pessoas, e secas na Índia, onde mais de 300 milhões de pessoas foram afetadas (ADIKARI, YOSHITANI, 2009).

1.2 Desastres Naturais no Brasil

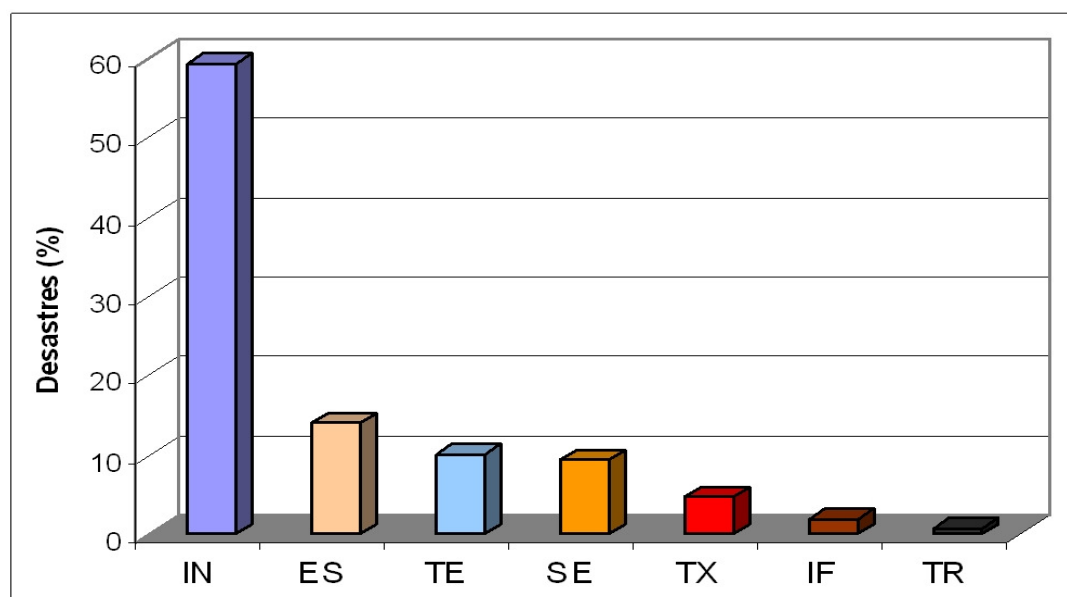
Inexiste no Brasil uma tendência natural para fenômenos tectônicos de grande magnitude – terremotos, tsunamis e vulcões – devido à estabilidade da sua crosta, contudo há frequentes registros de desastres oriundos de variabilidades climáticas e instabilidades atmosféricas, sendo os mais comuns, as inundações, secas e estiagens e os movimentos de massa (MARCELINO, 2008; MAFRA, MAZZOLA, 2007).

De fato, a maioria dos desastres naturais que ocorrem no Brasil está relacionada aos eventos naturais extremos associados ao avanço dos processos de degradação ambiental e à vulnerabilidade agravada pela ação humana (SOBRAL et al., 2010; MAFRA, MAZZOLA, 2007). A ação humana aqui destacada consiste na ocupação de áreas inadequadas e nas práticas que provocam formas de degradação ambiental, tais como desmatamento das matas ciliares e áreas de encostas e impermeabilização excessiva, dentre outras.

O aumento no número de vitimados por desastres naturais no Brasil está diretamente atrelado ao processo de urbanização, pautado na falta de um planejamento adequado, com o intuito de coibir a ocupação de áreas suscetíveis à ocorrência de desastres naturais. Parcelas da população que não possuem condições econômicas para adquirir moradias em áreas urbanas seguras são impelidas a ocupar áreas inadequadas, tais como as várzeas, que são inundáveis, ou áreas de encostas íngremes, onde assentamentos precários promovem cortes em terrenos instáveis e contribuem para ocorrência dos movimentos de massa. Desse modo, áreas de elevada declividade e margens de rios foram sendo ocupadas nas cidades brasileiras, resultando em parcelas urbanas de extrema vulnerabilidade a deslizamentos de encostas, inundações e enxurradas (BERTONE e MARINHO, 2013).

Alguns fatores intrínsecos à condição geográfica do país podem contribuir para a ocorrência dos desastres naturais e se configurar numa combinação perigosa. Em muitos locais as características do relevo favorecem a ocorrência de processos geomecânicos e hidrológicos que, diante da ocupação destas áreas, tendem a aumentar a vulnerabilidade humana. Acresce-se a isso a atuação de sistemas atmosféricos distintos ao longo do ano, geradores de chuvas intensas e concentradas, de tornados, granizo, de secas e estiagens prolongadas. (BRASIL, 2012a). Assim, os desastres mais comuns que ocorrem no Brasil estão associados aos eventos climáticos severos, conforme ilustrado pela figura 8.

Figura 8: Gênese dos desastres naturais ocorridos no Brasil entre 1900 e 2006.



Legenda: IN – Inundação/ ES – Escorregamento/ TE – Tempestade/ SE – Seca/ TX – Temperatura Extrema/ IF – Incêndio Florestal/ TR – Terremoto.

Fonte: MARCELINO, 2008.

Depreende-se da figura 8 que os tipos de desastres mais frequentes no Brasil são os provocados pelas inundações, bruscas ou graduais, representando 59% dos registros, seguidas pelos escorregamentos, que correspondem a 14% dos eventos. De fato, inundações e enchentes são eventos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água, frequentemente deflagrados por chuvas intensas e rápidas ou de longa duração. A sua magnitude e intensidade ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração da água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

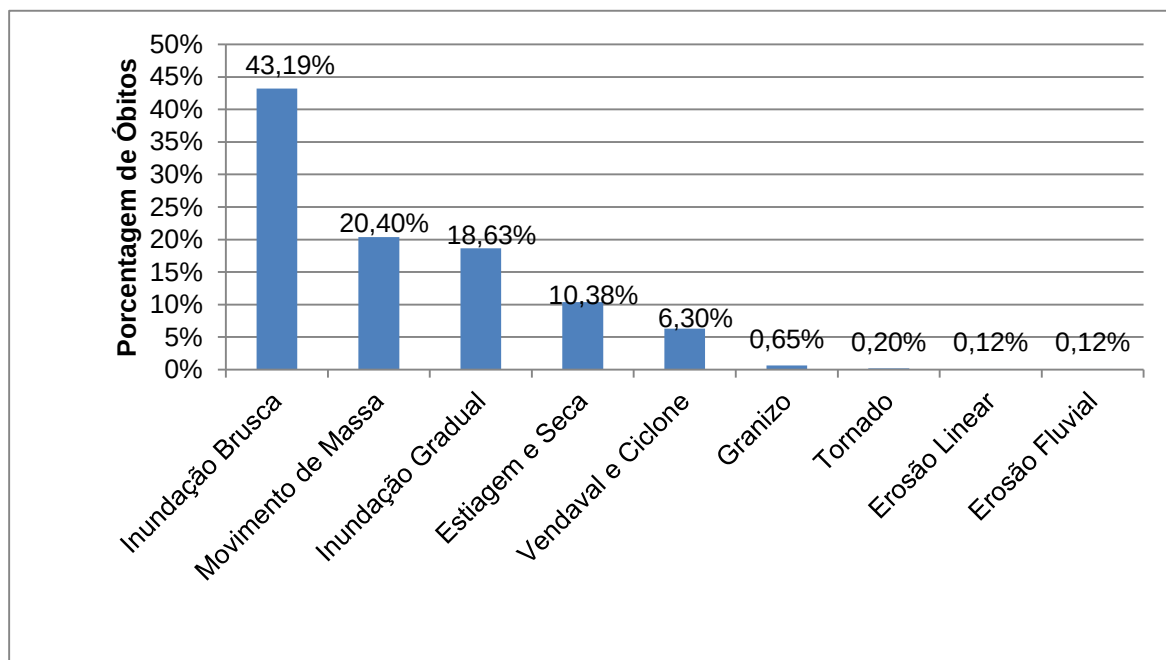
Entretanto, merecem ser discernidos conceitos que comumente são confundidos com inundações e que também são deflagrados por chuvas intensas. A saber:

Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.
 Enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível da água no canal de drenagem, devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.
 Alagamento é o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

Enxurrada é o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínios dos processos fluviais (AMARAL e RIBEIRO, 2009, p. 42,).

As inundações bruscas ocorrem quando as águas, a partir do transbordamento dos leitos dos rios, atingem grande velocidade em um curto período de tempo, sendo as mais destrutivas. Essas são mais comuns em bacias com vales encaixados (estreitos), altas declividades das vertentes e escoamento torrencial. Já as inundações graduais são aquelas cujo transbordamento é mais lento. Elas são mais comuns em bacias com vales mais amplos e dotados de vertentes com menor declividade (PINHEIRO, 2007; AMARAL e RIBEIRO, 2009). De fato, as inundações representam o tipo de desastre mais frequente e o que mais provoca óbitos, conforme exposto na figura 9. Entre 1991 e 2010 as inundações bruscas promoveram a morte de 43,19% do total nacional de óbitos por desastres naturais, sendo seguidas pelos movimentos de massa/escorregamentos (20,40%) e inundações graduais (18,63%).

Figura 9: Índice de óbitos por desastres naturais no Brasil entre 1991 e 2010, distribuídos pela origem dos eventos.



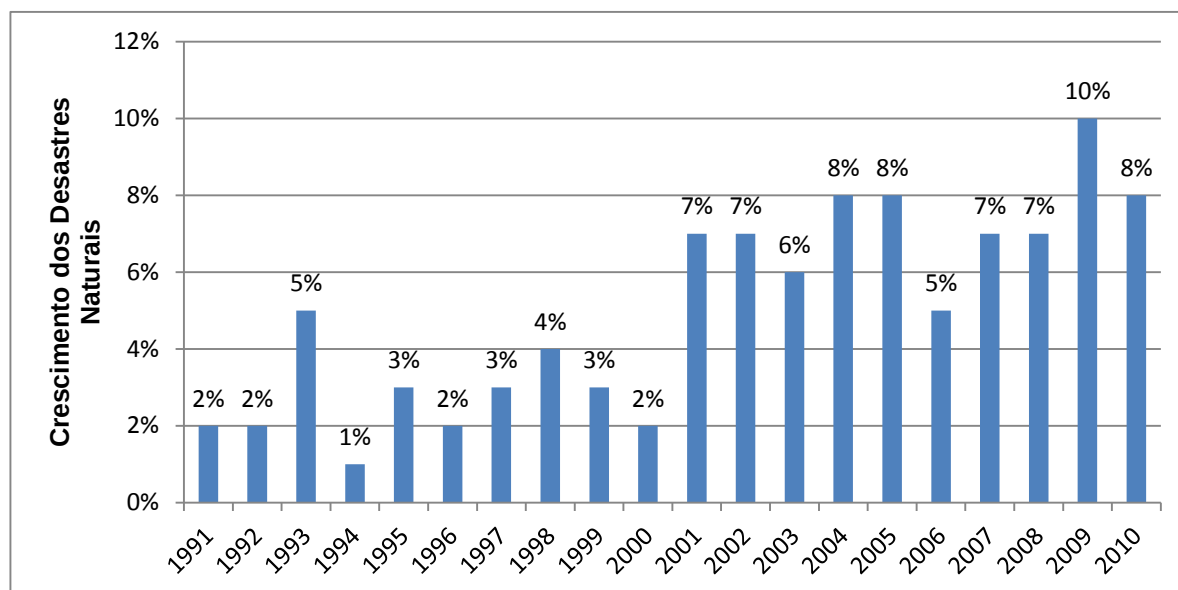
Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

As ocorrências de desastres naturais no Brasil coincidem com a tendência mundial, pois também apresentam um crescimento a partir dos anos 1960. Marcelino (2008), com base nas informações do EM-DAT, afirma que entre 1900 a 2006 foram registrados 150 desastres naturais no Brasil. Desses, mais de 84% aconteceram a partir da década de 1970, tendo aumentado consideravelmente entre os anos de 1990 e 2000. Entre 1900 e 2006 houve no país cerca de 8.200 vítimas fatais ocasionadas por desastres naturais e um prejuízo econômico de aproximadamente 10 bilhões de dólares. Ainda, segundo os dados do EM-DAT, entre 2000 a 2007, mais de 1,5 milhões de pessoas foram afetadas por algum tipo de desastre no Brasil, durante a ocorrência de 36 eventos, com danos econômicos de mais de 2,5 bilhões de dólares (MAFRA; MAZZOLA, 2007).

Cabe comentar que os dados compilados pelo EM-DAT correspondem aos desastres mais severos, com registros de dezenas de mortos e desabrigados, o que obriga os estados e países a pedirem assistência externa. Assim, os números correspondentes aos desastres naturais ocorridos no Brasil tendem a ser bem mais elevados do que os contabilizados nessa base de dados, se forem levados em consideração os eventos onde não houve a necessidade de se decretar SE ou ECP (TOMINAGA, 2009; MARCELINO, 2008).

Os dados compilados pela Defesa Civil, órgão ligado à União e responsável por ações emergenciais durante os desastres e recuperação pós-desastre dos espaços impactados, comprovam o discurso frequente sobre o aumento da ocorrência dos desastres no país. Enquanto nos anos de 1990, foram registrados 8.671 eventos, nos anos 2000 esse índice aumentou para 23.238. Entretanto, a histórica fragilidade da Defesa Civil em manter atualizados os seus registros compromete as análises mais apuradas quanto ao crescimento dos desastres no Brasil. Assim, é possível afirmar que parte deste incremento se deve ao fortalecimento do sistema de computação dos dados, à fidelidade dos números e ao compromisso para com os registros (UFSC, 2012). A figura 10, a seguir, demonstra o crescimento dos desastres naturais no Brasil entre 1991 a 2010, com destaque para os anos 2000, os quais apresentam índices bastante superiores aos anos 1990.

Figura 10: Crescimento dos desastres naturais do Brasil entre 1991 e 2010.



Fonte: UFSC, 2012.

Segundo o EM-DAT, considerando os eventos hidrológicos, representados pelas inundações, enchentes e deslizamentos (escorregamentos), o Brasil, em 2008, ocupou o 10º lugar entre os dez países do mundo com maior número de afetados por desastres, com 1,8 milhões de pessoas e 203 mortes (GUHA SAPIR et al., 2009).

Deslizamentos de encostas não seriam calamitosos nas cidades brasileiras se parte dos habitantes não fosse induzida a formas de urbanização precárias, em sítios perigosos (MONTEIRO, 1991). Tominaga (2009) concorda com isso, comentando que o aumento do número de desastres no Brasil está diretamente relacionado ao seu processo de urbanização, que se deu de modo acelerado e desordenado, com ocupação de áreas impróprias para moradia, principalmente, devido às características geológicas e geomorfológicas desfavoráveis. As intervenções nesses terrenos, a partir de desmatamentos, alterações na drenagem, lançamento de lixo e construções de moradias sem a infraestrutura adequada, aumentam, sobremaneira, a instabilidade das encostas, contribuindo, dessa forma, para a materialização dos deslizamentos de massa e inundações.

Sobre a incidência das inundações e deslizamentos no Brasil, Mafra e Mazzola (2007) defendem que nas áreas onde os mesmos ocorrem há uma relação estreita entre o avanço da degradação ambiental, a intensidade do impacto dos desastres e o aumento da vulnerabilidade humana. Afirmam ainda que a degradação ambiental

aumenta a condição de perigo, criando uma situação previsível e geradora de desastres, com danos às pessoas e aos bens.

Marengo (2009b, p.6), discutindo a correlação entre as atividades humanas que resultam em degradação e os desastres naturais, afirma que:

Um desastre natural pode ser decorrente de atividades humanas, como o desmatamento de encostas próximas à áreas urbanas ou construções em áreas de risco, que pode intensificar as consequências de chuvas fortes. As chuvas dificilmente causam a morte de pessoas por si só, mas os deslizamentos produzidos por elas em áreas próximas a leitos de rios ou abaixo de inclinações desmatadas podem causar danos às populações.

Com efeito, áreas de encostas, topos de morros, planícies fluviais e lacustres são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs), protegidas por lei, e, portanto, não deveriam ser ocupadas. Entretanto, a ocupação irregular dessas áreas, consideradas aqui como áreas de risco, é reflexo da dificuldade de acesso à moradia em áreas urbanas mais adequadas por parte da população de menor poder aquisitivo, que se constitui na mais vulnerável à ocorrência de desastres naturais (MAFRA e MAZZOLA, 2007). Nas cidades brasileiras a ocupação e a materialização dos desastres nas áreas de risco têm sido bastante corriqueiras, comprometendo a qualidade de vida dos cidadãos, haja vista que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 84,0% da população brasileira reside em áreas urbanas (IBGE, 2010).

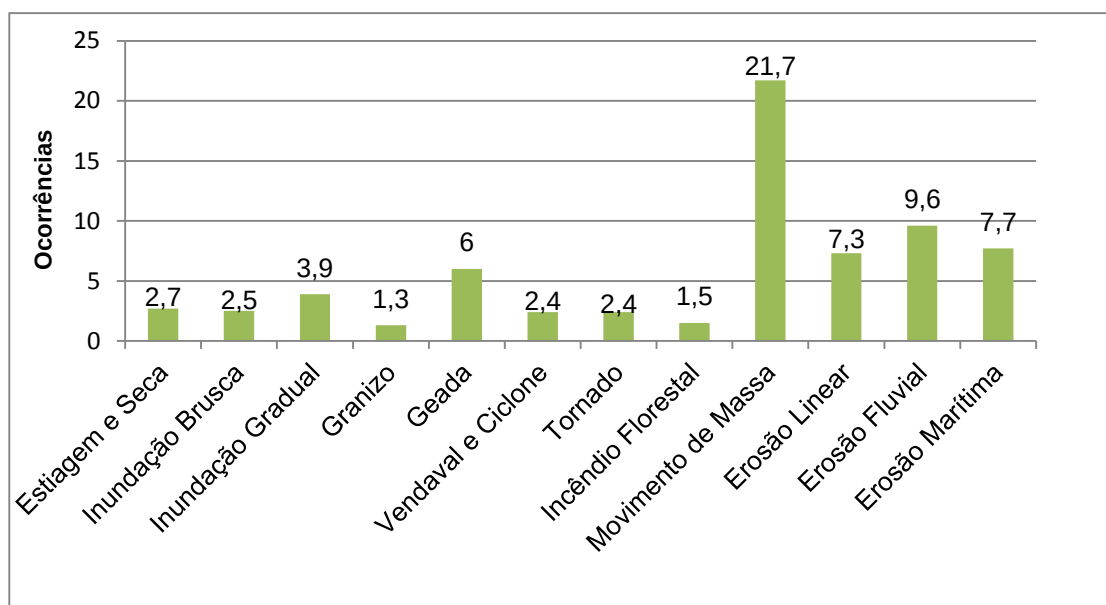
Sobre a correlação entre pobreza e desastres naturais, Thouret (2007, p.89) argumenta que:

A pobreza constitui um triplo fator de risco: ela força as pessoas a viverem nas zonas menos caras, mas mais perigosas; ela domina as preocupações cotidianas das pessoas que não tem nem os recursos econômicos nem tempo de preservar o meio ambiente; ela força o desbravamento e o desfloramento para atender às necessidades fundamentais de aquecimento e alimentação.

Como foi mostrado pela figura 11, os tipos de desastres ocorridos no Brasil apresentaram uma variação acentuada no seu crescimento entre as décadas de 1990 e 2000, com destaque para os movimentos de massa que cresceram 21,7 vezes nesse intervalo de tempo. Essa é uma variação bastante destoante em relação aos demais tipos de desastres ocorridos no país, que afetou mais de 2 milhões de

peessoas. Esse valor aponta para a ocupação imprópria de áreas de encostas e o seu entorno, prática bastante comum nas cidades brasileiras.

Figura 11: Aumento dos registros de ocorrência dos desastres naturais no Brasil entre as décadas de 1990 e 2000, conforme sua origem.



Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

O crescimento dos desastres no Brasil e o consequente aumento dos danos humanos e econômicos fez com que o Governo Federal, em 2011, inserisse em sua agenda prioritária a temática Gestão de Riscos e Desastres e formulasse o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres (PNGRD), lançado em agosto de 2012, com previsão de investimento de mais de R\$18 bilhões até 2014, na tentativa de minimizar os seus efeitos adversos e sistematizar as ações da Defesa Civil nos âmbitos federal, estadual e municipal. (BRASIL, 2013).

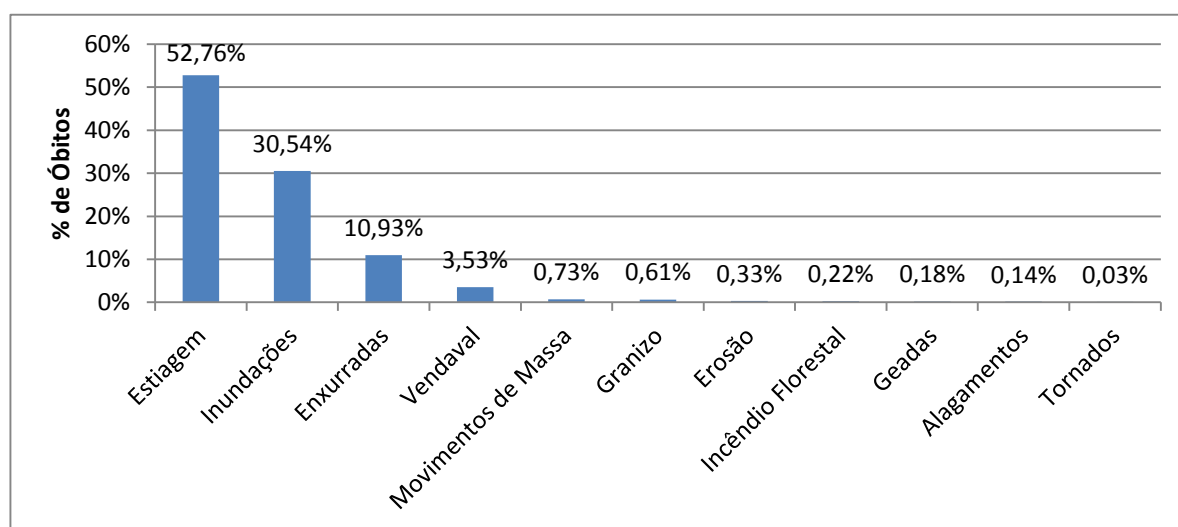
Desde 2010 a Secretaria Nacional de Defesa Civil, órgão federal responsável por estabelecer diretrizes para tomadas de decisão acerca dos desastres no Brasil, vem apresentando iniciativas no sentido de disseminar o conhecimento do histórico e perfil dos desastres, a distribuição espacial e temporal desses eventos e a identificação dos seus principais danos. Como resultados, podem ser citados a elaboração do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: Volume Brasil, organizado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o diagnóstico apresentado pelo PNGRD, que busca a gestão integral de riscos a desastres, com

ênfase na prevenção e criação de um sistema integrado de informações, que possibilitou a construção de um banco de dados confiável no país (BRASIL, 2012b; 2012c; 2013)

Este banco de dados subsidia a elaboração do Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, cuja primeira versão foi publicada em 2012, com informações sobre o perfil dos desastres que aqui ocorrem, garantindo uma fonte de informação confiável, precisa, integrada e sistemática para a construção e divulgação do conhecimento (BRASIL, 2012a). Vale ressaltar ainda que os dados coletados são classificados de acordo com a nova Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), publicada na Instrução Normativa Nº 1, de 24 de agosto de 2012, que muito se assemelha à classificação utilizada pelo EM-DAT, incluídos alguns desastres peculiares à realidade brasileira.

De acordo com o Anuário de 2013, o impacto dos desastres no Brasil em 2012, foi bastante significativo. Foram registrados ao todo, 376 desastres naturais, com 93 óbitos e aproximadamente 17 milhões de pessoas afetadas em 3.781 municípios, a maioria (65,06%) devido à seca/estiagem (figura 12). É válido ressaltar que as secas e estiagens também foram responsáveis pela maioria das pessoas atingidas por desastres naturais (50,34%) entre os anos de 1991 a 2010, sendo, portanto, um tipo de evento causador de desastre bastante comum no país (UFSC, 2012; BRASIL, 2013).

Figura 12: Percentuais da população afetada por desastres naturais no Brasil em 2012, distribuídos por tipos.

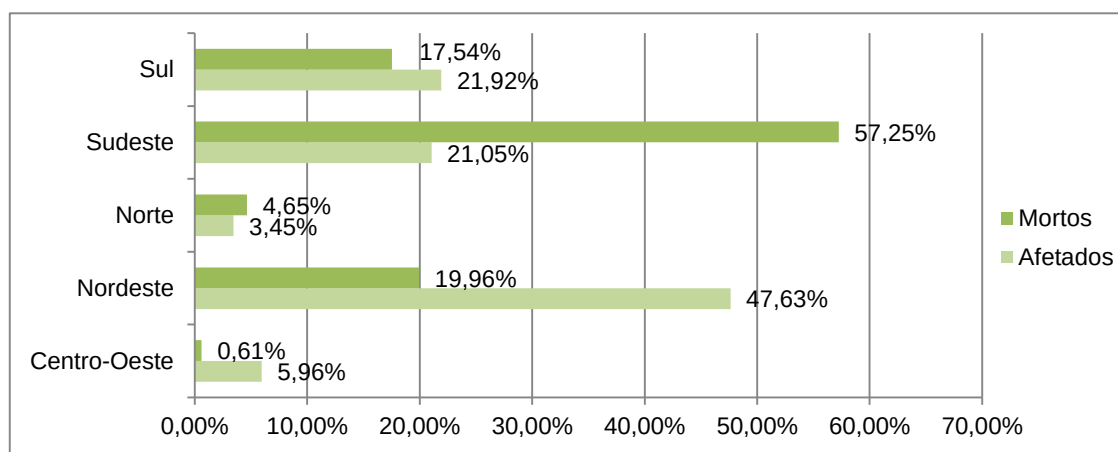


Fonte: BRASIL, 2013.

O maior percentual de municípios atingidos, segundo o Anuário, pertence à região Nordeste (47,1%), com 1.783 municípios, seguido pela região Sul, com 1.046 e a Sudeste com 775 municípios (BRASIL, 2013).

Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, as regiões do Brasil com maiores índices de mortos e afetados por desastres naturais entre os anos de 1991 a 2010 foram o Nordeste, Sudeste e Sul (figura 13) e isso também se repetiu em 2011 e 2012. Secas, vendavais e inundações foram os eventos que mais ocorreram nessas três regiões.

Figura 13: Índices de mortos e afetados por desastres naturais entre 1991 e 2010, distribuídos por regiões.



Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

No entanto, foi a região Nordeste que registrou o maior número de afetados por desastres naturais, aproximadamente 485 mil pessoas, incluindo óbitos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos (BRASIL, 2013).

Ressalta-se que a região Sudeste foi a que registrou o maior índice de óbitos em 2012 (75,27% do total nacional) e foi atingida por 35,64% dos eventos. Por conta disso, a região Sudeste superou a média brasileira de mortos por desastres em 2012, que foi de 18,6 óbitos por região. A região Nordeste, conforme já foi mencionado, apresentou a maior porcentagem de afetados (32,75% do total nacional), contudo foi atingida apenas por 5,59% dos eventos registrados. Essa divergência está relacionada às peculiaridades das secas e estiagens.

A explicação para a região Sudeste apresentar os maiores índices de óbitos entre os anos de 1991 a 2012, reside na sua elevada densidade demográfica, que é de aproximadamente 78 hab/km². Entre 1991 a 2010 foram registrados no Sudeste cerca de 20 mortos por milhão de habitantes, índice acima da média nacional que é de 15 mortos/milhão de habitantes. A região Sul, por ter registrado 34% da ocorrência dos eventos entre 1991 a 2010 também superou a média nacional de mortos por milhão de habitantes, apresentando 17 mortos/milhão. De fato, se um mesmo desastre atingir duas regiões de densidades demográficas distintas, a mais afetada, certamente, será a que possuir mais habitantes (UFSC, 2012).

Diante das informações expostas, conclui-se que os eventos mais recorrentes no Brasil, as secas/estiagens, inundações, enxurradas e deslizamentos de terras (movimentos de massa), são associados diretamente às instabilidades atmosféricas severas que, sobremaneira, desencadeiam chuvas intensas e prolongadas durante o período chuvoso, sendo estas o mote principal da ocorrência dos desastres no Brasil (MARCELINO, 2008). E as áreas urbanas, por serem as mais adensadas, são o palco principal da materialização desses eventos, onde se registram os maiores índices de danos econômicos e humanos.

Portanto, urge para o cenário brasileiro, intuindo a minimização dos efeitos das precipitações intensas, tomadas de decisão de caráter estrutural e não estrutural; procedimentos de cunho preventivo aos desastres; maior eficácia da legislação urbana, fortalecendo a ordenação territorial e direcionando a expansão urbana; e o combate ao desmatamento e à degradação das áreas mais vulneráveis, em especial naquelas onde há graves desequilíbrios socioeconômicos e ocorrência de desastres (SAMPAIO et al., 2013; MAFRA e MAZZOLA, 2007).

Com efeito, os desastres associados às precipitações, também chamados de eventos extremos, se referem aos desvios comparados aos estados da atmosfera e climático médios, que em escalas temporais podem variar de dias a milênios, embora os que mais afetam as atividades humanas sejam os extremos de curto prazo, relacionados com o tempo e os de médio prazo, relacionados com o clima. Tanto os relacionados ao tempo quanto os relacionados ao clima são resultantes da variabilidade climática e sendo mais frequentes, certamente, os custos sociais e econômicos tendem a ser cada vez maiores (MARENGO, 2009a).

Em se tratando das ocorrências dos desastres naturais no Brasil, é indispensável que se discorra sobre o Furacão Catarina, ocorrido em março de 2004, o primeiro registrado no Atlântico Sul. Ele atingiu a costa sul do país, causando danos às edificações (casas, galpões, postos de gasolina, etc.), equipamentos urbanos (rede elétrica, telefonia, estradas, etc.), agricultura, flora e fauna, além de afetar dezenas de milhares de pessoas (MARCELINO et al., 2005; GAN, 2009).

Inicialmente classificado como ciclone extratropical, ele se formou a aproximadamente 1.000 km da costa brasileira e foi gradualmente adquirindo características de furacão, com um formato circular em seu núcleo. Ao alcançar a costa catarinense, com chuvas fortes e ventos estimados em cerca de 150 km/h, matou 11 pessoas e causou destruição em dezenas de municípios (MARCELINO et al., 2005; MARENGO e NOBRE, 2005).

A variabilidade climática e os eventos extremos oriundos de precipitação tem afetado seriamente o Brasil durante os últimos anos e, como já foi mencionado, o mote causador da frequência desses desastres em todo o globo, segundo determinados estudiosos, podem ser as mudanças climáticas de cunho antropogênico, principalmente devido às emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, provocando elevações na temperatura média global e nas precipitações (IPCC, 2007; NEDEL, 2010; MARENGO et al., 2011; ESTERLING et al., 2000a, 2000b).

Foi detectado no Brasil, desde 1950, um grande aumento sistemático na frequência dos extremos de precipitação, principalmente nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país. Uma combinação incomum de condições meteorológicas promoveram intensas precipitações na região Sul do Brasil ao longo da primeira década do século XXI, promovendo inundações e deslizamentos, além de prejuízos econômicos na ordem de 750 milhões de dólares (MUNICH RE GROUP, 2009).

Entretanto, as secas e estiagens também comprometeram cidades no Brasil nesse mesmo período. Em 2005, a região Amazônica experimentou umas das secas mais intensas dos últimos cem anos, quando a umidade registrada foi mais baixa que o normal e as temperaturas estiveram entre 3° a 5° C mais altas do que a média, o que promoveu uma drástica redução dos níveis dos rios, culminando inclusive com a suspensão da navegação dos afluentes dos rios Madeira e Solimões. No Nordeste do país, entre 2008 e 2009, a escassez de chuvas reduziu a capacidade de produção de hidroeletricidade, uma vez que os reservatórios atingiram níveis mínimos de volume d' água, além de sérios prejuízos nas atividades agrícolas, sendo o ano de 2009 considerado como o mais seco dos últimos 80 anos (MARENGO, 2009a, 2009b).

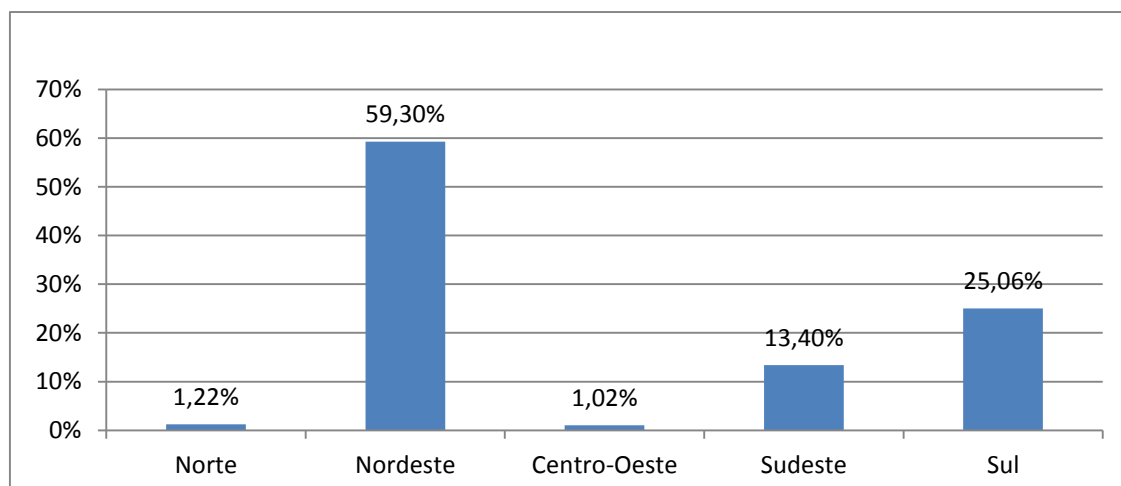
Segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais,

(...) os eventos de seca e estiagem caracterizam-se por períodos prolongados de baixa ou ausência de chuvas durante tempo suficiente, em determinada região, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico (BRASIL, 2013, p.44).

Entretanto, secas e estiagens são eventos que marcam a realidade nordestina há séculos. Entre 1777 a 1779 ocorreram eventos de grande impacto no sertão nordestino com estimativas de mais de 500 mil mortes, sendo este considerado um dos maiores desastres que já atingiram a região. Outros episódios de gravidade semelhante que provocaram sérios danos à região ocorreram em 1888, conhecida como a seca dos três oitos, e de 1979 a 1983, também considerada uma das mais longas e severas secas da história do Nordeste, com um número de mortos bastante significativo (CAMPOS; STUDART, 2001; SALES et al., 2012.).

Cabe ressaltar que as recorrências das secas e estiagens não são eventos exclusivos pertencentes à região Nordeste. O norte de Minas Gerais e a região Sul, especialmente os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, também apresentaram consideráveis episódios de estiagem e seca entre 1991 e 2010. Já as regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram os menores índices de ocorrência desses eventos. Juntas, responderam por pouco mais de 2% dos registros (UFSC, 2012). Na figura 14 estão dispostos os percentuais de municípios atingidos por secas e estiagens, distribuídos por regiões.

Figura 14: Quantidade de municípios atingidos por secas e estiagens distribuídos por regiões, entre 1991 e 2010.



Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

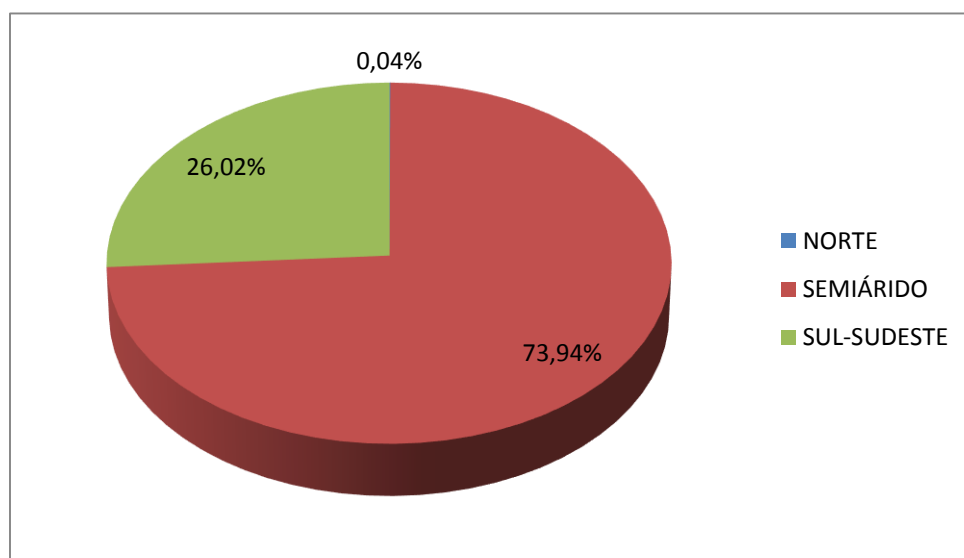
Certamente por apresentar maiores recorrências, é na região Nordeste que se verificaram os maiores danos humanos entre 1991 e 2010. No total, foram mais de 35 milhões de afetados e 173 mortes. Contudo, desperta atenção o número de enfermos na região Norte durante esse intervalo de tempo, maior, inclusive, que o da região Nordeste (UFSC, 2012). Segundo a Defesa Civil, enfermos correspondem àquelas pessoas que adquiriram qualquer doença que requeira tratamento médico imediato, como resultado direto de um desastre (BRASIL, 2013). Na região Norte, entre o total de afetados (755.679), cerca de 84 mil pessoas foram consideradas enfermas, enquanto no Nordeste foram pouco mais de 44 mil (UFSC, 2012).

Em 2012, segundo o Anuário de Desastres Naturais, as secas e estiagens ocorreram em algumas porções das regiões Norte, Sul, Sudeste e no semiárido nordestino. Nessas áreas foram registradas deficiências e irregularidades no total de chuvas devido às condições meteorológicas e climatológicas determinantes, que promoveram impactos negativos, principalmente no aspecto socioeconômico (CAMPOS; STUDART, 2001).

Convém salientar que o número de pessoas afetadas pelas secas e estiagens no Brasil em 2012 foi bastante elevado, sendo essa situação considerada uma das mais graves dos últimos 50 anos. Ao todo, foram atingidas aproximadamente 9 milhões de pessoas. Em 2012, 1.540 municípios decretaram situação de emergência, índice bem superior aos anos anteriores, e até outubro de 2013, 1.149 municípios já haviam decretado situação de emergência (CNM, 2013). O semiárido nordestino foi,

conforme a figura 15, onde os impactos humanos dos eventos foram mais drásticos em 2012, sendo afetadas mais de 5 milhões de pessoas em 1.819 municípios (BRASIL, 2013).

Figura 15: Distribuição regional do total de ocorrência de secas e estiagens no Brasil em 2012.



Fonte: BRASIL, 2013. Adaptado.

O semiárido estende-se do Piauí até o norte de Minas Gerais, abrange uma área de aproximadamente 982,6 mil km², compreendendo as bacias dos rios Parnaíba e São Francisco e abarca um total de 1.113 municípios e cerca de 22 milhões de habitantes. É importante salientar que embora o semiárido nordestino fosse o mais devastado pelas secas e estiagens no Brasil em 2012, um número bastante expressivo de pessoas também foram afetadas na região Sul/Sudeste do país, onde 640 municípios foram atingidos, gerando danos humanos para mais de 3,7 milhões de pessoas (BRASIL, 2013).

Perdas do rebanho bovino, açudes com reservatórios em níveis críticos, aumento da fome e mendicância, comercialização da água e as imigrações são questões sociais que afligem os afetados pelas secas e estiagens. Certamente se estas continuarem sendo vistas pelo poder público como ameaças súbitas e incontroláveis da natureza em fúria e não como eventos graduais e paulatinos, que podem ser amenizados para equacionar o problema dos que padecem, os efeitos adversos desses desastres tendem a ser recorrentes. A frequência das ameaças desses desastres que incidem sobre os brasileiros, especialmente sobre os

nordestinos, por si só, deveria ser um fator relevante a ser considerado pelo meio político-institucional (VALÊNCIO, 2013; CNM, 2013).

As inundações, bruscas ou graduais, também são desastres bastante recorrentes no Brasil e na maioria das vezes, provocam grandes prejuízos nas áreas urbanas do país. Segundo a Defesa Civil, as inundações podem ser definidas como um transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes que invadem os terrenos adjacentes, inadequadamente ocupados, provocando danos. As mesmas são causadas, na maioria das vezes, por precipitações pluviométricas concentradas, entretanto, podem ter outras causas imediatas, tais como a elevação dos leitos dos rios devido ao assoreamento; saturação do lençol freático por antecedentes próximos de precipitações continuadas; rompimento de barragens construídas com tecnologia inadequada; degelo; dentre outras (CASTRO, 2003).

É fato que quando as inundações ocorrem em áreas urbanas os efeitos adversos são bem mais graves, haja vista que estas são áreas que tendem a ser densamente povoadas. As constantes recorrências e os danos gerados por esses eventos em áreas urbanas brasileiras sinalizam para a reflexão da expansão desses espaços que promovem a impermeabilização do solo e a ocupação das planícies inundáveis e das APPs próximas às nascentes dos rios e córregos urbanos (MENDES, 2004).

Tucci (2004) corrobora a discussão, comentando que as inundações podem se concretizar através de duas maneiras: invasão das áreas adjacentes pelas águas transbordadas do escoamento natural de rios, córregos ou riachos, em função de precipitações intensas, denominada de inundação ribeirinha, ou aumento das áreas impermeáveis, acelerando o escoamento pluvial, não mais efetivado por um sistema de drenagem adequado, denominada de inundação devido à urbanização ou à drenagem urbana. Estes dois efeitos podem ocorrer isoladamente ou combinados.

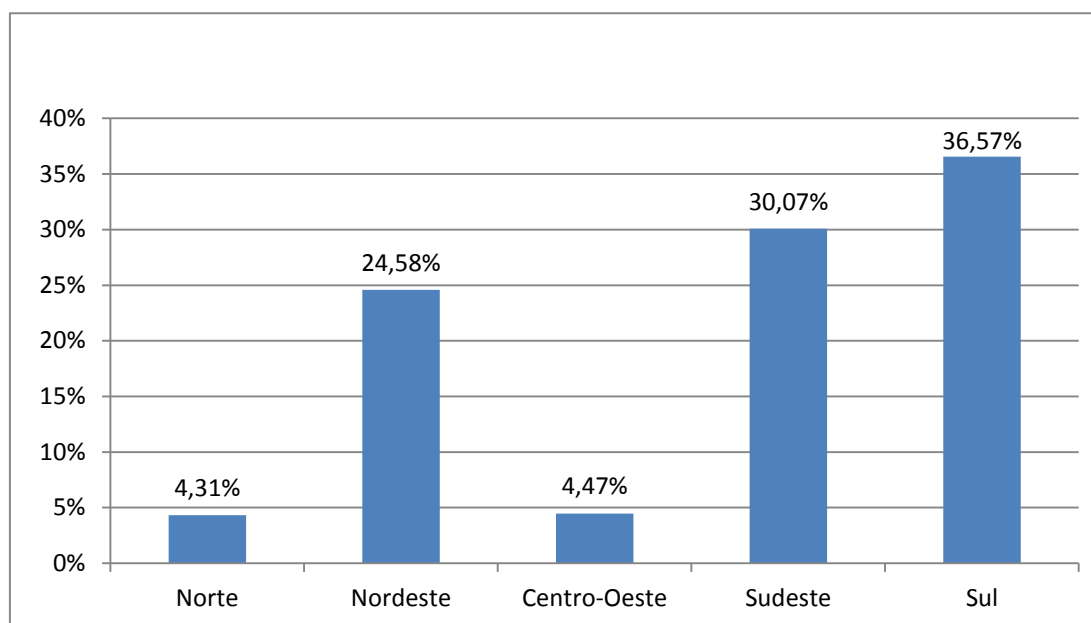
As inundações no Brasil e os respectivos danos econômicos causados mostram quanto esses eventos são presentes na realidade brasileira. Entre 2003 e 2011, 13.567 municípios brasileiros decretaram Situações de Emergência ou Estado de Calamidade Pública devido aos desastres naturais. Desses, 3.816 foram por desastres associados às precipitações intensas que culminaram em inundações, enxurradas ou alagamentos, sendo o Nordeste e o Sul, as regiões mais afetadas. As maiores inundações no Brasil causaram a morte de cerca de 120 pessoas, com prejuízos em torno de 250 milhões de dólares, ao ano, durante o período mencionado.

Aproximadamente 19 milhões de pessoas estão expostas ao risco de inundações fluviais e cerca de 14 milhões de pessoas ao risco de inundações bruscas. As principais áreas metropolitanas do país e os centros econômicos dos estados do Sudeste são particularmente vulneráveis, incluindo as vias de transportes e a distribuição de energia (MEDEIROS, 2011; SWISS RE, 2011).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2008, 51,2% dos municípios brasileiros sofreram com problemas de inundações e alagamentos em áreas urbanas devido às diferentes formas do uso do solo urbano, incluindo a ocupação das áreas naturalmente inundáveis por cursos d'água, agravada por interferências físicas na rede de drenagem, como o entupimento das canalizações pelo lançamento inadequado do lixo, a ineficiência do sistema de drenagem e o desmatamento das matas ciliares, dentre outras (IBGE, 2010). Os alagamentos são comumente definidos como acúmulo momentâneo de água em determinados locais devido aos problemas de drenagem e às intensas precipitações (AMARAL; RIBEIRO, 2009).

Para discorrer sobre a ocorrência das inundações no Brasil, o Atlas de Desastres Naturais da UFSC (2012), divide os eventos em duas categorias de análises: as inundações bruscas e alagamentos e as inundações graduais. Acerca das inundações bruscas e alagamentos, dos desastres naturais ocorridos entre 1990 a 2010, 6.771 (21%) correspondem a esses eventos. Esse valor distribuído entre as regiões brasileiras aponta que o Nordeste (24,58%), o Sudeste (30,07%) e o Sul (36,57%) foram as mais atingidas (figura 16).

Figura 16: Ocorrências de inundações bruscas e alagamentos por regiões no Brasil, entre 1991 e 2010.

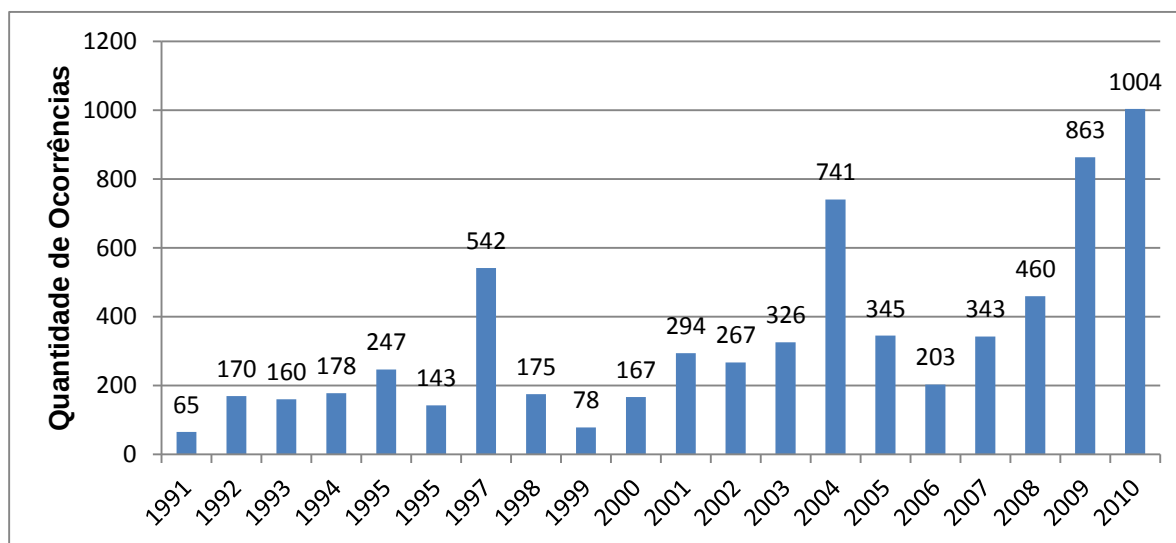


Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

Acerca dos danos humanos por inundações bruscas e alagamentos, entre 1991 e 2010, verifica-se que o Sudeste, o Sul e o Nordeste registraram os maiores números de afetados, respectivamente com 9,5, 8,3 e 6,2 milhões de pessoas. A região Sul, em especial os estados de Santa Catarina e Rio Grande de Sul, foi a que mais registrou episódios de inundações bruscas e alagamento entre esses anos, mas a região Sudeste apresentou o maior número de afetados, certamente devido à sua densidade populacional (UFSC, 2012).

Comparando-se esses eventos, no referido período, a partir da figura 17, pode-se perceber que eles foram mais recorrentes nos anos 2000, com destaque para os anos 2004, 2009 e 2010. Nas regiões mais afetadas, os eventos concentraram-se no primeiro semestre do ano, coincidindo com os meses do verão (UFSC, 2012).

Figura 17: Gráfico da ocorrência de inundação brusca e alagamento no Brasil entre 1991 e 2010.



Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

As inundações graduais, entre 1991 a 2010, corresponderam a pouco mais de 10% do total dos desastres registrados nesse período. (UFSC, 2012; GOERL, KOBAYAMA, 2005). Elas também estiveram concentradas nas regiões Sul, Nordeste e Sudeste, respectivamente com 22,65%, 28,04% e 31,55% dos casos. O maior número de afetados ocorreu na região Nordeste (4,1 milhões) e os maiores índices de óbitos na região Sudeste (224 mil). Os anos 2000 registraram a predominância dos eventos, com 72% do total (UFSC, 2012).

Em 2012, conforme o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais, as inundações, contrariando a predominância regional dos anos anteriores, se concentraram na região Norte do país (39,47% do total). Nesse ano, a bacia Amazônica observou cheias recordes no rio Acre, no rio Negro, em Manaus, e no rio Madeira, em Porto Velho. Assim, a região Norte concentrou cerca de 90% do total de afetados por inundação no país, atingindo mais de 4,6 milhões de pessoas (BRASIL, 2013).

Embora os alagamentos sejam comuns nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, em 2012, em face aos baixos índices pluviométricos no país, foram registrados apenas 17 episódios, em sua maioria concentrados na região Sudeste. As enxurradas, caracterizadas como desastres associados ao escoamento superficial de alta velocidade e energia, desencadeadas por chuvas intensas em regiões de topografia acidentada e bacias hidrográficas de dimensões reduzidas, podem ser agravadas pela impermeabilização do solo. Segundo o Anuário, elas são frequentes nas regiões Sul

e Sudeste do Brasil. No entanto, em 2012, assim como os alagamentos, as poucas ocorrências afetaram 1,8 milhão de pessoas e concentraram-se na região Sudeste (BRASIL, 2013).

Os movimentos de massa, nas últimas décadas, vêm apresentando constantes recorrências no Brasil. Conceitualmente, são rupturas de solo/rocha que incluem os escorregamentos e as corridas de detritos/lama e as quedas dos blocos de rocha, podendo ser de origens naturais ou induzidos pelo homem. Essas rupturas também podem ser conhecidas como quedas de barreiras e podem ocorrer em qualquer área de elevada declividade, em períodos de chuvas prolongadas e intensas, mas principalmente nos centros urbanos brasileiros, onde é comum a ocupação desordenada de áreas íngremes (PIMENTEL et al., 2007).

Fernandes et al. (2001, p. 52) argumentam que:

Nos grandes centros urbanos os deslizamentos assumem frequentemente proporções catastróficas, uma vez que inúmeros cortes, aterros, depósitos de lixo, desmatamentos, modificações na drenagem, entre outras agressões, geram novas relações com os fatores condicionantes naturais associados à geomorfologia e à geologia.

Desse modo, as constantes modificações promovidas pelo homem a partir do processo de ocupação dessas áreas podem ser consideradas como o elemento desencadeador dos movimentos de massa, certamente agravadas por precipitações intensas. Portanto, a expansão urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem um adequado planejamento do uso do solo e sem a adoção de técnicas adequadas de estabilização, corrobora a ocorrência desses eventos (TOMINAGA, 2009).

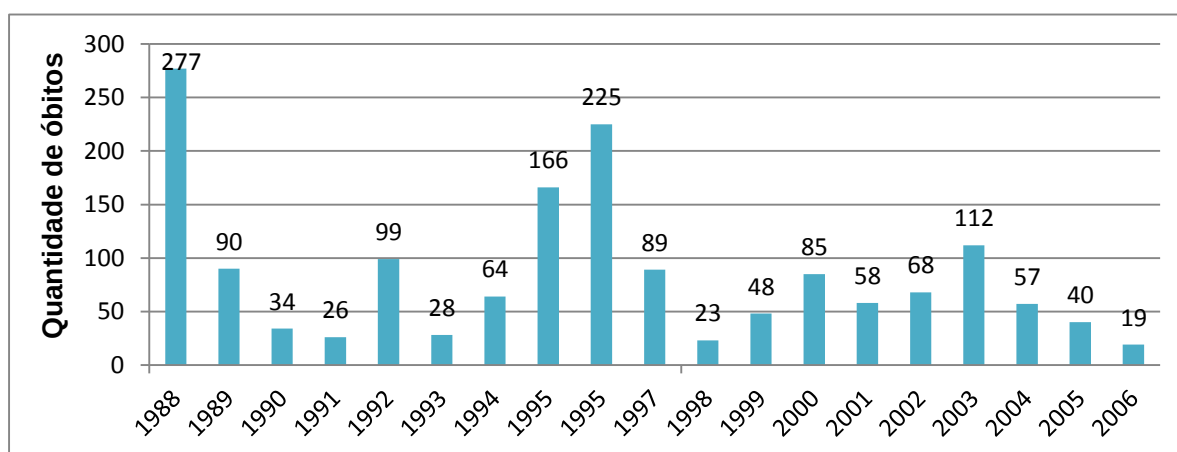
Pimentel et al. (2007) elencam como fatores que causam os movimentos de massa, dentre outros: inclinação do terreno; intensidade e duração da chuva; características geotécnicas das rochas e solos; quantidade de água que infiltra no solo; cortes e aterros para a construção de moradias; lixo e entulho lançados na encosta e os desmatamentos.

As perdas de vidas humanas, ferimentos e danos estruturais são as consequências mais expressivas e marcantes dos movimentos de massa. Verifica-se no mundo inteiro um acréscimo de perdas de vidas humanas decorrentes desses eventos. No Brasil a situação não tem sido diferente. Vedovello e Macedo (2007, p.81) comentam que:

No Brasil, as perdas dessa natureza ocorrem predominantemente em áreas urbanas tendo tido um incremento considerável a partir da década de 80. Tal constatação é explicada pela ocupação acelerada e na maioria das vezes sem planejamento de áreas suscetíveis a deslizamentos, em particular nas grandes cidades e regiões metropolitanas.[...] Esse fato é agravado pelo empobrecimento geral da população, o que implica em falta de recursos para aquisição de terrenos em áreas mais aptas à ocupação urbana (mais valorizadas) e conseqüentemente na ocupação de áreas mais suscetíveis a deslizamentos.

No Brasil, o aumento do número de afetados deve-se à ocupação irregular das áreas mais predispostas aos eventos, pela população mais carente economicamente, sem respaldo técnico e profissional. Nelas se verifica a instabilização de setores da encosta causada por cortes para a construção de moradias, estradas, aterros e lançamento de águas sobre as vertentes. Desse modo, a ocupação desordenada das vertentes nas regiões serranas brasileiras tem provocado o aumento dos efeitos adversos desse tipo de desastre (VEDOVELLO e MACEDO, 2007; TOMINAGA, 2009). A figura 18 mostra a distribuição anual de mortes por movimentos de massa/escorregamentos no Brasil entre 1988 a 2006, atingindo um total de 1.861 óbitos.

Figura 18: Distribuição anual de mortes por movimentos de massa no Brasil entre 1988 e 2008.

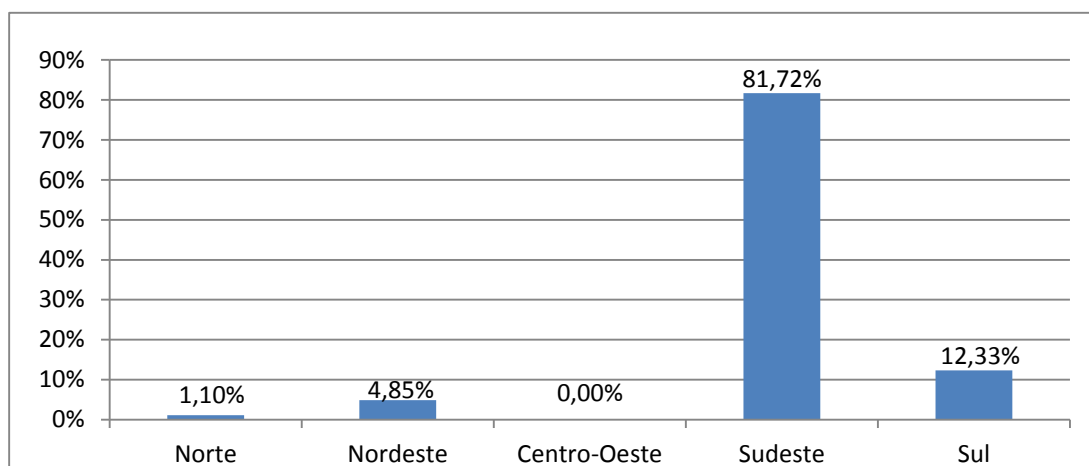


Fonte: VEDOVELLO e MACEDO, 2007. Adaptado.

Entre os eventos que já ocorreram no Brasil destacam-se os de 1967, na Serra das Araras (RJ) e em Caraguatatuba (SP), que ocasionaram 1.320 mortes e destruição de centenas de moradias. Os estados brasileiros onde mais se nota a ocorrência desses eventos são Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Rio

de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba (KOBAYAMA et al., 2006). Tais informações corroboram os dados divulgados pelo Atlas de Desastres Naturais do Brasil, que afirma que os eventos ocorridos entre 1991 e 2010 aconteceram, predominantemente, na região Sudeste (figura 19), onde se concentraram mais de 80% das ocorrências, 90% dos afetados e 35% das mortes.

Figura 19: Ocorrências de movimentos de massa por regiões no Brasil, entre 1991 e 2010.



Fonte: UFSC, 2012. Adaptado.

Em 2012, segundo o Anuário de Desastres Naturais do Brasil, novamente a região Sudeste apresentou a predominância absoluta das ocorrências de movimentos de massa, concentrados, principalmente, no mês de janeiro, onde foram registrados aproximadamente 92% dos casos. Desses, quase 60% foram localizados no estado de Minas Gerais, 19% no Rio de Janeiro e 8% no Espírito Santo. Em 2012 foram registrados 26 óbitos, valor inferior ao ano de 2011, quando houve 472 óbitos. 85% dos óbitos registrados em 2012 ocorreram no Rio de Janeiro (BRASIL, 2013).

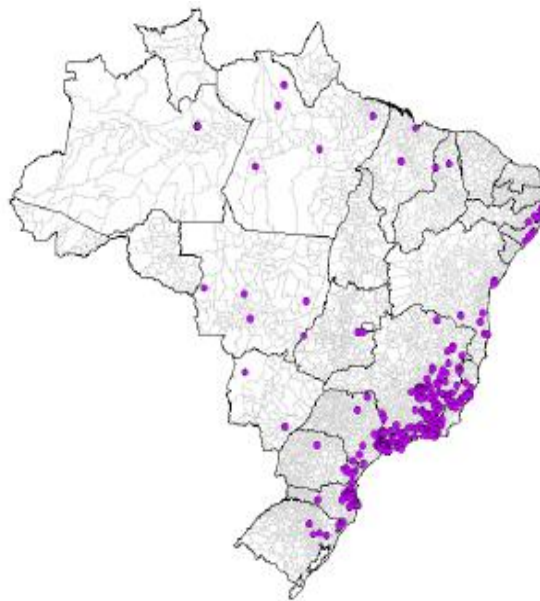
A região serrana do Rio de Janeiro tem sido atingida com frequência por esse tipo de desastre, associado a chuvas intensas. Entre 2010 e 2011, mais de mil pessoas morreram em Angra dos Reis, Niterói e em outros pontos da região serrana do Estado. Contudo, foi em 2011 que ocorreu um dos maiores eventos de movimentos de massa no Brasil, atingindo sete cidades da região serrana do Estado, principalmente Nova Friburgo, Teresópolis e Petrópolis, causando 947 mortes, 300 desaparecimentos, mais de 50.000 desabrigados e afetando quase 1 milhão de pessoas (DOURADO et al., 2012).

Figura 20: Municípios afetados por, no mínimo, três eventos de inundações, enxurradas, enchentes e alagamentos, entre janeiro de 2003 e maio de 2011.



Fonte: MEDEIROS, 2011.

Figura 21: Distribuição dos municípios mais afetados por deslizamentos de encostas.

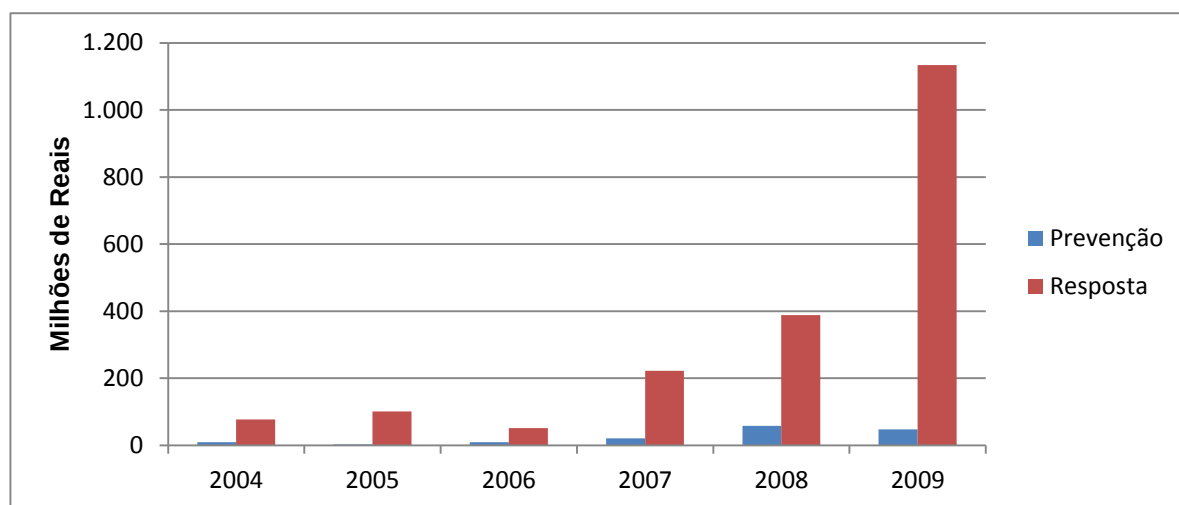


Fonte: MEDEIROS, 2011.

Diante do exposto, conclui-se que os desastres naturais no Brasil têm tomado vulto nos últimos anos devido à combinação da sua constante frequência, principalmente dos aqui elencados, em áreas densamente povoadas, como as áreas urbanas. Não é à toa que os municípios mais afetados por inundações, enxurradas, enchentes, alagamentos e movimentos de massa se concentram nas regiões mais povoadas no país, conforme pode ser visualizado nas figuras 20 e 21.

Os gastos com os desastres naturais no Brasil na última década refletem o crescimento dos mesmos, além do despertar do poder público para políticas de prevenção e respostas. Embora em ambos os casos os investimentos venham crescendo ao longo dos anos, os gastos com respostas aos desastres naturais entre 2004 a 2009 foram bastante superiores aos gastos com prevenção, demonstrando que as políticas de redução aos desastres naturais ainda são pouco eficientes. A figura 22 expõe o comparativo dos gastos referentes à prevenção e respostas aos desastres naturais entre 2004 a 2009, anos em que o Brasil foi assolado por desastres dos mais variados tipos relacionados à chuva.

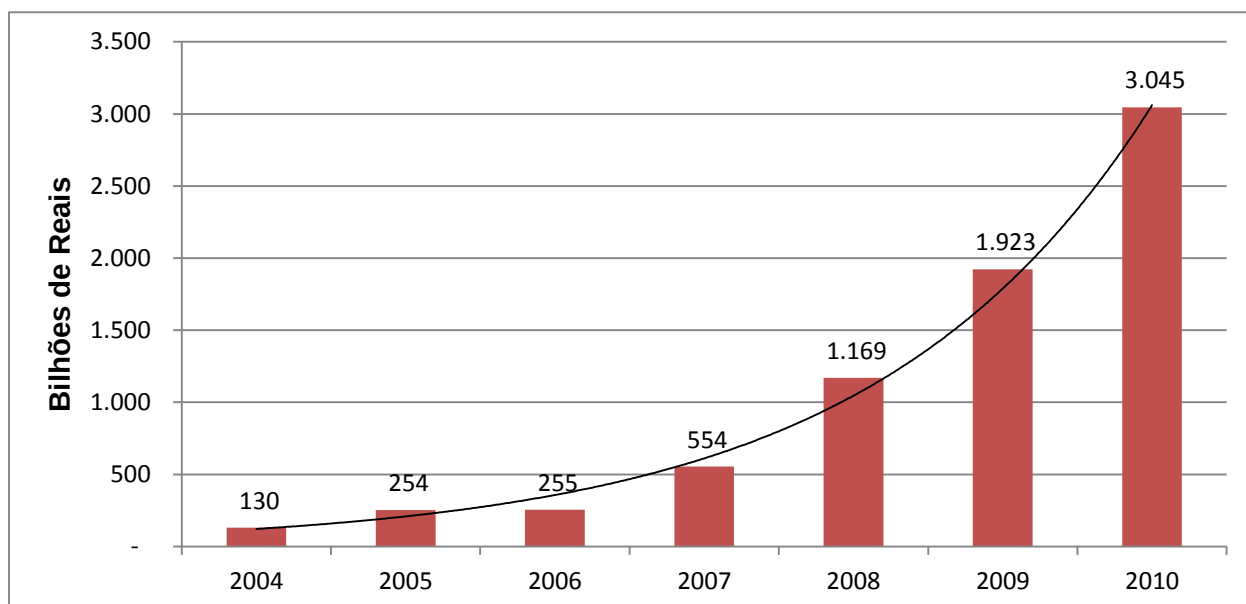
Figura 22: Gastos com prevenção e respostas aos desastres naturais no Brasil em milhões, entre 2004 e 2009.



Fonte: STRANZ, BOSELI, ALENCAR, 2010. Adaptado.

De acordo com Stranz, Boseli e Alencar (2010), que fizeram um estudo sobre os recursos da União investidos em desastres naturais nos últimos anos, o programa de prevenção teve seu investimento máximo em 2008, quando R\$57,4 milhões foram destinados a esse propósito, valor esse bem menor que o gasto com respostas aos desastres, que chegou a 1,1 bilhão em 2009. Assim, analisando o montante total, enquanto os recursos destinados à prevenção não chegaram a 100 milhões por ano, os gastos com os efeitos adversos dos desastres ultrapassaram 1 bilhão de reais em 2009. A figura 23 mostra que os gastos destinados às respostas aos desastres naturais aumentaram 23 vezes entre 2004 e 2010, passando de 130 milhões de reais em 2004 para mais de 3 bilhões em 2010 (BERTONE e MARINHO, 2013).

Figura 23: Evolução dos recursos federais gastos com respostas aos desastres naturais no Brasil, entre 2004 e 2010.



Fonte: BERTONE e MARINHO, 2013. Adaptado.

Almeida e Pascoalino (2009) afirmam que apenas nos últimos anos é que houve maiores preocupações com o tripé que sustenta ações da gestão de risco: proteção, previsão e prevenção, principalmente após a ocorrência dos eventos.

De fato, as ações do poder público no que tange à redução dos efeitos adversos dos desastres naturais ainda são muito recentes no Brasil. Prova disso é o fato da institucionalização da Defesa Civil ter ocorrido somente em 2005, quando foi criado o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC), atribuindo aos órgãos e entidades da administração pública federal, estadual e municipal, entidades privadas e comunidade responsabilidades pelas ações de defesa civil em todo o território nacional (EIRD, 2007).

Pode se afirmar, portanto, que a sociedade brasileira ainda não possui uma cultura de segurança no que tange aos desastres naturais e, nesse sentido, as estratégias traçadas para a redução das consequências requerem a cooperação dos órgãos institucionais em consonância com a população.

CAPÍTULO 2

DINÂMICA ATMOSFÉRICA, VARIABILIDADE CLIMÁTICA E SISTEMAS PRODUTORES DE DESASTRES NATURAIS NO BRASIL

A dinâmica climática sul-americana, devido à sazonalidade da radiação, à configuração das diversas formas de relevo, como a Cordilheira dos Andes, planaltos e planícies, à diversidade da cobertura vegetal e à considerável extensão longitudinal do continente, desde 12°N de latitude até 55°S, que se afunila em sua porção meridional, tem seu dinamismo marcado pela atuação de massas de ar equatoriais, tropicais e polares, que geram aspectos climáticos com considerável teor de umidade, embora paisagens semiáridas e desérticas também estejam presentes devido à associação entre a dinâmica atmosférica e o relevo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; REBOITA et al., 2012).

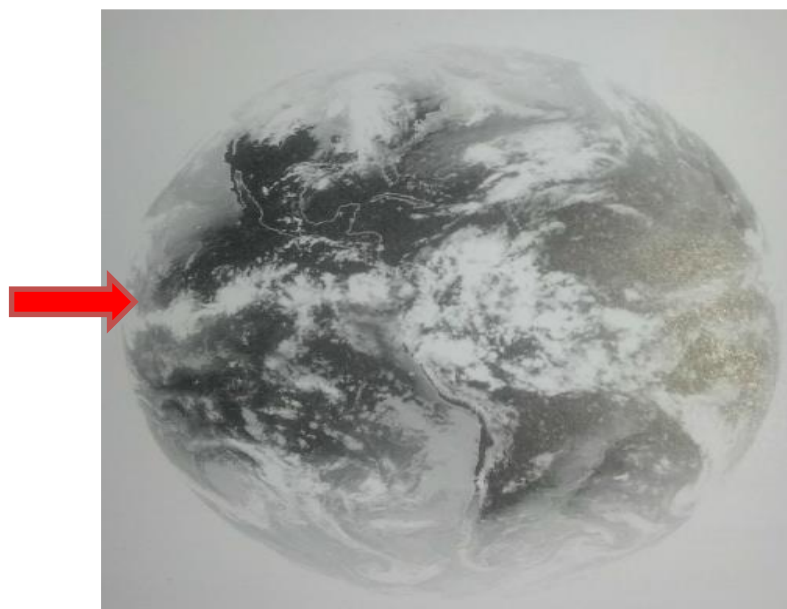
O Brasil, país que abrange quase a metade do território sul-americano, apresenta uma grande diversidade climática associada a diferenciados regimes de precipitação e temperatura, decorrente de fatores relacionados à diversidade do seu quadro físico e à circulação atmosférica peculiar às zonas geográficas em que está inserido. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) afirmam que centros de ação e massas de ar quentes, frias, úmidas e secas, associadas à variação sazonal do balanço de radiação e à atuação dos sistemas atmosféricos ao longo do ano, determinam a formação dos climas do país. Atuam na porção setentrional do Brasil, na zona equatorial, o anticiclone dos Açores, no Atlântico Norte, e o anticiclone de Santa Helena, no Atlântico Sul. O primeiro gera a Massa Equatorial do Atlântico Norte (MEAN) e o segundo a Massa Equatorial do Atlântico Sul (MEAS), nas quais predominam os alísios de Nordeste e Sudeste, respectivamente. Além destas, forma-se na região norte, mais precisamente na região amazônica, a Massa Equatorial Continental (MEC), um dos sistemas atmosféricos mais abrangentes, principalmente no verão, que provoca precipitações por onde atua, haja vista que é carregada de umidade por ser originária de uma região de elevado teor de evapotranspiração. A MEAN e MEAS atuam nas regiões norte e nordeste do país e a MEC atua de maneira mais direta no interior do continente sul-americano.

Além da MEAS, da MEAN e da MEC, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) destacam as atuações da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), das massas de ar tropicais, do anticiclone migratório polar e dos sistemas frontais.

A ZCIT atua na região norte, estendendo-se à região nordeste, e é de extrema importância para a dinâmica climática dessas duas regiões. Nedel (2010) conceitua a ZCIT como a região de convergência dos alísios de nordeste e sudeste, que ocorre nos baixos níveis da atmosfera situada na zona equatorial, junto à região fronteira entre os hemisférios norte e sul. A ZCIT apresenta uma mobilidade, se deslocando ao longo do ano de acordo com o movimento aparente do Sol, migrando de sua posição mais ao norte (em torno de 14°N), durante agosto-setembro, para sua posição mais ao sul (em torno dos 2°S), durante março-abril. Pode ser visualizada com maior nitidez em imagens de satélite (figura 24) e exerce grande atividade convectiva, gerando precipitações intensas sobre a região equatorial (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; MELO et al., 2009; NEDEL, 2010).

Figura 24: Imagem de satélite Goes-E, global, no canal infravermelho, indicando a ZCIT sobre as áreas tropicais dos oceanos Atlântico e Pacífico em 24/04/2008.



Fonte: Melo et al., 2009.

Segundo Melo et al. (2009), a ZCIT é considerada como o mais importante sistema gerador de precipitação sobre a região equatorial dos oceanos Atlântico, Pacífico, Índico e áreas adjacentes, sendo sua migração associada à radiação sazonal e aos fatores que causam o fortalecimento ou enfraquecimento dos alísios de nordeste

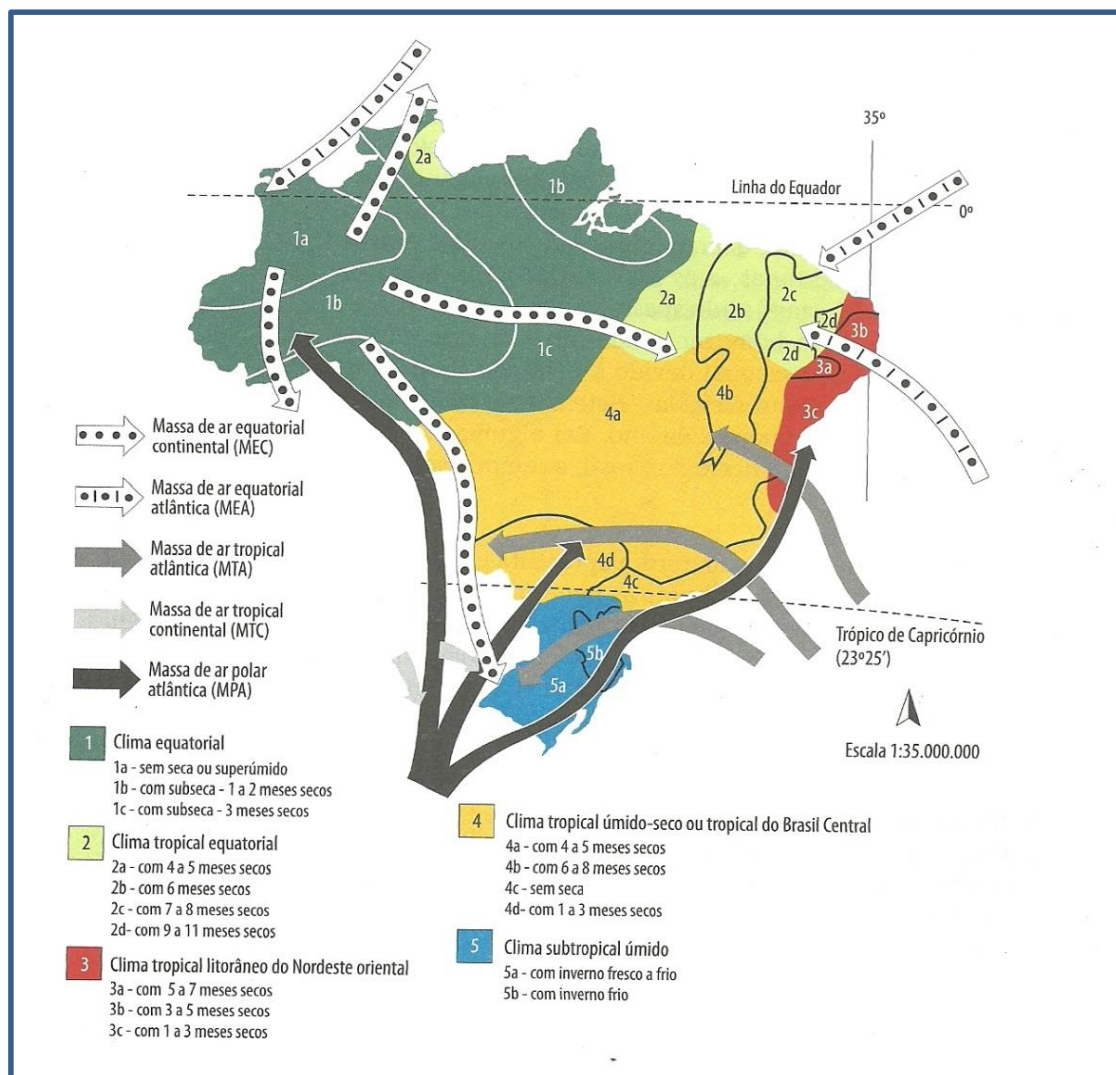
e sudeste, determinantes para a estação chuvosa do norte da região nordeste no Brasil (NEB).

O anticiclone do Atlântico (Santa Helena), emissor dos ventos alísios, também é responsável pela formação da Massa Tropical Atlântica (MTA), ao gerar ventos de nordeste e leste, que investem em direção ao interior do continente, onde se encontra a depressão do Chaco, associada às temperaturas mais elevadas e à circulação do ar superior, que, em determinadas circunstâncias, responde também pela formação da Massa Tropical Continental (MTC), causadora de fortes ondas de calor no centro-sul do território brasileiro (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O anticiclone migratório polar se origina nas regiões de baixas pressões da zona subpolar do Pacífico Sul, formando a Massa Polar Pacífica (MPP), que, ao extravasar para o Atlântico, recebe o nome de Massa Polar Atlântica (MPA). Nessas zonas de alta latitude o ar se caracteriza por possuir baixas temperaturas e umidade. A MPA tem expressiva participação nos climas do país, principalmente no inverno, pois atua na formação da Frente Polar Atlântica (FPA) e responde por ondas de frio que afetam, sobretudo, o sul e o sudeste do país, mas que podem alcançar inclusive a Amazônia, onde geram o fenômeno da friagem. A FPA atua no nordeste do país particularmente no outono, inverno e primavera, e é responsável pela ocorrência de chuvas nesta área (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Nedel (2010) afirma que a FPA atua durante o ano todo na América do Sul e é causadora da grande maioria dos distúrbios meteorológicos registrados. Considera ainda as regiões sul e sudeste do Brasil como aquelas onde os processos frontogenéticos podem se originar ou intensificar.

Com base nesses centros de ação que controlam a dinâmica atmosférica brasileira, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), constata-se a existência de cinco grandes compartimentos climáticos com base na distribuição da temperatura e pluviosidade e comandados por um conjunto de massas de ar: MEC, MEA, MTA, MTC, MPA, cujas áreas de abrangência podem ser visualizadas na figura 25.

Figura 25: Domínios climáticos do Brasil, seus subtipos e atuação das massas de ar.



Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

2.1 A variabilidade climática e os seus efeitos

Conforme foi mencionado anteriormente, a maioria dos desastres naturais no Brasil são decorrentes de instabilidades atmosféricas e variabilidades climáticas oriundas da atuação de diversos sistemas atmosféricos intertropicais e extratropicais, sendo as inundações, secas e deslizamentos de terras os mais recorrentes no cenário brasileiro. Tais eventos severos de tempo têm acarretado uma série de impactos socioeconômicos à sociedade brasileira, incluindo os danos à saúde e ao bem-estar, danos materiais e prejuízos econômicos. Portanto, partindo dessa premissa, é importante compreender quais são os sistemas atmosféricos desencadeadores de

desastres no Brasil e no Nordeste e como eles influenciam a materialização dos desastres naturais.

É sabido que a dinâmica atmosférica, vez ou outra, apresenta “eventos extremos” que destoam do seu “estado médio” padrão e podem ser considerados como os responsáveis pela ocorrência dos desastres. O clima, seja ele qual for, apresenta um ritmo, ou melhor, um padrão sequencial de tipos de tempos atmosféricos, representando condições intrínsecas que, ao longo do tempo cronológico, podem apresentar uma variabilidade natural.

Confalonieri (2003) argumenta que a variabilidade climática é um atributo peculiar do sistema climático terrestre, implicando oscilações naturais nos padrões climáticos observados em nível local, regional e global e que a ocorrência dos eventos extremos está diretamente associada à dinâmica dessas variações, embora esta não seja considerada como a única causa para a ocorrência desses eventos. Assim, a variabilidade climática pode ser definida como uma variação ou desvios acentuados das condições climáticas habituais.

Recentemente têm surgido muitos estudos acerca dos efeitos da variabilidade climática em áreas rurais e urbanas, devido, principalmente aos significativos efeitos adversos nessas áreas. Silva et al. (2011) discorreram sobre os efeitos da variabilidade pluviométrica sobre a bacia do Rio São Francisco. Pellegrina (2012) discutiu a correlação entre a variabilidade climática, os desastres naturais e os eventos severos em São Paulo, Párraga (2002) sobre a variabilidade climática da precipitação sobre a América do Sul e Andreoli e Kayano (2007) analisaram a variabilidade da precipitação sobre o NEB. Tais estudos são alguns exemplos de análises que destacam os reflexos da variabilidade climática.

Nunes e Lombardo (1995), discorrendo sobre os efeitos da variabilidade climática sobre as sociedades e os recursos tecnológicos, comentam que embora a sociedade esteja relativamente adaptada a certo nível de variabilidade climática, as anomalias podem provocar profundas desestruturas no sistema ambiental e socioeconômico. Entende-se aqui como anomalia climática a flutuação extrema de um elemento em uma série climatológica com desvios acentuados do padrão observado de variabilidade (GOBO e RIFFEL, 2011). Desse modo, casos de anomalias climáticas, como secas num mês habitualmente chuvoso ou geadas num mês com temperaturas medianas, tendem a gerar efeitos catastróficos em lugares e populações.

Podem ser considerados como exemplos de causas da variabilidade climática global os fenômenos ENOS, o dipolo do Atlântico e a oscilação decadal do Pacífico (ODP), que estão associados a alterações da temperatura da superfície dos principais oceanos e promovem processos físicos de interação com a atmosfera, uma vez que a temperatura oceânica é capaz de alterar a circulação atmosférica. Ademais, estão eles entre os principais desencadeadores de eventos extremos no Brasil, principalmente os relacionados à precipitação.

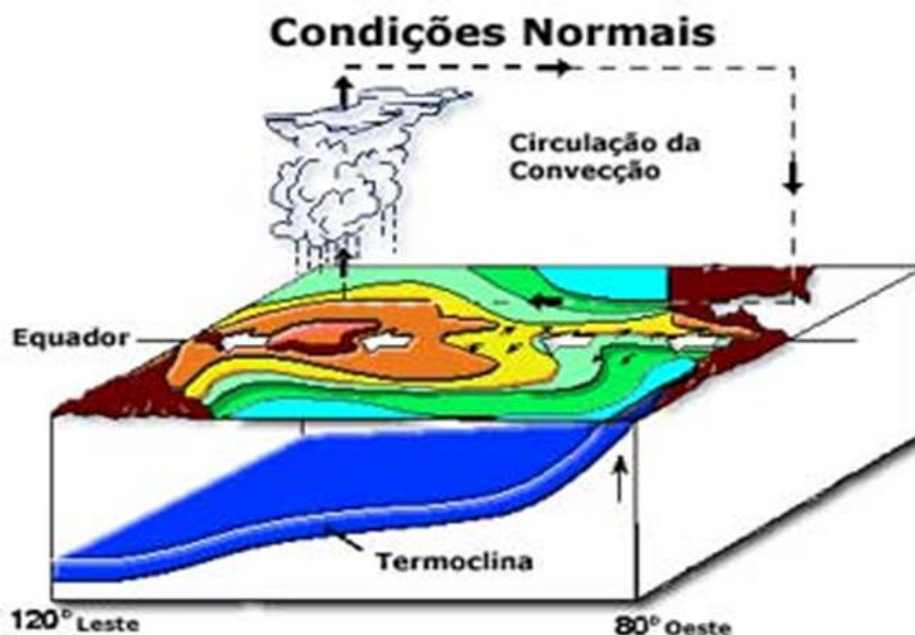
Os fenômenos El Niño - Oscilação Sul (ENOS) e La Niña são a principal fonte de variabilidade climática interanual global. Correspondem a uma oscilação acoplada da interação oceano-atmosfera, que produz alterações na temperatura da superfície do mar (TSM), na pressão, no vento e na convecção tropical no Oceano Pacífico, repercutindo em muitos lugares do globo, inclusive no Brasil (GRIMM, 2009). Os fenômenos ocorrem quando há um aquecimento (El Niño) ou resfriamento (La Niña) anômalo das águas do oceano Pacífico Equatorial, alterando o sistema oceano-atmosfera e intervindo na circulação dos ventos, na formação das nuvens e na ocorrência de chuvas em todo o planeta.

A Oscilação Sul se refere a uma espécie de “gangorra barométrica”, pois quando o Anticiclone de Páscoa, localizado no Pacífico, registra aumento da pressão atmosférica, na Depressão da Indonésia, no Oceano Índico, ocorre o oposto. Mas, se as pressões declinam na alta do Pacífico elas se elevam na baixa da Indonésia. As diferenças de pressão entre essas áreas podem ser calculadas pelo Índice de Oscilação Sul (IOS), que trata da diferença da pressão atmosférica do mar entre a América do Sul (leste) e a Indonésia (oeste). Partindo do IOS, pode-se determinar a ocorrência do El Niño ou da La Niña. De acordo com Oliveira (1999), quando a diferença de pressão (IOS) entre o leste e o oeste resultar num valor negativo em relação aos valores habituais, a condição é propícia para a ocorrência de um El Niño e quando a diferença for positiva, para La Niña. Quando os valores do IOS forem próximos de zero, indicam ocorrência de anos normais.

Normalmente, as águas do Pacífico Ocidental são mais quentes e, por conta disso, há mais evaporação, implicando a formação de nuvens de chuva e de uma célula de convecção formada por movimentos ascendentes do ar no Pacífico Ocidental e movimentos descendentes a leste, com ventos soprando de leste para oeste próximos à superfície e de oeste para leste em altos níveis da troposfera. Essa

célula é denominada Célula de Walker (OLIVEIRA, 1999). A figura 26 demonstra a circulação observada no Pacífico Equatorial em anos normais.

Figura 26: Circulação observada no Oceano Pacífico Equatorial em anos sem presença de El Niño e La Niña.



No Oceano Pacífico pode-se ver a região com águas mais quentes representadas pelas cores avermelhadas e mais frias pelas cores azuladas. Pode-se ver a inclinação da termoclina, mais rasa junto à costa leste e mais profunda no Pacífico Ocidental. Os ventos alísios (setas pretas) sopram de leste para oeste, próximos à superfície, e de oeste para leste em altos níveis da troposfera, formando a célula de Walker. As setas brancas ilustram o deslocamento das correntes marítimas de leste para oeste, acumulando águas quentes junto ao norte da Austrália e Indonésia. Termoclina é uma faixa de transição onde há uma rápida mudança na temperatura das águas.

Fonte: OLIVEIRA, 1999.

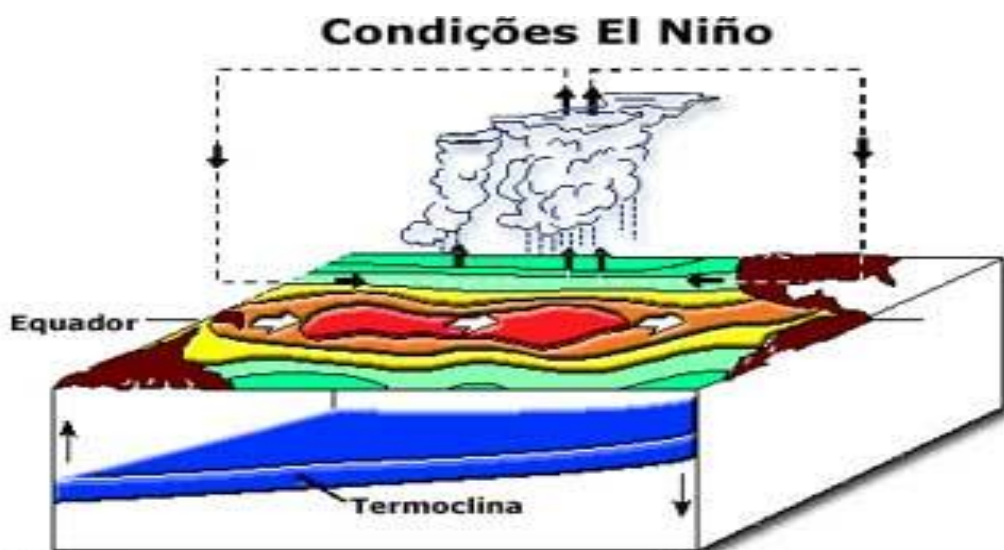
Oliveira (1999, p.7), a respeito do conceito do El Niño, afirma que o mesmo é resultante do:

[...] aquecimento anormal do Oceano Pacífico, conjugado com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial. Com esse aquecimento do Oceano e com o enfraquecimento dos ventos, começam a ser observadas mudanças na circulação da atmosfera, e, portanto, fenômenos como secas e enchentes são observados em várias partes do globo.

O aquecimento anormal das águas do Pacífico, principalmente nas suas áreas centrais e orientais se dá por conta do enfraquecimento dos ventos alísios que em anos normais (sem a ocorrência do fenômeno) sopram de leste para oeste.

Em anos de El Niño, percebe-se uma anomalia térmica das águas superficiais das porções centro e leste do Pacífico, atingindo uma elevação de 1°C a 6°C na sua temperatura média, que é de 23°C, por conta do enfraquecimento dos ventos alísios (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Com esse aquecimento, altera-se a dinâmica normal da Célula de Walker, uma vez que todo o Oceano Pacífico Equatorial começa a se aquecer, resultando na formação de nuvens com chuvas intensas não mais na porção do Pacífico Equatorial Ocidental, mas sim no Pacífico Equatorial Central e Oriental, onde se acentua a convecção. Simultaneamente há movimentos descendentes do ar na região da Indonésia e no norte e leste da Amazônia e norte do NEB, acarretando anos de secas intensas nessas regiões, já que a descida do ar em altos níveis da atmosfera inibe a formação de nuvens de chuva (PELLEGRINA, 2012). A figura 27 mostra o padrão de circulação do ar em anos de El Niño.

Figura 27: Circulação observada no Oceano Pacífico Equatorial em anos de El Niño



Em condições de El Niño há um deslocamento da área de convecção para a porção centro-oriental do Pacífico Equatorial, com maior formação de nuvens. Nota-se também dois ramos descendentes, um na região da Indonésia (a oeste) e outro na região da Amazônia e do Nordeste (a leste), que provocam a diminuição das chuvas nestas áreas. No oeste do Pacífico os ventos mudam de direção, soprando de oeste para leste. As águas aquecidas acumuladas no oeste do Pacífico derivam para leste (setas brancas). Fonte: OLIVEIRA, 1999.

Acerca das consequências do aquecimento anômalo do Pacífico e a formação de chuvas na região, Marengo (2006, p.32), comenta que:

O aquecimento das águas superficiais no Pacífico Central interfere no regime dos ventos sobre toda região equatorial do Pacífico. As nuvens que normalmente produzem chuvas abundantes na parte oeste do Oceano Pacífico, nas vizinhanças da Indonésia, deslocam-se para leste, para o Pacífico Central e, posteriormente, para a costa oeste da América do Sul, trazendo as chuvas ao deserto peruano. A mudança de posição das chuvas no Pacífico provoca alterações nas condições climáticas de várias regiões continentais ao redor do planeta, devido à grande quantidade de energia envolvida no processo de formação da chuva.

Pellegrina (2012) elenca um encadeamento de consequências geradas pelo aquecimento anômalo das águas do Pacífico em anos de El Niño:

- Mudanças na atmosfera próxima à superfície do Oceano;
- Enfraquecimento dos alísios de leste-oeste na zona equatorial;
- Mudanças na circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos;
- Mudanças nos padrões de transporte de umidade;
- Variações na distribuição das chuvas em regiões tropicais e de médias e altas latitudes;
- Aumento ou queda de temperatura em algumas áreas.

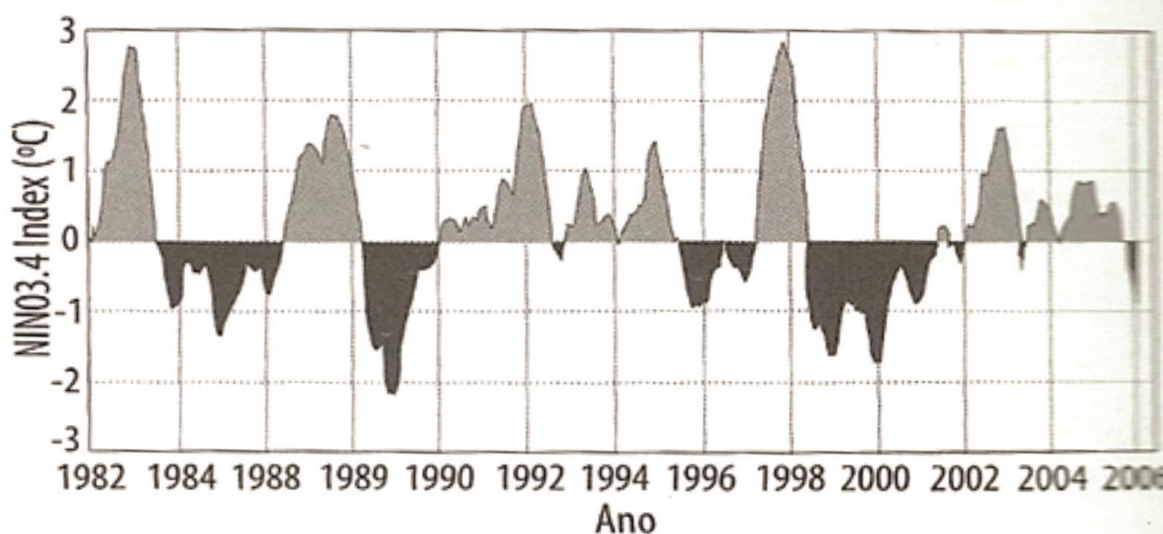
Os episódios de La Niña ocorrem quando se registra um resfriamento anômalo das águas do Pacífico, de cerca de 4°C abaixo da média (OLIVEIRA, 1999). Nessas ocasiões os ventos alísios se intensificam em razão do crescimento do gradiente barométrico entre o anticiclone de Páscoa e a Depressão da Indonésia. Isso provoca maior represamento de águas mais quentes no Pacífico Equatorial Oeste, aumenta o desnível entre o Pacífico Ocidental e Oriental e acelera a ressurgência no Pacífico Leste, o que leva ao declínio das temperaturas. As águas mais quentes represadas a oeste geram evaporação e movimentos ascendentes, criando, por sua vez, nuvens de chuva. A região chuvosa passa a ser o Pacífico Ocidental e a região com movimentos descendentes passa a ser o Pacífico Oriental, onde não se formam nuvens de chuva. Em anos de La Niña os movimentos ascendentes da Célula de Walker sobre os continentes aumentam o total pluvial nas regiões tropicais e diminui nas latitudes médias e altas, reduzindo, desse modo, significativamente, as chuvas no Sul do Brasil e aumentando no interior do NEB (MARENGO, 2006; MENDONÇA e ROMERO, 2012).

Marengo e Oliveira (1998) destacam que os episódios de La Niña demonstram maior variabilidade se comparados aos episódios de El Niño, que apresentam padrão mais consistente. Segundo os autores e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), os principais efeitos do La Niña observados no Brasil são:

- Passagens rápidas de frentes frias sobre a Região Sul, com tendência à diminuição de precipitação nos meses de setembro a fevereiro;
- Chegada de frentes frias até a Região Nordeste;
- Tendência de chuvas abundantes no norte e leste da Amazônia;
- Possibilidade de chuvas acima da média sobre a região semiárida do Nordeste, se o episódio ocorrer em conjunto com o aumento da TSM do Atlântico Sul.

Portanto, percebe-se que os fenômenos El Niño e La Niña repercutem principalmente na quantidade das precipitações distribuídas no planeta, fruto das anomalias da circulação e transporte de umidade. No Brasil o impacto de ambos sobre a precipitação apresenta uma forte variabilidade espacial, pois cada evento tem magnitude e duração diferente (GRIMM, 2009). Oliveira (1999) afirma que as magnitudes do El Niño e La Niña podem ser determinadas de diversas formas, como, por exemplo, pelas anomalias de TSM. A figura 28 demonstra as oscilações da temperatura da superfície do Pacífico entre os anos de 1982 a 2006.

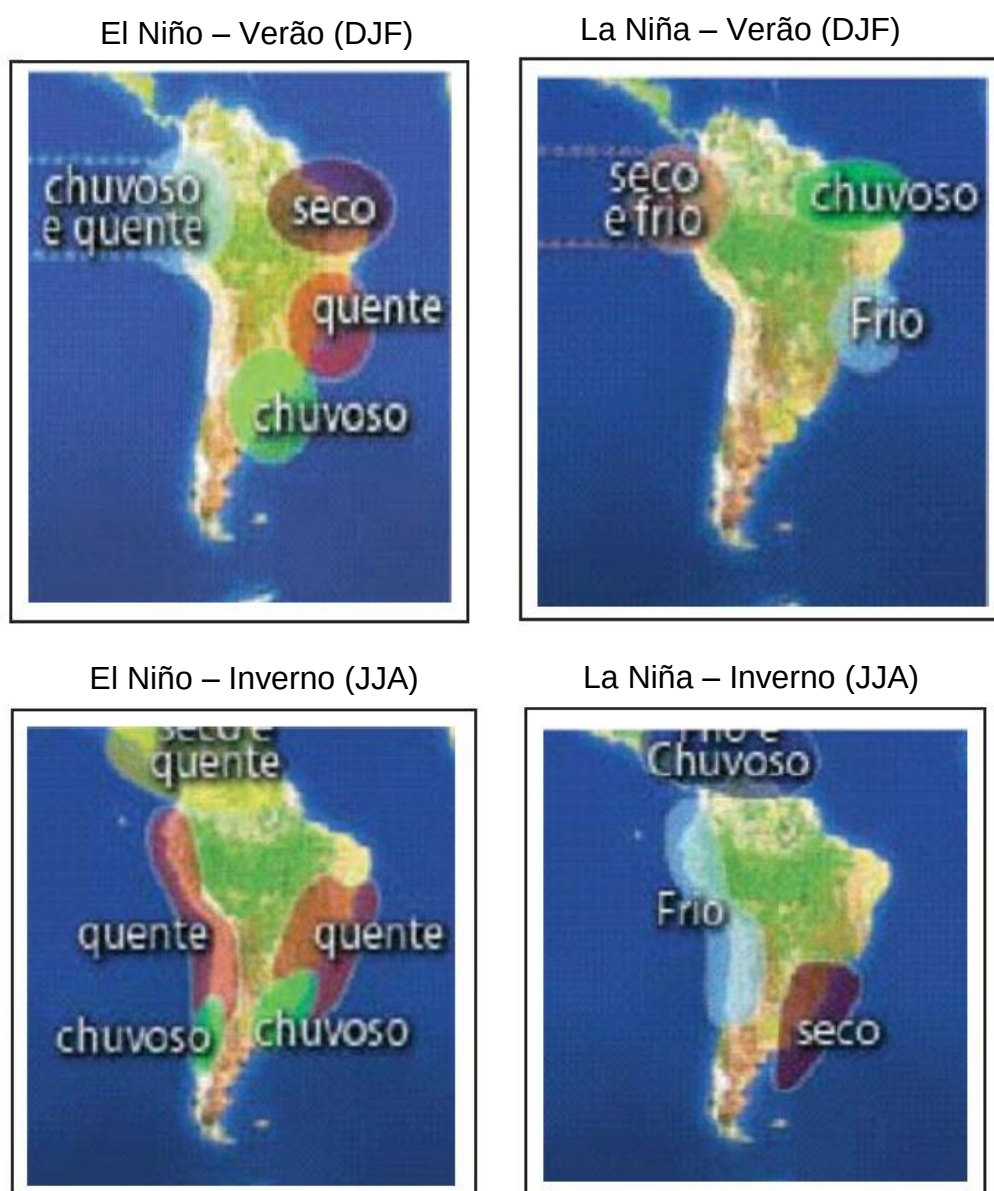
Figura 28: Índice histórico da temperatura da superfície do Oceano Pacífico entre os anos de 1982 e 2006.



Fonte: MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007.

Analisando a figura 28, percebe-se que os anos de 1982/1983 e 1997/1998 foram os que registraram as maiores anomalias positivas de temperatura da superfície do mar. Ambos ilustram eventos de El Niño intensos, considerados os mais violentos do século XX. Em se tratando de La Niña, os anos de 1989/1990 e 1998/2000 foram os mais significativos de anomalia negativa das temperaturas. A figura 29 demonstra as anomalias causadas pelos fenômenos El Niño e La Niña na América do Sul, considerando o histórico desses eventos nos últimos 50 anos.

Figura 29 – Ilustrações dos impactos do El Niño e La Niña no verão e inverno na América do Sul.



DJF – Dezembro/Janeiro/Fevereiro JJA – Junho/Julho/Agosto
 Fonte: MARENGO, 2006.

De modo geral, a ocorrência de ambos pode provocar alterações climáticas bruscas em todo o globo, conforme já foi mencionado. No entanto, é possível que não ocorram em alguns anos os impactos apontados nas ilustrações, pois a magnitude deles pode variar ao longo dos períodos de ocorrência.

Impactos generalizados sobre as mais diversas atividades humanas, como a pesca, agricultura e geração de energia hidroelétrica, bem como a ocorrência de desastres naturais, como inundações, secas severas e ciclones, têm uma estreita correlação com esses fenômenos. Como reflexos do El Niño em nível global podem ser citadas secas na Índia, Austrália, Indonésia e Ásia e enchentes no Peru, Equador e em partes dos Estados Unidos.

Entre os anos de 1982/1983 secas severas comprometeram 50% da produção agrícola indiana. Nos Estados Unidos, foram registradas cerca de 160 mortes em virtude de tempestades, enchentes e furacões no Havaí. Foram estimados prejuízos de 13 bilhões de dólares entre esses dois anos em todo o Globo por conta, principalmente, de enchentes e inundações. No Brasil, os efeitos foram bastante semelhantes. Cerca de 14 milhões de pessoas foram afetadas pela seca no NEB em 1983. No Sul do país, os índices de chuvas foram acrescidos em cerca 70 a 100% em contraposição ao Nordeste, que apresentou um sério déficit de chuva em plena estação chuvosa. As regiões Sudeste e Centro Oeste apresentaram veranicos e temperaturas acima da média. Na região Norte, por conta da severa estiagem, o nível dos rios abaixaram em cerca de 9m, o que repercutiu no nível dos reservatórios e consequentemente na geração de energia elétrica. Entre 1997/1998, durante o período chuvoso em Boa Vista (RR), os totais de precipitação registrados foram somente de 30,6mm, o que corresponde a apenas 8% da quantidade normal, enquanto, nesse mesmo período, foi registrado na região Sul, chuvas até 300% acima do normal, gerando inundações nas bacias dos rios Uruguai e Iguaçu (OLIVEIRA, 1999; MARENGO, 2006).

No Brasil, consequências do El Niño (Quadro 1) podem ser apontadas no Nordeste e na Amazônia, que apresentam tendência para secas. Sul e Sudeste registram enchentes, além de temperaturas mais elevadas que o normal durante o inverno (DANNI-OLIVEIRA e MENDONÇA, 2007; MARENGO, 2006). Os efeitos do El Niño na região Centro-Oeste não são de certa forma, tão evidentes, contudo existe uma tendência para que as chuvas superem a média histórica no Mato Grosso devido às temperaturas mais altas.

Quadro 1: Efeitos do fenômeno El Niño no Brasil

REGIÕES	EFEITOS
Norte	Nessa região o El Niño provoca redução de chuva de moderadas a fortes, nos setores norte e leste da Amazônia. Uma das consequências desse efeito é o aumento significativo dos incêndios florestais.
Nordeste	Em anos de El Niño, são esperadas secas de diversas intensidades durante a estação chuvosa (fevereiro a maio) na faixa centro-norte da região; porém, algumas áreas, como o sul e o oeste, não são muito afetadas.
Sul	Nessa região, as precipitações são abundantes, principalmente na primavera (de setembro a dezembro) e de maio a julho. É observado um aumento da temperatura do ar.
Sudeste	O padrão das chuvas na região sudeste não sofre alterações durante um evento El Niño. Contudo, é observado um aumento moderado das temperaturas durante o inverno.
Centro Oeste	As precipitações nessa região não apresentam efeitos evidentes; contudo, existe uma tendência de que essas chuvas superem a média histórica, com temperaturas mais altas no sul do Mato Grosso.

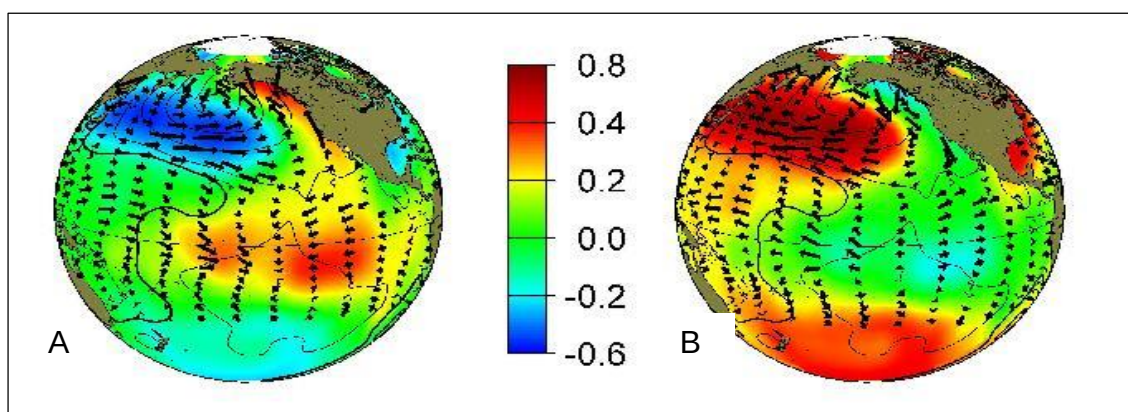
Fonte: MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007.

Outros fenômenos causadores de variabilidade climática de baixa frequência, que ocorrem no Pacífico e no Atlântico, podem influenciar o clima da América do Sul. Exemplo disso são Oscilação Decadal do Pacífico e as anomalias de temperaturas da superfície do mar (ATSMs) ocorridas no Oceano Atlântico, chamado Dipolo do Atlântico.

A ODP consiste em variações da TSM no Oceano Pacífico que ocorrem em períodos cíclicos de 20 a 30 anos. A fase fria é caracterizada por anomalias negativas significativas da TSM no Pacífico Tropical e positivas no Pacífico Extratropical nos dois hemisférios. Na fase quente ocorre o inverso, com desvios positivos no Pacífico Tropical e, negativos, no Pacífico Extratropical. Portanto, trata-se de uma oscilação de temperaturas das águas do Pacífico, apresentando duas fases com duração de 20 a 30 anos, que se estendem para latitudes mais altas no Pacífico Leste e são mais intensas nas latitudes extratropicais do Pacífico Norte (MANTUA et al., 1997;

ANDREOLI e KAYANO, 2009). A figura 30 demonstra o padrão anômalo de TSM do Pacífico Norte e Sul durante as fases quente e fria.

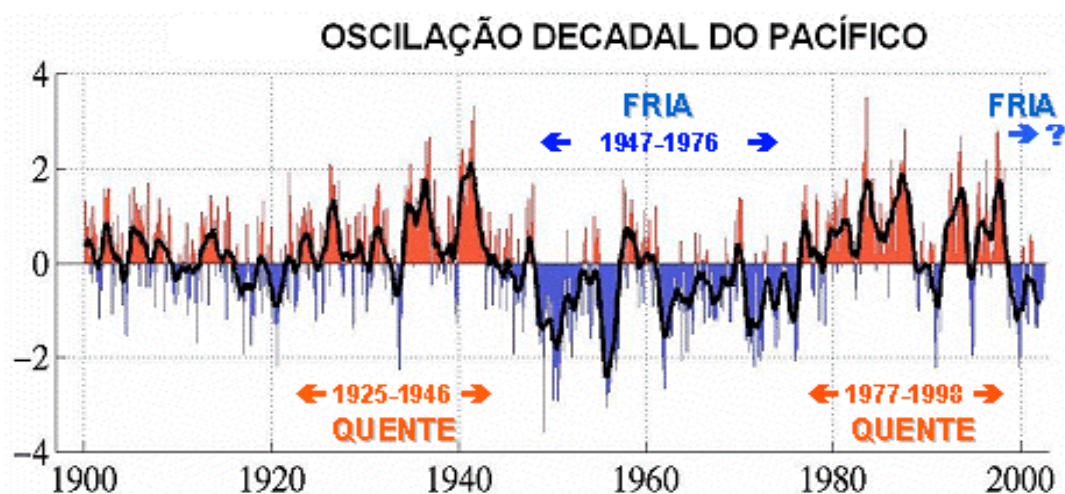
Figura 30: A – Fase quente: águas de superfícies mais frias do que o normal no Pacífico Norte Central e Oeste e mais quentes do que o normal na costa Oeste das Américas e no Pacífico Tropical Central e Leste. B – Fase fria: fase oposta com sinais invertidos.



Fonte: ANDREOLI e KAYANO, 2009; <http://jisao.washington.edu/pdo/>. Acesso em 10 jan. 2014

Segundo Andreoli e Kayano (2009), a fase fria da ODP ocorreu em 1900-1924 e 1947-1976, e a fase quente, durante 1925-1946 e de 1977 a 1990 (figura 31) e de acordo com Molion (2005), a ODP se encontra na sua fase fria desde 1999 e deverá se estender até 2025, sendo estas mudanças de fase bastante abruptas.

Figura 31: Série temporal do índice da Oscilação Decadal do Pacífico.



Fonte: MOLION, 2005.

Molion (2005) afirma que não se sabe ainda qual é a causa da ODP e tampouco os seus impactos sobre o clima. Contudo, considerando que os oceanos são corresponsáveis pelo aquecimento da atmosfera e que o Pacífico ocupa cerca de um terço da superfície terrestre, certamente, tal aquecimento anômalo deve ter um papel preponderante na variabilidade climática interdecadal, principalmente das áreas adjacentes ao Pacífico.

Molion (2005) e Andreoli e Kayano (2005) perceberam uma “coincidência” entre as fases da ODP e a frequência de eventos de El Niño e La Niña. Durante a ocorrência da fase positiva (quente) da ODP, foram registrados aumentos na frequência e intensidade de episódios de El Niño e eventos de La Niña em menor número e menos intensos. Já durante a fase negativa (fria) da ODP o que se percebeu foi uma menor ocorrência de El Niño (curtos e atenuados) e uma maior ocorrência de episódios mais intensos de La Niña. Como a ODP parece ter entrado na sua fase negativa e deve permanecer assim até perto de 2025, espera-se um aumento da frequência de La Niña e a redução dos episódios de El Niño.

Souza e Nobre (1998) definem o Dipolo do Atlântico a partir de padrões de anomalias de TSM, que se configuram, espacialmente, com sinais opostos sobre as bacias norte e sul do Atlântico Tropical. Alguns autores defendem que tais anomalias do Atlântico são mais importantes para a determinação da precipitação do que a influência do Pacífico (ENOS), por ser remota.

Segundo Aragão (1998), o Dipolo do Atlântico se caracteriza como uma mudança anômala de temperatura da água do mar, que altera a circulação meridional da atmosfera, durante os meses do outono austral. Quando a temperatura da superfície do mar (TSM) do Atlântico Tropical Norte está mais quente e as águas do Atlântico Equatorial e Tropical Sul estão mais frias, ocorrem movimentos descendentes anômalos sobre o NEB e alguns países da África Ocidental, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a precipitação, podendo causar secas. Contudo, quando as águas do Atlântico Norte estão mais frias e as águas do Atlântico Tropical Sul estão mais quentes, existem movimentos ascendentes anômalos sobre o NEB e países da África Ocidental, acelerando a formação de nuvens e aumentando a precipitação.

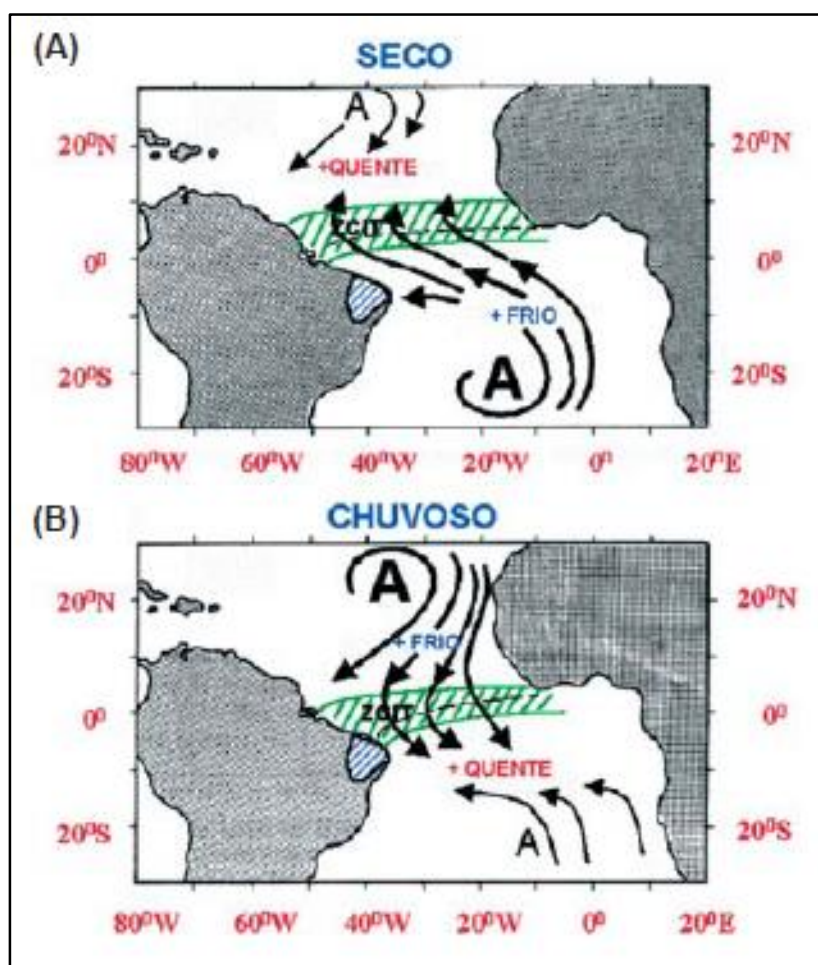
É válido destacar ainda a influência do Dipolo do Atlântico na posição da ZCIT, modulando a distribuição sazonal de precipitação sobre o Atlântico Equatorial em partes do NEB e da Amazônia, dependendo da fase em que o Dipolo se encontra.

Durante sua fase negativa, quando o Atlântico Sul (até 15°S) se encontra com temperaturas mais altas que a média, em conjunto com ventos alísios de nordeste mais intensos e pressão do nível do mar (PNM) mais baixa, a ZCIT se posiciona e se mantém ao Sul. Já durante a sua fase positiva, quando as águas do Atlântico Norte (entre 5°N até 20°N) estão mais quentes que o normal, a atuação da ZCIT se encontra sobre o Atlântico Equatorial Norte, com ventos alísios de sudeste mais intensos, deslocados mais ao norte (NÓBREGA, 2000, SOUZA e NOBRE, 1998). Coincidências entre El Niño e a fase positiva do Dipolo do Atlântico reforçam as secas nas regiões norte e nordeste do Brasil, enquanto ocorrências simultâneas de La Niña e da fase negativa acentuam as chuvas (ANDREOLI e KAYANO, 2007; MOURA et al., 2009).

Marengo (2006), partindo de estudos de tendências dos mecanismos que controlam o gradiente meridional de TSM do Atlântico, afirma que, comumente, o Atlântico Sul se aquece durante os meses do verão (Fevereiro/Março), enquanto a TSM do Atlântico Norte diminui, se aquecendo em (Agosto/Setembro). Portanto, baseando-se na posição da ZCIT pode-se prever a precipitação nas regiões sob sua influência, como o norte do NEB, o centro-leste da Amazônia e países da África.

Dentro desse contexto, sob o El Niño, La Niña ou Dipolo do Atlântico, é a posição e intensidade da ZCIT que vai determinar a quantidade de chuvas na região Nordeste. A coincidência de fenômenos pode proporcionar drásticos aumentos ou redução das chuvas na região. Na figura 32, percebem-se as alterações na posição da ZCIT e o seu papel na determinação de anos secos e chuvosos no NEB. Na figura A pode ser visualizado o Atlântico Norte mais quente e o Sul mais frio, estando a ZCIT mais ao norte, implicando uma redução das chuvas no NEB (anos secos). Já na figura B percebe-se a posição da ZCIT mais ao sul e bem próximo à região, com o Atlântico Norte mais frio e o Atlântico Sul mais quente, culminando numa maior quantidade de chuvas. Desse modo, para anos de secas no NEB tem-se um padrão de ATSMs com valores positivos ao norte e negativos ao sul e para anos chuvosos, o oposto, com valores negativos ao norte e positivos ao sul.

Figura 32: Padrões de circulação atmosférica e de anomalias de TSM no Atlântico Tropical Norte e Sul, durante anos secos (a) e chuvosos (b) no Nordeste. A área em verde representa a posição da ZCIT.



FONTE: MARENGO, 2006.

Corroborando a discussão, Andreoli e Kayano (2009) afirmam que entre os estudos mais recentes sobre a pluviometria no NEB a teoria mais aceita é a de que a variabilidade de TSM do Atlântico Tropical seja, de fato, determinante para a ocorrência das anomalias de precipitação, enquanto os ENOS, em certas ocasiões, podem apenas reforçá-las ou enfraquecê-las. E tais anomalias estão mais relacionadas com as ATSMs do Atlântico Sul do que com as do Atlântico Norte. Entretanto, na ausência de ATSMs significativas no Atlântico Tropical, o ENOS pode contribuir para as anomalias de precipitação de dezembro a fevereiro.

A ODP também pode modular a variabilidade interanual da precipitação no NEB, embora existam poucos estudos sobre tal fato. Anomalias positivas de precipitação podem ocorrer no norte do NEB nos casos de La Nina durante março-abril, tanto na fase positiva quanto na negativa da ODP; por sua vez, as anomalias

negativas ocorrem nessa região em março-abril somente com El Niño na fase neutra da ODP (ANDREOLI e KAYANO, 2009).

Molion e Bernardo (2002) argumentam que as secas no NEB podem ser influenciadas por mecanismos externos, como aerossóis oriundos de erupções vulcânicas e manchas solares. As erupções vulcânicas aumentam o albedo planetário, resfriando a coluna troposférica, criando alta pressão e subsidência, reduzindo a evaporação do Atlântico e a convergência de umidade sobre o Nordeste. Uma atmosfera mais fria e mais seca produz menos chuvas. As manchas solares seriam as principais responsáveis pela seca severa de 1957/58, quando foi descoberto um grande número de manchas.

2.2 Sistemas Atmosféricos produtores de desastres naturais no Nordeste

O Nordeste brasileiro abrange uma área de 1,5 milhão de km² e concentra mais de 50 milhões de habitantes. Situa-se a leste da maior floresta tropical do mundo, é banhado a leste e ao norte pelo oceano Atlântico e é limitado a oeste pelo meridiano de 48°W e ao sul pelo paralelo de 18°S. Está sob a influência dos Anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul (ASAS) e do Atlântico Norte (ASAN) e da ZCIT, cujas variações sazonais de intensidade e posicionamento caracterizam o clima regional (ANDREOLI e KAYANO, 2009).

Embora esteja localizado numa área de baixa latitude, o que, em princípio, seria favorável a um considerável volume e equitativa distribuição de chuvas, o NEB apresenta ao longo do ano baixos índices de precipitação, além de uma grande variação interanual e sazonal. E é na sua sub-região árida, o sertão, que a deficiência de precipitação acarreta maiores problemas, afetando intensamente as atividades humanas.

Ab' Sáber (1999), fazendo um estudo sobre o nordeste “seco” brasileiro, afirma que, de modo geral, os atributos semelhantes das regiões semiáridas são climáticos, hídricos e fitogeográficos: baixos níveis de umidade, escassez de chuvas anuais, irregularidade no ritmo das precipitações ao longo dos anos, prolongados períodos de carência hídrica, solos problemáticos tanto do ponto de vista físico quanto do geoquímico e ausência de rios perenes. Ainda segundo Ab' Sáber (1999), o Nordeste seco brasileiro possui uma área total de 700 mil Km², onde vivem cerca de 23 milhões de brasileiros e, dentre as terras secas existentes nos trópicos e entre os trópicos, é

a mais povoada e que faz um número significativo de brasileiros padecer com as consequências da deficiência de precipitação.

Tradicionalmente, o nordeste seco é conhecido como Polígono das Secas, área onde o balanço da evapotranspiração é negativo cerca de seis a nove meses por ano e as altas temperaturas descompensam o nível e o volume das precipitações e fazem secar os cursos d'água até a chegada da estação chuvosa. (AB´SÁBER, 1999).

Nobre e Molion (1998) defendem que a semiaridez do NEB se deve à adjacência da região Amazônica, onde ocorrem amplos e intensos movimentos convectivos, sendo um local onde se encontra um dos ramos ascendentes da Célula de Walker. Já um dos ramos descendentes (que inibem a formação de nuvens de chuvas) se estende para leste, sobre o NEB, com exceção de sua costa oriental. Desse modo, é essencial o entendimento da atuação dos sistemas atmosféricos sobre o nordeste e dos mecanismos que contribuem para inibir ou intensificar a precipitação.

Andreoli e Kayano (2009) afirmam que o NEB apresenta três tipos distintos de clima, cujas precipitações anuais variam de 300 a 2.000mm. São eles, o litorâneo úmido, abrangendo a área que vai do litoral da Bahia ao litoral do Rio Grande do Norte; o tropical, que abrange áreas dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí e o clima tropical semiárido, característico de todo o sertão nordestino. Tal diversidade climática se deve à atuação de diversos mecanismos físicos em interação e são os responsáveis pela distribuição das precipitações nessa região.

Strang (1972), apud Andreoli e Kayano (2009), demonstrou em seu estudo sobre as normais pluviométricas que o Nordeste apresenta uma concentração da precipitação anual em apenas três meses do ano: 60% de novembro a janeiro para o alto e médio São Francisco; mais de 60% de fevereiro a abril para a área que inclui o Maranhão, Piauí, Ceará e toda a região semiárida a oeste da Borborema até o extremo norte da Bahia e 50% de maio a julho para a costa oriental.

Nimer (1977), em seu estudo acerca da dinâmica climática do Nordeste, destaca que os totais pluviométricos dessa região decrescem da periferia para o interior, sendo esta uma tendência geral resultante dos sistemas atmosféricos que ali ocorrem. Ademais, destaca que o fato mais negativo das precipitações sobre o Nordeste não reside nos seus totais pluviométricos, mas sim na sua distribuição anual.

Sobre os totais pluviométricos, Nimer (1977) apontou que áreas a oeste da região, como o noroeste do Maranhão, são abrangidas pela isoietal de 1.500mm; no litoral oriental, os índices são sempre superiores a 1.250mm, como em Pernambuco

e Sergipe, onde os índices podem chegar até a 2.000mm; em contrapartida, todo o Sertão não recebe mais de 1.000mm de chuvas em média e, em aproximadamente 50% desse território, os índices são inferiores a 750mm, caindo abaixo de 500mm em áreas dos sertões baiano, pernambucano e paraibano.

Acerca da concentração das precipitações em poucos meses no Nordeste, Nimer (1977) afirma que a desigualdade na sua repartição durante o ano, assume feições das mais contrastantes do mundo. Conforme o autor, das águas precipitadas durante o ano, apenas o litoral e as áreas correspondentes à Zona da Mata e ao Agreste, apresentam uma concentração média das chuvas inferior a 50% em três meses consecutivos. Exceto nessas áreas, a concentração das chuvas em apenas três meses consecutivos, é sempre superior a 50%.

Quanto aos mecanismos responsáveis pela causa ou inibição das precipitações no NEB, pode-se afirmar que a ZCIT é o principal mecanismo de atuação durante a estação chuvosa (fevereiro a maio), sendo a responsável pela máxima precipitação em março-abril no norte e no centro do NEB, principalmente quando alcança a sua posição mais ao sul, em torno de 4°S, no final do outono austral. As alterações da posição da ZCIT, assim como a sua intensidade, são determinantes para a ocorrência de anos secos e chuvosos na região e decorrem principalmente da variabilidade da TSM do Atlântico. Estando o Atlântico Norte com desvios negativos e o Atlântico Sul com positivos, ocorre um ano chuvoso. O contrário gera um ano seco. Ademais, a intensidade da ZCIT pode aumentar, acarretando, dessa forma, mais chuva, quando sistemas frontais oriundos do hemisfério norte ou do hemisfério sul penetram até baixas latitudes ou quando associados a eventos La Niña. (LOBO, 1982; NOBRE E MELO, 2001; MOLION e BERNANDO, 2002).

Sistemas frontais, em especial as frentes frias, também são importantes mecanismos desencadeadores de chuvas no NEB, em geral, para aquelas que ocorrem de novembro a março nas porções sul e leste (figura 33). A incursão de sistemas frontais e seus remanescentes podem promover precipitações entre 5°S e 18°S em interação com a convecção local. Suas atuações são comuns quando a ZCIT se encontra no hemisfério norte (entre 10° a 14°N). Durante a primavera/verão no hemisfério sul, os sistemas frontais se encontram sobre a parte central do continente sul-americano (eixo NW-SE) e, junto com o ar úmido oriundo da Amazônia, criam uma zona de convergência de umidade (ZCAS) que é a causa principal das chuvas no sul do Nordeste. Cabe comentar que, quando associados a outros sistemas atmosféricos,

como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), podem promover chuvas acima da média na parte oriental da região (FERREIRA e MELLO, 2005; ANDREOLI e KAYANO, 2009; MOLION e BERNARDO, 2002).

Figura 33: Imagem do satélite METEOSAT-7, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando o posicionamento de uma frente fria próxima ao sul do estado da Bahia que se estende até o este da Amazônia.



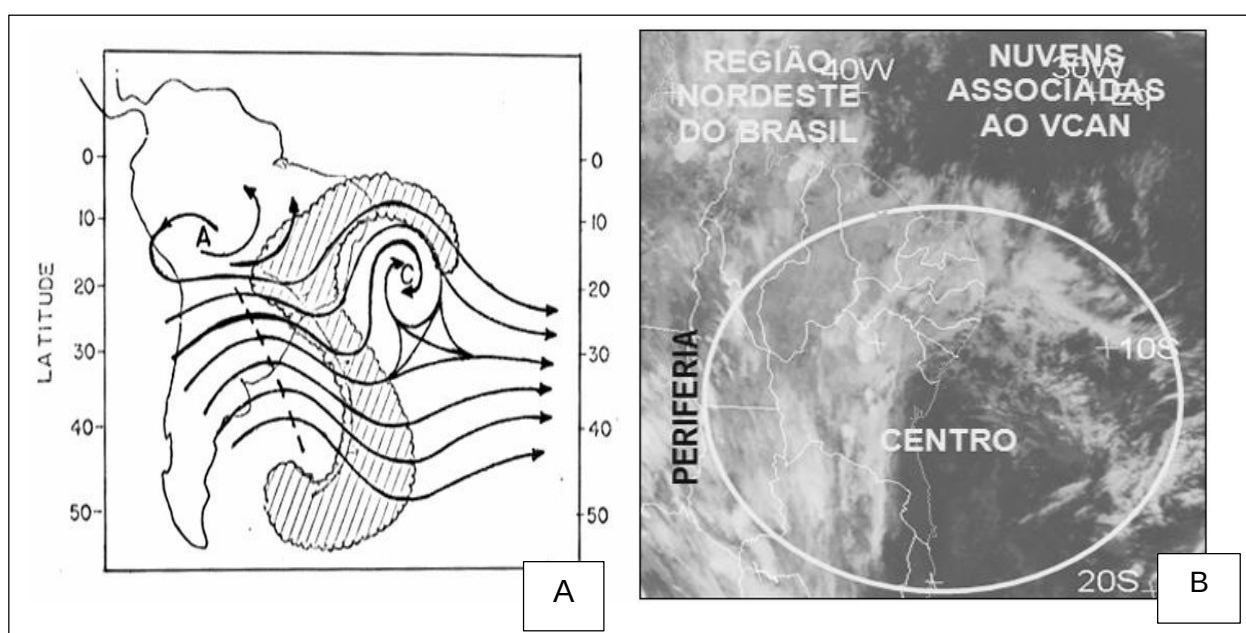
FONTE: FERREIRA e MELLO, 2005

Outro sistema atuante durante a estação chuvosa do Nordeste são os VCANs, formados no Atlântico entre os meses de novembro a março, em especial no mês de janeiro, tendo uma trajetória de leste para oeste. São quase estacionários, mas podem deslocar-se tanto para leste quanto para oeste. Caracterizam-se por um conjunto de nuvens que têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário, dando origem à formação de nuvens causadoras de chuva. No seu centro há subsidência (movimentos de ar de cima para baixo), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (figura 34). O tempo de vida desses sistemas varia, em média, entre 7 a 10 dias. Seus efeitos sobre a precipitação no NEB são evidentes quando os VCANs se originam sobre o continente. Nessas circunstâncias, parte do Nordeste

experimenta nebulosidade e chuva (periferia do sistema) e parte céu claro, decorrente dos movimentos subsidentes existentes no centro do VCAN (ANDREOLI e KAYANO, 2009; FERREIRA, RAMIREZ e GAN, 2009; FERREIRA e MELLO, 2005).

Figura 34: A: Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN).

B: Imagens do satélite METEOSAT 7, canal infravermelho, recepcionadas pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, demonstrando a ação da VCAN sobre o Nordeste.



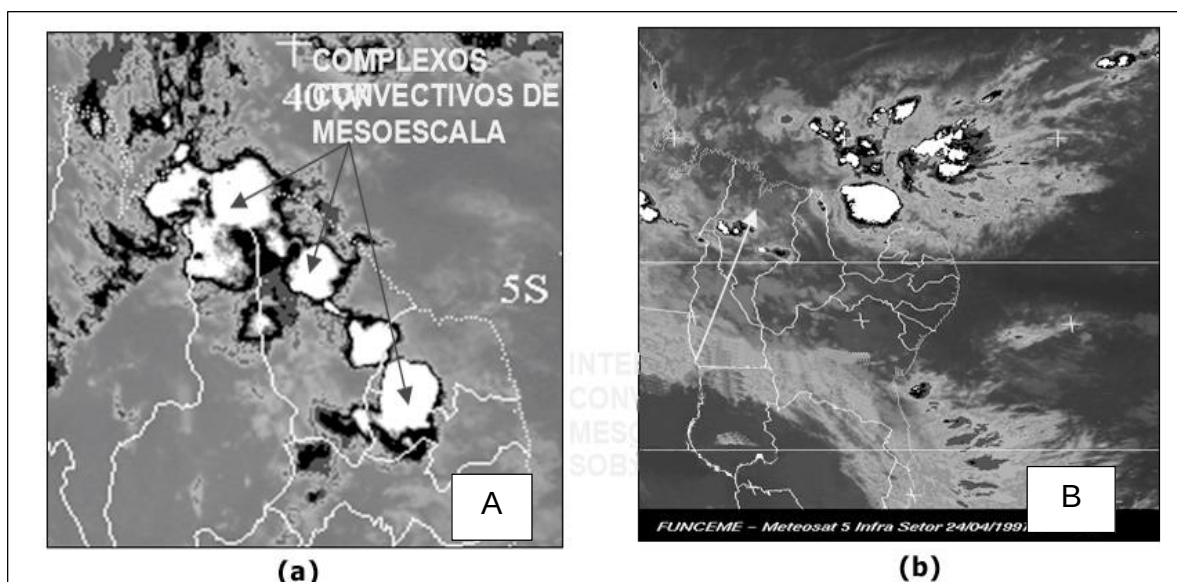
FONTE: FERREIRA e MELLO, 2005.

Outros mecanismos atmosféricos que podem promover chuvas na região são os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), responsáveis pela maior parte da precipitação nos trópicos e em várias localidades de latitudes médias durante a estação quente. No hemisfério sul eles são mais frequentes na primavera e no verão, preferencialmente na faixa latitudinal entre 15°S e 30° S.

Conceitualmente, são aglomerados de nuvens que se formam provocando tempestade, com chuvas fortes e rápidas, acompanhadas de fortes rajadas de vento. São definidos pelo seu tamanho, forma e tempo de vida cuja formação necessita de condições favoráveis para a sua formação. Quanto ao tamanho, forma e tempo de vida, os CCMs devem apresentar uma área de 10.000 a 200.000 km², com temperaturas no infravermelho inferiores a -32°C (figura 35); ter formato circular e

durar por um período de 6h até 20h, respectivamente. Via de regra, sua gênese se inicia ao final da tarde e início da noite, quando as primeiras células convectivas se desenvolvem em regiões favoráveis à convecção, tais como em regiões de topografia elevada e fonte de calor localizada, chegando ao estágio de maturação durante a madrugada e dissipando-se por volta do meio dia (FERREIRA e MELLO, 2005; ASSUNÇÃO et al., 2009).

Figura 35: Imagens do Satélite Meteosat-7- canal infravermelho: A) dia 21/01/96 às 21h local, e B) dia 24/04/97 às 08h local, recepcionadas pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME.



FONTE: FERREIRA e MELLO, 2005.

As linhas de instabilidade, que também podem causar chuvas no Nordeste, conforme Assunção et al. (2009) e Cohen et al (2009), são consideradas como um tipo de SCMs e se desenvolvem com frequência na costa norte-nordeste da América do Sul, podendo se propagar para o interior do continente. São bandas de nuvens organizadas em linha que causam quantidades significativas de precipitação e estão associadas diretamente à circulação das brisas marítimas junto à costa atlântica (figura 36).

Segundo Ferreira e Mello (2005), sua formação também está atrelada à grande quantidade de radiação incidente sobre a região tropical, o que reforça a atividade convectiva, a qual atinge a sua atuação máxima no final da tarde, avançando para o interior do continente durante o período noturno. As LIs ocorrem praticamente o ano

inteiro, variando somente a sua intensidade. Verifica-se a ocorrência de LIs de forte intensidade de janeiro até meados de março (verão no hemisfério sul), a partir de abril predominam as LIs com intensidade média, e depois de setembro, as LIs com intensidade fraca tornam-se mais frequentes. Segundo Molion e Bernardo (2002), as LIs podem atingir uma largura de até 170km, com uma duração de 6h a 12h. Associadas às brisas marítimas podem provocar chuvas intensas, superiores a 100mm por dia, com ventos superiores a 50km/h. Podem penetrar até 300km no interior do continente. É válido ressaltar que a ZCIT tem um papel fundamental na intensidade e na extensão das LIs, uma vez que a presença da mesma e o seu máximo deslocamento latitudinal coincide com a época em que as LIs estão mais intensas e maiores.

Figura 36: Imagem do satélite METEOSAT-7, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando uma Linha de Instabilidade desde o litoral do estado do Maranhão até o estado do Rio Grande do Norte.



FONTE: FERREIRA e MELLO, 2005.

As ondas de leste, também denominadas de Perturbações Ondulatórias dos Alísios (POAs), podem promover precipitações na região costeira do Nordeste. Trata-se de ondas que se propagam desde o oeste da África até o Atlântico Tropical, com atividade máxima no inverno austral. Podem apresentar comprimentos em torno de 2.000 a 3.500km, atuação de 3 a 5 dias e uma propagação para oeste de 8m/s. Tais ondas são responsáveis por quase todos os eventos de chuva na região do Sahel

africano, entretanto, no NEB elas não têm tanta importância. Quando associadas a sistemas frontais, podem causar chuvas na região costeira do nordeste entre os meses de junho a agosto. (MACHADO et al., 2009). Para Molion e Bernardo (2002), as POAs são resultantes das perturbações constantes dos ventos alísios de sudeste por sistemas frontais (ventos de leste), em latitudes baixas sobre o Atlântico Sul, que se propagam para oeste, imersas no campo dos alísios (figura 37). Afirmam ainda que associadas às brisas marítimas, as POAs podem ser consideradas como o fator principal para o máximo pluviométrico da região costeira em maio e junho.

Figura 37: Imagem do Satélite Meteosat-7, canal infravermelho do dia 11/01/2000 às 21h local, recepcionada pela estação de recepção de dados de satélite da FUNCEME, mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil.



FONTE: FERREIRA e MELLO, 2005.

Nobre e Melo (2001) destacam a importância da distribuição temporal das chuvas durante a estação chuvosa mesmo em anos em que os totais pluviométricos anuais estejam próximos à média. A distribuição das chuvas durante a estação chuvosa pode afetar os recursos hídricos e a agricultura, uma vez que a pluviometria diária bem distribuída causa pouco escoamento superficial, se contrapondo a episódios de intensas precipitações intercaladas às estiagens. Assim, a qualidade da

estação chuvosa depende não apenas dos totais sazonais, mas, principalmente, da distribuição da chuva.

Embora existam muitos estudos que comprovem a existência de correlação entre os ENOS e a ocorrência de secas no NEB, ainda não há um consenso na comunidade científica sobre tal correlação, uma vez que nem sempre em anos de El Niño ocorrem secas. Sabe-se, no entanto, conforme estudos recentes, que é o oceano Atlântico o principal modulador da distribuição das chuvas na região, como pode ser visto em Marengo (2006); Andreoli e Kayano (2007); Nóbrega (2000) e Moura et al. (2009).

CAPÍTULO 3

JUSTIFICATIVAS, HIPÓTESE, OBJETIVOS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Justificativas

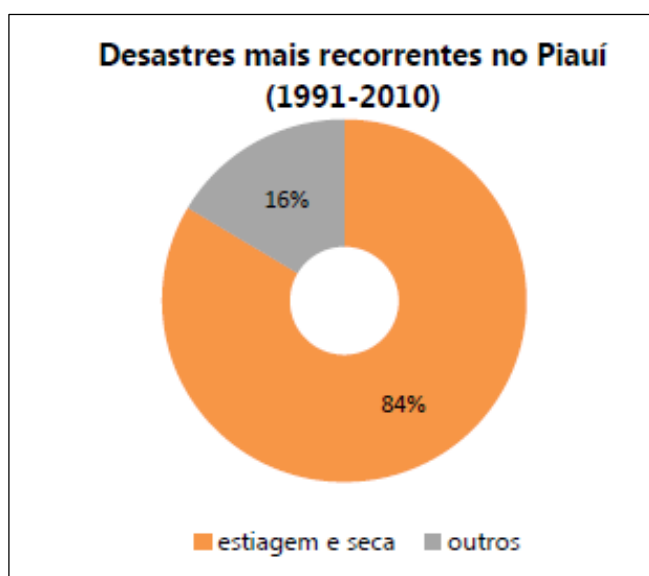
Desastres naturais associados ao clima são corriqueiros no cenário brasileiro, com destaque para as secas, estiagens, movimentos de massa, enchentes e inundações, sendo esses os que mais provocam danos humanos e econômicos. O aumento de registros desses desastres na última década, bem como no número de afetados e nos gastos públicos destinados a evitá-los ou amenizá-los corrobora tal afirmação. Segundo Bertone e Marinho (2013), analisando dados pertencentes ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, foram gastos no Brasil cerca de 15 bilhões de reais na última década somente com desastres oriundos de instabilidades climáticas (excesso ou escassez de chuvas), o que implicou a reestruturação do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

Reflexo disso também é a atuação mais efetiva do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), órgão ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação, que a partir de 2011 vem expandindo o sistema de alerta e monitoramento de desastres naturais nas áreas de maior incidência no país, com o intuito de alertar, precocemente, as áreas onde os desastres são reincidentes, além de prever as condições atmosféricas promotoras desses eventos. Está envolvida na atuação do CEMADEN uma equipe multidisciplinar de especialistas, que exerce um monitoramento hidrológico e geotécnico ininterrupto em 341 municípios, onde são constantes os movimentos de massa, enxurradas e inundações abruptas. Portanto, é de suma importância a busca pelo conhecimento mais profundo a respeito dos elementos desencadeadores desses eventos e do modo como se dá a efetiva concretização dos mesmos, principalmente nas áreas urbanas, locus principal dessa pesquisa.

No Piauí, os desastres mais comuns são as secas e as estiagens, conforme demonstra a figura 38, embora em alguns pontos do estado as inundações sejam mais corriqueiras do que aquelas. A recorrência dos desastres naturais no Piauí apresenta

uma delimitação geográfica baseada na distribuição dos índices pluviométricos. As enchentes e as inundações são mais frequentes ao norte, onde as precipitações são em maior quantidade, e as secas e estiagens mais comuns no sul/sudeste, região árida onde o total pluviométrico é menor.

Figura 38: Percentual dos desastres naturais mais recorrentes no Piauí entre 1991 e 2010.



FONTE: UFSC, 2011.

A porção do estado mais atingida, segundo o estudo sobre desastres naturais ocorridos no Piauí entre 1991 e 2010, do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), foi a Mesorregião Sudeste Piauiense, localizada na região semiárida, onde os índices pluviométricos anuais variam entre 400mm a 900mm concentrados em 3 ou 4 meses do ano (ARAÚJO et al, 2006). Os anos de 1998 e 2002, quando ocorreu o fenômeno El Niño, foram os que apresentaram secas e estiagens mais intensas.

Mota (2010) afirma que o estado do Piauí possui 127 municípios localizados em áreas vulneráveis à seca e à estiagem, todos localizados no semiárido, onde o risco de seca é maior que 60%, levando-se em consideração o índice de aridez do solo, as precipitações e a evapotranspiração potencial. Afirma ainda que a maioria desses municípios (109) decretou situação de emergência por seca ou estiagem no período entre maio de 2004 a dezembro de 2006, quando houve uma diminuição

drástica do nível de água dos reservatórios, além de perdas agrícolas, afetando aproximadamente 1,4 milhão de pessoas.

Sobre a região piauiense que padece constantemente com as secas e estiagens, Mota (2010, p. 64) comentou que:

[...] além de ser vulnerável à seca, tem essa situação agravada pela precária estrutura hídrica. Dessa forma, a referida região depende, anualmente, de precipitações pluviométricas regulares, bem distribuídas do ponto de vista de espaço e tempo, sob pena de resvalar para um quadro de desastre. Nesse sentido, somos forçados a admitir que esses dois aspectos pré-existent (vulnerabilidade e estrutura física precária) somados a precipitações pluviométricas irregulares, mergulham a região numa situação de pré-desastre que, gradualmente vai se transformando em desastre [...]

As inundações também são desastres comuns no Piauí, principalmente na porção norte do Estado durante o período chuvoso, onde os índices pluviométricos são maiores, variando entre 800mm a 1.680mm (SILVA et al., 2013). É válido ressaltar que os elevados valores de precipitação implicam uma elevação do nível das águas dos rios, o que acarreta uma série de transtornos às populações ribeirinhas, que insistem em ocupar as planícies fluviais.

De acordo com o período analisado pela UFSC (2011), os anos que mais se destacaram por apresentar os maiores índices de inundações bruscas no estado foram 1995, 2004, 2008 e 2009. Contudo, dentre esses, o ano de 2004 foi considerado como o de ocorrências mais graves, quando foram registradas precipitações acima de 300% da média, o que culminou com 87 episódios de inundações no estado e a decretação de situação de emergência em muitos municípios.

Ao longo dos vinte anos analisados pela UFSC, cerca de 5 milhões de pessoas foram atingidas por algum tipo de desastre natural no Piauí, sendo a capital do estado, Teresina, o município onde houve o maior número de danos humanos, com cerca de 100 mil pessoas afetadas pelas inundações. O alto índice de afetados por inundações em Teresina deve-se, principalmente, à ocupação inadequada de extensos trechos das margens dos rios que banham a cidade – Parnaíba e Poti – onde está implantada uma parcela considerável da malha urbana da capital.

De fato, as inundações fazem parte da problemática urbana de Teresina desde o seu nascedouro, ainda no século XIX, quando surgiu o primeiro aglomerado urbano às margens do rio Poti. Por conta das recorrentes inundações no local, este primeiro

segmento teve que ser transferido para uma região mais alta da cidade, de onde começou a se expandir.

Entretanto, após 163 anos, Teresina ainda sofre com as inundações em algumas áreas quando há precipitações intensas, principalmente as que ocorrem durante o período chuvoso, que vai de dezembro a maio. Cabe comentar que precipitações que ocorrem durante esse período são caracterizadas como de grande intensidade e acompanhadas por raios e trovoadas.

A falta de planejamento urbano também tem contribuído sobremaneira para o aumento do número de afetados por inundações em Teresina. A expansão urbana desordenada, principalmente no que tange à ocupação das planícies fluviais dos rios Parnaíba e Poti, e o aumento populacional têm contribuído para o agravamento do problema. Frequentemente a ocupação dessas áreas da cidade, aqui configuradas como áreas de riscos, é realizado por uma parcela da população considerada de baixa renda, em assentamentos precários, impossibilitada de ocupar partes da cidade não inundáveis.

Ademais, ainda é um problema frequente na capital, durante o período chuvoso, o alagamento das suas principais vias devido à ineficácia do sistema de drenagem. A constância desses alagamentos traz uma série de transtornos para a população teresinense, principalmente no tocante ao tráfego, pois o acúmulo de águas pluviais impede a fluência do trânsito. Ressalta-se que os alagamentos em Teresina são mais comuns em vias localizadas na área nobre da cidade, onde está assentada a população de alta renda.

Diante do exposto, fica clara a necessidade de estudos mais específicos sobre a ocorrência de inundações em Teresina e os seus desdobramentos, destacando as áreas da cidade onde elas são mais recorrentes e o perfil da população mais afetada. Desse modo, a presente pesquisa, além de elaborar um estudo de maior acurácia sobre as inundações em Teresina, propõe analisar o grau de vulnerabilidade da população teresinense a esses eventos.

A discussão sobre vulnerabilidade, aqui proposta, consiste numa nova perspectiva de análise que vem sendo utilizada no seio da Geografia. Trata-se de uma discussão abrangente, onde se analisa o perfil da população afetada pelo desastre e se determina sua capacidade de resposta diante da materialização do evento. É de suma importância ressaltar que a presente pesquisa dá continuidade a um estudo anterior, onde foram apontadas as áreas de Teresina onde coexistem populações

vulneráveis às inundações e privações sociais, vistas como áreas de vulnerabilidade socioambiental. Tal estudo originou a dissertação de mestrado cujo título foi “A Vulnerabilidade Socioambiental em Teresina, Piauí”.

3.2 Hipótese

Embora as influências climáticas sejam bastante significativas para a ocorrência das inundações, o crescimento populacional exacerbado e a expansão desordenada de Teresina, incluindo a ocupação das áreas de riscos, como as planícies inundáveis dos corpos hídricos da capital, por uma população de baixo poder aquisitivo, em assentamentos precários, sejam fatores preponderantes para o aumento do número de afetados pelas inundações.

3.3 Objetivo Geral

Analisar a vulnerabilidade às inundações, em Teresina, Piauí, à luz das características do seu sítio urbano, das funções da cidade e seu meio ambiente, apontando as áreas com maior recorrência de episódios e o perfil da população afetada.

3.4 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar o sítio urbano, a cobertura e o uso do solo de Teresina;
- ✓ Analisar as feições climáticas de Teresina;
- ✓ Indicar as áreas de riscos às inundações na cidade de Teresina;
- ✓ Levantar as características socioeconômicas e condições de moradia da população afetada pelas inundações em Teresina;
- ✓ Apresentar uma análise acerca do cotidiano da população afetada durante o período chuvoso em Teresina, bem como a atuação do poder público nessas áreas;
- ✓ Fazer um padrão comparativo entre as zonas da cidade a fim de indicar a zona mais vulnerável às inundações em Teresina.

3.5 Procedimentos Metodológicos

Como base para a execução dessa pesquisa foi utilizado um documento elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) no ano de 2012, em parceria com o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), órgão ligado à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e ao Ministério da Integração Nacional. Nesse documento, intitulado “Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes”, foram efetuadas identificação, delimitação e vetorização de setores de risco às inundações e deslizamentos, classificados, conforme está sugerido em seu título, como “alto risco” e “muito alto risco” em 286 municípios brasileiros, dentre eles, o de Teresina (BRASIL, 2012d).

Foi constatado a partir deste estudo que existem em Teresina 38 setores de risco. Em 32 deles há registros recorrentes de inundações, em cinco de deslizamentos e, em outro, inundação e solapamento de margens dos cursos d’água. Desse modo, para a realização do cálculo amostral foi utilizado como total, a quantidade de domicílios em risco de inundações em cada um dos setores apontados no documento, culminando com a aplicação de 361 questionários, distribuídos nas quatro zonas administrativas da cidade (centro/norte, leste, sul e sudeste).

Os passos iniciais da pesquisa incluíram uma análise sobre a melhor técnica de amostragem a ser utilizada para escolha dos imóveis em situação de risco de inundação que seriam visitados, a elaboração do questionário a ser aplicado, uma estratégia para abordar os chefes de família para obter informações e treinamentos com os pesquisadores que aplicaram os questionários. A partir daí compôs-se um banco de dados, que foram digitados no software Statistical Package for the Social Sciences – SPSS versão 22, no qual foram realizadas as análises estatísticas.

3.5.1 Técnicas de amostragem

Há duas técnicas de pesquisa que podem ser utilizadas para obter informações populacionais, o censo e a amostragem. A amostragem, por apresentar mais facilidade, menor custo e bons resultados, foi escolhida.

A amostragem é utilizada com o intuito de viabilizar a coleta de dados necessários a um determinado estudo, sem a necessidade de conhecer todo o

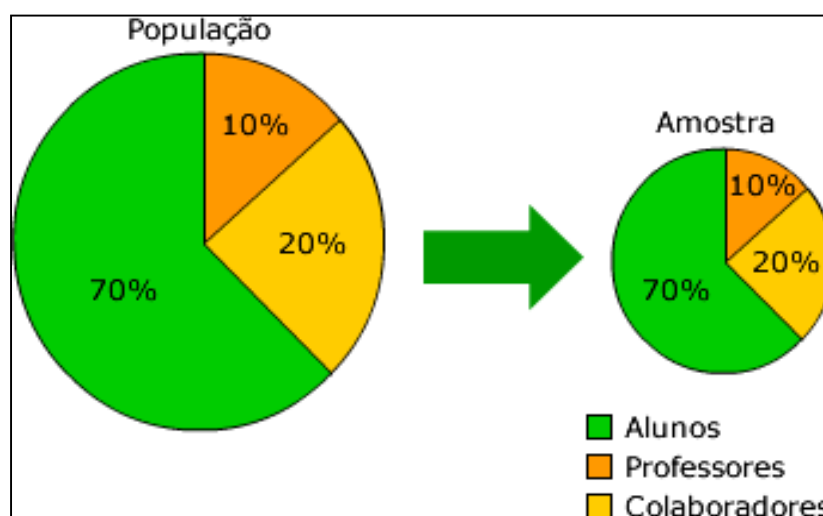
universo pesquisado. Stevenson (1986) menciona que o objetivo da amostragem é fazer generalizações sobre todo um grupo sem precisar examinar cada um de seus elementos.

Se o pesquisador trabalha com todo o grupo que ele tenta compreender, diz-se que está trabalhando com a população. Entretanto, o pesquisador trabalha com tempo, energia e recursos econômicos limitados. Portanto, são raras as vezes em que pode trabalhar com todos os elementos da população. Geralmente, o pesquisador estuda um pequeno grupo de indivíduos retirados da população. Este grupo denomina-se amostra (amostra é um subconjunto de indivíduos extraído da população.). O processo de escolha dos indivíduos que pertencerão a uma amostra é denominado amostragem, onde o pesquisador busca generalizar conclusões referentes à amostra, estendendo-as para toda a população da qual essa amostra foi extraída.

A técnica de amostragem que se mostrou mais adequada para ser aplicada aos setores de riscos da cidade de Teresina foi a amostragem estratificada, que divide a população em setores heterogêneos e, para cada setor, realiza uma amostragem aleatória simples. O número de elementos retirados em cada setor tem que ser representativo do seu tamanho em relação à população, ou seja, setores mais populosos têm que ter mais elementos fazendo parte da amostra. A vantagem de utilizar a amostragem estratificada é que há uma redução na variabilidade do erro em relação à amostragem aleatória simples.

Como a população se divide em subconjuntos, convém que o sorteio dos elementos leve em consideração tais divisões, para que eles sejam proporcionais ao número de elementos desses subconjuntos, como no exemplo a seguir:

Figura 39: Exemplo de divisão de subconjuntos para definição de amostra populacional



Fonte: LIMA, 2015.

Na amostragem estratificada utiliza-se sempre o mesmo delineamento amostral em todos os estratos e a sua implementação é totalmente independente em cada estrato. A maneira de combinar as estimativas de cada estrato para obter uma estimativa global da população alvo depende do delineamento utilizado em cada estrato, que, neste trabalho, foi a amostra aleatória simples (AAS).

3.5.2 Determinação do tamanho da amostra

É conveniente planejar o tamanho da amostra para ter amostras suficientemente grandes, capazes de detectar diferenças importantes. Por outro lado, amostras exageradamente grandes, além de elevar o custo do estudo, podem obter resultados bem parecidos aos resultados de uma amostra menor. Portanto é muito importante que o pesquisador saiba avaliar a relevância clínica da diferença estatisticamente significativa.

Estatisticamente, uma boa amostra é toda e qualquer parcela que tenha as mesmas características da população. Para isso, devem-se levar em conta alguns fatores para a definição da amostra, como: nível socioeconômico, grau de escolaridade, sexo, faixa de idade. A escolha desses fatores é, na maior parte, em função de pesquisas realizadas no passado, podendo muitas vezes refletir a opinião pessoal do pesquisador sobre o uso de um determinado fator em suas pesquisas.

Neste trabalho foi utilizado o método probabilístico que permite que qualquer indivíduo da população possa vir a fazer parte da amostra.

Não há dúvida de que uma amostra não representa perfeitamente uma população. Ou seja, a utilização de uma amostra implica a aceitação de uma margem de erro que denominaremos erro amostral (erro amostral é a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional; tais erros resultam de flutuações amostrais aleatórias).

Ocorrem erros não amostrais quando os dados amostrais são coletados, registrados ou analisados incorretamente, ou um questionário ou formulário que possui questões formuladas de modo tendencioso.

Para o cálculo do tamanho da amostra para proporções, tendo uma população conhecida de 5.176 domicílios em risco, utilizou-se a seguinte fórmula (FONSECA, 1996):

$$n = \frac{N \cdot \hat{p} \cdot \hat{q} \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{\hat{p} \cdot \hat{q} \cdot (Z_{\alpha/2})^2 + (N - 1) \cdot E^2}$$

Onde:

n = Número de indivíduos na amostra;

$Z_{\alpha/2}$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado. ($Z_{\alpha/2}=1,96$);

$\hat{p}$ = Proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria que estamos interessados em estudar;

$\hat{q}$ = Proporção populacional de indivíduos que NÃO pertence à categoria que estamos interessados em estudar ($q = 1 - p$);

E = Margem de erro ou ERRO MÁXIMO DE ESTIMATIVA. Identifica a diferença máxima entre a PROPORÇÃO AMOSTRAL e a verdadeira PROPORÇÃO POPULACIONAL (p);

Assim:

$$n = \frac{(5.176 * 0,5 * 0,5 * 1,96^2)}{0,5 * 0,5 * 1,96^2 + 5.176 * 0,048^2}$$

n = 382

Este tamanho de amostra (**n**) permitiu estimar parâmetros de proporção com margem de erro tolerável de 4,8% e nível de confiança de 95%, na população finita de 5.176 domicílios ocupados nas diversas regiões da cidade de Teresina. As proporções, quando não têm condições de prever o possível valor para $\hat{p}$, admitem

$\hat{p} = 0,50$, pois, dessa forma, terá o maior tamanho amostral, ou seja, $\hat{p}$ e $\hat{q}$ iguais a 0,50 é o valor que maximiza o tamanho amostral.

A amostra ($n=382$) foi estratificada por zona, sendo que a cidade de Teresina está dividida administrativamente em zonas, sendo elas: centro-norte, sul, sudeste e leste. Para determinar o tamanho da amostra de cada uma utilizou-se o critério de alocação proporcional, o qual, estabelece que sejam obedecidas na amostra as mesmas proporções de elementos verificadas para o universo estudado, ou seja, retirar os elementos proporcionalmente ao tamanho dos estratos em que foi dividida a população.

Notação da alocação proporcional:

$$n_i = n \frac{N_i}{N}$$

Onde:

n_i é o número de imóveis em risco da amostra que será extraída do estrato i ;

n é o número total de imóveis em risco na amostra;

N_i é número total de imóveis em risco de cada estrato (zona) i da população;

N é o número total de imóveis em risco na cidade de Teresina.

A tabela três mostra o total de imóveis e o total de questionários aplicados por zona:

Tabela 3: Estratificação por zonas da cidade

Zonas da cidade	Total de imóveis em risco à inundação	Tamanho da amostra
Centro-Norte	4198	309
Sul	329	25
Sudeste	258	19
Leste	391	29
Total	5176	382

Organizado por Lima, S. e Chaves, S.

No segundo momento foi feita a estratificação por setores de risco. Nesta estratificação levou-se em conta a quantidade de imóveis em situação de risco. Assim, para obter a amostra de imóveis em situação de risco multiplicou-se a proporção de cada setor pelo total da amostra na região. Segue abaixo a tabela com a quantidade de imóveis em risco por setores de riscos, conforme está expresso na tabela quatro.

Tabela 4: Estratificação por setores em risco de inundação em Teresina, de acordo com a CPRM

SETORES EM RISCO	ZONAS	População	Amostra
Conjunto Santa Sofia	Centro/Norte	97	7
Mocambinho I	Centro/Norte	422	31
Mocambinho II	Centro/Norte	470	34
Mocambinho III	Centro/Norte	290	21
Poti Velho (Rua Cedro)	Centro/Norte	18	2
Poti Velho (Av. Domingos Jorge Velho)	Centro/Norte	46	4
Poti Velho	Centro/Norte	453	33
Olarias	Centro/Norte	820	60
Primavera	Centro/Norte	81	6
Morro da Esperança	Centro/Norte	141	10
Porenquanto	Centro/Norte	69	5
Água Mineral	Centro/Norte	101	7
Alto Alegre	Centro/Norte	216	16
Mafrense	Centro/Norte	145	11
Nova Brasília	Centro/Norte	325	23
Nova Brasília (Rua A)	Centro/Norte	64	5
Nova Brasília 02	Centro/Norte	90	7
Nova Brasília (Rua João Henrique Rebelo)	Centro/Norte	45	3
Parque Alvorada	Centro/Norte	55	4
São Joaquim (Rua São José)	Centro/Norte	109	8
Matadouro	Centro/Norte	33	3
Monte Castelo	Sul	20	2
Três Andares	Sul	25	2
Catarina 1	Sul	44	3
Catarina 2	Sul	240	18
Conjunto São Paulo(Bairro São Sebastião)	Sudeste	48	4
Novo Milênio(Bairro São Sebastião)	Sudeste	88	6
Deus Quer(Bairro Bom Princípio)	Sudeste	122	9
Poti Velho (R. Domingos Afonso Mafrense)	Centro/Norte	46	4
Ilhotas	Centro/Norte	29	2
Noivos1	Leste	8	1
Noivos2	Leste	333	24
Noivos3	Leste	50	4
Total		5176	382

Organizado por Lima, S. e Chaves, S.

Desse modo, os dados que nortearam toda a pesquisa resultaram da aplicação de questionários nos setores expostos na tabela 4. No entanto, é preciso ressaltar que durante o trabalho de campo foram vivenciadas violência e a presença constante de

usuários de drogas, que abortaram várias tentativas de permanência nos locais, principalmente nos setores da zona sul, reduzindo de 382 para 361, o número de questionários aplicados.

O referido questionário é composto por 33 perguntas fechadas, as quais estão subdivididas em cinco partes, que abordam o perfil do chefe da família; as características do domicílio; as características do terreno em que o domicílio está assentado e seus arredores; condições do domicílio durante o período chuvoso e as ações do poder público na área (Apêndice 1).

Cabe comentar que em algumas questões, como as que versam sobre a situação física da área, os prejuízos materiais registrados em dias de chuva, as alterações no cotidiano dos moradores, as doenças mais comuns durante o período chuvoso e a assistência dada pelo poder público, era possível a marcação de mais de uma opção dentre as respostas oferecidas, fato que explica porque, nestes casos, o total de respostas supera o número de questionários aplicados.

Também é válido ressaltar que o Projeto Lagoas do Norte (PLN), implementado pela Prefeitura Municipal de Teresina (PMT), em meados dos anos 2000, pode ter comprometido alguns aspectos da pesquisa nos setores que ele abrange. Este projeto visa à remoção de famílias dos seus locais de moradia, que segundo a PMT, são inundáveis e impróprios para tal finalidade, o que tem provocado problemas entre a comunidade atingida e o poder municipal, uma vez que as pessoas se recusam a sair das suas casas. Uma discussão mais aprofundada sobre o PLN é apresentada no capítulo 6.

O comprometimento de algumas respostas perpassa o fato de que os moradores teimavam em acreditar que a pesquisa pertencia à PMT, mesmo se esclarecendo, com veemência, de que se tratava de trabalho acadêmico. Diante disso, ficou claro, em vários momentos, durante a pesquisa de campo, que os moradores negavam a ocorrência de inundações e alagamentos por não aceitarem ser removidos de suas casas, mesmo nas áreas onde esses eventos são constantes. Por este motivo, durante o treinamento dos universitários que aplicaram os questionários, insistiu-se, bastante, na caracterização do sítio das moradias, pois ele é um aspecto que mostra a vulnerabilidade do local.

CAPÍTULO 4

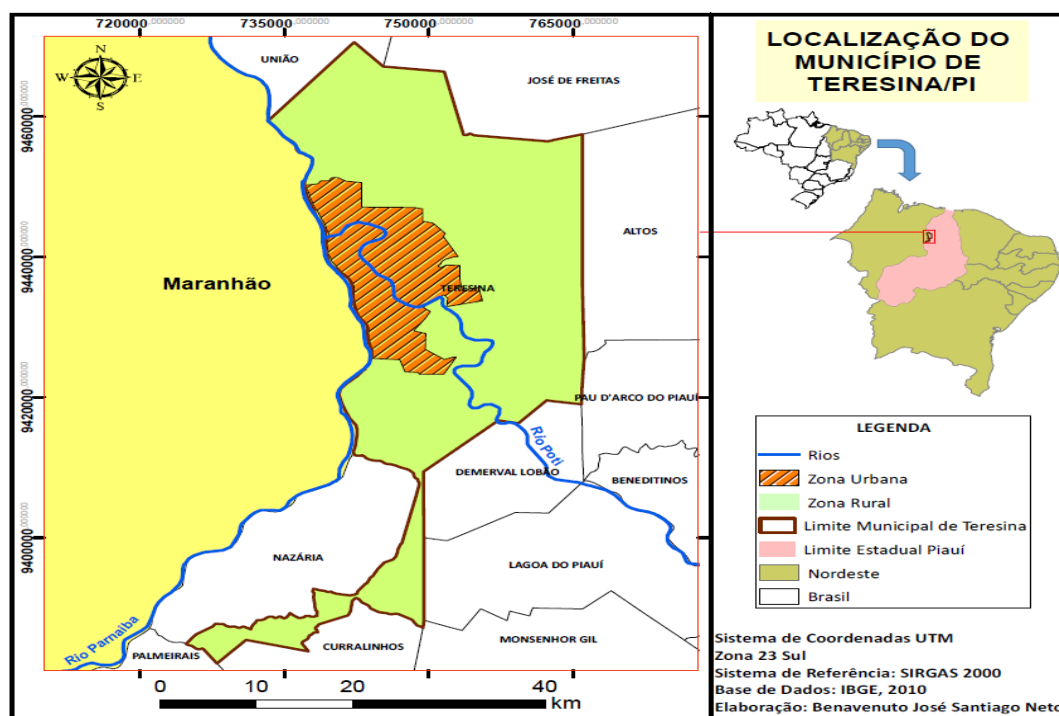
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Origem e crescimento de Teresina

Teresina, capital do Estado do Piauí, está localizada no Meio-Norte brasileiro, na mesorregião centro-norte do Estado (figura 40), à margem direita do médio curso do rio Parnaíba, a 366 quilômetros do litoral e é a única capital nordestina que não se encontra numa zona costeira. É conurbada com o município maranhense de Timon, a oeste, e faz limite com os seguintes municípios piauienses: União e José de Freitas, ao norte; Palmeirais, Monsenhor Gil, Nazária, Demerval Lobão e Curralinhos, ao sul; Altos, Lagoa do Piauí e Pau D'arco do Piauí, a leste (TERESINA, 2013).

Possui uma altitude média de 74,4m e está situada entre 05°05'21" de latitude sul e 42°48'07" de longitude oeste, no baixo interflúvio que se alonga junto à confluência dos rios Parnaíba e Poti (MOREIRA, 1972).

Figura 40: Mapa de Localização de Teresina



Elaborado por: CHAVES, 2014. Organizado por SANTIAGO NETO, 2015.

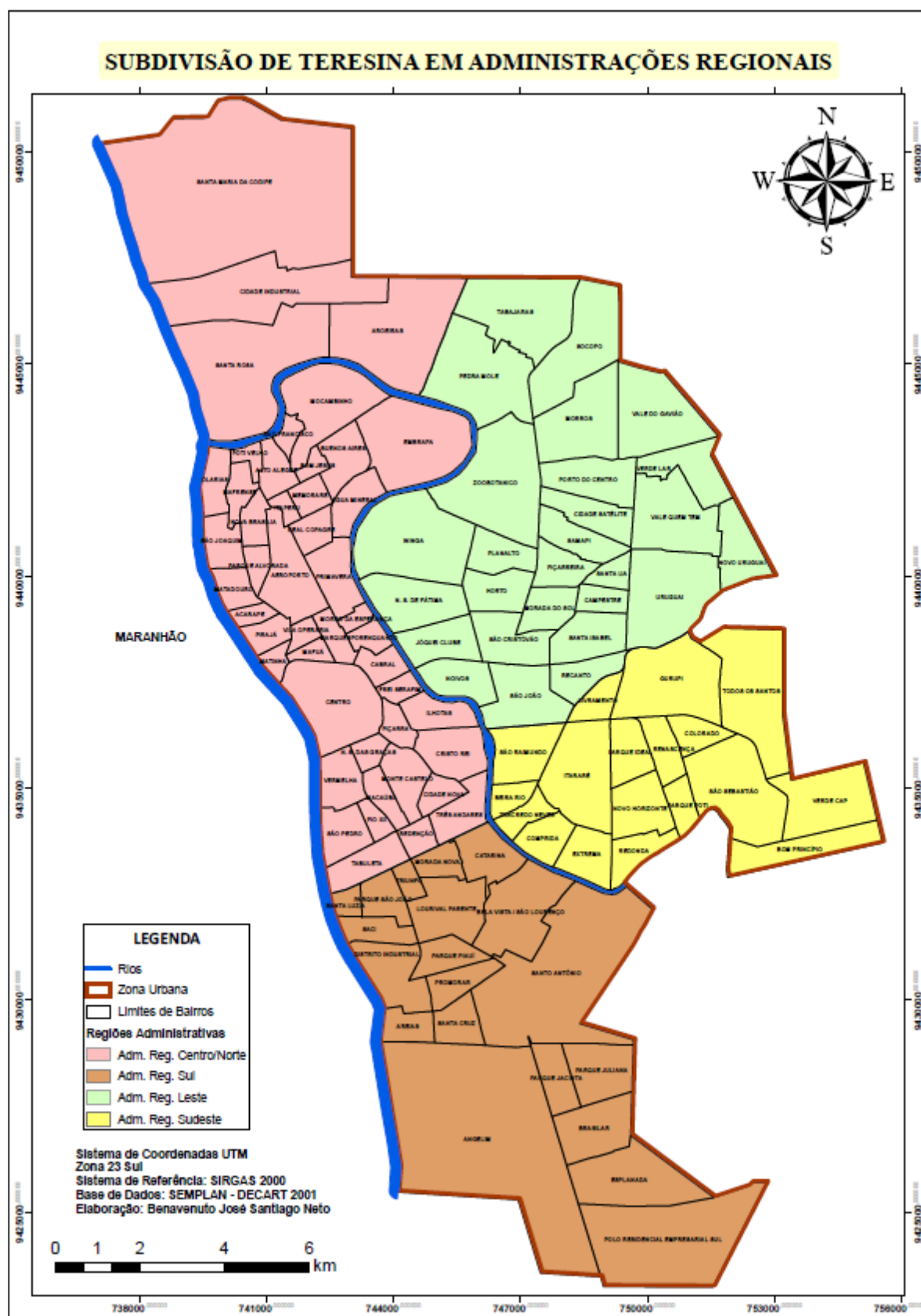
Pelo fato de ser a única capital nordestina que se encontra no interior, ela se tornou, ao longo dos anos, um importante entroncamento rodoviário, que interliga os estados da região Norte aos demais estados e capitais do Nordeste, como Salvador, Recife e Fortaleza. Sua área de influência alcança regiões dos estados do Maranhão, Ceará, Tocantins e parte do Pará. Nas últimas décadas se destacou na prestação de serviços, principalmente de saúde e de educação (TERESINA, 2002; TERESINA, 2013).

De acordo com a classificação da Rede Urbana Brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Teresina é considerada, atualmente, capital regional. A interligação aos estados da região norte e demais estados da região nordeste diversificou suas funções e a caracterizou como um centro regional urbano com influência em um raio de cem quilômetros, abarcando cerca de trinta municípios de baixa urbanização e fraco dinamismo econômico, tornando-os dependentes da capital e abrangendo uma população de um milhão e trezentos mil habitantes. Assim, a capital do Piauí se constitui em um centro distribuidor de bens e principalmente de serviços, consolidando-se como centro de excelência no atendimento à saúde (médico-hospitalar), além de destacar-se como referência no setor educacional (TERESINA, 2002a).

Ressalta-se que o desenvolvido e consolidado setor de serviços, tem atraído um intenso fluxo migratório a Teresina. Entretanto, cabe esclarecer que, dentro do contexto econômico atual, destacam-se outras atividades, como a indústria alimentícia, confecção, avicultura, construção civil, cerâmica, metalurgia, movelaria, dentre outras (TERESINA, 2010).

Segundo o IBGE, o município de Teresina compreende uma área total de 1.391,981 Km², e conforme a PMT apenas 17% correspondem à área urbana e 83% à área rural. Ressalta-se que foram desmembrados 363,6Km² de sua área rural destinados ao recém-formado município de Nazária, em meados dos anos 2000 (TERESINA, 2013; LIMA 2011). A cidade é constituída por 112 bairros que, para fins administrativos, estão distribuídos em quatro administrações regionais (figura 40), as chamadas Superintendências de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDUs) Centro/Norte, Sul, Leste e Sudeste, que têm como objetivo descentralizar a governança municipal.

Figura 41 – Subdivisão de Teresina em Administrações Regionais



Teresina foi fundada no século XIX (1852) com a função de abrigar a capital do estado, antes exercida pelo município de Oeiras, sendo o local escolhido o médio curso do rio Parnaíba, à época, o principal eixo de circulação e exteriorização do estado, com condições potenciais e embrionárias para o seu desenvolvimento, características não apresentadas pelo município de Oeiras (MOREIRA, 1972; REIS FILHO, 2012). Foi a primeira capital planejada do Brasil e sua criação se deu por motivos econômicos, uma vez que a proximidade do rio Parnaíba facilitaria a comunicação com o restante da província e o escoamento das mercadorias produzidas se tornaria mais viável.

No entanto, às margens do rio Poti, por volta de 1760, já se encontrava um aglomerado de casas habitadas por canoeiros, pescadores, plantadores de fumo e mandioca, constituindo o primeiro segmento urbano da Teresina, denominado de Vila do Poti. Já nessa época, a Vila do Poti padecia constantemente com as inundações e por conta disso teve que ser transferida para um local mais alto, com condições favoráveis à implantação da futura capital, a salvo das cheias dos rios e com possibilidade de se expandir (TERESINA, 1993). Tal fato demonstra que, desde o seu nascedouro, a população teresinense sofre com os problemas decorrentes das cheias dos seus rios.

A esse respeito, Lima (2002, p.182), comenta que:

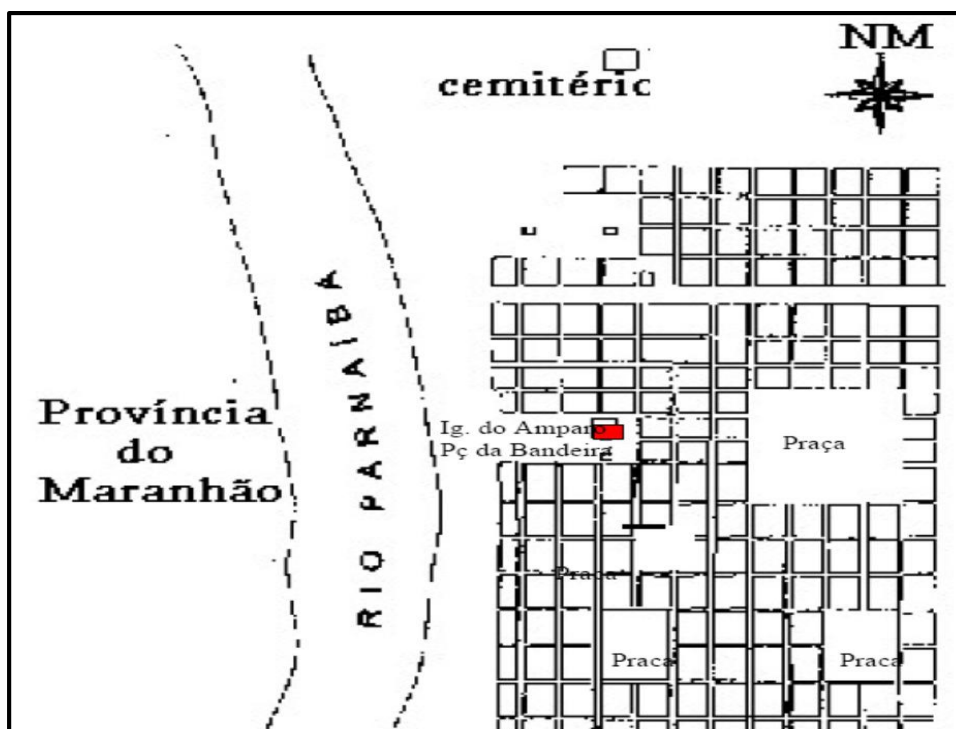
A idéia de transferência da Vila do Poti para outro local encontrou eco junto à população, principalmente pelo fato que esta já vinha sentindo a necessidade de encontrar um lugar a salvo das enchentes que, periodicamente, lhes traziam problemas econômicos e de insalubridade, tendo em vista que a Vila ficava no terraço fluvial formado pela confluência dos rios Parnaíba e Poti – a barra do Poti.

O local escolhido para assentar a nova cidade era próximo ao rio Parnaíba, com cerca de 65m de altitude e 30m acima do leito fluvial, considerado salubre, longe da ocorrência das cheias, o que favoreceu a expansão da cidade para a área interfluvial mais alta (MOREIRA, 1972).

Com a instalação do novo embrião urbano num local a salvo das inundações, a expansão de Teresina deu-se de modo ordenado. Sua malha viária seguiu um traçado geométrico regular, com ruas paralelas partindo do rio Parnaíba rumo ao Poti, formando um espaço delimitado por 18 quadras no sentido norte-sul e 12 quadras no sentido leste-oeste, tal qual a forma de um “tabuleiro de xadrez” (figura 42). Segundo

Chaves (1992), com a disposição do traçado geométrico, Teresina já apresentava um zoneamento urbano e o sistema viário estruturado desde seu nascedouro, baseado na localização dos prédios e instituições públicas, como cemitério, praças, igrejas, cadeia pública e nos padrões residenciais.

Figura 42: Planta da cidade de Teresina em 1855



FONTE: BRAZ, 2003.

A partir daí, Teresina passou a se expandir e em 1860 apresentava uma zona urbanizada abrangente, tanto no sentido norte-sul, quanto no sentido leste-oeste. A igreja do Amparo e o Mercado Público, ambos localizados na zona central, o cemitério São José, na zona norte e a Igreja Nossa Senhora das Dores, localizada mais ao sul, foram as primeiras obras públicas construídas na capital e condicionaram os vetores da expansão da cidade nesses sentidos (LIMA, 2002).

Segundo Façanha (1998), o processo de urbanização de Teresina se intensificou ao final da década de 1950, quando já era a maior cidade do estado e o principal centro econômico tanto do Piauí, quanto do Maranhão. Foi nessa época que a urbanização passou a ser alicerçada por investimentos públicos em infraestrutura urbana, tais como abastecimento d'água, abertura de vias e ruas e energia elétrica e a população urbana se tornou superior à rural (LIMA, 1996).

A construção de conjuntos habitacionais afastados, com extensão de obras e serviços destinados às glebas intermediárias e favorecendo processos de especulação imobiliária foi a tônica da expansão urbana de Teresina a partir de meados da década de 1960 (TERESINA, 2002a). A pavimentação de ruas e avenidas, a expansão da rede elétrica e de abastecimento d'água, principalmente no sentido sul da cidade, definiu essa zona como o novo vetor de crescimento, inaugurando um novo lócus de atividade econômica com o benefício de uma área topograficamente mais favorável.

Na zona sul, foi construído o Parque Piauí, o primeiro grande conjunto habitacional da cidade, com quase 2.250 moradias e na década de 1980 foram construídos o Dirceu Arcoverde, com mais de 3 mil unidades, e os conjuntos habitacionais Renascença I, II e III, além dos conjuntos Saci e Promorar, localizados na zona sudeste. A construção das duas principais avenidas da zona sul, Miguel Rosa e Barão de Gurguéia, corroboraram para a expansão da zona urbana de Teresina, nesse sentido. Nessa mesma época foram construídos na zona norte seus maiores conjuntos habitacionais, o Mocambinho I, II e III (FAÇANHA, 1998). Portanto, ao final da década de 1980, havia em Teresina cerca de 38 mil unidades de moradia popular na periferia da cidade, abrigando mais de 150 mil pessoas (TERESINA, 2002a).

A expansão de Teresina no sentido leste se deu na década de 1970, quando ocorreu a instalação da Universidade Federal do Piauí (UFPI) e a construção da Avenida Nossa Senhora de Fátima. Essa região, em pouco tempo adquiriu status de área nobre da cidade, uma vez que passou a ser habitada por uma parcela da população dotada de alto poder aquisitivo. É válido ressaltar que, dentre as demais zonas da cidade, a leste foi a que apresentou investimentos mais rápidos no início da sua expansão, com a instalação de saneamento básico e a construção de pontes sobre o rio Poti, como a que liga a Avenida Frei Serafim à Avenida João XXIII e a outra que a liga à zona norte (LIMA, 2002)

Para Reis Filho (2012), na década de 1970, a cidade de Teresina já apresentava uma configuração urbana mais definida, reflexo da política habitacional do Estado, da modernização do sistema viário e do explosivo crescimento urbano resultante dos fluxos migratórios rumo à capital, oriundos, principalmente, da zona rural. A saber, o intenso fluxo migratório verificado nos anos 70 e 80, composto principalmente por contingentes populacionais de baixa renda, que foram afastados para áreas menos valorizadas da cidade, somado ao desemprego e a outros

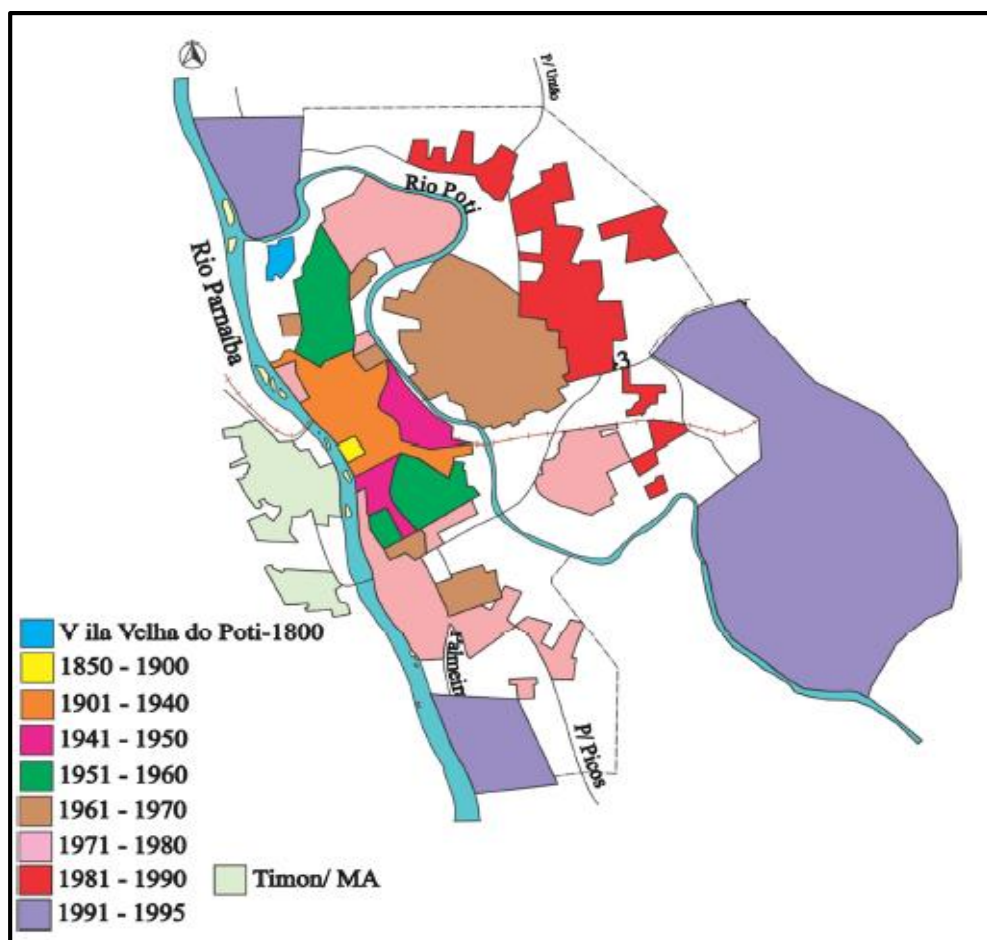
problemas sociais, promoveram a expansão desordenada da malha urbana de Teresina e a proliferação de aglomerados habitacionais irregulares, loteamentos clandestinos e ocupações de áreas impróprias para habitação, aumentando, dessa forma, os problemas socioambientais urbanos.

Tal configuração exigiu, à época, a elaboração de estudos e planos de ordenação da cidade, uma vez que Teresina já se desviava do status de “cidade planejada”. Nessa perspectiva e com o agravamento dos problemas urbanos, foram elaborados, entre as décadas de 1970 e 1980, o Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI) e as versões I e II do Plano Estrutural de Teresina (PET), com recomendações relativas às edificações, padrão de densidade por zonas, perímetro urbano, zoneamentos e zonas de polarização. Contudo, pouca foi a contribuição de tais políticas no ordenamento da cidade diante da sua vertiginosa expansão.

Lima (2011) destaca que tais propostas de planejamento urbano apresentaram reduzido impacto na melhoria do padrão de vida dos teresinenses e tampouco arrefeceu os conflitos pela apropriação e uso do solo urbano decorrentes da sua desigualdade ao acesso à terra iniciados nos anos 70 e 80. Ademais, a inadequação dos instrumentos urbanísticos e a não materialização da maior parte dos seus apontamentos trouxeram consequências drásticas para a Capital, que se expandiu sem instrumentos de regulação do seu espaço, culminando com o crescimento do número de favelas e de habitações subnormais em áreas inadequadas.

Destarte, os anos 90 foram marcados pelo aumento dos conflitos urbanos pela multiplicação dos assentamentos com ocupações coletivas, que, segundo Lima (2011) contabilizavam 141 favelas, com 14.077 domicílios e 14.542 famílias. Tal década também foi marcada pela transferência de famílias de áreas de risco para áreas mais periféricas da cidade, dando origem a novos bairros, como o Santa Maria da Codipi, um dos mais populosos da atualidade, inicialmente habitado por populações oriundas de diversos bairros da zona norte que fugiam das constantes inundações. Na figura 43 pode ser visualizada a evolução da expansão urbana de Teresina desde o surgimento do seu primeiro núcleo urbano, por volta de 1800 até 1995, quando as zonas mais periféricas da cidade passaram a ser ocupadas.

Figura 43: Expansão urbana de Teresina entre 1800 e 1995.



FONTE: RESENDE, 2013.

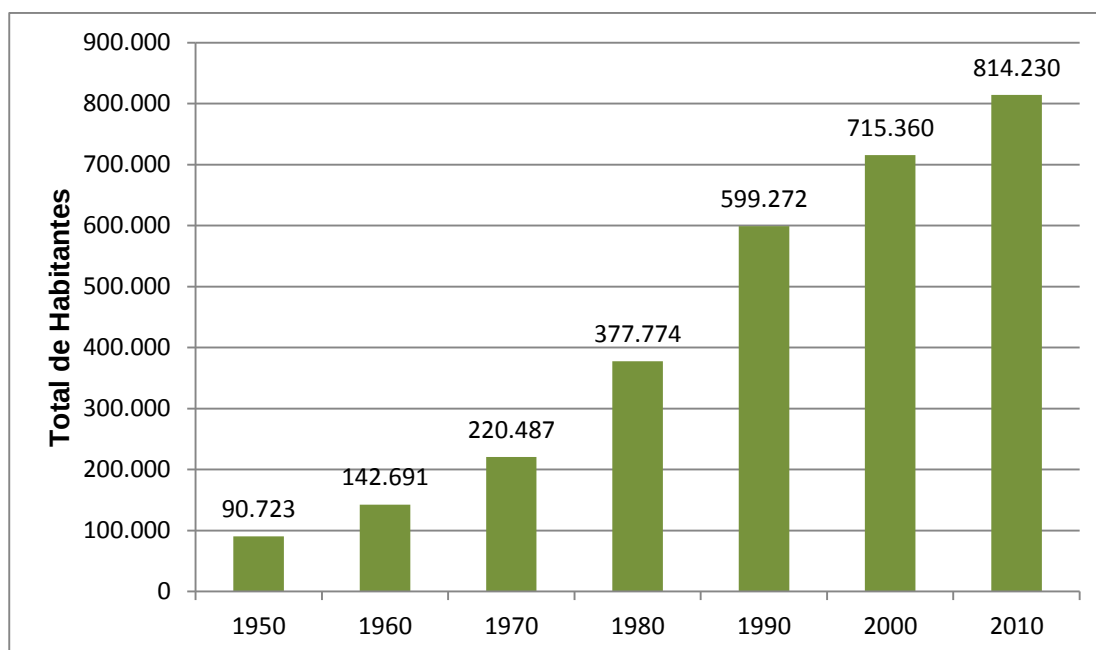
Com o crescente número de favelas e habitações precárias espalhadas pela capital no decorrer dos anos 90, as quais já abrangiam cerca de 116 mil habitantes, o poder público municipal lançou o Projeto Vila Bairro, uma nova proposta de intervenção urbanística que prioriza a urbanização das favelas em contraposição às velhas práticas de remoção, que ao longo do tempo se mostraram ineficazes. O projeto baseava-se em ações de natureza físico-urbanísticas, englobando o sistema viário, rede de energia, abastecimento d'água, implantação de equipamentos sociais, melhorias habitacionais, regularização urbanística, além de ações de natureza social, perpassando por projetos de geração de emprego e renda e educação ambiental. Contudo, embora se reconheça o caráter legítimo da proposta em minimizar os problemas dos menos favorecidos e dos que residem em áreas de risco, o Vila Bairro não obteve o êxito almejado, uma vez que apresentou uma ênfase maior nos aspectos físicos-urbanísticos em detrimento dos aspectos social e ambiental, que eram os suportes da proposta (LIMA, 2008).

Portanto, o caráter da urbanização de Teresina, se deu de modo assimétrico e excludente, posto que as áreas de melhor localização foram ocupadas pela população de classes média e alta, tendo a população de baixa renda que ocupar as zonas mais periféricas, muitas vezes em terrenos impróprios para habitação, contribuindo também para intensificação dos loteamentos clandestinos e espraiamento de vilas e favelas.

Ao longo dos anos 2000, foram percebidas algumas alterações importantes no tecido urbano de Teresina, a saber: o advento dos *shoppings centers*, que alteraram sobremaneira o cotidiano da população; a expansão horizontal da cidade, alterando o seu limite urbano e a proliferação de edifícios, principalmente nas áreas que margeiam o rio Poti e na zona leste, considerada a mais nobre da cidade, cujo mercado imobiliário é o mais oneroso dentre os demais. Também foi registrado ao final da primeira década do ano 2000, o surgimento de condomínios residenciais de luxo na periferia da cidade, em contraposição ao aumento no número de vilas e favelas em suas franjas urbanas, e uma maior ocupação das áreas de riscos, culminando com uma parcela maior da população que padece com inundações e outros problemas ambientais urbanos.

Em termos populacionais, Teresina passou por um intenso crescimento a partir da década de 1950 (figura 44), quando passou de 90.723 habitantes para 142.691 em 1960 (IBGE, 2010), registrando um acréscimo de pouco mais de 63% em apenas uma década. Esse intenso crescimento populacional se confirma diante do salto no número de habitantes, entre 1970 e 2000, quando se deu a maior expansão demográfica verificada entre os municípios nordestinos. Nessa época, a população residente em Teresina saltou de 220 mil em 1970 para mais de 714 mil, em 2000, registrando taxas médias anuais de crescimento que superaram 6% entre 1970 e 1980 e 4,6% entre 1980 e 1991, índices bastante elevados quando comparados às demais capitais nordestinas e ao total da população brasileira (TERESINA, 2002a). Já entre 2000 e 2010, o crescimento populacional registrado em Teresina foi de 12,4%, quando a população passou de 715.360 para 814.230, tendo um crescimento absoluto de quase cem mil habitantes (IBGE, 2010).

Figura 44: Evolução demográfica de Teresina entre 1950 a 2010.



FONTE: Adaptado de TERESINA, 2010.

Esse crescimento resultou do intenso fluxo migratório das pequenas cidades e da zona rural, confirmando uma polarização em relação aos demais municípios do estado, à medida que nos anos 2000, Teresina detinha 40% do contingente urbano do Piauí, fato que tem provocado uma maior pressão demográfica por moradia, expansão dos bolsões de pobreza, ocupação de áreas de riscos e favelização. Fazendo uma análise do crescimento populacional por bairros, verifica-se que houve um esvaziamento na região central da cidade e intenso crescimento dos bairros periféricos, com destaque para os localizados na região sudeste, onde são registradas taxas de crescimento populacional superiores a 10% ao ano (TERESINA, 2002a; 2010).

4.2 O Sítio Urbano

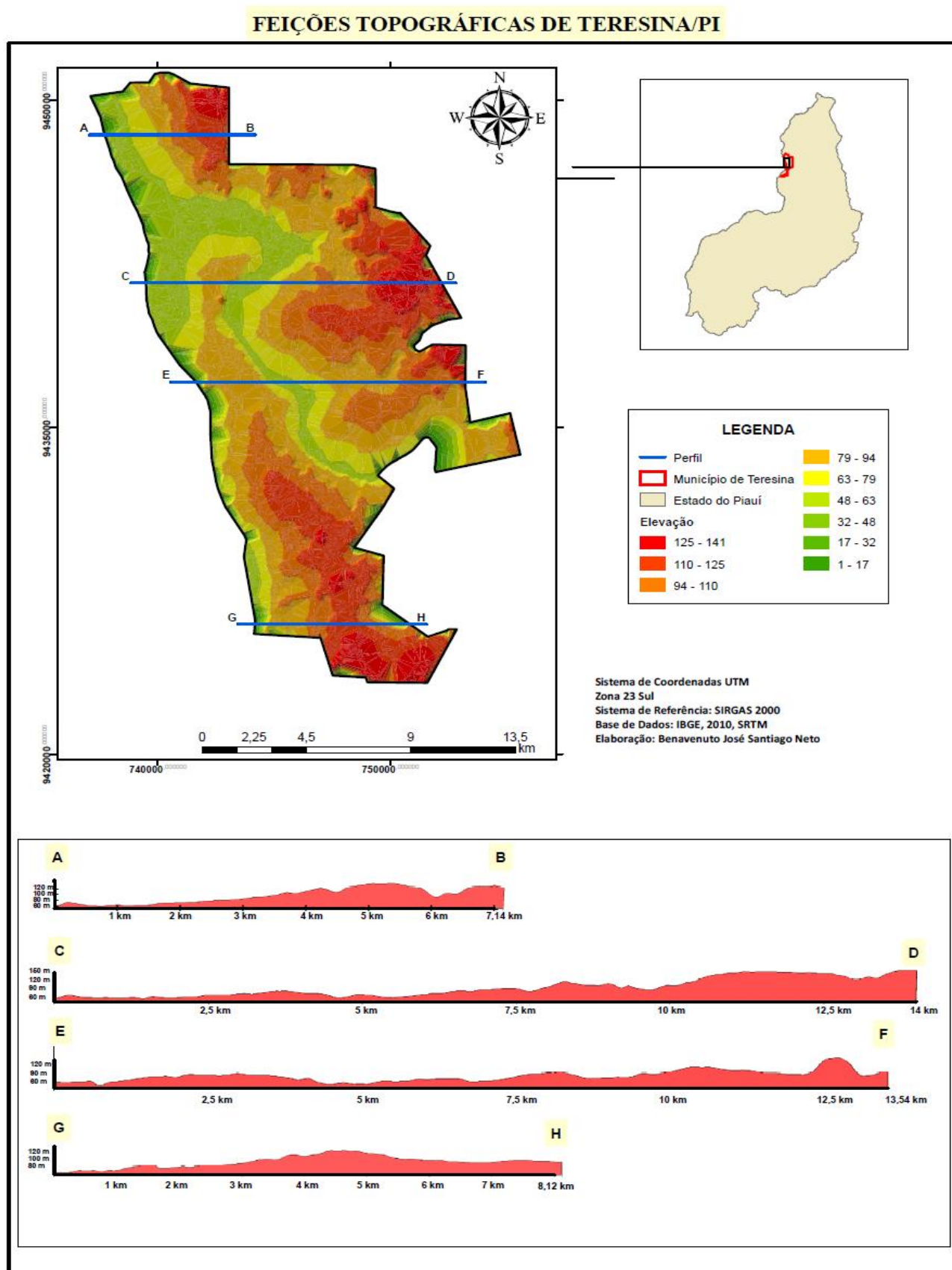
O município de Teresina tem como caracterização principal o fato de estar assentado num interflúvio entre os rios Parnaíba e Poti, o que engendrou a ocupação das margens de ambos. As primeiras edificações da capital se localizaram em terrenos situados entre 60 a 70m de altitude, próximos ao rio Parnaíba, caracterizados por não apresentarem descontinuidades topográficas e formarem o interflúvio

denominado de Chapada do Corisco, de 80 a 90m de altitude, aproximadamente a 30m acima do leito fluvial. Os aclives que levam ao interflúvio não configuraram obstáculos ao crescimento da cidade em direção à chapada, considerada área mais salubre do que as ribeirinhas, geralmente inundáveis. Com perfil alongado de sul para norte (figura 45), o interflúvio, de topografia suave, favoreceu a expansão inicial da malha urbana de Teresina nestas direções (MOREIRA, 1972).

As bases geológicas que sustentam o município de Teresina pertencem à Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí, de idade Paleo-Mesozóica. São compostas pelas Formações Piauí, datada do Período Carbonífero Superior e Pedra de Fogo, datada do Permiano, apresentando rochas ígneas básicas que afloram sob as formas de soleiras e diques na porção sul do município. A Formação Piauí é constituída por arenitos calcíferos, siltitos e folhelhos que afloram de sul ao norte da cidade, nas proximidades do rio Parnaíba. Já a Formação Pedra de Fogo é constituída basicamente por alternância de silexitos, arenitos e siltitos, que afloram com frequência nos topos dos baixos planaltos e encostas mais escarpadas do relevo local e são encontradas nas áreas mais periféricas da cidade e nos cimos dos platôs do interflúvio Parnaíba/Poti (TERESINA, 2002b).

Moreira (1972) caracteriza as condições geológicas e geomorfológicas do sítio urbano de Teresina, distinguindo os seguintes aspectos: os rios Parnaíba e Poti, os terraços aluviais, as vertentes, os baixos níveis interfluviais e as chapadas. O rio Parnaíba nasce na chapada das Mangabeiras a uma altitude de 700m, localizada no sul do Estado, nos limites com o Tocantins e Maranhão. É considerado perene por receber contribuições de vários tributários e do lençol subterrâneo em todo o seu percurso. Depois de percorrer 1.480 km, deságua no Oceano Atlântico, na forma de um grande delta, com mais de 70 ilhas. Embora não seja um rio meandrado, o seu leito desenvolve-se através de extensas sinuosidades que facilitam a erosão das suas margens (TERESINA, 2002b; MOREIRA, 1972). O rio Parnaíba tem uma extensão de 26,3 km na área urbana de Teresina, constituindo o limite oeste da cidade e a fronteira do Piauí com o Maranhão.

Figura 45: Feições Topográficas de Teresina



Elaborado por: CHAVES, 2014. Organizado por SANTIAGO NETO, 2015.

O rio Poti é afluente do Parnaíba e nasce nos contrafortes orientais da Cuesta da Ibiapaba no Estado do Ceará, a uma altitude de 600m. Tem regime intermitente em alguns pontos do seu curso e direção definida pela estrutura geológica, encaixando-se em fraturas e falhas regionais até formar um grande canyon de 300m de profundidade, onde corre por mais de 20km entre paredões rochosos até penetrar na capital. Em Teresina, onde percorre 24,4 km, é considerado perene e forma vários meandros até desaguar no Parnaíba, onde inunda, periodicamente, os largos terraços pelo represamento de suas águas, principalmente na época das cheias (TERESINA, 2002b; AZEVEDO, 2007).

Parnaíba e Poti possuem numerosos afluentes de pequena extensão, em sua maioria com nascentes no próprio município, muitos dos quais canalizados. Ambos são também dotados de lagoas marginais, que se concentram, sobretudo, na área norte da cidade, nas imediações da foz do Poti. A zona norte abriga 34 lagoas, algumas antrópicas, com profundidades e dimensões variadas, utilizadas para a retirada de areia e argila destinadas à construção civil, olarias e elaboração de produtos cerâmicos. Muitas das lagoas foram aterradas para a expansão da cidade, aumentando o problema das inundações (TERESINA, 2002b; 2010; LIMA, 2011).

Conforme a Prefeitura Municipal de Teresina (TERESINA, 2002a), há 70 sub-bacias hidrográficas em toda a área urbana, das quais 16 drenam em direção à margem direita do Poti, 32 em direção à margem esquerda e 22 para o rio Parnaíba.

Os terraços fluviais são mais extensos no Poti e menores no rio Parnaíba. Neles são encontrados sedimentos inconsolidados datados do Quaternário, constituídos por areias grossas e finas, seixos de quartzo e intercalações locais de argila, que são utilizadas para a fabricação de tijolos e artefatos de cerâmica. Diante das inundações, os terraços, em alguns pontos da cidade, têm sido evitados para a ocupação e utilizados para cultivos de culturas intermitentes. No entanto, em determinadas áreas foram ocupados inadequadamente e são pontos recorrentes de inundações.

As vertentes, com altitudes de 60 a 80m, marcam a passagem das chapadas ou dos baixos níveis interfluviais aos terraços ou, diretamente, aos rios Parnaíba e Poti. Possuem declividade suave e as voltadas para o Parnaíba foram as primeiras áreas ocupadas pelo núcleo inicial da cidade, onde se planejou a ocupação em traçado geométrico. As vertentes que drenam para o rio Poti foram ocupadas posteriormente, quando se deu a expansão de Teresina para leste. Grande parte dos terrenos situados entre os rios Parnaíba e Poti compreendem essas vertentes.

Os baixos níveis interfluviais são áreas com altitudes maiores de 80m e são demarcadas por uma pequena descontinuidade topográfica localizada na porção central da cidade. Já as chapadas são representadas por relevo de altitudes superiores a 100m localizados ao sul e a leste de Teresina, onde a altitude pode atingir os 130m.

Lima (2011) apresentou o mapeamento do relevo do município de Teresina (figura 46), destacando as planícies e terraços fluviais, as superfícies intensamente retrabalhadas pela drenagem, com morros residuais e as superfícies residuais recortadas por vales encaixados, cujos cimos se desdobram em morros com tendência ao arredondamento, limitados por relevo escalonado, e em mesas com topos achatados, limitadas por escarpas.

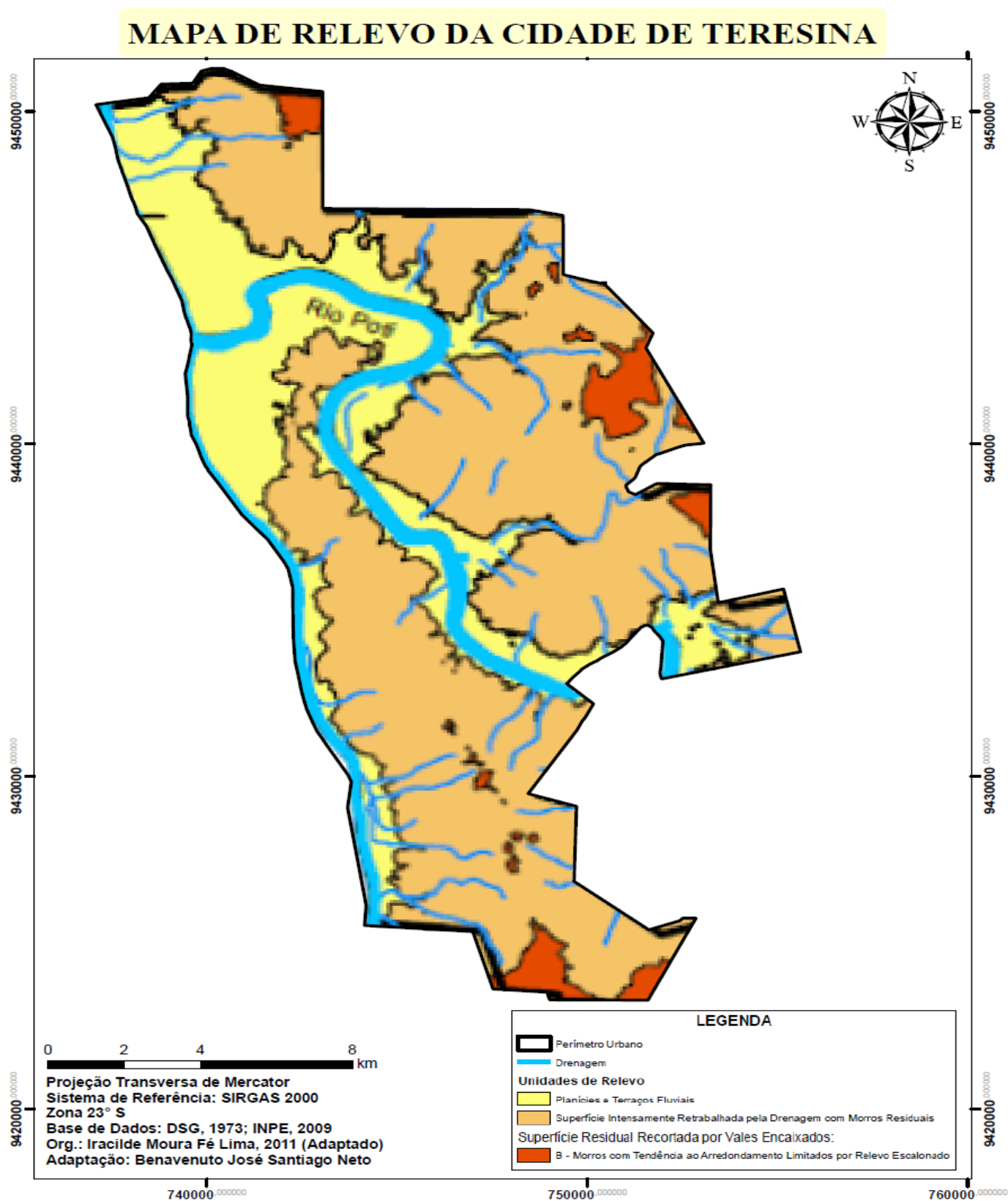
As planícies e terraços fluviais, entre 50 a 70m de altitude, compreendem as feições de acumulação e inserção do talvegue por processos fluviais; as superfícies intensamente retrabalhadas pela drenagem, com morros residuais, são formas modeladas por intensos processos erosivos, situadas entre 70 e 100m, e correspondem às vertentes e aos baixos níveis interfluviais mencionados por Moreira (1972). Planícies aluviais, terraços fluviais e as superfícies intensamente retrabalhadas pela drenagem são as formas predominantes na área urbana.

Os morros com tendência ao arredondamento, limitados por relevo escalonado e recortados por vales encaixados, se encontram na faixa de 100 a 170m de altitude e aparecem segmentados nos limites sul, leste e norte da área urbanizada. As mesas com topos achatados, limitadas por escarpas, correspondem às formas mais elevadas e às encostas mais íngremes. Estão dispostas entre 170 a 250m de altitude e são as áreas mais elevadas do município, situadas, predominantemente, nos seus limites leste e sul (LIMA, 2011). Estas formas correspondem às chapadas citadas por Moreira (1972).

Predominam em Teresina o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Podzólico Vermelho-Amarelo, ambos de textura média. O Latossolo Vermelho-Amarelo ocorre com maior frequência nas áreas mais baixas e planas do município. Está associado às superfícies intensamente retrabalhadas pela drenagem, compreendendo vertentes e baixos níveis interfluviais. É um solo profundo, bem desenvolvido, com boa drenagem, nível muito baixo de fertilidade natural e acidez muito forte associada a percentuais representativos de alumínio. O Podzólico Vermelho-Amarelo está associado a situações de relevo mais movimentado, como as superfícies residuais,

designadas de chapadas por Moreira (1972), com morros arredondados e topos em forma de mesas, recortados por vales encaixados e delimitados por escarpas, com processos erosivos mais acentuados. São solos mais rasos, com fertilidade natural muito baixa, ácidos e apresentam alumínio tóxico. Além desses, são encontrados em menores porções os solos aluviais, localizados ao norte da cidade, nos vales ao longo dos rios e córregos, em faixas ora estreitas, ora mais largas.

Figura 46: Mapa de Relevo da cidade e de parte do Município de Teresina

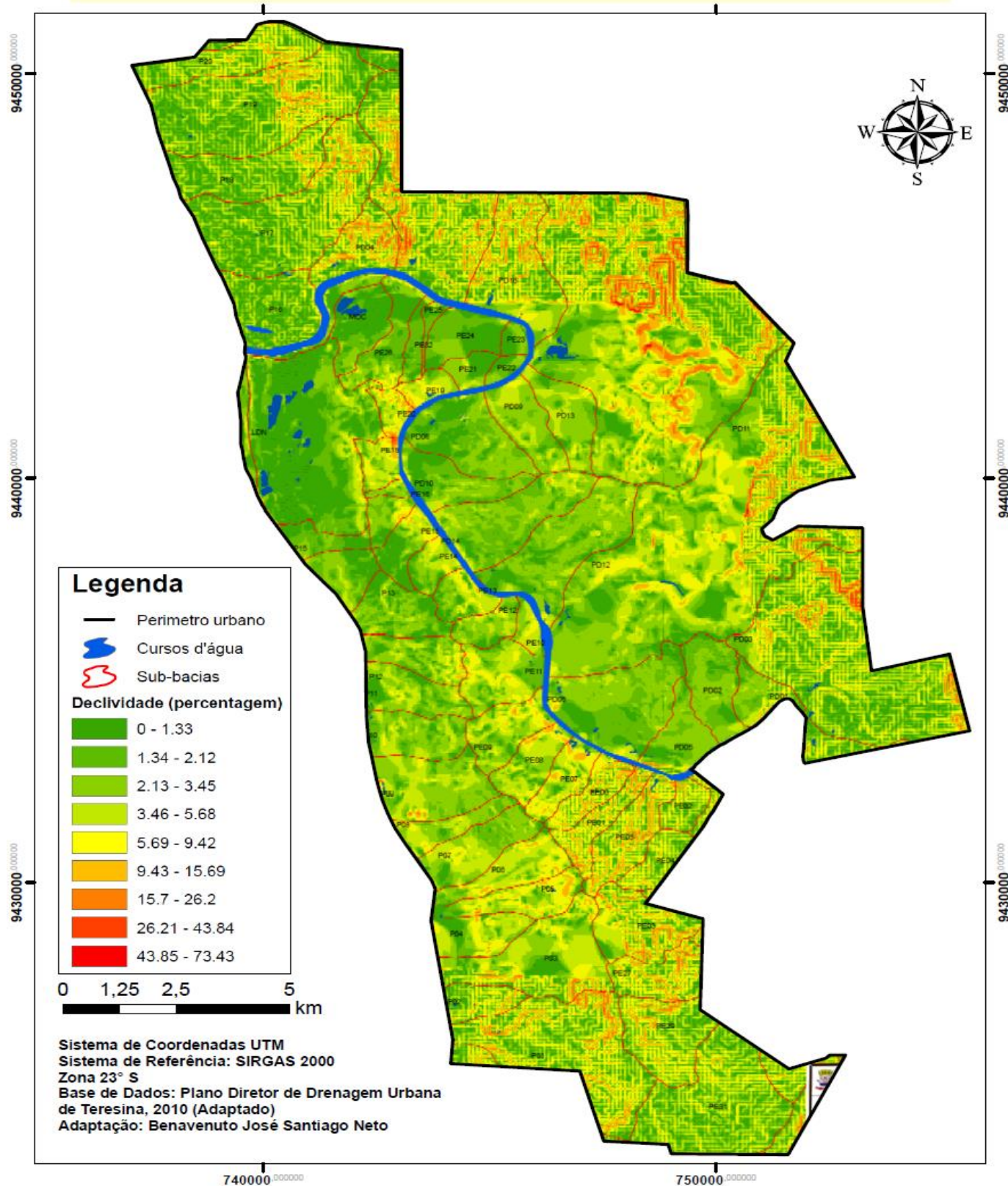


FONTE: LIMA, 2011. Adaptação: SANTIAGO NETO, 2015.

A estrutura e a disposição das formas de relevo fazem predominar na área urbana de Teresina declividades inferiores a 3,45%, principalmente ao norte da área disposta entre os rios Parnaíba e Poti e a leste da cidade, na margem esquerda do rio Poti (figura 46). Em alguns setores as declividades superam este valor, como na parte sul, entre os dois rios mencionados, abrangendo os bairros Redenção, Lourival Parente e Bela Vista, onde há vertentes que superam 15% de inclinação. O mesmo ocorre no limite leste da cidade, na margem direita do Poti, compreendendo os bairros Cidade Satélite e Pedra Mole e, no extremo norte, após a sua foz, no bairro Água Mineral e adjacências. Nestes lugares há declividades que superam 25% e até mesmo 43% (figura 47).

Figura 47: Mapa de Declividade da cidade e de parte do Município de Teresina

MAPA DE DECLIVIDADE DA CIDADE DE TERESINA



FONTE: TERESINA, 2010. Adaptação: SANTIAGO NETO, 2015.

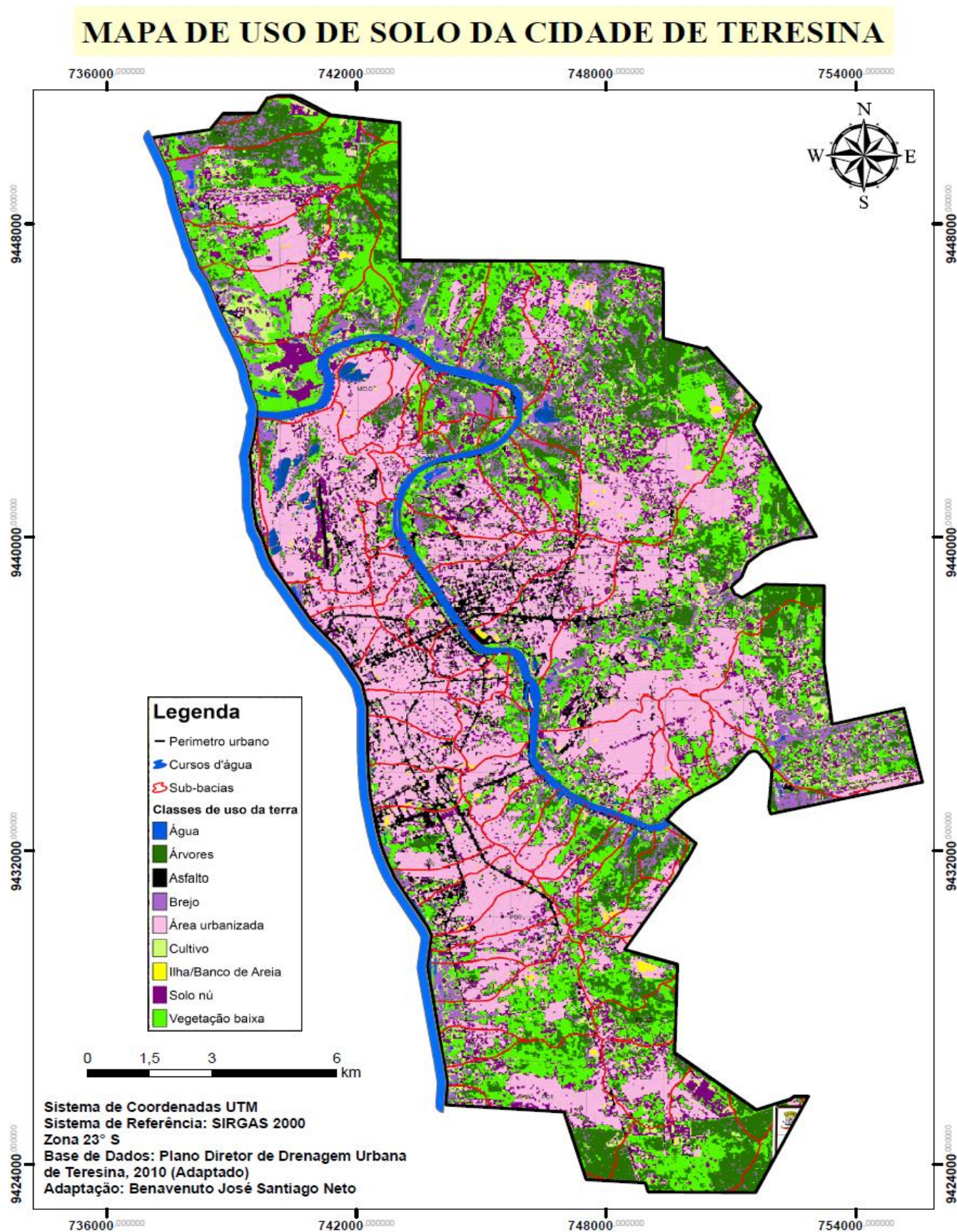
Há em Teresina uma grande heterogeneidade na ocupação do seu território, com áreas de vazios urbanos se contrapondo a áreas intensamente ocupadas, com variações no que tange à impermeabilização do terreno. É muito comum encontrar em alguns bairros da cidade, como no Piçarreira, grandes extensões de jardins e pátios arborizados, denotando uma baixa impermeabilização relativa. No entanto, em outras áreas, tal qual nos conjuntos habitacionais espalhados pelas diversas zonas da capital, como Mocambinho, na zona norte, Parque Piauí e Saci na zona sul, apresentam uma grande quantidade de edificações, indicando elevada taxa de ocupação e, por conseguinte, alta impermeabilização.

A figura 48 mostra o mapa de uso do solo urbano de Teresina, onde são visualizadas as áreas construídas, nas quais a taxa de impermeabilização é relativamente alta e existem apenas pequenas manchas com a presença de árvores e de vegetação baixa, principalmente nas áreas centrais do interflúvio. Todavia, nas zonas sul, sudeste e nas áreas mais periféricas, há quantidade maior de áreas verdes, inferindo-se que nessas áreas a impermeabilização é menor.

Também é comum a ocupação e invasão de áreas ribeirinhas, sujeitas às inundações periódicas, consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs), em descon sideração à legislação que as protege. Por essas razões elas não possuem uma infraestrutura básica para ocupação regular, mas se prestam à população de baixa renda, que ali implantam moradias precárias. No mapa apresentado na figura 48 podem ser visualizadas áreas ribeirinhas intensamente urbanizadas, corroborando a problemática das inundações. É válido ressaltar que as inundações também atingem áreas de condomínios luxuosos implantados em áreas de várzeas, às margens do Poti, embora em menor número, constituindo-se num paradoxo.

Quaisquer alterações nas APPs, seja execução de obras, atividades ou projetos de utilidade pública ou de interesse social, dependem de prévia autorização do Poder Executivo Federal. No entanto, em nenhum dos empreendimentos localizados no perímetro urbano de Teresina, do bairro Angelim, ao sul, ao bairro Chapadinha, ao norte, existem estudos de impacto ambiental. Assim, o município de Teresina contribuiu para a ocupação das APPs por não cumprir a legislação que promove o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, parcelamento e ocupação do solo urbano, à medida que emitiu ao longo dos anos alvarás de construção e funcionamento que respaldaram a ocupação irregular nessas áreas (TERESINA, 2010).

Figura 48: Mapa de uso de solo da cidade de Teresina



FONTE: TERESINA, 2010. Adaptação: SANTIAGO NETO, 2015.

Acerca da vegetação, predomina em Teresina o cerrado, representado por uma cobertura vegetal de médio porte, densa, presente nas chapadas e nos divisores de topos aplainados. Também há no município, palmáceas representadas por babaçuais e carnaubais nativos, que se estendem por vales terciários e quaternários de maior fertilidade (TERESINA, 1993). É válido destacar que Teresina, com o passar dos anos perdeu a alcunha de “Cidade Verde” dada pelo poeta maranhense Coelho Neto à época do seu surgimento, devido à arborização presente naquela época. O verde urbano foi paulatinamente substituído por moradias enquanto a cidade crescia demograficamente. A própria expansão urbana patrocinada pelo poder público, a partir da construção dos conjuntos habitacionais, promoveu intenso desmatamento e isso é constante na expansão urbana da capital, o que compromete o conforto térmico da cidade, pois a vegetação tem como um dos benefícios amenizar as temperaturas.

4.3 Feições Climáticas

O fato de estar localizada nas proximidades do Equador, na transição entre o sertão semiárido e a Amazônia úmida, e da sua posição no vale do Parnaíba, confere a Teresina aspectos climáticos peculiares, principalmente em relação à umidade relativa do ar, ao regime de chuvas, à ausência de ventos e às altas temperaturas durante o ano todo.

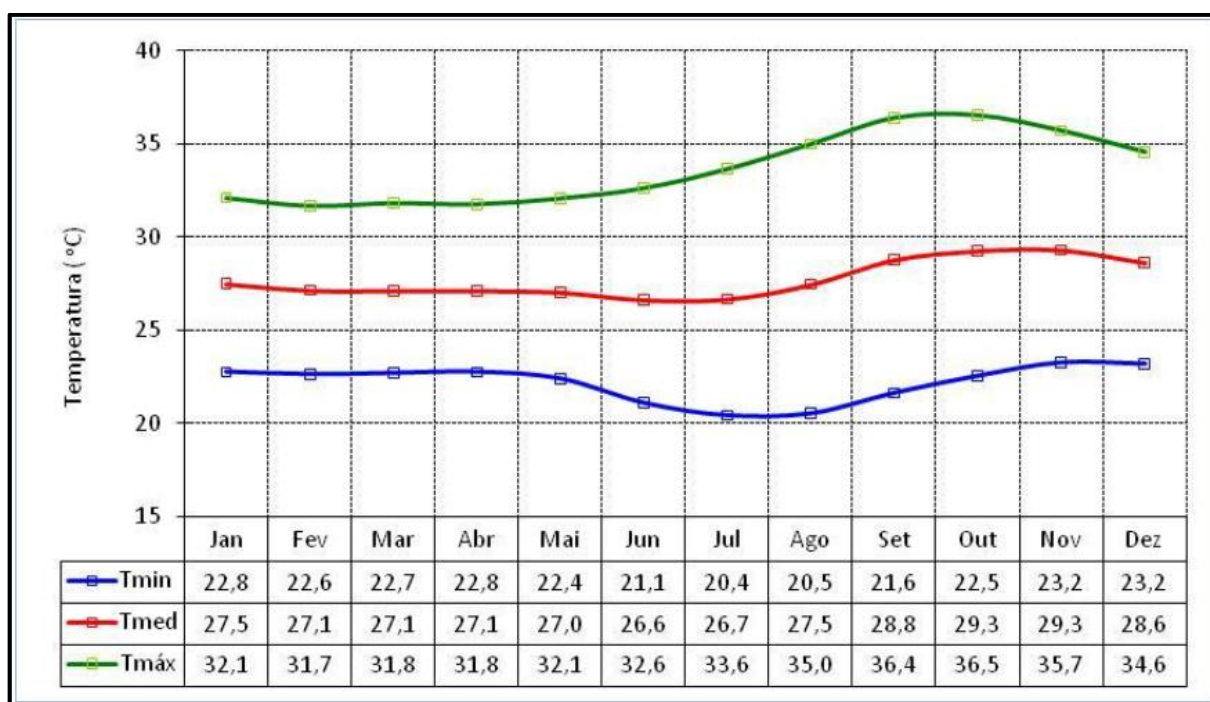
Andrade (2009), em seu estudo sobre a caracterização climática de Teresina, destacou a interação do sítio urbano com o clima e apresentou uma avaliação dos fatores climáticos locais, como: radiação solar, latitude, altitude, vegetação, corpos hídricos e topografia. Também destacou o papel do volume edificado, o traçado urbano, a impermeabilidade do solo e as atividades humanas praticadas na cidade como fatores interferentes e condicionantes do clima urbano.

Este autor mostrou que a radiação solar máxima ocorre no segundo semestre do ano, nos meses de julho a outubro, coincidindo com a época das temperaturas mais altas. Mencionou ainda que Teresina apresenta muitas horas diárias de insolação, que, pela latitude, representam muita energia solar recebida e, portanto, muito calor produzido. Além disso, como as altitudes máximas da capital não ultrapassam 130m acima do nível do mar e há poucas superfícies onduladas e acidentadas, as temperaturas locais tendem a ser elevadas durante a maior parte do

ano, fato acrescido pelos efeitos da continentalidade e pela urbanização, que impermeabilizou grandes extensões após a retirada da vegetação natural.

Na figura 49 são apresentados os valores mensais da temperatura média, da média das máximas e da média das mínimas de Teresina, no período que vai de 1914 a 2009.

Figura 49: Temperaturas médias mensais de Teresina.



FONTE: TERESINA, 2010.

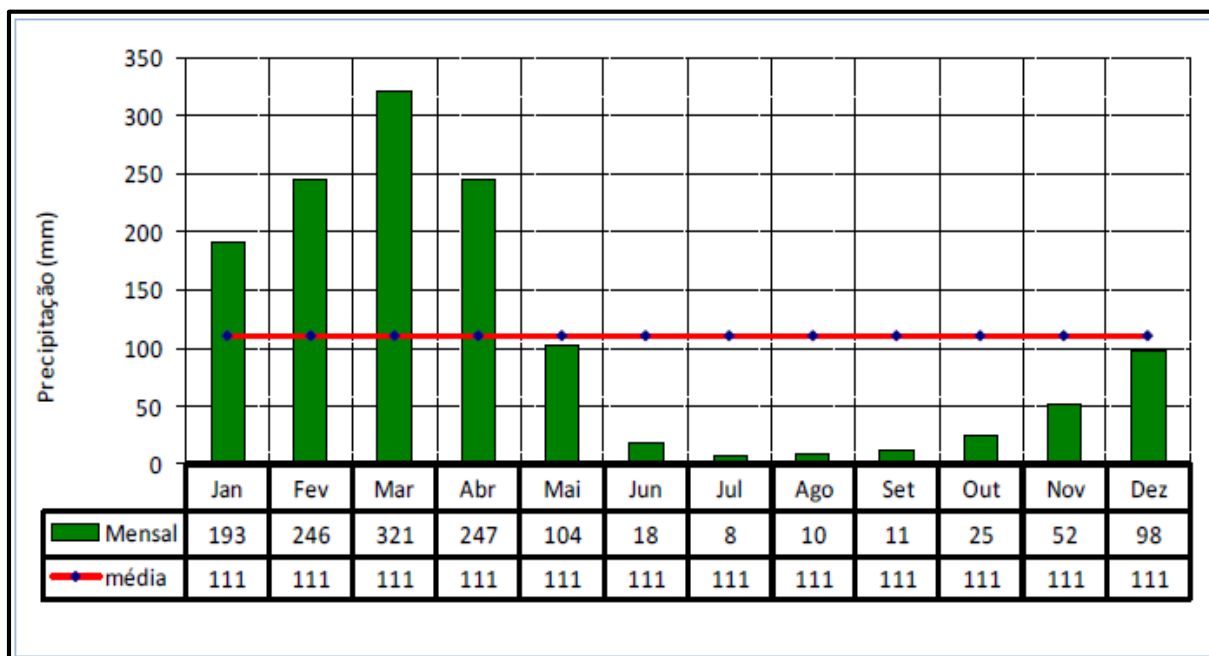
Segundo os dados da figura 49, a temperatura média de Teresina é de 27,7° C. Outubro e novembro são os meses com temperaturas médias mais elevadas, 29,3° C. Outubro tem a maior média das máximas, com 36,5° C. As médias das mínimas mais altas, de 23,2° C, são de novembro e dezembro. Os meses de agosto a dezembro são os que apresentam as maiores temperaturas, porque, diante da falta de chuvas, a atmosfera se encontra mais seca, promovendo em Teresina um grande desconforto térmico, principalmente durante o dia. O mês de julho é o menos quente, com uma mínima de 20,4°C. Embora a amplitude térmica anual seja de apenas 2,7° C, as amplitudes térmicas diárias são mais altas, tanto que as diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas mensais variam de 9,0° C em abril a 14,8° C em setembro.

Sobre as diferenças de temperaturas entre o período seco e o período chuvoso em Teresina, Feitosa (2010) comenta que na estação seca, com nebulosidade e umidade do ar mais baixas, ocorrem os maiores totais de insolação e radiação terrestre, contribuindo para a elevação das temperaturas e das amplitudes térmicas.

As chuvas que ocorrem em Teresina, bem como a sua variabilidade interanual, são influenciadas diretamente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, secundariamente, pelos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). Nos anos em que a ZCIT atua mais ao sul, o período chuvoso é caracterizado por precipitações constantes e de grande intensidade.

Segundo a PMT, 75,6% das chuvas se concentram nos 4 primeiros meses do ano e os 24,5% restantes se distribuem nos 8 meses subsequentes. Observa-se, a partir da figura 50, que, entre os anos de 1914 a 2009, em Teresina, os meses mais chuvosos foram março, com uma média de 321 mm, e abril, com 247 mm. A precipitação média anual foi de 1.332 mm e julho se caracterizou como o mês mais seco, com pluviosidade média de 8 mm (TERESINA, 2010).

Figura 50: Precipitação média mensal de Teresina, no período entre 1914-2009.



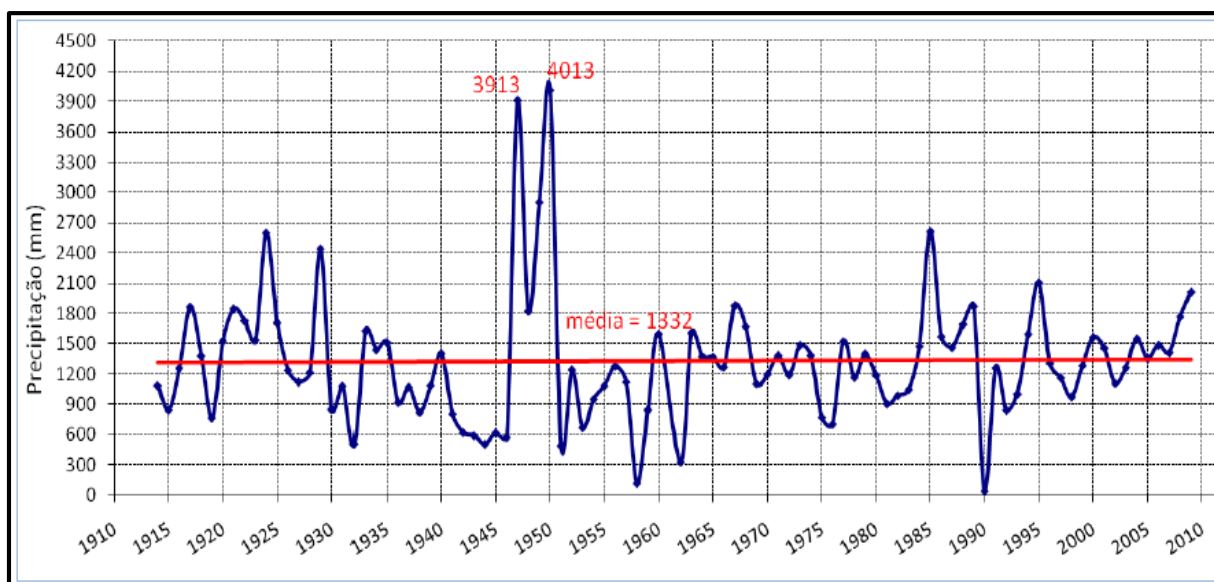
FONTE: TERESINA, 2010.

A figura 51 mostra que, entre 1914 e 2009, não há tendência de redução ou elevação das chuvas. As precipitações dos anos de 1947 e 1950, com registros de 3.913 mm e 4.013 mm, respectivamente, foram demasiadamente altas, representando

cerca de três vezes a média anual, quando considerada toda a série. Em compensação, nos anos de 1958, 1962 e 1990, as chuvas foram escassas, pois estiveram muito aquém da média anual, com 119,7mm, 1.198,5mm e 968,1mm, respectivamente. Desses, apenas no ano de 1990 foi registrada a ocorrência de El Niño forte.

Os anos de 1947 e 1950 coincidiram com a ocorrência do El Niño, sendo essa a explicação para o elevado índice pluviométrico. Apenas no mês de março, a precipitação atingiu 1.394 mm em 1947 e 1.370 mm em 1950, valores acima da média anual (TERESINA, 2010).

Figura 51: Precipitações anuais em Teresina, período 1914-2009.



FONTE: TERESINA, 2010.

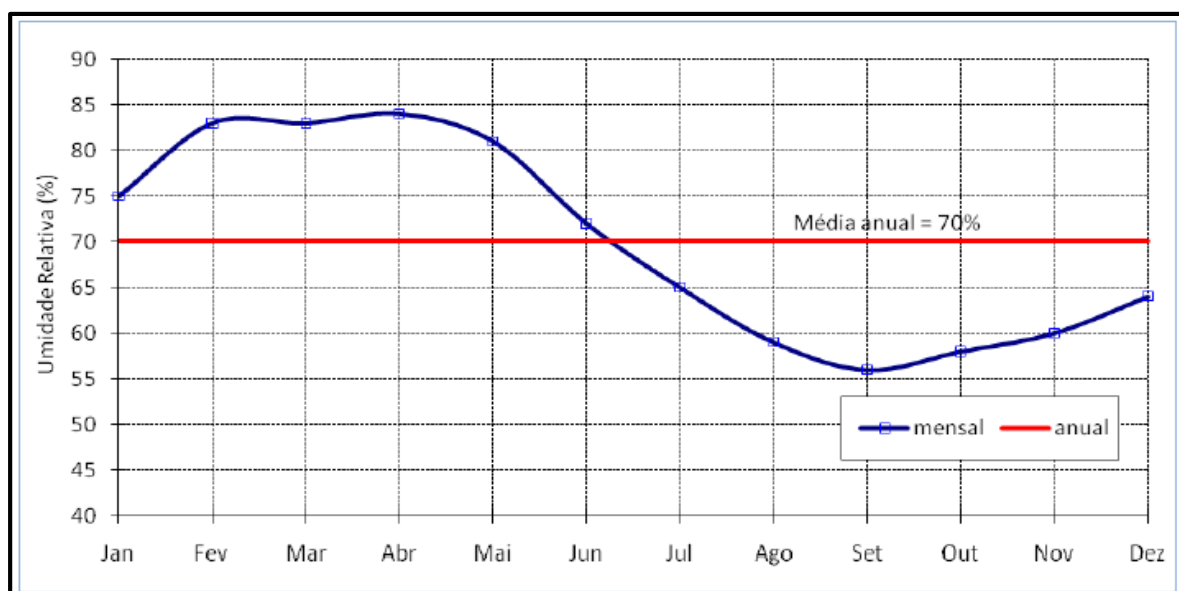
Medeiros et al. (2012), analisando o número de dias de chuvas e o comportamento da precipitação em Teresina entre os anos de 1913 e 2005, concluíram que, entre 92 anos analisados, em 49 choveu em média 926,5mm, valor inferior à média do período total, que é de 1.337mm. Nos outros 43 anos a precipitação média foi 1.804mm, superior à média do período. Perceberam, ainda, que há uma variabilidade temporal dos índices pluviométricos e do número de dias de chuva, pois nos anos com total pluviométrico acima da média houve uma concentração da chuva em poucos dias.

Sobre a precipitação em Teresina, Feitosa (2010) comenta que a sua sazonalidade é comumente alterada por eventos de escassez ou excessos, que se

apresentam em forma de eventos com chuvas fortes em um período de 24h e de frequentes veranicos em meses da estação chuvosa.

A umidade relativa média do ar em Teresina é de 69%, com maiores valores em fevereiro e março. De agosto a outubro ocorrem os menores dados, variando entre 54% a 59%, podendo atingir até 20% no período da tarde, quando são registradas altas temperaturas (TERESINA, 2013). Desse modo, em Teresina, no primeiro semestre, há teores elevados de vapor na atmosfera, e tendência à secura, no segundo, conforme pode ser visto na figura 52.

Figura 52: Umidade relativa média mensal e anual em Teresina.



FONTE: TERESINA, 2010.

CAPÍTULO 5

PROBLEMAS AMBIENTAIS URBANOS EM TERESINA E A INCIDÊNCIA DOS DESASTRES

5.1 Expansão urbana e problemas ambientais

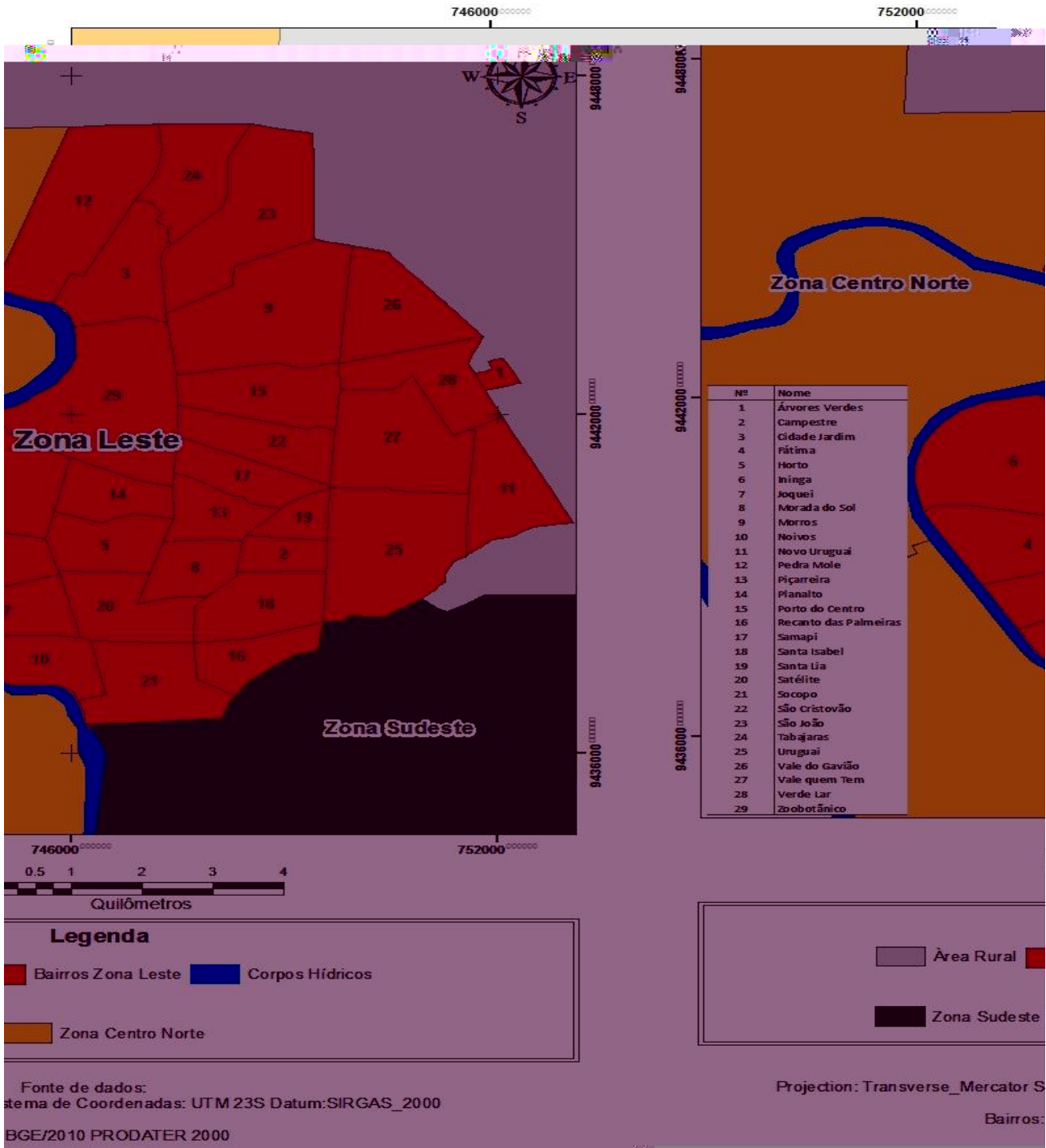
Com a expansão urbana, os traços naturais que marcaram a cidade de Teresina na época do seu nascedouro foram sendo alterados. Os terraços fluviais, as áreas de encostas e as planícies lacustres, que não deveriam ser ocupados por representar riscos, foram ocupados, pavimentados ou aterrados, resultando numa série de problemas que afetam a população teresinense e comprometem sua qualidade de vida.

Um dos problemas ambientais surgidos em Teresina durante os seus primeiros anos, e que ainda é recorrente, se refere à drenagem pluvial, posto que, com a expansão dos serviços de calçamento, as lagoas e os vales dos riachos localizados em diversas zonas da cidade foram aterrados e pavimentados, desprezando as suas funcionalidades. Até hoje, quando ocorrem precipitações, sejam elas de pequena ou de grande intensidade, são comuns os alagamentos nas diversas zonas da cidade.

Sales (2003) destaca que o baixo preço dos terrenos das áreas mais baixas da cidade, apesar de não disporem de infraestrutura, tem sido fator de atração para a construção de muitos conjuntos habitacionais de baixa renda, que se espalharam a partir da década de 1970 até os dias atuais. Muitos deles foram construídos em áreas desvalorizadas, sujeitas à falta de saneamento, abastecimento d'água e alagamentos. Segundo a autora, a população que outrora deixou estas mesmas áreas devido à insalubridade, retorna pela falta de moradia nas áreas mais altas e salubres da cidade.

A ocupação rumo a leste da cidade (figura 53) se deu quando o sítio urbano extrapolou o rio Poti motivado pelos serviços públicos instalados, tais como a ponte Juscelino Kubitschek, o Campus da Universidade Federal do Piauí, o Jôquei Clube e o Centro Social de Nossa Senhora de Fátima, da Arquidiocese de Teresina (TERESINA, 2002c).

Figura 53: Zona leste de Teresina e os seus respectivos bairros.



FONTE: Elaborado por CHAVES (2015) e organizado por ALMEIDA, 2015.

Essa zona é caracterizada por ser a “área nobre” da cidade, pois abriga a população de alto poder aquisitivo de Teresina, que ocupou ao longo dos anos os terrenos mais regulares do planalto. Contudo, nos últimos anos também passou a abrigar população de baixa renda, que vem ocupando áreas de riscos presentes, tais

como as encostas íngremes, áreas de lagoas e os fundos dos vales dos riachos, o que compromete, sobremaneira, tal população. Vale comentar que essas áreas foram ocupadas principalmente através de invasões de grandes terrenos e terras devolutas. O bairro Satélite (figura 54), localizado na zona leste, abriga uma população de baixa renda, onde 82% da população contam com uma renda mensal de até um salário mínimo e apenas 14% dos domicílios ocupados possuem esgotamento sanitário, contrastando com as características de “área nobre” da cidade (TERESINA, 2015a).

Figura 54: Bairro Satélite, localizado na zona leste da cidade.



FONTE: TERESINA, 2015a.

Pertence a essa área também os dois maiores empreendimentos de alto padrão da capital, os shoppings centers (figuras 55 e 56). Ambos foram construídos em locais de lagoas ciliares que foram aterradas e que padecem com problemas de drenagem quando há ocorrência de precipitações de grande intensidade.

Figura 55: Riverside Shopping.



FONTE: TERESINA DIÁRIO, 2013

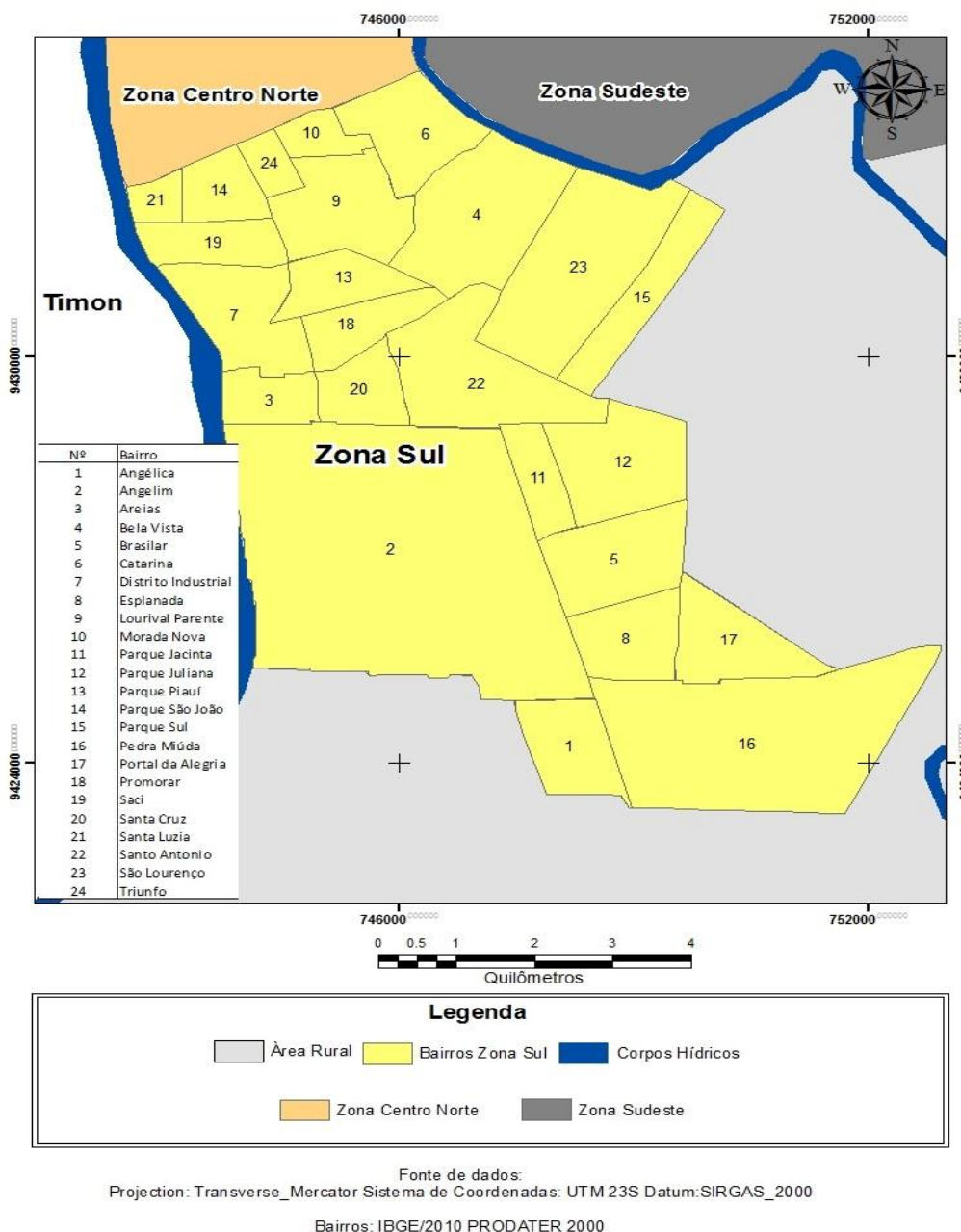
Figura 56: Teresina Shopping.



FONTE: TURISMOMT, 2012.

A zona sul da cidade (figura 56) foi ocupada principalmente ao longo das principais vias de tráfego construídas ao longo dos anos, seguindo as áreas mais elevadas do planalto, como as avenidas Miguel Rosa (figura 58) e Barão de Gurguéia (figura 59). O prolongamento da avenida Miguel Rosa, mais ao sul, acompanhou os diversos divisores de afluentes dos rios Parnaíba e Poti, nos topos dos baixos planaltos, até ligar-se à BR-343, que liga o estado do Piauí aos estados do Ceará e Pernambuco (TERESINA, 2002c).

Figura 57: Zona sul de Teresina e os seus respectivos bairros.



FONTE: Elaborado por CHAVES (2015) e organizado por ALMEIDA, 2015.

Assim como nas demais zonas, as lagoas e os riachos que existiam na zona sul na época do surgimento de Teresina foram sendo aterrados, como, por exemplo, a lagoa que existia onde hoje está localizada a Praça da Costa e Silva e o riacho que seguia pela atual Avenida José dos Santos e Silva (LIMA, 2002). Tais práticas resultaram numa série de transtornos à população atualmente, principalmente no tocante à drenagem das águas pluviais e os consequentes alagamentos.

Figura 58: Avenida Miguel Rosa, liga as zonas norte e sul de Teresina e foi um dos primeiros vetores de expansão rumo à zona sul da cidade.



FONTE: REIS, 2015.

Figura 59: Avenida Barão de Gurguéia, liga as zonas centro e sul de Teresina e também foi um dos primeiros vetores da expansão rumo à zona sul da cidade.



FONTE: UCHÔA, 2015.

Destaca-se também na zona sul a extração desordenada de materiais minerais para construção, como massará, seixo, areia e argila. Tal atividade vem provocando altos índices de degradação do ambiente, uma vez que após a retirada do material, formam-se grandes áreas desmatadas com barreiras de inclinação acentuada (figura 60), promovendo desabamentos e grande aporte de sedimentos nos rios Parnaíba e Poti, que causam desvios nos seus cursos e aumento dos bancos de areia nos seus leitos (SALES, 2003; TERESINA, 2002c).

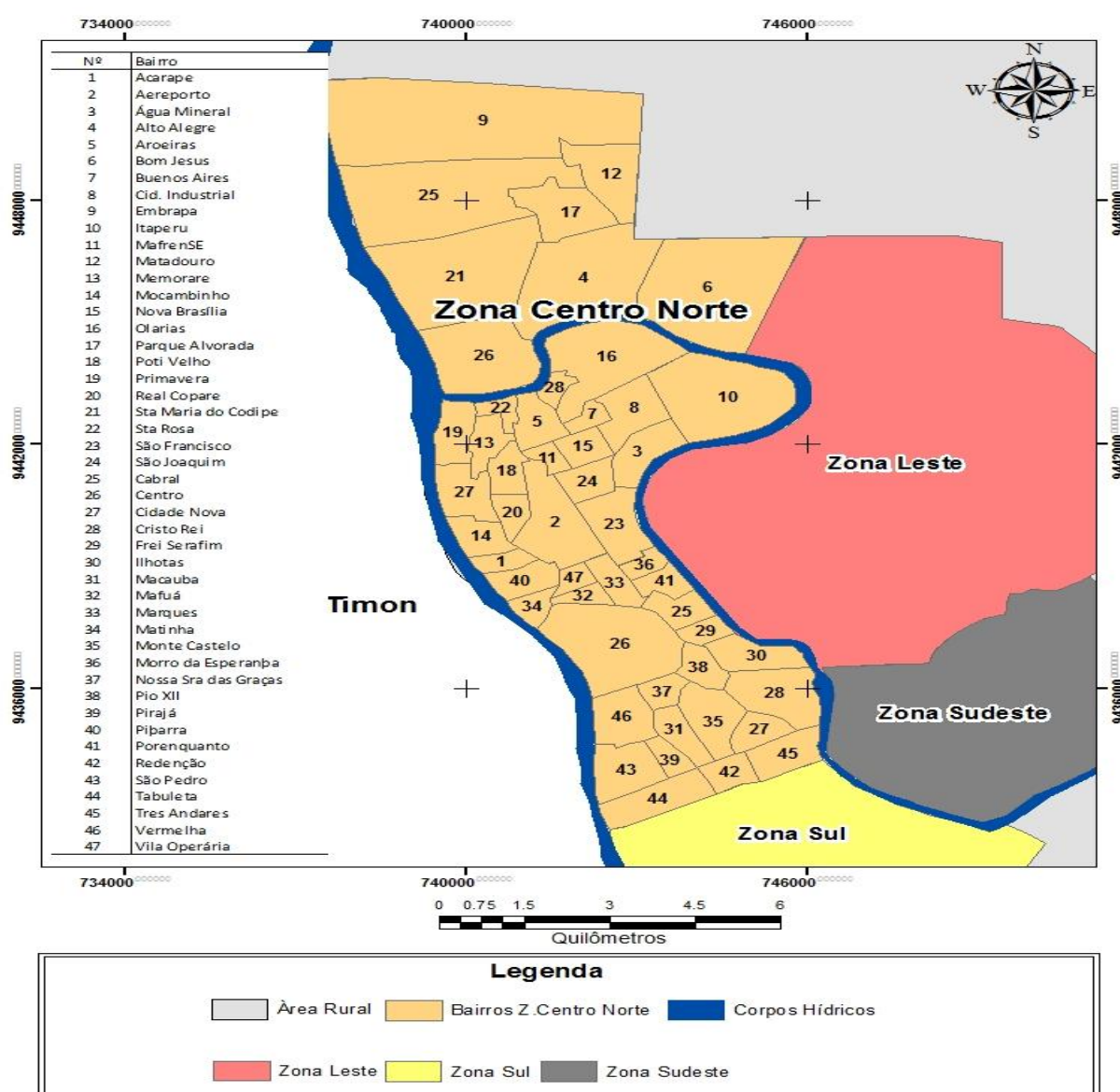
Figura 60: Intensa atividade de extração de massará em área de inclinação acentuada, no bairro Bela Vista, zona sul de Teresina.



FONTE: VIEIRA e VIANA, 2012.

A ocupação da zona norte da cidade (figura 61), local do primeiro embrião urbano da capital, se desenvolveu principalmente depois da instalação do aeroporto e dos diversos conjuntos habitacionais patrocinados pelo poder público. É uma área que passou a ser habitada por uma população de menor poder aquisitivo por se tratar de uma zona de ambiente frágil, com uma extensa área de largos terraços fluviais e muitas lagoas plúvio-fluviais, que padece com problemas constantes de falta de saneamento e da convivência periódica com as inundações.

Figura 61: Zona centro norte de Teresina e seus respectivos bairros.



FONTE: Elaborado por CHAVES (2015) e organizado por ALMEIDA, 2015.

Ademais, é uma zona marcada pela prática da extração de minerais e materiais de construção, uma vez que se trata de uma região em que a principal fonte de renda das famílias é a venda de produtos de cerâmicas (figura 62). Entretanto, é uma atividade praticada sem nenhuma orientação técnica, muitas vezes realizada de forma manual (figura 63), promovendo ainda mais a degradação do ambiente (TERESINA, 2002c).

Figura 62: Pólo Cerâmico de Teresina, onde são vendidos os artefatos de argila confeccionados pelos moradores dos bairros Poti Velho e Olarias, zona norte de Teresina.



FONTE: SANTOS, 2011.

Figura 63: Extração de argila realizada de modo manual, no bairro Olarias, zona norte de Teresina.



FONTE: TERESINA DIÁRIO, 2013.

Lima (2002) afirma que, por ser uma área de terraços fluviais e muitas lagoas, o governo incentivou a retirada da antiga população da zona norte ainda no final do século XIX, para escapar das constantes cheias. Contudo, muitas décadas depois, o próprio poder público passou a incentivar a ocupação dessa área oferecendo diversos serviços e conjuntos habitacionais. Atualmente, a zona norte é a que mais apresenta problemas quanto à degradação do seu ambiente, principalmente no que tange às cheias dos rios.

A zona central é caracterizada, desde o surgimento da cidade, pela maior concentração de serviços das mais diversas naturezas, como o comércio, o polo de saúde, além de diversos órgãos governamentais. Tais características demandaram a implantação da infraestrutura no local ao longo do tempo, privilegiando o centro com a implantação das primeiras obras de saneamento na cidade.

Diante do exposto, percebe-se que os bairros que foram surgindo em Teresina, pelo seu rápido crescimento, ocuparam, indiscriminadamente, locais de lagoas

ciliares, encostas e vales dos riachos, acarretando uma série de transtornos à população. Problemas quanto à drenagem pluvial, erosões, desmatamento, deslizamento de encostas, assoreamento dos rios, inundações e alagamentos são os mais comumente enfrentados. (TERESINA, 2010).

Em 2002, a Prefeitura Municipal de Teresina apresentou seu Plano Diretor, apontando a necessidade de atenuar a demanda da zona central da cidade, uma vez que ela está saturada e não suporta mais acréscimos de suas funções. O referido plano indicou como prioridade a ocupação das zonas leste e sudeste da capital, para, com isso, restringir, o máximo possível, as funções urbanas dos espaços entre os rios. Essas áreas foram apontadas como possíveis vetores de crescimento habitacional devido às restrições apresentadas pelas demais zonas da cidade. A zona norte apresenta restrições quanto à presença de lagoas e áreas alagadiças e a zona sul por ser uma área de topografia acidentada e de proteção do manancial de abastecimento d'água da cidade (TERESINA, 2010).

Contudo, o poder municipal não tem cumprido com as intervenções em infraestrutura necessárias nas zonas leste e sudeste da cidade e nem nas demais, fato que se percebe pela insuficiência nas coberturas de esgotamento sanitário e, principalmente, drenagem urbana.

A deficiência quanto ao esgotamento sanitário rendeu a Teresina, segundo o Instituto Trata Brasil, o 8º lugar no ranking dos piores municípios em relação ao índice de coleta de esgoto, em 2013. Essa posição reflete a pequena parcela da população atendida pelo sistema de esgotamento sanitário na capital. Segundo informações emitidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2010, a rede coletora tinha uma extensão de 410 km e atendia a 15,2% da população, excetuando a área rural que não tem coleta. Os dados do SNIS referentes a 2011 revelam uma situação parecida, cujo índice de atendimento à população total em Teresina, subiu para 17% (TERESINA, 2013b).

Desse modo, como 83% da população total da capital não conta com esgotamento sanitário, principalmente nas periferias e nas áreas onde a privação econômica é aguda, é bastante comum o esgotamento a céu aberto (figura 64) ou o lançamento dos efluentes líquidos *in natura* nos diversos corpos hídricos da cidade (figura 65), comprometendo a qualidade da água dos mesmos e promovendo a disseminação de doenças por veiculação hídrica.

Figura 64: Esgoto a céu aberto localizado no bairro Nova Brasília, zona norte de Teresina, resultante de uma galeria inacabada presente no local.



FONTE: LUSTOSA FILHO, 2013.

Figura 65: Efluentes líquidos sendo lançados sem tratamento na lagoa localizada no bairro Nova Brasília, zona norte de Teresina.



FONTE: PORTAL, G1 PIAUÍ, 2013.

É mister salientar que a maioria dos problemas socioambientais de Teresina estão atrelados à pluviosidade. As erosões, alagamentos, inundações, deslizamentos de encostas são bastante comuns durante o período chuvoso. Pode-se afirmar que os processos erosivos localizados ocorrem em duas circunstâncias: quando são registrados o colapso de estruturas de drenagem e a consequente instabilidade de taludes ou quando inexiste a própria estrutura de drenagem. Em diversas regiões da cidade já foram registradas ocasiões de intensa erosão devido a esses fatores.

As figuras 66 e 67 expressam situações em que foram registradas intensas erosões devido ao colapso da estrutura de drenagem, após uma precipitação durante o período chuvoso, em um determinado ponto do bairro Afonso Gil, localizado na zona sul de Teresina. A erosão da galeria local resultou no desabamento de uma casa e colocou em risco as demais casas do seu redor. Vale ressaltar que tal localidade é fruto de invasão em terreno inadequado para ocupação, portanto, considerada como área de risco pela Defesa Civil de Teresina.

Figura 66: Erosão da galeria localizada no Parque Afonso Gil, zona sul de Teresina, após intensa precipitação.



FONTE: COSTA, 2014.

Figura 67: Casa que desabou com a intensa erosão da galeria localizada no Parque Afonso Gil, zona sul de Teresina, após intensa precipitação.



FONTE: COSTA, 2014.

Outros episódios semelhantes e que tiveram grande destaque ocorreram nas zonas sudeste e sul da capital. No bairro Comprida, localizado na região do Grande Dirceu, zona sudeste, a galeria que tem como função escoar as águas pluviais e do esgoto domiciliar de pelo menos sete comunidades até o rio Poti cedeu após intensa precipitação, derrubando um poste de energia elétrica, invadindo parte de duas ruas e os quintais de algumas residências (figura 68). Segundo os moradores, esta situação é recorrente a cada período chuvoso e as pequenas alterações feitas no local pela prefeitura não são eficientes para solucionar o problema e põem em risco, a cada ano, um número maior de pessoas (RODRIGUES, 2014)

Já na zona sul da capital, no bairro Três Andares, o colapso de um bueiro provocou transtornos maiores, inclusive a total interrupção do tráfego de uma importante via do bairro, posto que o asfalto da referida via cedeu, conforme ilustra a figura 69 (TERESINA, 2010).

Figura 68: Erosão provocada pelo colapso da galeria localizada no bairro Comprida, zona sudeste de Teresina após um evento de precipitação intensa, que engoliu um poste, parte de ruas e quintais de algumas residências.



FONTE: RODRIGUES, 2014

Figura 69: Bueiro rompido após intensa precipitação, localizado na rua Celso Pinheiro, bairro Três Andares, zona sul de Teresina.



FONTE: TERESINA, 2010

No caso de vias não pavimentadas, a ausência de estruturas de drenagem também pode promover o desencadeamento de processos erosivos. Um exemplo dessa situação ocorreu na avenida principal do loteamento Hugo Prado, zona sul de Teresina. Nesse caso, a ausência do sistema de drenagem ocasionou a formação de sulcos nas bordas da via e, em função da sua inclinação, propiciou o aumento da velocidade de escoamento (figuras 70 e 71), carreando os sedimentos para os cursos d'água mais próximos, contribuindo, dessa forma, para o assoreamento dos rios Parnaíba e Poti, problema comum presente na área urbana da capital (TERESINA, 2010).

Figura 70: Avenida principal do loteamento Hugo Prado, sem pavimento. O solo exposto é erodido pelo escoamento superficial, provocando a abertura de sulcos.



FONTE: TERESINA 2010

Figura 71: Avenida principal do loteamento Hugo Prado, sem pavimento. O solo exposto é erodido pelo escoamento superficial, provocando a abertura de sulcos.



FONTE: TERESINA 2010

Nos itens que se seguem serão discutidos os desastres mais recorrentes em Teresina, partindo da sua discriminação, localização de suas ocorrências e perfil da população mais afetada.

5.2 Desastres recorrentes em Teresina: inundações, deslizamentos e alagamentos

O Ministério da Integração Nacional e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), dando continuidade ao processo de análise de risco a deslizamentos e inundações em desenvolvimento em municípios recorrentes atingidos por esses desastres, apontaram que Teresina tem sofrido com a ocorrência constante de inundação, solapamento e deslizamento durante episódios de intensas precipitações.

Os dados preliminares da CPRM, resultante da pesquisa intitulada “Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes”, constataram que existem em Teresina 38 setores de risco, os quais abrigam um total de 5.995 edificações (BRASIL, 2012d).

Os 38 setores indicados pelo Serviço Geológico, a partir das análises promovidas pela empresa especializada e contratada pelo Ministério da Integração

Nacional desdobraram-se em 430 subsetores que abrangem 2,86 km² e abrigam, no total, 6.376 edificações e uma população de aproximadamente 28 mil habitantes. Ficaram a cargo da Empresa Pangea os estudos dos setores de riscos, o levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres naturais, a elaboração de mapas de vulnerabilidade e apresentação de propostas de intervenção para prevenção de desastres (BRASIL, 2014). Vale comentar que o aumento registrado tanto no número de setores quanto no de edificações em risco apontados pelo Ministério da Integração Nacional, em comparação aos dados da CPRM, se deve ao fato de que no primeiro foram considerados o entorno das áreas em um raio de 3 km.

Segundo a Pangea, dos 38 setores de riscos a desastres apontados em Teresina, em 32 predominam a ocorrência de inundações, em cinco deslizamentos e, em outro, inundação e solapamento de margens dos cursos d'água. Desses, 22 setores estão concentrados na zona centro/norte; oito na zona leste e quatro nas zonas sul e sudeste de Teresina. A tabela cinco a seguir demonstra a quantidade de setores, subsetores, edificações e pessoas localizadas em áreas de risco.

Tabela 5: Tipos de desastres recorrentes em Teresina e quantidade de edificações e pessoas em áreas de risco.

Tipo de desastres	Quantidade de setores em risco	Subsetores em riscos	Quantidade de edificações	Quantidade de pessoas *
Inundação	32	363	5.176	22.924,2
Deslizamento	5	40	885	3.542,8
Inundação e solapamento	1	27	315	1.277,40
TOTAL	38	430	6.376	27.744,40

* De acordo com a metodologia utilizada para fins de levantamento dos dados, considerou-se que onde não foi possível obter o número de moradores, por meio de entrevistas, foi registrado o número de 4,2 pessoas por residência.

FONTE: BRASIL, 2014.

Depreende-se da tabela 5 que as inundações são, de longe, o desastre que mais abrange setores em risco em Teresina e, conseqüentemente, afetam o maior número de edificações e pessoas. De fato, as inundações, como já foi mencionado, são um tipo de desastre que se tornou iminente em alguns pontos da cidade durante o período chuvoso. E a zona norte, também como já foi afirmado, é a que mais padece

com a materialização do risco, uma vez que 57% dos setores apontados pelo Serviço Geológico do Brasil estão concentrados nela. Ao todo, dos 40 bairros que compõem a zona centro/norte, 17 apresentam áreas de risco às inundações, segundo a CPRM.

A CPRM apontou como áreas de risco de deslizamento cinco setores, abrangendo dois bairros: Satélite e Vale Quem Tem, ambos localizados na zona leste da cidade. Conforme está expresso na tabela três, 885 edificações e 3.542,8 pessoas estão em áreas que podem sofrer deslizamentos. É válido mencionar que em todos os setores, o Serviço Geológico aponta como medida necessária, em caso de evento extremo de chuva, o monitoramento e a evacuação da área, além da necessidade urgente da implantação de um sistema de drenagem pluvial eficiente e de sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário, uma vez que todas as áreas apontadas como de risco não apresentam sistema de esgotamento sanitário.

Entende-se deslizamento como um processo de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação. São decorrentes da expansão urbana indiscriminada em áreas desfavoráveis, sem o adequado planejamento do uso do solo e a adoção de técnicas adequadas de estabilização, culminando com a ocorrência de acidentes que muitas vezes assumem dimensões de tragédias. A água da chuva é um elemento desencadeador de deslizamentos, posto que, em conjunto com a ação gravitacional, a saturação do solo promove a diminuição ou perda total do atrito entre as partículas, responsável pela estabilidade do terreno, contribuindo para a movimentação do solo encosta abaixo (TOMINAGA, 2009).

Fazendo um comparativo dos dados dos bairros que apresentam riscos de deslizamentos, constata-se que o bairro Satélite é o que concentra a maior quantidade de edificações e pessoas em risco, conforme pode ser visto no quadro dois. O Satélite é um bairro com uma população de mais de onze mil habitantes, dos quais 40%, segundo dados da PMT, não apresentam rendimento mensal fixo. O loteamento Cidade Leste, localizado no bairro Vale Quem Tem, constitui área de expansão da cidade, contudo, já é o sexto maior bairro, contando com uma população de mais de 20 mil habitantes. Tal qual o Satélite, concentra uma população de baixo poder aquisitivo, onde 72% dos habitantes recebem apenas um salário mínimo como rendimento mensal e apenas 8% dos seus domicílios apresentam rede de esgotamento sanitário (TERESINA, 2015a; 2015b) Desse modo, a materialização de

um desastre em bairros com características de privações econômicas e de infraestrutura tende a dificultar ainda mais a situação dos afetados.

Quadro 2: Setores de riscos a deslizamentos em Teresina e quantidade de imóveis e pessoas em risco, segundo a CPRM.

Bairro/Setores de risco	Descrição do risco	Quantidade de imóveis em risco	Quantidade de pessoas em risco	Agravantes
Satélite (Três setores)	Encosta íngreme com ocupação em corte/aterro sobre solo residual e coluvionar, com presença de blocos esparsos. Área sujeita à escorregamento planar de solo e rolamento de solos.	288	1152	Ocorrência de pequeno rompimento de aterro na porção sul do setor. Indícios de movimentação relacionados a árvores inclinadas. Risco alto de ocorrência do desastre. Lançamento de esgoto a céu aberto. Risco alto de ocorrência do desastre.
Cidade Leste (Dois setores)	Encosta íngreme com ocupação em corte/aterro sobre solo residual e coluvionar, com presença de blocos esparsos. Sujeito a escorregamento planar solo/solo.	200	800	Risco alto de ocorrência do desastre e lançamento de esgoto a céu aberto.

FONTE: BRASIL, 2012d.

Contrastando com as informações da CPRM, a Concremat Engenharia, empresa responsável por fazer o levantamento de dados para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, informou que não foram encontrados pontos que apresentam indícios de possíveis deslizamentos dentro da região urbana de Teresina. Segundo a Concremat, o fato de não se encontrar pontos de deslizamento na área urbana de Teresina se deve ao fato de que a topografia apresentada pela região, é, em geral, muito baixa. No entanto, em episódios de eventos extremos de pluviosidade podem ocorrer colapsos nas estruturas de drenagem, gerando processos erosivos localizados e a consequente instabilidade dos taludes (TERESINA, 2010). No bairro Satélite, há dois anos, cerca de dez casas, construídas em terrenos de grande declividade, na Rua Lions, tiveram que ser

evacuadas devido ao iminente risco de deslizamento, conforme figuras 72 e 73. (PORTELA, 2012).

Figura 72: Rua Lions, localizada no bairro Satélite e construída em terreno íngreme que apresenta risco de deslizamento durante precipitação intensa.



Fonte: PORTELA, 2012.

Figura 73: Casas construídas em terreno íngreme na rua Lions, bairro Satélite, zona leste de Teresina e sujeitas a deslizamentos durante precipitação intensa. .



Fonte: PORTELA, 2012.

Episódios de deslizamentos também foram registrados no bairro Parque Rodoviário, localizado na zona sul da capital. Parte de uma casa desabou após o deslizamento de terras nas ruas cinco e seis durante uma intensa precipitação, atingindo outros imóveis que se encontravam na parte de baixo do barranco (figuras 74 e 75). De acordo com os moradores, a ausência de saneamento no local pode ter contribuído para a tragédia. Após este incidente, várias casas apresentaram rachaduras e quatro famílias tiveram que ser retiradas das suas moradias por estarem em risco. Foram destacadas também pelos moradores as várias promessas, não cumpridas por parte do poder público, para a construção de obras que evitariam o deslizamento (OLIVEIRA, 2014).

Figura 74: Casa atingida pelo deslizamento de terra, no bairro Parque Rodoviário, zona sul de Teresina.



Fonte: PORTAL, G1 PIAUÍ, 2014.

Figura 75: Terreno que desabou no bairro Parque Rodoviário, zona sul de Teresina, culminando com a queda do muro e atingindo as casas vizinhas.



Fonte: PORTAL G1 PIAUÍ, 2014

Os alagamentos são outro problema bastante comum em Teresina na época chuvosa e promovem muitos transtornos à população. Embora não representem tanto perigo, quando comparados aos deslizamentos e inundações, os alagamentos são responsáveis por inúmeros prejuízos nas suas áreas de ocorrência, principalmente no que tange à infraestrutura. Todas as zonas da cidade padecem com alagamentos durante ou após intensa precipitação.

Conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2007), os alagamentos constituem acúmulos momentâneos de águas em determinados locais gerados por deficiência no sistema de drenagem. O termo drenagem é dado ao sistema natural ou artificial condutor de água pluvial ou subterrânea para fora de uma determinada área. De fato, as bacias hidrográficas se comportam com um condutor da água pluvial por depressões naturais do terreno. Entretanto, o homem e a urbanização interferem sobre esse sistema através do desmatamento, impermeabilização do solo, formação de canais artificiais, construção de reservatórios, dentre outras práticas que implicam uma dinâmica diferente das águas pluviais em relação à situação original, exigindo a construção de sistemas condutores de águas pluviais (ZUFFO, 2007), cuja eficiência será determinante para a ocorrência ou não dos alagamentos.

O sistema de drenagem em Teresina tem se mostrado bastante deficiente, gerando constantes alagamentos, e os investimentos do poder público estão aquém das necessidades de um sistema de coleta e transporte eficiente de águas pluviais. Segundo a Concremat Engenharia, o poder público, mesmo com a expansão da cidade e o crescimento populacional, não apresentou um planejamento estratégico

para evitar a ocupação desordenada dos vales e apenas manteve o sistema de drenagem já existente. Suas ações se restringiram à adoção de medidas paliativas emergenciais onde ocorreram acidentes, como colapsos de galerias ou outros problemas do gênero (TERESINA, 2010).

Características semelhantes acerca do sistema de drenagem também foram apontadas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Teresina (2013b) elaborado pela PMT, indicando que os problemas de escoamento das águas pluviais da cidade são decorrentes das deficiências das estruturas físicas da macrodrenagem, da falta de planejamento quanto ao uso e ocupação do solo, da topografia predominantemente plana da área urbanizada e da disposição irregular dos resíduos sólidos. Contudo, o elemento mais contundente apontado para os problemas de drenagem das águas pluviais em Teresina foi a ocupação das áreas mais próximas aos canais de drenagem natural – rios Parnaíba e Poti e os seus afluentes (pequenos córregos, riachos e lagoas).

De fato, o incipiente sistema de drenagem de Teresina sofre influência direta do nível das águas nas calhas dos rios Parnaíba e Poti. A retenção das águas promovidas pelos rios tem potencializado as inundações dos leitos maiores ou dos locais onde as lagoas marginais foram aterradas (TERESINA, 2010). Com o surgimento de diversos loteamentos e conjuntos habitacionais nas franjas urbanas de Teresina, os alagamentos foram se tornando comuns nessas áreas. O desprezo quanto à topografia local e a inadequação do sistema de drenagem existente às novas obras implantadas sobre o sistema já construído, tendem a agravar o problema dos alagamentos nesses locais. Um exemplo disso ocorreu no Residencial Sigefredo Pachêco, localizado na zona leste de Teresina, conforme pode ser visto na figura 76. O residencial é novo e faz parte do programa de habitação Minha Casa Minha Vida, porém, em dias de precipitação, devido à ausência de um sistema de drenagem, as águas pluviais escoam pelas ruas do loteamento e penetram nas residências, promovendo uma série de prejuízos aos moradores (CARVALHO, 2015).

Figura 76: Alagamento de grandes proporções em uma das ruas do loteamento Sigefredo Pachêco, zona leste de Teresina, após intensa precipitação.



Fonte: CARVALHO, 2015

É válido salientar que os alagamentos e problemas de drenagem em Teresina não ocorrem somente em áreas de moradias populares ou localizadas nas proximidades dos cursos d'água. Em bairros recém-verticalizados, em subúrbios distantes do centro, onde surgem a cada dia novos loteamentos, em conjuntos habitacionais ou condomínios fechados de alto status, independentemente da condição social da população, os alagamentos podem ocorrer. Prova disso são os constantes alagamentos que acontecem na zona leste de Teresina (figura 77), em dias de precipitação intensa ou não. Considerada a área nobre da cidade, que abriga a população economicamente privilegiada e um comércio em expansão, ela padece com a ausência de redes coletoras das águas pluviais, provocando transtornos ao tráfego de veículos e pessoas. De acordo com a Defesa Civil Municipal, a zona que mais apresenta problemas quanto ao acúmulo de águas pluviais em função da precariedade do seu sistema de drenagem é a leste.

Figura 77: Avenida Homero Castelo Branco, uma das principais vias de acesso da zona leste de Teresina, alagada após intensa precipitação.



FONTE: TERESINA, 2010.

Na figura 78 pode ser visualizada parte do bairro Porenquanto, zona norte de Teresina, alagado durante o período chuvoso do ano de 2009. O local onde essa parte do bairro foi construída outrora era uma lagoa e o canal construído para escoar as águas pluviais não o faz a contento. Sabe-se que as lagoas são responsáveis pelo armazenamento temporário dos volumes pluviais escoados durante os eventos de precipitação.

Figura 78: Alagamento em uma das ruas do bairro Porenquanto, zona norte de Teresina, após um evento de precipitação



FONTE: TERESINA, 2010.

Outro problema bastante comum durante o período chuvoso em Teresina é o refluxo das águas oriundas do esgotamento pluvial lançado em alguns pontos do rio Poti. Com o aumento do nível do rio, durante as cheias, o sistema pluvial fica represado e ocasiona o refluxo de volta para a área urbana, causando o acúmulo momentâneo de água em vários pontos da cidade e uma série de transtornos. As figuras 79 e 80, a seguir, demonstram a referida situação em uma das principais avenidas da zona leste da cidade.

Figura 79: Refluxo de água da drenagem pluvial na Avenida Raul Lopes.



FONTE: TERESINA, 2010.

Figura 80: Refluxo de água da drenagem pluvial na Avenida Raul Lopes.



FONTE: TERESINA, 2010.

Devido ao agravamento dos alagamentos em Teresina, o poder público municipal tem realizado pequenas intervenções, além de elaborar o Plano Municipal de Drenagem Urbana. Obras na zona leste da cidade já estão em execução, como a construção do Sistema Integrado de Drenagem, que consiste na interligação de galerias para solucionar o problema dos alagamentos na região. Ademais, a Avenida Nossa Senhora de Fátima, uma das principais vias de acesso da referida zona e das mais atingidas pelos alagamentos está passando no momento por um processo de rebaixamento para facilitar o escoamento das águas pluviais.

5.3 As inundações em Teresina

Como já foi afirmado anteriormente, Teresina convive com inundações antes mesmo do seu surgimento como cidade. Os primeiros habitantes da capital, instalados

nos arredores da confluência dos dois rios, na Vila do Poti, zona norte da cidade, já padeciam com os transtornos resultantes das cheias dos rios. Pereira da Costa ao discorrer sobre a forma como nasceu Teresina, afirma que:

Mal situada a Vila do Poti em lugar insalubre e sujeita a inundação, nos invernos rigorosos anteriores a 1842 as águas do rio aumentaram seu volume, espalhando-se em torno da vila, deixaram-na completamente ilhada e, na velocidade da sua baixa, arrastaram consigo parte de suas casas, inutilizaram sua lavoura e causaram mil danos (...) (CHAVES, 1998, p. 163).

Coutinho (2014) corrobora as informações apontadas por Chaves (1998) ao afirmar que no ano de 1842 foi registrada uma das maiores inundações ocorridas na Vila do Poti, época anterior ao surgimento da cidade de Teresina. O autor, ao fazer um levantamento histórico das inundações em Teresina e as suas consequências, relata que, após aquele ano, os eventos de inundação que mais promoveram prejuízos à capital, em tempos remotos, ocorreram em 1924 e 1926. Em ambos o rio Parnaíba teve suas águas extravasadas, chegando a atingir os prédios públicos e o comércio localizados às suas margens. Ainda segundo Coutinho (2014), a inundação de 1926 foi a mais catastrófica, tendo as águas do rio Parnaíba atingido as Avenidas José dos Santos e Silva e Barroso, localizadas no centro da cidade. Nessa época, muitas casas foram destruídas e parte do comércio ficou alagada, uma vez que grande parte das residências e do comércio se aglutinavam nas proximidades do rio Parnaíba, conforme pode ser visto nas figuras 81 e 82 a seguir.

Figura 81: Inundação de 1926. As águas do rio Parnaíba atingiram a antiga Companhia de Fiação e Tecidos localizada às margens do rio Parnaíba. Atualmente o local é uma das grandes filiais pertencente ao Grupo Armazém Paraíba, localizada na Avenida Maranhão.



FONTE: COUTINHO, 2014

Figura 82: Trecho da rua Senador Teodoro Pacheco, zona central da cidade, inundada durante a cheia do rio Parnaíba no ano de 1926.



FONTE: COUTINHO, 2014.

Indubitavelmente, nas últimas três décadas, as inundações dos anos de 1985, 2004, 2008 e 2009 foram as que mais se destacaram, com precipitações oscilando entre 1.500mm e 2.600mm. Nestes anos, os prejuízos acarretados foram volumosos, uma vez que praticamente todas as zonas da cidade foram atingidas (CHAVES, 2009). Em 1985, uma década após a construção do dique de proteção contra as inundações do rio Parnaíba, na zona norte da cidade, Teresina padeceu com uma das mais devastadoras inundações da sua história, a água atingiu a Avenida Maranhão e outras ruas da área central da cidade (figuras 83 e 84). Neste ano houve uma coincidência dos picos de vazão dos rios Poti e Parnaíba, provocando o transbordamento do rio Poti, numa posição não protegida pelo dique, inundando dezenas de bairros da capital. Os picos de vazão dos rios decorreram das intensas precipitações, com total anual de 2.568,5mm, um dos mais altos da história de Teresina. O poder público agiu retirando a população das áreas atingidas e alocando-as num loteamento mais ao norte, distante da ação dos rios, originando assim um dos bairros mais populosos de Teresina, o Santa Maria da Codipi.

Figura 83: Avenida Maranhão, zona central da cidade, inundada com o transbordamento do rio Parnaíba em 1985.



FONTE: COUTINHO, 2014.

Figura 84: Avenida Maranhão, zona central da cidade, inundada com o transbordamento do rio Parnaíba em 1985.



FONTE: COUTINHO, 2014.

Em tempos recentes, as inundações ocorridas nos anos de 2004, 2008 e 2009 podem ser consideradas como as que mais castigaram os teresinenses. Nestes anos, a ação da ZCIT foi bastante intensa no hemisfério sul, fez as precipitações se estenderem até o mês de maio em Teresina e culminarem com índices pluviométricos acima da média anual, que é de 1.335mm. Em 2004, 2008 e 2009, as chuvas foram

de 1.646,2mm, 1.714,9mm e 2.028 mm, respectivamente, conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) 0 0 1 499.2 790.86.03201(M)3(e)-3(tAbIII)blls

Figura 85: Evento ocorrido em 2004 em Teresina, resultante do transbordamento do rio Parnaíba, culminando com a inundação de diversos bairros da capital, em especial, da zona norte.



FONTE: TERESINA, 2006.

Nos eventos ocorridos em 2008, o rio Poti foi o responsável pelas inundações em diversos pontos da cidade. O mesmo atingiu a sua segunda maior vazão da década, seu nível se elevou a quase 14m, ocupando o leito maior e inundando as áreas ocupadas pela população ribeirinha. Nesse ano foram desabrigadas cerca de 3.500 pessoas e um número considerável de famílias foram removidas das áreas de risco das zonas norte (265), sul (126), leste (29), sudeste (123) e zona rural (116). Parte dos desabrigados e desalojados foram amparados pelo programa assistencialista da prefeitura denominado Família Acolhedora ou foram abrigados em ginásios, escolas e igrejas espalhados pela cidade. Desse modo, por conta desses fatores, foi decretado estado de calamidade pública pelo poder municipal (BARBOSA, 2008; COELHO, 2008). As figuras 86 e 87 demonstram a situação de dois bairros da zona norte de Teresina que sofreram as inundações resultantes do transbordo do rio Poti. As precipitações acima da média histórica ocorridas em Teresina em 2008, de acordo com o Boletim de Informações Climáticas do CPTEC/INPE (2008), estão associadas principalmente à ação da ZCIT e à formação de cavados em médios e altos níveis.

Figura 86: Família sendo removida da Vila Mocambinho, zona norte de Teresina, considerada como uma das áreas de risco de inundação da capital.



FONTE: CHEIA DOS RIOS..., 2008.

Figura 87: Parte do bairro Primavera inundado devido ao transbordamento das águas do rio Poti.



FONTE: CHAVES, 2008(Arquivo Pessoal).

A pluviosidade anual registrada em 2009 foi a maior dos últimos 25 anos, ficando aquém apenas da de 1985. As intensas precipitações provocaram o aumento do nível das águas dos rios Parnaíba e Poti, promovendo graves episódios de inundações nas diversas zonas da cidade. Em maio desse ano, o rio Parnaíba quase quadruplicou a sua vazão ($1.921 \text{ m}^3/\text{s}$), quando comparada à vazão média ao longo do ano ($577 \text{ m}^3/\text{s}$), subindo seu nível a mais de 6m, segundo a Companhia Hidroelétrica do Vale do São Francisco (CHESF). Chuvas intensas ocorridas a montante fez a Barragem de Boa Esperança atingir quase o seu volume total útil (99,3%), levando a CHESF a autorizar a abertura das suas comportas, contribuindo para o aumento do nível do rio Parnaíba, atingindo a população ribeirinha.

O rio Poti, de acordo com dados da CHESF, apresentou em maio de 2009 uma vazão de $3.658 \text{ m}^3/\text{s}$ e uma cota máxima de 14,52m. De acordo com estudos feitos pela CHESF, espera-se que o valor referente a essa vazão seja igualado ou superado apenas uma vez em um intervalo de 50 anos. Esta vazão é considerada a maior das últimas quatro décadas, superando, inclusive, a registrada em 1985 ($3.210 \text{ m}^3/\text{s}$), em função das fortes chuvas caídas na nascente do Poti no estado do Ceará (SEMAR s/a).

As figuras 88, 89, 90, 91, 92 e 93 demonstram a situação de alguns bairros da cidade nos meses de abril e maio de 2009. Informações da Defesa Civil confirmam que 14.397 famílias foram atingidas pelas inundações, das quais 4.000 ficaram desabrigadas e 10.000 desalojadas.

Figura 88: Casas construídas nas margens do rio Poti, zona norte de Teresina, bairro Primavera.



FONTE: TERESINA VIVE O CAOS..., 2009.

Figura 89: Entrada do Riverside Shopping, zona leste de Teresina

FONTE: SILVA, 2011.

Figura Bairro São João, zona leste de Teresina.



FONTE: SILVA, 2011

Figura 91: Encontro entre as avenidas Ipês e Cajuína, interligam as zonas sudeste e leste.



FONTE: POTI GERA CAOS..., 2009.

Figura 92: Bairro Noivos, zona leste de Teresina.



FONTE: TERESINA VIVE O CAOS...,

Figura 93: Proximidades do bairro Tancredo Neves, zona sudeste de Teresina.



FONTE: POTI GERA CAOS..., 2009

De acordo com estudos solicitados pela Prefeitura de Teresina, a ocorrência das inundações está ligada ao assoreamento dos rios na capital, principalmente em alguns pontos do rio Poti, sobretudo onde o escoamento das águas do rio se dá em menor velocidade, como nos seus meandros, e na confluência do Poti com o Parnaíba, onde o material depositado barra as águas do Poti. A partir da figura 94 pode-se perceber a formação arenosa no leito do rio Parnaíba que funciona como uma espécie de barragem natural das águas do Poti, durante a cheia.

Figura 94: Encontro dos rios Parnaíba e Poti e a formação arenosa dentro do leito do rio Parnaíba.



FONTE: OLIVEIRA e NANAIA, 2014.

CAPÍTULO 6

A VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES EM TERESINA

6.1 Vulnerabilidade: notas introdutórias e conceituais

Mendonça (2010) afirma que o século XX foi o “século da urbanização”, enquanto o século XXI será o “século da cidade”. Tal afirmação sinaliza para a alta densidade populacional em meio urbano, intensificando fluxos de toda ordem e os problemas inerentes à relação homem e natureza, consubstanciados pela expansão das cidades de modo desordenado, comprometendo a qualidade de vida de boa parte dos seus residentes, principalmente pela ocupação inadequada de áreas de risco de recorrentes desastres.

É irrefutável que as enchentes, inundações, deslizamentos de terra, dentre outros, atinjam as classes menos favorecidas, uma vez que o mercado imobiliário as “empurra” para as áreas desvalorizadas: beira de córregos, encostas de morros, terrenos sujeitos às inundações ou outros tipos de riscos. E é sob essa égide que os estudos de vulnerabilidade se afirmam. Na mensuração dos riscos enfrentados pela população urbana e sua capacidade de resposta ou adaptação diante da ocorrência de um desastre.

Estudos acerca da vulnerabilidade em áreas urbanas vêm sendo, nos últimos anos, valioso instrumento utilizado por diversos estudiosos no sentido de apontar as áreas das cidades em que a população é suscetível a qualquer desastre que comprometa a sua qualidade de vida. Estes enfoques crescem dentro das mais diversas ciências e vêm ganhando importância no seio da gestão urbana, uma vez que podem subsidiar políticas públicas que minimizem os problemas de parcelas significativas dos cidadãos que estão suscetíveis a deslizamentos, inundações, enxurradas, dentre outros desastres.

A despeito da vulnerabilidade Cutter (2011, pag. 59) afirma que:

A ciência da vulnerabilidade consiste na integração multidisciplinar das ciências sociais, das ciências naturais e da engenharia na compreensão das circunstâncias que colocam as populações e os locais em risco devido aos perigos, e dos fatores que aumentam ou reduzem a capacidade de resposta e de recuperação das populações,

dos sistemas físicos ou das infraestruturas em relação a ameaças ambientais.

A autora defende que a vulnerabilidade tem origem no potencial para a perda e procura analisar os fatores que podem influenciar as capacidades locais no que tange à preparação e resposta para a recuperação de um desastre, examinando de forma comparativa os vários padrões daí resultantes, pretendendo, dessa forma, apontar as áreas mais e menos vulneráveis ante a ocorrência de um desastre. Nesse caso, são as vulnerabilidades de pessoas e não dos recursos naturais que serão o centro de atenção (CUTTER, 2011; CUNHA, 2004).

Estudos da vulnerabilidade aos desastres mais recorrentes no Brasil, a saber, inundações e deslizamentos, têm sido utilizados como forma de minimizar os efeitos da sua materialização. Mendonça (2004), afirma que a vulnerabilidade envolve parcelas da sociedade que se encontram expostas a problemas ligados ao ambiente (risco ambiental); à condição de pobreza; à gestão urbana e à forma organizacional da cidade. Ou seja, corresponde à exposição de parte da sociedade à ocorrência de um evento e ao modo de como ela reage diante de sua materialização.

De acordo com a vasta literatura que trata da vulnerabilidade, é consenso que ela apresenta caráter multifacetado, abrangendo diversas dimensões, donde é possível identificar situações de vulnerabilidade dos indivíduos, famílias ou comunidades. Estas dimensões dizem respeito a aspectos ligados tanto às características próprias dos indivíduos ou famílias, como de seus bens e características sociodemográficas. Entretanto, o que se percebe é que, dentre os estudos voltados para este tema, o atributo relativo à capacidade de resposta diante de situações de risco é o eixo central do seu escopo (CUNHA, 2004).

Os primeiros estudos que abordaram a questão da vulnerabilidade envolviam a relação homem e meio e surgiu como conceito subjacente à capacidade de resposta da população diante da materialização dos riscos e perigos. Tal ideia esteve presente nas principais metodologias que tratavam das análises sobre riscos, posto que a capacidade de resposta pode diminuir as possíveis perdas e até salvar vidas (MARANDOLA JÚNIOR e HOGAN, 2005).

De fato, a população apresenta distintas capacidades de absorção dos chamados *natural hazards* (enchentes, deslizamentos, desmoronamentos, furacões, terremotos, etc), e tais capacidades abarcam os seus aspectos naturais, econômicos e sociais, havendo, dessa maneira, um “ajustamento” ou “adaptações” da população

diante da ocorrência do evento. Desse modo, a capacidade de absorção dos eventos está ligada diretamente à ideia de ajustamento, fundamental para que, mesmo sofrendo as perdas, a sociedade, as pessoas e o sistema ambiental sejam capazes de absorver este impacto e se recuperar (MARANDOLA JÚNIOR E HOGAN, 2005).

Deschamps (2004, p.18) assinala que o termo vulnerabilidade está “atrelado às probabilidades de ser afetado negativamente por um fenômeno geográfico e/ou climático. Assim, as zonas, áreas ou populações vulneráveis são aquelas que podem ser atingidas por algum evento geográfico, como terremotos, enchentes, enxurradas e secas”. Portanto, a vulnerabilidade estará presente naquelas áreas que vão estar sempre mais sujeitas ou suscetíveis a serem atingidas por um fenômeno natural.

Concordando com os argumentos defendidos por Ramalho (1999), Gallopin et al. (2007) defendem a existência da relação direta entre condições de pobreza e exposição a riscos ambientais. Para tanto, os mesmos utilizam, como exemplo, os efeitos de inundações em comunidades pobres, que são as mais sensíveis e as dotadas de baixa capacidade de resposta. Os autores corroboram a discussão afirmando que a capacidade de resposta de um sistema para se adaptar ou ajustar diante de uma perturbação pode ser contemplada a partir do momento em que se retiram benefícios das transformações suscitadas pelas perturbações.

Leone e Vinet (2006), mencionados por Almeida (2010), ao analisarem a distribuição espacial das vítimas mundiais de catástrofes naturais no período de 1973-2002, perceberam que os países com maior número de óbitos foram aqueles marcados por baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ou seja, os mais pobres. Portanto, pobreza é, indiscutivelmente, uma das causas mais profundas da vulnerabilidade.

Determinados fatores, entre os quais, aspectos sociais e de infraestrutura domiciliar tendem a ser determinantes para a mensuração da vulnerabilidade em áreas urbanas. Características socioeconômicas satisfatórias podem ser destacadas como elementos importantes para a capacidade de resposta de uma população atingida por quaisquer tipos de desastres. A aglutinação de condições, tais quais, privação econômica, baixos níveis de escolaridade, precárias condições do domicílio e saneamento em áreas suscetíveis a desastres, sinalizam para uma área de alta vulnerabilidade, uma vez que sua capacidade de suporte é cerceada pelas características socioeconômicas precárias da população que a ocupa.

Marandola e Hogan (2007) defendem que a vulnerabilidade e a capacidade de resposta, reveladas pelos recursos disponíveis para tanto, se mostram como o outro lado do evento. Assim, os desastres passaram a ser estudados não só em termos de prejuízos (consequências humanas e materiais), mas, sobretudo, em sua dimensão relacional, circunstancial e espacial: lugares, sociedade e indivíduos, expostos aos mesmos perigos, podem ser afetados de modo diferente.

Sobre o fato de que os perigos naturais afetam de maneira diferente os grupos sociais, Marandola e Hogan (2007, pag.76) afirmam que:

Em termos de sua distribuição espacial, os perigos naturais afetam de maneira diferente os grupos sociais. Alguns são amplos e afetam todos os grupos (tempestades de neve, terremotos, secas e tempestades em geral), ao passo que outros ocorrem em áreas em que os grupos atingidos em primeiro lugar tendem a ser os mais pobres porque a residência nessas áreas expostas a perigos está ligada à privação e à pobreza (inundações e deslizamentos de terra). Com frequência e intensidade crescentes, esses eventos tendem a afetar números crescentes de pessoas, exigindo intervenções da sociedade como um todo – e não mais setoriais.

Gallopín et al., (2007) propõem que a vulnerabilidade é atributo de um sistema exposto a uma perturbação. Portanto, podem-se distinguir áreas vulneráveis daquelas que não são. Ainda assinalam que um sistema pode ser vulnerável a uma determinada perturbação, e não a outras. Referindo-se a desastres, consideram que a vulnerabilidade pode ser definida como a probabilidade de ocorrência de um dano à economia, à vida humana e ao ambiente causado por um evento externo.

Segundo Veyret (2007), a vulnerabilidade integra aspectos físicos, ambientais, técnicos, econômicos, psicológicos, sociais e políticos, pois a ocorrência de um acontecimento traz consequências tanto para as populações, como para seus bens, além de afetar o funcionamento dos ecossistemas. É baseado no possível acontecimento de um *hazard* que a noção da vulnerabilidade merece destaque, pois à medida que ela é mensurada com precisão permite exprimir a capacidade de resistência das populações afetadas.

Dauphiné, citado por Veyret (2007, p.39), considera que a vulnerabilidade “exprime o grau das consequências previsíveis geradas por um fenômeno natural que podem afetar o alvo”. Ademais, a autora corrobora com a discussão afirmando que a vulnerabilidade revela a fragilidade de um sistema e sua capacidade para superar a crise provocada por um evento possível. A capacidade de um sistema se restabelecer

e melhorar sua reatividade após uma catástrofe pode ser levada em consideração na determinação da vulnerabilidade. Na ecologia essa capacidade de restabelecimento é chamada de resiliência.

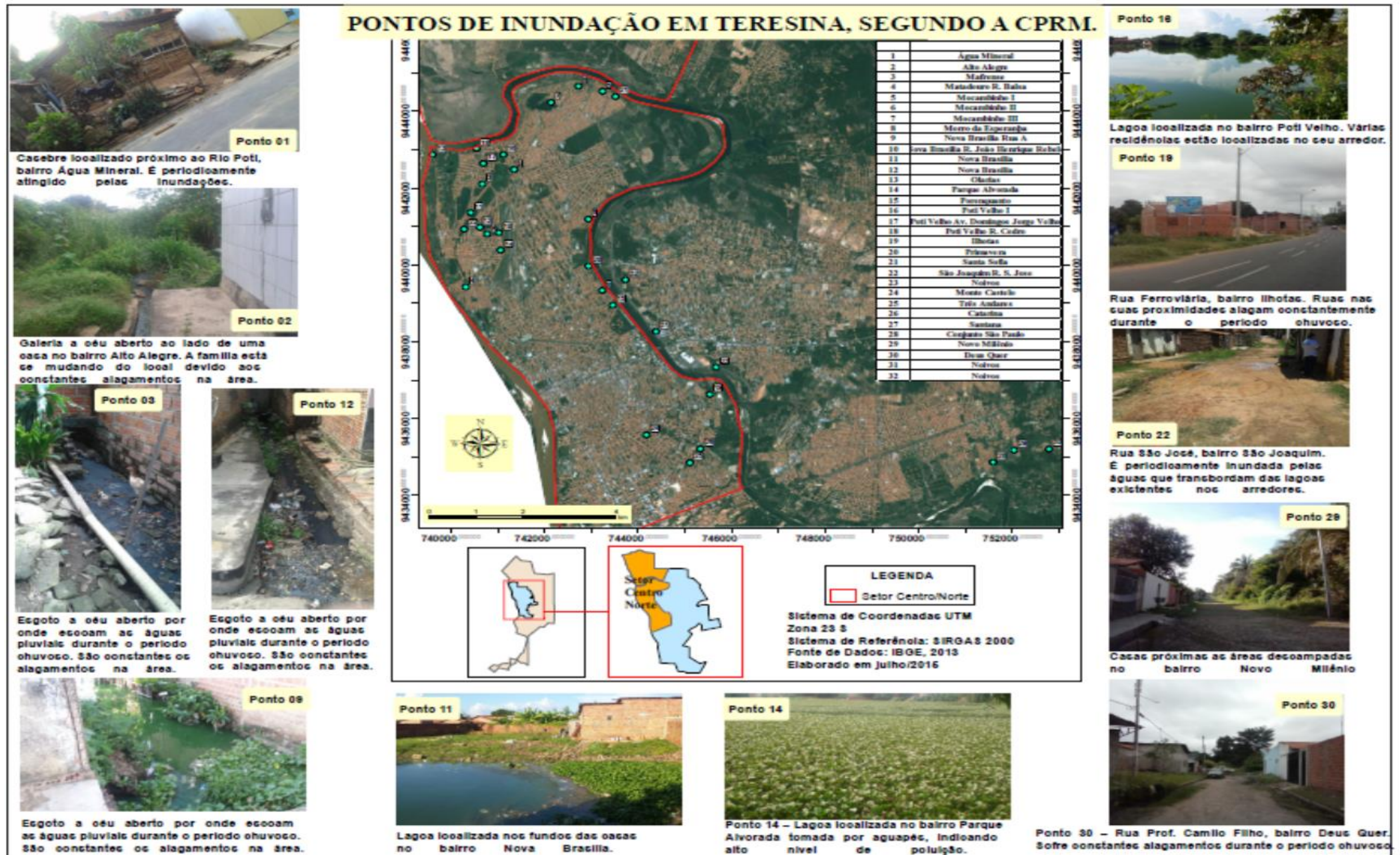
De acordo com o glossário da Defesa Civil, a vulnerabilidade pode ser expressa pela “condição intrínseca ao corpo ou ao sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis” (BRASIL, 2008c, s/p). Ela pode ser medida pela relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente, ou pela probabilidade de uma determinada comunidade ou área a ser afetada por risco potencial de desastre, estabelecido a partir de estudos técnicos.

A seguir, será apresentado o perfil da população atingida pelas inundações em Teresina e as características dos locais considerados em risco. Esses dados permitirão inferências sobre as áreas vulneráveis a este evento e as ações do poder público.

6.2 Perfil da população vulnerável às inundações em Teresina e caracterização das áreas em risco

A partir das informações da CPRM mencionadas, buscou-se traçar o perfil socioeconômico da população sujeita às inundações e alagamentos e as características de suas moradias, bem como dos seus arredores, a fim de verificar também se tais locais corresponderiam, de fato, a áreas de risco. Destarte, levantou-se o perfil socioeconômico do chefe da família, características do domicílio, forma de aquisição do imóvel, condições do terreno da moradia e seus arredores, situações ocorridas durante o período chuvoso e ações do poder público. O mapa **da figura 95** demonstra os pontos de inundação apontados pela CPRM e que foram visitados para a aplicação dos questionários.

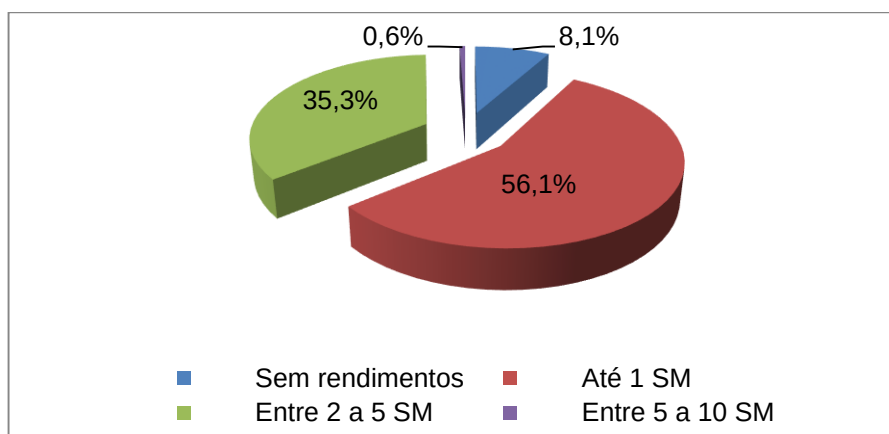
Figura 95: Pontos de inundação em Teresina, segundo a CPRM.



Tais variáveis coadunam com a afirmação da Organização Pan-Americana da Saúde (2014) acerca da vulnerabilidade. Ela destaca que os processos sociais resultam na precariedade das condições de vida e proteção social, incluindo trabalho, renda, saúde, educação, bem como aspectos ligados à infraestrutura, como habitações saudáveis e seguras, saneamento, entre outros, que tornam determinados grupos populacionais, como crianças e idosos, principalmente entre os mais pobres, os mais vulneráveis aos desastres.

Dentro desse contexto, foi constatado ao final da análise que, de **360** entrevistas, correspondentes à amostra dos chefes dos domicílios ocupantes das áreas de riscos à inundação, segundo a CPRM, 56,5% correspondem ao sexo masculino e 43,5% ao feminino. No tocante à renda mensal do domicílio, conforme figura 96, a pesquisa demonstrou que 56,1% dos chefes de família contam com até 1 salário mínimo, 35,3%, entre 2 a 5 salários mínimos e 8,1% se declararam como sem rendimentos. Percebe-se, portanto, a predominância do baixo rendimento médio mensal da população afetada pelas inundações.

Figura 96: Rendimento médio mensal dos domicílios localizados em áreas de risco de inundação.



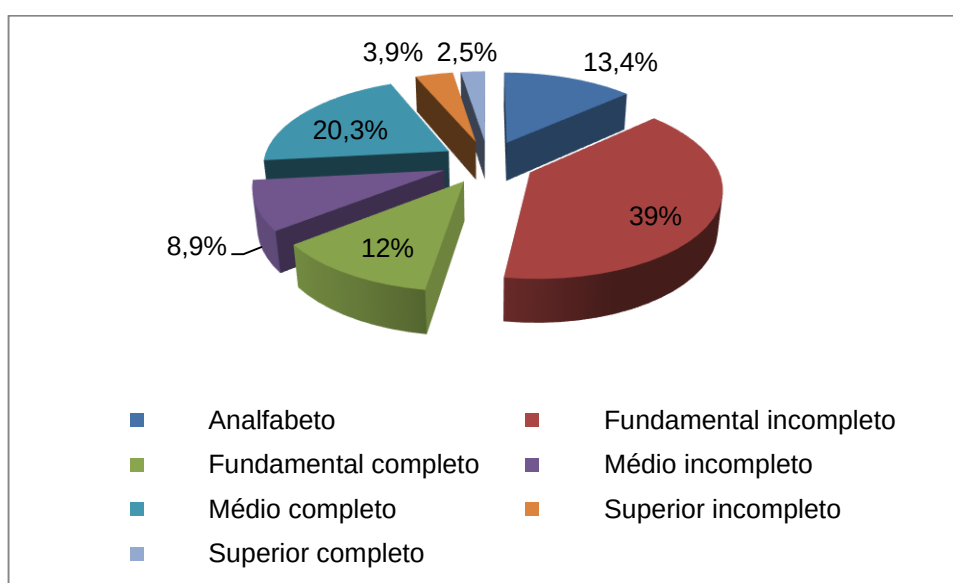
FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Já no tocante à ocupação e fonte dos rendimentos dos chefes de família, observou-se que 38,3% são autônomos, 21,1% possuem emprego regularizado (carteira assinada), 18,1% são aposentados, 8,1% são funcionários públicos, seguidos de prestadores de serviços (5,3%), recebem bolsas assistencialistas (1,9%) e outras fontes de rendimentos (7,2%). A respeito das condições financeiras, Cutter (2011) assinala que se a população residente for rica, com recursos consideráveis

para a preparação e resposta a desastres, a comunidade será capaz de se recuperar rapidamente. Por outro lado, caso ela apresente características sociais diferentes, demorará mais tempo para se recuperar, uma vez que a capacidade dos seus habitantes para absorver perdas é limitada. Tal pensamento também se aplica à escolaridade, dado que, baixos níveis de escolaridade podem implicar maiores dificuldades de prevenção e resposta a desastres e, até mesmo, no impedimento de mudança do local em risco, caso necessário.

Quanto à escolaridade do chefe da família (figura 97), foi constatado que 39% possuem o ensino fundamental incompleto, 20,3%, o ensino médio completo, 13,4% são analfabetos e 12% concluíram o ensino fundamental.

Figura 97: Nível de escolaridade dos chefes de família dos domicílios localizados em áreas de risco de inundação.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Fazendo a correlação entre os dados de escolaridade e ocupação dos chefes de família (tabela sete), percebe-se que entre os autônomos, condição trabalhista predominante entre os chefes de família, 40,6% possuem ensino fundamental completo, 19,6%, o ensino médio completo e 13%, o ensino fundamental completo. Dentre os que possuem emprego regularizado, 31,6% não concluíram o ensino fundamental, 30,3% findaram o ensino médio e apenas 5,3% terminaram o ensino superior. Já entre os (as) aposentados (as), 48,4% possuem apenas o fundamental incompleto e 35,9% são analfabetos (as).

Tabela 7: Correlação entre os níveis de escolaridade e as fontes de rendimentos dos chefes de família dos domicílios localizados em áreas de risco de inundação.

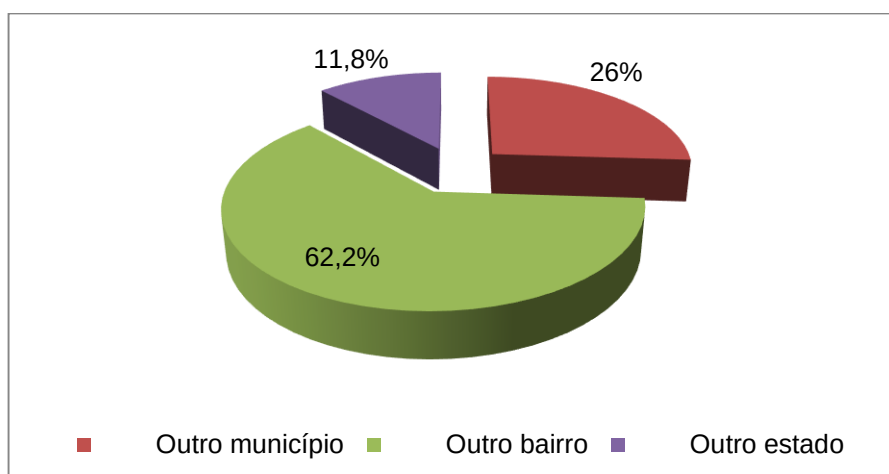
Escolaridade do chefe da família	Emprego regularizado/ carteira assinada		Funcionário público		Aposentado (a)		Autônomo		Bolsas assistencialistas		Presta serviços		Outros		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Analfabeto	3	3,9	4	13,8	23	35,9	12	8,7	0	0,0	2	10,5	4	15,4	48	13,7
Fundamental incompleto	24	31,6	4	13,8	31	48,4	56	40,6	6	85,7	8	42,1	11	42,3	140	39,9
Fundamental completo	10	13,2	3	10,3	6	9,4	18	13,0	0	0,0	3	15,8	3	11,5	43	12,3
Médio incompleto	8	10,5	2	6,9	0	0,0	17	12,3	0	0,0	3	15,8	2	7,7	32	9,1
Médio completo	23	30,3	11	37,9	3	4,7	27	19,6	1	14,3	3	15,8	5	19,2	73	20,8
Superior incompleto	4	5,3	3	10,3	0	0,0	6	4,3	0	0,0	0	0,0	1	3,8	6	1,7
Superior completo	4	5,3	2	6,9	1	1,6	2	1,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	2,6
Total	76	100,0	29	100,0	64	100,0	138	100,0	7	100,0	19	100,0	26	100,0	351	100,0

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Ademais, vê-se que pessoas analfabetas e com o ensino fundamental incompleto totalizam 53,6% da amostra e, entre elas, estão 84,3% dos aposentados, indicando que são pessoas com idade mais avançada. Assim, pessoas mais velhas, com nenhum ou pouco estudo, e aposentadas, provavelmente com rendimentos de um salário mínimo, são vulneráveis aos desastres (inundações) e possuem capacidade limitada para buscar outro local a fim de fixar sua moradia. A maioria dos que se declararam autônomos ou prestadores de serviços possuem ensino fundamental incompleto. Provavelmente, na maioria dos casos, estes termos signifiquem a mesma coisa e englobem serviços de diversas naturezas, como os que exigem o uso da força física e/ou o exercício de profissões como, por exemplo, servente de pedreiro, que embora não exijam tanta força física, resultam em baixa remuneração. Entre os que têm ensino fundamental incompleto estão também 85,7% dos que declararam receber bolsa assistencialista. Por outro lado, entre os que têm o ensino médio completo se enquadram 30,3% dos registrados e 37,9% dos funcionários públicos. Portanto, pode-se afirmar que a baixa escolaridade dos chefes de família que residem nas áreas de risco de inundação se reflete nos seus rendimentos, cerceando, dessa forma, a capacidade de resposta deles à materialização do evento.

No tocante às variáveis relacionadas à moradia, 72,8% das famílias residem em seus respectivos bairros há mais de 10 anos, 8,7% de 3 a 6 anos e 8,1% entre 5 e 10 anos. Quando indagados sobre o local de moradia anterior, como pode se perceber na figura 98, a maioria dos entrevistados (62,2%) afirmaram que provêm de outros bairros de Teresina, 26% de outros municípios e 11,8% de outros estados. É válido destacar que dentre os que afirmaram ser oriundos de outros bairros, a maioria veio de bairros da zona centro/norte de Teresina. Os que afirmaram ser de outros municípios são, principalmente, provenientes de municípios próximos a Teresina, tais como União, José de Freitas, Miguel Alves, Parnaíba, Barras, Piracuruca, dentre outros. Já dentre os que afirmaram vir de outros estados, percebeu-se a predominância de oriundos dos estados do Maranhão e do Ceará, estados limítrofes do Piauí.

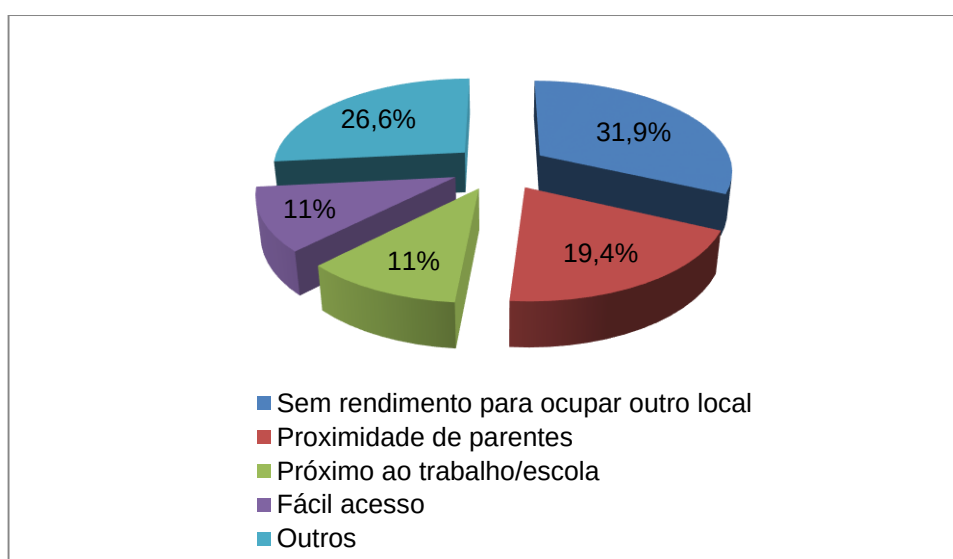
Figura 98: Local de moradia anterior dos residentes nas áreas consideradas de risco de inundação



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Quando indagados acerca dos motivos de moradia no local supostamente considerado como área de risco de inundação (figura 99), 31,9% dos moradores afirmaram que não possuem rendimentos para ocupar outro local, 19,4% residem no local por estar próximo aos parentes, 11,0% por ser próximo ao trabalho e/ou escola dos residentes, 11,0% por ser um local de fácil acesso e 26,6% por outros motivos, tais como ser a residência da família por muitos anos, se livrar do aluguel e por se tratar de herança.

Figura 99: Motivações que levaram os residentes a ocuparem as áreas consideradas como de risco de inundação



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Correlacionando as informações acerca dos motivos que levaram os chefes de família a residir em tais áreas consideradas como de risco de inundação e os seus locais de origem, conforme está exposto na tabela oito, conclui-se que dentre os que são provenientes de outros bairros da capital, de outros estados e outros municípios, 31,3%, 40,6% e 29,4% não possuem rendimentos suficientes para ocuparem um outro local. Por tudo que se observou, pode-se afirmar que o baixo poder econômico dos chefes de família residentes nessas áreas pode ser considerado como um dos empecilhos para que elas fixem suas moradias em áreas livres de inundação. A valorização do solo urbano, com o crescimento de Teresina, também influenciou para que moradores da cidade e oriundos de outros locais, dotados de menor renda, buscassem áreas públicas onde pudessem se estabelecer ou com custos menores, ainda que sujeitas a desastres.

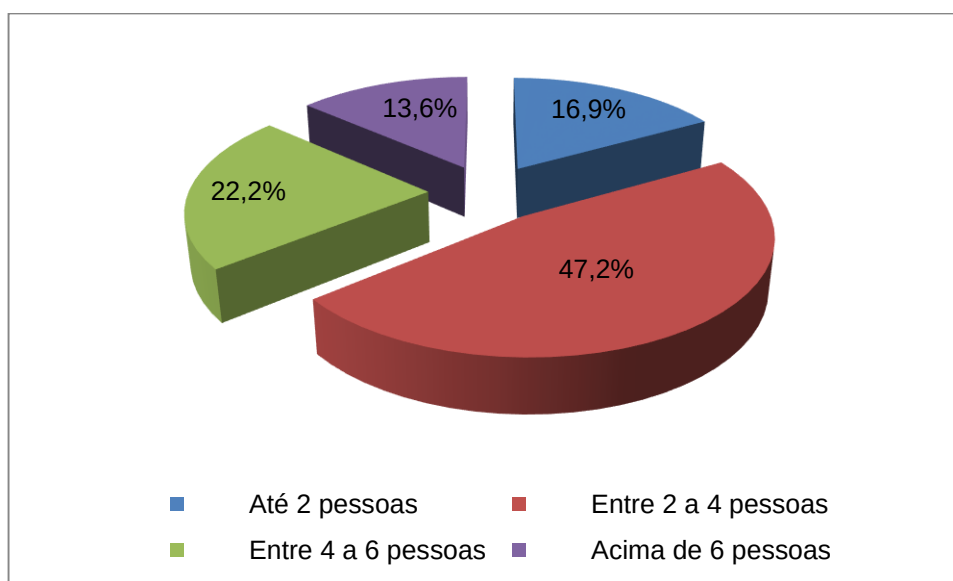
Tabela 8: Correlação entre os motivos de moradia no local considerado como área de risco de inundação e os locais de origem do chefe da família

Motivos de moradia no local	Outro município		Outro Bairro		Outro Estado		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Sem rendimento para ocupar outro local	20	29,4	51	31,3	13	40,6	84	31,9
Proximidade de parentes	12	17,6	30	18,4	9	28,1	51	19,4
Próximo ao trabalho/escola	9	13,2	14	8,6	6	18,8	29	11,0
Fácil acesso	11	16,2	18	11,1	0	0,0	29	11,0
Outros	16	23,5	50	30,6	4	12,5	70	26,6
Total	68	100,0	163	100,0	32	100,0	263	100,0

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Verificou-se também o total de residentes no domicílio (figura 100), posto que a densidade domiciliar permite fazer inferências acerca da qualidade de vida diante dos rendimentos auferidos e da quantidade de pessoas em risco de ser afetadas com inundação. Constatou-se que 47,2% dos domicílios abrigam entre 2 e 4 pessoas, 22,2% entre 4 e 6 pessoas, 16,9% contam com até 2 pessoas e 13,6% abrigam um total acima de 6 pessoas.

Figura 100: Média de residentes nos domicílios nas áreas considerados como de risco de inundação.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Na tabela nove a seguir tem-se o cruzamento dos dados entre residentes e o rendimento mensal. Em um domicílio com muitos moradores e baixo rendimento mensal, as privações econômicas são maiores, comprometendo, dessa forma, a capacidade de recuperação pós-desastre. Dentre os domicílios que têm acima de 6 pessoas, 44,9% contam com rendimento mensal de até 1 salário mínimo. Nesse caso e, considerando o valor do salário mínimo atual no país, que é de R\$ 788,00 reais, cada residente poderá gastar em média apenas R\$ 131,33 por mês para custear todas as suas necessidades, o que se configura um valor muito baixo. Nos domicílios onde residem de 4 a 6 pessoas, o rendimento de até 1 salário mínimo sobe para 60%. Cabe destacar também que predomina o rendimento mensal de apenas 1 salário mínimo em 67,2% dos domicílios com até 2 pessoas e em 53,5% daqueles que possuem entre 2 e 4 pessoas.

Tabela 9: Correlação entre a renda média mensal do chefe do domicílio e a quantidade de residentes

Renda mensal do domicílio	Até 2 pessoas		Entre 2 e 4 pessoas		Entre 4 e 6 pessoas		Acima de 6 pessoas		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sem rendimentos	7	11,5	15	8,8	3	3,8	4	8,2	29	8,1
Até 1 SM	41	67,2	91	53,5	48	60,0	22	44,9	202	56,1
Entre 2 e 5 SM	13	21,3	62	36,5	29	36,3	23	46,9	127	35,3
Entre 5 e 10 SM	0	0,0	2	1,2	0	0,0	0	0,0	2	0,5
Total	61	100,0	170	100,0	80	100,0	49	100,0	360	100,0

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Outro elemento importante a ser considerado, quando se trata de análise de vulnerabilidade, é a quantidade de idosos e crianças presentes na área de risco de desastres, haja vista que são os que demandam uma atenção especial caso o evento se materialize. Consideraram-se crianças as pessoas com idades entre 0 a 14 anos e idosos aquelas com mais de sessenta anos. Conforme tabela 10, nas áreas consideradas como de risco de inundações em Teresina, em 46,3% dos domicílios não há crianças e em 70,3% inexistem idosos. Há apenas uma criança em 29,2% das moradias e um idoso em 23,3% delas. Dentre as crianças presentes, 37,7% possuem de 5 a 9 anos, 26,5% de 10 a 14 anos, 22,2% de 1 a 4 anos e 13,6% de 0 a 1 ano.

Tabela 10: Quantidade de crianças e idosos nos domicílios considerados como de risco de inundação em Teresina

Crianças	N	%	Idosos	N	%
1 Criança	105	29,2	1 Idoso	84	23,3
2 Crianças	67	18,6	2 idosos	23	6,4
Acima de 3 crianças	21	5,9	-	-	-
Não	167	46,3	Não	253	70,3

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

As características referentes ao domicílio também são de suma importância para estudos de vulnerabilidade, já que a infraestrutura da moradia é essencial no que tange à magnitude do desastre, ou seja, é determinante para a capacidade de suporte das famílias em risco diante do evento ocorrido. A maioria dos domicílios amostrados

é de alvenaria e telha (95,3%) e apenas 4,7% são de taipa e telha. Quanto ao revestimento, 63,9% são rebocados e pintados, 10,8%, apenas rebocados, 10,8% rebocados e pintados parcialmente e 14,4% não possuem revestimento. Em relação ao piso, 58% são de cerâmica, 34%, de cimento e 6,7% são de chão batido. Através da tabela 11, pode se perceber que a maioria dos domicílios que possuem chão batido (54,2%), não possuem revestimento nas suas paredes e 83,4% dos que tem cerâmica em seu piso, possuem as paredes rebocadas e pintadas.

Tabela 11: Correlação entre o revestimento e piso dos domicílios considerados como de risco de inundação em Teresina

Revestimento do domicílio	Chão batido		Cimentado		Cerâmica		Outro material		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Não	13	54,2	34	27,9	5	2,4	0	0,0	52	14,5
Parcial	1	4,2	17	13,9	20	9,5	1	50,0	39	10,9
Rebocado	1	4,2	28	23,0	10	4,7	0	0,0	39	10,9
Rebocado e pintado	9	37,5	43	35,2	176	83,4	1	50,0	229	63,8
Total	24	100,0	122	100,0	211	100,0	2	100,0	359	100,0

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Merece destaque o fato de que em alguns domicílios as paredes não são construídas até o teto, há um vão entre um e outro. Os residentes relataram que esses vãos existem para suspender os móveis e eletrodomésticos, através de grades, caso a água atinja a residência. A figura 101 mostra uma das paredes de um domicílio do bairro Primavera, zona centro/norte de Teresina. Esse vão entre a parede e o teto foi utilizado para levantar móveis e eletrodomésticos nas grandes inundações ocorridas nos anos de 2004, 2008 e 2009.

Figura 101: Vão entre a parede e o teto em domicílio localizado no bairro Primavera, zona norte de Teresina.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Quanto ao saneamento básico, os quesitos abastecimento d'água e coleta de lixo são bastante satisfatórios nas áreas visitadas, contrastando com o esgotamento sanitário. 99,7% dos domicílios contam com abastecimento de água da rede geral de distribuição local e 96,1% com a coleta regular do lixo pelo serviço de limpeza. O restante é despejado em terreno baldio (3,6%) ou enterrado (0,3%). Esgotos a céu aberto e a falta de tratamento dos dejetos é comum em boa parte dos bairros de Teresina, sendo bem mais grave nas áreas mais pobres da cidade, conforme já foi mencionado. As figuras 102, 103 e 104 a seguir expõem a situação do esgotamento sanitário de alguns pontos visitados para a aplicação dos questionários.

Figura 102: Canalização de efluentes líquidos que são lançados in natura na lagoa localizada aos fundos do domicílio. Quintal de um dos domicílios visitados localizado no bairro Poti Velho. Nessa residência inexistente esgotamento sanitário e os dejetos da casa são lançados diretamente na lagoa que fica aos fundos do imóvel. Parte da lagoa foi aterrada para a construção do mesmo.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Figura 103: Lagoa localizada no quintal das casas visitadas no bairro Nova Brasília, zona norte de Teresina. Tal lagoa funciona como recipiente de efluentes líquidos dos domicílios arredores, por isso percebe-se a presença de vegetação aquática denotando alto grau de poluição, implicando um mau cheiro e promovendo a proliferação de doenças.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

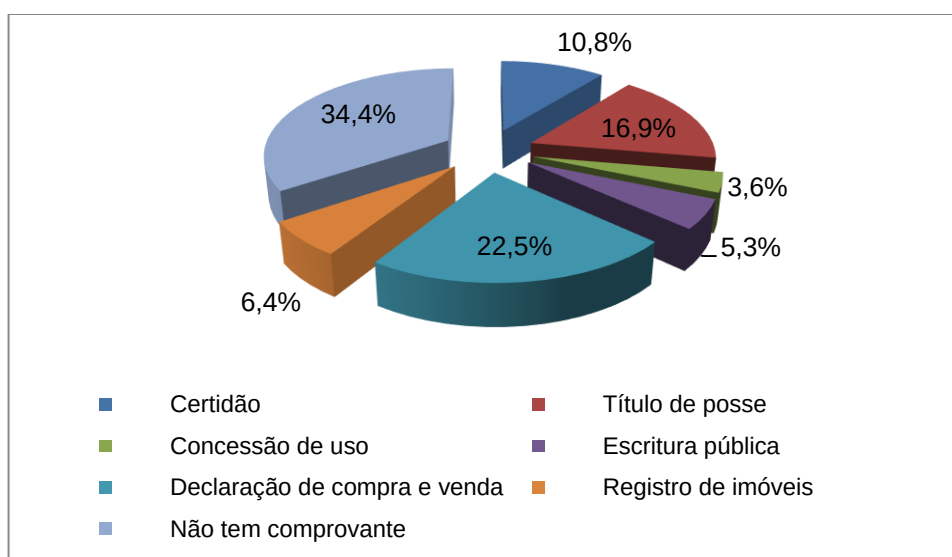
Figura 104: Galeria a céu aberto localizado no bairro Três Andares, zona sul de Teresina. Galeria por onde o esgotamento dos domicílios localizados entre as ruas México e Costa Rica no bairro Três Andares deveria escoar, contudo, o sistema não funciona devido aos constantes entupimentos, fazendo com que os efluentes se acumulem na própria galeria promovendo uma série de transtornos à população.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

A respeito da situação do domicílio, 82,2% dos sujeitos da pesquisa afirmaram ser próprio, 7,2% cedido para moradia por terceiros, 5,6% alugado e 4,5% invadido ou ocupado. Quanto à aquisição do imóvel, entre os que se declararam proprietários, 55,6% responderam que os compraram de terceiros, 22,9% que o imóvel foi cedido e 19,7% que ele é fruto de invasão ou ocupação. Contudo, 34,4% deles não possuem comprovante de posse ou compra do imóvel, como se vê na figura 105. Dentre os que possuem comprovante de posse do imóvel, 22,5% têm declaração de compra e venda, 16,9% título de posse, 10,8% certidão e 6,4% registro do imóvel. Ressalta-se que o fato de não possuírem escritura do domicílio, devidamente registrada em cartório, pode levar à perda da moradia e à ausência de indenizações em caso de evacuação ou desapropriação da área. A remoção de famílias dessas áreas, em Teresina, em casos de eventos extremos, principalmente das casas mais atingidas, é sugestão constante nos documentos da CPRM.

Figura 105: Comprovação de posse do imóvel por parte dos chefes de família



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Vê-se, ao correlacionar os dados de comprovação de compra do imóvel e situação do domicílio, como mostra a tabela 12, que 38,8% dos que adquiriram o imóvel através da compra de terceiros comprovam a condição de proprietário por meio da declaração de compra e venda. Dentre os que afirmaram possuir seus domicílios através de ocupação ou invasão, 52,8% não detêm o título de posse. A maioria dos que estão em domicílios cedidos (58,7%) também não possuem comprovação de posse e dentre os domicílios financiados, 25% comprovam a posse dos seus domicílios através de certidão, 25% através da declaração de compra e venda, 25% de registro do imóvel e 25% não possuem documento de comprovação.

Tabela 12: Correlação entre as informações de comprovação de compra do imóvel e situação do domicílio.

Comprovante de compra do imóvel	Compra de terceiro		Ocupação/ invasão		Cedido		Financiado		Alugado		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Certidão	22	10,9	6	8,6	10	12,5	1	25,0	0	0,0	39	10,9
Título de posse	38	18,9	13	18,6	9	11,3	0	0,0	1	33,3	61	17,0
Concessão de uso	2	1,0	7	10,0	4	5,0	0	0,0	0	0,0	13	3,6
Escritura pública	12	6,0	4	5,7	3	3,8	0	0,0	0	0,0	19	5,3
Declaração de compra e venda	78	38,8	0	0,0	2	2,5	1	25,0	0	0,0	81	22,6
Registro do imóvel	14	7,0	3	4,3	5	6,3	1	25,0	0	0,0	23	6,4
Não tem comprovante	35	17,4	37	52,8	47	58,7	1	25,0	2	66,7	122	34,1
Total	201	100,0	70	100,0	80	100,0	4	100,0	3	100,0	358	100

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Através da observação dos locais onde foram aplicados os questionários, fez-se o levantamento da situação física das áreas com o intuito de caracterizá-las em relação à vulnerabilidade às inundações. Foram destacadas proximidade de cursos d'água, drenagem pluvial, ocorrências de alagamentos e inundações periódicas. Constatou-se que 253 domicílios estão em áreas próximas a lagoas, 189 em leito maior de rio, 1 em área de preservação permanente e 7 em áreas sem risco aparente de alagamento ou inundação, conforme pode ser perceber no quadro 3 a seguir.

Quadro 3: Caracterização da situação física das áreas de risco à inundação em Teresina.

Características	Número de domicílios	%
Normal (sem risco aparente de alagamento/inundação)	7	1,6
Leito maior de rio	189	42,0
Próximo a lagoa	253	56,2
Área de preservação permanente	1	0,2

Fonte: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Constatou-se ainda que em 194 domicílios inexistem sistemas de drenagem pluvial, o que corresponde a 53% dos domicílios visitados. Esse índice coincide com o número de domicílios (193) que registram alagamentos periódicos. Em 159 domicílios (44% do total) foi apontada a presença de acessórios de drenagem pluvial. Já em 98 domicílios, o que corresponde a 27% do total de entrevistas, foram registradas inundações periódicas.

No entanto, merece destaque o fato de que, em muitas situações, foi notada a presença de acessórios concernentes à drenagem pluvial, mas que não são eficientes, haja vista que são áreas que apresentam alagamentos pontuais durante o período chuvoso. Em contrapartida, em algumas áreas próximas a rios e lagoas em Teresina, ou seja, áreas propensas à inundação, o sistema de drenagem e obras de infraestrutura reduziu os riscos nos últimos anos. O bombeamento das águas pluviais entre o conjunto de lagoas da zona centro/norte, a construção e ampliação dos diques e sistemas de drenagem eficientes são exemplos de instrumentos que reduziram o risco das inundações em algumas áreas. Esses fatores podem ser considerados como explicação para o índice reduzido das inundações em áreas consideradas de risco, segundo a CPRM. Contudo, os índices pluviométricos apresentados nos últimos anos

ficaram abaixo daqueles que promoveram grandes desastres em Teresina, como em 2004, 2008 e 2009. Através das figuras 106, 107, 108 e 109 vê-se a situação de alguns setores visitados durante a aplicação dos questionários.

Figura 106: Rua 3, Vila Mandacaru, localizada no bairro São João, zona leste de Teresina. Rua próxima à Avenida dos Ipês, sem pavimentação, que apresenta alagamento e imóveis invadidos pela água do rio Poti durante o período chuvoso.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Figura 107: Rua Equador, bairro Três Andares, zona sul de Teresina. Galeria responsável pela amenização dos constantes alagamentos que ocorriam na rua durante o período chuvoso.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Figura 108: Casa das bombas da lagoa do bairro Mocambinho, zona norte de Teresina. O sistema de bombeamento das águas da lagoa reduziu o risco de inundação das casas ao redor. As ruas em torno, em quase todo o período chuvoso, eram alagadas e os imóveis invadidos pela água que transbordava da lagoa.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Figura 109: Dique da Curva São Paulo, zona sudeste de Teresina. Dique construído em 2007 pelo poder público e utilizado como balneário. Contudo, foi destruído nas inundações dos anos de 2008 e 2009, o que comprova a sua ineficácia.



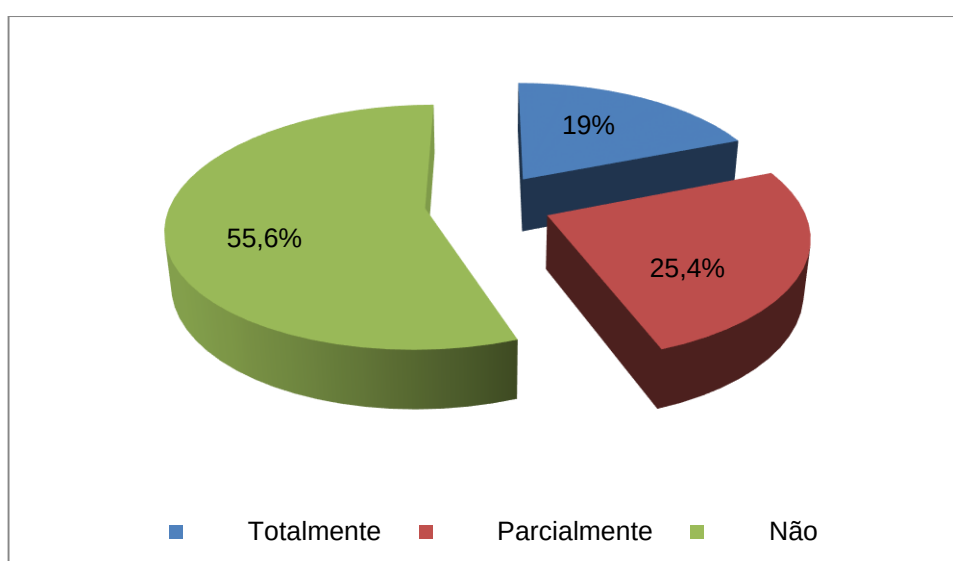
FONTE: Moraes, 2008 (Arquivo pessoal).

Também foram levantadas informações acerca da presença de postos de saúde e escolas públicas nos setores visitados ou nas proximidades. Segundo 89,6% dos moradores, há postos de saúde em locais próximos e 92,8% contam com a presença de escolas públicas em seus bairros. A presença de postos de saúde e escolas em áreas consideradas de risco pode ampliar a eficácia da prevenção ao desastre, uma vez que a presença destas instituições pode reduzir as desigualdades sociais nas áreas afetadas e entre elas e outras áreas urbanas.

6.3 Situação dos setores de riscos à inundação durante o período chuvoso

Durante a pesquisa de campo foram levantadas informações acerca da situação das ruas e dos domicílios durante o período chuvoso. Quando perguntados sobre a invasão dos domicílios pela água da chuva ou pelas águas transbordadas dos rios ou lagoas, conforme, figura 110, 55,6% dos chefes de família afirmaram que seus domicílios nunca foram atingidos pela água, seguidos de 25,4% que tiveram seus domicílios atingidos parcialmente e 19% que já tiveram seus domicílios totalmente invadidos pela água.

Figura 110: Percentual de casas invadidas pelas águas durante o período chuvoso em Teresina.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

É fato que a invasão da água em muitos dos domicílios, segundo os próprios moradores, ocorre devido à ineficiência da drenagem presente no local. A baixa

topografia da área, a construção de conjuntos habitacionais que desprezam a topografia local e a ausência ou entupimento dos sistemas de drenagem são fatores que corroboram para tanto. As fotografias que correspondem à figura 111 são exemplos de casos como o citado acima. O local ilustrado possui um sistema de drenagem, mas em todo o período chuvoso as ruas e os domicílios são atingidos pela água, posto que há entupimento da galeria.

Figura 111: A: Rua Santa Helena, bairro Nova Brasília, zona centro/norte de Teresina. Os domicílios próximos à galeria são constantemente invadidos pela água durante o período chuvoso. B: Galeria presente na rua que, quando entupida, promove o alagamento das casas próximas.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Quando indagados sobre a invasão da parte externa da casa, que compreende o quintal, terraço e corredores externos, 55,4% dos chefes de família afirmaram que seus domicílios não são invadidos pela água, 15,6% responderam que seus domicílios são parcialmente invadidos e 29% que essa parte dos seus domicílios é totalmente invadida pela água. Via de regra, os domicílios não sujeitos a alagamentos, conforme se observou *in loco*, foram construídos sobre a parte mais elevada do terreno ou foram reconstruídos de modo a impedir a invasão da água.

A figura 112 mostra uma casa suspensa no bairro Três Andares, zona sul de Teresina. Segundo o chefe da família, a casa era invadida constantemente pela água da chuva devido ao mau funcionamento de uma galeria presente no quintal. A reconstrução da casa, em suspensão, foi a solução encontrada para impedir os constantes alagamentos sofridos.

Figura 112: Casa construída suspensa na rua Equador, bairro Três Andares, zona sul de Teresina.

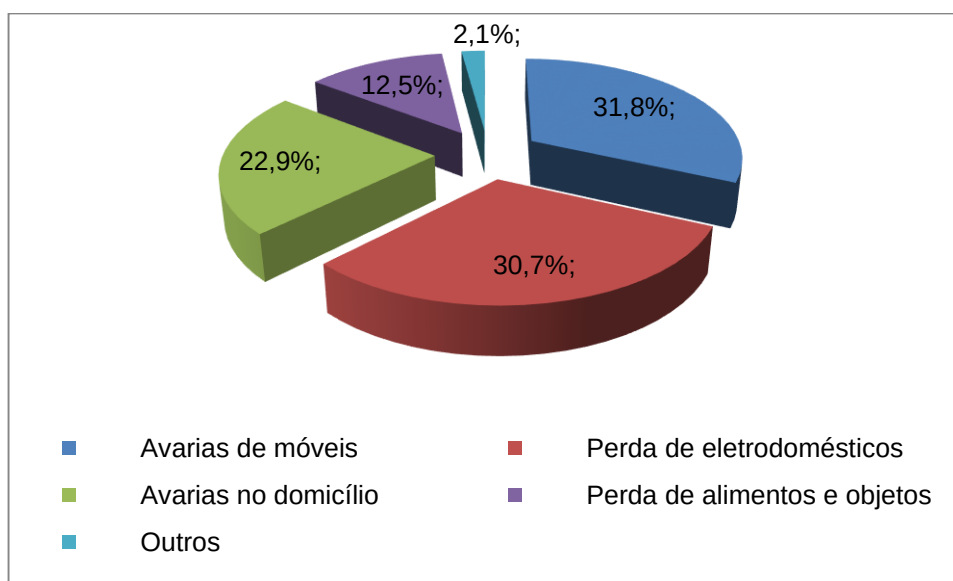


FONTE: Chaves (maio. 2015).

Em relação às informações acerca do alagamento das ruas, os percentuais aumentam significativamente. 36,7% dos chefes de família afirmaram que sua rua não apresenta alagamentos, 34,2% que sua rua alaga parcialmente e 29,2% que o alagamento da sua rua é total. Fica claro, portanto, a dificuldade de escoamento das águas pluviais nas ruas da cidade durante o período chuvoso, sendo esta uma das questões que mais provocam transtornos à população de Teresina, atingindo desde os bairros de população aquinhoadada com alto poder aquisitivo até as periferias e bairros mais pobres da cidade, como foi visto no capítulo anterior.

Relativamente à vulnerabilidade das áreas de risco de inundação, é essencial que se levantem informações acerca dos prejuízos ou transtornos ocorridos após o desastre. Desse modo, 66% dos domicílios visitados não tiveram prejuízos materiais em decorrência da chuva e 34% confirmaram que já tiveram prejuízos materiais. Dentre os chefes de família que confirmaram a ocorrência de prejuízos materiais durante o período chuvoso, 31,8% confirmaram avaria de móveis, 30,7%, perda de eletrodomésticos, 22,9%, avaria no domicílio, 12,5%, perda de alimentos e objetos e 2,1%, outros (figura 113). Ressalta-se que nesse item, o chefe de família poderia optar por mais de uma das alternativas oferecidas no questionário.

Figura 113: Prejuízos materiais ocorridos nos domicílios em risco de inundação durante o período chuvoso em Teresina.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

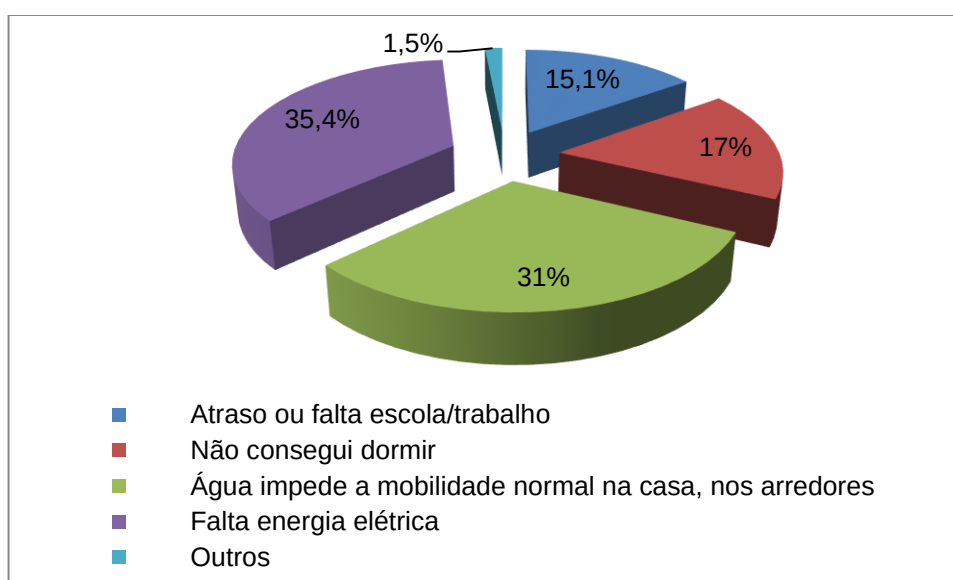
Percebe-se através da figura 113 que os maiores prejuízos dizem respeito à avaria de móveis e à perda de eletrodomésticos. Segundo relatos dos moradores, as inundações ocorreram de modo brusco e os mesmos não tiveram tempo de retirar os móveis e eletrodomésticos, principalmente quando os eventos ocorreram durante a noite. Merece ser destacado que, uma parcela significativa dos chefes de família que tiveram seus domicílios invadidos pela água e prejuízos materiais, mencionou que eles ocorreram durante as inundações em 1985 e nos anos mais recentes, a saber, 2004, 2008 e 2009. Como foi mencionado, estes foram os anos cujas precipitações pluviométricas ocorreram acima da média, promovendo as cheias dos rios e lagoas que culminaram na ocorrência de inundações em vários pontos da cidade. Após esses anos, a incidência de inundações em muitos setores visitados foi reduzida.

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (2014), podem ser citadas como consequências frequentes das inundações a interrupção total ou parcial de pontes, ruas e estradas; rompimentos de diques de contenção; interrupção total ou parcial do funcionamento de escolas, comércio, serviços de saúde, entre outros; prejuízos econômicos pela destruição total ou parcial de propriedades, casas e construções, bem como a destruição total ou parcial das fontes de renda e trabalho; perdas de bens materiais e sentimentais; interrupção total ou parcial do fornecimento de serviços de água, eletricidade, gás, transporte e comunicação; dentre outras

consequências. De fato, todas elas promovem alterações no cotidiano das pessoas e, Teresina e seus residentes já sofreram com todas essas consequências relatadas nos anos de grandes inundações.

Embora a incidência de inundações nos setores visitados tenha apresentado uma redução nos últimos anos, o cotidiano de parcela significativa da população é alterado em dias de chuva, segundo relatam os moradores. Em 171 domicílios visitados (47,5%) os chefes de família afirmaram que seus cotidianos são alterados em decorrência das chuvas e em 189 domicílios (52,5%) os residentes responderam que não têm seu cotidiano alterado por conta da chuva. A discriminação das alterações ocorridas está expressa na figura 114. As mais comuns são a falta de energia elétrica (35,4%), o impedimento da mobilidade normal na casa, nos arredores ou na rua (31%) e atrasos ou falta ao trabalho e/ou escola (15,1%). É válido ressaltar que nesse item, os moradores questionados puderam escolher mais de uma variável que represente as alterações no seu dia a dia. A falta de energia elétrica durante a ocorrência da chuva mostra a ineficiência da empresa responsável pela distribuição do serviço, que gera bastante transtorno aos teresinenses.

Figura 114: Alterações no cotidiano dos residentes nas áreas de risco de inundação em Teresina.



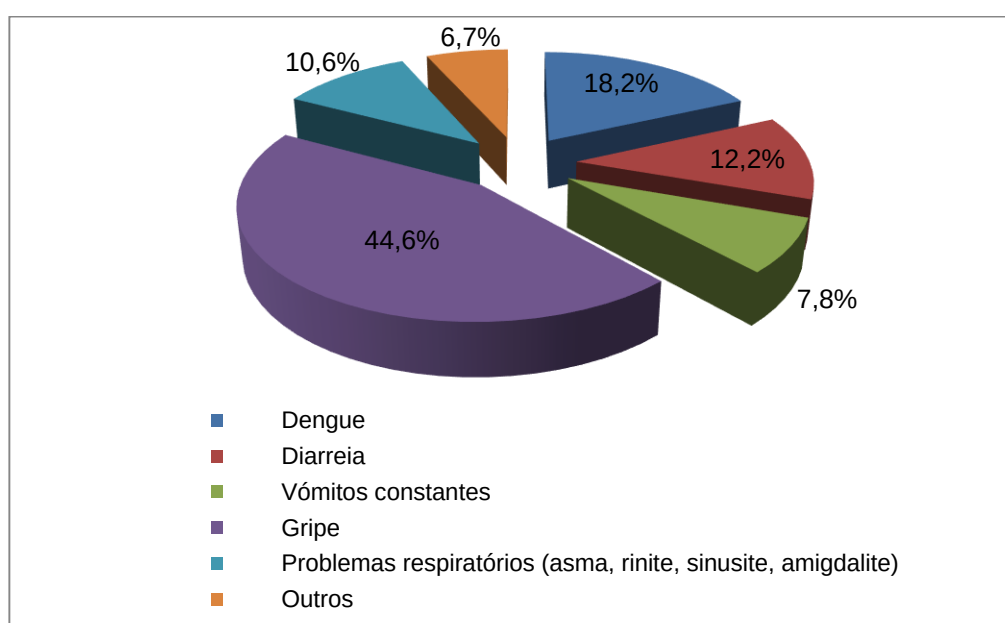
FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Também averiguou-se o aumento da incidência de doenças no domicílio durante o período chuvoso, já que a umidade elevada e o acúmulo de água

corroboram para o aumento de doenças respiratórias e aquelas transmitidas por veiculação hídrica. É fato que são fatores que promovem o aumento da incidência de doenças pós-inundações, as consequências ambientais geradas pelas mesmas, tais como contaminação da água para consumo humano; comprometimento da rede de abastecimento de água e dos serviços de coleta e tratamento de esgoto e disposição do lixo; bem como alteração nos ciclos dos vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças e nas formas de exposições ambientais dos humanos (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2014). Em Teresina, sem inundações de grandes proporções nos últimos 5 anos, as doenças mais comuns que acometeram os residentes das áreas de riscos foram aquelas de cunho respiratório. Tal fato é comprovado pelo elevado número de internações e de pessoas atendidas nos hospitais e postos de saúde, durante o período chuvoso.

Dentre o universo pesquisado, 57,4% confirmaram o aumento de doenças entre os residentes durante o período chuvoso e 42,6% não verificaram tal fato. Através da figura 115 pode-se perceber que as doenças mais comuns apontadas pelos residentes são gripe (44,6%), dengue (18,2%), seguidos de diarreia (12,2%) e problemas respiratórios (10,6%). Também nesse item os residentes marcaram mais de uma dentre as doenças apontadas na pesquisa.

Figura 115: Incidência de doenças entre os residentes dos domicílios localizados em risco de inundação em Teresina.

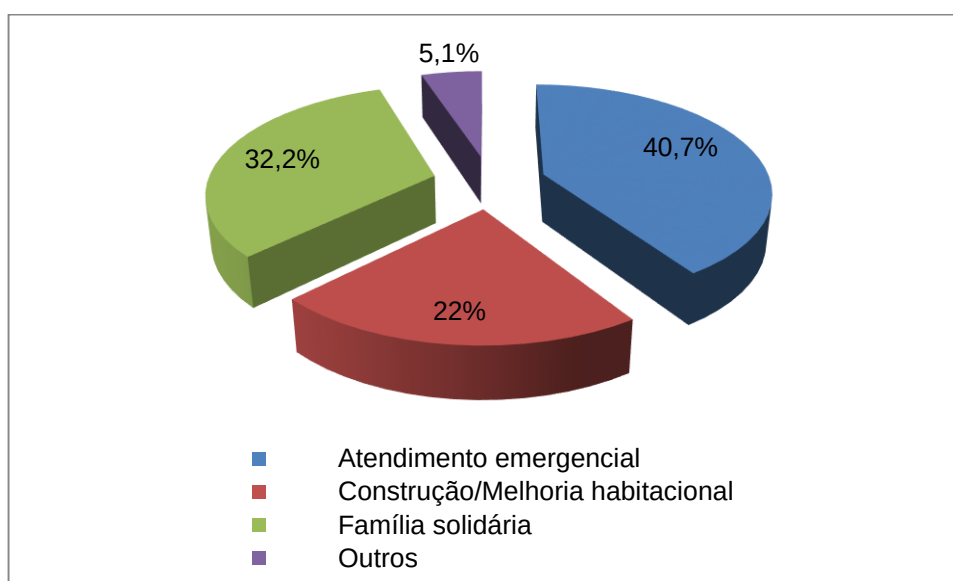


FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Por fim, foram dirigidos aos chefes de família, questionamentos acerca das ações do poder público, relacionadas às inundações nos seus bairros, e o grau de satisfação quanto ao seu local de moradia. Desses, apenas 21,7% afirmaram que já receberam assistência de algum órgão público durante a ocorrência de inundações, enquanto 78,3% responderam que nunca receberam nenhum tipo de assistência. Os órgãos que deram assistência a essas famílias, segundo os próprios residentes, foram, principalmente, a Prefeitura (84,5%), o Corpo de Bombeiro (8,3%) e a Defesa Civil (5,1%). Tais dados revelam que as ações do poder público abrangeram até hoje um pequeno número de domicílios e tem a Prefeitura como o órgão mais atuante, bem mais que a própria Defesa Civil.

Dentre os que foram contemplados com alguma ação do poder público, como mostra a figura 116, 40,7% responderam que receberam atendimento emergencial, 32,2% participaram do projeto Família Solidária da Prefeitura e 22% foram contemplados com a reconstrução ou melhoria habitacional após a ocorrência da inundação. Cabe ressaltar que Família Solidária é um dos instrumentos que fazem parte do Projeto Cidade Solidária executado pelo poder público municipal e é acionado quando alguma família é removida de uma área de risco, instalando-se na casa de algum parente ou amigo. Nestas ocasiões a Prefeitura custeia a presença dessa família através do repasse de R\$ 180,00, mensalmente, durando o tempo necessário à dissipação do risco.

Figura 116: Ações do poder público nos domicílios atingidos por inundações.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

O nível de satisfação dos residentes nos domicílios localizados em áreas de risco à inundação, em Teresina, é revelado quando 82,5% dos sujeitos afirmam que não desejam sair do seu local de moradia devido às chuvas e aos problemas decorrentes. Apenas 17,5% dos residentes confirmaram o desejo de sair do local por conta das chuvas. O baixo percentual dos que desejam sair, mesmo morando em área de risco de inundação e em casas com infraestrutura precária, reflete o apego ao local de moradia e ao fato de estarem próximos ao centro da cidade e aos serviços urbanos disponíveis (escolas, bancos, hospitais), como ilustra a figura 117. Ademais, quando foi perguntado aos chefes de família se o poder público já lhes ofereceu outras moradias, apenas 4,7% responderam que sim, enquanto a maioria (95,3%) respondeu que nunca lhe ofereceram moradia num outro local, a salvo das inundações.

Figura 117: Rua Marrecas, bairro Olarias, zona norte de Teresina. Moradias localizadas no bairro Olarias, próximas a uma das lagoas presentes na zona norte da cidade onde predominam casas com baixa infraestrutura e que sofrem inundações durante o período chuvoso. Nos domicílios visitados nesta rua, os chefes de família afirmaram que não desejam sair do local.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

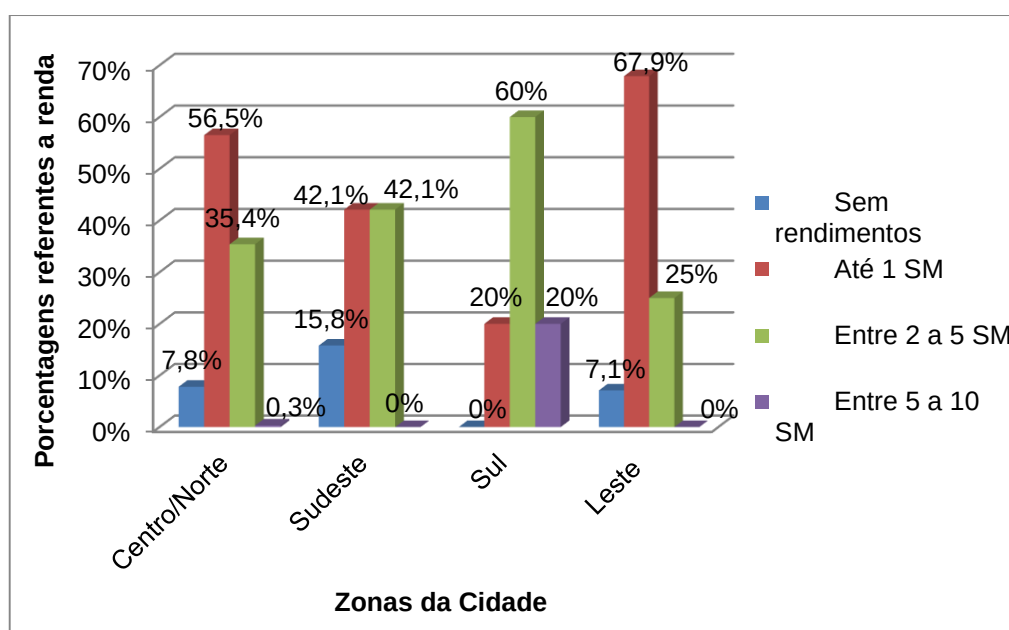
6.4 Os mais vulneráveis às inundações em Teresina – padrões comparativos entre as zonas da cidade

Comparando-se as características gerais dos locais e da população atingida, pode se perceber quais as zonas que mais sofrem com as inundações e quais delas

abrangem populações que apresentam condições sociais que podem implicar limitações no que tange à prevenção e capacidade de resposta diante do desastre.

Quanto à renda mensal do chefe do domicílio, a zona que apresentou maior percentual de pessoas classificadas como sem rendimento foi a sudeste, com 15,8%, seguida da zona centro/norte com 7,8% e leste, com 7,1%, como mostra a figura 118. Nos domicílios com rendimentos mensais de até 1 salário mínimo, os maiores percentuais registrados predominam nas zonas leste (67,9%), centro/norte (56,5%) e sudeste (42,1%). Já os que contam com rendimentos mensais entre 2 e 5 salários mínimos, a maioria está nas zonas sul (60%), sudeste (42,1%) e centro/norte (35,4%). Desse modo, percebe-se que os mais baixos rendimentos estão concentrados nas zonas leste e centro/norte, e os mais altos nas zonas sul e sudeste.

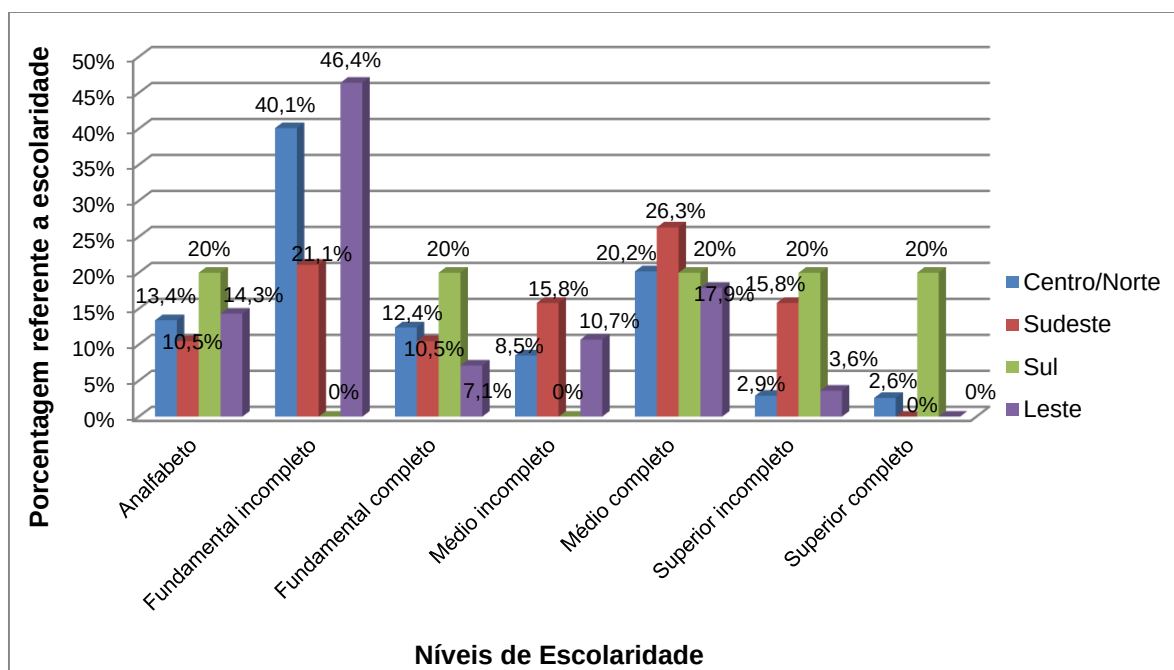
Figura 118: Renda média mensal dos chefes dos domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Quanto à escolaridade (figura 119), a zona que apresentou o maior número de chefes de família analfabetos foi a sul, com 20%, em seguida veio a zona leste, com 14,3% e centro/norte, com 13,4%. Mais chefes de família com ensino fundamental incompleto foram encontrados nas zonas leste (46,4%) e centro/norte (40,1%); com fundamental completo, nas zonas sul (20%) e centro/norte (12,4%); com ensino médio completo, nas zonas sul (26,3%) e centro/norte (20,2%) e com ensino superior completo na zona sul (20%).

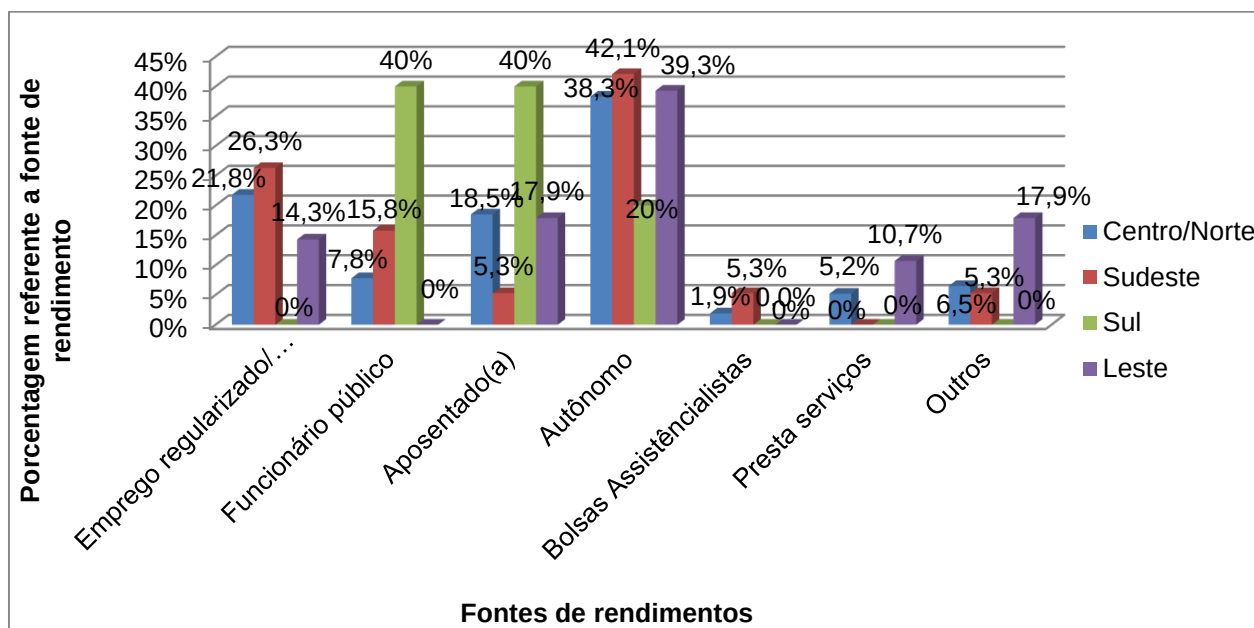
Figura 119: Escolaridade dos chefes de família dos domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

A respeito da fonte de rendimento e ocupação dos chefes de família (figura 120), constatou-se que na zona sudeste 26,3% dos chefes de família possuem emprego regularizado, bem como 21,8% dos que estão na zona centro/norte. Os funcionários públicos e aposentados predominam na zona sul (40%) e os autônomos, condição trabalhista e fonte de rendimento da maioria dos chefes de família sujeitos da pesquisa, predominam nas zonas sudeste (42,1%) e centro/norte (38,3%). Os prestadores de serviços correspondem à maioria na zona leste da cidade (10,7%).

Figura 120: Fonte de rendimento dos chefes de família dos domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

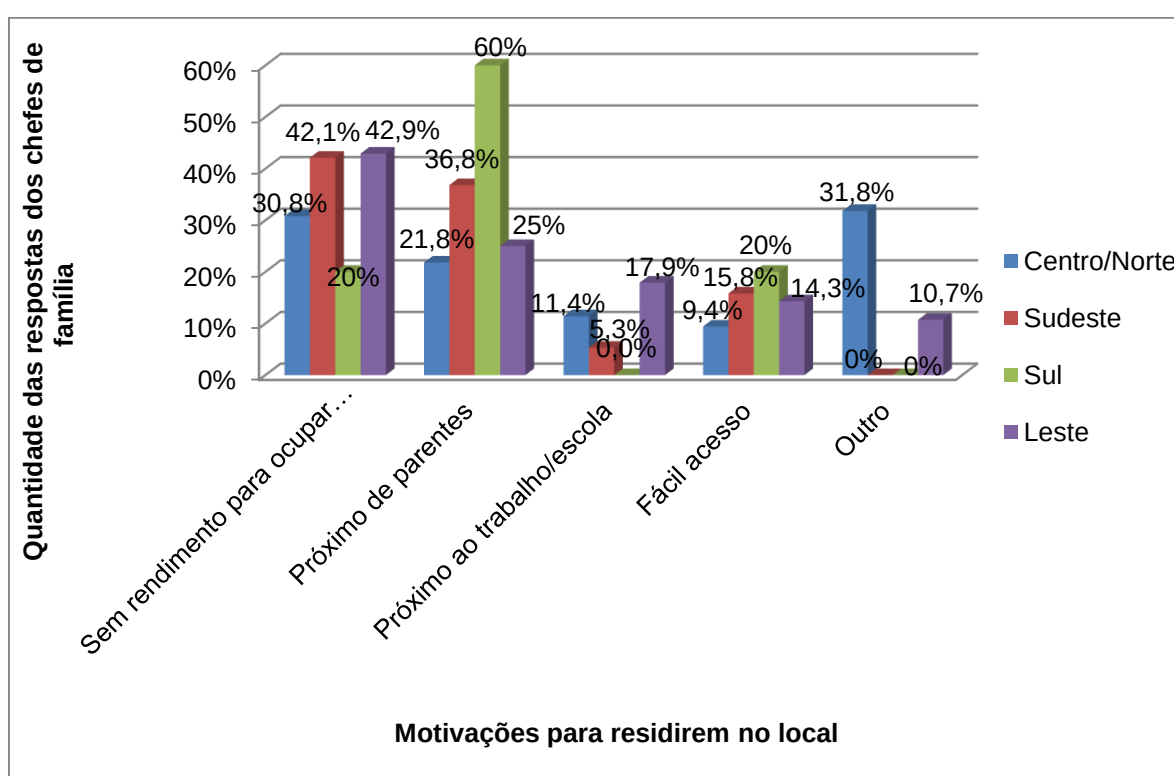
No tocante ao total de pessoas residentes no domicílio, verificou-se que está na zona sul a maior concentração de residências em risco com até 2 pessoas (60%). Residências com 2 a 4 pessoas, que são a maioria dentre os domicílios visitados, são numerosas em todas as zonas, a saber: sudeste (68,4%), leste (50%), centro/norte (45,8%) e sul (40%). Domicílios com o total de residentes entre 4 e 6 pessoas, são, na maioria, encontrados nas zonas centro/norte (23,4%), leste (17,9%) e sudeste (15,8%). Já os domicílios que contam com mais de 6 pessoas predominam na zona centro/norte (15,3%) e na zona leste (7,1%).

Em relação ao local de moradia anterior, a maioria dos chefes de família responderam que são provenientes de outro bairro, conforme já foi visto. Tal informação corrobora o fato de que, em todas as zonas, os percentuais que representam essa variável são bastante significativos: sudeste, 83,3%; sul, 66,7%; centro/norte, 62,9% e leste, 35%. Os que afirmaram ser oriundos de outros municípios são maioria na zona leste (55%) e os provenientes de outro estado são maioria na zona sul (33,3%).

Com relação à motivação para morar em local de risco (figura 121), nas zonas leste, sudeste e centro/norte, a maioria respondeu que não possui rendimentos para ocupar outro local, apresentando índices de 42,9%, 42,1% e 30,8%, respectivamente.

Os que responderam que residem nesses locais por estar próximos aos parentes são 60% na zona sul, 36,8% na zona sudeste e 25% na zona leste. A proximidade do trabalho e da escola foi alegada por 17,9% da zona leste e 11,4%, da zona centro/norte. Na zona centro/norte, 31,8% dos chefes de família responderam que se instalaram em áreas de risco por outros motivos, principalmente, por se tratar de herança familiar e para se livrarem de aluguéis dos seus imóveis anteriores.

Figura 121: Motivação que levou os chefes de família a residir em áreas de risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Quanto à quantidade de crianças presentes no domicílio, constatou-se que 31,6% dos domicílios da zona sudeste contam com 1 criança, assim como 30,8% da zona centro/norte, 20% da zona sul e 10,7% da zona leste. Com 2 crianças, 19,8% dos domicílios da zona centro/norte e 17,9% da zona leste. Em contrapartida, nas diferentes zonas de Teresina predomina a ausência de crianças nos domicílios, a saber: 80% na zona sul; 64,3% na zona leste, 57,9% na zona sudeste e 43,5% na zona centro/norte. Em relação aos idosos, a ausência também prepondera: 84,2% na zona sudeste; 75% na zona leste, 69,5% na zona centro/norte e 40% na zona sul. Na

zona sul, 60% dos domicílios contam com a presença de 1 idoso, assim como 23,7% da zona centro/norte e 21,4% da zona leste.

É válido ressaltar que embora o percentual da zona sul se mostre bem superior ao da zona norte em relação à presença de 1 idoso, constatou-se que o número de idosos presentes na zona centro/norte é bem superior ao da zona sul, já que a quantidade de domicílios visitados na zona sul é bem menor quando comparada à zona centro/norte. Ao todo, conforme os dados, 73 domicílios contam com a presença de 1 idoso e 21 domicílios com 2 idosos. Nas demais zonas, a quantidade de domicílios com a presença de idosos é bem menor, conforme pode ser visto na tabela 13. Portanto, é na zona centro/norte que se encontra a maior quantidade de domicílios considerados de risco com presença de idosos. O mesmo raciocínio segue para a quantidade de crianças por domicílio. A maior quantidade de crianças está na zona centro/norte, por conta da maior quantidade de domicílios visitados em comparação às demais zonas.

Tabela 13: Quantidade de idosos por domicílios em risco de inundação nas zonas da cidade de Teresina.

Presença de Idosos por domicílio	Centro-Norte		Sudeste		Sul		Leste	
	N	%	N	%	N	%	N	%
1 Idoso	73	23,7	2	10,5	3	60,0	6	21,4
2 Idosos	21	6,8	1	5,3	0	0,0	1	3,6
Não	214	69,5	16	84,2	2	40,0	21	75,0

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

No que tange às características do domicílio, verificou-se o predomínio de residências de alvenaria e telha em todas as zonas: 100% da zona sudeste, 95,8% da zona centro/norte, 89,3% da zona leste e 80% da zona sul. Casas de taipa e telha possuem índices significativos nas zonas sul (20%) e leste (10,7%). Apenas, 4,2% dos domicílios da zona centro/norte são constituídos de taipa e telha. Em relação ao revestimento do domicílio, boa parte deles é rebocado e pintado: 80% na zona sul, 65,3% na zona centro/norte, 57,9% na zona sudeste e 50% na zona leste. Já os domicílios sem revestimento estão situados no sudeste (31,6%) e centro/norte (14%). 7,5% dos domicílios na zona centro/norte são de chão batido, 32,6% de cimento e 59,3% de cerâmica. Na zona sudeste, 57,9% são de cerâmica e 42,1% cimentados.

Na zona sul 80% possuem piso de cerâmica e 20% são de cimento e na zona leste, 50% têm piso de cerâmica e 46,4% de cimento.

Sobre a forma de aquisição do imóvel, predomina a compra a terceiros, como mostra a tabela 14. 80% dos domicílios da zona sul foram adquiridos dessa forma, no entanto, segundo os chefes de família questionados, 80% dos domicílios dessa zona não contam com documentos que comprovem a posse, o que pode se configurar um problema. A forma de aquisição a partir da compra a terceiros também compreende a maioria dos domicílios das zonas centro/norte (57,8%) e sudeste (57,8%). Assim como na zona sul, a maioria dessas duas zonas, 32% e 42,1%, respectivamente, não possuem comprovação de posse. A aquisição através de ocupação/invasão corresponde a 32,1% dos domicílios da zona leste e 20,3% da zona centro/norte. Já as residências cedidas representam 39,3% dos imóveis da zona leste, 26,3% da zona sudeste, 21,2% da zona centro/norte e 20% da zona sul. Apenas 10,5% dos domicílios da zona sudeste são financiados e 42,1% não possuem comprovação de posse.

Tabela 14: Formas de aquisição dos domicílios considerados de risco de inundação nas zonas de Teresina.

Formas de aquisição do domicílio	Centro/Norte		Sudeste		Sul		Leste	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Compra de terceiros	177	57,8	11	57,8	4	80,0	7	25,0
Ocupação/Invasão	62	20,3	0	0,0	0	0,0	9	32,1
Cedido	65	21,2	5	26,3	1	20,0	11	39,3
Financiado	1	0,3	2	10,5	0	0,0	0	0,0
Alugado	1	0,3	1	5,3	0	0,0	1	3,6

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

A maioria dos terrenos dos domicílios, em todas as zonas da cidade, é de propriedade da família ou pertencente a um terceiro. Na zona centro/norte, 55,2% dos terrenos dos domicílios visitados pertencem à família e 40,2% são de propriedade particular. Na zona sudeste, 68,4% são de propriedade das famílias e 31,6% particulares. Na zona sul 100% dos terrenos pertencem às famílias e na zona leste, 35,7% são de propriedade da família, 35,7% são terrenos pertencentes à Prefeitura, 17,9% ao Estado e 10,7% a particulares.

No tocante à situação física da área, merece destaque a vulnerabilidade às inundações, a proximidade de leito de rio e de lagoa, ausência de drenagem pluvial e

inundações e alagamentos periódicos, conforme pode ser visto na tabela 15. Dentro desse contexto, percebe-se que 15,9% dos domicílios visitados na zona sudeste são próximos a leitos de rio, seguidos de 10,2% na zona norte e 9,7% na zona leste. Próximo a lagoas estão 19,3% dos domicílios da zona leste, 14,3% da zona norte, sendo esses os índices mais significativos. Foram caracterizados como situados em áreas com ausência de drenagem pluvial 14,8% dos domicílios da zona sul e 11,4% da zona centro/norte. Em áreas de inundações periódicas estão 15,9% dos domicílios da zona sul e apenas 4,9% da zona centro/norte. Já como áreas de alagamentos periódicos estão 18,5% dos domicílios da zona sul, 15,9% da zona sudeste, 11,7% da zona leste e 9,9% da zona centro/norte.

Tabela 15: Características da situação física da área dos domicílios visitados.

Características	Centro/Norte		Sudeste		Sul		Leste	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Leito de rio	156	10,2	19	15,9	0	0,0	14	9,7
Próximo de lagoa	218	14,3	5	4,2	2	7,4	28	19,3
Ausência de drenagem pluvial	174	11,4	8	6,7	4	14,8	8	5,5
Inundação periódica	74	4,9	19	15,9	0	0,0	5	3,4
Alagamento periódico	152	9,9	19	15,9	5	18,4	17	11,7

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Quanto à presença de postos de saúde e escolas públicas nas proximidades, a pesquisa apontou que em todas as zonas, ambos os serviços estão presentes. Apenas cerca de 14% dos domicílios das zonas centro/norte e leste e 8,4% dos domicílios da zona centro/norte não contam, respectivamente, com postos de saúde e escolas públicas em áreas próximas.

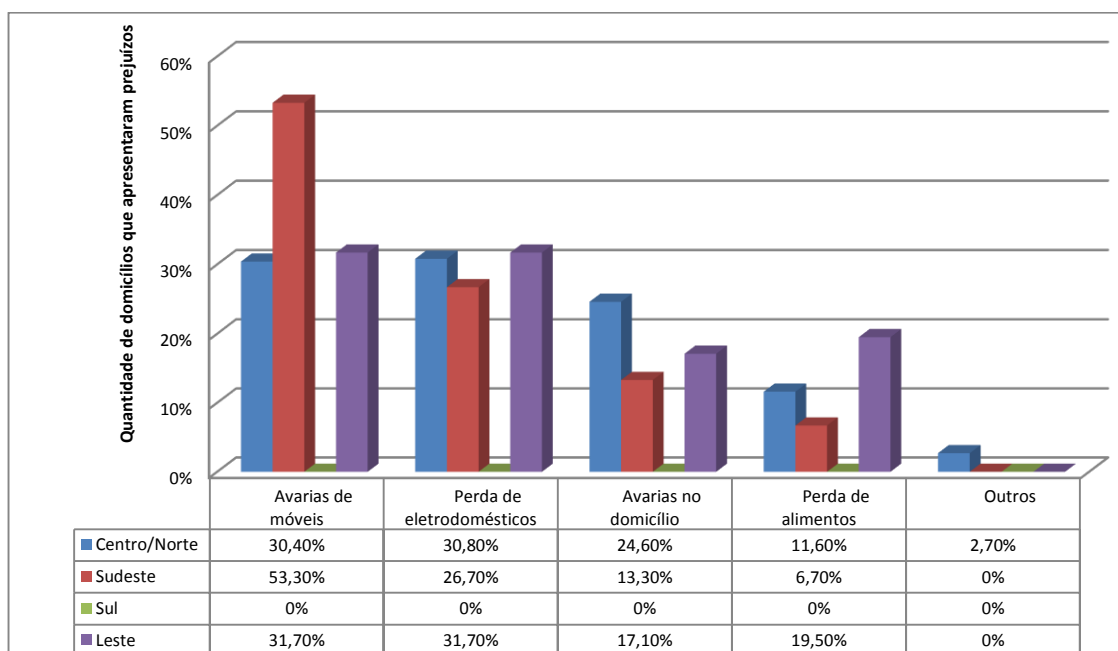
Sobre a invasão dos imóveis pelas águas pluviais, a pesquisa revelou que em 134 domicílios (43%) dentre os visitados na zona centro/norte não são invadidos pelas águas. Contudo, 83 imóveis (27%) são invadidos totalmente e 91 (30%) são invadidos parcialmente. Na zona sudeste, 6 imóveis (32%) não são invadidos pela água, 4 (21%) são invadidos totalmente e 9 (47%) são invadidos parcialmente. Na zona sul, 1 (20%) domicílio não é invadido pela água e 4 (80%) são invadidos parcialmente. Por

fim, na zona leste, 12 (43%) dos domicílios não são invadidos, 12 (43%) são invadidos totalmente e 4 (14%) são invadidos parcialmente.

Relativamente à quantidade de ruas alagadas foi constatado que em nenhuma das zonas o número de ruas alagadas é superior ao número de domicílios invadidos pela água, com exceção da zona sul, onde os índices dos mesmos são iguais. A saber, na zona centro/norte, em 39,6% dos domicílios visitados a rua não fica alagada, na zona sudeste, 10,5%, na zona sul, 20% e 25% na zona leste.

Foi perguntado aos moradores se eles tiveram algum prejuízo material devido às chuvas. Responderam que sim, 46,4% dos chefes de família da zona leste, 47,4% da zona sudeste e 32,6% da zona centro/norte. Os demais responderam que não tiveram prejuízo algum por conta das chuvas. Dentre os prejuízos relatados, há maiores proporções de perdas de móveis e eletrodomésticos, conforme figura 122. Avarias de móveis foram registradas em 53,3% dos domicílios da zona sudeste, 31,7% da zona leste e em 30,4% da zona centro/norte. Já perdas de eletrodomésticos ocorreram em 31,7% dos domicílios da zona leste, 30,8% da zona centro/norte e em 26,7% da zona sudeste.

Figura 122: Prejuízos apresentados pelos domicílios durante o período chuvoso.



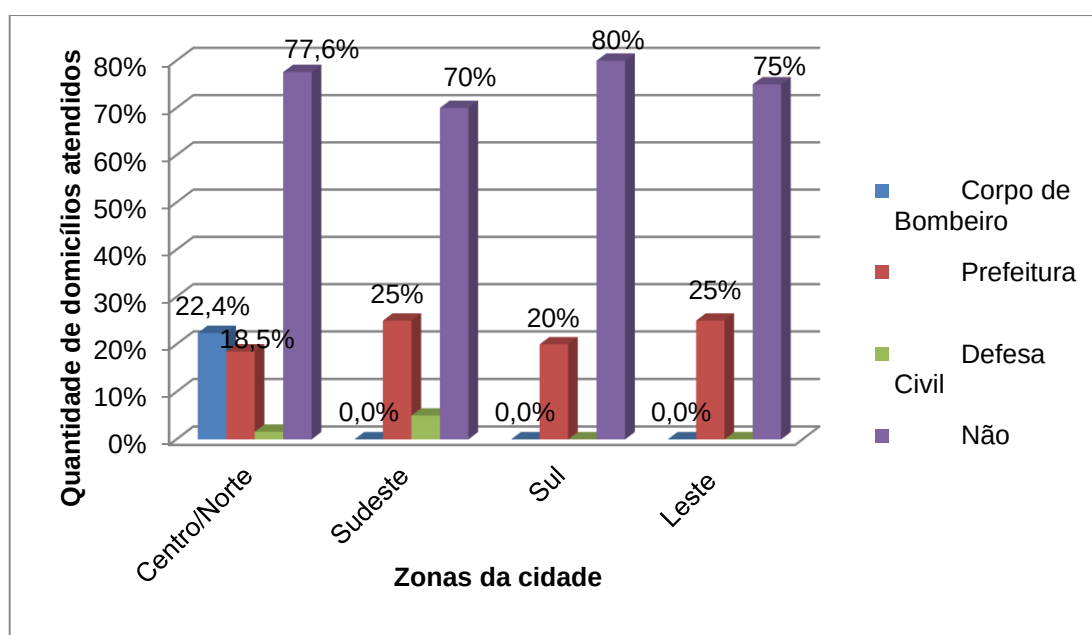
FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Avarias nos domicílios e perdas de alimentos e objetos foram assinaladas em menor proporção. Avarias foram apontadas em 24,6% dos imóveis da zona

centro/norte, 17,1% da zona leste e em 13,3% da zona sudeste. Perdas de alimentos e objetos ocorreram em 19,5% dos domicílios da zona leste, 11,6% da zona centro/norte e em 6,7% da zona sudeste. Nos domicílios da zona sul não ocorreu nenhum tipo de prejuízo material.

Foi constatado que a maioria dos residentes nas áreas em risco não receberam nenhuma assistência por parte do poder público, como foi vislumbrado na figura 123. Dentre os órgãos que deram assistência às famílias em risco, os que se destacaram foram a Prefeitura, que atuou em todas as zonas da cidade, e o corpo de bombeiros, que teve sua atuação restrita somente à zona centro/norte, segundo relato dos moradores. A defesa civil apresentou uma atuação bastante irrisória em todas as zonas, não condizente com a sua função principal, que é de dar assistência à população afetada por quaisquer tipos de desastre.

Figura 123: Quantidade de domicílios em risco atendidos por algum órgão público.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Conforme a figura 123, a Prefeitura atuou em 25% dos domicílios das zonas sul e leste, em 20% dos domicílios da zona sul e em 18,5% da zona centro/norte. Já o corpo de bombeiros atuou em apenas 22,4% dos domicílios da zona centro/norte. Neste contexto, foram levantadas as ações do poder público que contemplaram as famílias afetadas por diferentes eventos. Na zona centro/norte, 34% delas participaram do Projeto Família Solidária; 31,9% receberam atendimento emergencial e 27,7% melhoria habitacional através de construções e reparos na casa. Na zona

sudeste, 71,4% das famílias receberam atendimento emergencial e 28,6% foram atendidas pelo Projeto Família Solidária. Na zona leste, 80% receberam atendimento emergencial e 20% contaram com o Família Solidária.

A respeito dos percalços em dias de chuva, na zona sul, 60% dos chefes de família afirmaram ter seu cotidiano alterado, seguido de 52,6% da zona sudeste, 47,1% da zona centro/norte e 46,4% da zona leste. As alterações indicam que boa parte dos residentes dessas áreas atrasa ou falta ao trabalho e/ou escola; não conseguem dormir; são impedidos pela água de se movimentarem em seus domicílios e arredores e têm falta de energia elétrica durante os dias de chuva. A tabela 16 demonstra as respectivas alterações nas diferentes zonas da cidade.

Tabela 16: Alterações no cotidiano apresentadas pelos residentes dos domicílios em risco de inundação.

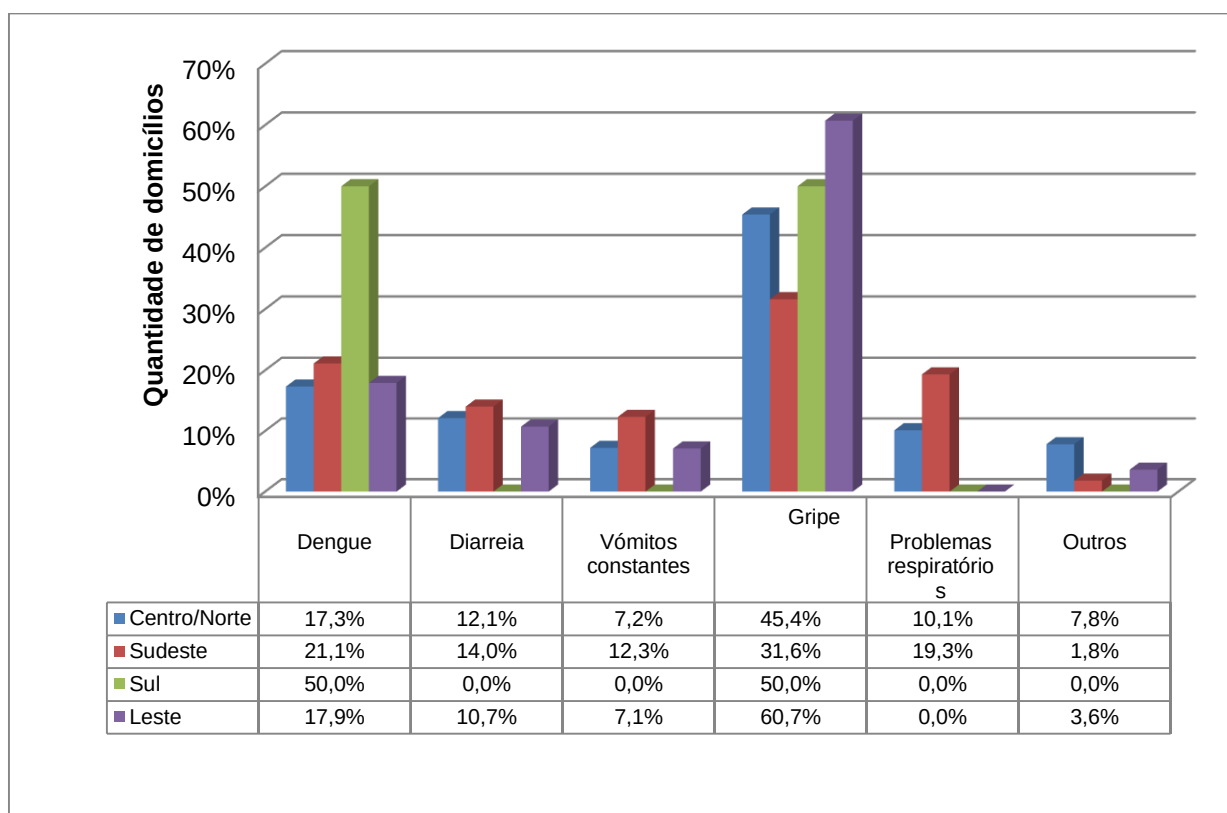
Alterações	Centro/Norte		Sudeste		Sul		Leste	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Atraso ou falta ao trabalho/escola	30	12,8	10	76,9	0	0,0	1	5,3
Não consegue dormir	40	17	0	0,0	0	0,0	6	31,6
Água impede a mobilidade normal na casa e arredores	72	30,6	3	23,1	3	80,0	6	31,6
Falta energia elétrica	89	37	0	0,0	1	20,0	6	31,6
Outros	4	1,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0

FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Percebe-se que predominam o impedimento da mobilidade na casa e nos arredores e a falta de energia elétrica. Na zona sul, em 80% dos domicílios visitados os chefes de família afirmaram que em dias de chuva a água impede a mobilidade normal dentro de casa e nos seus arredores. Em 31,6% dos domicílios da zona leste, 30,6% da zona centro/norte e em 23,1% da zona sudeste isto também ocorre. A falta de energia elétrica foi registrada em 37% dos domicílios da zona centro/norte, 31,6% da zona leste e em 20% dos da zona sul.

A pesquisa também constatou o aumento de doenças. As de cunho respiratório e a dengue foram as mais relatadas, já que ambas são ligadas à umidade e à veiculação hídrica, conforme demonstra a figura 124.

Figura 124: Incidência de doenças e os tipos principais que acometem os residentes nos domicílios em risco de inundação.



FONTE: Pesquisa de Campo (Maio/2015)

Percebe-se através da figura 124 que a gripe na zona leste representa 60,7% das doenças, na zona sul, 50%, na zona centro/norte, 45,4% e na zona sudeste, 31,6%. A dengue, segunda doença mais mencionada, representa 50% das relatadas na zona sul, 21,1% na zona sudeste, 17,9% na zona leste e 17,3% na zona centro/norte. De fato, gripe, dengue e problemas respiratórios ocorrem independentemente da ocorrência de inundações e estão associados ao tempo meteorológico (com ou sem desastres). Por conta disso, pode-se perceber a quantidade significativa dessas doenças nos imóveis visitados. Vômitos e diarreia, embora com os menores índices, também são comuns durante a ocorrência de inundações e alagamentos.

Por fim, foi perguntado aos residentes das áreas de risco se eles desejam sair do local de moradia por conta das chuvas. Em 40% dos domicílios da zona sul, 21,1% da zona sudeste, 17,9% da zona centro/norte e 7,1% da zona leste os residentes afirmaram que desejam mudar. Assim, procurou-se saber se o poder público já lhes foi ofereceu outra moradia e a quase totalidade dos entrevistados, em todas as zonas

afirmaram que não. Apenas 5,2% dos chefes de família da zona centro/norte e 3,6% da zona leste afirmaram que sim.

6.5 O caso crítico – zona centro/norte de Teresina

Percebeu-se ao longo dos dados expostos que a zona centro/norte da cidade foi a que apresentou maior número de setores de risco de inundação e, conseqüentemente, a maior quantidade de pessoas expostas a este tipo de desastre. Trata-se de uma região inserida num contexto de grande vulnerabilidade ambiental, com extensa área plana inundável, alterada por intervenções hidráulicas nos últimos 40 anos, como a construção de diques, sistema de interligação das lagoas, sistemas de controle de nível, dentre outras (TERESINA, 2014). A figura 125 destaca as lagoas presentes na zona centro/norte e a alta urbanização ao redor das mesmas.

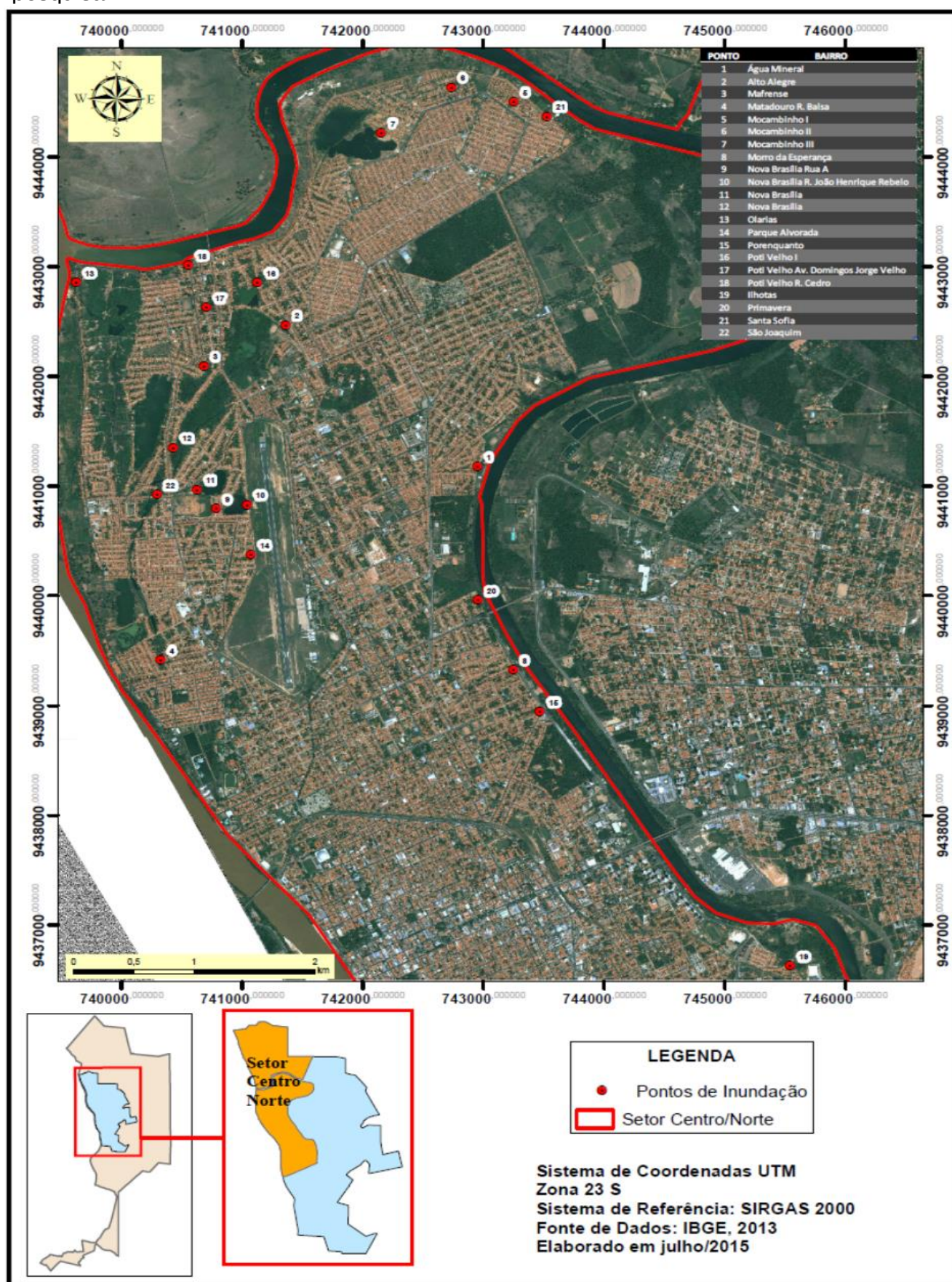
Figura 125: Distribuição dos bairros contemplados pelo Programa Lagoas do Norte.



Fonte: TERESINA, 2014a.

Dos 32 setores de risco de inundação, em Teresina, 22 se concentram nesta zona. Ao todo, segundo o documento da CPRM (BRASIL, 2012), estão em risco de inundação 4.119 famílias e 16.484 pessoas. A figura 126 ilustra todos os pontos de inundação apontados pela CPRM e que foram visitados para a execução dessa pesquisa.

Figura 126: Pontos de inundação apontados pela CPRM e visitados para a execução da pesquisa.



Fonte: Organizado por Santiago Neto (2015) e elaborado por Chaves (2015).

Esta zona comporta áreas de planície aluvial sujeitas à inundação lenta e gradual, em perímetros de lagoas ou ao longo dos rios Parnaíba e Poti e de seus pequenos tributários inseridos em área totalmente urbanizada. Isto ainda é agravado pelo esgotamento sanitário em céu aberto em todos os setores, pela presença de grande volume de resíduos sólidos, que causam a obstrução do sistema de drenagem, provocando alagamentos, por sistemas de drenagens deficientes (presença de diques, porém, sem sistema de bombeamento), pelas cotas das ruas e casas, muito próximas da cota de lâmina d  água e pela presença de algumas casas de taipa construídas sobre solos e sedimentos não consistentes. As figuras 127 e 128 mostram algumas dessas circunstâncias encontradas nos setores visitados.

Figura 127: Casa de taipa sobre material não consolidado no bairro São Joaquim, zona centro/norte de Teresina. Casa de taipa construída em perímetro de lagoa atingida constantemente pela inundação durante o período chuvoso



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Figura 128: Presença de esgotamento a céu aberto nos bairros da zona centro/norte.

A: Casas sujeitas à inundação, construídas em perímetro de lagoa, que também funciona como receptadora de esgotos das casas dos arredores. B: Lagoa presente no bairro Mafrense, onde é despejado o lixo sólido e líquido das casas próximas.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Podem-se tecer, portanto, as seguintes conclusões a respeito da zona centro/norte:

- ✓ Baixos índices de rendimento mensal por domicílio, com 174 deles (56,5%) contando com renda de até 1 salário mínimo;
- ✓ Baixa escolaridade dos chefes de família, sendo 41 (13,4%) não alfabetizados, 123 (40,1%) com ensino fundamental incompleto e apenas 8 (2,6%) com ensino superior completo;
- ✓ Influência da baixa escolaridade no exercício das atividades responsáveis pelos rendimentos. 118 chefes de família (38,3%) são autônomos, exercendo atividades esporádicas e diversificadas; 67 (21,8%) possuem empregos regularizados e 57 (18,5%) são aposentados;
- ✓ Número alto de pessoas vivendo nas casas em relação aos rendimentos auferidos: 141 domicílios (45,8%) possuem de 2 a 4 pessoas, 72 (23,4%) de 4 a 6 pessoas e 47 (15,3%) acima de 6 pessoas;
- ✓ A maioria dos residentes moram nessas áreas por preferir não pagar mais aluguel e por não ter rendimentos para ocupar outros locais mais salubres da cidade:

- ✓ Presença significativa de crianças e idosos: 95 domicílios (30,8%) com 1 criança e 61 (19,8%) com 2 crianças; 73 domicílios (23,7%) com 1 idoso. Desse modo, a zona apresenta, em números absolutos, a maior quantidade de crianças e idosos em risco;
- ✓ Há 177 domicílios (57,8%) adquiridos a partir da compra de terceiros e 62 (20,3%) através de ocupação/invasão, porém 99 (32%) dos imóveis não apresentam documento comprobatório de posse;
- ✓ 218 domicílios estão localizados em perímetros de lagoa, 156 em leito maior de rio, 174 em áreas com ausência de drenagem, 74 em áreas de inundação periódica e 152 em áreas de alagamentos periódicos;
- ✓ 43 (14%) domicílios não contam com postos de saúde em suas proximidades e 26 (8,4%) com escolas públicas;
- ✓ Chefes de família de 55 domicílios (17,9%) afirmaram ter suas casas totalmente invadidas pelas águas pluviais e em 75 (24,4%) invadidas parcialmente. Em 90 domicílios (29,2%) a água invade totalmente a parte externa da casa e em 44 (14,3%) a água invade apenas parcialmente;
- ✓ Em 80 (26%) dos domicílios os chefes de família afirmaram que a rua, onde está situada a casa, fica totalmente alagada e em 106 (34,4%) parcialmente alagada;
- ✓ Residentes de 100 domicílios (32,6%) afirmaram que já tiveram algum tipo de prejuízo material devido às chuvas. Dos prejuízos elencados, em 69 (30,8%) ocorreram perdas de eletrodomésticos, em 68 (30,4%) avarias de móveis, em 55 (24,6%), avarias do imóvel e em 26 (11,6%), perdas de alimentos e objetos;
- ✓ Residentes de 145 domicílios (47,1%) confirmaram ter, nos dias de chuva, o seu cotidiano alterado. Dentre as alterações apontadas, 89 (37%) pessoas alegaram a falta de energia elétrica; 72 (30,6%), a falta de mobilidade normal dentro de casa e nos arredores; 40 (17%) não conseguir dormir e 30 (12,8%) atrasar ou faltar ao trabalho ou à escola;
- ✓ 243 (77,6%) famílias não receberam assistência de órgãos públicos. Dentre os que receberam, 58 (18,5%) foram assistidos pela Prefeitura; 7 (2,4%) pelo corpo de bombeiros e 5 (1,6%) pela Defesa Civil;
- ✓ 15 famílias (31,9%) receberam atendimento emergencial; 13 (27,7%) foram contempladas com construções ou reparos para melhoria habitacional e 16 (34%) fizeram parte do Programa Família Solidária;

- ✓ Aumento da incidência de doenças, em 169 (55%) domicílios, como a gripe apontada em 157 (45,4%) domicílios; a dengue, em 60 (17,3%); a diarreia, em 42 (12,1%); problemas respiratórios em 35 (10,1%) e vômitos constantes em 25 (7,2%) domicílios;
- ✓ Por fim, os chefes de família de 252 domicílios (82,1%) não desejam sair do seu local de moradia, enquanto 55 (17,9%), desejam sair do local. Foram oferecidas novas moradias para apenas 16 (5,2%) domicílios.

Todos esses fatores elencados acrescidos aos problemas crônicos de saneamento básico, fez o poder público municipal, em meados dos anos 2000, lançar o Programa Lagoas do Norte (PLN). O PLN consiste num conjunto de ações integradas, inter-relacionadas e tecnicamente planejadas, que buscam contribuir para o desenvolvimento sustentável dessa parte da cidade através da requalificação urbana e ambiental. Os recursos destinados para a execução do PLN, que deve entrar atualmente na sua segunda fase, foram oriundos do Banco Mundial, do governo federal e da Prefeitura Municipal de Teresina (PMT). Estão inseridos nesse programa 13 bairros, os quais abrangem cerca de 1.300ha, e serão contemplados cerca de 105 mil habitantes com renda média inferior a 3 salários mínimos (TERESINA, 2014a).

Dos bairros inseridos no PLN, quase todos coincidem com setores pesquisados: Matadouro, Parque Alvorada, São Joaquim, Nova Brasília, Poti Velho, Mafrense, Alto Alegre, Olarias e Mocambinho. São bairros assentados sobre planícies flúvio-lacustres e ocupados por população de baixa escolaridade e renda. A figura 129 ilustra a distribuição dos bairros que estão inseridos no PLN e nesta pesquisa.

Figura 129: Distribuição dos bairros inseridos no Programa Lagoas do Norte.



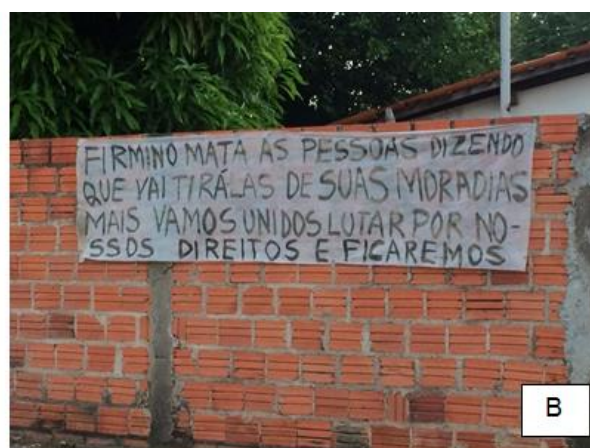
Fonte: TERESINA, 2014a. Adaptado por Santiago Neto (2015)

Para alcançar os objetivos propostos na segunda fase do PLN é necessário que haja a remoção de famílias por estarem em áreas de risco de inundação ou por estarem localizadas no território requerido pelas obras que serão realizadas. Entre 2009 a 2014 foram atendidas quase 500 famílias, dos bairros Acarape, Matadouro, Parque Alvorada e São Joaquim, sendo a maioria transferida para um novo local a salvo das inundações. Uma pequena parte delas recebeu indenização proporcional ao valor do seu imóvel. As famílias foram removidas para o residencial Zilda Arns, construído em área próxima às residências antigas, o que foi bem aceito pela

população atingida. (TERESINA, 2014b). Dos bairros que tiveram famílias removidas, apenas o Acarape não apresenta setores de risco de inundação no estudo da CPRM.

Entretanto, parte da população inserida no PLN não concorda com a saída de suas casas. A PMT tem enfrentado bastante resistência no que tange à saída da população dessas áreas, fato comprovado durante a execução dessa pesquisa. Em muitos dos domicílios visitados, os residentes afirmaram com veemência que seus imóveis não inundam e nunca inundaram, mesmo estando construídos dentro do leito maior do rio Parnaíba ou no perímetro de lagoa, onde se sabe que, em anos de chuvas intensas e com a subida do nível do rio, o imóvel é atingido. A negação quanto à materialização do desastre está relacionada ao fato de que os residentes não aceitam sair de suas moradias, uma vez que já investiram na melhoria da casa, possuem apego ao lugar e à vizinhança e não concordam com o valor acordado pela PMT para o pagamento da indenização. Por conta disso, muitos dos chefes de família entrevistados durante a pesquisa, com receio de que esta seja vinculada à PMT e ao PLN, negaram a ocorrência de inundações na área do seu domicílio e arredores. Tal fato pode ter direcionado as respostas dadas durante a entrevista e deturpado a pesquisa nessas áreas. As fotografias que correspondem a figura 130 demonstram a insatisfação dos moradores do bairro Olarias em relação ao PLN.

Figura 130: A e B: Domicílios localizados na Av. Boa Esperança, bairro Olarias, que ocupam uma das áreas a ser evacuadas na atual fase do Programa Lagoas do Norte. Esses domicílios apresentam seus quintais dentro do leito maior do rio Parnaíba, entretanto, segundo os moradores, trata-se de uma área não inundável e, por conta disso, não pretendem sair dos seus imóveis. Na figura B, o “Firmino”, ao qual a faixa se refere, corresponde ao atual prefeito de Teresina, Firmino Filho.



FONTE: Chaves (maio. 2015).

Portanto, diante do que foi exposto, pode-se afirmar que a zona centro/norte de Teresina apresenta um cenário de vulnerabilidade tanto ambiental quanto social. Baixos níveis de renda e escolaridade, alta densidade domiciliar e presença de idosos e crianças podem cercear a capacidade de resposta ante a ocorrência de inundação, uma vez que é uma área de perigo constante durante o período chuvoso. É válido ressaltar ainda que se trata de uma zona de alta periculosidade, com altos índices de violência e uso de drogas.

CONCLUSÕES

Dados acerca de inundações no mundo revelam que há uma tendência global para o crescimento do número de pessoas expostas e afetadas por esse tipo de evento. Esse número pode elevar-se para além de 102 milhões de pessoas por ano. Os mais expostos e o maior número de óbitos estão concentrados em países com baixa renda per capita (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2014). O Brasil, segundo o EM-DAT, é classificado como um dos países mais afetados por inundações, com mais de 60 desastres cadastrados no período de 1974 a 2003. Segundo o relatório do CRED, em 2008 o Brasil ficou em 10º lugar entre os países do mundo com maior número de vítimas relacionadas aos desastres naturais, com destaque para os hidrológicos, aqueles que englobam inundações e movimentos de massa, que afetaram 1,8 milhão de pessoas (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

É fato que nos centros urbanos altamente adensados e com problemas de planejamento, o risco das inundações é maior. Precipitações intensas aliadas à impermeabilização do solo e habitações construídas em áreas inundáveis dão a tônica para o anúncio desse tipo de desastre.

A ocupação de áreas inundáveis por populações de baixa renda, com moradias precárias e quase nenhuma infraestrutura urbana é o cenário mais comum das áreas de risco deste tipo de desastre. Em muitos municípios brasileiros, este é o cenário que abriga a população mais vulnerável às inundações e em Teresina, capital do estado do Piauí, tal fato não é diferente. Características do seu sítio urbano, somadas às chuvas intensas e rápidas, que são comuns durante o período chuvoso, são fatores a ser ressaltados para a constante recorrência das inundações e alagamentos em determinados setores da cidade.

O crescimento populacional de Teresina, ao longo dos anos e a consequente pressão demográfica por moradia impeliram uma parcela dos teresinenses a ocupar as áreas inundáveis presentes na cidade, aumentando o número de atingidos por inundações. A partir da aplicação dos questionários nos setores considerados vulneráveis às inundações, foi possível traçar o perfil da população afetada por este tipo de desastre, como foi proposto no objetivo geral desta pesquisa. Contudo, alguns percalços ocorridos durante os trabalhos de campo merecem ser destacados, uma vez que podem ter interferido nas informações coletadas.

A execução em andamento do PLN na zona norte de Teresina, a violência e a presença de usuários de drogas nas áreas a ser visitadas, falhas nas respostas de alguns quesitos do questionário aplicado, além do fato de terem sido apontados setores de risco de inundação que estão em áreas topograficamente elevadas da cidade, como foi observado, podem ser considerados fatores que deturparam as informações finais encontradas. Entretanto, foi percebido como características gerais dos setores vulneráveis moradias precárias, ausência de saneamento básico e baixos níveis no que tange aos aspectos sociais e econômicos da população presente, conforme a hipótese formulada.

Concluiu-se ao final da pesquisa que 153 domicílios, dentre os visitados, ou 42,5%, nunca foram atingidos pelas inundações ou alagamentos. Tal constatação contradiz o fato de que essas são áreas consideradas como de risco de inundação, segundo a CPRM. Corroborando essa informação, o próprio documento do Ministério da Integração Nacional apresenta uma ressalva, destacando que alguns setores apontados pela CPRM não podem ser considerados como de risco de inundação. Áreas onde as edificações foram demolidas ou removidas; onde é impossível a ocorrência de inundações porque os imóveis estão em locais topograficamente elevados, bem acima da cota máxima de inundação, e áreas onde inexistem imóveis ou que apresentam imprecisão na localização desses, são características de locais que, segundo o Ministério da Integração, não podem ser considerados como de risco à população, descartando alguns setores apontados pela CPRM (BRASIL, 2014).

De fato, conforme foi constatado durante a pesquisa, os setores localizados nos bairros Três Andares e Catarina, por exemplo, pertencentes à zona sul, se encaixam na descrição dos que estão assentados em locais de topografia elevada, bem acima da cota máxima de inundação e, neles, os imóveis não correm risco de inundação. Em alguns setores localizados na zona centro/norte, nos bairros Santa Sofia, Poti Velho, Olarias, Matadouro e Mocambinho I, alguns imóveis que estavam alocados em áreas de risco de inundação foram removidos e demolidos. Já nos setores localizados nos bairros Noivos (zona leste), Água Mineral (zona centro/norte), Catarina II (zona sul) e Mocambinho II (zona centro/norte), nos locais exatos apontados pela CPRM, não foram encontrados imóveis ou foram constatadas imprecisões quanto as suas localizações.

O temor de ser removidos das áreas consideradas de risco, nos bairros da região norte da cidade, abarcadas pelo PLN, foi bastante perceptível durante a

aplicação dos questionários e pode ter contribuído para inúmeras respostas negando a invasão dos imóveis pelas inundações. Alguns chefes de famílias dos imóveis localizados em áreas abaixo da cota de inundação, dentro do leito maior dos rios e em perímetros de lagoa afirmaram que nunca foram atingidos pelas inundações. Sabe-se, entretanto, que em anos de chuvas intensas, quando o nível dos rios se eleva, os imóveis destas áreas são atingidos. Isso demonstra que famílias que residem em áreas de risco de inundação, mesmo com o perigo iminente durante a época chuvosa, se recusam a sair dos seus imóveis, alegando, principalmente, apego ao local e à vizinhança e a proximidade do centro da cidade e dos parentes, mantendo, dessa forma, a sua condição de vulnerabilidade.

Ficou claro também, ao fim da pesquisa, que dentre as zonas administrativas da cidade, a centro/norte é a que possui maior quantidade de setores de risco de inundação (23) abarcando, conseqüentemente, a maior quantidade de pessoas em risco, seguido das zonas sul (4), sudeste (3) e leste (3). A fragilidade da sua ambiência, composta por um sistema lagunar, pequenos córregos e riachos, menor altimetria e a confluência dos rios Parnaíba e Poti, que cortam a cidade, faz com que inundações e alagamentos sejam constantes no cotidiano dos seus residentes.

A situação é mais crítica pelo fato de que os setores localizados nesta zona pertencem a bairros cuja maioria da população residente, apresenta baixos níveis nos aspectos sociais e econômicos, conforme foi visto, culminando com a condição de alta vulnerabilidade. Na zona centro/norte 56,5% dos chefes de família entrevistados possuem rendimentos de até 1 salário mínimo, 40,1% ensino fundamental incompleto, 38,3% se declararam autônomos, realizando atividades diversificadas, e 30,8% afirmaram que ocupam as áreas de risco por não possuírem rendimentos para ocupar locais mais salubres da cidade.

As outras zonas, embora apresentem um menor número de pessoas em risco de inundação, têm condições sociais semelhantes à zona centro/norte. Na zona leste 67,9% dos chefes de família possuem rendimento mensal de até 1 salário mínimo, assim como 42,1% da zona sudeste. Na zona sul, 20% dos seus chefes de família são analfabetos e 46,4% da zona leste possuem ensino fundamental incompleto. Na zona sudeste, 42,1% dos chefes de família se declaram autônomos, seguidos de 39,3% da zona leste e 20% da zona sul, constituindo um grupo volumoso de pessoas sem emprego formal. Em contrapartida, os melhores índices sociais também foram registrados nessas zonas. Na sul, 20% dos chefes de família contam com rendimento

médio mensal entre 5 a 10 salários mínimos, 60% com rendimentos entre 2 e 5 salários mínimos, 20% possuem ensino superior completo, 20% ensino médio completo e 40% são funcionários públicos. Na zona sudeste, 26,3% dos chefes de família possuem ensino médio completo e 26,3% têm emprego regularizado.

Portanto, são pertinentes os estudos sobre a vulnerabilidade às inundações em Teresina, pois uma parcela significativa da população pode padecer com este tipo de desastre. Contudo, os órgãos públicos que deveriam se responsabilizar pela prevenção, mitigação e assistência pós-desastre, não fazem isto a contento. A Defesa Civil municipal, órgão que deveria ter informações sobre a ocorrência de desastres na capital, possui apenas alguns dados de populações afetadas e que foram assistidas pela PMT durante as inundações ocorridas nos anos de 2008 e 2009. Sua estrutura é deficiente, ocupando apenas um pequeno cômodo no prédio da PMT. Os poucos funcionários são oficiais do corpo de bombeiros local e são “trocados” à medida que a gestão municipal é alterada, prejudicando a continuidade dos trabalhos. Desse modo, a referida pesquisa se torna importante à medida que informações acerca das ocorrências de inundações em Teresina são bastante escassas nos órgãos públicos.

As ações do poder público a respeito da ocorrência de desastres em Teresina, a exceção do PLN, tem se restringido à construção de estruturas de drenagem, posto que os constantes alagamentos, principalmente os ocorridos em vias de tráfego intenso, prejudicam bastante o trânsito em dias de chuva. Desse modo, pode se afirmar que o PLN consiste na ação mais importante por parte do poder público para solucionar a ocorrência das inundações e reduzir o número de afetados em Teresina.

No entanto, o PLN se restringe a alguns bairros localizados no norte da cidade, desprezando o fato de que em outras zonas também ocorrem inundações, embora com menor número de afetados. A saber, a demora no andamento do PLN, que se deve em parte aos constantes conflitos entre os moradores dos bairros abrangentes e a PMT, prejudica a solução definitiva dos problemas.

Assim, sugere-se, como possível solução para a redução da vulnerabilidade nas áreas apontadas nessa pesquisa a remoção dos imóveis das áreas mais próximas aos corpos hídricos em todas as zonas, não apenas em pontos da zona centro/norte, bem como melhorias habitacionais naquelas cujas estruturas se encontram bastante precárias. Merece destaque também a necessidade de um planejamento urbano das áreas de expansão da cidade, já que surgem, a cada dia, novos loteamentos, vilas e bairros, que desprezam a topografia local e são desprovidos de sistemas de drenagem

que evitem os alagamentos. Percebeu-se que nos bairros surgidos recentemente, a maioria deles localizado na franja urbana da cidade, os alagamentos são constantes durante o período chuvoso. Portanto, planejamento urbano, construção de sistemas de drenagens eficientes e remoção de famílias alocadas em áreas de risco de inundação são ações para evitar problemas associados às inundações em Teresina.

REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, A.N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Revista Estudos Avançados**, v.13, n.36, p.72-83,1999.

ADIKARI, Y; YOSHITANI, J. **Global trends in water-related disasters**: an insight for policy makers. The United Nations World Water Assessment Programme. International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM). United Nations Educational. Scientific and Cultural Organization. France, 2009.

ALCÂNTARA-AYALA, J. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters countries. **Geomorphology**, v. 47, n 2-4, out., 2002.

ALMEIDA, L. Q. de.; PASCOALINO, A. Gestão de risco, desenvolvimento e (meio) ambiente no Brasil - Um estudo de caso sobre os desastres naturais de Santa Catarina. In.: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. **Anais...**Viçosa (MG): XIII SBGFA, 2009.

ALMEIDA, L.Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos**: Bacia Hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP/Rio Claro, 2010.

ANDRADE, C.S.P. de. **A climatologia da cidade de Teresina, Piauí**: as variantes topoclimáticas dos espaços livres. Tese. (Doutorado em Geografia) Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2009.

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R.R. Inundações e enchentes. In.: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. do. (Orgs.) **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

ANDREOLI, R.V.; KAYANO, M.T. Variabilidade decenal e multidecenal. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

_____. Clima da Região Nordeste do Brasil. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

_____. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.22, n.1, p.63-74, 2007.

_____. Enso-related Rainfall Anomalies in South America and Associated Circulation Features During Warm and Cold Pacific Decadal Oscillation Regimes, **International Journal of Climatology**, n. 25, p.2017-2030, 2005.

AYOADE, J.O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

ARAGÃO, J.O.R. O impacto do ENSO e do dipolo do Atlântico no nordeste do Brasil. **Bull. Inst. Franc. Étud. Andines**, v. 27, n.3, 1998, p.839-844.

ARAÚJO, J.L.L (Coord). et al. **Atlas escolar do Piauí: espaço geo-histórico e cultural**. João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2006.

ASSUNÇÃO, M. et al. Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

AZEVEDO, B.R.L. de. A importância socioambiental da bacia hidrográfica do rio Poti na formação da identidade cultural piauiense. **Carta Cepro**, v. 24, n.1, 2007.

BARBOSA, K. **Aumenta o número de desabrigados em Teresina**. Portal Cabeça de Cuia. 2008. Disponível em: <http://www.cabecadecuia.com/teresina/20831/aumenta-o-numero-de-desabrigados-em-teresina-> Acesso em 16 mar 2015.

BERTONE, P; MARINHO, C. Gestão de riscos e respostas a Desastres Naturais: a visão do planejamento. In.: VI CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA – CONSAD, , 2013, Brasília. **Anais...** Disponível em: http://repositorio.fjp.mg.gov.br/consad/bitstream/123456789/966/1/C6_TP_GEST%C3%83O%20DE%20RISCOS%20E%20RESPOSTA.pdf. Acesso em: 13 de nov. de 2013.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Glossário de Defesa Civil, estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília, 2008.

_____. Ministério da Integração Nacional. Defesa Civil. **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas á Desastres**. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2012a.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). **Anuário brasileiro de desastres naturais 2011**. Brasília: CENAD, 2012b.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). **Plano Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres**. FGV Projetos. Rio de

Janeiro, 2012c. Disponível em: <http://www.fgv.br/fgvprojetos>. Acesso em 23 de nov. de 2013.

_____. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes**. Teresina, Piauí. Maio/2012d.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). **Anuário brasileiro de desastres naturais 2012**. Brasília: CENAD, 2013.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Relatório 1730-R7: Município de Teresina, PI – Lote 11**. São Paulo, Abril, 2014.

BRAZ, Ângela Napoleão. **Estruturação urbana de Teresina no período de 1852 a 1900**. Teresina: Publicação Própria, 2003.

CAMPOS, J.N.; STUDART, T.M.C. Secas no nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. In.: IV DIÁLOGO INTERAMERICANO DE GERENCIAMENTO DE ÁGUAS, ABRH, **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001.

CASTRO, A.L.C. **Manual de desastres**. Departamento de Defesa Civil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

_____. **Manual de planejamento em defesa civil**. Departamento de Defesa Civil. Brasília: Ministério da Integração Nacional. Vol 1. 1999.

_____. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/ Depto. de Defesa Civil, 1998.

CARVALHO, J. “Não é rio Poti, é a avenida principal do Sigefredo Pacheco”, diz moradora. Portal 180 Graus. 2015. Disponível em: <http://180graus.com/melhores-do-facebook/nao-e-rio-poti-e-a-avenida-principal-do-sigefredo-pacheco-diz-jornalista> Acesso em 12 mar 2015.

CHAVES, R. J. Ferreira. **Teresina** - Subsídios para a história do Piauí. Teresina, 1992.

CHAVES, Monsenhor. **Como nasceu Teresina**. Obras completas, FCMC, 1998, p.163.

CHAVES, S.V.V. **A vulnerabilidade socioambiental em Teresina, Piauí**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPI. Teresina, 2009.

CHEIA DOS RIOS PARNAÍBA E POTI VIRA ATRAÇÃO TURÍSTICA EM TERESINA. Portal AZ. Abril/2008. Disponível em: http://www.portalaz.com.br/noticia/geral/102614_cheia_dos_rios_parnaiba_e_poti_vir_a_atracao_turistica_em_teresina.html Acesso em 16 mar 2015.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v.1, n.20, p.193-204, jan./jul, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS (CNM). **Análise sobre a seca do Nordeste**. Brasília: CNM, 2013. Disponível em: http://www.nordeste.cnm.org.br/img/download/estudoCNM/Estudo_Seca_Nordeste_Final.pdf. Acesso em: 05 de nov. de 2013.

COSTA, C. **Erosão em galeria já derrubou uma casa e ameaça outras em Teresina**. Portal G1 Piauí. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2014/01/erosao-em-galeria-ja-derrubou-uma-casa-e-ameaca-outras-em-teresina.html> Acesso em 11 mar 2015.

COELHO, L. Chuvas fazem Teresina decretar estado de emergência. Estadão. Caderno Geral. Abril/2008. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,chuvas-fazem-teresina-decretar-estado-de-emergencia,150692> Acesso em 16 de mar 2015.

COHEN, J. et al. Linhas de instabilidade na costa norte-nordeste da América da Sul. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

COUTINHO, R. **1926: a maior enchente da história de Teresina ?** Portal Piracuruca. 2014. Disponível em: <http://www.piracuruca.com/index.php/historia/211-1926-a-maior-enchente-da-historia-de-teresina> Acesso em 13 mar 2015.

CUNHA, J.M.P. da. Um sentido para a vulnerabilidade sociodemográfica nas metrópoles paulistas. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**. Campinas, v.21, n.2, p. 343-347, jul/dez, 2004.

CUTTER, S.L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 93, pp. 59-69, junho, 2011.

DESCHAMPS, Marley V. **Vulnerabilidade socioambiental da Região Metropolitana de Curitiba**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPR. Curitiba, 2004.

DOURADO, F.; ARRAES, T.C.; SILVA, M.F. O megadesastre da região serrana do Rio de Janeiro – as causas do evento, os mecanismos dos movimentos de massa e a distribuição espacial dos investimentos de reconstrução pós-desastre. **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, vol. 35, p.43-54, 2012.

ESTERLING, D. R. et al. Climate Extremes: observations, modeling and impacts. **Science**, v.289, p.2068-2074, 2000a.

_____. **Observed variability and trends in extreme climate events**: a brief review. Bulletin of the american meteorological society. Vol 81, nº3, March, 2000b.

EIRD - ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES – LAS AMÉRICAS **Informes sobre el progreso en la implementación del Marco de Acción de Hyogo – BRASIL**, 2007. Disponível em: http://www.preventionweb.net/files/1302_Brazil.pdf . Acesso em 27 de dez. de 2013.

FAÇANHA, A.C. **A evolução urbana de Teresina**: agentes, processos e formas. Dissertação (Mestrado). Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 1998.

FEITOSA, S.M.R. **Alterações climáticas em Teresina, Piauí, decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, PRODEMA/TROPEN/UFPI, Teresina, 2010.

FERNANDES, N. F. et al. Condicionantes geomorfológicos dos deslizamentos nas encostas: avaliação de metodologias e aplicação de modelo de áreas suscetíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, nº1, p.51-71, 2001.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, nº1, dez., 2005.

FERREIRA, N.J.; RAMIREZ, M.V.; GAN, M.A. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do nordeste do Brasil. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

FONSECA, J.S; MARTINS. **Curso de Estatística** – 6ª edição. São Paulo: atlas, 1996

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**, 2009. Disponível em: http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acesso em: 20 de dez. de 2013.

GALLOPIN et al. Syndromes of sustainability of development for assessing the vulnerability of coupled human–environmental systems. The case of hydrometeorological disasters in Central America and the Caribbean. **Global Environmental Change**. v.17, may 2007, 207-217. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 12 abr de 2015.

GAN, M.A. Ciclone Catarina: análise sinótica. In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 2009, Canela, RS. **Anais...** Disponível em: http://plutao.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao%4080/2009/11.23.14.59/doc/artigo_Gan_IIISIC.pdf. Acesso em: 13 de nov. de 2013.

GOBO, J.P.A.; RIFFEL, E.S. Variabilidade climática e eventos extremos no Brasil: uma breve análise. In.: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA. **Anais...** João Pessoa, 2011.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as inundações no Brasil. In.: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, **Anais...** João Pessoa, 2005.

GRIMM, A.M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

GUHA-SAPIR, D; HOYOIS, P.; BELOW, R. **Annual disaster statistical review 2012: the numbers and trends**. Centre for research on the epidemiology of Disasters (CRED) CRUNCH/USAID). Brussel (Belgium), 2013a.

GUHA-SAPIR, D. **Disaster Data: a balanced perspective**. Catholic University of Louvain. Centre for research on the epidemiology of Disasters (CRED) CRUNCH/USAID). Brussel (Belgium) Issue nº 31, march, 2013b.

_____. **Disasters in Numbers 2010**. Centre for research on the epidemiology of Disasters (CRED). Catholic University of Louvain. Brussel (Belgium), 2011.

GUHA-SAPIR, D; BELOW, R; VOS, F; RODRIGUEZ, J. **Annual disaster statistical review 2008: the numbers and trends**. Center for research on the epidemiology of disaster (CRED). Université Catholique de Louvain, Brussels, 2009.

GUHA-SAPIR, D, et al. **Thirty years of natural disasters 1974-2003: the numbers**. Catholic University of Louvain. Centre for research on the epidemiology of disasters (CRED). Catholic University of Louvain, 2004.

HOGAN, D.J. (Org.) **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Núcleo de Estudos de População – Nepo/Unicamp, 2007.

HOUGHTON, J. **Global warming: the complete briefing**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003, 251 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. IBGE. **Censo Demográfico 2010**, Rio de Janeiro, IBGE.

INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate changes: the physical science basis**. Summary of policymakers, 2007. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm. Acesso em: 15 de dez. de 2013.

_____. **Climate change 2007**. The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, 2007. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm. Acesso em: 28 de dez. de 2013.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.

LIMA, I.M.de M.F. O relevo de Teresina, Piauí: compartimentação e dinâmica atual. In.: IX ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, **Anais...** Goiás, 2011.

_____. Teresina: urbanização e meio ambiente. In.: Scientia et Spes: **Revista do Instituto Camilo Filho**, v. 01, n.02. Teresina – PI: ICF, 2002, p. 181-206.

LIMA, Antonia Jesuíta de. Gestão urbana e os planos diretores participativos. In.: XI CONGRESSO LUSO AFRO-BRASILEIRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS, **Anais...**Bahia, 2011.

_____. Gestão Local e Políticas Urbanas: uma experiência de urbanização de favelas em uma capital nordestina no Brasil. In.: VI CONGRESSO PORTUGUES DE SOCIOLOGIA, Série 514, **Anais...**Lisboa. 2008.

_____. **Favela COHEBE: uma história de luta por habitação popular**. Teresina, EDUFPI. 1996.

LIMA, M.G. de; FERNANDES, R.J.A.R. **Análise da ocorrência de eventos extremos no Piauí**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí. s/a.

LOBO, P.R.V. **Um estudo climatológico da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a sua influência sobre o nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, 1982.

LUSTOSA FILHO, C. Líder denuncia derrame de resíduos de fossas em lagoa. Portal Cidade Verde. 2013. Disponível em: <http://cidadeverde.com/noticias/125516/lider-denuncia-derrame-de-residuos-de-fossas-em-lagoa> Acesso em 10 mar 2015.

MACHADO, L.A.T. et al. Distúrbios ondulatórios de leste. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

MAFRA, C.Q.T.; MAZZOLA, M. As razões dos desastres em território brasileiro. In.: SANTOS, R.F. dos. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007.

MANTUA, N.J. et al. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production, **Bulletim of The American Meteorological Society**, v.78, p.1069-1079, 1997.

MARANDOLA Jr, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre a geografia e a demografia. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 22, n.1, p. 29-53, jan/jun. 2005.

MARCELINO, E.V. **Desastres Naturais e Geotecnologias: conceitos básicos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, 2008.

_____. **Desastres Naturais: conceitos básicos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Santa Maria, 2007.

_____. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, vol.6, nº 19, p. 130-149, 2006.

MARCELINO, E.V. et al. Impacto de Furação Catarina sobre a região sul catarinense: monitoramento e avaliação pós-desastre. **Geografia**, v.30, n.3, 2005, p.22-27.

MARENGO, J.A. Impactos de extremos relacionados com o tempo e clima – Impactos Sociais e Econômicos. **Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST). Nº 8, março, 2009a.

_____. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. In.: FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (FBDS). **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**, 2009b. Disponível em: http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acesso em: 20 de dez. de 2013.

_____. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade. **Caracterização do clima atual e definições das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Série Biodiversidade. Brasília: MMA, 2006.

MARENGO, J. A. et al. **Risco das mudanças climáticas no Brasil. Análise conjunta Brasil – Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST). Met Office Hadley Centre do Reino Unido. Maio, 2011.

MARENGO, J.A.; NOBRE, A. C; Lições do Catarina e do Katrina: as mudanças do clima e os fenômenos extremos. **Ciência Hoje**, v.37, n.221, p.22-27, nov., 2005.

MARENGO, J.A. OLIVEIRA, G.S. Impactos do fenômeno La Niña no tempo e no clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do La Niña 1998/1999. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1998, Brasília, DF, **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.

MEDEIROS, Marcelo J. Diagnóstico da ocorrência de inundações no Brasil como ferramenta de planejamento: o atlas de vulnerabilidade a inundações. In.: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** Maceió, 2011.

MEDEIROS, R.M. de; et al. Análise da precipitação e do número do dias de chuva no Município de Teresina como subsídio para a captação de águas pluviais. In.: 8º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, **Anais...** Campina Grande, Paraíba, 2012.

MELO, A.B.C. de et. al. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In.: CAVALCANTI, I.F.A. et al (Orgs.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009

MENDES, H. C. **Expansão urbana e inundações**: histórico e impactos. In.: MENDES, H.C et al. Reflexões sobre o impacto das inundações e propostas de políticas públicas mitigadoras. USP, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). São Carlos, 2004. Disponível em: http://www1.eesc.usp.br/shs/downloads/technotes/emm/Mendes_de_Marco_Andrade_Souza_Macedo_SHS5874.pdf. Acesso em: 20 de nov. de 2013.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidade socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator**. Vol.9, número especial (1), dez. 2010.

_____. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.10, jul-dez, Editora UFPR, 2004, p.139-148.

MENDONÇA, M; ROMERO, H. Ondas de frio, índices de oscilação e impactos socioambientais das variabilidades climáticas de baixa frequência na América do Sul. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Esp.Climatologia Geográfica, 2012, p.185-203.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1991.

_____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série climatologia 1**. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

MOLION, L.C.B. Aquecimento global, el niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico. **Revista Climanálise**. Ano 3, n.1, 2005.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.1, p.1-10, 2002.

_____. Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. In.: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, **Anais...** Rio de Janeiro, 2000, p. 1334-1342.

MOREIRA, Amélia A N. A cidade de Teresina. In: **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 230, set./out. 1972.

MOURA, G.B. de A. et al. Relação entre a precipitação do leste do nordeste do Brasil e a temperatura dos oceanos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 13, n.4, 2009, p.462-469.

MOTA, F.B. da. **Caracterização e elementos para análise operacional do sistema nacional de defesa civil no Piauí: seca/estiagem no período de maio de 2004 a dezembro de 2006**. Dissertação (Mestrado em Ciência Política). Programa de Pós-Graduação em Ciência Política. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

MUNICH RE GROUP. **Topics Geo Natural catastrophes 2008: analyses, assessments, positions**. Knowledge series, Munich, 2009. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/english/professional/publications/v.php?id=13201> Acesso em: 10 de dez. de 2013.

_____. **Topics 2000: Natural Catastrophes – The Current Position**. Special Millenium Issue. Munich, 2001.

NEDEL, A.S. **Desastres naturais e geotecnologias: adversidades climáticas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Santa Maria, 2010.

NIMER, Edmond. Clima. In.: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria Técnica. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro. SERGRAF, IBGE, 1977.

NÓBREGA, R.S. et al. O fenômeno El Niño e a influência conjunta do dipolo do Atlântico no Estado do Ceará. In.: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Florianópolis, 2000, **Anais...** Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-3697e0146880af836b2e7e468e5fcb41.pdf>. Acesso em: 27 d dez. de 2013.

NOBRE, C.A.; MOLION, L.C.B. The climatology of drought prediction. Impacto f climatic variations on agriculture. **Assesments in semi-arid regions**, v.2, M.P. Parry, T.R. Carter, D. Reidel Pub Co., 1998.

NOBRE, P.; MELO, A.B.C. de. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise**. CPTEC/INPE, 2001.

NUNES, L.; LOMBARDO, M.A. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. **Revista IG**, nº 16, jan./dez, São Paulo, 1995, p. 21-31.

OGASHAWARA, I. Análise rítmica e a climatologia brasileira. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, v.2, n.2, ago./dez., Mato Grosso, 2012, p.57-72.

OLIVEIRA, G.S. de. **O El Niño e você: o fenômeno climático**. São José dos Campos, São Paulo: Transtec, 1999.

OLIVEIRA, A. NANAIA, W. Aos 162 anos, **Teresina oferece belezas naturais e cresce em ritmo acelerado**. Portal AZ. Agosto/2014. Disponível em: http://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/304021_aos_162_anos_teresina_oferece_belezas_naturais_e_cresce_em_ritmo_acelerado.html Acesso em 17 mar 2015.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil**. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2014.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Estado do Meio Ambiente e Retrospectivas Políticas: 1972-2002**. In. IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente; UMA - Universidade Livre da Mata Atlântica. Perspectivas do Meio Ambiente Mundial - GEO3. 2004. Disponível em: http://www.wwiuma.org.br/geo_mundial_arquivos/capa_pretexto.pdf Acesso em: 22 de nov. de 2013.

PÁRRAGA, G.O.O. **Dinâmica da variabilidade climática da precipitação sobre a América do Sul**. São José dos Campos: INPE, 2002.

PEDUZZI, P; DAO, H; HEROLD, C. Maping disastrous, natural hazards using global datasets. **Natural Hazards**, v. 35, p. 265-289, 2005.

PELLEGRINA, G.J. Variabilidade climáticas, desastres naturais e a relação com eventos severos no estado de São Paulo. **Climatologia e estudos da Paisagem (CLIMEP)**, vol. 7, n. 1-2, jan./dez, Rio Claro (SP), 2012, p. 46-72.

PEZZA, A.B.; SIMMONDS, I. Catarina: the first South atlantic hurricane and its association with vertical Wind shear and high latitude blocking. In.: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOUTHERN HEMISPHERE METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY (ICSHMO), **Anais...**Foz do Iguaçu, Brasil, 2006. São José dos Campos: INPE, 2006, p.353-364. Disponível em: <http://mtc->

m15.sid.inpe.br/col/cptec.inpe.br/adm_conf/2005/09.29.06.38/doc/353-364.pdf.
Acesso em: 15. de dez. de 2013.

PIAUÍ. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí. Gerência de Hidrometeorologia. **Dias de chuva entre os anos 2004 a 2010.** Sistemas de Dados Meteorológicos. 2015.

PIMENTEL, J.; et al. **Comunidade mais segura: mudando hábitos e reduzindo os riscos de movimentos de massa e inundações.** Rio de Janeiro: CPRM, 2007.
Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/enchentes/inclui_arquivos/CARTILHA_CPRM_RISCOS_COMUNIDADE MAIS_SEGURA.pdf. Acesso em: 26 de nov. de 2013.

PINHEIRO, Adilson. Enchente e Inundação. In.: SANTOS, Rozely F. dos. **Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007.

PORTAL G1 PIAUÍ. **Moradores da zona norte de Teresina convivem com esgoto a céu aberto.** 2013. Disponível em:
<http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2013/10/moradores-da-zona-norte-de-teresina-convivem-com-esgoto-ceu-aberto.html> Acesso em 10 mar 2015.

_____. **Deslizamento de terra ameaça casas no Parque Rodoviário em Teresina.** 2014. Disponível em:
<http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2014/03/deslizamento-de-terra-ameaca-casas-no-parque-rodoviario-em-teresina.html> Acesso em 10 mar 2015.

PORTELA, C. **Cerca de dez casas estão sob ameaça de deslizamento no bairro Satélite.** Portal O Dia. 2012. Disponível em:
<http://www.portalodia.com/noticias/piaui/cerca-de-dez-casas-estao-sob-ameaca-de-deslizamento-no-bairro-satelite-129030.html> Acesso em 12 mar 2015.

POTI GERA CAOS. ÁGUA TOMA CASAS, AVENIDAS E PONTES EM TERESINA. Portal AZ. Maio/2009. Disponível em:
http://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/135260_poti_gera_caos_agua_toma_casas_avenidas_e_pontes_em_teresina.html Acesso em 17 mar 2015

REBOITA, M.S. et al. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terra e Didática.** Vol.8, nº1, 2012, p.34-50.

REIS FILHO, A. A. dos. **Análise integrada por geoprocessamento da expansão urbana de Teresina com base no Estatuto da Cidade:** estudo de potencialidades, restrições e conflitos de interesse. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG, 2012.

REIS, J. **Avenida Miguel Rosa será a maior obra de recapeamento de Teresina.** Portal Vooz Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.vooz.com.br/noticia/2015/avenida-miguel-rosa-sera-maior-obra-de-recapeamento-de-teresina/15616> Acesso em 10 mar 2015.

RESENDE, S.C. **Os planos de urbanização de Teresina e a Agenda 2015.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2013.

RODRIGUES, J. **Erosão em galeria ameaça engolir ruas, casas e até uma ponte em Teresina.** Portal AZ. 2014. Disponível em: http://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/285550_erosao_em_galeria_ameaca_engolir_ruas_casas_e_ate_uma_ponte_em_teresina.html Acesso em 11 mar 2015.

ROMERO, G; MASKREY, A. Como entender los desastres naturales. **Los desastres non son naturales.** Red de Estudios Sociales em Prevencion de Desastres em América Latina – LA RED, 1993.

SALES, M. S. T. M. **Educação Ambiental:** a preservação do verde na zona urbana de Teresina. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal do Piauí, UFPI. Teresina, 2003.

SANTOS, W. **Oleiros tem seis meses para desocupar área da zona norte.** Diário do Povo. 2011. Disponível em: <http://diariodopovo-pi.com.br/VerNoticia.aspx?id=5223> Acesso em 10 mar 2015.

SILVA, D.F.da et al. Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, nº 19, março, 2011, p.46-56.

SALES, M.C.L. et al. A seca no nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o semi árido no distrito de Iguaçu/Canindé – CE. **Revista Geonorte**, Ed. Especial 2, v.1. n.5, p.819-830, 2012.

SAMPAIO, Thales de Q. et al. A atuação do serviço geológico do Brasil (CPRM) na gestão de riscos e resposta a desastres naturais. In.: VI CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, **Anais...**Brasília, 2013.

SAITO, Silvia M. **Desastres naturais e geotecnologias:** vulnerabilidade. Ministério da Ciência e da Tecnologia/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Geodesastres – Sul. Santa Maria, 2011.

SILVA, T.G. da et al. Estimativa e espacialização da umidade relativa do ar no Estado do Piauí. In.: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, **Anais...**Fortaleza, Ceará, 2004.

SILVA, L. **Sertão poderá virar mar novamente.** Trânsito em foco. Portal AZ. Agosto/2011. Disponível em: http://www.portalaz.com.br/blogs/transito_em_foco/2 Acesso em 16 mar 2015.

SILVA, V.M. de A. et al. Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.06, n.05, p.1463-1475, 2013.

SOBRAL, André; et al. Desastres Naturais – Sistemas de informação e vigilância: uma revisão de literatura. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, n. 19, vol.4, out-dez, 2010, p. 389-402.

SOUZA, E.B.; NOBRE, P. Uma revisão sobre o padrão de dipolo no Atlântico Tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.13, n.1, 1998, p. 31-44.

SWISS RE. **Risco de inundações no Brasil**. Zurich, 2011. Disponível em: http://www.preventionweb.net/files/20634_riscodeinundacoesbrasil1.pdf Acesso em: 25 de nov. de 2013.

STEVENSON, William J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harper&Row, 1986.

STRANZ, E.; BOSELLI, G.; ALENCAR, A. **Desastres naturais no Brasil**: análise das portarias de situação de emergência e estado de calamidade pública de 2003 a 2010. Confederação Nacional dos Municípios (CNM). Estudo técnico. Maio de 2010. Disponível em: [http://portal.cnm.org.br/sites/9000/9070/Estudos/Planejamento Urbano/DesastresNaturaisnoBrasil-CNM.pdf](http://portal.cnm.org.br/sites/9000/9070/Estudos/PlanejamentoUrbano/DesastresNaturaisnoBrasil-CNM.pdf). Acesso em: 24 de nov. de 2013.

THOURET, Jean-Claude. Avaliação, prevenção e gestão dos riscos naturais nas cidades da América Latina. In.: VEYRET, Ivete (Org.) **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

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, 2009a.

_____. Escorregamentos. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J; AMARAL, R. **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009b.

_____. **Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos**: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP, 2007. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 2007.

TUCCI, Carlos E.M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Rega**. Vol.1, nº1, p.59-73, jan./jun, 2004.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina: aspectos e características – Perfil 1993.**

_____. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina Agenda 2015 – Plano de Desenvolvimento Sustentável.** Teresina, 2002a.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina Agenda 2015 – Plano de Desenvolvimento Sustentável. Diagnósticos e Cenários. Habitação.** Teresina, 2002b.

_____. Agenda 2015. A cidade que queremos. Diagnósticos e cenários: Meio Ambiente. 2002c.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina em Dados.** Teresina: PMT, 2004 (Disponível em CD Room).

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Programa Lagoas do Norte: Relatório de Avaliação Ambiental (RAA).** 2006.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina.** Relatório Final, 2010.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina 2000 á 2010.** Agenda 2030. – Avançando para o futuro: diagnósticos, avanços e desafios. 2013a. 67p.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Teresina.** Produto 02-Diagnóstico da situação do saneamento básico. Município de Teresina. DRZ Consultoria. 2013b. Disponível em: <http://www.teresina.pi.gov.br/sistemas/portal/pmt/admin/upload/documentos/ba90e00ad7.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2013.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Avaliação Ambiental do Programa Lagoas do Norte – Fase II.** Relatório de Avaliação Ambiental e Social (RAAS), Versão Preliminar. Outubro/2014a.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Marco de reassentamento involuntário das famílias e imóveis afetados pela implantação da 2ª fase do PLN.** Julho/2014b.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPPLAN). **Perfil dos Bairros.** Satélite. 2015a. Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/SAT%C3%89LITE-2015.pdf>. Acesso em 10 mar. 2015.

_____. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPPLAN). **Perfil dos Bairros.** Vale Quem Tem. 2015b. Disponível em:

<http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2015/05/VALE-QUEM-TEM-2015.pdf> Acesso em 10 mar 2015.

TERESINA DIÁRIO. **Teresina para quem ama**. 2013. Disponível em : <http://teresinadiario.com/colunas/mural-diario/teresina-para-quem-ama/> Acesso em 10 mar 2015.

TERESINA VIVE O CAOS DEBAIXO D'ÁGUA. Portal AZ. Maio/2009. Disponível em: http://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/135204_teresina_vive_o_caos_debaixo_d_agua_acompanhe_a_cobertura.html Acesso em 16 mar 2015.

TURISMOMT. **Teresina vai receber encontro de secretários de turismo do Brasil**. 2012. Disponível em: <https://turismomt.wordpress.com/2012/04/17/teresina-vai-receber-encontro-de-secretarios-de-turismo-do-brasil/> Acesso em 10 mar 2015.

UCHÔA, G. **Alterações no trânsito mudam mapa viário de Teresina**. Portal O DIA. 2015. Disponível em: <http://www.portalodia.com/noticias/piaui/alteracoes-no-transito-mudam-mapa-viario-de-teresina-223838.html> Acesso em 10 mar 2015.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). Disaster profiles of the least developed countries. **United nations conference on least developed countries**. Geneve, 2001. Disponível em: <http://www.un.org/en/development/devagenda/ldc.shtml>. Acesso em: 23 de nov. de 2013.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR). **Terminology on disasters risk reduction**, 2009. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf Acesso em: 13 de dez. de 2013.

_____. **Living with risk**. A global review of disaster reduction initiatives inter-agency secretariat international strategy for disaster reduction. Genebra, Suíça, 152p., 2004. Disponível em: <http://www.unisdr.org> Acesso em: 13 de dez. de 2013.

UNIVERSIDADE FEREDAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Centro Universitário de Estudos e Pesquisa sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2010**. Volume Brasil. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2012.

_____. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2010**. Volume Piauí. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2011.

VALÊNCIO, N.F.L. da S. **O desastre instrumental das secas no nordeste brasileiro**. Núcleo de Estudos e Pesquisas Sociais em Desastres (NEPED). UFSCar. Artigo de opinião, 2013. Disponível em: http://www.ufscar.br/neped/pdfs/artigos_de_opiniao/artigo_de_opiniao_-_Norma_Valencio_-_2013-1.pdf Acesso em: 05 de nov. de 2013.

VEDOVELLO, R.; MACEDO, E.S. de. Deslizamentos de encostas. In.: SANTOS, R. F. dos. (Org.) **Vulnerabilidade ambiental**. Brasília: MMA, 2007.

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

VIEIRA, C.I. de P; VIANA, B.A. da S. Espacialização dos terraços fluviais da zona sul de Teresina –PI: aspectos físicos, econômicos e ambientais. VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, **Anais...** Tocantins, 2012.

ZUFFO, A.C. Drenagem Urbana. In.: SANTO, R.F. dos (Org.) **Vulnerabilidade ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007.

APÊNDICE



QUESTIONÁRIO



SETOR: _____
BAIRRO: _____ **ZONA:** _____

MORADOR

1. Rendimento mensal do domicílio:
☐ Sem rendimentos
☐ Até 1 salário mínimo
☐ Entre 2 a 5 salários mínimos
☐ Entre 5 a 10 salários mínimos
☐ Acima de 10 salários mínimos
2. Sexo do chefe da família: () M () F
3. Fonte do rendimento/Ocupação:
☐ Emprego regularizado/Carteira assinada
☐ Funcionário público
☐ Aposentado (a)
☐ Autônomo
☐ Bolsas assistencialistas
☐ Outros: _____
4. Escolaridade do(da) chefe da família:
☐ Analfabeto
☐ Fundamental incompleto
☐ Fundamental completo
☐ Ensino Médio incompleto
☐ Ensino Médio completo
☐ Superior incompleto
☐ Superior completo
5. A quanto tempo reside no domicílio:
☐ Menos de 1 ano
☐ Entre 1 a 3 anos
☐ Entre 3 a 6 anos
☐ Entre 6 a 10 anos
☐ Acima de 10 anos
6. Local de moradia anterior:
☐ outro município do Piauí

☐ outro bairro da capital

☐ outro estado

7. Total de pessoas residentes no domicílio:
☐ Até 2 pessoas
☐ Entre 2 e 4 pessoas
☐ Entre 4 e 6 pessoas
☐ Acima de 6 pessoas
8. Motivo de moradia no local:
☐ sem rendimentos para ocupar outro local
☐ proximidade de parentes
☐ próximo ao trabalho/escola
☐ fácil acesso
☐ Outros

9. Presença de crianças no domicílio:
☐ sim () não Quantas? _____
 Idades:
☐ 0 a 1 ano () 1 a 4 anos () 5 a 9 anos () 10 a 14 anos
10. Presença de idosos (acima de 60 anos) no domicílio: () sim () não
 Quantos? _____

DOMICÍLIO

11. Características do domicílio:
☐ Taipa/Telha
☐ Taipa/Palha
☐ Alvenaria/Telha
☐ Outro Material:

12. Revestimento: () sim () não () parcial
 Tipo:
☐ rebocado
☐ rebocado e pintado

() cerâmica

13. Piso do domicílio:

() chão batido

() cimentado

() cerâmica

() Outro material:

_____.

14. Uso do domicílio:

() residencial

() comercial

() misto

15. Tipo de esgotamento sanitário:

() Rede de esgoto

() Fossa séptica

() Fossa rudimentar

() Sem banheiro

16. Forma de abastecimento d'água:

() Rede geral de distribuição

() Poço

() carro pipa

() gambiarra

() Outras:

_____.

17. O lixo deste domicílio:

() Coletado regularmente pelo serviço de limpeza.

() Queimado

() Enterrado

() Jogado em terreno baldio

18. Situação do domicílio:

() Próprio

() Alugado

() Cedido

() Financiada

() Invadido/Ocupado

() Programa Habitacional

19. Forma de aquisição do imóvel:

() compra de terceiros

() ocupação/invasão

() Cedido

() Financiada

20. Tem comprovação da compra do imóvel?

() sim () não

Qual o documento que comprova?

() certidão

() título de posse

() concessão de uso

() escritura pública

() declaração de compra e venda

() registro de imóveis

TERRENO E ARREDORES

21. Propriedade do terreno:

() Próprio

() Prefeitura

() Estado

() União

() Particular

22. Situação física da área: PODE SER MARCADA MAIS DE UMA OPÇÃO

() Normal

() Leito de rio

() Proximidade de lagoa

() Ausência de drenagem pluvial

() Presença de drenagem pluvial

() Área de preservação permanente

() Inundação periódica (durante o período chuvoso)

() Alagamento periódico (durante o período chuvoso)

() Presença de calçamento

() Ausência de calçamento

() presença de iluminação pública

() ausência de iluminação pública

23. Acesso ao domicílio: () Bom () Ruim

Comentário:

_____.

24. Presença de posto de saúde nas proximidades (raio de 3km): () sim () não

25. Presença de escolas públicas nas proximidades (raio de 3km): () sim () não

DURANTE O PERÍODO CHUVOSO

25. A água invade a sua casa?

() parcialmente () totalmente () não

26. A água invade a parte externa (quintal, terraço, corredores externos...) da sua casa ?

() parcialmente () totalmente () não

27. A rua fica alagada?

() parcialmente () totalmente () não

28. Já obteve algum prejuízo material devido à chuva? () sim () não

Caso a resposta seja afirmativa, quais os prejuízos?

() Avarias de móveis

() Perda de eletrodomésticos

() Avarias no domicílio (paredes, telhado, portões, portas, fiação...)

() Perda de alimentos e objetos

() Outros

29. Seu cotidiano em dias de chuvas é alterado? () sim () não

Caso a resposta seja afirmativa, quais as alterações?

() Atraso ou falta ao trabalho/escola

() Não consegue dormir

() A água impede a mobilidade normal na casa, nos arredores ou na rua

() Falta energia elétrica

() Outros

30. Durante o período chuvoso, aumenta a incidência de doenças na sua casa?

() sim () não

Caso a resposta seja afirmativa, quais as doenças podem ser citadas?

() dengue

() diarreia

() vômitos constantes

() gripe

() problemas respiratórios (asma, rinite, sinusite, amigdalite)

() Outros

AÇÕES DO PODER PÚBLICO

31. Já recebeu assistência de algum órgão público em virtude das chuvas?

() sim () não

Quais?

() corpo de bombeiros

() Prefeitura

() Defesa civil

32. Já foi contemplado com alguma dessas ações por parte do poder público?

() atendimento emergencial

() construção/melhoria habitacional

() Família solidária

() Outros

33. Deseja sair do local de moradia por conta das chuvas? () sim () não

34. Já lhes foi oferecido outra moradia por parte do poder público? () sim () não

