



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS



IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS DESASTRES ASSOCIADOS ÀS CHUVAS NA CIDADE DO RECIFE-PE

WERÔNICA MEIRA DE SOUZA

Área de Concentração: Processos Ambientais
Linha de Pesquisa: Climatologia Aplicada a Recursos Naturais

Campina Grande-PB, junho de 2011.

Werônica Meira de Souza

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS DESASTRES ASSOCIADOS ÀS
CHUVAS NA CIDADE DO RECIFE-PE

Tese submetida ao programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Pedro Vieira de Azevedo

Campina Grande-PB, junho de 2011.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S729i Souza, Werônica Meira de.

Impactos socioeconômicos e ambientais dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE / Werônica Meira de Souza. — Campina Grande, 2011.

121 f. : il. col.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais)- Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo.

1. Desastres Naturais. 2. Precipitação Pluviométrica. 3. Vulnerabilidades. 4. Tendências Climáticas. 5. Sistema de Alerta. I. Título.

CDU – 504.4(043)

Werônica Meira de Souza

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS DESASTRES ASSOCIADOS ÀS
CHUVAS NA CIDADE DO RECIFE-PE

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. José Oribe Rocha de Aragão

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. Josiclêda Domiciano Galvêncio

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Dr. Marx Prestes Barbosa

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo (Orientador)

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

DEDICATÓRIA

Aos meus pais: Ediluze Meira de Souza e Luiz de Souza Lima (*in memorian*),

Aos meus irmãos Wavilson (*in memorian*), Waldênio e Waléria,

A minha tia Maria de Souza Lima, pelo amor, apoio, e incentivo concedidos em todas as fases da minha vida. Desculpem-me pelas horas roubadas da nossa convivência!

Muito obrigada!

HOMENAGEM

A todos os habitantes que sobrevivem nos morros, nas margens dos rios e canais que cortam a cidade de Recife, com a esperança que este trabalho possa de alguma forma contribuir com a mitigação dos desastres decorrentes das chuvas, reduzindo a vulnerabilidade e contribuindo para a melhoria das suas condições de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por todas as vitórias alcançadas e o aprendizado obtido, em função das fases difíceis, durante todo o processo do doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo financeiro concedido através da bolsa durante todo o curso.

Ao meu orientador professor Pedro Vieira de Azevedo, pelo livre arbítrio de definição do tema da tese, apoio, confiança, colaboração e amizade no decorrer do doutorado.

A todos os professores do Programa de Doutorado em Recursos Naturais, em especial aos Professores Marx Barbosa pela amizade e por uma nova percepção em relação ao meio, e Gesinaldo Cândido pelas valiosas leituras, os quais contribuíram para elaboração da tese e crescimento profissional.

Ao eterno professor, colega de trabalho e amigo José Oribe Rocha de Aragão.

Ao coordenador do Curso de Doutorado em Recursos Naturais, professor José Dantas.

As secretárias Divanete, Eyres, Miriam e Regineide, em especial a Cleide pela amizade e suporte oferecido no encaminhamento das questões administrativas do curso.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Laboratório de Meteorologia de Pernambuco do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (LAMEPE/ITEP) pela concessão dos dados climáticos, em atenção a Adriano Santos pela ajuda no programa desenvolvido.

A Unidade de Geoinformação (UGEO) do ITEP, nas pessoas de Ana Mônica Correia e Romilson pela amizade e companheirismo, e a Felipe pela ajuda com o ArcGis.

A Coordenadoria de Defesa Civil do Recife (CODECIR) pelos dados de desastres, e pelo livre acesso aos arquivos, relatórios e entrevistas realizadas com os técnicos, em especial a Nadja e Gomes pela atenção e grande ajuda no levantamento dos dados.

Aos gerentes das regionais de morro e planície da CODECIR pela valiosa ajuda para aplicação dos questionários nos bairros do Recife.

A Izabela Lopes pela contribuição nos questionários e a Isabel (Belinha), que acompanhou a primeira entrevista realizada em uma encosta íngreme.

A Coordenadoria de Defesa Civil do Pernambuco (CODECIPE) pelo repasse de informações.

A minha grande amiga e irmã de coração Janaína pelos ensinamentos, companheirismo e amizade.

A algumas pessoas queridas, que nem mesmo a distância do tempo apagará os momentos felizes do meu coração: Dona Socorro e Simone pela amizade e por ter sido ponto de apoio durante o doutorado, e a Homero Gonzales pelo carinho e incentivo, mesmo no final do curso.

Aos amigos de sempre e conquistados no decorrer da caminhada em especial a Lincoln (pela valiosa ajuda), Gil, Ana Paula, Hailton, Edglay, Dirce, Durce, Marcelo, Francisco, Luciana, Marle, Dory, Arnóbio, Flávio, Adriana, Romerinho, Rita de Cássia, Marilene, Ana Cláudia, Rodrigo e Walquíria pela amizade e torcida.

A minha turma de doutorado, em especial a Fatinha pelos momentos de grande leitura (Leff) e discussão dos textos, e a Romildo pelos trabalhos executados e companheiro de viagens Recife-Campina Grande, com os quais convivi momentos de amizade durante e fora do curso.

A minha prima e amiga Queninha pelo apoio, amizade, atenção e por estar sempre presente na minha vida.

A todos os meus familiares, em especial Ceíça, Mônica, Thiago, Cida, Côca, Tarciano, Ricardo e Lurdinha, pelo carinho, torcida e incentivo.

E por fim, a todos aqueles que, encarnados ou desencarnados, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente ao povo brasileiro que possibilitou os meus estudos e formação no curso de Doutorado em Recursos Naturais.

Meu muito obrigada!

RESUMO

O presente trabalho objetivou determinar e classificar limiares da precipitação pluviométrica, assim como avaliar os impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife-PE. A metodologia baseou-se em seis etapas distintas: classificação de limiares para determinação da intensidade da chuva diária, mensal e anual; avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais decorrentes dos desastres associados à intensidade da precipitação; mapeamento do índice de risco e de vulnerabilidade a desastres nos bairros de Recife; elaboração e aplicação de 300 questionários para avaliar a vulnerabilidade da população; utilização do software RCLIMDEX (versão 1.9.0) para calcular possíveis tendências climáticas; e elaboração de um Sistema de Alerta de Chuvas para Recife. Na análise da precipitação diária, constatou-se que quando há registros de precipitação nas classes de Chuva Muito Forte e Chuva Forte, sempre há escorregamentos e muitos pontos de alagamentos. A intensidade Moderada também pode desencadear escorregamentos, principalmente pontos de alagamentos. Não houve ocorrência de danos associados a chuvas Fracas, porém, quando há registros de precipitação em dias consecutivos anteriores a um evento de Chuva Fraca, com acumulado superior a 30 mm, podem ocorrer escorregamentos. Dias consecutivos com chuvas anteriores a um evento de Chuva Muito Forte, Forte e Moderada contribuem ainda mais para ocorrência de desastres. Apesar dos eventos extremos de chuvas intensas serem observados principalmente entre os meses de março e julho, tais eventos podem ocorrer nas demais épocas do ano. Verificou-se que é frequente a ocorrência de escorregamentos e alagamentos decorrentes das chuvas, associada à falta de infra-estrutura, aliado principalmente às condições sociais e econômicas da população. A parceria e o comprometimento da Sociedade, Defesa Civil e demais órgãos públicos, formam o tripé que, atuando em conjunto, fortalecem e dinamizam as ações realmente eficazes para mitigação ou resolução dos problemas decorrentes dos desastres. A maioria dos bairros do Recife apresenta riscos à desastres Muito Alto e Alto e vulnerabilidade Muito Alta, destacando-se as regionais Sul e Oeste com os maiores índices de riscos. A vulnerabilidade socioeconômica da população que reside nas áreas mais pobres foi considerada Alta, e a vulnerabilidade ambiental Muito Alta. Foram diagnosticadas mudanças locais relacionadas à precipitação e à temperatura durante um período de 47 anos, com aumento da frequência de eventos extremos de chuvas a partir da década de 80, e precipitações diárias superiores a 100 mm em poucos dias. Observou-se um aumento das temperaturas máximas e mínimas, com aumento de ondas de calor na região. Os desastres decorrentes das chuvas e possíveis tendências climáticas exigem a implantação de um sistema de alerta, que é relevante para reduzir ou até mesmo controlar a vulnerabilidade da população e os riscos à desastres.

Palavras-chave: Precipitação pluviométrica, desastres, vulnerabilidades, tendências climáticas, sistema de alerta.

ABSTRACT

This study had the objective of determining and classifying the threshold values of rainfall as well as for evaluating the social, economical and environmental impacts of the disasters associated to the rains in the city of Recife-PE. The methodology followed six distinct steps: classification of thresholds for determining the daily, monthly and annual rainfall intensity; evaluation of the social, economical and environmental impacts of the disasters associated to rainfall intensity; mapping of disasters risk and vulnerability in the Recife communities; elaboration and application of 300 questionnaire to evaluate the population vulnerability; use of the RCLIMDEX (version 1.9.0) to calculate possible climatic trends; and elaboration of a rainfall Alert System for the city of Recife-PE. In the daily rainfall analyses it was observed that when there are occurrences of precipitation in the categories of very strong and strong rains, also occurs slips and few flooding points. The moderate intensity rains also may cause slips mainly points of flooding. There was not occurrence of damage associated to weak rains, however, when accumulated rainfall greater than 30 mm occurs in consecutive days before an event of weak rain may occur slipping. The occurrence of consecutive days with rains before an event of very strong, strong and moderate rain contributes to the occurrence of disasters. Despite the extreme events of intense rains been observed mainly between the months of March and July these events may occur in the other months of the year. It was a frequent occurrence of slipping and flooding due to rains associated to the lack of infrastructure like the population social and economical conditions. The partnership and commitment of society, civil defense and other public agencies makes the tripod witch when acting together make stronger and dynamic the actions really effective for mitigating or solving the problems due to disasters. Most of the Recife`s neighborhoods show very strong and strong risks to disasters, mainly in the South and West regions with the higher index of risks. The population socioeconomic vulnerability with lies in the poorer areas was considerate high while the environmental vulnerability was very high. Local changes in rainfall and air temperature were diagnosed for the 47 years analyzed with an increase of occurrence of extreme events from the 80`s, with daily rainfall greater than 100 mm in few days. It was also observed an increase in maximum and minimum air temperatures resulting in an increase in the heat waves in the region. The disasters due to rains and possible climatic trends require the deployment of an alert system which is relevant to reduce or even control the population vulnerability and the risks to disasters.

Keywords: Rainfall, disasters, vulnerabilities, climatic trends, alert systems.

SUMÁRIO

	<i>Pág.</i>
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xvii
APRESENTAÇÃO	xviii
1. Capítulo I - Introdução	1
1.2. Objetivo Geral	3
1.3. Objetivos Específicos	3
2. Capítulo II - Revisão Bibliográfica	4
2.1. Desastres Naturais	4
2.2. Variabilidade Climática e Chuvas Extremas	8
2.3. Impactos Socioeconômicos e Ambientais Associados aos Desastres	12
2.4. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas	14
2.5. Gestão de Risco	16
3. Capítulo III - Material e Métodos	19
3.1. Caracterização da Área de Estudo	19
3.1.1. População e domicílios nas Regiões Político-Administrativas-RPAs	21
3.1.2. Ocupação Territorial	22
3.1.3. Sistemas de Precipitação atuantes em Recife	23
3.1.4. Características Fisiográficas	25
3.2. Material	31
3.2.1. Materiais e Fonte dos Dados	32
3.2.1.1. Precipitação e Temperatura	32
3.2.1.2. Dados de Desastres	32
3.2.1.3. Questionário socioeconômico e ambiental	33
3.3. Metodologia	33
3.3.1. Classificação de limiares para chuva diária	33
3.3.1.1. Técnica de classificação de dados	34
3.3.1.2. A técnica dos Quantis	34
3.3.2. Classificação de limiares para chuva mensal	37
3.3.3. Classificação de limiares para chuva anual	38
3.3.4. Chuva Decadal	38
3.3.5. Avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais associados aos desastres decorrentes da intensidade da precipitação	38
3.3.6. Mapeamento do Índice de Risco e de Vulnerabilidade	39
3.3.7. Vulnerabilidade social, econômica e ambiental a partir de questionários aplicados nas comunidades	41
3.3.8. Tendência dos elementos climáticos	43
3.3.9 - Modelo conceitual da gestão de risco	44
	xi

4. Capítulo IV - Resultados e Discussão	
4.1. Classificação e Análise da Precipitação	45
4.1.1. Classificação e Análise da Precipitação Diária	45
4.1.2. Classificação e Análise da Precipitação Mensal	54
4.1.3. Classificação e Análise da Precipitação Anual	62
4.2. Impactos Decorrentes da Precipitação	67
4.3. Mapeamento das áreas de risco	75
4.4. Avaliação das Vulnerabilidades Social, Econômica e Ambiental	80
4.4.1. Vulnerabilidade Social	80
4.4.2. Vulnerabilidade Econômica	86
4.4.3. Vulnerabilidade Ambiental	86
4.5. Índices de Detecção de Tendências de Mudanças Climáticas	91
4.5.1. Análise na detecção de tendências climáticas no padrão pluviométrico	91
4.5.2. Análise na detecção de tendências climáticas no padrão das temperaturas máximas e mínimas	95
4.6. Modelo conceitual da gestão de riscos a desastres.	97
4.6.1. Sistema de Alerta de Chuvas.	97
4.6.2. Procedimentos para o Funcionamento do Sistema de Alerta.	99
5. Capítulo V – Conclusões	101
6. Capítulo VI - Referências Bibliográficas	103
7. Anexos	113

LISTA DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura 1 - Frequência anual de desastres naturais para todo o globo (1900-2006).	4
Figura 2 - Ciclo de gerenciamento de um desastre.	17
Figura 3 – Mapa do Brasil com destaque para o Estado de Pernambuco e localização da Região Metropolitana do Recife e da cidade do Recife com seus respectivos bairros.	19
Figura 4 - Mapa das seis Regiões-Política-Administrativa do município do Recife, com os respectivos bairros.	20
Figura 5 – Mapa com identificação das estações da CODECIR nas RPA's.	21
Figura 6 – Climatologia da precipitação (mm) mensal do Recife.	26
Figura 7 – Climatologia das temperaturas máxima (a) e mínima (b) mensal do Recife.	26
Figura 8- Aspectos morfológicos da cidade do Recife.	28
Figura 9 - Aspectos geológicos, precipitação e deslizamento da cidade do Recife	29
Figura 10 – Mapa com identificação dos rios e canais do Recife.	30
Figura 11 – Evolução temporal da precipitação diária (mm) e o número de ocorrência de escorregamentos registrados em Recife-PE em 2007.	46
Figura 12 – Imagens do satélite GOES10 referente aos dias 19/04/2007 às 21:45h (a) e 01/05/2007 às 09:15h (b).	47
Figura 13 - Imagens do satélite GOES12 referente aos dias 12/06/2007 às 14:45h (a) e 13/06/2007 às 10:45h (b).	47
Figura 14 - Ilustração da área do escorregamento mostrando as tubulações de água e os danos às residências (a) e remoção das famílias (b) no Córrego do Genipapo.	47
Figura 15 - Ilustração do escorregamento e surgimento da fenda (a) e escombros da demolição das habitações (b) no bairro de Água Fria.	48
Figura 16 - Imagem do satélite GOES10 referente ao dia 31/03/2008 às 24:00h (a) e ilustração do alagamento (b) na Avenida José Rufino no bairro de Areias.	48
Figura 17 - Frequência observada e relativa em relação ao número de dias classificados como DS, Cmf, Cf, CM, CF e CMF no período de 1961 a 2008 em Recife-PE.	49
Figura 18 - Frequência observada (dias) e relativa (%) da classificação diária da Chuva Muito Forte, Chuva Extrema e Chuva Muito Extrema de 1961 a 2008 em Recife-PE.	52
Figura 19 - Frequência observada (dias) da Chuva Muito Forte, Chuva Extrema e Chuva Muito Extrema de janeiro a dezembro, no período de 1961 a 2008 em Recife-PE.	52
Figura 20 - Representação da precipitação máxima e mínima observada em função da duração da chuva.	54
Figura 21 - Evolução temporal da precipitação(mm) e o número de ocorrência de escorregamentos registrados no período de 1961 a 2008 em Recife-PE.	55
Figura 22 - Evolução temporal do número dos desastres e precipitação observados nos meses de maio a agosto de 2005 em Recife-PE.	56
Figura 23 - Ilustração das palafitas ao longo da paria de Brasília Teimosa (a a d) e urbanização da via litorânea com área de laser (e e f), beneficiando a população.	58
Figura 24 - Representação da precipitação máxima e mínima observada nas categorias Muito Seco (a), Seco (b), Normal (c), Chuvoso (d); Muito Chuvoso (e) Extremamente Chuvoso (f).	59
Figura 25 - Representação dos três maiores recordes da precipitação mensal registrados no período de 1961 a 2008, com seus respectivos valores e ano de ocorrência.	60
Figura 26 - Fotografias de áreas inundadas pela cheia de 1975 na cidade de Recife.	61
Figura 27 - Evolução temporal da precipitação(mm) e o número de ocorrência de escorregamentos registrados no período de 2004 a 2008 em Recife-PE.	62
Figura 28 - Frequência observada e relativa anual por categoria (MS, S, N,C, MC e EC).	63

Figura 29 - Evolução temporal da precipitação anual observada nas categorias Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C); Muito Chuvoso (MC) Extremamente Chuvoso (EC).	64
Figura 30 – Representação da precipitação máxima e mínima observada em um ano nas categorias Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C); Muito Chuvoso (MC) Extremamente Chuvoso (EC).	64
Figura 31 – Evolução temporal da precipitação anual e média climatológica, destacando os cinco maiores recordes observados em um ano registrados no período de 1961 a 2008 em Recife.	65
Figura 32 – Representação temporal da precipitação anual decadal das últimas quatro décadas.	66
Figura 33 – Representação temporal da precipitação mensal decadal das últimas quatro décadas.	66
Figura 34 – Distribuição espacial da precipitação decadal no período de 1961 a 2008 em Recife.	67
Figura 35 – Número de deslizamentos e alagamentos registrados no período de 1995 a 2008.	68
Figura 36 - Número de óbitos registrados no período de 1984 a 2008 em Recife.	69
Figura 37 - Número de ocorrências (chamados atendidos), vistorias e varreduras realizadas no período de 2001 a 2008 em Recife.	70
Figura 38 - Colocação de lonas plásticas em encostas observadas no período de 2001 a 2008.	70
Figura 39 – Número de erradicação e poda de árvores registradas no período de 2001 a 2008.	71
Figura 40 - Número de famílias beneficiadas com auxílio moradia e retiradas de famílias de áreas de risco no período de 2001 a 2008 em Recife.	71
Figura 41 - Número de Demolição de Imóveis e de Muros de 2001 a 2008.	72
Figura 42 – Número de famílias desalojadas e desabrigadas no período de 2005 a 2008.	73
Figura 43 – Quantidade de residências danificadas (destruídas e danificadas) pela chuva e custos associados aos escorregamentos (a) e alagamentos (b).	73
Figura 44 - Coeficiente de Incidência de casos de dengue (CI) por 100.000 habitantes no período de 1995 a 2008 em Recife-PE.	74
Foto 45 – Ilustração da inundação na Avenida Abdias de Carvalho (a) e do lixo jogado no canal do rio Jordão em Boa Viagem (b).	75
Figura 46 – Distribuição do número de óbitos nos bairros no período de 1995 a 2008 (a), com identificação das RPA's, e mapa das áreas pobres (b) da cidade do Recife.	76
Figura 47 – Mapa com a distribuição da população (a), densidade demográfica (b), salário mínimo (c) e quantidade de salário (d) nos bairros da cidade do Recife.	77
Figura 48 – Mapa do IDHM, IDH-E (Educação), IDH-R (Renda) e IDH-L (Longevidade) dos bairros do Recife, com identificação das RPA's.	78
Figura 49 – Mapa do índice de risco e de vulnerabilidade a desastres naturais nos bairros do Recife, com identificação das RPA's.	79
Figura 50 – Gênero.	80
Figura 51 – Estado Civil.	80
Figura 52 – Filhos.	81
Figura 53 – Número de pessoas na residência.	81
Figura 54 – Faixa Etária.	81
Figura 55 – Grau de escolaridade.	81
Figura 56 – Renda familiar (salário mensal).	81
Figura 57 – Habitação.	81

Figura 58 – Número de cômodos.	82
Figura 59 – Tipo de Habitação.	82
Figura 60 – Tipo piso.	82
Figura 61 – Tipo teto.	82
Figura 62 – Tempo de residência (anos).	82
Figura 63 – Pretende mudar de casa.	82
Figura 64 – Teve residência anterior.	83
Figura 65 – Sua residência possui água encanada.	83
Figura 66 – Sua residência possui água luz.	83
Figura 67 – Sua residência possui esgoto.	83
Figura 68 – Sua rua possui asfalto ou calçamento.	83
Figura 69 – A sua residência tem o lixo coletado pela Prefeitura.	83
Figura 70 – Se não é feita coleta de lixo, qual o destino.	84
Figura 71 – Avaliação do tipo de terreno.	84
Figura 72 – Há registros de danos físicos.	84
Figura 73 – Há registro de mortes.	84
Figura 74 – Infestação de doenças nas pessoas .	84
Figura 75 – Infestação por dengue.	84
Figura 76 – Infestação por leptospirose.	85
Figura 77 – Infestação por escorpião.	85
Figura 78 – Você tem medo da chuva.	85
Figura 79 – Quando começa a chover forte, consegue dormir.	85
Figura 80 – Alguém da família ou amigo já morreu devido aos problemas relacionados à chuva.	85
Figura 81 – Variável Participação em Organização.	85
Figura 82 – Já foi atingindo por algum desastre.	86
Figura 83 – Na sua casa houve danos estruturais.	86
Figura 84 – Houve interrupção dos serviços essenciais.	86
Figura 85 – Necessitou faltar (trabalho, escola, médico) devido à chuva.	86
Figura 86 – Você considera que sua casa está localizada numa “área de risco”.	87
Figura 87 – A sua casa já foi ou é afetada por.	87
Figura 88 – Ilustração da frente de uma residência (a) e escavação da área para colocação de uma cisterna de água na UR10, bairro Curado.	87
Figura 89 – Ilustração de uma casa localizada na área ribeirinha do canal do rio Jordão.	87
Figura 90 – Você lembra qual foi o último grande desastre associados às chuvas que afetou seu bairro.	88
Figura 91 – Durante o desastre (alagamento, inundação ou escorregamentos), como protegeu-se.	88
Figura 92 – Ilustração da família da senhora Eliane (a do meio) e da localização da casa.	88
Figura 93 – Se você foi atingindo por algum desastre, recebeu ajuda após o acidente.	88
Figura 94 – Você considera que a ajuda oferecida foi adequada às suas necessidades.	88
Figura 95 – A sua comunidade, de alguma forma, se organizou para evitar futuros desastres.	89
Figura 96 – Vocês receberam alguma forma de assistência para se organizar.	89
Figura 97 – Como você faz para se manter informado acerca do que está acontecendo.	89
Figura 98 – Você é alertado da possibilidade de ocorrência de algum fenômeno pelo governo.	89
Figura 99 – Você acredita na previsão de tempo.	89
Figura 100 – Você acredita que a população pode ajudar para diminuir os impactos	89

associados aos eventos de chuvas.

Figura 101 – Qual a sua percepção em relação à Saúde.	90
Figura 102 – Qual a sua percepção em relação à Escola.	90
Figura 103 – Fator vulnerabilidade social (a), econômica (b) e ambiental (c).	90
Figura 104 - Número máximo de dias consecutivos secos com RR <1 milímetro (a) e número máximo de dias consecutivos úmidos com RR ≥ 1mm (b).	92
Figura 105 - Total anual nos dias úmidos (≥ 1mm) – PRCPTOT (a) e Índice Simples de Intensidade Diária – SDII (b), em mm/ano.	93
Figura 106 - Total anual PRCP quando RR > 95 ° percentil (a) e quando RR > 99 ° percentil (b).	93
Figura 107 - Quantidade máxima de precipitação em um dia (Rx1day) e em cinco dias (Rx5day) no ano (mm/ano).	93
Figura 108 - Número de dias em um ano com precipitação > 2,2 mm (a), > 4,2 mm (b), > 8,4 mm (c), > 18,6 mm (d), > 55,3 mm (e) > 100 mm (f) e > 150mm (g).	94
Figura 109 – Comportamento temporal dos índices: TXx - máximo das temperaturas máxima (a) e TNx – mínimo das temperaturas mínimas observados no período de 1961 a 2008 em Recife.	96
Figura 110 - Comportamento temporal dos índices TX90p - dias quentes (a) e TN90p - noites quentes (b) para o período de 1961 a 2008 em Recife.	96
Figura 111 - Comportamento temporal dos índices DTR - amplitude diária de temperatura (a) e WSDI - ondas de calor (b) observados entre 1961 e 2008 em Recife.	97
Figura 112 – Representação de um sistema de alerta conceitual de chuvas para Recife.	98
Figura 113 – Representação dos Pluviômetros Convencionais e PCD's (existem e funcionam), e identificação ideal dos locais para instalação dos Pluviômetros Automáticos (não existem).	99
Figura 114 - Resultado (a) do prognóstico da precipitação (mm) e precipitação observada (b) no dia 03/06/2005 em Pernambuco.	100

LISTA DE TABELAS

	<i>Pág.</i>
Tabela 1 - Vulnerabilidades Globais.	6
Tabela 2 -População residente, domicílios particulares, área e densidades, segundo RPA.	22
Tabela 3 – Compartimentação geológico-geomorfológica do município de Recife.	27
Tabela 4 - Classificação da precipitação diária acumulada em 24 horas relacionada às ordens quantílicas para Recife, com definição das classes e probabilidades.	36
Tabela 5 – Determinação das categorias e probabilidades da precipitação mensal relacionada às ordens quantílicas para Recife-PE.	37
Tabela 6 - Classificação das categorias e probabilidades da precipitação anual relacionada às ordens quantílicas para Recife-PE.	38
Tabela 7 - Classes de vulnerabilidade.	42
Tabela 8 – Índices climáticos dependentes da precipitação pluviométrica diária, temperaturas máxima e mínima com suas definições e unidades.	44
Tabela 9 - Classificação da intensidade da precipitação acumulada em 24 horas para Recife-PE relacionada às ordens quantílicas	45
Tabela 10 - Frequência média observada e relativa nos meses de janeiro a dezembro em relação à classificação DS, Cmf, Cf, CM, CF e CMF, no período de 01 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008 em Recife-PE.	50
Tabela 11 - Classificação dos eventos extremos de chuva acumulada em 24 horas para Recife.	51
Tabela 12 - Duração da Chuva, Frequência observada e relativa, e precipitação média observada em função do período da chuva no período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2010.	53
Tabela 13 - Classificação da intensidade da precipitação mensal para Recife-PE relacionada às ordens quantílicas.	55
Tabela 14 - Frequência relativa (%) mensal por categoria (MS, S, N, C, MC e EC).	57
Tabela 15 - Frequência observada mensal por categoria (MS, S, N, C, MC e EC).	57
Tabela 16 - Classificação da intensidade da precipitação anual para Recife-PE relacionada às ordens quantílicas.	62
Tabela 17 - Tendências dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial.	92
Tabela 18 - Valores da inclinação linear, do erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor-p) dos índices de temperatura para Recife-PE.	95

APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa foi elaborada no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), que tem como meta o estudo dos problemas relacionados ao meio ambiente urbano, mas especificamente, os impactos associados aos desastres decorrentes das chuvas em Recife, dentro de uma visão integrada em diferentes conhecimentos disciplinares.

O que incitou a realização desta pesquisa foi o trabalho técnico como meteorologista, durante oito anos, fazendo o monitoramento do tempo e do clima no estado de Pernambuco, e convivendo diariamente com os problemas tanto decorrentes da escassez de água, como o excesso de chuvas. Assim, percebeu-se que a população da cidade de Recife, especialmente a mais carente, praticamente todos os anos sofre com os escorregamentos de barreiras, inundações e alagamentos, principalmente durante o principal período chuvoso. Ressalto que todos os anos os desastres associados aos eventos de chuva se repetem, repercutindo das mais variadas formas na vida dos mais pobres, que são os mais vulneráveis aos desastres. Em virtude dessa inquietação, verificou-se a necessidade do desenvolvimento desta tese, a qual está descrita através de 6 capítulos, a saber:

O Capítulo 1 apresenta a parte introdutória expondo a problemática em relação ao tema, com repercussões em nível mundial, como também no Brasil, Nordeste até a região de estudo, assim como os objetivos da pesquisa.

O Capítulo 2 expõe a revisão de literatura, enfocando os principais assuntos abordados no trabalho, como os desastres naturais, variabilidade climática e chuvas extremas, impactos socioeconômicos e ambientais, índices de detecção de mudanças climáticas e a gestão de risco.

O Capítulo 3 aborda os materiais e métodos, exibindo uma caracterização da área em estudo, o processo do levantamento e informações dos dados e todos os métodos adotados para execução do trabalho.

O Capítulo 4 retrata os resultados e discussões relacionados à classificação e análise da precipitação diária, mensal e anual, os impactos decorrentes da intensidade da precipitação, a avaliação das vulnerabilidades social, econômica e ambiental, o mapeamento das áreas de risco e de vulnerabilidade, os índices de detecção de tendências de mudanças climáticas e um modelo conceitual de um sistema de alerta.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões da pesquisa e o 7 todas as referências bibliográficas, incluído sites e relatórios consultados para concretização do trabalho.

Ressalto que esse trabalho trouxe a autora a oportunidade de conhecer grande parte da cidade de Recife onde jamais imaginava ir, enxergar pessoas como nunca vi, perceber o ser humano como nunca atinei, se não fosse a necessidade da pesquisa. Conhecer pessoas que vivem em realidades tão distintas da nossa, dá força pra seguir em frente e acima de tudo, ensina-nos a crescer como seres humanos e perceber o meio com um novo olhar. Essas pessoas conhecem as verdadeiras dificuldades da vida, dão aulas de sobrevivência e nos mostram, verdadeiramente, o que é ter esperança. Muitas vezes o cansaço e os problemas pessoais tornavam-se inevitáveis após jornada de um dia, mas o consolo seria a oportunidade de poder ajudar, de alguma forma, a melhorar as condições de vida dessas pessoas.

INTRODUÇÃO

A preocupação com os impactos dos desastres naturais sobre a qualidade de vida vem aumentando significativamente nos últimos anos em todas as regiões do mundo, pois tem resultado em elevados números de mortes e feridos, altos índices de doenças e de desabrigados, além de onerosas perdas econômicas e destruição do meio ambiente. A crescente preocupação está associada aos diversos estudos e observações que mostram um incremento na frequência e intensidade de desastres naturais associados às variabilidades climáticas e possivelmente às mudanças climáticas.

As variabilidades climáticas exercem uma influência significativa sobre as atividades humanas, pois podem oscilar quanto à temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos como: secas e chuvas intensas, resultando em impactos na agricultura, nos recursos hídricos, na saúde, sobre o meio ambiente, em escala local ou regional. Uma observação cuidadosa dos registros climáticos a longo prazo é importante para as sociedades modernas, na medida em que fornece uma base para o conhecimento de tendências climáticas e as suas causas potenciais, uma vez que os impactos das oscilações climáticas na sociedade estão associados aos eventos extremos de precipitação.

Segundo UNDP (2004), 75% da população mundial habitam em áreas que foram afetadas pelo menos uma vez por ciclones, enchentes, secas ou terremotos entre os anos de 1980 e 2000. Cabe lembrar do furacão que atingiu Nova Orleans (Estados Unidos) em 2005, quando bairros inteiros foram destruídos, doenças espalhadas por toda parte e mais de 1800 mortos. O terremoto ocorrido na China no mês de maio de 2008 provocou mais de 12 mil mortes, e as inundações e as secas ocorridas no norte do Peru pela ocorrência do fenômeno El Niño no ano de 1983, afetou sensivelmente o produto interno bruto. Em 2010, um terremoto de 7 graus de magnitude resultou na morte de 200 mil pessoas no Haiti. Ressalta-se que as consequências dos fenômenos naturais se divergem muito em relação ao lugar em que ocorrem e ao tipo de habitação existente no local. Todos nós somos vulneráveis aos impactos ambientais de alguma forma, mas a capacidade das pessoas e da sociedade adaptar-se as mudanças e lidar com elas é muito variada. A pobreza é geralmente reconhecida como uma das causas mais importantes da vulnerabilidade às ameaças ambientais, uma vez que os pobres tendem a ter bem menos capacidade de enfrentar os problemas e, portanto, sofrem um ônus desproporcional pelos impactos associados aos desastres.

Na atualidade, os eventos naturais extremos que mais repercutem nas atividades humanas em nível mundial são de natureza climática. Embora sejam fenômenos naturais, a atuação do homem interferindo nas áreas urbanas ou rurais, ao longo do tempo, tem contribuído para uma maior frequência e intensidade de desastres, constituindo em problemas centrais e críticos para o desenvolvimento das economias regionais e de seus centros urbanos. Os desastres naturais são eventos com que todas as sociedades convivem, em alguns lugares eles são muito frequentes, em outros são relativamente raros, representando assim um desafio a todos os grupos sociais.

O Brasil é um país relativamente estável no que diz respeito aos terremotos e outros fenômenos que causam muita destruição em todo mundo. Mas não podemos esquecer que, nos últimos anos, vem ocorrendo uma intensificação dos prejuízos causados por fenômenos de tempo severos, atrelado principalmente a quase ausência de planejamento urbano. De acordo com relatório da ONU, o Brasil foi atingido por 60 catástrofes naturais entre 2000 a 2010, deixando 7,5 milhões de brasileiros sem casas e 1,2 mil mortos, com prejuízos econômicos, físicos e psicológicos. O ano de 2010 começou com uma tragédia logo no réveillon em Angra dos Reis, litoral do Rio de Janeiro, com escorregamentos de grandes proporções e mais de 50 mortos. A

chuva forte na cidade de São Paulo por 47 dias seguidos entre janeiro e fevereiro; no Rio de Janeiro, em abril, causou a morte de 66 pessoas na capital e mais de 140 em Niterói (Globo.com, 2010). Cidades entraram em estado de emergência na Bahia, em Santa Catarina e, em junho, em Alagoas e Pernambuco com mais de 60 mortes decorrentes da precipitação.

Os principais eventos observados são: chuvas intensas que causam enchentes, inundações e deslizamentos de encostas, a exemplo de Recife, Salvador, etc., secas e estiagens no semi-árido nordestino, incêndios florestais no cerrado brasileiro, e a ocorrência de ciclones extratropicais no sul do Brasil. Desastres naturais como as secas, ocorrem em função das variabilidades climáticas, que associadas às atividades antropogênicas mal planejadas e ao clima semi-árido da Região Nordeste, podem culminar em um processo de desertificação, considerado um desastre de grande extensão, já a ocorrência de deslizamentos e inundações em áreas urbanas, ocorre em pequenas escalas. Infelizmente, no nosso país, esta problemática ainda tem sido tratada de forma segmentada entre os diversos setores da sociedade, bem como nos meios político-administrativos e científicos. Negligenciar este fato pode causar muitas perdas à sociedade.

Um exemplo muito claro de desastres naturais ocorre no estado de Pernambuco, onde constantemente enfrenta dois fenômenos cruciais e antagônicos: de um lado os períodos de seca e do outro as chuvas intensas, causando inundações e alagamentos periódicos. A Região Metropolitana do Recife e a Zona da Mata, em geral, durante o seu principal período chuvoso, sofrem com os escorregamentos de encostas, inundações e alagamentos que estão associados a sistemas meteorológicos responsáveis por chuvas intensas. Por outro lado, no Sertão e no Agreste são comuns longos períodos de seca, afetando as reservas de água nos açudes, rios, bem como, a safra agrícola e a pecuária, produzindo grandes perdas econômicas e sociais.

Como podemos perceber, estes eventos são frequentes em Pernambuco, ficando claro o quanto a sociedade é vulnerável, pois, a cada ocorrência de desastre são acarretadas perdas econômicas, sociais e ambientais, e, às vezes, até mesmo de vidas, principalmente, nas comunidades mais pobres. Em 2010 as chuvas ocasionaram grandes desastres atingindo 49 cidades na Zona da Mata e Litoral pernambucano, e o Estado mal tinha se recuperado dessa tragédia, já em abril e maio de 2011 mais de 2 mil famílias desalojadas e mais de 900 desabrigadas, com 30 municípios atingidos pelas desastres decorrentes das chuvas. Souza *et al.* (2008) comentam os desastres associados as chuvas extremas que ocorreram na Região Metropolitana do Recife no final do mês de julho e início de agosto de 2000, onde foram registrados pela Defesa Civil do Estado 34 mortes, 1.015 escorregamentos de encostas, 779 pontos de inundações e alagamentos, com destruição de infraestruturas.

No caso específico do Recife, vale salientar que um terço da população vive em áreas de risco, residindo nas margens dos rios e em locais com infraestrutura precária, representando uma herança de um processo de exclusão social que acompanha a história do nosso país. Praticamente todos os anos, durante o período chuvoso a população menos favorecida é vítima de acidentes como escorregamentos e inundações, pois residem em assentamentos precários e sujeitos a riscos de desastres associados aos eventos de precipitações. Para estas famílias que vivem em áreas de risco, a chuva representa sinônimo de angústia e medo. É preciso sensibilizar e fornecer conhecimento dos dados sobre riscos à desastres aos tomadores de decisão – governantes, políticos, empresários – e isso só se faz com a participação dos formadores de opinião.

Todos esses desastres associados a fenômenos naturais contribuem para agravar as condições de vida das populações, intensificando as desigualdades intra-regionais e inter-regionais, daí, o clima de desesperança da população mais vulnerável é algo permanente, como por exemplo, a intensificação dos processos migratórios, associado à seca, provocando o êxodo rural e inchaço das cidades, contribuindo para o aumento da pobreza nos centros urbanos. Sabe-

se que os ambientes mais problemáticos, principalmente em termos sócioambientais, são geralmente os espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas. Essa distribuição espacial está associada à desvalorização do espaço devido à proximidade dos leitos dos rios, das indústrias, etc., e pela vulnerabilidade das populações aos fenômenos ambientais. Isso coloca em evidência que a vulnerabilidade aos desastres está associada não só aos aspectos geocológicos do sítio: clima, relevo, drenagem, solos, etc., mas, sobretudo, à situação socioeconômica da população (MONTEIRO, 1991).

Apesar da relevância do tema, as pesquisas ainda são muito limitadas. Desta forma, há fortes argumentos para que se considere como urgente o aprofundamento sobre as causas dos efeitos desiguais de tais desastres sobre a população da cidade do Recife. Neste contexto, urge a necessidade em desenvolver estudos sobre a influência e os impactos associados às variações climáticas, bem como o desenvolvimento de metodologias de mensuração das vulnerabilidades da população diretamente atingida por tais eventos, considerando a limitação e a redução das vulnerabilidades, de forma que possa ser utilizado como um indicador para a gestão pública municipal, estadual e nacional.

Face ao exposto, a presente pesquisa foi desenvolvida visando alcançar os seguintes objetivos:

1.1 - OBJETIVO GERAL

Avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais associados aos desastres decorrentes das chuvas na cidade do Recife, como forma de contribuir para a mitigação desses impactos sobre o Meio.

1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar e classificar limiares de intensidade para as chuvas diária, mensal e anual do Recife;
2. Avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais associados aos desastres decorrentes das chuvas na cidade do Recife-PE;
3. Mapear as áreas de risco e as áreas mais vulneráveis aos desastres decorrentes das chuvas nos bairros do Recife, considerando as Regiões Político-Administrativas;
4. Avaliar a vulnerabilidade socioeconômica e ambiental a partir de questionários aplicados nas comunidades;
5. Verificar possíveis tendências climáticas da precipitação total e das temperaturas máximas e mínimas anuais.
6. Elaborar um Sistema de Alerta de Chuvas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Desastres Naturais

Nas últimas décadas, tem ocorrido um aumento considerável na frequência anual de desastres naturais em todo o globo. Conforme dados do EM-DAT (2008), a média de desastres ocorridos na década de 1970 foi de 90 eventos por ano, saltando para mais de 260 eventos na década de 1990 (Figura 1). Estes números refletem diretamente a elevação na frequência e intensidade dos desastres causados pelas tempestades severas. É importante apontar que a partir de 1940 há um aumento dos desastres, coincidindo, praticamente, com o fim da revolução industrial, com o uso da tecnologia para produção e consumo (exagerados), resultando em uma urbanização em ritmo intenso devido o crescimento demográfico, exploração dos recursos naturais e consequentemente aumento da poluição ambiental, alterando o clima do planeta.

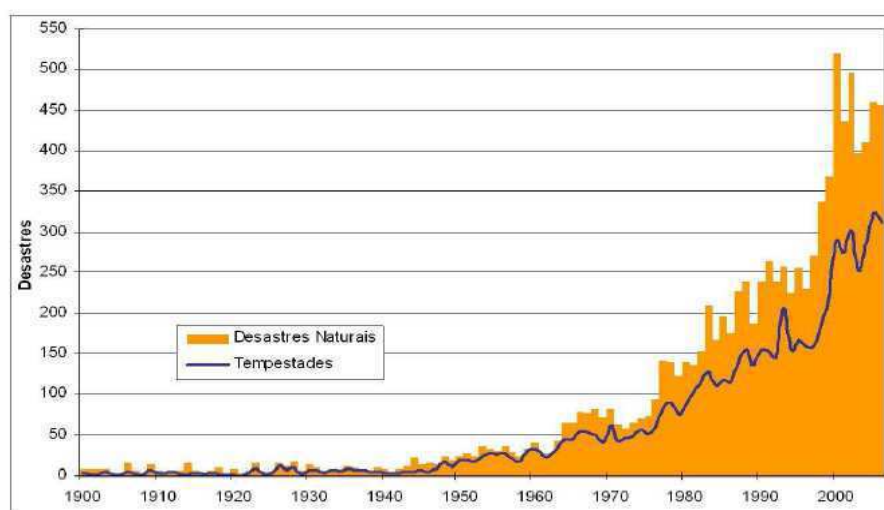


Figura 1 - Frequência anual de desastres naturais para todo o globo (1900-2006). *Fonte: EM-DAT (2008).*

É comum confundir o uso dos termos: fenômeno natural e desastre natural. Fenômeno natural é toda manifestação da natureza, como os terremotos, os ciclones, etc. Por exemplo, um terremoto que ocorre em um deserto desabitado não pode ser considerado como desastre, um terremoto só causa desastre quando afeta diretamente ou indiretamente o homem e suas atividades em um lugar e um determinado tempo, devido a sua vulnerabilidade. Os fenômenos naturais de extraordinária ocorrência podem ser previsíveis ou imprevisíveis, dependendo do grau de conhecimento que os homens tenham acerca de seu funcionamento e da natureza (MASKREY, 1989).

Em geral, se considera como desastre natural a coincidência entre fenômenos naturais perigosos (como um terremoto; um furacão; um maremoto; uma seca; etc.) e determinadas condições socioeconômicas e físicas vulneráveis (como situação econômica precária; casas mal construídas; solos instáveis; má localização das construções; falta de infra-estrutura; etc.). Em outras palavras, pode-se dizer que há um alto risco de desastre se um ou mais fenômenos naturais perigosos ocorrem em situações vulneráveis (LARED, 2009). Existe o risco de ocorrer um desastre quando um ou mais perigos naturais se manifestam em um contexto vulnerável (Maskrey, 1989). Em outras palavras, pode-se dizer que há um alto risco de desastres, se um ou mais fenômenos naturais perigosos ocorrerem em situações vulneráveis (MEDINA E ROMERO, 1992).

É a interrupção grave do funcionamento de uma comunidade ou sociedade que causa perdas humanas e/ou importantes perdas materiais, econômicas ou ambientais que excedam a capacidade da comunidade ou sociedade afetada para fazer frente à situação, utilizando seus próprios recursos (EIRD, 2009).

Já segundo Garcia (2004), o desastre é uma extensa variedade de eventos, desde aqueles cujo acontecimento se considera um fenômeno exclusivamente físico, como terremotos, furacões, erupções vulcânicas, etc., até aqueles cuja origem se considera excepcionalmente humana, tais como as guerras e os acidentes industriais. Entre estes dois extremos existe um amplo espectro de desastres, como por exemplo, fome, inundações e deslizamentos, os quais são provocados pela combinação de fatores físicos e humanos.

Enfim, não existe uma unanimidade quanto ao conceito de desastre natural devido a grande variedade de fatores que levam à sua ocorrência e possíveis efeitos desencadeados. Pode-se, por exemplo, conceituar desastres naturais simplesmente como o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excede a capacidade dos afetados em conviver com o impacto (TOBIN e MONTZ, 1997; UNDP, 2004).

Um desastre é a realização ou concretização das condições de risco preexistentes na sociedade. Esta realização ocorre no momento em que se revela o risco latente convertendo-se em produto ou evento físico, a exemplo de furacões, terremotos, secas, incêndios, etc., com conseqüências em termos de perdas e danos (Maskrey, 1993). Quando por múltiplas razões, a comunidade é incapaz de transformar suas estruturas, adequar seus ritmos e redefinir a direção de seus processos como resposta ágil, flexível e oportuna às mudanças do meio ambiente; quando os projetos sociais de uma comunidade não respondem adequadamente a realidade do momento que exige uma resposta, surge o desastre, conforme abaixo:

Desastre = Risco X(versus) Vulnerabilidade

Por risco, entende-se qualquer fenômeno de origem natural ou humano que signifique uma mudança no meio ambiente que uma determinada comunidade ocupa, que seja vulnerável a esse fenômeno (Wilches-Chaux, 1984). Por vulnerabilidade, a exposição de indivíduos ou grupos ao estresse (mudanças inesperadas e rupturas nos sistemas de vida) resultante de mudanças sócio-ambientais (CONFALONIERI, 2001).

Para estimar o risco a desastre é necessário uma visão multidisciplinar (não somente o dano físico esperado, as vítimas ou perdas econômicas equivalentes), mas também fatores sociais, organizacionais e institucionais, relacionados com o desenvolvimento das comunidades (Abreu, 2004). A acumulação de riscos a desastres está relacionada à falta de políticas públicas, ou de estratégias orientadas a sua gestão e, ainda, à inexistência de estruturas administrativas e sistemas legislativos adequados, tanto em nível local, como nacional e regional (PNUD, 2008).

A vulnerabilidade é algo inerente a uma determinada população, e varia de acordo com suas possibilidades culturais, sociais e econômicas. Assim, aqueles que possuem menos recursos serão os que mais dificilmente se adaptarão e, portanto são os mais vulneráveis, pois a capacidade de adaptação é dada pela “riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infra-estrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão” (IPCC, 2001).

As causas responsáveis pela geração de vulnerabilidades são os processos econômicos, demográficos e políticos, que afetam a destinação e distribuição de recursos entre os diferentes grupos de pessoas, bem como refletem na distribuição do poder (Cardona, 2001). A

vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais históricos (Lavell, 1994). Implica uma combinação de fatores que determinam o grau até o qual a vida e a sobrevivência de alguém ficam em risco por um evento distinto e identificável da natureza ou da sociedade (BLAIKIE *et al.*, 1996).

A vulnerabilidade em si mesma constitui um sistema dinâmico, isto é, surge como consequência da interação de uma série de fatores e características - internas e externas - que convergem em uma comunidade particular. O resultado dessa interação é a incapacidade da comunidade para responder adequadamente ante a presença de uma ameaça determinada. Wilches-Chaux (1993) denominou *Vulnerabilidade Global*, a essa interação de fatores e características, constituída por dez níveis de vulnerabilidade, assim caracterizados na Tabela 1:

Tabela 1 - Vulnerabilidades Globais.

Vulnerabilidade natural	é intrinsecamente determinada pelos limites ambientais, dentro dos quais é possível a vida, e também, pelas exigências internas de seu próprio organismo.
Vulnerabilidade física	relativa à localização dos assentamentos humanos em zonas de risco e às deficiências de resistência dos elementos expostos para absorver os efeitos da ação do fenômeno que representa a ameaça.
Vulnerabilidade econômica	referente a setores economicamente mais deprimidos da humanidade, que são, por essa razão, os mais vulneráveis frente às ameaças naturais.
Vulnerabilidade social	respectivo ao baixo grau de organização e coesão interna de comunidades sob risco de desastre, que impedem sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situações de desastre.
Vulnerabilidade política	relativa à incapacidade da população para formular por si mesma a solução do problema que lhe afeta.
Vulnerabilidade ideológica	relacionada a atitudes passivas, fatalistas e crenças religiosas que limitam a capacidade de atuar dos indivíduos em certas circunstâncias.
Vulnerabilidade cultural	concernente à forma como uma comunidade reage ante um desastre, que será distinta em um grupo humano regido por padrões machistas e verticais de poder, daquela em um grupo, no qual predominam os valores de cooperação e solidariedade.
Vulnerabilidade educativa	se expressa em uma educação deficiente ou que não tem uma boa cobertura em uma comunidade propensa a desastre ou a ausência de conhecimento sobre as causas, os efeitos e as razões pelas quais se apresentam os desastres.
Vulnerabilidade técnica	relativa às técnicas inadequadas de construção de edifícios e infraestrutura básica utilizadas em zonas de risco.
Vulnerabilidade ambiental	referente à degradação ou à destruição dos recursos naturais.
Vulnerabilidade institucional	se reflete na obsolescência e rigidez das instituições, onde a burocracia e a decisão política, entre outros, impedem respostas adequadas e ágeis.

Fonte: Wilches-Chaux (1993).

A vulnerabilidade não se determina por fenômenos perigosos, mas por certos processos sociais, econômicos, e políticos, daí que os mais vulneráveis são os países mais pobres e dependentes, as regiões mais desfavorecidas e a população com menos recursos. De forma geral, pobre sofre mais com os desastres que o rico, se bem que a pobreza e vulnerabilidade não são sinônimas, ainda que às vezes estejam estreitamente relacionadas (BLAIKIE *et al.*, 1996).

É oportuno apontar o trabalho realizado por Marcelino *et al.* (2006) que realizaram o mapeamento de risco de desastres naturais para o Estado de Santa Catarina associado às instabilidades atmosféricas severas, a partir da obtenção do índice de risco, onde foram calculados os índices de perigo, de vulnerabilidade e de reposta para cada município catarinense. Foram computados 2.881 desastres associados a instabilidades atmosféricas (120 eventos/ano), sendo 1.299 episódios associados à inundação gradual, seguido pela inundação brusca e vendaval com 19 e 17%, respectivamente. Com rela o ao  ndice de risco, os municípios mais problemáticos, que carecem de medidas preventivas a curto prazo, localizam-se nas mesorregiões Oeste e Norte Catarinense, e os municípios que apresentaram maior  ndice de risco foram Florianópolis, Blumenau, São José dos Cedros, Joinville e Chapecó.

Kobiyama *et al.*, (2006) afirma que um desastre pode ser definido como a ocorrência de inunda es, escorregamentos, secas, furacões, entre outros fenômenos naturais severos, fortemente influenciados pelas características regionais, tais como, rocha, solo, topografia, vegeta o, condi es meteorológicas. Quando estes fenômenos intensos ocorrem em locais onde os seres humanos vivem, resultando danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômico) são considerados como “desastres naturais”. Conforme estes autores, os fenômenos de origem natural podem estar relacionados com a dinâmica interna ou externa da Terra, ou seja, eventos ou fenômenos internos causados pela movimenta o das placas tect nicas, que têm reflexo na superfície do planeta (terremotos, maremotos, *tsunamis* e atividade vulcânica); ou de origem externa gerada pela dinâmica atmosférica (tempestades, tornados, secas, inunda es, etc.).

Neste contexto, um desastre   uma grave interrup o do funcionamento de uma sociedade, causando perdas humanas, materiais ou ambientais que excedem a capacidade da sociedade afetada de lidar com tais conseq ncias com seus próprios recursos (UNDHA, 2001). O crescimento populacional, a segrega o sócio-espacial (aumento das favelas e bolsões de pobreza), a acumula o de capital em áreas de risco (ocupa o da zona costeira), o avanço das telecomunica es (registro e dissemina o de informa es) e as mudanças climáticas globais são considerados os principais fatores responsáveis pelo aumento dos desastres naturais em todo o mundo (MARCELINO *et al.*, 2006).

Cabe ressaltar que, cada vez mais, os desastres relacionados às instabilidades atmosféricas têm chamado a aten o da comunidade científica, dos governos e da sociedade para analisar não apenas os perigos em si, mas as condi es sociais que influenciam o modo como às pessoas são afetadas por tais perturba es. Por isso, o debate sobre o tema abordado tornou-se mais evidente nos últimos anos, implicando em diferentes posicionamentos e discussões pelos diversos pesquisadores em rela o ao tema. Assim, percebendo essa lacuna, houve estímulo para enveredar na investiga o do assunto, partindo do pressuposto que um desastre   o resultado das a es humanas sobre um ecossistema vulnerável, causando danos sociais e econômicos. Os desastres devem ser entendidos como fenômenos de caráter eminentemente social e econ mico, que são construídos pelo homem ao longo dos anos.

A compreensão da vulnerabilidade, que   uma componente inseparável de um desastre,   vital para reduzir os efeitos negativos das catástrofes sobre uma sociedade. A vulnerabilidade   uma característica essencialmente humana, que está diretamente associada com a produ o dos espaços, com a organiza o do trabalho e da produ o, cujas condi es sociais, econômicas e

ambientais são as respostas diretas de um desastre. Na realidade, são as relações capitalistas – as principais causas das vulnerabilidades e dos riscos, pelo empobrecimento de grande parte da população pela exploração do trabalho, o acúmulo de capital e a concentração de renda por um pequeno grupo. Infelizmente, os grupos mais vulneráveis aos riscos a desastres são os mais pobres, devido a situação econômica para absorver o impacto dos desastres e recuperar-se dos seus efeitos. A vulnerabilidade à desastres refere-se à incapacidade das pessoas, sociedades e organizações para suportar os efeitos negativos a partir de múltiplos estresse a que estão expostos.

Finalmente, essas inquietações e discussões têm contribuído para aumentar o debate e enfatizar a necessidade de se minimizar os efeitos dos desastres sobre as sociedades. Com isso, os tomadores de decisões têm voltado suas atenções para os desastres ambientais, principalmente os que estão associados aos eventos de chuva extrema, pois todos os anos são registrados vários impactos associados a estes eventos. E a variabilidade climática é responsável pelas oscilações naturais da precipitação e do clima a nível local, regional e global, cujo tema será abordado a seguir.

2.2 - Variabilidade Climática e Chuvas Extremas

A variabilidade climática pode ser entendida como uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global (CONFALONIERI, 2003).

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos das diversas regiões do Brasil. Tal importância deve-se às conseqüências que estas podem ocasionar, quando ocorridas em excesso (precipitação intensa), para os setores produtivos da sociedade tanto econômico e social (agricultura, transporte, hidrologia, etc.), causando enchentes, assoreamento dos rios, quedas de barreiras, etc. (CALBETE *et al.*, 1996).

É relevante não confundir variabilidade climática com mudança climática, que de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2001) da Organização das Nações Unidas (ONU) são as mudanças temporais do clima devido à variabilidade natural e/ou resultados de atividades humanas. Outros autores adotam, para o mesmo termo, a definição de mudanças associadas direta ou indiretamente às atividades humanas que alterem a variabilidade climática natural observada num determinado período.

De forma geral, o termo “variabilidade climática” é utilizado para as variações de clima em função dos condicionantes naturais do planeta e suas interações, daí a denominação de variabilidade natural do clima. Já as “mudanças climáticas” são as alterações associadas à variabilidade natural do clima e as atividades humanas. Desta forma, é necessário identificar se está ocorrendo alteração na variabilidade natural para se poder afirmar que está havendo mudança climática. Em outras palavras, a variabilidade climática é a flutuação do clima em um período de tempo inferior a uma década, após cessar o efeito do evento o clima retorna aos valores anteriores. Enquanto, na mudança climática, o clima não retorna aos padrões anteriores, ou seja, ele passa a apresentar novas características.

A evolução do comportamento atmosférico nunca é igual de um ano para outro ou mesmo de uma década para outra, podendo-se verificar flutuações a curto, médio e longo prazo. Existe uma série de dificuldades para separar os efeitos das atividades humanas no clima e a sua variabilidade natural, sobretudo, porque o sistema climático é extremamente complexo e sua dinâmica ainda não é completamente compreendida, por mais que se tenha avançado no conhecimento sobre o sistema Terra-Atmosfera (CONTI, 2000).

Segundo Confalonieri (2003), as flutuações climáticas podem levar a eventos meteorológicos extremos e conseqüentemente a acidentes e traumas em áreas de ocupação humana. Os eventos extremos de precipitação podem resultar em inundações, e por sua vez a transmissão de doenças infecciosas, como a leptospirose. As modificações de temperatura e regime de chuvas podem trazer maior abundância e disseminação de vetores e patógenos. Segundo o autor, está provada a relação entre a incidência de cólera e o aumento de temperatura das águas do mar em Bangladesh a partir de estudo realizado em 1994, como também entre a temperatura do ar e a infecção por *Cyclospora Cayetanensis* em Lima, Peru, entre 1992 e 1994.

Muitos eventos extremos de chuvas quando atingem áreas ocupadas, especialmente aglomerados urbanos, ocorrem acidentes, desastres e catástrofes, que podem ser definidos como impactos negativos ao sistema socioeconômico. Geralmente provocam mortes e grandes prejuízos materiais. Segundo Alexander (1995), nas catástrofes, a intensidade dos impactos negativos é extremamente elevada, sendo necessários recursos que vão além das possibilidades de uma região ou do próprio país.

Chuvas intensas e/ou duradouras podem causar inundações, escorregamentos e alagamentos temporários com incidentes de pequena proporção, promover um colapso de serviços de infra-estrutura ou, até mesmo, causar perdas de vidas humanas, devido a acidentes ou propagação de doenças de veiculação hídrica. Além dos danos à saúde humana, existem os danos à saúde psicológica da população, devido ao “stress” causado pelas situações enfrentadas nos momentos das enchentes. Para Penning-Roswell e Chatterton (1977) podem ser identificados dois tipos de ansiedade: a ansiedade gerada pela possibilidade de uma inundação acontecer e a ansiedade durante o evento de inundação. A primeira é recorrente e pode aparecer a qualquer momento em uma situação de risco, pelo fato de se estar ocupando uma área potencialmente inundável. Está relacionada, também, ao desconforto com a frequência das enchentes. Já o segundo tipo de ansiedade é por evento, que pode ser mais intensa que a anterior, mas tem curta duração.

Zanella (2007) fazendo um estudo das inundações e seus impactos em uma área do bairro Cajuru, localizada às margens do rio Atuba, na cidade de Curitiba, e sujeita a riscos de inundações, analisou os episódios de chuvas com intensidades iguais e superiores a 60 mm ocorridos em 24 horas, por se entender que efetivamente são os que causam mais impactos na vida da cidade, conforme constatado, também, por Gonçalves (1992) para a cidade de Salvador. Apesar das condições ambientais de Salvador serem diferentes das de Curitiba, verificou-se junto aos jornais, relatos de impactos a partir deste índice pluviométrico. Com índices pluviométricos diários inferiores a 60 mm, não se constatou relatos de danos.

Neste contexto, quando ocorria uma seqüência diária destes índices pluviométricos menores, os jornais registravam impactos e, assim, analisou-se também, a somatória de três dias consecutivos que atingissem 60 mm ou mais. O detalhamento dos impactos, contudo, foi realizado para eventos pluviométricos iguais e superiores a 100mm/24h (Hack, 2002), já que para Curitiba, estes assumem caráter de calamidade na maioria dos casos. O período analisado se refere às décadas de 1980, 1990 e início de 2000, ou seja, o período de 1980 a 2002 (23 anos), justificado pela maior ocupação das áreas periféricas e das áreas de risco, que sofrem com as chuvas mais intensas pela ocorrência das inundações periódicas nas planícies de inundação dos rios.

Santo e Satyamurty (2002) fizeram um estudo sobre eventos extremos de precipitação na região sudeste do Brasil e redondezas no período de 1997-2001, e comentaram que um evento severo causa grandes impactos sociais e econômicos sobre a sociedade. Por exemplo, uma chuva forte e rápida de intensidade 40 mm/hora, em uma grande cidade traz inundações repentinas. Na

região da Grande São Paulo eventos desta magnitude acontecem três a seis vezes ao ano. Todavia, uma chuva desta ordem não é um evento raro e nem causa grandes desastres em áreas florestais, porém em áreas urbanas podem causar perdas econômicas.

Ressalta-se que o número de desastres hidrometeorológicos (causados pela água e pelo clima) aumentou. Na década de 1990, mais de 90% das vítimas de desastres naturais morreram em eventos hidrometeorológicos, como secas, tempestades de vento e inundações, devido à alta vulnerabilidade destas pessoas a tais eventos. Embora as inundações tenham sido responsáveis por mais de dois terços das pessoas afetadas por desastres naturais, essas são menos fatais do que muitos outros tipos de desastres e equivalem a apenas 15% das mortes (IFRC, 2001). De acordo Tucci (1998) inundação é o transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acúmulo de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Podem ser classificadas segundo seu processo evolutivo: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas (Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998). Alagamento é o acúmulo de água no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, provocadas por sistemas de drenagem deficiente. Enchente é a elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Neste prisma, tem-se os tipos de desastres associados aos fenômenos meteorológicos comuns em Recife:

a) Enchentes ou inundações:

São episódios que ocorrem rapidamente, onde as águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantendo-se em situação de cheias durante algum tempo e, escoam-se gradualmente. As inundações graduais, normalmente, são cíclicas e nitidamente sazonais. Exemplo típico de periodicidade ocorre nas inundações anuais da bacia do rio Amazonas. As inundações graduais são intensificadas por variáveis climatológicas de médio e longo prazos e pouco influenciáveis por variações diárias do tempo. Relacionam-se muito mais com períodos demorados de chuvas contínuas do que com chuvas intensas e concentradas. O fenômeno caracteriza-se por sua abrangência e grande extensão.

b) Enxurradas ou inundações bruscas

São provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento. A inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribui para intensificar a torrente e causar danos. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, exigindo uma monitorização complexa.

c) Alagamentos

São águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. Nos alagamentos o extravasamento das águas depende muito mais de uma drenagem deficiente, que dificulta a vazão das águas acumuladas, do que das precipitações locais. O fenômeno relaciona-se com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, a qual é provocada por: compactação e impermeabilização do solo; pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração; construção adensada de edificações, que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas; desmatamento de encostas e assoreamento dos

rios que se desenvolvem no espaço urbano; acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água; insuficiência da rede de galerias pluviais.

d) Escorregamentos ou deslizamentos

Fenômenos provocados pelo escorregamento de materiais sólidos, como solos, rochas, vegetação e/ou material de construção ao longo de terrenos inclinados, denominados de encostas, pendentes ou escarpas. Caracterizam-se por movimentos gravitacionais de massa que ocorrem de forma rápida e cuja superfície de ruptura é nitidamente definida por limites laterais e profundos, bem caracterizados. Em função da existência de planos de fraqueza nos horizontes movimentados, os quais condicionam a formação das superfícies de ruptura, a geometria desses movimentos é definida, assumindo a forma de cunhas, planares ou circulares (Alheiros, 2000). Embora em outros países os escorregamentos possam ser provocados por outras causas, como abalos sísmicos ou aquecimento dos nevados por vulcões, no Brasil, esses movimentos gravitacionais de massa relacionam-se com a infiltração de água e a embebição do solo das encostas. Por esse motivo, no País, os escorregamentos são nitidamente sazonais e guardam efetiva relação com os períodos de chuvas intensas e concentradas.

É importante informar que a ocupação de áreas potencialmente alagáveis, a proliferação de favelas, a invasão de margens, o lançamento irregular de resíduos sólidos e a construção inadequadas de aterros, pontes e travessias, também contribuem para intensificar o quadro das inundações. As ocupações das áreas potencialmente inundáveis são responsáveis por grandes prejuízos econômicos (Gomes, 2004). Estas áreas podem ser várzeas de inundação junto aos rios ou pontos mais baixos da malha urbana, onde a água escoada tende a se concentrar.

As inundações bruscas (enxurradas) ocorrem associadas a elevados índices de precipitação (> 25 mm/h), e são altamente perigosas e destrutivas (Doswell *et al.*, 1996; Marcelino *et al.*, 2004). Em virtude do aumento dos dias com precipitações intensas, somado aos desmatamentos de encostas, a ocupação das planícies de inundação, ao assoreamento dos rios e a impermeabilização urbana (asfaltamento de ruas, construções, etc.), as inundações bruscas em áreas urbanizadas se tornarão num dos principais problemas ambientais que algumas regiões do Brasil terão que enfrentar para as próximas décadas.

As enchentes estão associadas a grandes perigos para os seres humanos. Segundo o IPCC (2001), os impactos à saúde podem ser divididos em três tipos: imediatos, a médio prazo e a longo prazo. Os imediatos incluem afogamento e ferimentos ao ser atirado em objetos ao ser levado pela correnteza. Os a médio prazo são as doenças que podem ocorrer devido à ingestão de água contaminada (cólera, hepatite A) ou contato com água contaminada (leptospirose), ou doenças respiratórias resultantes de superpopulação de abrigos. Após a enchente, pode haver o crescimento de fungos que resultam em aumento de manifestações alérgicas. Já os efeitos no longo prazo incluem um aumento de suicídios, alcoolismo e desordens comportamentais e psicológicas, especialmente em crianças.

No Brasil, na maioria das vezes, as inundações são provocadas pelas precipitações pluviométricas intensas, produzindo transbordamento dos leitos dos rios, lagos, canais e áreas represadas. As inundações bruscas são originadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam de forma rápida e intensa, provocando o transbordamento. Esse fenômeno costuma surpreender por sua violência e menor previsibilidade, exigindo uma monitorização complexa. Em cidades litorâneas, que se desenvolvem em cotas baixas, como Recife e cidades da Baixada Fluminense, a coincidência de marés altas contribui para agravar ainda mais o problema (GEOBRASIL, 2002).

Salienta-se que a maioria dos desastres tem como gênese instabilidades atmosféricas severas, que são eventos atmosféricos intensos que podem causar grandes danos socioeconômicos, em virtude dos episódios de chuvas intensas, vendavais, granizo e tornados (Easterling *et al.*, 2000; Smith, 2000; Berz *et al.*, 2001; Mcbean, 2004). Em algumas partes do globo (escala regional) já existem indícios significativos do aumento de eventos atmosféricos extremos. Todos esses riscos podem ameaçar as pessoas, os ecossistemas, a flora e a fauna. As populações carentes são as mais vulneráveis aos desastres, porque dispõem de menos recursos e capacidade para lidar com os impactos ou evitá-los (EASTERLING *et al.*, 2000; e NICHOLLS 2001).

Enfim, devido à influência humana no meio ambiente, é uma realidade que cada vez mais as chuvas intensas associadas às variabilidades climáticas e possivelmente as mudanças climáticas trazem diversos prejuízos para o homem, principalmente nos grandes centros urbanos dos países mais pobres. Teme-se que os desastres naturais associadas às chuvas extremas produzam mais fatalidades, isso porque têm aumentado o número de pessoas que habitam em áreas de risco sem qualquer infra-estrutura adequada, como casas erguidas com argila, taipa e outros materiais frágeis, além de outros problemas urbanos como construção de pontes, viadutos, prédios, etc. sem estruturas capazes de resistir a eventos extremos. Sem falar, também, na ignorância da população, e principalmente do descaso das autoridades sobre o assunto. É preciso ter conhecimento que “as chuvas sempre existiram e sempre irão existir”, e que a culpa pelos impactos sociais, econômicos e ambientais, como estão discutidos no item a seguir, não são as chuvas, e sim, a falta de recursos, infra-estrutura, educação e política que são os responsáveis pelas conseqüências dos desastres.

2.3 - Impactos Sociais, Econômicos e Ambientais Associados aos Desastres

Os custos sociais e econômicos dos desastres apresentam uma ampla variação e é difícil calculá-los em um âmbito global. As declarações de danos como a estimativa do impacto econômico dos desastres tende a induzir erros. Considerando as declarações de danos a seguradoras com relação às inundações ocorridas em 1999 na Áustria, na Alemanha e na Suíça, ao menos 42,5% dos danos foram cobertos pelo seguro contra desastres. Mas na Venezuela, no mesmo ano, apenas 4% dos danos causados por inundações foram cobertos (CREDOFDA, 2002). É necessário obter dados sistemáticos confiáveis sobre os desastres para ajudar a avaliar seus impactos socioeconômicos e ambientais, tanto a curto como a longo prazo. Embora as comunidades dos países em desenvolvimento sofram diversos desastres em escala local, como incêndios florestais, pequenas inundações, secas e infestações, freqüentemente esses eventos não se refletem nas estatísticas de desastres.

As informações necessárias para fomentar os impactos sociais, econômicos e ambientais, associadas aos eventos de chuvas, podem ser coletadas através de pesquisas junto à população, a especialistas ou através de dados existentes. A fonte desses dados pode ser classificada em primária e secundária. De acordo com Nagem (2008), os dados primários seriam aqueles coletados através de pesquisas de campo, enquanto que as demais fontes seriam definidas como secundárias.

A elaboração de pesquisas pode reunir dados para caracterizar a região em estudo, como as propriedades residenciais, por exemplo, ou para levantar dados históricos de enchentes. Levantamento de campo junto à população requer tempo e dinheiro para ser realizada, portanto recomenda-se que as pesquisas busquem coletar informações primárias e secundárias (Mc BEAN *et al.*, 1988; DUTTA e TINGSANCHALI, 2003).

Penning-Roswell e Chatterton (1977) afirmaram a importância do exame e registro das consequências das inundações após a ocorrência de um evento relevante, ressaltando que, para apoiar a avaliação dos benefícios das medidas de combate a enchentes, os registros não deveriam se limitar em apenas um evento. Os autores chamaram atenção também para alguns outros pontos desta abordagem que merecem cuidado, como o tempo necessário para a percepção dos prejuízos (danos a conteúdos aparecem imediatamente após o evento, enquanto que danos à construção podem vir a aparecer somente após alguns meses ou até mesmo anos) e ao fator emocional dos proprietários, que tendem a superestimar seus prejuízos diante de uma situação calamitosa.

Lima (2003) sugeriu, para evitar tendenciosidade nos dados pesquisados com famílias e empresas sinistradas, que o evento de cheia importante não devesse ser nem muito recentes, para evitar que os prejuízos fossem superestimados e para que todos os danos pudessem ser percebidos, nem muito antigo (com mais de cinco ou seis anos de ocorrência), para que não houvesse esquecimento ou mudança das pessoas sinistradas.

A capacidade de enfrentamento da sociedade humana é uma combinação entre todas as características naturais e sociais e os recursos disponíveis em uma região particular que podem ser usados para reduzir os impactos dos riscos (IATFDR, 2001), o que inclui fatores como riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infra-estrutura, acesso aos recursos e capacidade de gerenciamento.

Messner e Meyer (2005) afirmam que a análise de vulnerabilidade deve ser considerada a fim de estimar a proporção de potenciais danos que são materializados. Os autores sugerem ainda o estabelecimento de um fator de vulnerabilidade que relacione percepção de risco e a preparação das comunidades e indivíduos.

Braga *et al.* (2006) buscando a construção de modelos preditivos de vulnerabilidade social a desastres naturais a partir de indicadores sociodemográficos, propõe diretrizes para a sua aplicação no Brasil, e afirma que a componente demográfica estrutura domiciliar pode explicar grande parte das diferenças observadas nas resultantes de desastres em populações com indicadores socioeconômicos semelhantes e graus de exposição similares a eventos perigosos.

Dessa forma, o tema da vulnerabilidade foi desenvolvido para designar aquelas populações e regiões que possuem maiores dificuldades de absorver os impactos destes eventos. Em outras palavras, a vulnerabilidade pode ser definida como as características de uma pessoa ou grupo populacional “*desde seu ponto de vista de sua capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto*” de algum evento, como desastres naturais ou tecnológicos (BLAIKIE *et al.*, 1996).

De acordo com Nagem (2008) a topografia é outra característica da área atingida que interferirá nos impactos. As áreas baixas estão sujeitas a alturas de inundação maiores e, portanto, maiores danos. Outro fator que está diretamente relacionado com a magnitude dos danos é o tipo de ocupação do solo. Uma região com muito comércio terá um determinado tipo de prejuízo, diferente de uma área residencial. Áreas residenciais com características distintas (região com muitas casas ou com muitos prédios) ou com poderes aquisitivos desiguais também vão sofrer prejuízos distintos. A densidade populacional também irá interferir na intensidade dos danos, assim como a sazonalidade da ocupação (áreas turísticas, por exemplo).

O perfil socioeconômico de uma área atingida também influencia a dimensão que os prejuízos podem tomar. Quanto mais evoluído for o local, maiores serão as perdas financeiras

com as enchentes. As próprias características das construções (como tipo de acabamento) e seus conteúdos estão relacionados com o padrão de vida da região (NAGEM, 2008).

Lima (2003) e Machado *et al.* (2005) elaboraram curvas de prejuízo para setores habitacionais aplicando questionários junto a moradores de área inundadas no município de Itajubá em Minas Gerais, em janeiro de 2000, para servir de referência empírica, ao mesmo tempo em que buscaram generalizações, como distinção por classe sócio-econômica, para garantir a aplicabilidade destas curvas em outros locais.

É importante ressaltar que os impactos associados aos desastres naturais não são sentidos igualmente por todos. Pobres, minorias, mulheres, crianças e idosos são frequentemente os mais afetados em desastres naturais em todo o planeta. Ademais, a exposição e vulnerabilidade a desastres representam um fator importante no recrudescimento da vulnerabilidade sociodemográfica de indivíduos e populações (Aviso, 2005; Dilley *et al.*, 2005). As causas e os efeitos dos desastres sejam eles naturais, tecnológicos, biológicos ou originados por conflitos internos dentro das nações, são frequentemente influenciadas pela disposição social, política econômica e ambiental das pessoas (PNUMA e IBAMA, 2008).

Após os questionamentos acima, é evidente que os desastres naturais associados aos eventos de precipitação intensa podem interferir no funcionamento de uma cidade, gerando prejuízos financeiros, sociais e ambientais. Estes impactos, de uma maneira geral, são muito difíceis de calculá-los, pois o perfil socioeconômico e ambiental de uma área atingida também influencia na dimensão que os prejuízos podem tomar. Nesse sentido, é de fundamental importância avaliar as vulnerabilidades a que estão expostas a população. Neste projeto de tese, os impactos associados aos desastres serão avaliados a partir das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais, coletadas através de pesquisas de campo e questionários, além das fontes secundárias. O item a seguir, será abordado a importância das tendências climáticas, tendo em vista a sua influência nos eventos extremos, e conseqüentemente nos impactos sobre o ambiente urbano.

2.4 - Índices de Detecção de Mudanças Climáticas

Muitos estudos de variabilidade e mudança do clima consideram as variações de precipitação pluvial como um índice de detecção de mudanças climáticas devido aos registros observacionais razoavelmente longos e de qualidade. Diversos estudos usaram a temperatura média global da superfície para estabelecer o grau e o significado das mudanças no clima durante o último século. Isto porque, espera-se que a temperatura média global responda à mudança na forçante radiativa associada com *gases de efeito estufa* (GEE) crescentes. A temperatura média global também é um indicador simples da variabilidade interna do clima em simulações com modelos e em observações e, também, é comumente usada como o índice mais simples de variabilidade e mudança do clima global (BRAGANZA *et al.*, 2003).

Havia também um desejo de realizar análises mais regionais, com uma necessidade maior de incluir resultados de regiões que faltam estudos publicados. Em particular, países em desenvolvimento, devido, terem recursos insuficientes para empreender tais análises, acesso limitado de dados, menos registros digitalizados e qualidade reduzida de dados para as análises de extremos que são muito sensíveis. O Sudeste da Ásia e o Pacífico foram identificados como uma região fundamental (Manton e Nicholls, 1999), em particular devido a sua vulnerabilidade com respeito à alta densidade populacional, variabilidade de chuva devido ao ENOS e a exposição aos ciclones tropicais. Frich *et al.* (2002), analisaram tendências lineares com dez índices de clima para partes da América do Norte, Europa, Ásia e o Pacífico.

Em geral, as mudanças climáticas locais são medidas por meio de análise de séries históricas de variáveis meteorológicas, a exemplo da temperatura do ar e da precipitação pluvial. De acordo com as tendências destas variáveis para um determinado local é observado se ocorreram mudanças no clima. Entretanto, para melhor definir esta questão a OMM criou um grupo de trabalho que elaborou índices de detecção de mudanças climáticas. Ao todo foram definidos 27 (vinte e sete) índices, sendo que alguns destes são aplicados para latitudes médias, outros para os trópicos e parte deles são válidos para qualquer local. Destes índices 11 são decorrentes da precipitação e 16 da temperatura do ar (IPCC, 2002).

A Equipe de Especialista em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Índices - ETCCDMI) foi estabelecida em conjunto com o CCI/CLIVAR conselho que monitora índices climáticos. Seguindo a publicação de Frich *et al.* (2002), o ETCCDMI identificou regiões fundamentais para promover estudos sobre mudanças climáticas: o Caribe, América do Sul e Central, África e Ásia Central e Oeste. Eles decidiram que o melhor modo de estabelecer pesquisas nestas regiões era através de seminários regionais (Manton *et al.*, 2001). Em 2001 foram organizados dois dos tais seminários: em Marrocos para cobrir os países africanos do norte (Easterling *et al.*, 2003); e na Jamaica para cobrir o Caribe (PETERSON *et al.*, 2002).

Em estudo realizado por Haylock *et al.* (2005), sobre tendências nos totais e extremos de chuva para a América do Sul, foi observado que existiam grandes regiões com coerência espacial nos sinais das tendências, bem como, no acordo geral entre os índices. Todos os índices climáticos propostos, referentes à precipitação pluvial, exceto o DCS, mostraram uma tendência de aumento das condições de umidade. A precipitação total anual (PRCPTOT) mostrou características gerais que também estão presentes em outros índices, tais como: aumento da tendência de umidade na parte mais ao sul do Brasil e Paraguai, nordeste da Argentina e noroeste do Peru e Equador, aumento da tendência de seca na parte mais ao sul do Chile e Peru e sudoeste da Argentina. As estações do norte e nordeste do Brasil não mostraram sinal de tendência consistente. Previamente, Hastenrath e Greischar (1993) e Marengo *et al.* (1998), acharam tendências de chuva positivas no nordeste do Brasil.

Conforme o IPCC (2001) há novas e mais fortes evidências de que a maior causa do aquecimento global observado nos últimos 50 anos é atribuível a atividades humanas. Os cenários para os próximos 100 anos (até 2100), são o aumento da temperatura média global entre 1,4 a 5,8 °C e aumento no nível dos mares causado pela expansão térmica dos oceanos e o derretimento das calotas polares entre 0,09 e 0,88 metros. Se as previsões se confirmarem, espera-se um aumento na incidência de ondas de calor, inundações e secas. Por isto, o IPCC procura estabelecer normas internacionais de controle de emissões dos GEE, como o Protocolo de Kyoto. O acordo, assinado em 1997, que entrou em vigor, a partir de 14 de fevereiro de 2005.

A comunidade científica tem dado grande ênfase as mudanças climáticas, como resultado do aquecimento global, principalmente a partir da publicação do 4o Relatório do IPCC (IPCC, 2007). Esse relatório menciona que no Brasil os desastres naturais de origem atmosférica tendem a continuar aumentando, com destaque para as tempestades e os eventos de precipitações intensas sobre as regiões sul e sudeste do Brasil e o agravamento da seca no nordeste e avanço sobre as regiões norte e centro-oeste.

A incerteza com relação ao sinal das mudanças na precipitação e na temperatura torna, no momento, impossível estabelecer categoricamente os efeitos das mudanças climáticas globais sobre o meio, principalmente, quando considera-se que, estando a maior parte do país situada em regiões tropicais e subtropicais, fora do alcance de geadas e temperaturas muito baixas (exceção feita ao Sul e áreas montanhosas do Sudeste), o fator climático determinante é o regime

de chuvas. Segundo Rocha (2001), há ainda grande incerteza sobre as mudanças nos regimes pluviométricos, em escala regional.

Apesar das incertezas científicas que ainda existem em relação às possíveis conseqüências das mudanças climáticas globais, há evidências que o clima da Terra vem sofrendo alterações. Infelizmente, as ações do homem sobre o meio têm implicado no aumento da poluição, desmatamento e queimadas de floresta nativas e formação de ilhas de calor nos grandes centros, dentre outros impactos. Dada a complexidade do tema, as variabilidades climáticas e as possíveis mudanças no clima são um dos principais problemas ambientais do século, desafiando a humanidade e a ciência a encontrar soluções técnicas e tecnológicas e a buscar outros estilos de produção, consumo e convivência. Neste sentido, como a maioria dos trabalhos científicos da atualidade estão mais voltados a nível global, é de extrema importância verificar possíveis alterações climáticas a nível local, de forma a contribuir com a elaboração de um plano de gestão de risco a desastres, abordado no item a seguir.

2.5 - Gestão de Risco

A redução do impacto dos desastres naturais dá-se através da adoção de mitigação das vulnerabilidades, através de medidas preventivas que podem ser classificadas em estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são aquelas de cunho corretivo, como as obras de engenharia. Apesar de mitigar o problema em curto prazo, as medidas estruturais são caras, paliativas, freqüentemente ocasionam outros impactos ambientais e geram uma falsa sensação de segurança. Por exemplo, o grande desastre desencadeado pelo Furacão Katrina em New Orleans, USA, foi causado pelo rompimento dos diques que haviam sido construídos para resistirem furacões até categoria 3, revelando uma alta vulnerabilidade desta estrutura. A inundação provocada pelo Katrina, classificado como categoria 5, acarretou num prejuízo de 80 bilhões de dólares e matou mais de 1.800 pessoas (KNABB *et al.*, 2008).

As medidas mitigadoras não-estruturais, de caráter educativo e de planejamento, apesar dos resultados a médio e longo prazo, são de baixo custo, de fácil aplicação e permitem uma correta percepção do risco. Como exemplo, destacam-se os mapeamentos, as análises de vulnerabilidade, os zoneamentos das áreas de risco e a educação ambiental (NCEM, 1998; ANDJELKOVIC, 2001; ISDR, 2004).

A gestão de risco busca reduzir a vulnerabilidade de sociedades frente aos riscos dos desastres. O alerta antecipado é extremamente importante para prevenção a curto-prazo. Alerta antecipado da fome facilita operações de assistência; alerta antecipado de enchentes e chuvas fortes ajuda as pessoas a escaparem dos danos a tempo (PNUD, 2008).

A gestão de risco é um processo de gerenciamento de decisões que envolvem a definição de necessidades, o reconhecimento das opções aceitáveis e a escolha de estratégias apropriadas (Tobin e Montz, 1997). É uma construção social complexa que envolve ações de planejamento, intervenção e organização, que devem ser avaliadas e conduzidas de forma contínua e consistente em cada fase do desastre (Lavell, 2003). Toda ocorrência de desastres envolve basicamente três fases distintas: Antes, Durante e Depois (Figura 2).

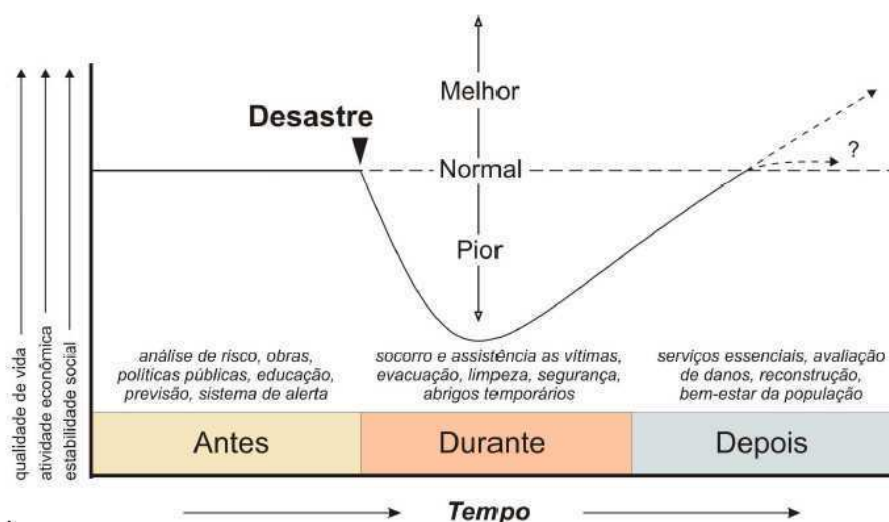


Figura 2 - Ciclo de gerenciamento de um desastre.

Fonte: TOBIN e MONTZ (1997)

O Antes é a fase que antecede os fenômenos extremos, conhecida como etapas de Prevenção e Preparação para o impacto. É a fase mais importante, onde são adotadas medidas para reduzir o impacto dos desastres, como as análises de risco e das vulnerabilidades, a execução de projetos de engenharia (diques, pontes, muros de contenção, etc.), a elaboração de políticas públicas (plano diretor, zoneamentos ambientais, legislação, etc.), a educação ambiental em escolas e comunidades afetadas, etc. Nos momentos mais críticos que precedem o impacto, destacam-se os sistemas de previsão (meteorológica e hidrológica) e de alerta. Quanto maior for o investimento nesta fase, menor será a probabilidade de danos, podendo até mesmo acarretar na diminuição da frequência e intensidade dos desastres (PARK, 1991; TOBIN e MONTZ, 1997; SMITH, 2000; MIN, 2007).

O Durante envolve a realização de ações emergenciais de Resposta que visam o salvamento (emergência e assistência às vítimas), o auxílio (evacuação, abrigo, alimentação, atendimento médico, etc.) e a reabilitação do cenário do desastre, que corresponde ao início das atividades de restauração (curto prazo), como limpeza, segurança, entre outros (PARK, 1991; TOBIN e MONTZ, 1997; SMITH, 2000; MIN, 2007).

Enquanto que, o Depois é representado pelas atividades de Reconstrução necessárias para o restabelecimento das funções básicas de uma comunidade (bem-estar da população) a médio e longo prazo. Neste momento, é feito o restabelecimento dos serviços essenciais (água, luz, comunicação e transporte), a avaliação dos danos e, nas áreas mais afetadas, a reconstrução das estruturas danificadas ou destruídas (casas, pontes, estradas, etc.). O objetivo na fase de Reconstrução, ampliado pela fase de Prevenção, é retornar a normalidade, entendida como sinônimo de funcionalidade, e não de retorno às condições que precederam o desastre. Assim, almeja-se que a área afetada retorne as suas funções sócio-econômicas primordiais, mas de forma compatível com a realidade ambiental que a cerca, o que resultaria numa elevação da qualidade de vida local. Dessa forma, a vulnerabilidade e o risco de desastres tenderiam a diminuir de forma natural (PARK, 1991; TOBIN e MONTZ, 1997; SMITH, 2000; MIN, 2007).

O sistema de alerta, previsão e contingenciamento de enchentes pode diminuir a vulnerabilidade da área exposta e, por conta disso, minimiza os prejuízos socioeconômicos associados às enchentes. Para Messner *et al.* (2007) esta medida tem dois focos principais de redução de impactos: os danos tangíveis diretos a propriedades, pois permite que algumas benfeitorias sejam removidas para locais mais altos (Penning-Roswell e Chatterton, 1977) e os

prejuízos intangíveis, como redução de “stress” associado às inundações e da perda de itens insubstituíveis, como fotografias e lembranças (CARSELL *et al.*, 2004).

Enfim, grande parte dos eventos calamitosos não pode ser evitada, mas seus riscos podem ser geridos. Entretanto, pode-se identificar padrões comportamentais com o intuito de elaborar métodos preventivos para a atenuação e redução dos efeitos destrutivos dos mesmos (Alcántara-Ayala, 2002; ISDR, 2004). Por exemplo, em uma análise de risco, busca-se correlacionar a probabilidade de ocorrência de eventos futuros com a estimativa de danos potenciais. Para a realização deste tipo de análise, Alexander (1995) comenta que é necessário obter-se um conhecimento detalhado da frequência (tempo), características (tipologia), magnitude (abrangência) e intensidade (impacto) dos fenômenos. Além disso, através da definição da vulnerabilidade local e da resposta do sistema social sob impacto, é possível gerenciar o risco com o intuito de minimizar as conseqüências adversas de um desastre natural.

Diante destas constatações, percebe-se que durante as últimas décadas a redução de riscos a desastres tem sido uma das grandes preocupações dos governos e das sociedades como um todo, pois a cada ocorrência de um desastre, principalmente os de grande magnitude, são capazes de destruir, em poucas horas, com os esforços de trabalho construídos durante muitos anos, e em alguns casos até mesmo perdas de vidas. Nesse sentido, para atender o propósito dessa pesquisa é necessário a adoção de um modelo de gestão de riscos a desastres associados aos eventos de chuvas intensas, tendo como base um sistema de alerta de chuvas, como forma de contribuir para minimizar os impactos sociais, econômicos e ambientais que ocorrem constantemente em Recife.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Caracterização da Área de Estudo

O município de Recife, capital do Estado de Pernambuco, localiza-se nas coordenadas geográficas de 8° 04' 03" S de latitude e 34° 55' 00" W de longitude, com altitude de 4 metros. Situa-se no litoral nordestino e ocupa uma posição central, a 800 km das outras duas metrópoles regionais, Salvador e Fortaleza, disputando com elas o espaço estratégico de influência na Região. Apresenta uma superfície territorial de 219,493 km² e limita-se ao norte com as cidades de Olinda e Paulista, ao sul com o município de Jaboatão dos Guararapes, a oeste com São Lourenço da Mata e Camaragibe, e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 3).

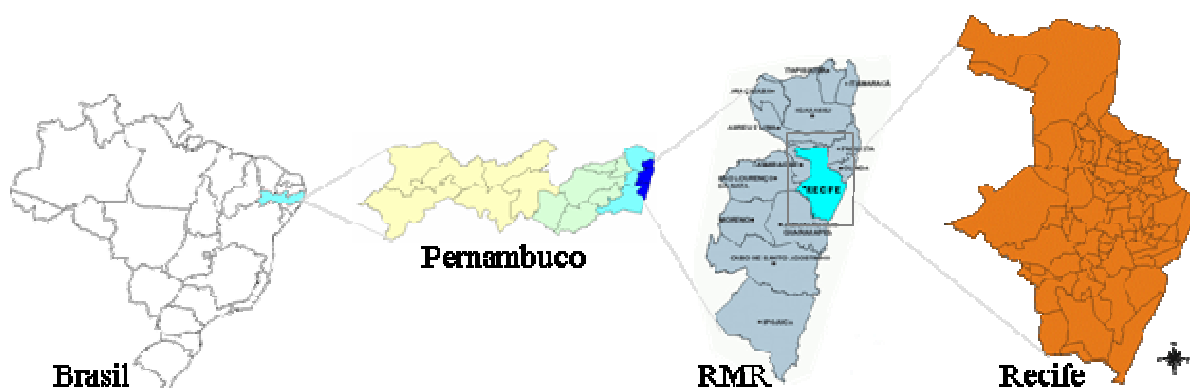
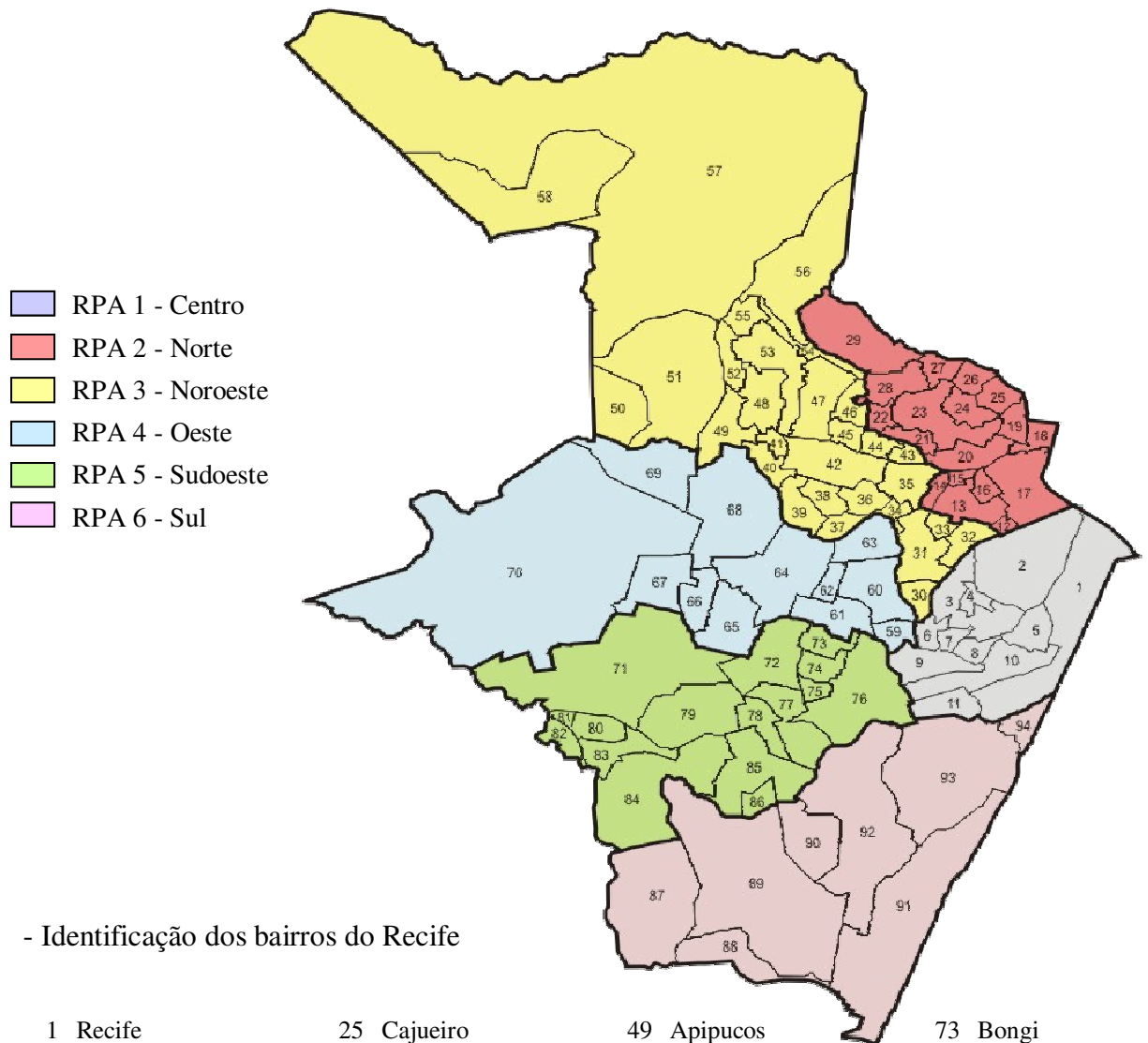


Figura 3 – Localização espacial do Estado de Pernambuco destacado no mapa do Brasil, com identificação da Região Metropolitana do Recife (RMR) e do município do Recife.-PE.

O Recife expressa na sua configuração físico-territorial as diferenças provocadas pelo quadro socioeconômico que se consolidou ao longo de sua história. A cidade exibe a convivência de seus habitantes: próximos territorialmente, mas separados pelas enormes diferenças sociais. A composição da área territorial é formada por Morros (67,43%), Planícies (23,26%) e zonas Aquáticas (9,31%), destacando-se dentro destas áreas as Zonas Especiais de Preservação Ambiental – ZEPA (5,58%) e a extensão de praia de 8,6 km. O município do Recife possui 66 Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS, disseminadas pelo espaço urbano. Frente à existência de 490 favelas, representando 15% da área total do município e 25% da área ocupada, as ZEIS agregam cerca de 80% delas, revelando a necessidade de encarar o problema social (PREFEITURA DO RECIFE, 2008).

Em termos de distribuição espacial, a caracterização geral da cidade apresenta 94 bairros subdivididos através das suas seis Regiões Político-Administrativas – RPA's (Figura 4), a saber: RPA 1 - Centro: 11 bairros; RPA 2 - Norte: 18 bairros; RPA 3 - Noroeste: 29 bairros; RPA 4 - Oeste: 12 bairros; RPA 5 - Sudoeste: 16 bairros; RPA 6 - Sul: 8 bairros; e 66 Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS.



- Identificação dos bairros do Recife

- | | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 Recife | 25 Cajueiro | 49 Apipucos | 73 Bongi |
| 2 Santo Amaro | 26 Porto da Madeira | 50 Sítio dos Pintos | 74 Mustardinha |
| 3 Boa Vista | 27 Beberibe | 51 Dois Irmãos | 75 Mangueira |
| 4 Soledade | 28 Linha do Tiro | 52 Córrego do Jenipapo | 76 Afogados |
| 5 Santo Antônio | 29 Dois Unidos | 53 Nova Descoberta | 77 Jiquiá |
| 6 Paissandu | 30 Derby | 54 Brejo de Beberibe | 78 Estância |
| 7 Ilha do Leite | 31 Graças | 55 Brejo da Guabiraba | 79 Jardim São Paulo |
| 8 Coelhos | 32 Espinheiro | 56 Passarinho | 80 Sancho |
| 9 Ilha Joana Bezerra | 33 Aflitos | 57 Guabiraba | 81 Totó |
| 10 São José | 34 Jaqueira | 58 Pau-Ferro | 82 Coqueiral |
| 11 Cabanga | 35 Tamarineira | 59 Ilha do Retiro | 83 Tejipió |
| 12 Torreão | 36 Parnamirim | 60 Madalena | 84 Barro |
| 13 Encruzilhada | 37 Santana | 61 Prado | 85 Areias |
| 14 Rosarinho | 38 Casa Forte | 62 Zumbi | 86 Caçote |
| 15 Ponto de Parada | 39 Poço | 63 Torre | 87 Cohab |
| 16 Hipódromo | 40 Monteiro | 64 Cordeiro | 88 Jordão |
| 17 Campo Grande | 41 Alto do Mandu | 65 Torrões | 89 Ibura |
| 18 Peixinhos | 42 Casa Amarela | 66 Engenho do Meio | 90 Ipsep |
| 19 Campina do Barreto | 43 Mangabeira | 67 Cidade Universitária | 91 Boa Viagem |
| 20 Arruda | 44 Alto José do Pinho | 68 Iputinga | 92 Imbiribeira |
| 21 Bomba do Hemetério | 45 Morro da Conceição | 69 Caxangá | 93 Pina |
| 22 Alto Santa Teresinha | 46 Alto José Bonifácio | 70 Várzea | 94 Brasília Teimosa |
| 23 Água Fria | 47 Vasco da Gama | 71 Curado | |
| 24 Fundão | 48 Macaxeira | 72 San Martín | |

Figura 4 - Localização espacial das seis Regiões-Política-Administrativa do município do Recife, com os respectivos bairros.

Fonte: PCR/SEPLAM/DIRBAM/DEIP

É importante salientar que a Coordenadoria de Defesa Civil do Recife (CODECIR), órgão responsável pela formulação da Política de Defesa Civil do Município, possui seis escritórios distribuídos ao longo das RPA's, identificados por regionais ou estações, totalizando cinco estações de morros e uma de planície, as quais são: RPA-1 (Estação Regional de Planície); RPA-2 (Estação Regional Norte); RPA-3 (Estação Regional Noroeste); RPA-4 (Estação Regional Oeste); RPA-5 (Estação Regional Sudoeste) e RPA-6 (Estação Regional Sul), ilustrada na Figura 5. Estas regionais foram criadas com o objetivo de melhorar o atendimento à população, que passou a contar com um escritório técnico mais próximo à sua moradia.

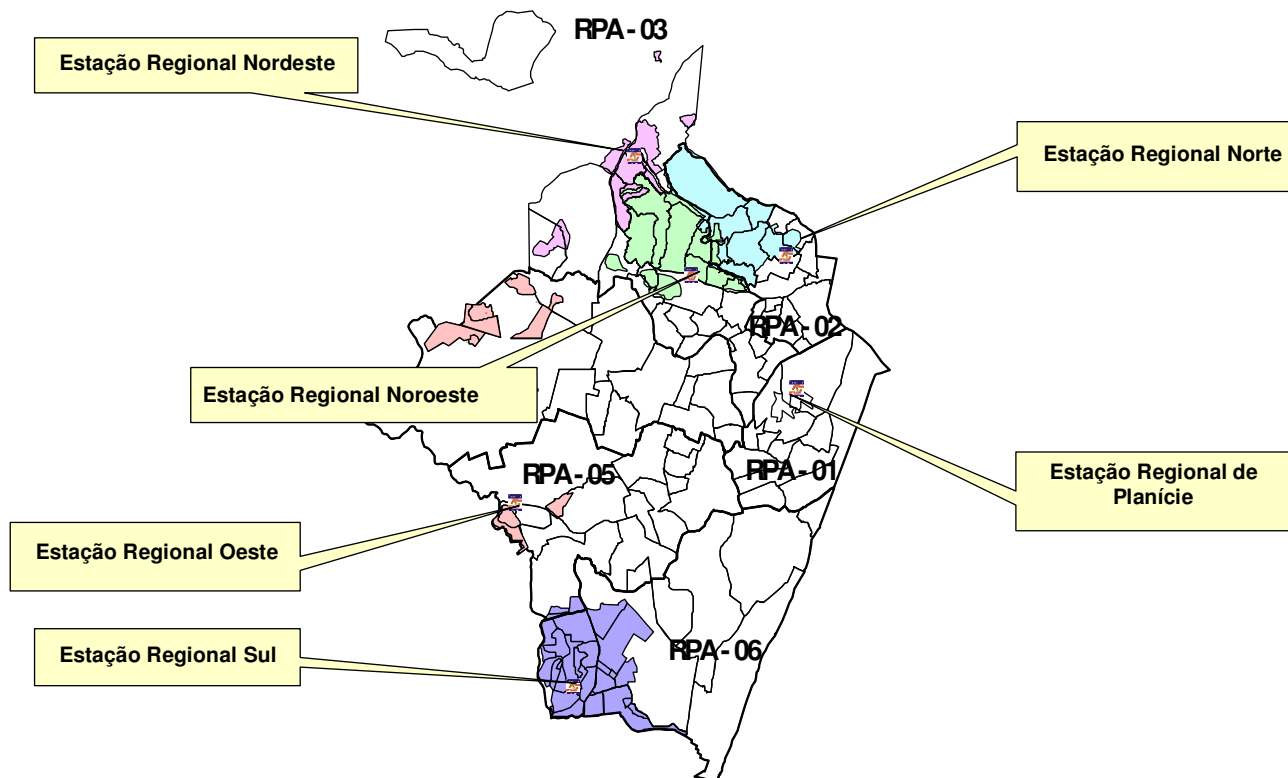


Figura 5 – Localização espacial das Estações da CODECIR nas RPA's.

3.1.1 - População e Domicílios nas Regiões Político-Administrativas-RPAs

A cidade do Recife tem 1.422.905 habitantes, segundo o Censo Demográfico 2000 do IBGE, onde 24,9% situa-se na Região Sul – RPA 6, que é a mais populosa do Recife. Em situação inversa encontra-se a RPA 1, com apenas 5,5% da população da cidade; fato explicado por ser a região que concentra o centro tradicional de comércio e serviços da cidade e o menor número de domicílios representando, no conjunto da cidade, 5,9% (Tabela 2).

Tabela 2 - População residente, domicílios particulares, área e densidades, segundo RPA.

REGIÃO POLÍTICA ADMINISTRATIVA	POPULAÇÃO RESIDENTE		DOMICÍLIOS	ÁREA (ha)	DENSIDADE	
	(Abs.)	(%)			(hab/ha)	(hab/dom)
CIDADE DO RECIFE	1.422.905	100,00	376.022	21.964,00	64,78	3,78
RPA 1 - CENTRO	78.098	5,49	22.202	1.605,88	48,63	3,52
RPA 2 - NORTE	205.986	14,48	52.383	1.429,95	144,05	3,93
RPA 3 - NOROESTE	283.525	19,93	73.436	7.793,61	36,38	3,86
RPA 4 - OESTE	253.015	17,78	67.486	4.214,13	60,04	3,75
RPA 5 - SUDOESTE	248.483	17,46	64.108	3.010,27	82,55	3,88
RPA 6 - SUL	353.798	24,86	96.407	3.901,79	90,68	3,67

FONTE: IBGE, Censo Demográfico 2000

EMPREL, Relação das Áreas dos Bairros - 1998

A RPA 2 é a mais densa da cidade 144,05 habitantes por hectare, cuja população de 205.986 habitantes, ocupa fortemente os morros da zona norte. A ocupação de morros, contribuindo para o adensamento da cidade, se repete na RPA 6, que é a segunda mais densa da cidade com 90,68 hab/ha. A região menos densa é a noroeste – RPA 3 (36,38 hab/ha) o que se explica pela presença das matas da Guabiraba / Pau Ferro, Sítio dos Pintos e Dois Irmãos. A densidade domiciliar (habitantes por domicílio) apresenta-se de maneira equilibrada na cidade, variando de 3,52 a 3,93 hab/dom (PREFEITURA DO RECIFE, 2008).

3.1.2 – Ocupação Territorial

A Cidade do Recife surgiu de uma vila de pescadores, em função do seu porto, iniciou sua expansão entre a segunda metade do século XVI e a primeira metade do século XVII, a partir desta região, mais especificamente nos bairros de Recife e Santo Antônio. A intervenção holandesa (1637-1644) foi um fator decisivo para o direcionamento dos três eixos de urbanização da parte central do Recife, com a construção de fortes e redutos para impedir os ataques por terra e, também, através da intervenção planejada de Maurício de Nassau. Os eixos são: o primeiro, seguiu em direção ao norte do bairro do Recife, no caminho para Olinda, onde atualmente, encontra-se a Fortaleza do Brum e a Fábrica de biscoitos Pilar; o segundo eixo, atravessou o rio Capibaribe e ocupou parte da ilha de Antônio Vaz, atuais bairros de Santo Antônio e São José.

Ainda durante o século XVII construiu-se a Fortaleza das Cinco Pontas e a ligação por dique, deste forte ao “Aterro dos Afogados”, atual Rua Imperial; o terceiro configurou-se nos meados do século XVIII e seguiu a partir da transposição do rio Capibaribe, da Ilha de Antônio Vaz até o “Aterro da Boa Vista”, atual Rua da Imperatriz e na parte mais firme, atual bairro da Boa Vista, no sentido oeste. Cabe ressaltar, que em paralelo aos eixos, os aterros contribuíram para ampliar a área construída nos arredores das ilhas: de Recife, de Antônio Vaz, do Cabanga, da Boa Vista, dos Coelhoos, da Ilha do Leite, nos dois lados da bacia do Pina e nas imediações da área portuária (PREFEITURA DO RECIFE, 2008).

O Recife é constituído de terraços, praias, morros, de mangues, áreas alagadas e alagáveis, e expressa na sua configuração físico – territorial as diferenças provocadas pelo quadro social que se consolidou ao longo da sua história. Desde os tempos coloniais os terrenos enxutos, que necessitavam de menos investimentos para suas edificações, foram apropriados pelos setores mais poderosos, conquanto os solos que exigiam maiores investimentos e engenharia mais complexa abrigaram as famílias que aterravam os espaços para edificar, de

forma precária, as habitações. Em geral eram áreas de baixo valor econômico e de pouca atração para os construtores imobiliários.

Assim sendo, o processo de urbanização do Recife fez-se por aterros em áreas de maré e em terras de planícies de antigos engenhos de açúcar. A estrutura fundiária da cidade é caracterizada por grandes extensões de terras de marinha e por áreas remanescentes de latifúndios originários dos engenhos. As terras planas e secas adquirem maior valor imobiliário, enquanto os baixios sujeitos a inundações e os terrenos nos morros que circundam a cidade, por seu baixo valor imobiliário, passam a ser ocupados pela população mais pobre. Há 50 anos, os morros não eram habitados, mas hoje abrigam cerca de um terço da população, constituindo uma nova forma de ocupação e, como tal, exigindo a sua integração ao espaço urbano - ambiental da cidade.

Na década de 80, o Recife intensificou um processo de substituição de antigas estruturas construídas pela criação de novas áreas centrais. Nesse momento, consolidou-se uma nova forma de ocupação do espaço, substituindo o estoque construído existente pela forma de ocupação verticalizada, sobretudo nos novos espaços. A verticalização se deu em áreas residenciais com maior renda (Graças, Espinheiro, Parnamirim, Casa Forte) e bem localizadas quanto às infra-estruturas urbanas, sendo coordenada pela atividade imobiliária que, nesse processo, valorizava e desvalorizava áreas urbanas (MEDEIROS e OLIVEIRA, 2005).

3.1.3. Sistemas de Precipitação Atuantes em Recife

Para o entendimento dos desastres associados aos eventos de chuvas que ocorrem em uma cidade, é importante compreender a atuação dos fenômenos meteorológicos, responsáveis pela ocorrência da precipitação, na região de estudo. A propósito da precipitação, merecem destaque os eventos pluviométricos intensos e de curta duração, característicos de regiões tropicais, que, ao interagir com os demais elementos da paisagem, modificados pelo uso urbano, contribuem para agravar ou não a ocorrência dos desastres nas cidades. Portanto, considerações sobre as condições climáticas da região serão abordadas a seguir visando um melhor entendimento da dinâmica do clima na área. Para uma melhor compreensão do clima, independentemente de seu grau de intervenção antropogênica, torna-se necessário, inicialmente, o conhecimento da dinâmica atmosférica da região onde se insere o local em análise.

As chuvas de Recife são ocasionadas pelas Pertubações ou Ondas de Leste (Yamazaki e Rao, 1977); posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Hastenrath e Heller, 1977; Nobre e Shukla, 1996); instabilidades associadas às Frentes Frias (Aragão, 1976; Kousky, 1979); posicionamento favorável dos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) (Aragão, 1976; Virji, 1981; Kousky e Gan, 1981). Além dos sistemas de brisas que produzem chuva na região de estudo (ARAGÃO, 2004).

a) Pertubações e Ondas de Leste

As perturbações e ondas de leste sobre o Atlântico equatorial são conglomerados de nuvens que se movem de leste para oeste, daí a designação. Elas causam muita precipitação nos meses de abril a agosto, principalmente. As ondas de leste são muito freqüentes em alguns anos, e a intensidade e freqüência dessas ondas depende da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), do cisalhamento meridional do vento, e da circulação troposférica no Atlântico tropical (Aragão, 2004). A velocidade média de propagação desses sistemas é de 1.100 km por dia. A intensidade dessas perturbações é mais bem verificada no nível de 700 hPa (cerca de 3 km de altitude). Apesar da sua pequena amplitude, as ondas de leste podem produzir chuvas intensas e inundações, particularmente em áreas costeiras, e podem penetrar até 400 km dentro do

continente. Este sistema é o principal responsável pelas chuvas intensas que acarretam desastres em Recife (SOUZA *et al.*, 2008).

b) Zona de Convergência Intertropical - ZCIT

A confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte (alísios de nordeste) e os do Hemisfério Sul (alísios de sudeste) é quem forma a ZCIT. O resultado dessa confluência ocasiona movimentos ascendentes do ar com alto teor de vapor d'água. Ao subir na atmosfera, ao alcançar níveis mais frios, o vapor d'água se resfria e condensa dando origem ao aparecimento de nuvens numa faixa que é conhecida como tendo a mais alta taxa de precipitação do Globo Terrestre. A faixa de convergência é facilmente reconhecida em fotos de satélites pela presença quase constante de nebulosidade.

A ZCIT é o principal sistema de produção de chuvas na parte norte do Nordeste do Brasil (NEB) e um dos sistemas que causam a precipitação na parte leste do NEB e em Recife, que está associada ao gradiente de temperatura da superfície do mar (TSM) entre o Atlântico tropical norte e sul. Os padrões de anomalias de TSM sobre o Atlântico Tropical são associados com anos secos ou úmidos sobre o Nordeste e apresentam anomalias de sinais opostos ao norte e ao sul do equador. Sua atuação se dá, principalmente, nos meses de março e abril, e, em muitos anos, está presente nos meses de fevereiro e maio. Por outro lado, em anos nos quais a ZCIT não se apresenta sobre a região nos meses de março ou abril, todos os estados do NEB sofrem com a redução de chuvas, principalmente o semi-árido do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

c) Vórtices Ciclônicos de Ar Superior – VCAS

O fenômeno dos VCAS foi estudado por Aragão, em 1975, e causam precipitação no Nordeste do Brasil. Os VCAS são, também, conhecidos como baixas frias (“cold lows”) e atuam sobre outras regiões do Brasil nos meses de novembro a abril, preferencialmente. A atuação dos VCAS ocorre de forma muito irregular já que estes sistemas, na dependência de seu posicionamento, podem produzir tanto chuvas intensas como estiagens em qualquer região. Eles variam muito de posição e não possuem uma sub-região preferencial para atuar. As chuvas ocorrem nas bandas de nebulosidade que circundam o seu centro, enquanto que, neste centro, o movimento subsidente inibe a formação de nuvens. Esses sistemas podem permanecer atuando durante semanas. Caso o seu tempo de vida oscile de uma a três semanas, os períodos de estiagens nas áreas abaixo do seu centro são denominados veranicos. Em 1998, um ano sob a influência de um episódio de El Niño, a atuação dos VCAS causou veranicos fortes e secas no semi-árido e no leste do NEB, incluindo Recife (SOUZA, 2001).

d) Instabilidades associadas às Frentes Frias

A penetração, no NEB, de frentes frias provenientes de regiões sub-antárticas, adentrando o Brasil, ou instabilidades causadas pelo avanço desses sistemas provocam chuvas. Mas, somente poucos desses sistemas ou parte deles penetram mais ao norte, atingindo até o Ceará e o Rio Grande do Norte e eles não possuem o gradiente térmico característico da região Sul e Sudeste do Brasil, embora a temperatura do ar possa decrescer até 15,0 °C, como ocorreu no dia 02 de Setembro de 1965 no Recife/Curado. A atuação das frentes frias em Recife se dá nos meses de maio a setembro, principalmente.

e) Sistemas de brisas

As brisas são a parte superficial de uma circulação térmica causada pelo aquecimento diferencial dos oceanos e da superfície sólida da terra. O ar sobe sobre as áreas mais aquecidas elevando o ar úmido que condensa, forma as nuvens e produz as chuvas. O ar desce nas áreas mais frias. Por continuidade, o vento superficial sopra das áreas mais frias (onde a pressão atmosférica é maior) para as mais quentes (pressão menor), completando a circulação. A brisa é chamada terrestre quando o vento superficial associado sopra da terra (superfície sólida) para o mar, e marítima quando ocorre do mar para a terra. A brisa terrestre acontece à noite devido a terra se resfria mais rápido do que a água, e a marítima ocorre durante o dia devido o aquecimento solar maior da terra com relação à água. Um fator importante na modulação das brisas na região tropical é a atuação dos ventos alísios que sopram, preferencialmente do quadrante nordeste-sudeste. Os sistemas de brisa são observados com maior definição nos meses de outono e inverno (abril a julho), principalmente quando da atuação de sistemas meteorológicos que ocorrem nesta época do ano (Aragão, 2006). Em geral, produzem chuvas de intensidade fraca a moderada. As áreas entre a costa e até 300 km têm um máximo diurno de precipitação associado com a brisa marítima. A brisa marítima é máxima quando existe um contraste maior entre a TSM e a temperatura da terra. Isso ocorre no final do outono e no início do inverno (maio, junho e julho). A parte leste do NEB, incluindo Recife, sofre a influência dos sistemas de brisa em praticamente todo o ano.

Variabilidade Interanual da Precipitação

Um dos principais responsáveis por grande parte das flutuações da precipitação é caracterizado pelos fenômenos El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico, e essa variabilidade causa secas severas e enchentes, em anos diferentes (Souza, 2001). Em geral, estes eventos modulam a precipitação e os parâmetros meteorológicos no NEB e em Recife. A precipitação é maior durante os anos de La Niña e quando o Dipolo do Atlântico está no seu modo favorável às chuvas como aconteceu, por exemplo, nos anos de 1964, 1974 e 2000. Por outro lado, a precipitação é reduzida quando durante um episódio de El Niño e quando o Dipolo se encontra no modo desfavorável às chuvas (anos de 1957-58, 1982-83 e 1997-98, por exemplo), conforme ARAGÃO (2004).

3.1.4. Características Fisiográficas

Clima

Segundo a classificação de Köppen (1948) o clima do Recife é do tipo As (quente e úmido), com temperaturas elevadas e com chuvas de inverno e outono. A partir dos dados da estação climatológica do Recife do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), neste trabalho, foi realizada uma atualização da climatologia com dados observados no período de 1961 a 2008 (Figura 6), verificando que a precipitação média anual é de 2.305 mm, com o quadrimestre mais chuvoso de abril a julho, e o trimestre mais seco de outubro a dezembro. Neste período, destacam-se os meses de junho (390 mm) e julho (357 mm) os mais chuvosos e novembro (38 mm) e dezembro (56mm) os mais secos.

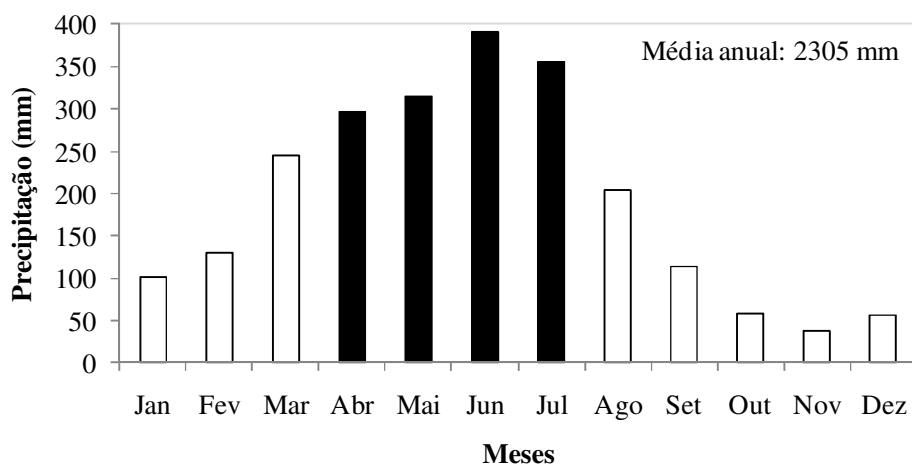


Figura 6 – Climatologia da precipitação (mm) mensal do Recife.

Com relação à umidade relativa do ar, a média anual é em torno de 80%, com o valor mínimo no mês de novembro (74%) e máximo em junho (86%). Evidentemente, quando chove, a umidade relativa alcança valores próximos dos 100%. Em relação à temperatura do ar, a climatologia anual é de 25,5° C, e as temperaturas médias mensais variam de 23,9° C em julho a 26,6° C nos meses de janeiro e fevereiro (Aragão, 2006). Neste trabalho, também foi realizada uma atualização da climatologia das temperaturas máxima e mínima, a partir dos dados da estação climatológica do Recife do INMET, cuja climatologia da temperatura máxima do ar anual é de 29,3° C e a mínima de 22,1° C (Figura 7a,b). Janeiro e fevereiro são os meses quando a máxima atinge os valores mais elevados de 30,4° C e 30,5° C, respectivamente, enquanto que julho (27,5° C) e agosto (27,7° C) são os meses que apresentam os menores valores observados. Com respeito às mínimas temperaturas, nos meses de fevereiro e março são verificados as maiores mínimas chegando a 22,9° C, e em agosto (20,7° C) e julho (de 21,0° C) os menores registros. É importante mencionar que em dias isolados, podem ocorrer eventos onde a temperatura do ar seja superior aos 35° C (35,1° C em 21 de março de 1988) ou inferior aos 16° C (15,0° C em 2 de setembro de 1965), dependendo da forte insolação e na ausência de sistemas meteorológicos atuantes.

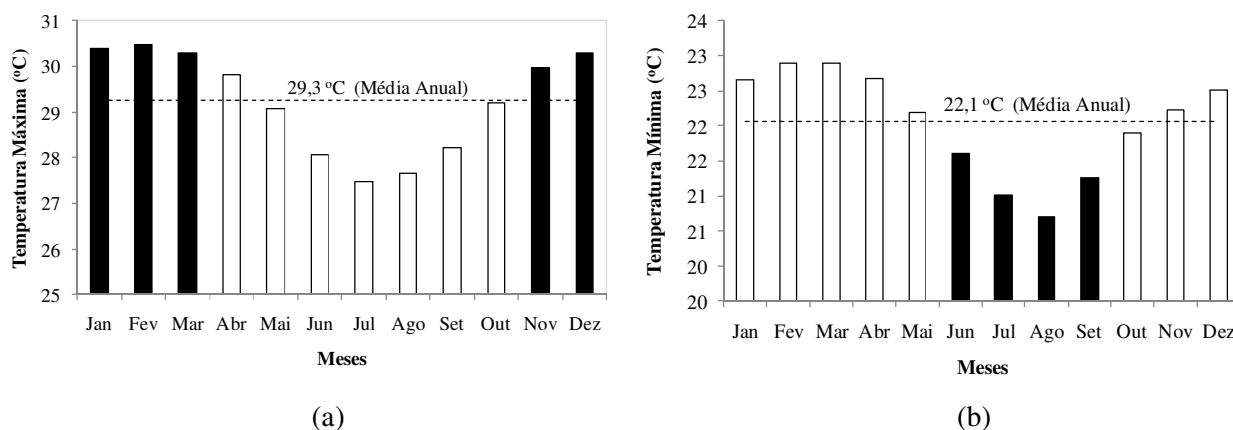


Figura 7 – Climatologia das temperaturas (°C) máxima (a) e mínima (b) mensal do Recife.

Solo

Segundo Mabssone (1991), a região de estudo tem solos do tipo areias quartzosas sobre a Formação Barreiras e os Terraços Holocênicos e Pleistocênicos; e do tipo Gley indiscriminados nas áreas de planície, incluindo: i) solos orgânicos de mangue, pouco desenvolvidos, com elevado teor salino, sedimentos finos com matéria orgânica que alimentam a fauna e a flora; ii)

solos aluviais, pouco desenvolvidos e pouco permeáveis, o que os torna sujeitos a inundações; iii) areias quartzosas marinhas distróficas, muito permeáveis e distribuídas pela baixada litorânea nas proximidades da orla marítima.

Geomorfologia

O município de Recife está inserido numa vasta planície Costeira, a qual se forma um grande anfiteatro, circundados por morros, que podem apresentar-se isolados ou sob a forma de tabuleiros. A compartimentação geológico-geomorfológica da área compreende as unidades relacionadas na Tabela 3, conforme COUTINHO *et al.* (1999).

Tabela 3 – Compartimentação geológico-geomorfológica do município de Recife.

MODELADO CRISTALINO	Morros	Embasamento Cristalino
DOMÍNIO COLINOSO		Formação Cabo
TABULEIROS COSTEIROS		Formações Beberibe e Barreiras
PLANÍCIE COSTEIRA	Planície Flúvio-Lagumar	Terraços indiferenciados (planície não alagável)
		Terraços flúvio-lagunares
		Planície alagável
		Planície alagada
	Baixios de maré (mangues)	
	Terraços marinhos pleistocenicicos	
	Terraços marinhos holocenicicos	
Depósitos de praia		
Recifes de Arenito		

O comportamento da paisagem está condicionado pelos agentes exógenos (clima, vegetação, intemperismo e outros) e endógenos (geologia). Na cidade do Recife as encostas estão situadas no entorno da porção central, denominada planície costeira, exibindo um anfiteatro com abertura para direção SE (Figura 8). Na porção norte, a área acidentada tem relevo com altimetria atingindo até 100 metros, na porção sudoeste a morfologia chega a atingir os 70 metros, e na porção oeste a altimetria é da ordem dos 50 metros. Este arranjo compartimenta a cidade em três unidades: a planície central, rebaixada, as encostas retrabalhadas com topo aplainado do norte e sudeste e os morros ondulados no oeste (ALHEIROS, 2000).

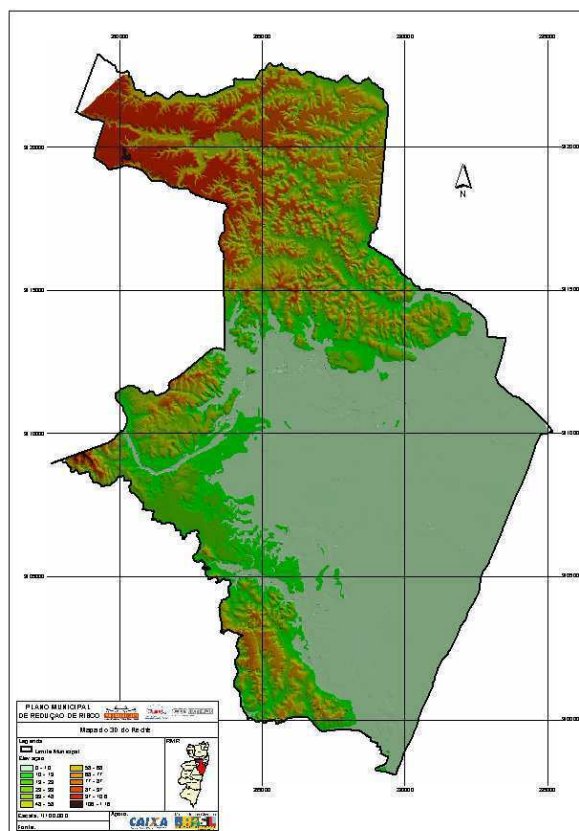


Figura 8- Aspectos morfológicos da cidade do Recife. Cor marrom altimetria em torno dos 100 metros; cor séptia altimetria aproximada até 80 metros; tons de verde altimetria de até 50 metros e verde pálido área plana. Fonte: PMRR (2007)

Os terrenos geológicos apresentam idades diferenciadas (Figura 9), visto que nas porções norte e sudeste predominam as unidades da Formação Barreiras, de idade plio-pleistocênica composta por sedimentos areno-argilosos, não consolidados de origem continental. Ao nível de detalhe, os pacotes podem apresentar aspecto arenoso, areno-argiloso e argilo-arenoso, esta variação tem influência direta no solo formado e na vegetação instalada. As unidades de idade Cretácica, Formações Gramame/Beberibe afloram subordinadamente na porção norte. Os processos intempéricos sobre os sedimentos com matriz carbonática da Formação Gramame resultam em solo argiloso de coloração cinza-amerlizado (ALHEIROS, 2000).

Na porção oeste da cidade predominam as unidades cristalinas de idade pré Cambriana, as rochas têm composição gnáissico-granítica e sua decomposição gera solos argilosos pouco espessos, e observa-se os sedimentos da Formação Barreiras. Na porção sudoeste, além da Formação Barreiras observam-se as unidades da Formação Cabo de idade Cretácica, caracterizada por sedimentos arenitos feldspáticos, argilitos. O solo gerado a partir da alteração desta unidade exhibe caráter argiloso esbranquiçado, estes quando percolado por águas pluviais e servidas concentram nas porções intermediárias faixas avermelhadas por concentração de óxido de ferro, dando origem às crostas lateríticas. Outro elemento marcante nessa formação são os blocos rochosos de composição arenítica e granulometria grossa a média, feições observadas na localidade Vila dos Milagres. Por fim, a porção central integra os depósitos de idade mais recente e se constitui por depósitos arenosos marinhos modificados, aluviões, depósitos de mangue e turfas (ALHEIROS, 2000).

Ainda analisando a Figura 9, observa-se na porção norte da cidade onde predominam os sedimentos da Formação Barreiras, o número de deslizamentos são mais significativos nas

regionais Nordeste e Norte. Destaca-se que os meses mais expressivos coincidem com os meses de maior índice pluviométrico (abril, maio, junho e julho).

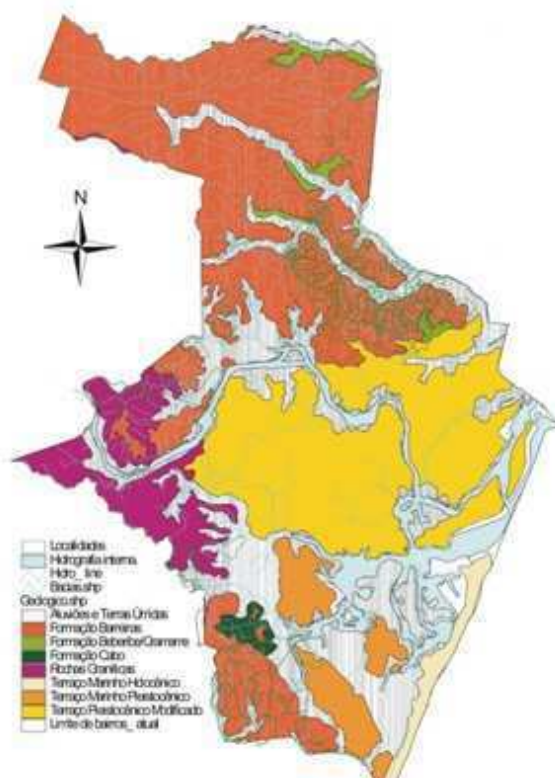


Figura 9 - Aspectos geológicos da cidade do Recife.

Fonte: PMRR (2007)

Hidrografia

O Recife, situado na confluência de vários rios, com baixa altitude relativa ao nível do mar, possui extensa rede de canais, cerca de 100 quilômetros, que atravessam o seu território em várias direções, como ilustra a Figura 10, e exigem um cuidado muito especial da população e da administração pública.

De acordo com a URB (2000), a cidade do Recife conta com 63 canais que atendem a cinco bacias de concentração, cada uma correspondendo a um dos rios que cortam a cidade. A bacia do rio Capibaribe é a mais extensa com 21 canais que somam 30 km e abrange a área central e ocidental da cidade. A bacia do rio Tejipió conta com 5 canais que equivalem a 7 km e atende a parte da região central-sul da cidade. A bacia do rio Beberibe possui 18 canais equivalentes a 20 km e é responsável pela drenagem da área norte da cidade. A bacia do rio Jordão conta com apenas 2 canais num total de 16 km que drena a área sul da cidade. Por fim a bacia do rio Jiquiá que é responsável pela drenagem de parte da área oeste e do restante da área central da cidade com 17 canais e uma rede equivalente a 19 km. Além da rede de macrodrenagem a cidade do Recife ainda possui um sistema de microdrenagem que tem cerca de 500 km de extensão de galerias.

Segundo Monteiro (2000) a área é drenada pelas bacias hidrográficas dos rios Beberibe, Capibaribe e Tejipió. O rio Capibaribe nasce no Agreste do estado de Pernambuco, seu curso tem 240 km de extensão e sua bacia apresenta uma área de 7.400 km². Na região Agreste apresenta regime temporário, tornando-se permanente a partir da Zona da Mata. Na planície do Recife possui drenagem meandrica, leito largo e direção preferencial W-E.

O Rio Beberibe com uma bacia hidrográfica de 79 km², localiza-se ao norte da área do Recife. Possui drenagem meandrante, direção preferencial NO-SE, tornando-se paralelo à costa próxima a sua desembocadura. Com uma área de 93 km², o Rio Tejiú de direção SW-E e drenagem meandrica drena a área sul. Como afluentes do Rio Beberibe pode-se citar Rio Morno, do Rio Tejiú e os rios Jordão e Jiquiá, e do Rio Capibaribe na planície do Recife, os riachos do Cavouco e do Dono, córregos do Euclides e do Abacaxi. Todos estes rios apresentam uma drenagem paralela e dentrítica. Formam uma drenagem densa e regular e estão subordinados à drenagem meandrica.

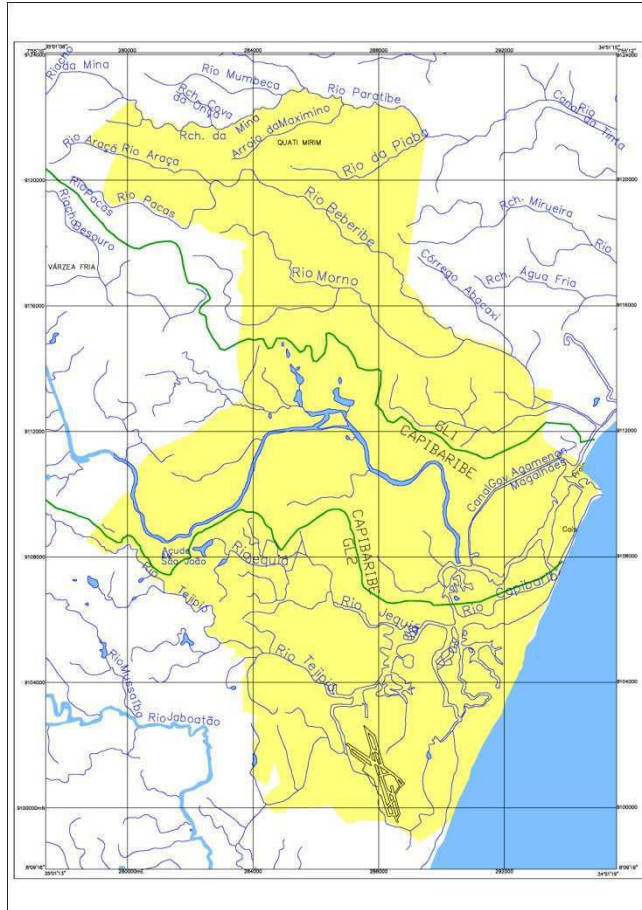


Figura 10 – Ilustração de Recife destacando as pontes e rios, que ligam as regiões sul e norte da cidade.

Fonte: UGEO/ITEP

A questão da drenagem assume especial importância para a cidade de Recife, devido particularmente à sua planície e ao processo de urbanização que se deu à custa da ocupação do espaço natural das águas, através de aterros feitos sem os devidos cuidados, não respeitando as condições de escoamento das águas pluviais. Por este e outros motivos a parte ocupada da planície do Recife transformou-se numa área de cotas baixas e sem desníveis acentuados, o que dificulta o escoamento superficial, em condições adequadas, das águas pluviais.

De acordo com Andrade (2002), em razão desses aterros, executados inclusive em leitos de canais bem definidos, a extensão de canais por área da cidade é muito pequena para as suas condições fisiográficas (da ordem de 0,66 km/km²), o que diminui a capacidade de absorção das enchentes, uma vez que uma grande parte da cidade é plana. A efetividade desse sistema de macrodrenagem ainda é diminuída pela deficiência do sistema de microdrenagem a montante, pelos problemas de assoreamento e deslizamento dos morros e pelas naturais condições da cidade situada ao nível do mar.

Vegetação

Andrade Lima (1960) retrata que boa parte do município está implantada na Zona da Mata, zona sub-úmida e parte na litorânea, subdividida em sub-zonas: marítima (praias e restingas) e de mangues, cada uma delas com seu povoamento característico.

a) Zona da Mata (úmida)

A vegetação que serviu para denominar a “Zona da Mata” a “Mata Atlântica” já foi totalmente removida, sendo substituída por vegetação secundária ou, ainda, e mais amplamente, pelo agroecossistema cana-de-açúcar. É a floresta estacional perenifólia costeira que vegeta os tabuleiros e os morros esculpados nos sedimentos da Formação Barreiras e nas rochas do embasamento cristalino, respectivamente, e a parte mais ocidental da planície associada principalmente à influência fluvial. É uma floresta em geral exuberante, composta de três estratos arbóreos de densidade variável, um arbustivo escasso e um herbáceo, presente em áreas com mais penetração de luz.

Na cidade do Recife o remanescente desse tipo de floresta é a “Mata de Dois irmãos” com cerca de 373 ha. Nessa área se localiza o horto zoobotânico de mesmo nome e o açude da Prata, manancial com cerca de 30.000 m² de área (Nunes, 1980). Nos tabuleiros da Formação Barreiras, que margeiam a planície, também ocorrem vestígios da antiga Mata Atlântica, onde se destacam árvores de grande porte e copadas.

b) Zona Litorânea

1. *Marítima* – a vegetação desta sub-zona é constituída pelas algas oceânicas, vulgarmente conhecidas como sargaço que são arrancadas do substrato e que vêm à praia por força das ondas.

2. *Praia* – é o primeiro nível continental emerso sujeito as inundações diárias pelas marés altas. Pode apresentar-se sem povoamento por vegetais superiores ou conter uma vegetação restrita a algumas halófitas e xerófitas rastejantes ou de pequena altura.

3. *Restinga e terraços litorâneos* – logo após a praia, onde houve grande influência marinha das transgressões/regressões do quaternário formaram-se restingas fósseis e terraços litorâneos. O povoamento vegetal daí a floresta tropical estacional perenifólia de restingas e terraços litorâneos e os campos de restingas. A formação florestal não excede a 15 metros de altura. Nos seus dois estratos as árvores crescem relativamente separadas. O agrossistema coqueiral substitui, quase totalmente, o primeiro povoamento vegetal das restingas e terraços litorâneos, que atualmente dá lugar a especulação imobiliária.

4. *Mangues* – na zona litorânea onde a influência marinha co-atua com a influência fluvial dos rios Capibaribe, Beberibe e Jordão, pelas suas embocaduras, ou nas áreas de planície onde se faz sentir as oscilações das marés com seus fluxos e refluxos, pondo em contato com água doce e salgada, há deposição dos sedimentos em suspensão dando origem a solos pantanosos onde floresce a vegetação do tipo mangue (Floresta de Alagados Litorâneos).

Convém ressaltar que esses ambientes marinhos sujeitos às marés já ocuparam extensas áreas da planície do Recife. No entanto, os aterros urbanos desde os holandeses vêm, rapidamente, anexando-os à terra firme, cobrindo o seu substrato característico; material argiloso rico em matéria orgânica e sais.

3.2 – Material

De acordo com os objetivos propostos, inicialmente buscou-se na literatura aporte teórico sobre a temática a ser desenvolvida e uma caracterização do município estudado, bem como os materiais e os procedimentos a serem adotados, conforme descrição a seguir:

3.2.1. Materiais e Fonte dos Dados

3.2.1.1. Precipitação e Temperatura

Os dados utilizados neste trabalho consistem de uma série diária de precipitação, temperaturas máximas e mínimas, referente à estação climatológica do Recife (latitude -8,05°, longitude -34,95° e altitude 10 m), localizada no bairro da Várzea (zona norte), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A série deste posto tem 47 anos, compreendido de 1 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008. Também foram utilizados dados de precipitação horária da Plataforma de Coleta de Dados (PCD) pertencente ao Laboratório de meteorologia de Pernambuco do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (LAMEPE/ITEP). Ressalta-se que os dados referem-se ao período de 1 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2010, cuja estação meteorológica automática está localizada no bairro Bongi (latitude -8,06°, longitude -34,92° e altitude 10 m), também zona norte do Recife.

3.2.1.2. Dados de Desastres

Em relação aos dados de desastres, foram obtidas todas as informações possíveis diárias, mensais e anuais relacionadas aos escorregamentos de barreiras, alagamentos, óbitos fornecidos pela Coordenadoria de Defesa Civil do Recife (CODECIR) e pela Coordenadoria de Defesa Civil do Estado de Pernambuco (CODECIPE).

Os dados do número de escorregamentos de barreiras e alagamentos utilizados neste trabalho referem-se ao período de 1995 a 2008, cedidos pela CODECIR. É importante salientar que não há essas informações diárias digitalizadas, apenas dados anuais. Só a partir de 2007 foi realizado o levantamento dos dados diários, através da análise criteriosa dos relatórios existentes no local, em virtude de ainda não existir estas informações no meio digital. Cabe ressaltar que a CODECIR está realizando este trabalho, devido a sua valiosa importância. Também foram utilizados dados de alagamentos cedidos pela CODECIPE no mesmo período mencionado.

Em relação ao número de óbitos registrados em um ano, as informações referem-se ao período de 1984 a 2008. Mas, só foi possível o levantamento das mortes ocorridas nos bairros, através das análises dos relatórios existentes a partir de 2001. Antes desse período, essas informações foram resgatadas através de um levantamento histórico, sem registros em livros ou em relatórios, através da memória do Sr. Gomes, técnico da CODECIR, que vivenciou grandes momentos em relação aos desastres ocorridos em Recife, e só foi possível essas informações no período de 1995 a 2008, cujo técnico participou das vistorias, informando os bairros onde ocorreram vítimas fatais. Para evidenciar impactos sobre a saúde, utilizou-se coeficiente de incidência dos casos confirmados de dengue (por 100.000 habitantes) obtidos através da Secretaria de Vigilância de Saúde entre os anos de 1995 a 2008.

Também foram utilizados dados do número de ocorrências (chamados telefônicos), vistorias e varreduras, quantidade de lonas plásticas colocadas nas áreas de morro; erradicação e podas de árvores; famílias beneficiadas com auxílio moradia e retiradas de família das áreas de risco; demolição de imóveis e muros no período de 2001 a 2008. Já o número de desalojados e desabrigados referem-se ao período de 2005 a 2008, e a quantidade de residências danificadas

(destruídas e danificadas) e custos associados no período de 2006 a 2008. Todas essas informações foram levantadas a partir da análise dos dados e relatórios cedidos pela CODECIR.

Para execução desse trabalho, foram utilizadas matérias e fotografias oriundas dos principais jornais locais (Jornal do Comércio, Folha de Pernambuco e Diário de Pernambuco), fotos registradas pela autora do trabalho, dos amigos e dos familiares, buscando retratar ao máximo possível os impactos sociais, ambientais e econômicos, além do acesso a outros sítios com informações que abordassem o tema.

3.2.1.3 Questionário socioeconômico e ambiental

Foram elaborados e aplicados questionários (Anexo II) nos bairros mais vulneráveis a ocorrência de desastres em Recife, como forma de avaliar a vulnerabilidade e percepção da população que sobrevivem nas áreas mais carentes da cidade. Foram aplicados 300 questionários distribuídos ao longo das RPA's no período de setembro a novembro de 2010, nos bairros mais vulneráveis a ocorrência de desastres. Mas, só foi possível a utilização de 250 questionários em virtude das informações duvidosas e desconhecidas. A aplicação dos questionários foi realizada pela autora do trabalho, com a participação dos técnicos da CODECIR, devidamente treinados e orientados para aplicação dos mesmos.

Após descrição dos materiais utilizados na pesquisa e a fonte dos dados, foram descritos os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos específicos propostos, de acordo com o item a seguir.

3.3. Metodologia

3.3.1 - Classificação de limiares para chuva diária

Primeiramente, para determinar a intensidade da chuva diária, foi definido que para Recife um dia de chuva é quando a precipitação diária for maior ou igual a 2mm, ou seja, abaixo deste valor tem-se um dia seco, pois os valores inferiores a este limiar são de pouca importância para a agricultura, abastecimento de água, e infiltração de água nos solos, visto que pequenas quantidades vão evaporar antes de infiltrar no solo, em virtude das elevadas temperaturas e taxas de evaporação e evapotranspiração observadas.

Na comunidade científica em geral, a definição do que se constitui um dia de chuva está longe de ser uniforme. Por exemplo, a maioria dos países da Comunidade Britânica usa um limite inferior de 0,25 mm, mas outros países têm se fixado em 1, 2 ou 5 mm. Em muitos países tropicais, o limite inferior de apenas 0,25 mm é empregado. Mas, como apontado por Nieuwolt (1982) e Adejuwon e Odekunle (2006), em climas quentes a precipitação total diária menor que 2 mm é de pouca importância para a agricultura ou o uso de abastecimento de água. De forma geral, a literatura especializada considera, predominantemente, dias secos para efeito de estimativa de duração de um veranico aqueles sem chuva ou com precipitação inferior a 2mm/dia para localidades isoladas (Menezes *et al.*, 2008).

Após definido o limiar considerando um dia de chuva para Recife (quando a precipitação diária for maior ou igual a 2mm), procurou-se classificar de forma adequada o verdadeiro significado de um total pluviométrico diário a partir da técnica dos quantis. Ressalta-se que a estatística pode contribuir muito para o exercício da cidadania, mas para isso é necessário desenvolver uma prática em que se desenvolvam a criatividade, iniciativa pessoal e autonomia,

pois dessa forma é que formaremos cidadãos críticos e ousados para mitigar os problemas ambientais.

3.3.1.1. Técnica de classificação de dados

O primeiro passo para se descrever graficamente um conjunto de dados observados é verificar as frequências dos diversos valores existentes. Como frequência, defini-se o número de vezes em que um dado valor de uma variável se repete. A associação das respectivas frequências a todos os diferentes valores observados define a distribuição de frequências do conjunto de valores observados. Uma outra forma de representação gráfica é baseada na frequência acumulada, que pode ser definida como a soma das frequências de todos os valores menores ou iguais ao valor correspondente ao ponto. A técnica dos quantis baseia-se na frequência acumulada.

Os dados qualitativos são organizados na forma de uma tabela de frequências, que representa o número n_i de elementos de cada uma das categorias ou classes e que é chamado de frequência absoluta. A soma de todas as frequências é igual à dimensão da amostra (n). Assim, a equação (1) representa a frequência absoluta (F_i):

$$F_i = \frac{n_i}{n} \quad (1)$$

Em que,

n_i = nº de vezes que cada classe da variável foi observada;
 n = tamanho da amostra.

Numa tabela de frequências, além das frequências absolutas, também se apresentam as frequências relativas (Fr) conforme equação (2), obtida dividindo a frequência absoluta pelo número total de observações.

$$Fr = \left(\frac{F_i}{n}\right) * 100 \quad (2)$$

Em que,

F_i = frequência absoluta;
 n = total de observações.

3.3.1.2. A técnica dos Quantis

É considerado um método bastante simples e eficiente. De acordo com Xavier e Xavier (1987), este método envolve o princípio de relativização estatística, no sentido de se procurar interpretar de forma adequada o verdadeiro significado de um total pluviométrico. A vantagem desta técnica em relação ao tradicional uso da normalização pela média e desvio padrão é que este último é fortemente dependente da hipótese da normalidade da distribuição da precipitação, hipótese não necessariamente satisfeita. Portanto, os quantis são imunes a uma eventual assimetria na função densidade de probabilidades que descreve o fenômeno aleatório (Xavier et al., 2002).

A técnica descrita aqui foi obtida em Xavier e Xavier (1987) e proposta por Pinkayan em 1966, para avaliar a ocorrência de anos secos ou chuvosos sobre extensas áreas dos Estados Unidos da América.

Seja uma variável aleatória que representa o valor do índice de vegetação, precipitação ou de temperatura num intervalo determinado de tempo (diário, semanal, decendial, mensal, etc.).

Maiores detalhes podem ser obtidos em Xavier e Xavier (1987), entretanto uma descrição da técnica será apresentada.

Por definição, Q_p é um limite do intervalo do quantil para uma determinada variável aleatória X , sendo p a probabilidade de ocorrência, tal que X seja menor que Q_p . Assim, a escolha do intervalo associado a um quantil deve satisfazer a seguinte relação:
 $\text{Prob}(X \leq Q_p)$, em que ($0 < 1$)

No trabalho proposto por Pinkayan (1966), os quantis utilizados referiam-se aos seguintes valores para p : 0,15; 0,35; 0,65 e 0,85. Os quantis podem ser obtidos pelo chamado método gráfico, que consiste em obter-se os valores dos limites de intervalo do quantil a partir do histograma acumulado da função densidade de probabilidade. Neste caso, cada intervalo de classe do histograma acumulado é representado por $[a_{i-1}, a_i]$, que representam os valores limites do intervalo escolhidos a priori para construir a distribuição de frequência da variável aleatória X . Assim:

$$\bar{f}_{i-1} \leq p \leq \bar{f}_i$$

Em que par ordenado $[a_{i-1}, a_i]$, informa os limites do intervalo de classe do histograma acumulado;

f é o valor da probabilidade acumulada;

p é o valor de probabilidade encontrado no intervalo $[a_{i-1}, a_i]$, e associado ao quantil.

Assim, para o intervalo $[a_{i-1}, a_i]$ se $\bar{f}_{i-1} \leq p \leq \bar{f}_i$

O valor do extremo do quantil é obtido por uma interpolação linear no intervalo $[a_{i-1}, a_i]$. Portanto, o quantil $Q(p)$ é dado pela seguinte equação (3):

$$Q(p) = [a_{i-1}, a_i] + \frac{(p - \bar{f}_{i-1})(a_i - a_{i-1})}{(\bar{f}_i - \bar{f}_{i-1})} \quad (3)$$

Os intervalos percentuais de cada quantil representam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem vir a ocorrer na sequência ou série temporal, supondo que são mantidas as características para a precipitação. Não havendo, portanto, traços de mudanças climáticas locais. Estes quantis empíricos (obtidos através de frequências observadas e modeladas), são estimativas dos quantis teóricos, que permanecem desconhecidos, mas supões-se ser representantes apropriados para a descrição do fenômeno (Xavier et al., 2002).

Neste sentido, será apresentado o procedimento adotado por Xavier et al. (2002) para obtenção dos quantis:

1. dispor os dados em ordem crescente;
2. colocar um número de ordem para cada valor ($i=1, \dots, i=N$);
3. para cada valor determinar a ordem quantílica: $P_i=i/(N+1)$, onde N é o número de elementos da série;
4. finalmente, para calcular o quantil $Q(P)$ para uma ordem quantílica P_i qualquer, segue-se:
 - a) se P coincidir com algum P_i já obtido, então: $Q(P)=Q(P_i)=y_i$
 - b) se P não coincidir, haverá um índice i tal que $P_i < P < P_{i+1}$, onde $Q(P)$ será obtido por interpolação, onde: $Q(P)=y_i + \{[P-P_i]/[P_{i+1}-P_i]\} * [y_{i+1}-y_i]$

Para a realização deste estudo, os quantis utilizados referem-se as probabilidades (0,05) (0,25) (0,50) (0,75) e (0,95), ou seja, determinou-se a classificação da precipitação diária acumulada em 24 horas relacionada às ordens quantílicas para Recife, descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Classificação da precipitação diária acumulada em 24 horas relacionada às ordens quantílicas para Recife, com definição das classes e probabilidades.

Classes	Probabilidades
Dia Seco (DS)	$P < Q_{0,05x}$
Chuva Muito Fraca (CMF)	$Q_{0,05} \leq P < Q_{0,25}$
Chuva Fraca (CF)	$Q_{0,25} \leq P < Q_{0,50}$
Chuva Moderada (CM)	$Q_{0,50} \leq P < Q_{0,75}$
Chuva Forte (CMF)	$Q_{0,75} \leq P < Q_{0,95}$
Chuva Muito Forte (CMF)	$P \geq Q_{0,95}$

Em que, Q significa o limite do quantil adotado para a realização dos cálculos deste trabalho (5%, 25%, 50%, 75% e 95%).

Para determinação dos quantis e das frequências utilizou-se o software GRETL (descrito adiante), com o objetivo de divulgar este software estatístico gratuito, pouco utilizado no Brasil, podendo ser aplicado, também, nas questões ambientais.

Para entrada dos dados no software GRETL, utilizou-se a planilha do Excel com os dados diários de precipitação, levando em consideração que um dia de chuva é quando a precipitação diária for maior ou igual a 2mm. Logo em seguida, determinou-se os quantis utilizando as probabilidades (5%, 25%, 50%, 75% e 95%), e a frequência das chuvas diárias definidas por classes. O programa permite ao usuário definir critérios de acordo com o objetivo proposto, considerado uma vantagem em relação a outros softwares.

SOFTWARE GRETL 1.8.7

É um pacote de software multi-plataforma para análise econométrica, escrito em linguagem C. É software livre e de código aberto. Pode ser redistribuído e/ou modificado de acordo com os termos da Licença Pública Geral (GPL) publicada pela Free Software Foundation. Ressalta-se que apesar de ter sido desenvolvido para aplicações econômicas, ele pode ser aplicado nas diversas áreas, especialmente nas questões ambientais, tendo em vista as funções e equações matemáticas utilizadas. O software GRETL é de distribuição gratuita e está disponível para download no website http://gretl.sourceforge.net/gretl_portugues.html.

É oportuno comentar que, para determinação dos quantis foi comparado as entradas e saídas do GRETL em relação ao SPSS (software já consolidado na meteorologia e climatologia) e o EXCEL. É digno de nota que, os resultados foram idênticos em relação à classificação dos quantis, porém, o GRETL permite uma interface mais amigável entre o software e o pesquisador, possibilitando o usuário determinar e formular critérios nas entradas dos dados, o que não é possível no SPSS, tornando o uso mais fácil e adequado para os diversos trabalhos, além de ter também uma versão em português, e principalmente por ser um software gratuito.

Características

- Interface fácil e intuitivo (agora também em Francês, Italiano, Espanhol, Português, Polaco e Alemão, além do Inglês)
- Uma ampla variedade de estimadores baseados em mínimos quadrados, incluindo mínimos quadrados de duas fases e mínimos quadrados não-lineares
- Comandos simples para iniciar coisas como sejam, o teste de Dickey-Fuller, teste de Chow para a estabilidade estrutural, Autoregressões Vectoriais, estimação ARMA
- As saídas dos modelos são exportáveis para ficheiros LaTeX, em tabelas ou como equações.
- Linguagem de script integrada: entrar comandos via o interface gráfico ou ficheiro de comandos.
- Estrutura de ciclos (loop) de comandos para simulações Monte Carlo e para procedimentos iterados de estimação
- Controlo em interface gráfico para afinação de parâmetros dos gráficos Gnuplot
- Compatível com GNU R para análises estatísticas mais avançadas

Formato de Dados

Lê ficheiros no formato próprio XML, ficheiros csv (valores separados por vírgulas), folhas de cálculo Excel e Gnumeric, ficheiros BOX1, bases de dados em formato próprio binário (que permitem guardar frequências de dados e dimensões das séries) e base de dados RATS 4.

3.3.2. Classificação de limiares para chuva mensal

Após determinação da classificação da intensidade da chuva diária, observou-se a necessidade de avaliar a variabilidade da precipitação mensal, definindo categorias para diagnosticar se determinado mês está acima ou abaixo da normal.

Para esta classificação, também utilizou a técnica dos quantis através do software GRETTL, descrito acima. Os quantis utilizados referem-se as probabilidades (0,05) (0,25) (0,50) (0,75) e (0,95), ou seja, determinou-se categorias da precipitação mensal relacionada às ordens quantílicas para Recife, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5 – Determinação das categorias e probabilidades da precipitação mensal relacionada às ordens quantílicas para Recife-PE.

Categorias	Probabilidades
Muito Seco (MS)	$p(x) < Q_{0,05}$
Seco (S)	$Q_{0,05} \leq p(x) < Q_{0,25}$
Normal (N)	$Q_{0,25} \leq P < Q_{0,50}$
Chuvoso (C)	$Q_{0,50} \leq P < Q_{0,75}$
Muito Chuvoso (MC)	$Q_{0,75} \leq P < Q_{0,95}$
Extremamente Chuvoso (EC)	$P \geq Q_{0,95}$

Foram elaboradas tabelas com as frequências absolutas e relativas mensais para cada categoria, assim como, representação gráfica da precipitação máxima e mínima observada com indicação dos anos de ocorrência, nas categorias Muito Seco, Seco, Normal, Chuvoso, Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso, vislumbrando retratar a variabilidade da precipitação mensal, assim como, apresentar esta proposta para determinar a intensidade da precipitação

mensal, que é de suma importância para a agricultura, recursos hídricos, turismo, entre outros setores.

3.3.3. Classificação de limiares para chuva anual

Para avaliar a variabilidade da precipitação anual, foi aplicada a técnica dos quantis através do software GRETL. As categorias para determinação da precipitação anual foram obtidas através dos quantis, cujas probabilidades utilizadas (0,05) (0,25) (0,50) (0,75) e (0,95) estão descritas na Tabela 6.

Tabela 6 - Classificação das categorias e probabilidades da precipitação anual relacionada às ordens quantílicas para Recife-PE.

Categorias	Probabilidades
Muito Seco (MS)	$p(x) < Q_{0,05}$
Seco (S)	$Q_{0,05} \leq p(x) < Q_{0,25}$
Normal (N)	$Q_{0,25} \leq P < Q_{0,50}$
Chuvoso (C)	$Q_{0,50} \leq P < Q_{0,75}$
Muito Chuvoso (MC)	$Q_{0,75} \leq P < Q_{0,95}$
Extremamente Chuvoso (EC)	$P \geq Q_{0,95}$

Também foram elaboradas tabelas com frequências absolutas e relativas anuais para cada categoria, assim como, representação gráfica da precipitação máxima e mínima observada com indicação dos anos de ocorrência, em todos os limiares. Construiu-se gráfico com demonstração temporal da precipitação anual observada com respectiva classificação da intensidade da chuva conforme a Tabela 6.

Com estas informações, foi possível definir e classificar limiares apropriados das chuvas diária, mensal e anual para Recife. Estes resultados irão contribuir para um melhor gerenciamento de risco para entidades locais, assim como, construção de modelos conceituais para emissão de alertas relativos à previsão de chuvas intensas capazes de gerar impactos ao meio, que serão de utilidade para os órgãos de gestores públicos, privados e a sociedade em geral.

3.3.4. Chuva Decadal

A partir deste levantamento, houve a necessidade de analisar a precipitação decadal observada no período. Para isto, utilizou a média aritmética simples, considerando as décadas de 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-2000 e o período de 2001-2008, com o objetivo de avaliar a variabilidade decadal da precipitação em Recife.

Após classificação da intensidade da precipitação, avaliaram-se os impactos sociais, ambientais e econômicos associados aos desastres decorrentes da chuva, a partir dos dados levantados desde os órgãos públicos aos jornais. Cabe ressaltar que em relação aos dados de desastres, há ainda poucas informações.

3.3.5. Avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais associados aos desastres decorrentes da intensidade da precipitação

Para avaliar os impactos decorrentes da intensidade da precipitação, primeiramente foi realizada uma correlação da precipitação com os desastres (deslizamentos de barreiras e alagamentos), através da equação (4), e elaboração de gráficos, como forma de demonstrar a vulnerabilidade da população, de um bairro e/ou de uma cidade frente a ocorrência de desastres associadas as chuvas.

$$Corr(x, y) = \frac{\sum_{i=1, j=1}^{12, N} (x_{ij} - \bar{x})(y_{ij} - \bar{y})}{12N\sigma_x\sigma_y} \quad (4)$$

Em que:

- x_{ij} representa o valor da precipitação em um determinado mês e ano;
- \bar{x} é a média da série de dados relativa ao total de dados utilizados;
- y_{ij} é o valor da variável considerada (ex: deslizamentos, inundações, etc.);
- \bar{y} a média correspondente;
- 12 o número de meses e N é o número anos;
- σ_x é o desvio padrão da precipitação;
- σ_y é o desvio padrão da variável utilizada.

Depois de realizada a correlação, objetivou-se ilustrar alguns impactos acerca do tema, mesmo com poucas informações levantadas, em virtude dos registros não serem armazenados adequadamente nos órgão competentes, sem falar na ausência de dados antes de 2001. Apesar das dificuldades e dos poucos registros levantados, em função da relevância do tema, foram elaborados alguns gráficos como o número de óbitos; ocorrências, vistorias e varreduras realizadas pela CODECIR; quantidade de lonas plásticas colocadas nas áreas de morro; erradicação e podas de árvores; famílias beneficiadas com auxílio moradia e retiradas de família das áreas de risco; demolição de imóveis e muros; quantidade de desalojados e desabrigados; residências danificadas e custos associados. Também evidenciou-se o coeficiente de incidência dos casos confirmados de dengue (por 100.000 habitantes) no período de 1995 a 2008.

3.3.6. Mapeamento do Índice de Risco e de Vulnerabilidade

Neste trabalho, risco é definido como a probabilidade de ocorrer danos (as pessoas, bens, atividades econômicas e ao meio ambiente) resultantes da interação entre os riscos naturais ou induzidos pelos homens e as condições de vulnerabilidade de um sistema social. Numa análise de risco também pode ser levada em consideração a habilidade de uma dada população em resistir e recuperar-se de um perigo natural, denominada como resposta ou resiliência. Assim, quanto maior for a capacidade de resposta de um sistema social, menores serão os danos e prejuízos, o que diminuiria o risco. Desta forma, a análise de risco tem como base a equação proposta por ISDR (2004):

$$R = \frac{(P * V)}{Re} \quad (5)$$

Em que:

- R é o risco;
- P é o perigo;
- V é a vulnerabilidade;
- Re é a resposta.

UNDP (2004) propõe um indicador de risco que utiliza uma série de variáveis ambientais e socioeconômicas como indicadores de vulnerabilidade. Estes indicadores estão divididos em tipos de perigos e categorias de vulnerabilidade. Entretanto, ressalta-se que esta proposta de âmbito global de análise de risco refere-se exclusivamente a perda de vidas, em função da vulnerabilidade e da exposição física. Esta última é obtida pelo produto entre a população total e a frequência de perigos de uma determinada área.

Levando em consideração tais indicadores, a análise de risco proposta no presente trabalho visa não somente o número de pessoas mortas, mas sim o número de pessoas afetadas, concordando com HERRMANN (2001) e MARCELINO *et al.* (2006).

Assim, visando fornecer um indicativo dos bairros com grau de risco de pessoas afetadas, foi proposta uma adaptação da equação (5) e da equação adotada por Marcelino *et al.* (2006), cujo fusão e adequação gerou a equação (6) denominada *Equação de Risco Meira*:

$$R = \frac{A * P * (DD + RM + PT + H)}{IDH} \quad (6)$$

Em que:

R é o risco;
A é a ameaça;
P é o perigo;
DD é a densidade demográfica;
RM é a renda percapita média;
PT é a população total;
H são as condições de habitabilidade;
IDH é o índice de desenvolvimento humano.

Em que:

A é a chuva anual;
P é expresso pelo número de óbitos e afetados ocorridos por ano;
DD é a razão entre a população residente total e a área do bairro (hab/km²);
RM é a renda per capita média do bairro;
PT é o número da população total existente no bairro;
H é o acesso das pessoas a serviços básicos nos bairro;
IDH é obtido pela média aritmética de três sub-índices, referentes às dimensões Longevidade (IDH-Longevidade), Educação (IDH-Educação) e Renda (IDH-Renda) por bairro.

Assim, comparando as equações (5) e (6), tem-se:

$$V = DD + RM + PT + H \quad (7)$$

$$Re = IDH \quad (8)$$

Em que, *V* é a vulnerabilidade e *Re* é a resposta.

Ressalta-se que todas as variáveis e parâmetros foram escalonados entre 0 e 1, cujo valor mínimo é representado pelo 0 e o valor máximo pelo 1, conforme Marcelino *et al.* (2006). Este escalonamento foi realizado através da seguinte equação (9):

$$\text{Índice} = \frac{(V_{\text{observado}} - V_{\text{mínimo}})}{(V_{\text{máximo}} - V_{\text{mínimo}})} \quad (9)$$

Índices de ameaça, perigo, vulnerabilidade e resposta

a) Ameaça e perigo

A ameaça corresponde à climatologia da precipitação no período de 1961 a 2008. Para calcular o *P* foram utilizados dados de óbitos e afetados ocorridos em Recife no período de 1995 a 2008. Ressalta-se que o número de mortes foram computados no período mencionado, já o número de afetados correspondem apenas aos anos de 2005 a 2008, em virtude da carência de informações existente por bairros.

b) Vulnerabilidade e resposta

Os dados das variáveis *DD*, *RM*, *PT* e *IDH* utilizadas para o cálculo da vulnerabilidade e da resposta, por bairros, foram obtidos através do software Atlas de Desenvolvimento Humano no Recife disponibilizado gratuitamente pela prefeitura do Recife em seu site na Internet (<http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/pnud2006/index.html>). Este Atlas utiliza dados dos censos de 1991 e 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que foi iniciado em 2001 pela Prefeitura, em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Ministério da Integração Nacional (MIN), e disponibilizado a sociedade sobre os Índices e Indicadores do Desenvolvimento Humano do Recife e Região Metropolitana em 2005.

Geração dos mapas

A geração dos mapas de índice de riscos e de vulnerabilidade, assim como os outros parâmetros, foram realizados através do software ArcGis-9.3, realizado no Laboratório de Geoprocessamento de Dados (LABGEO) do ITEP.

Para a geração destes mapas foram adotadas 4 classes: Baixa, Média, Alta e Muito Alta, definidas pelo método do Desvio Quartílico, conforme Ramos e Sanchez (2000), que divide a série de dados em quatro grupos com igual número de ocorrências, cada um compreendendo 25% do total de valores. Desta forma, o fatiamento é definido quantitativamente, excluindo a subjetividade no processo de definição do limiar de corte. A base cartográfica do município de Recife, com suas respectivas divisões das Regiões Política-Administrativas e divisão dos bairros, foram cedidos pelo Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (LABGEO/ITEP).

3.3.7. Vulnerabilidade social, econômica e ambiental a partir de questionários aplicados nas comunidades

Para avaliar a vulnerabilidade social, econômica e ambiental nas áreas mais vulneráveis aos desastres, associado às chuvas, realizou-se um trabalho de campo e entrevistas junto à comunidade local, no intuito de se obter uma melhor situação da realidade em questão. A aplicação dos questionários foi realizada pela autora, com a participação dos técnicos da CODECIR, devidamente treinados e orientados para aplicação dos mesmos.

Ressalta-se que para a coleta destas informações foram privilegiados dados qualitativos, visando captar elementos esclarecedores das questões relacionadas aos impactos, vivência e experiência dos moradores com os desastres. Não foram levados em consideração os dados

quantitativos, pois não caberia tratá-los estatisticamente, em virtude dos bairros serem muito populosos.

Os questionários foram elaborados com base nos impactos associados aos eventos extremos de chuvas em Recife, abordando as vulnerabilidades social, econômica e ambiental classificada de acordo com Wilches-Chaux (1993), como também adaptação de metodologias adotadas por ZANELLA (2006), BARBOSA (1997), DEL RIO (1996) e POMPILIO (1991).

Após aplicação dos questionários, foram adotados valores de referência determinados pela autora do trabalho, utilizados para a tabulação dos dados. A tabulação consistiu em agrupar os dados, utilizando planilha eletrônica, os códigos encontrados em cada item das variáveis. Cada questionário foi tabulado individualmente e posteriormente foi feito os gráficos da vulnerabilidade correspondente.

A determinação dos fatores da vulnerabilidade social, econômica e ambiental foi realizada a partir da equação (10), cujos cálculos estão apresentados no ANEXO III:

$$V = ax + b \quad (10)$$

Em que:

V = Fator Vulnerabilidade;
 a e b = constantes para cada variável;
 x = valor significativo encontrado.

O Valor Significativo Encontrado (V) foi determinado, somando-se o valor da Moda, encontrada em cada item das variáveis.

O Valor Mínimo (x) foi determinado, somando-se o valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) de cada item que compõe a variável do Fator de Vulnerabilidade.

Na determinação das vulnerabilidades foi utilizada a classificação sugerida por Barbosa (1997), dividida em quatro classes, as quais variam de zero (vulnerabilidade nula) até 100% (vulnerabilidade máxima), conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Classes de vulnerabilidade.

Baixa	Moderada	Alta	Muito alta
0-15	16-30	31-45	>45

Fonte: Barbosa (1997).

É digno mencionar que para dar concretude e operacionalidade a um conceito tão amplo como a vulnerabilidade a desastres naturais é tarefa extremamente complexa, uma vez que esta só pode ser medida ao se observar o impacto de um desastre quando e onde ele ocorre, já que é específica para cada tipo de fenômeno e para cada região e grupo populacional. Apesar desta complexidade, a aplicação dos questionários permitiu a avaliação e a percepção da população frente aos impactos associados aos desastres nas comunidades da cidade do Recife.

Após classificação da intensidade da precipitação e impactos decorrentes dos desastres, assim como o mapeamento do índice de risco e de vulnerabilidade, verificou-se a importância de

averiguar as tendências climáticas em Recife, pois podem influenciar diretamente sobre os desastres na região.

3.3.8. Tendência dos elementos climáticos

Para calcular as possíveis tendências climáticas existentes em Recife foi utilizado o software RCLIMDEX (versão 1.9.0), cujo programa será explorado mais adiante. Através deste software foram processados dados diários de precipitação, temperaturas máximas e mínimas no período de 1 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008, cedido pelo INMET. A partir das informações geradas pelo RCLIMDEX, diagnosticou-se índices de extremos climáticos para monitorar e detectar possíveis mudanças climáticas localizadas.

SOFTWARE RCLIMDEX 1.9.0

O RCLimdex é um programa usado no cálculo de índices de extremos climáticos para monitorar e detectar mudanças climáticas. O RCLimdex foi desenvolvido por Byron Gleason do National Climate Data Centre (NCDC) da NOAA, e tem sido usado em oficinas CCI/CLIVAR (International Research Programme on Climate Variability and Predictability) sobre índices climáticos desde 2001.

O software foi elaborado (projetado) para proporcionar uma interface amigável para calcular índices de extremos climáticos. Calcula todos os 27 índices básicos recomendados pela equipe de peritos do CCI/CLIVAR para “Climate Change Detection Monitoring and Índices” (ETCCDMI), assim como, outros índices de temperatura e precipitação com limites definidos pelo usuário. Um dos principais objetivos de desenvolver índices de extremos climáticos é usá-los em estudos de monitoramento e detecção de mudanças climáticas.

O pacote RCLimdex 1.9.0, é de distribuição gratuita e está disponível para download no website dos índices da ETCCDMI (<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI/>).

Controle de Qualidade dos Dados

O controle de qualidade dos dados é um pré-requisito para o cálculo dos índices. O controle de qualidade do RCLimdex obedece os seguintes procedimentos: 1) substitui todos os dados faltosos (atualmente codificados como -99.9) em um formato interno reconhecido pelo R e 2) substitui todos os valores não aceitáveis por -99.9. Estes valores incluem: a) quantidades de precipitação diárias menores que zero e b) temperatura máxima diária menor que a temperatura mínima diária. Adicionalmente, o controle de qualidade também identifica valores extremos nas temperaturas diárias máximas e mínimas. Os valores extremos são valores diários que se encontram fora de uma região definida pelo usuário. Atualmente esta região se define como n vezes o desvio padrão do valor do dia, isto é, ($média - n*std$, $média + n*std$). Onde std representa o desvio padrão para o dia e n é uma entrada do usuário.

Na Tabela 8, estão apresentados os índices climáticos, derivados da precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima recomendados pelo ETCCDMI, gerados pelo software. A saída do RCLimdex 1.9.0, para todos os índices, fornecem dados estatísticos, tais como: tendência linear calculada pelo método de mínimos quadrados; nível de significância estatística da tendência (valor p); coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão de estimativa; assim como, os gráficos das séries anuais. As possíveis mudanças climáticas estão associadas àquelas em que o índice apresentava tendência linear (positiva ou negativa) superior ao erro padrão de estimativa e estatisticamente significativa (valor de $p < 0.1$).

Tabela 8 – Índices climáticos dependentes da precipitação pluviométrica diária, temperaturas máxima e mínima com suas definições e unidades.

ID	Nome do Indicador	Definição	Unidade
PRCPTOT	Precipitação total anual nos dias úmidos	Precipitação total anual nos dias úmidos (RR \geq 1mm)	mm
SDII	Índice simples de intensidade diária	Precipitação total anual dividida pelo número de dias úmidos	mm/dia
DCS	Dias consecutivos secos	Número máximo de dias consecutivos com RR<1mm	dias
DCU	Dias consecutivos úmidos	Número máximo de dias consecutivos com RR \geq 1mm	dias
Rx1day	Quantidade máxima de precipitação em um dia	Máximo anual de precipitação em 1 dia	mm
Rx5day	Quantidade máxima de precipitação em cinco dias	Máximo anual de precipitação em 5 dias consecutivos	mm
R10	Precipitação de um dia superior a 10mm	Número de dias no ano com precipitação \geq 10mm	dias
R20	Precipitação de um dia superior a 20mm	Número de dias no ano com precipitação \geq 20mm	dias
Rnn	Número de dias com precipitação acima de nmm, definido pelo usuário	Número de dias em 1 ano em que a precipitação foi \geq nmm, definido pelo usuário	dias
R95p	Dias muito úmidos	Precipitação anual total em que RR>95 percentil	mm
R99p	Dias extremamente úmidos	Precipitação anual total em que RR>99 percentil	mm
TXx	Valor Máximo da temperatura máxima diária	Valor máximo mensal da temperatura máxima diária	°C
TNx	Valor máximo da temperatura mínima diária	Valor máximo mensal da temperatura mínima diária	°C
TXn	Valor mínimo da temperatura máxima diária	Valor mínimo mensal da temperatura máxima diária	°C
TNn	Valor mínimo da temperatura mínima diária	Valor mínimo mensal da temperatura mínima diária	°C

3.3.9 - Modelo conceitual da gestão de risco

Com relação ao gerenciamento de risco a desastres, este trabalho objetivou a importância da prevenção, especificamente no que concerne um sistema de alerta de chuvas para adoção de medidas de redução dos impactos associados aos desastres.

Assim, formulou-se um modelo conceitual de um Sistema de Alerta de Chuvas com riscos a desastres para Recife, tendo como base a construção de uma Equipe de Meteorologistas (EM), equipamentos e informações, com a finalidade de emitir um Alerta Meteorológico com chuvas capazes de gerar escorregamentos, alagamentos e inundações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Classificação e Análise da Precipitação

Inicialmente, os dados foram analisados em escala diária, visto que no estudo de desastres naturais a avaliação da chuva diária é de fundamental importância tanto para a compreensão do comportamento da precipitação, quanto para a avaliação dos impactos decorrentes, pois chuvas intensas, frequentemente, causam prejuízos materiais e humanos consideráveis. Posteriormente, realizou-se uma análise mensal e anual da precipitação objetivando obter uma classificação da intensidade da precipitação, como também analisar a variabilidade, com o intuito de contribuir com a gestão de risco a desastres associados às chuvas em Recife.

4.1.1. Classificação e Análise da Precipitação Diária

Uma das questões colocadas no nível de análise diária refere-se a partir de quantos milímetros uma chuva pode ser definida como um evento danoso? Neste sentido, primeiramente foi determinada uma classificação para a intensidade das chuvas em Recife a partir da técnica dos quantis, em virtude da maioria dos trabalhos adotarem limiares aleatoriamente, sem critérios estatísticos. Por isso, a importância da realização de trabalhos locais, com técnicas estatísticas, visto que uma chuva intensa em Recife é diferente de uma observada em outro local, devido a vários fatores, como urbanização, declive do terreno, vegetação, localização da estação meteorológica, etc.

A Tabela 9 mostra a classificação da intensidade da precipitação acumulada em 24 horas relacionada às ordens quantílicas obtidas para Recife, considerando desde um Dia Seco (chuva abaixo de 2mm/dia) classificado pelo quantil $Q(0,005)$ até uma Chuva Muito Forte, quando a precipitação for maior ou igual a 55,3mm/dia, determinado pelo quantil $Q(0,95)$. As definições destes limiares são de suma importância para os diversos setores da sociedade, especialmente para a Defesa Civil, pois o conhecimento e classificação da intensidade da chuva diária contribuem para o planejamento do município, especialmente, durante o período chuvoso, mitigando os impactos associados às chuvas intensas, pois influenciam diretamente nas questões sociais, econômicas e ambientais de um local.

Tabela 9 - Classificação da intensidade da precipitação acumulada em 24 horas para Recife-PE relacionada às ordens quantílicas.

Classificação	Intensidade (mm)
Dia Seco (DS)	$P < 2,2$
Chuva Muito Fraca (Cmf)	$2,2 \leq P < 4,2$
Chuva Fraca (Cf)	$4,2 \leq P < 8,4$
Chuva Moderada (CM)	$8,4 \leq P < 18,6$
Chuva Forte (CF)	$18,6 \leq P < 55,3$
Chuva Muito Forte (CMF)	$P \geq 55,3$

Após classificação da intensidade da precipitação acumulada em 24 horas, convém evidenciar alguns impactos associados à intensidade das chuvas, como exemplo, os

deslizamentos de barreiras observados em 2007. A Figura 11 representa o índice pluviométrico diário e o número de escorregamentos observados em 2007 em Recife, demonstrando correlação significativa. Nesse ano, o maior registro em 24 horas de deslizamentos foi no dia 01/05/2007 com 43 ocorrências e índice pluviométrico diário de 54,4 mm, classificado como Chuva Forte (CF), de acordo com a Tabela 9.

Cabe ressaltar que nesse dia a atuação de uma Onda de Leste, principal sistema meteorológico responsável pelas chuvas no setor leste de Pernambuco, estava ocasionando chuvas em Recife, como mostra a Figura 12b. Por outro lado, nos dias 19 e 20 de abril, pulsos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Figura 12a, considerado um dos responsáveis também pela precipitação nessa área, ocasionou o maior registro de precipitação diária observado em 20/04/2007 com 118 mm (Chuva Muito Forte), desencadeando 32 escorregamentos, notificados nos bairros Jordão Baixo, Alto Santa Terezinha, Dois Unidos, Beberibe e UR-2. Nesse dia, foram contabilizados 10 desabamentos ou desmoronamentos, 8 alagamentos, 208 colocações de lonas plásticas, 17 vistorias em barreiras e 45 vistorias em edificações (incluindo muros de arrimo). Os maiores alagamentos foram registrados na Avenida Caxangá e em Beberibe (PE360GRAUS, 2007).

De acordo com a análise dos dados, percebeu-se que é possível a ocorrência de escorregamento considerando a intensidade Chuva Fraca (Cf), este fato ocorre quando há registros de dias consecutivos com chuvas anterior a um evento de Cf, contribuindo para encharcamento do solo, tornando mais vulnerável a ocorrência de algum desastre, como exemplo, o dia 05/05/2007 com índice pluviométrico de 7,4 mm e 20 escorregamentos, com índices de chuvas registrados nos 5 dias anteriores de 63,9 mm.

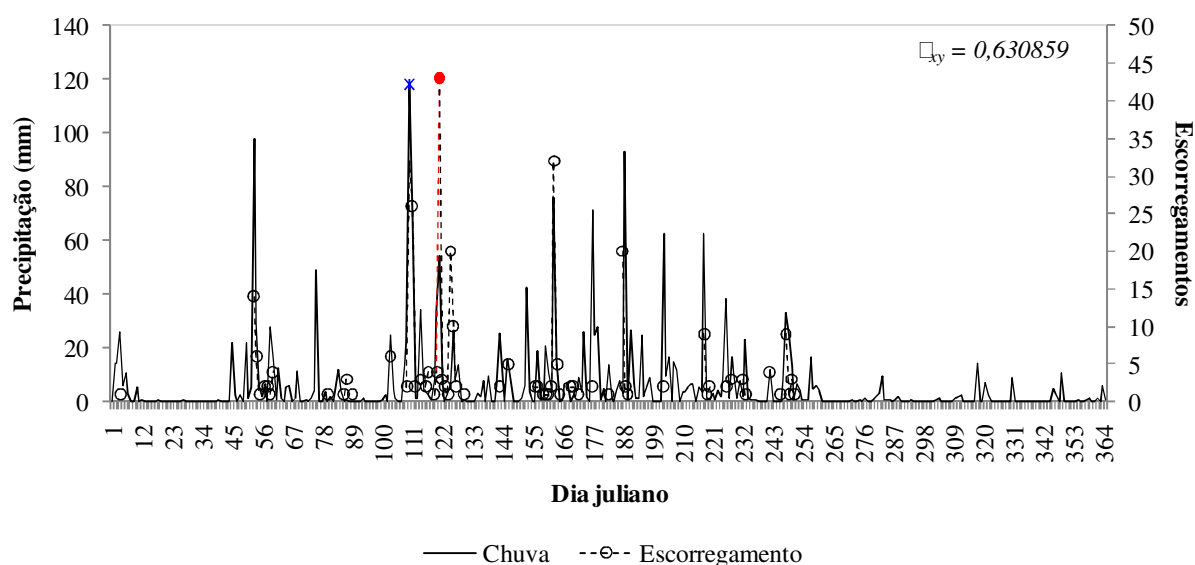
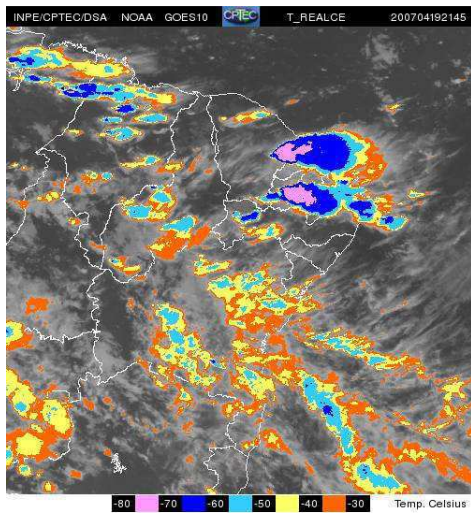
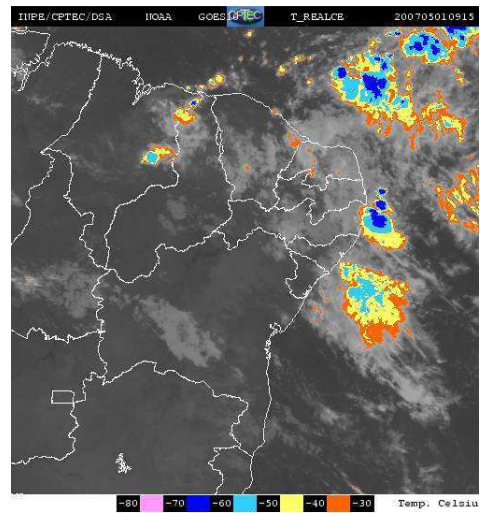


Figura 11 – Evolução temporal da precipitação diária (mm) e o número de ocorrência de escorregamentos registrados em Recife-PE em 2007, com destaque para o maior índice pluviométrico no dia 20/04/2007 (símbolo azul) e maior número de escorregamentos no dia no dia 01/05/2007 (símbolo vermelho).



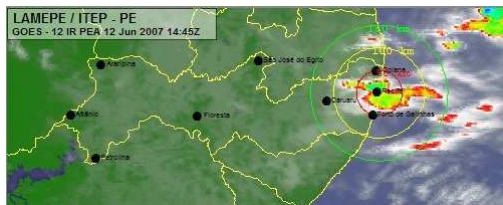
(a)



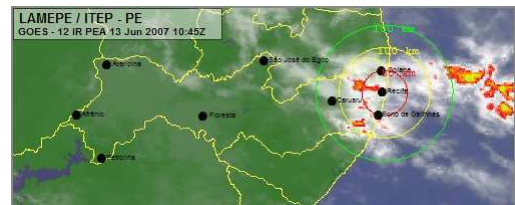
(b)

Figura 12 – Imagens do satélite GOES10 referente aos dias 19/04/2007 às 21:45h (a) e 01/05/2007 às 09:15h (b).
Fonte: INPE/CPTEC/DSA

É oportuno evidenciar o dia 12 de junho de 2007 com registro de Chuva Muito Forte (CMF) 75,8mm e 32 escorregamentos de barreiras (Figura13a), cujo sistema meteorológico responsável foi a atuação de uma Onda de Leste, nos dias 12 e 13 de junho, ocasionando chuvas intensas na região, conforme imagens de satélite, Figura13. Nesse dia, no Córrego do Jenipapo, bairro Nova Descoberta, foi registrado deslizamento às 3:00h da madrugada ocasionando danos as residências (Figura 14a). É importante ressaltar que antes deste evento a CODECIR orientou as famílias a desocuparem seus imóveis (Figura 14b), os quais foram demolidos posteriormente, totalizando 8 casas (CODECIR, 2007).



(a)



(b)

Figura 13 - Imagens do satélite GOES12 referente aos dias 12/06/2007 às 14:45h (a) e 13/06/2007 às 10:45h (b) evidenciando uma Onda de Leste no setor leste de Pernambuco. *Fonte: LAMEPE/ITEP*



(a)



(b)

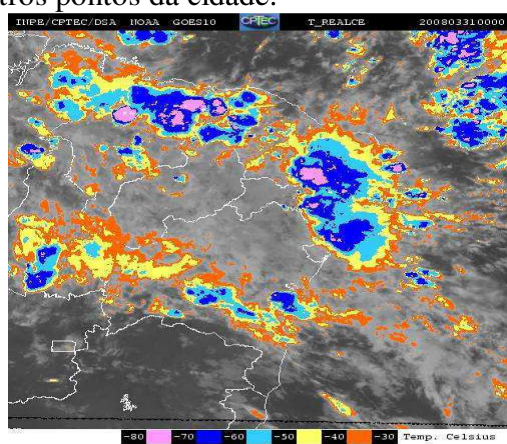
Figura 14 - Ilustração da área do deslizamento mostrando as tubulações de águas e os danos às residências (a) e remoção das famílias (b) no Córrego do Jenipapo. *Fonte: CODECIR*

No Alto do Pereirinha, bairro de Água Fria houve uma seqüência de oito deslizamentos, com destaque para o dia 13 de junho como ilustra a Figura 15, com registro de 14,8 mm nesse dia, e acumulado de 148,1 mm no período de 06 a 13 de junho de 2007. No entanto, devido às características evolutivas do quadro, foi necessária a desocupação de 17 imóveis e a remoção de 18 famílias, minimizando o risco da área afetada, com demolição residências.



Figura 15 - Ilustração do deslizamento e surgimento da fenda (a) e escombros da demolição das habitações (b) no bairro de Água Fria.
Fonte: CODECIR

Outros impactos diários foram registrados através do sítio <http://www.recife.pe.gov.br>, como exemplo o dia 31 de março de 2008, cujo principal sistema meteorológico atuante foi a ZCIT influenciando toda a atmosfera da região Nordeste do Brasil (Figura 16a), ocasionando em Recife um índice pluviométrico de 108,0mm, representando 41,3% do total esperado para o mês. Foram registrados 130 deslizamentos no mesmo período, além das inundações nos Rios Capibaribe, Beberibe, Jordão, Jiquiá, Tejipió como também alagamentos em diversas vias públicas. Ressalta-se que nesse dia foi notificado um óbito de uma criança de 10 anos, Leandro José do Nascimento, em Lagoa Encantada, Ibura, devido a deslizamento de barreira, além de 380 desabrigadas (CODECIR, 2008). Em 04/06/2008 o índice pluviométrico diário foi de 24,8 mm, com registros das 07h às 17h pela CODECIR de 139 solicitações de lonas plásticas, 49 escorregamentos, 6 pontos de alagamentos e 3 muros parcialmente destruídos (PREFEITURA DO RECIFE, 2009). Cabe ressaltar que nos dias anteriores a este desastre, 2 e 3 de junho de 2008 registrou-se 2 e 24,6 mm, respectivamente. A Figura 16b ilustra um alagamento na Avenida José Rufino no bairro Areias em 03 de agosto de 2008 provocando transtornos, comum em outros pontos da cidade.



Fonte: INPE/CPTEC/DSA



Fonte: <http://pe360graus.globo.com/>

Figura 16 - Imagem do satélite GOES10 referente ao dia 31/03/2008 às 24:00h (a) e ilustração do alagamento (b) na Avenida José Rufino no bairro de Areias.

Assim, apesar das poucas informações diárias dos desastres associados aos eventos de chuvas, constatou-se que quando há Chuva Muito Forte sempre há registros de escorregamentos (podendo ser de pequeno a grande porte) e muitos pontos de alagamentos, ocasionando danos à população como destruição total ou parcial de casas, muros, derrubadas de árvores, entre outros problemas decorrentes. Estes impactos também são observados quando a classe considerada é de Chuva Forte. As chuvas classificadas moderadas também desencadeiam problemas de escorregamentos (a maioria de pequeno porte), mas principalmente muitos pontos de alagamentos. Em relação às chuvas consideradas fracas, não houve ocorrência de danos associados a esta intensidade. Porém, observou-se que quando há registros de precipitação em dias consecutivos anterior a um evento de Cf, com acumulado superior a 30mm, pode ocorrer escorregamentos, como exemplo citado anteriormente.

Ressalta-se que a ocorrência de dias consecutivos com chuvas anterior a um evento de CMF,CF e CM contribuem ainda mais para ocorrência de desastres. É digno de nota que, sempre houve registros de intensidades da precipitação desde Muito forte a fraca, e sempre irão ocorrer, pois é um fenômeno natural, e os danos causados a sociedade estão associados à vulnerabilidade da população, pois não tem “direito” a uma moradia digna, a saneamento, etc., por este motivo a ocupação desordenada de áreas impróprias para construção de residências, entre outros problemas, ou seja, falta de gestão e de políticas públicas.

Após definição dos limiares da intensidade da precipitação e impactos decorrentes, é de suma relevância analisar a frequência observada e relativa do número de observações diárias em cada classe determinada na Tabela 9, como mostra a Figura 17. De toda a série analisada, constatou-se que 62% correspondem a quantidade de Dias Secos, ou seja, 10.863 dias foram classificados dentro desta categoria. Em relação às Chuvas Muito Fraca (Cmf) e Fraca (Cf), foram observados 1.472 dias com Cmf e 1.704 com Cf, equivalente a 8% e 10% dos dados, respectivamente. Foram computados 1.727 dias dentro da classe de Chuva Moderada (CM), ou seja, 10% dos dados. Já na categoria Chuva Forte (CF), com 8% da série, apresentou 1.386 dias considerados com chuvas fortes. Finalmente, em relação à Chuva Muito Forte (CMF), foram registrados 346 dias dentro dessa categoria, correspondendo ao quantil Q(0,95), o que inclui os eventos extremos de chuva, representando 2% da série de dados.

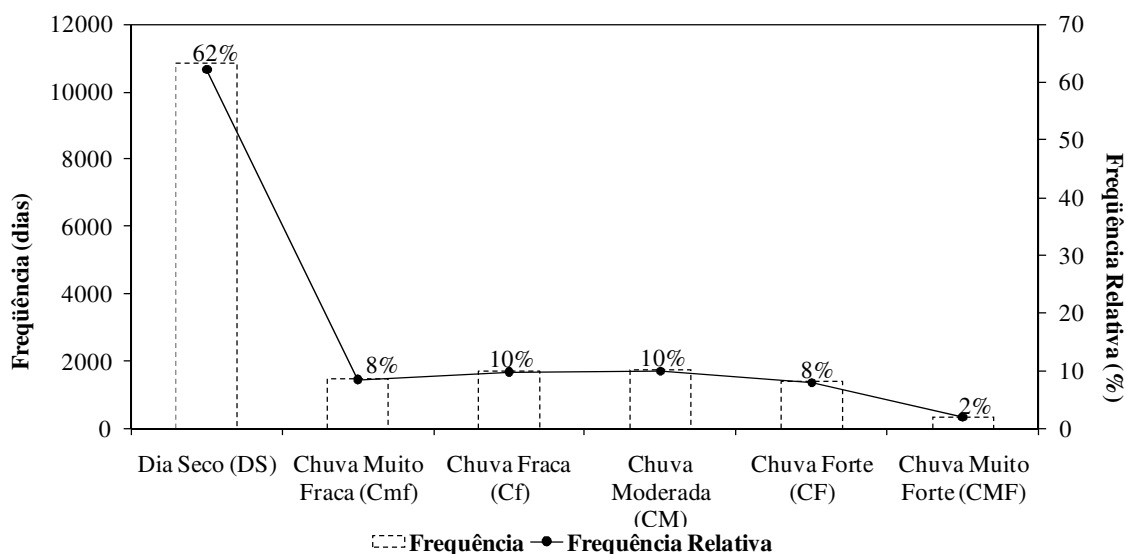


Figura 17 - Frequência observada e relativa em relação ao número de dias classificados como DS, Cmf, Cf, CM, CF e CMF no período de 01 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008 em Recife-PE.

De acordo com a análise desses dados, as classificações de CM, CF e principalmente CMF merecem uma atenção especial, pois correspondem a um total de 20%, pois se um de chuva diária com intensidade dessas classes é capaz de gerar impactos sobre o meio, a situação pode tornar-se mais agravante quando há registros de dias consecutivos antes de um evento dessa ordem, contribuindo ainda mais para o aumento de alagamentos e escorregamentos de barreiras, e transtornos para a sociedade em geral. Os eventos extremos de chuva, para Recife, com precipitação diária $P \geq 55,3$ mm desencadeiam grandes problemas sociais, econômicos e ambientais, visto que a cidade em virtude do seu processo desordenado de urbanização é muito vulnerável a ocorrência de desastres.

A frequência média observada e relativa mensal está demonstrada através da Tabela 10. Os meses de outubro a dezembro apresentaram as maiores frequências de dias secos chegando a 26 dias no mês, representando mais de 80% da série. As classificações CM e CF possuem comportamento semelhantes, com os meses de maio, junho e julho apresentando, em média, 5 dias com registro de chuvas moderada e forte, coincidindo com os meses mais chuvosos de Recife. O período de março a julho apresentou pelo menos um dia com registro acima de 55,3 mm, revelando que chuvas muito fortes podem ocorrer aleatoriamente neste período, e não necessariamente apenas durante a estação chuvosa, conforme climatologia. Cabe ressaltar os meses de março e junho que representam 4% e 5% da categoria Chuva Muito Forte. Assim, em um ano, eventos com a magnitude de CF ocorrem em média 30 vezes com maior frequência nos meses de junho e julho, já considerando a classe CMF são observados pelo menos 7 vezes num período de 12 meses, com maior frequência em junho. Então, é notório que chuvas com essas intensidades não são tão raras em Recife, revelando mais uma vez a vulnerabilidade a que estão expostas grande parte da população.

Tabela 10 - Frequência média observada e relativa nos meses de janeiro a dezembro em relação à classificação DS, Cmf, Cf, CM, CF e CMF, no período de 01 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008 em Recife-PE.

	DS		Cmf		Cf		CM		CF		CMF	
	Obs.	Rel.(%)	Obs.	Rel.(%)	Obs.	Rel.(%)	Obs.	Rel.(%)	Obs.	Rel.(%)	Obs.	Rel.(%)
JAN	23	74	2	8	2	7	2	7	1	3	0	1
FEV	20	71	2	7	2	8	2	7	2	7	0	1
MAR	19	59	2	7	3	9	4	13	3	9	1	3
ABR	16	51	3	8	4	12	4	12	3	11	1	4
MAI	15	46	3	10	4	12	5	15	4	14	1	3
JUN	11	37	3	9	5	15	5	17	5	17	2	5
JUL	12	37	4	13	5	15	5	15	5	17	1	3
AGO	17	54	3	11	4	13	4	12	3	9	0	1
SET	21	67	3	10	3	10	3	9	1	4	0	0
OUT	26	82	2	6	2	6	2	5	0	1	0	0
NOV	26	85	2	6	2	5	1	3	0	1	0	0
DEZ	26	83	2	6	2	6	1	3	1	2	0	0

A partir das análises, neste trabalho determinou-se que chuvas com intensidade acima do limiar da Chuva Muito Forte (acima de 55,3 mm) são classificados como eventos extremos de chuvas. Com isso, localizou-se os dias com registros de precipitação extrema ordenados pelos valores máximos obtidos em 24 horas, e classificou limiares relacionados aos eventos extremos, conforme Tabela 11. As Chuvas Muito Fortes (CMF) correspondem ao limiar entre $55,3 \leq P < 100$ mm, as Chuvas Extremas (CE) oscilam entre $100 \leq P < 150$ mm e as Chuvas Muito Extremas (CME) são determinadas quando os índices diários são iguais ou maiores a 150 mm. É interessante comentar que os eventos extremos de chuvas intensas, com valores superiores a 55 mm, sempre desencadeiam problemas a população do Recife, pois sempre há registros de alagamentos, escorregamentos, entre outros impactos.

Tabela 11 - Classificação dos eventos extremos de chuva acumulada em 24 horas para Recife-PE.

Classificação	Intensidade (mm)
Chuva Muito Forte (CMF)	$55,3 \leq P < 100$ mm
Chuva Extrema (CE)	$100 \leq P < 150$ mm
Chuva Muito Extrema (CME)	$P \geq 150$

De acordo com a classificação dos eventos extremos de chuva, elaborou-se um histograma com a frequência observada e relativa diária (Figura 18) no período em estudo, e outro com a frequência diária observada e relativa nos meses de janeiro a dezembro (Figura 19). Verificou-se que 289 dias foram classificados dentro da categoria de Chuva Muito Forte (Figura 19), correspondendo a 84% com chuvas dessa magnitude e ocorrência em todos os meses do ano, com exceção de novembro, considerado climatologicamente o mês mais seco do ano. A maior frequência da CMF diária acontece no período de março (35 dias) a julho (47 dias), coincidindo com os cinco meses mais chuvosos, com registros de até 59 e 56 dias de Chuvas Muito Fortes observadas nos meses de junho e abril, respectivamente. Fator este associado à atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste, responsáveis pela precipitação nesse período do ano em Recife.

As Chuvas Extremas correspondem a 14% da série de dados, Figura 18, representando 47 dias com precipitação diária entre $100 \leq P < 150$ mm, com ocorrência em praticamente todos os meses do ano, com exceção do mês de novembro. Do mesmo modo da CMF, os meses de março a julho apresentaram as maiores frequências diárias, com os meses junho, março, e abril com registros de 11, 10 e 7 dias com ocorrência de chuvas extremas.

De todo o período analisado, apenas 10 dias estiveram classificados dentro da categoria de Chuva Muito Extrema, ou seja, com precipitação diária maior ou igual a 150 mm, com observações nos meses de abril a agosto, diferentemente das outras categorias (Figura 19). Acredita-se que em virtude de agosto ser considerado o mês com as maiores intensidades do vento, possa contribuir juntamente com a atuação das Ondas de Leste para a ocorrência de Chuvas Muito Extremas.

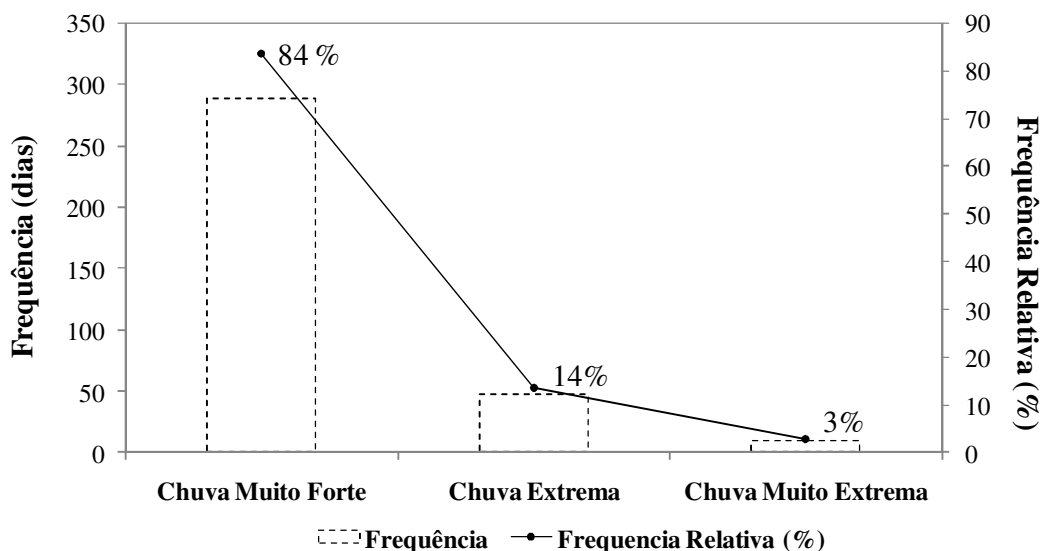


Figura 18 - Frequência observada (dias) e relativa (%) da classificação diária da Chuva Muito Forte, Chuva Extrema e Chuva Muito Extrema no período de 01 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008 em Recife-PE.

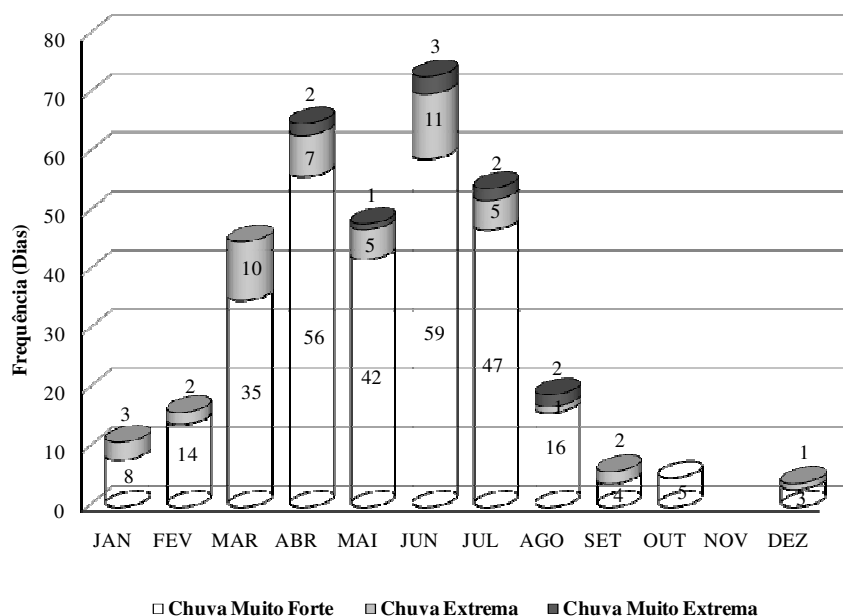


Figura 19 - Frequência observada (dias) da Chuva Muito Forte, Chuva Extrema e Chuva Muito Extrema nos meses de janeiro a dezembro, no período de 01 de janeiro de 1961 a 31 de dezembro de 2008 em Recife-PE.

É importante mencionar os três maiores índices acumulados de precipitação em 24 horas já registrados, os quais ocorreram nos dias 11/09/1970, 24/05/1986 e 01/08/2000 com 335,8 mm, 235,0 mm e 185,9 mm (Anexo I), respectivamente. Vale ressaltar que tais eventos não ocorreram necessariamente dentro da estação chuvosa, exceto o ano de 1986, evidenciando que eventos desse porte podem acontecer em qualquer dia e mês de um determinado ano.

Após análise da precipitação diária, verificou-se a importância das observações horárias, que só foi possível com dados oriundos da Plataforma de Coleta de Dados-PCD no período de 2001 a 2010. Apesar das informações das PCD não ter significado climatológico, constatou-se

através da Tabela 12 que as maiores frequências são observadas com intensidade da Chuva Fraca (abaixo de 8 mm) correspondendo a 89% dos registros. Por outro lado, a média das chuvas registradas a partir de uma hora são classificadas de Moderada a Muito Forte, com destaque para a precipitação registrada em 9 horas com média de 113,5 mm computados em três dias. Cabe ressaltar que no período de 10 horas não há registros de chuvas. É importante comentar que as chuvas registradas em poucas horas contribuem ainda mais para ocorrência de desastres em Recife, como os alagamentos e escorregamentos.

Tabela 12 - Duração da Chuva, Frequência absoluta e relativa, e precipitação média observada em função do período da chuva no período de 01 de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2010 em Recife-PE.

Duração da Chuva Hora (h) e Minuto(min)	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Precipitação Média (mm)
< 4min	1853	45,96	0,4
5mim	420	10,42	1,6
10mim	505	12,52	2,4
20mim	361	8,95	2,6
30mim	190	4,71	3,7
40mim	147	3,65	4,6
50mim	113	2,80	5,3
1h	274	6,80	9,6
2h	88	2,18	17,5
3h	32	0,79	24,7
4h	17	0,42	33,5
5h	8	0,20	42,4
6h	9	0,22	42,8
7h	9	0,22	48,3
8h	2	0,05	69,4
9h	3	0,07	113,5
10h			
11h	1	0,02	140,3

Os valores máximos e mínimos de precipitação observados em relação à duração da chuva estão demonstrados na Figura 20, a qual revela que dentro da categoria Chuva Forte houve registros com esta intensidade de 10 a 50 minutos, com os máximos de 42mm e 33mm em 40 e 30 minutos, respectivamente. Em relação aos eventos extremos, destacam-se 206 mm em 9 horas registrado no dia 23/05/2005; 140 mm em 11 horas em 29/05/2005 e 127 mm em sete horas no dia 18/06/2005. É interessante apontar as chuvas ocorridas em 9 horas no dia 23/05/2005, representando 35% do esperado para todo o mês de maio. Salienta-se que na análise horária, os eventos extremos de chuva ocorreram dentro do período chuvoso, diferentemente das chuvas acumuladas em 24 horas que foram registradas praticamente em todos os meses do ano. Fato este que pode ser atribuído a atuação das Ondas de Leste, considerado o principal sistema meteorológico responsável pelas chuvas no trimestre mais chuvoso do ano.

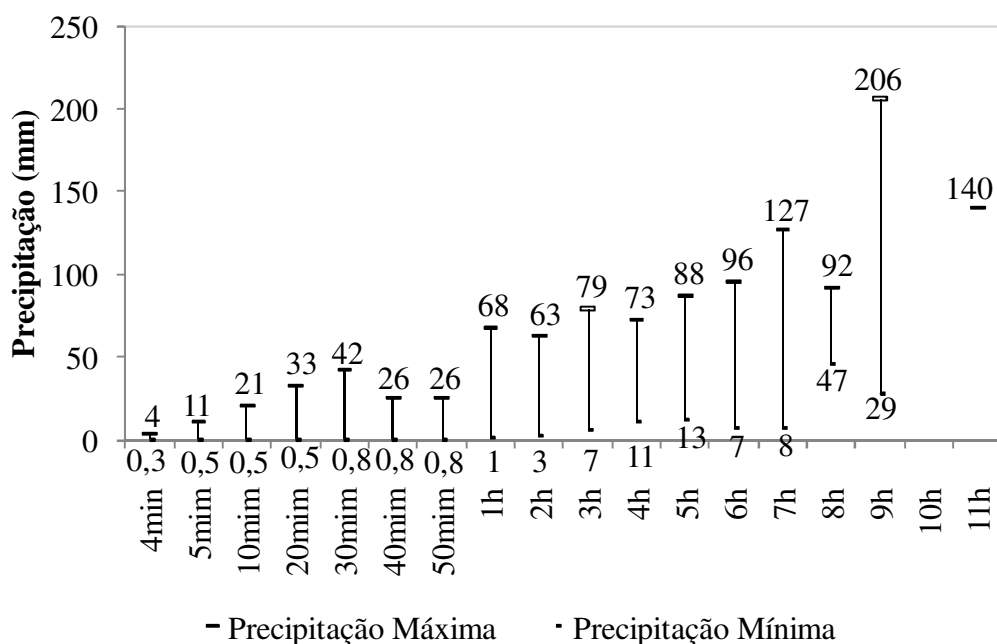


Figura 20 - Representação da precipitação máxima e mínima observada em função da duração da chuva.

Apesar dos eventos extremos de chuvas intensas serem observados principalmente entre os meses de março a julho, tais eventos também podem acontecer nas demais épocas do ano, pois estão associados aos sistemas meteorológicos atuantes em um determinado dia, assim como, as condicionantes dos oceanos, principalmente o Atlântico, que influencia diretamente esta região, favorecendo o transporte de umidade em direção ao continente, devido ao contraste de temperatura entre oceano e continente, contribuindo muitas vezes para formação de nuvens convectivas causadoras de chuvas intensas mesmo fora do período chuvoso.

A partir da análise das chuvas diárias e os impactos decorrentes, percebe-se claramente a vulnerabilidade da população, principalmente, a eventos extremos. As chuvas dessa magnitude provocam alagamentos, encharcamento dos solos das encostas que deslizam morro abaixo, gerando conseqüências trágicas principalmente aos mais pobres, que residem em áreas mais vulneráveis a ocorrência de desastres. Infelizmente, os impactos decorrentes dos eventos extremos de chuva motivam a uma série de indagações em relação à infraestrutura das cidades, das vias de transporte, à segurança pública em situações de emergência, ao fenômeno que causou a tragédia, enfim, as políticas públicas adotadas frente a um evento extremo.

4.1.2. Classificação e Análise da Precipitação Mensal

Após a análise diária, os dados foram avaliados mensalmente, objetivando obter uma classificação e investigar a variabilidade da precipitação mensal, conforme a Tabela 13, que mostra a classificação da intensidade da precipitação mensal relacionada às ordens quantílicas obtidas para Recife, considerando desde um mês Muito Seco (chuva abaixo de 16mm/mês) classificado pelo quantil $Q(0,005)$ até Extremamente Chuvoso, quando a precipitação for maior ou igual a 521,4mm/mês, determinado pelo quantil $Q(0,95)$.

As classificações destes limiares são de suma importância para os diversos setores da sociedade, especialmente para a Defesa Civil, recursos hídricos e agricultura, pois o conhecimento e classificação da intensidade da chuva mensal contribuem para o planejamento do município, desde a emissão de alertas relacionados ao acumulado de chuva no ano, determinação de meses secos ou chuvosos, monitoramento do armazenamento de água nos reservatórios, entre outros. Xavier et al. (1999) identificou os períodos secos e chuvosos

observados cronologicamente no Estado do Ceará utilizando os quantis. Alves *et al.* (2000), também aplicou a técnica dos quantis para todo o setor norte do NEB relacionado à precipitação no Estado do Ceará no período de 1964 de 1996.

Tabela 13 - Classificação da intensidade da precipitação mensal para Recife-PE relacionada às ordens quantílicas.

Categorias	Intensidade da Precipitação (mm)
Muito Seco (MS)	$P < 16$
Seco (S)	$16 \leq P < 59,3$
Normal (N)	$59,3 \leq P < 145,4$
Chuvoso (C)	$145,4 \leq P < 293,5$
Muito Chuvoso (MC)	$293,5 \leq P < 521,4$
Extremamente Chuvoso (EC)	$P \geq 521,4$

Para avaliar alguns impactos decorrentes da precipitação mensal, gerou-se um gráfico temporal das chuvas em função dos registros dos escorregamentos de barreiras observados nos anos de 2006 e 2007 (Figura 21). Constatou-se que nos meses considerados Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso há ocorrência desse tipo de desastre, e os meses classificados como Normal e Chuvoso nem sempre há escorregamentos, estando relacionado à distribuição e intensidade da chuva diária, já discutido anteriormente. Não há registros de deslizamentos para os meses Seco e Muito Seco. Neste sentido, os meses classificados como Normal e Chuvoso devem ser monitorados com estado de atenção, e principalmente os MC e EC que merecem estado de alerta para os tomadores de decisão. O trimestre maio-junho-julho, de forma geral, são os meses de maior ocorrência de deslizamentos, coincidindo com os meses mais chuvosos, concordando com Alheiros (2000). Ou seja, são os meses de atuação das Ondas de Leste, principal sistema meteorológico causador de chuvas nesta região.

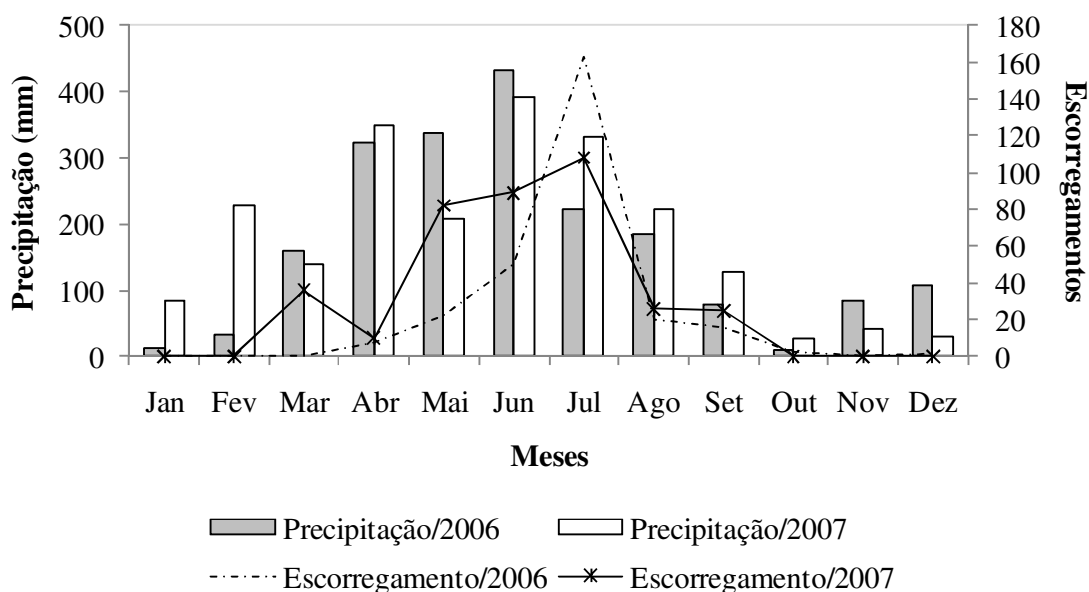


Figura 21 - Evolução temporal da precipitação(mm) e o número de ocorrência de escorregamentos registrados no período de janeiro a dezembro dos anos de 2006 e 2007 em Recife-PE.

Alguns desastres associados à intensidade da precipitação observada nos meses de maio a agosto de 2005 podem ser vistos através da Figura 22, em virtude do número de registros notificados em relação aos anos citados anteriormente. Verifica-se o mês de junho classificado dentro da categoria Extremamente Chuvoso com 709 mm, representando 82% acima do esperado, com a maior ocorrência de deslizamentos de barreiras chegando a 243. Em relação aos

maiores registros de pontos de alagamentos (77) e casas danificadas (21) foram observados em maio com total de chuva de 507,1mm, considerado um mês Muito Chuvoso. Cabe ressaltar que a ocorrência de desastres está associada a distribuição da precipitação e a intensidade diária, aliado a ocupação urbana desordenada, assoreamento das calhas devido às erosões de encostas e desmatamento; lançamento e deposição de lixo nas calhas de drenagem, crescimento de vegetação no leito dos canais; obstrução de bueiros e pontes por redes de serviços públicos, tais como, adutoras, coletores de esgotos, redes telefônicas; impermeabilização do espaço urbano, entre outros, contribuem significativamente para a ocorrência de desastres na cidade.

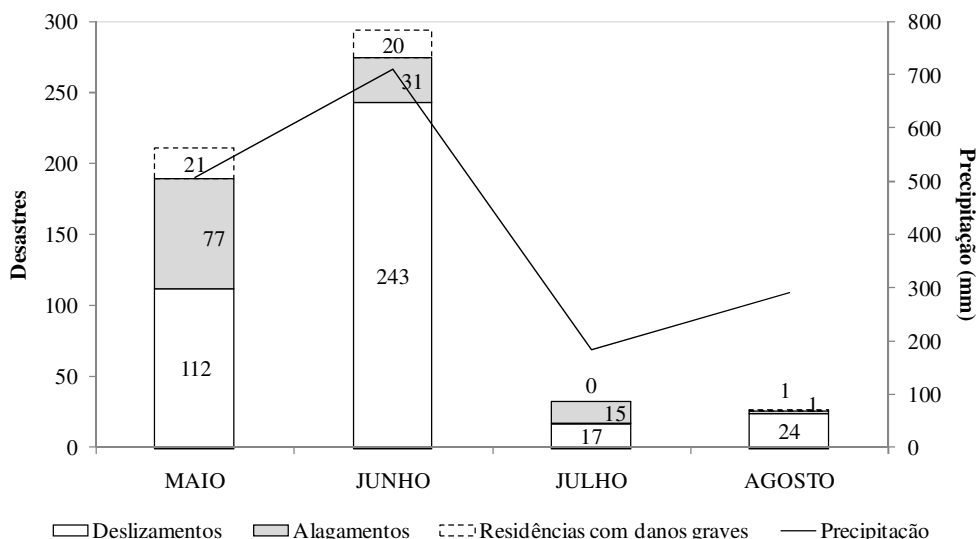


Figura 22 - Evolução temporal do número dos desastres (deslizamentos, alagamentos e residências danificadas) e precipitação observados nos meses de maio a agosto de 2005 em Recife-PE.

A frequência relativa e absoluta, no período de 1961 a 2008, em relação à classificação de intensidade de chuva está demonstrada através das Tabelas 14 e 15, respectivamente. Verifica-se as classes dos meses Muito Seco e Seco apresentaram a maior frequência no período de outubro a janeiro, com destaque para novembro e dezembro correspondendo a 54%, com 26 meses com precipitação com intensidade de $16 \leq P < 59,3$ mm. Dentro da categoria Normal e Chuvosa há frequência de chuva em praticamente todos os meses do ano, com exceção da classe Chuvosa que não há registros no mês de novembro com esta magnitude. É notório os meses de março, maio, julho e agosto com frequência acima de 37% com precipitação oscilando entre $145,4 \leq P < 293,5$ mm, considerado Chuvoso.

Em relação à categoria Muito Chuvoso, há registros no período de fevereiro a setembro, com as maiores frequências nos meses de abril, maio, junho e julho correspondendo a 20%, 22%, 27% e 19% respectivamente, coincidindo climatologicamente com o quadrimestre mais chuvoso de Recife. Vale ressaltar que a frequência dos meses Extremamente Chuvosos são observados em junho e julho correspondendo a 19%, com 19 meses do período analisado com precipitação acima de 521,4mm. De forma geral, o período de maio a julho são os meses que apresentam as maiores frequências com registros de precipitação acima de 293,4 mm, sendo portanto, os meses com as maiores ocorrências de desastres.

Tabela 14 - Frequência relativa (%) mensal por categoria (MS, S, N, C, MC e EC).

Categoria	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MS	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13	23	13
S	27	29	4	0	0	0	0	2	25	48	54	54
N	38	33	21	27	6	4	4	35	48	31	23	29
C	27	27	40	23	40	21	38	46	25	8	0	4
MC	0	10	31	42	46	56	40	15	2	0	0	0
EC	0	0	4	8	8	19	19	2	0	0	0	0

Tabela 15 - Frequência observada mensal por categoria (MS, S, N, C, MC e EC).

Categoria	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
MS	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11	6
S	13	14	2	0	0	0	0	1	12	23	26	26
N	18	16	10	13	3	2	2	17	23	15	11	14
C	13	13	19	11	19	10	18	22	12	4	0	2
MC	0	5	15	20	22	27	19	7	1	0	0	0
EC	0	0	2	4	4	9	9	1	0	0	0	0

Após análises, é oportuno abordar alguns exemplos que ocasionaram algum dano, como o mês de agosto com a maior frequência de chuvas dentro da categoria Chuvosa, correspondendo a 46% (Tabela 14). De acordo com a CODECIR (2004), em agosto de 2002 a força da maré destruiu um trecho do paredão que protegia as palafitas em Brasília Teimosa, correspondendo a 15m, o que acarretou a escavação de uma área considerável. No ano seguinte, em 2003, este fato repetiu-se destruindo mais 30 m do paredão acelerando o processo de escavação e deixando em situação de risco algumas palafitas e casas em alvenaria, causando medo e transtorno aos moradores, desencadeando a retirada das famílias. Cabe ressaltar que as palafitas estavam localizadas ao longo da praia de Brasília Teimosa, pois as mesmas encontravam-se expostas ao risco de desabamento (Figura 23a,b,c,d), principalmente nos períodos de maré alta. Posteriormente a esses eventos foi criado o Projeto Recife sem Palafitas, cujo projeto contemplou os moradores das 561 palafitas e as casas em alvenaria que se encontravam em situação de risco em Brasília Teimosa, além da urbanização (Figura 23e,f) com a recuperação da praia, uma via litorânea, com área de lazer e instalação de quiosques, beneficiando a população, ganhando mais 1 km de praia.



(a)



(b)



Figura 23 - Ilustração das palafitas ao longo da paria de Brasília Teimosa (a a d) e urbanização da via litorânea com área de laser (e e f), beneficiando a população. *Fonte: CODECIR*

As precipitações máximas e mínimas observadas em um mês no período estudado estão representadas, conforme a classificação da intensidade da precipitação mensal, na Figura 24a,f. Considerando a precipitação para o um mês Muito Seco (Figura 24a), considera-se poucos os meses com freqüência de chuvas dessa magnitude. Cabe mostrar os meses de outubro a janeiro, climatologicamente os meses mais secos (Figura 6), apresentaram as chuvas máximas observadas nos anos 1997, 1998, 2004 e 2005, respectivamente, não ultrapassando os 16 mm no mês. Para um mês Seco (Figura 24b), os máximos e mínimos mensais de chuva foram registrados no período de agosto a março, com a maior precipitação observada em dezembro de 1988 e nos meses de janeiro e setembro de 1991 equivalentes a 59 mm.

Na categoria Normal (Figura 24c), com chuvas entre $59,3 \leq P < 145,4$ mm, há registros de valores máximos e mínimos de janeiro a dezembro, com os menores valores oscilando entre 59 mm nos mês de outubro de 1986 e máximos de 135 mm em julho de 1981, e os maiores registros em março de 1979 (145 mm) e agosto de 1994 (144mm). É interessante ressaltar os meses de junho e julho, cujos valores mínimos estão próximos aos valores máximos, coincidindo com os dois meses mais chuvosos, justificado pela atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste nesse período. Na classificação Chuvosa, há registros dos limiares em todos os meses, com exceção de novembro, mês mais seco com média histórica de 38 mm (Figura 24d). Em relação aos máximos de precipitação, destacam-se os meses de julho/1962, agosto/2005 e setembro/1978, os quais apresentaram as maiores chuvas registradas em um mês com 291mm.

Em relação aos valores máximos e mínimos de precipitação, levando em consideração a classe de precipitação Muito Chuvosa (Figura 24e), há registros no período de fevereiro a

setembro, com observações dentro desse limiar ($293,5\text{mm} \leq P < 521,4\text{mm}$). Os máximos mensais foram observados em abril/1967, maio/2005, julho/1978 e junho/1973 com 508mm, 507mm, 506mm e 501 mm, respectivamente. Já para um mês Extremamente Chuvoso (Figura 24f), os máximos e mínimos mensais de chuva foram registrados no período de março a agosto, considerados os seis meses mais chuvosos de Recife. Cabe ressaltar os meses de abril/1973, junho/2005 e julho/1988 com 770mm, 709mm e 657 mm, respectivamente.

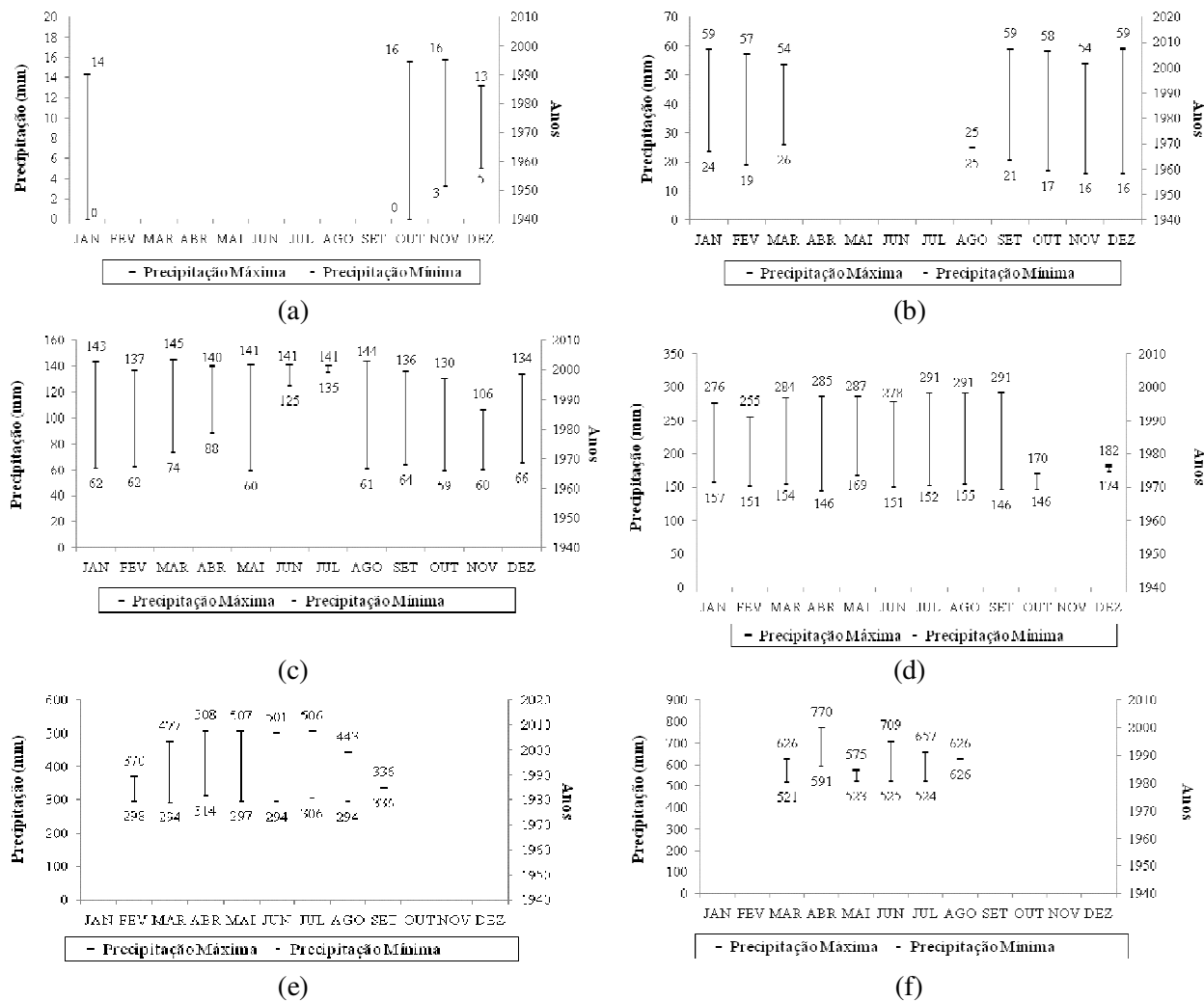


Figura 24 - Representação da precipitação máxima e mínima observada nas categorias Muito Seco (a), Seco (b), Normal (c), Chuvoso (d); Muito Chuvoso (e) Extremamente Chuvoso (f).

As informações destacadas na Figura 25 mostram os três maiores recordes da precipitação mensal já registrados no período de 1961 a 2008, com seus respectivos valores e ano de ocorrência. Em um mês, o maior valor já registrado foi em abril de 1973 com 770 mm distribuídos em 17 dias com chuvas, correspondendo a 159% acima da média. Cabe salientar que a média é de 15 dias com chuvas nesse mês. Em segundo, destaca-se junho de 2005 chegando a 709 mm, representando 82% acima do esperado, distribuídos em 26 dias, cuja climatologia é de 19 dias com precipitação. O terceiro maior recorde foi observado em junho de 1964 com 680 mm em 23 dias, equivalente a 74% acima da climatologia. É importante mencionar que as chuvas máximas observadas em abril/1973 ocorreram nos dias 21 e 22 correspondendo a 245,3mm. Em junho de 2005 nos dias 1 e 2 com 229,3mm, e em junho/1968 nos dias 27 e 28 correspondendo a 133,8 mm.

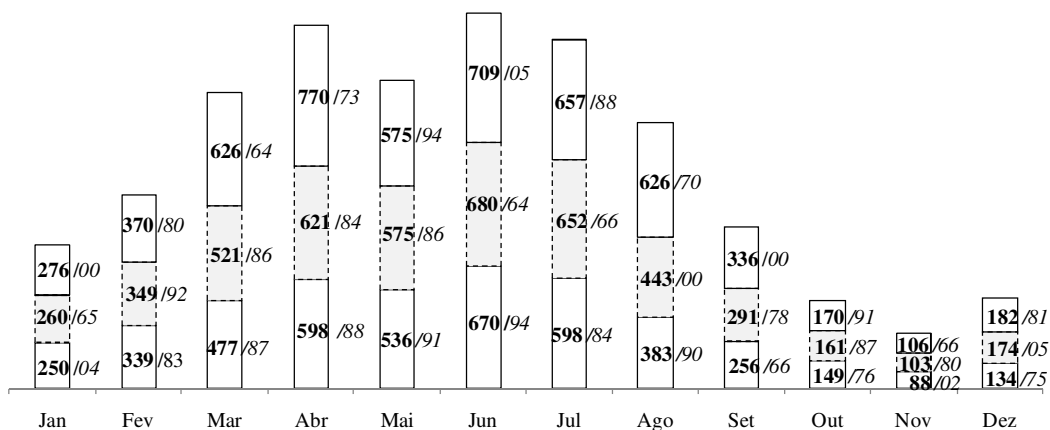


Figura 25 - Representação dos três maiores recordes da precipitação mensal já registrados no período de 1961 a 2008, com seus respectivos valores e ano de ocorrência.

De acordo com as análises, verificou-se que as maiores frequências mensais dentro da categoria Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso são observadas no período de abril a julho, revelando que nesses meses observam-se os maiores desastres na cidade. Convém apontar o trimestre maio-junho-julho, que de forma geral, são os meses de maior ocorrência de deslizamentos, coincidindo com os meses mais chuvosos. Também é oportuno mencionar que o período de março a agosto apresentaram pelo menos um mês com chuvas acima de 600 mm, sendo junho onde se observaram os maiores recordes de precipitação em um mês.

Apesar de julho de 1975 não estar entre os maiores recordes de precipitação, é digno comentar, pois representou um dos maiores desastres já observados em Recife. A precipitação observada foi de 556,2 mm distribuídos em 25 dias, representando 56% acima da média histórica. A cheia de 1975, considerada a maior calamidade do século, ocorreu entre os dias 17 e 18 de Julho, deixando 80% do perímetro urbano da cidade do Recife sob as águas. Causando a morte de 107 pessoas e desabrigando outras 350 mil, a cheia atingiu outros 25 municípios da bacia do Capibaribe. Na Capital e interior, 1.000 km de ferrovias foram interditados, pontes desabaram, casas foram arrastadas pelas águas.

Só no Recife, trinta e um (31) bairros, trezentas e setenta (370) ruas e praças ficaram submersos; 40% dos postos de gasolina da cidade foram inundados, o sistema de energia elétrica foi cortado em 70% da área do município, e quase todos os hospitais recifenses ficaram inundados (www.pe-az.com.br). Por terra, o Recife ficou isolada do resto do País durante dois dias. Nessa época, concluída no ano de 1973, só existia a barragem de Tapacurá, operando na atenuação das cheias do rio Tapacurá. A Figura 26a revela flagrantes de inundações em setores isolados do Recife, já a Figura 26b ilustra a ponte da Torre submersa com a elevação das águas do Capibaribe, a margem da Rua Conde de Irajá ficou inacessível pela ponte, e a Figura 26c representa a destruição na cabeceira da ponte da Torre.



(a)

Fonte: www.pe-az.com.br



(b)



(c)

Crédito: Alcir Lacerda

Figura 26 – Fotografias de áreas inundadas pela cheia de 1975 na cidade de Recife.

É oportuno apontar a avaliação de Almir Cirilo (Jornal do Comércio, 2011): “a cheia de 1975 foi extraordinária, mas não foi excepcional. Não foi a bacia do Capibaribe inteira que contribuiu para o alagamento. Se fosse, o desastre teria sido maior. A cheia foi reflexo da parte baixa, por isso não foi excepcional”. Ele afirma que podem acontecer vazões maiores que aquela, mas as quatro barragens em operação (Tapacurá, Jucazinho, Goitá e Carpina) reduzirão o impacto das águas.

A capacidade de controle de enchentes das barragens depende de um monitoramento contínuo das comportas e vertedouros, que devem ser sempre testados para se evitar surpresas. “Como o Sistema Tapacurá está sendo usado mais para o abastecimento da população, ele conta muito com os outros reservatórios para cumprir seu papel de contenção de cheias”. A múltipla função das barragens (controle de cheias e abastecimento), segundo o Almir Cirilo, é uma tendência mundial. “Mas o monitoramento tem de ser muito grande. Chuvas intensas à jusante do reservatório de Tapacurá podem provocar enchentes no Recife”.

Ressalta-se que Recife é uma planície baixa e por isso as águas têm dificuldade para escoar. Em 1975 a cheia coincidiu com a maré alta e como o Rio Beberibe também transbordou, a situação foi catastrófica.

A partir das discussões acima, é fato que as inundações, de uma forma geral, constituem-se em um dos mais severos fenômenos naturais, ocasionando destruições, perdas de vidas, perdas materiais, ou seja, danos das mais variadas espécies. A problemática das inundações é agravada se áreas densamente ocupadas são atingidas, sendo um dos principais fatores a falta de planejamento urbano, resultante da especulação imobiliária e a ocupação das várzeas dos rios, associadas as condições econômicas.

4.1.3. Classificação e Análise da Precipitação Anual

A Tabela 16 mostra a classificação da intensidade da precipitação anual relacionada às ordens quantílicas obtidas para Recife, desde um ano Muito Seco classificado pelo quantil Q(0,005) com precipitação anual inferior a 1483,9, mm, até um ano Extremamente Chuvoso, quando a precipitação for maior ou igual 3359,0 mm/ano, determinado pelo quantil Q (0,95). Saber a intensidade da precipitação é de fundamental relevância para os diversos setores da sociedade civil, uma vez que a mesma em excesso ou em escassez podem provocar significativas mudanças sociais e econômicas nas cidades, em virtude dos impactos decorrentes.

Tabela 16 - Classificação da intensidade da precipitação anual para Recife-PE relacionada às ordens quantílicas.

Categorias	Intensidade da Precipitação (mm)
Muito Seco (MS)	$P < 1483,9$
Seco (S)	$1483,9 \leq P < 2001,9$
Normal (N)	$2001,9 \leq P < 2288,1$
Chuvoso (C)	$2288,1 \leq P < 2475,9$
Muito Chuvoso (MC)	$2475,9 \leq P < 3359,0$
Extremamente Chuvoso (EC)	$P \geq 3359,0$

Depois de definir os limiares para classificação da intensidade da precipitação anual, é oportuno apresentar a distribuição temporal das chuvas em função dos registros dos escorregamentos de barreiras observados no período de 2004 a 2008, conforme Figura 27. Nesse período, destaca-se o ano de 2008, considerado Chuvoso, com 1058 deslizamentos e precipitação acumulada no ano de 2439,3mm. Por outro lado, 2005 classificado dentro da categoria Chuvoso e com 259 registros de escorregamentos. Esse fato revela que o número de escorregamentos observados em um ano não está associado diretamente a intensidade da precipitação acumulada anual, mas está associado à ocupação irregular dos terrenos associados à distribuição e intensidade da chuva diária, que contribuem para a saturação dos solos, derrubando barreiras e com elas, muros, árvores, casas, entre outros, e principalmente as famílias vítimas desse desastre.

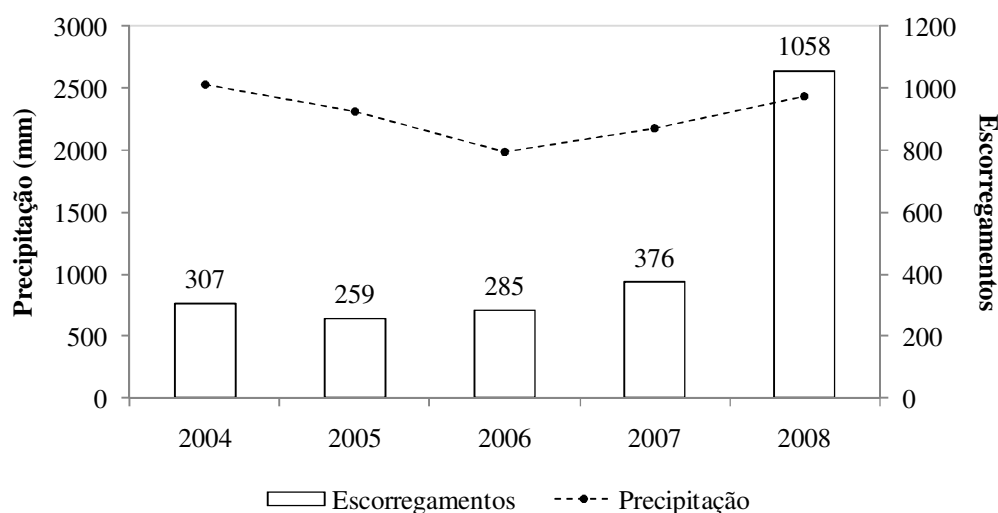


Figura 27 - Evolução temporal da precipitação(mm) e o número de ocorrência de escorregamentos registrados no período de 2004 a 2008 em Recife-PE.

A freqüência acumulada observada e relativa anual está demonstrada através da Figura 28. Como pode ser visto, 60% dos anos apresentaram precipitação variando de 2001,9 mm a

2475,8 mm correspondendo as classes Normal e Chuvoso. As classes Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso correspondem a 8% e 6% dos anos, com precipitações acumuladas acima de 2475,8 mm, com frequência de pelo menos 3 anos com esta magnitude. Cabe ressaltar a frequência de anos secos, com registros de 10 anos, corresponde a 21%. Já os anos dentro da categoria Muito Seco compreendem apenas 4% com precipitação acumulada inferior a 1483,9 mm, equivalente a 2 anos. Fazendo uma análise dos registros de chuva desde 1961 a 2008 mostra que o número de eventos no ano com chuva acima de 2288 mm corresponde a 49% da série estudada, ou seja, 24 anos apresentaram chuvas acima dessa intensidade, evidenciando uma grande probabilidade de acúmulo de água no solo ao longo de um ano, podendo acarretar desastres no meio.

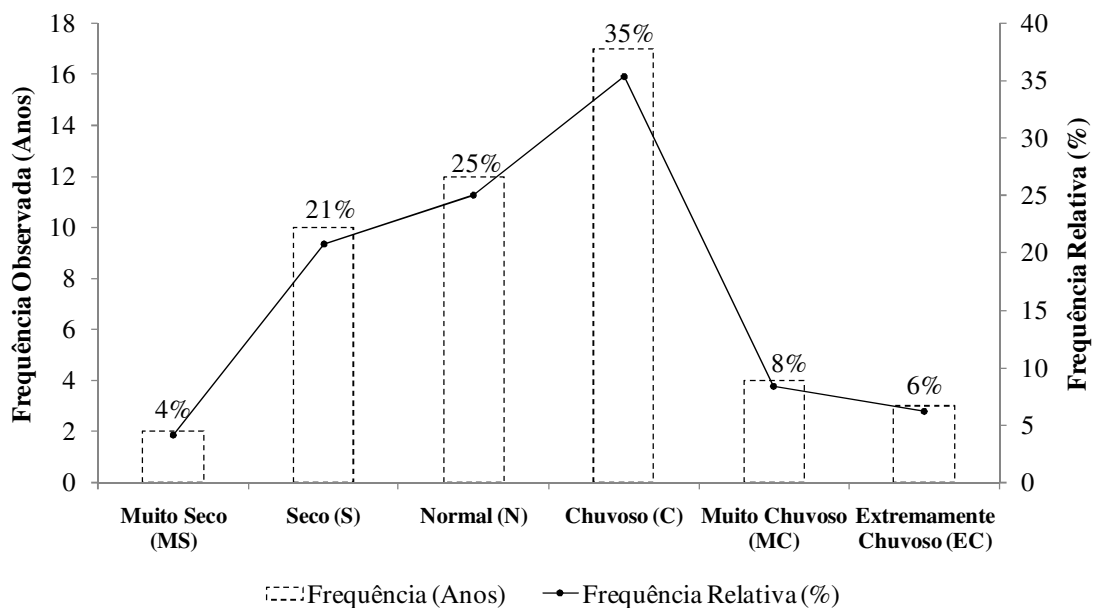


Figura 28 - Frequência observada e relativa (%) anual por categoria (MS, S, N, C, MC e EC).

A distribuição da intensidade da precipitação anual desde um ano Muito Seco até um ano Extremamente Chuvoso está demonstrada através da Figura 29, a qual revela que os anos chuvosos representam a maior frequência com ocorrência de 17 anos, salientando que a partir de 1985 a frequência de chuvas com esta intensidade aumenta, diferentemente da categoria Normal, com registros de 12 anos, que a partir desse ano diminui. Os anos Muito Chuvosos correspondem a 1966, 1970, 1973 e 1984 com 2798,7mm, 2912 mm, 2908,6 mm e 2865,8 mm, respectivamente, todos observados antes de 1985. Já a categoria Extremamente Chuvoso apresenta três anos com esta intensidade, sendo o ano de 1964 com 3527,1 mm antes de 1985, e os anos de 1986 e 2000 com 3441,1 mm e 3359,0 mm, respectivamente.

Esta análise evidencia que há duas “janelas climáticas” uma período antes de 1985 com maior frequência de chuvas anuais dentro das categorias Normal e Muito Chuvoso, e um período posterior a 1985 com maior frequência das classes Chuvoso e Extremamente Chuvoso, mostrando tendência de aumento dessas categorias, como visto por Araújo *et al.* (2009) para a região localizada entre o Litoral e o Cariri paraibano, que observou as duas janelas climáticas semelhantes ao observado nesse estudo.

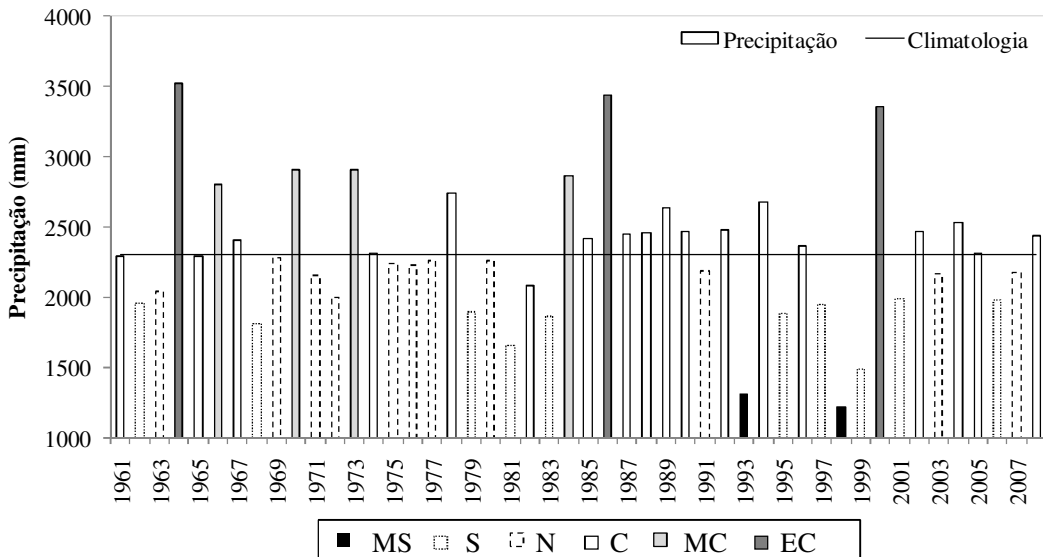


Figura 29 - Evolução temporal da precipitação anual observada nas categorias Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C); Muito Chuvoso (MC) Extremamente Chuvoso (EC).

A Figura 30 representa as precipitações máximas e mínimas observadas em um ano, conforme a classificação da intensidade da precipitação. Considerando um ano Muito Seco e Seco (Figura 30a,b), os máximos valores foram observados em 1993 e 2001 com 1315mm e 1986mm, respectivamente, e os mínimos em 1998 e 1999. Cabe ressaltar que de acordo com Araújo *et al.* (2009), através do índice de anomalia de chuva verificou que o ano de 1993 foi classificado de Seco a Muito Seco e 1998 Extremamente Seco, os quais estão associados a atuação de episódios de El Niño, bem como a outros fatores como o dipolo do Atlântico. Os máximos valores anuais dentro da categoria Normal e Chuvoso foram de 2283mm em 1969 e 2744mm em 1978, conforme ilustra a Figura 30c,d. Levando em consideração as classes Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso (Figura 30e,f), destacaram-se os anos 1970 (2912mm) e 1964 (3527mm), respectivamente, por outro lado, os menores totais anuais foram observados em 1966 e 2000.

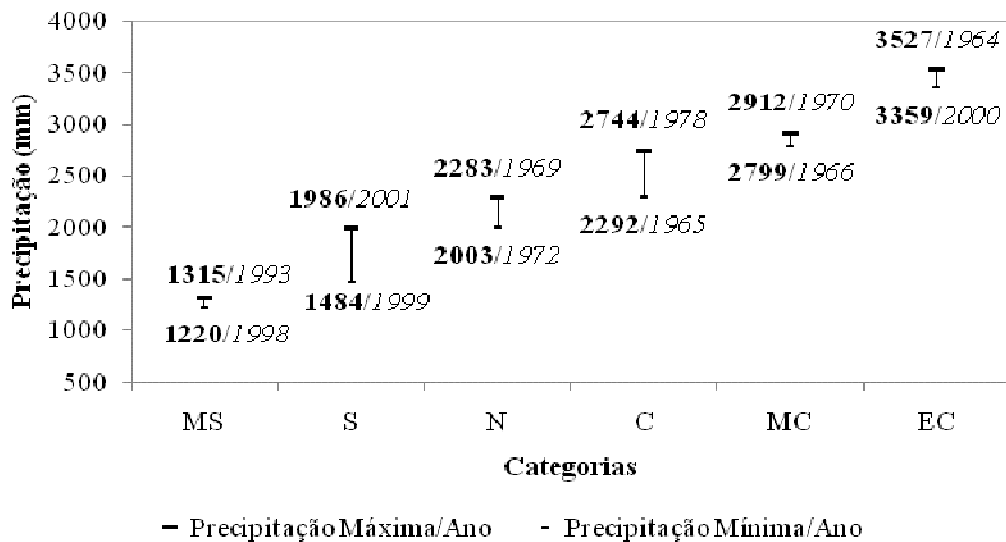


Figura 30 – Representação da precipitação máxima e mínima observada em um ano nas categorias Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C); Muito Chuvoso (MC) Extremamente Chuvoso (EC).

As informações destacadas na Figura 31 mostram a evolução temporal da precipitação anual e climatologia, com os cinco maiores recordes observados em um ano já registrados no

período de 1961 a 2008. Verifica-se grande variabilidade interanual da precipitação, com 22 anos com valores acima da média climatológica anual e 26 anos abaixo. Os cinco maiores totais anuais já observados foram registrados nos anos de 1964 com 3527,1mm, 1986 com 3441,1 mm, 2000 com 3359mm, 1970 com 2912mm e 1973 com 2908,6mm, representando 53%, 49%, 46%, 26% e 26% acima da média histórica, respectivamente.

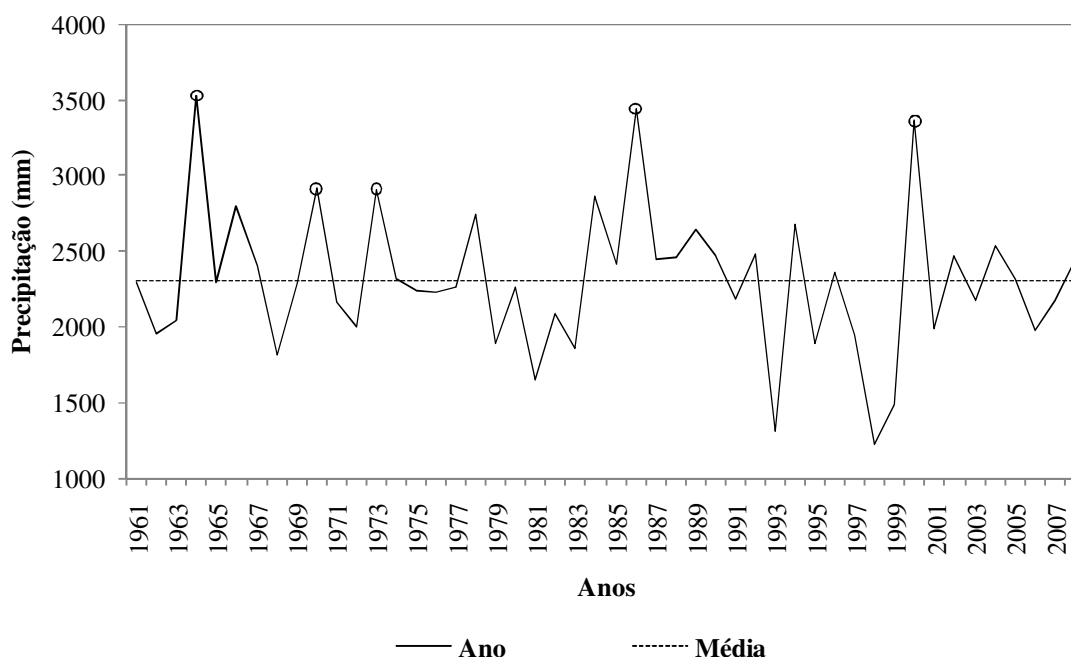


Figura 31 – Evolução temporal da precipitação anual e média climatológica, destacando os cinco maiores registros observados em um ano registrados no período de 1961 a 2008 em Recife.

A precipitação decadal anual e mensal está demonstrada através das Figuras 32 e 33. As décadas de 1961-1970 e 1981-1990 ficaram acima da média, e o período de 1971 a 1980 em torno da climatologia (Figura 32). Por outro lado, destaca-se a década de 1991-2000 com valor médio de 2096 mm nos 10 anos, representando o período mais seco já observado neste trabalho. Cabe ressaltar que esta década foi considerada uma das mais secas do século XX, associada a dois episódios muito intensos do fenômeno El Niño já registrados na história. O período de 2001 a 2008 mostra precipitação em torno da média histórica. Destacam-se os meses de junho referente ao período de 2001 a 2008 e julho na década de 80 (Figura 33), os quais apresentaram os maiores valores já observados em uma década, correspondendo a 7% e 25% acima da normal climatológica.

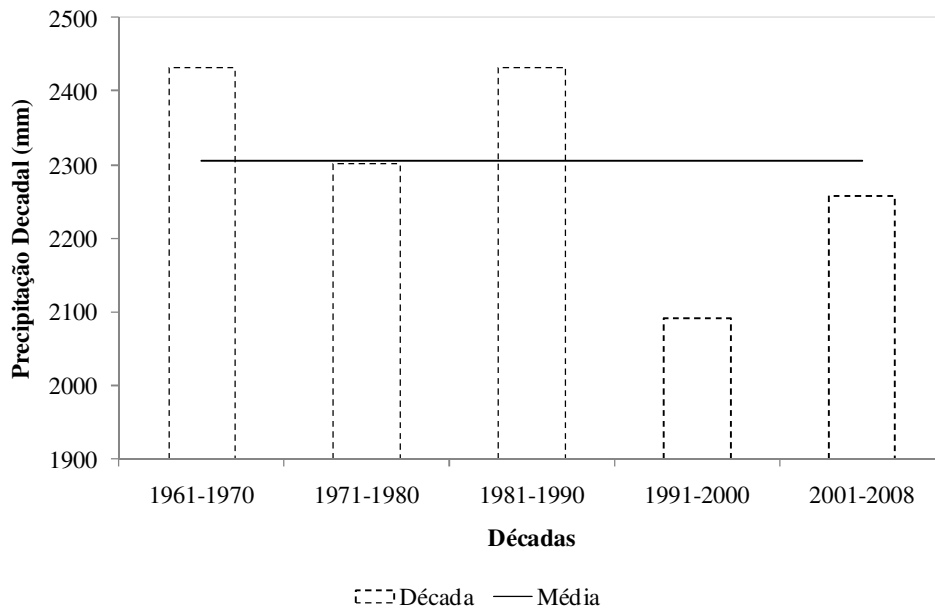


Figura 32 – Representação temporal da precipitação anual decadal das últimas quatro décadas em Recife.

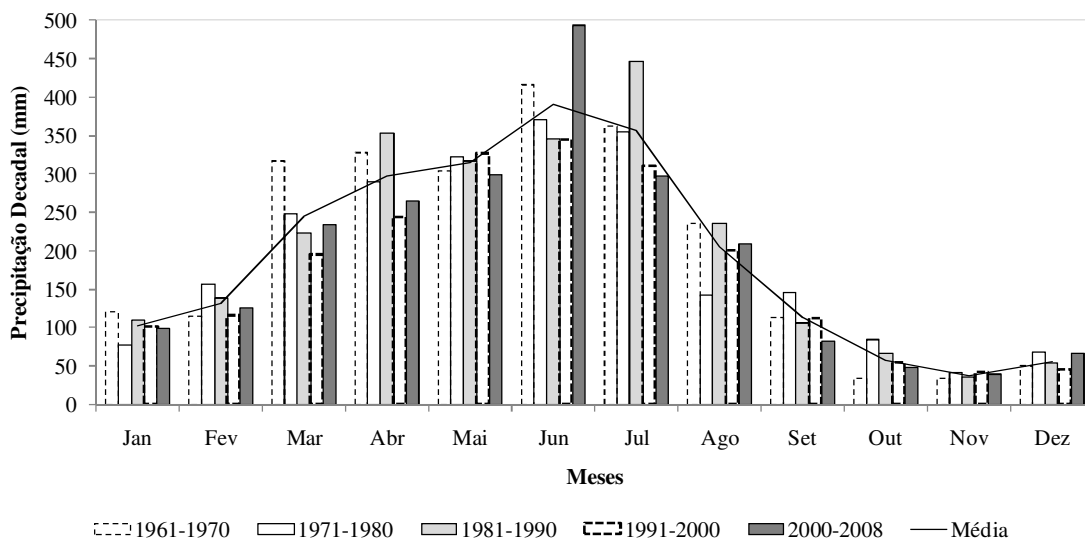


Figura 33 – Representação temporal da precipitação mensal decadal das últimas quatro décadas em Recife.

A Figura 34 representa a distribuição espacial da precipitação decadal mensal no período de 1961 a 2008. De maneira geral, verifica-se um padrão de normalidade com as maiores chuvas observadas no período de abril a julho, oscilando entre 300 e 400 mm até o início da década de 80. Nota-se que as décadas de 80 e o período de 2001-2008 as precipitações ficaram acima da normalidade, evidenciando mais uma vez as duas janelas climáticas identificadas. Já o período de 1991 a 1999, percebe-se um redução consideração das chuvas, fato esse associado a atuação de dois episódios forte de El Niño ocorridos entre 1993/1994 e 1997/1998, influenciando diretamente na redução das chuvas em Recife e na região Nordeste do Brasil.

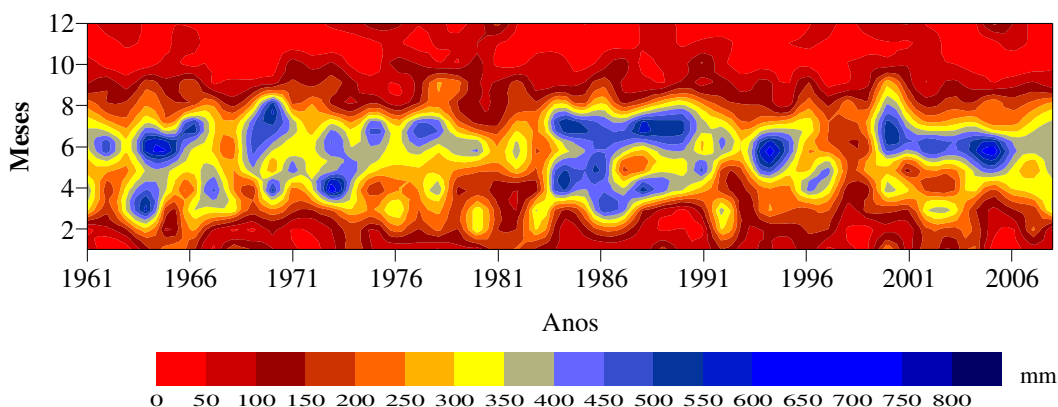


Figura 34 – Distribuição espacial da precipitação decadal no período de 1961 a 2008 em Recife.

Através da análise da chuva anual no período de 1961 a 2008, diagnosticou-se que os anos classificados como Chuvoso, Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso, com total acumulado de precipitação em um ano acima de 2288 mm, correspondem a 49% da série analisada, correspondendo a 24 anos com chuvas acima dessa magnitude, com maior frequência de anos dentro da categoria Chuvoso e Extremamente Chuvoso após 1985, evidenciando uma grande probabilidade de acúmulo de água no solo e nos reservatórios de água ao longo de um ano, podendo acarretar desastres no meio. Cabe ressaltar que os anos classificados com estas categorias não implicam necessariamente em anos com elevado número de desastres, pois os escorregamentos, alagamentos, danos materiais e humanos estão associados a intensidade da chuva diária, aliado à ocupação irregular dos terrenos e as condições sociais e econômicas de um local.

Assim, após determinação dos limiares apropriados para classificação da intensidade da precipitação diária, mensal e anual, os quais contribuirão para os diversos setores da sociedade, verificou-se a importância de demonstrar impactos associados às chuvas, alguns passíveis de avaliação e outros incalculáveis, como a perda de vidas humana, conforme o item a seguir.

4.2. Impactos Decorrentes da Precipitação

As chuvas, considerada um fenômeno natural, associadas com o padrão de ocupação urbana irregular têm provocado danos e prejuízos, os quais geram dimensões ambientais, materiais e humanas, alguns identificáveis e passíveis de avaliação e outros subjetivos e incalculáveis. A fim de ilustrar alguns impactos acerca do tema, foram elaborados alguns gráficos com informações pautadas pelos registros da CODECIR e CODECIPE, conforme a seguir.

As ocorrências de deslizamentos e de inundações são fenômenos naturalmente associados às chuvas, como ilustra a Figura 35, e tem causado graves acidentes na cidade do Recife. Percebe-se que há uma boa correlação estatística do número de escorregamentos de barreiras ($\square_{(A,P)} = 0,56$) e alagamentos ($\square_{(E,P)} = 0,77$) com a precipitação. É notável o expressivo número de desastres no período analisado, com uma média de 358 deslizamentos e 205 pontos de alagamentos por ano. Cabe destacar o ano 2000 com os maiores registros, cuja precipitação total anual foi de 3359 mm, com ocorrência de 1015 escorregamentos e 770 alagamentos. Em 2008, destaca-se o número de escorregamentos chegando a 1058 registros. Esse elevado valor está associado ao monitoramento da CODECIR, que até agosto de 2007 os deslizamentos registrados restringiam-se aos mais significativos, ou seja, que causavam danos nas edificações, denominados de grande porte. A partir de setembro de 2007 passaram a ser registrados todos os

escorregamentos, visto que mesmo aqueles com característica de pequeno porte representam riscos potenciais (CODECIR, 2008).

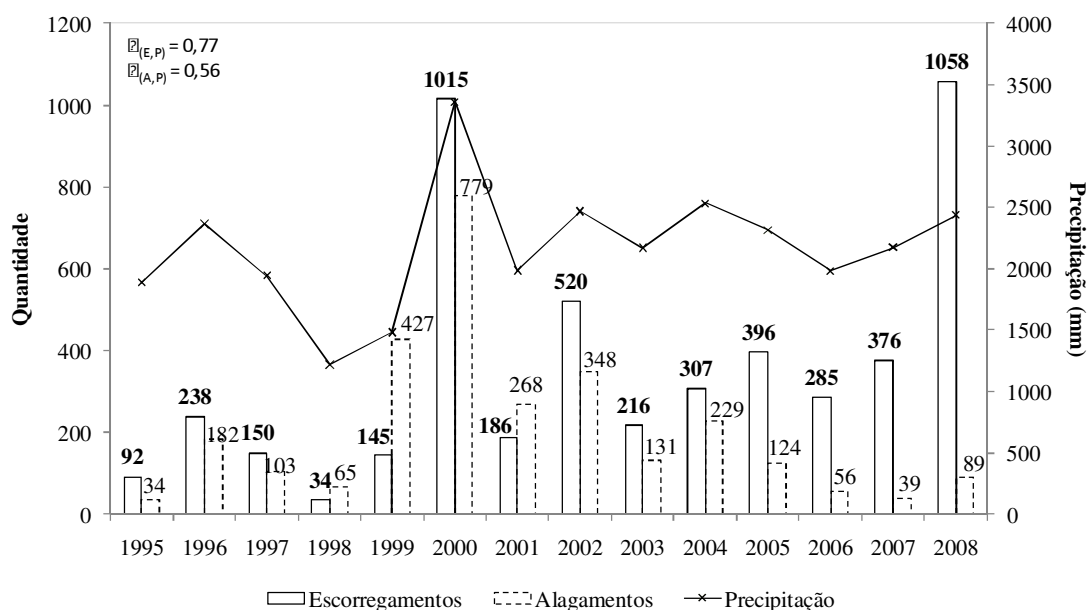


Figura 35 – Número de deslizamentos e alagamentos registrados no período de 1995 a 2008 em Recife.

Ao analisar os desastres na Figura 35, percebe-se que nos grandes centros urbanos, a falta de uma infra-estrutura eficaz, aliada as áreas que grande parte da população sobrevive, em virtude das condições econômicas, são localidades de pequeno ou quase nenhum valor imobiliário, sujeitas a riscos em potencial, como nas cristas dos morros, nos taludes de encostas, nas áreas ribeirinhas, em lixões, etc. Infelizmente, essas condições associadas aos eventos extremos de precipitação em um dia ou em poucos dias podem resultar, muitas vezes, em danos irreparáveis, como a perda de vidas, levando a intensificação do desastre social, sendo um dos principais responsáveis a ausência de políticas públicas que direcionem uma melhor distribuição de renda, educação, moradia digna, saúde, entre outros, principalmente a nível local. Salienta-se que o desastre social no mundo é lento, progressivo e de alta magnitude.

Assim, é digno de nota ilustrar os óbitos registrados em Recife oriundos dos desastres associados aos eventos extremos de chuva de 1984 a 2008, conforme Figura 36. No período analisado foram contabilizando 97 mortes, com destaque para o ano de 1996 com 43 perdas de vida e precipitação total anual de 2365 mm, correspondendo a apenas 3% acima da climatologia, sendo que esses óbitos foram registrados em abril, cuja precipitação foi de 463 mm, equivalente a 56% acima do esperado. Cabe ressaltar que dessas mortes, 16 foram registradas no Córrego do Boleiro, bairro Nova Descoberta, 10 no Ibura e 7 no Jordão, e os outros localizados nos demais bairros. Apesar do acentuado número de vítimas, nota-se uma tendência de diminuição de óbitos ao longo dos anos, mesmo com o elevado número de desastres, resultado da gestão de risco a desastres, especialmente a partir de 2001, com a implantação de um novo modelo de Defesa Civil, com o Programa Guarda-Chuva, tendo como estrutura básica a CODECIR e agregando um grande número de parceiros entre os órgãos municipais, articulados com órgãos estaduais e federais. Para fortalecer a relação da população com a CODECIR foi ampliada e adequada a um modelo de gerenciamento que passou a ser constituída por cinco regionais de morro (Norte, Sul, Nordeste, Noroeste e Oeste), e uma de planície, Figura 5, permitindo o acesso mais fácil e rápido da população afetada. Considera-se que todos esses fatores somados são reflexos da atuação da CODECIR, como resultado menos danos materiais e humanos, apesar de ainda não ser um modelo eficiente na gestão de risco.

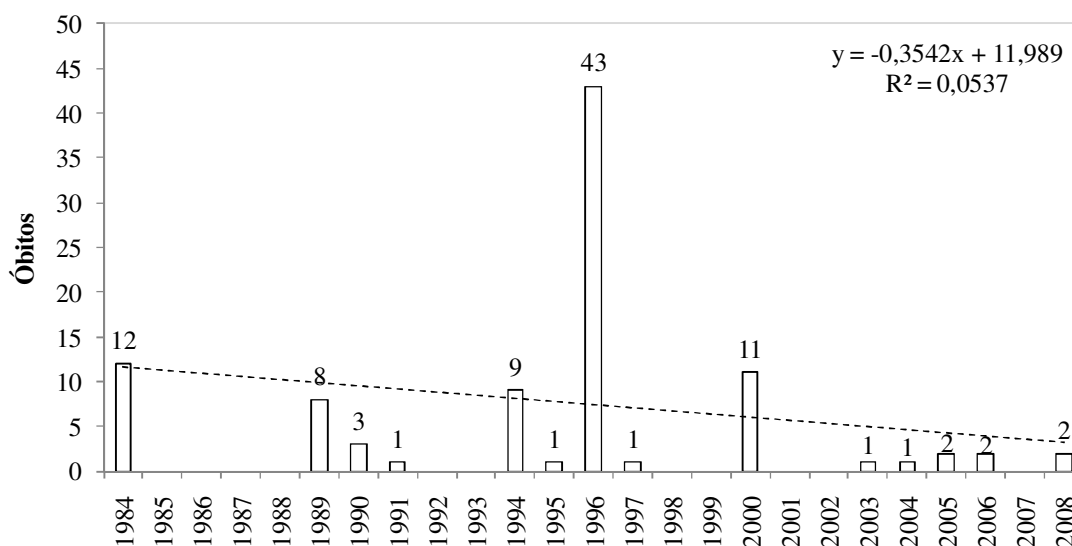


Figura 36 - Número de óbitos registrados no período de 1984 a 2008 em Recife.

É notável o resultado que a cidade obteve, graças à implantação de um novo modelo de Defesa Civil com um monitoramento mais eficaz, mas é perceptível a necessidade de melhorias significativas, pois quando há registros de precipitação intensa concentrados em um dia ou poucos dias, o cenário de desestruturação da rotina é visível na cidade do Recife. Todavia, tal rotina é relativamente reconstituída após um evento extremo de chuva, pois as vias públicas principais são limpas e recapeadas, permitindo a volta do fluxo dos veículos automotores, as árvores caídas são recolhidas do local, o serviço de eletricidade volta à normalidade, etc. Entretanto, nas residências estão os mais devastadores e permanentes efeitos das chuvas, que muitas vezes são danificadas ou destruídas, além dos bens materiais como geladeira, televisão, entre outros que ficam inutilizados, e principalmente a integridade física e moral das famílias, cujo sentimento de medo e de insegurança refletem ao longo de suas vidas, revelando a vulnerabilidade do ser humano frente aos desastres. De acordo com Valencio e Siena (2004) a vulnerabilidade da moradia e os riscos à integridade física da família têm imbricações com a fragilização social do grupo, que antecede e independe das chuvas.

O monitoramento das ações da Defesa Civil e dos desastres é de suma importância para gestão de risco em um determinado local, pois constituem a base para o entendimento dos problemas decorrentes, assim como para solucionar ou mitigar os impactos associados aos desastres. Nesse sentido, é relevante ilustrar a quantidade de ocorrências, vistorias e varreduras realizadas no período de 2001 a 2008 a partir da Figura 37. É evidente o aumento do número de chamados atendidos e das vistorias realizadas ao longo dos anos. Ressalta-se que a maior quantidade destes chamados é para colocação de lonas plásticas, tornando esta atividade representativa no gerenciamento do risco por parte da população, apesar de ser uma medida paliativa. Isso vem consolidar as medidas adotadas nas áreas de risco, priorizando a prevenção e o trabalho permanente da Defesa Civil, que antes de 2001 atuava apenas em épocas de emergência, ou seja, quando havia precipitações intensas que desencadeavam algum desastre.

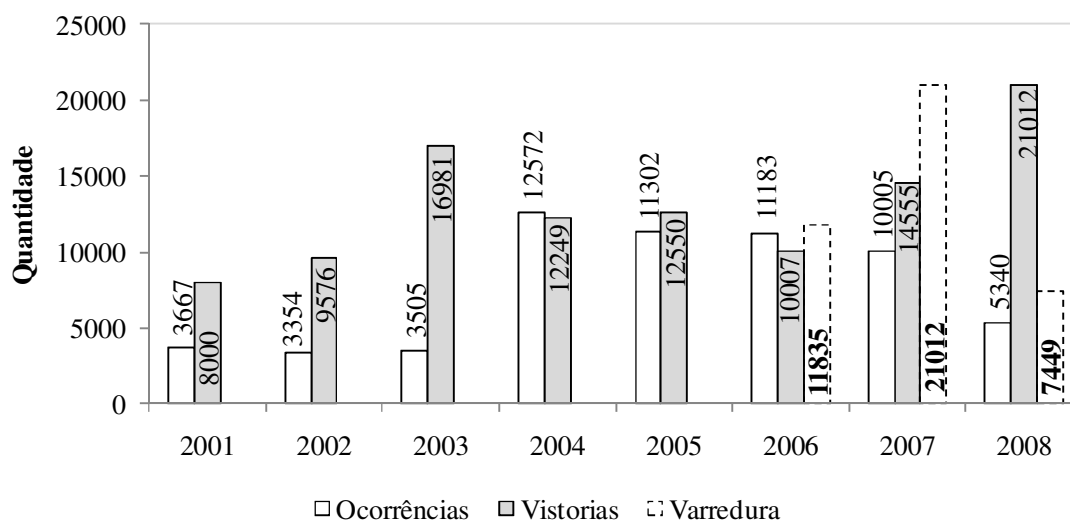


Figura 37 - Número de ocorrências (chamados atendidos), vistorias e varreduras realizadas no período de 2001 a 2008 em Recife.

A Figura 38 representa a quantidade de lonas plásticas por metro quadrado colocadas nas encostas com maior probabilidade de deslizamento. Nota-se o ano de 2001, início da nova gestão, que apresentou a maior quantidade de lonas plásticas por metro quadrado, chegando a 1.861.076 m², e nos anos decorrentes uma redução. Esse fato evidencia uma diminuição do número de encostas com probabilidade de deslizar, o qual está associado a atuação da CODECIR na redução da vulnerabilidade, pois as lonas plásticas são utilizadas como medida preventiva de caráter temporário e como medida emergencial durante o inverno.

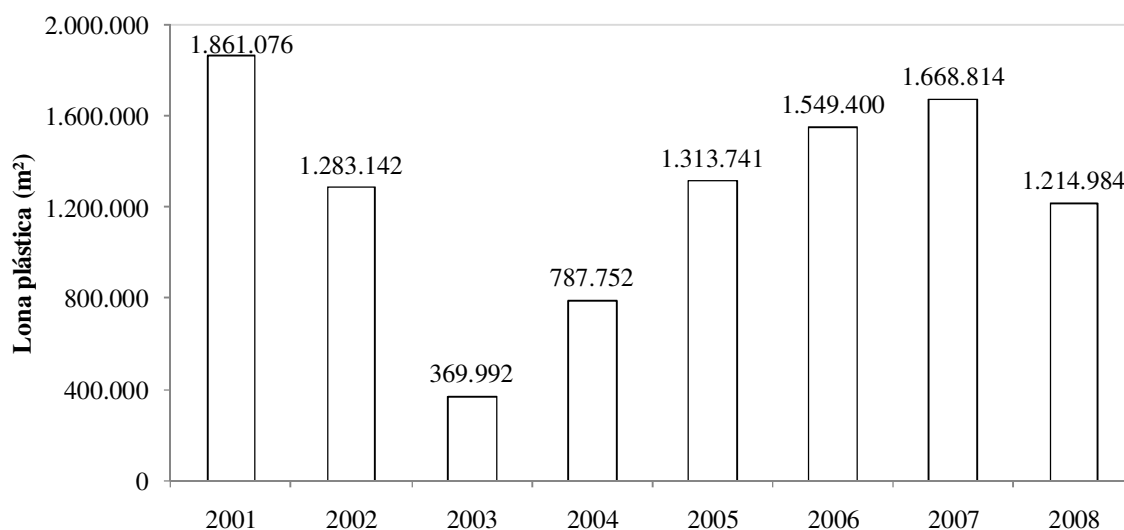


Figura 38 - Colocação de lonas plásticas em encostas observadas no período de 2001 a 2008 em Recife.

Outra ação preventiva na redução dos desastres está associada à erradicação e poda de árvores. A Figura 39 representa a quantidade de árvores erradicadas e podadas no período de 2001 a 2008, demonstrando, de forma geral uma redução ao longo dos anos dessa ação. Destaca-se 2006 com o maior número de erradicação e podas, devido ao início das varreduras. Essa medida é considerada preventiva, pois o corte ou poda de árvores diminuem o risco de quedas próximas as residências. Nas encostas, que tem pouca terra, o acúmulo de água as torna mais instáveis, provocando a queda de árvores. Por isso não se deve plantar nos morros bananeiras e outras plantas de raízes curtas, pois não fixam no solo e aumentam os riscos de deslizamentos. Por outro lado, uma inquietação, como erradicar, por exemplo, um pé de bananeira com risco de

queda e aumento do desastre, se a família vulnerável a sofrer os impactos desse desastre necessita da bananeira como fonte de alimentação, uma vez que, muitas vezes, não dispõem de outro tipo de alimento! Fato este que merece uma reflexão: erradicar ou não a espécie que está colocando a família em risco?!

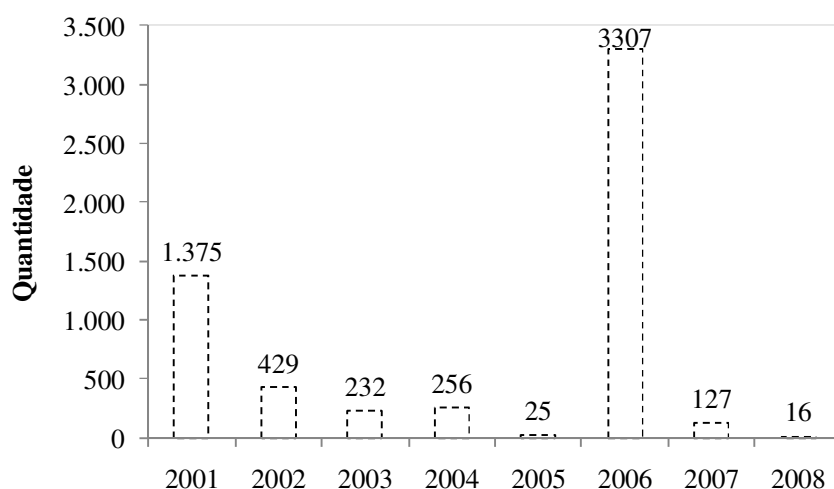


Figura 39 – Número de erradicação e poda de árvores registradas no período de 2001 a 2008 em Recife.

Observa-se na Figura 40 uma tendência significativa na redução do número de famílias beneficiadas com o auxílio moradia e retiradas das suas residências nos últimos anos, e diminuição na quantidade de famílias retiradas das áreas de risco sem nenhuma remuneração, caracterizando o planejamento das ações de manutenção e monitoramento da defesa civil local. A redução da retirada de famílias demonstra, de forma geral, uma diminuição de áreas de risco na cidade como um todo, evidenciando a transferência do conhecimento técnico para os moradores aprenderem a conviver com os processos naturais e a reduzirem a vulnerabilidade, fiscalização e controle para evitar novas ocupações inadequadas, entre outras medidas. Cabe ressaltar que o Auxílio-Moradia, considerado um instrumento de política habitacional de curto prazo, mesmo em caráter temporário, garante um teto mais seguro para as famílias retiradas das áreas de risco.

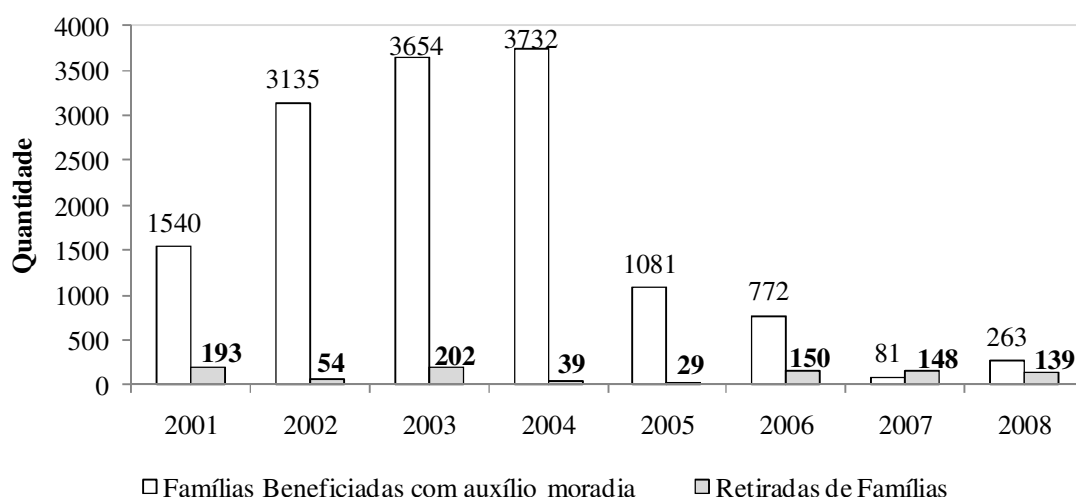


Figura 40 - Quantidade do número de famílias beneficiadas com auxílio moradia e retiradas de famílias de áreas de risco no período de 2001 a 2008 em Recife.

A cada estação chuvosa, as moradias nas áreas planas ficam sujeitas as inundações e as localizadas nas encostas aos impactos associados aos escorregamentos, gerando danos materiais e humanos aos que residem no local, além de colocar em risco a integridade física e emocional

dos residentes. Quando as residências são afetadas por tais desastres as repercussões são muito complexas em relação à rotina das famílias, em virtude das perdas materiais e humanas. Neste sentido é importante mostrar o número de demolição de imóveis e de muros no período de 2001 a 2008 em Recife, conforme Figura 41, o qual representa uma diminuição considerável no número de demolições, especialmente de imóveis a partir de 2004. Mais uma vez demonstra a atuação da CODECIR no monitoramento e redução de desastres.

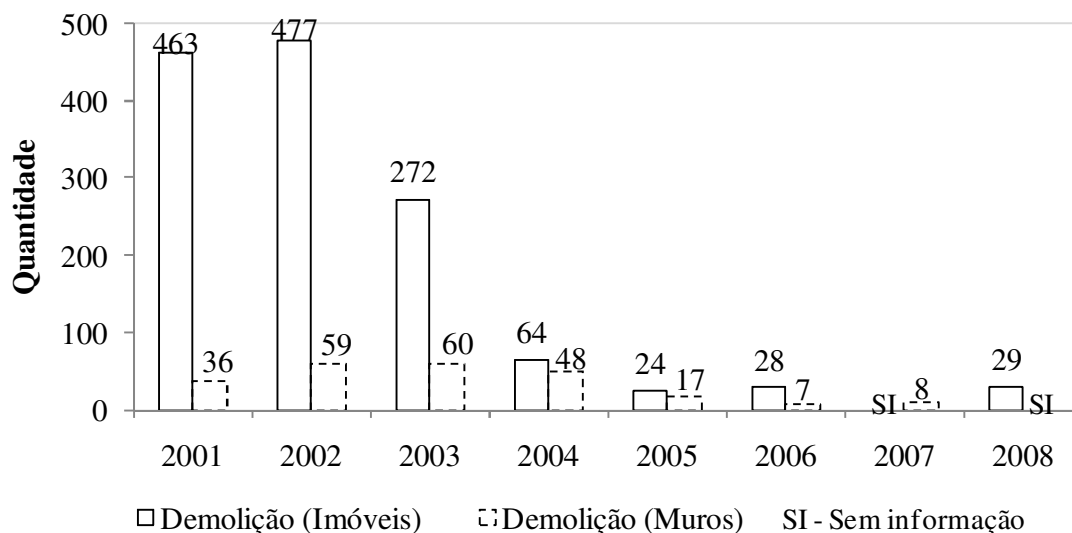


Figura 41 - Quantidade do número de Demolição de Imóveis e de Muros no período de 2001 a 2008 em Recife.

É evidente que a destruição ou danificação na estrutura de uma casa envolve, no geral, perda dos bens permanentes e de consumo da família, como eletrodomésticos, móveis, alimentos, vestuário, material escolar, equipamentos eletrônicos; isto é, envolve a perda daquilo que se precisa para satisfazer necessidades dentro e fora do lar. Vale ressaltar a perda documental, de caráter existencial, como registros de nascimento, carteira de identidade, CPF, etc, refletindo na perda de identidade com ser humano dentro da sociedade. De acordo com Valencio (2005) o deslocamento da família para outro lugar, quando os riscos de colapso das obras civis são tidos como alto pela Defesa Civil, ou quando o colapso já ocorreu, colocam-no na condição de desalojado – quando é aceito a compartilhar a moradia com parentes e amigos – ou de desabrigado – quando, na ausência da alternativa acima, é obrigado a fixar-se temporariamente em abrigos públicos – dissolvendo-se, em ambos os casos, suas referências usuais de vizinhança.

Assim, é oportuno evidenciar o número de famílias desalojadas e desabrigadas no período de 2005 a 2008 em Recife (Figura 42), indicando uma tendência de diminuição da remoção de famílias, ou seja, uma redução das áreas mais vulneráveis a desastres ao longo da cidade, mesmo considerando poucos anos com informações acerca do tema, os quais ainda são reflexos da gestão da CODECIR, revelando a necessidade da melhoria no monitoramento.

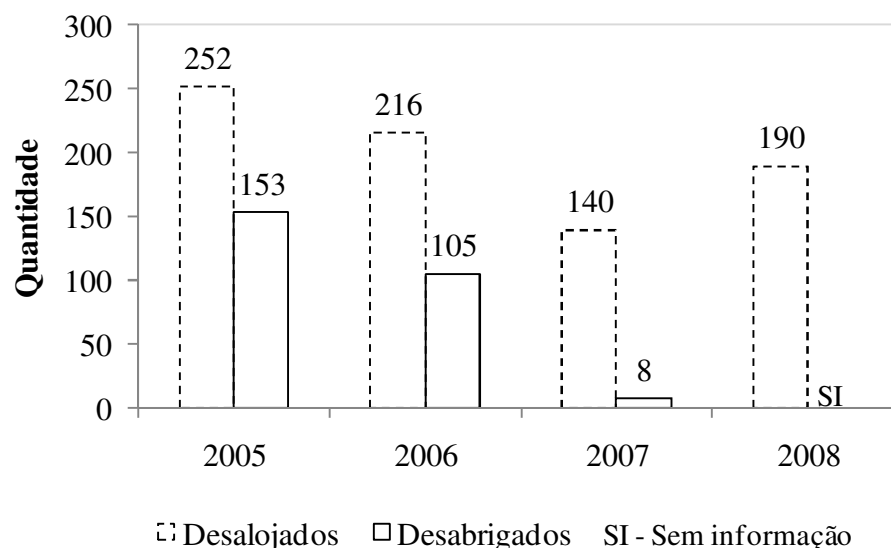


Figura 42 – Número de famílias desalojadas e desabrigadas no período de 2005 a 2008 em Recife.

Cabe ressaltar que não é de hoje que as pessoas convivem com esses riscos, pois a medida que as sociedades vão evoluindo, as cidades crescendo, os riscos de desastres vão ultrapassando os limites da tolerância nos planos social, psicológico, ambiental, no próprio desenvolvimento. Segundo Ferreira *et al.* (2008), os riscos atuais escapam da lógica do cálculo de risco e da seguridade de uma população. É a relação entre custo e benefício que o homem enfrenta no paradigma atual da sociedade de risco, ao optar pelo processo de modernização. Neste sentido, a Figura 43 denota a quantidade de residências danificadas (destruídas e danificadas) pela chuva e custos associados aos escorregamentos (Figura 43a) e alagamentos (Figura 43b). Apesar das poucas informações levantadas, verifica-se claramente que os escorregamentos de barreiras geram maiores impactos as residências em relação aos problemas oriundos dos alagamentos, com custos bastante elevados. Mesmo 2008 apontando os maiores registros de residências danificadas pelos deslizamentos e alagamentos, representa uma redução dos gastos para recuperação total ou parcial destes imóveis, revelando mais uma vez as ações da defesa civil local na minimização de desastres.

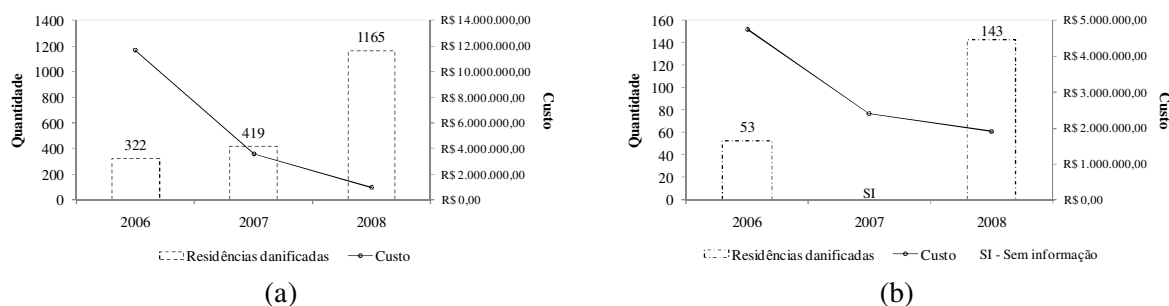


Figura 43 – Quantidade de residências danificadas (destruídas e danificadas) pela chuva e custos associados aos escorregamentos (a) e alagamentos (b).

Não poderia deixar de evidenciar outro problema que aflige Recife, principalmente durante o período chuvoso: a dengue, cujo coeficiente de incidência no período de 1995 a 2008 está ilustrado através da Figura 44, revelando que de 1995 a 1998 a taxa oscilou entre 400 e 600 casos notificados, havendo uma redução considerável entre os anos de 1999 e 2001. Salta os olhos 2002 com 2775 casos confirmados (por 100.000 habitantes) e no ano seguinte uma redução de grande importância, mesmo com o aumento da incidência a partir de 2004. Apesar das campanhas de saúde pública, o ano de 2002 começou com uma explosão epidêmica de dengue

jamais vista no Recife. Os números dão uma dimensão do problema: foram notificados 35.597 casos, dos quais 208 foram febre hemorrágica e 14 evoluíram para óbito, sendo detectados os três sorotipos da dengue em Recife, destacando-se o sorotipo 3 que ocorreu em 76,3% dos casos, conforme MONTENEGRO *et al.*(2006).

Percebe-se que a dengue deixou de ser apenas uma doença e se tornou uma questão política e social bastante complexa, pois a população mais afetada por essa epidemia são os mais pobres.

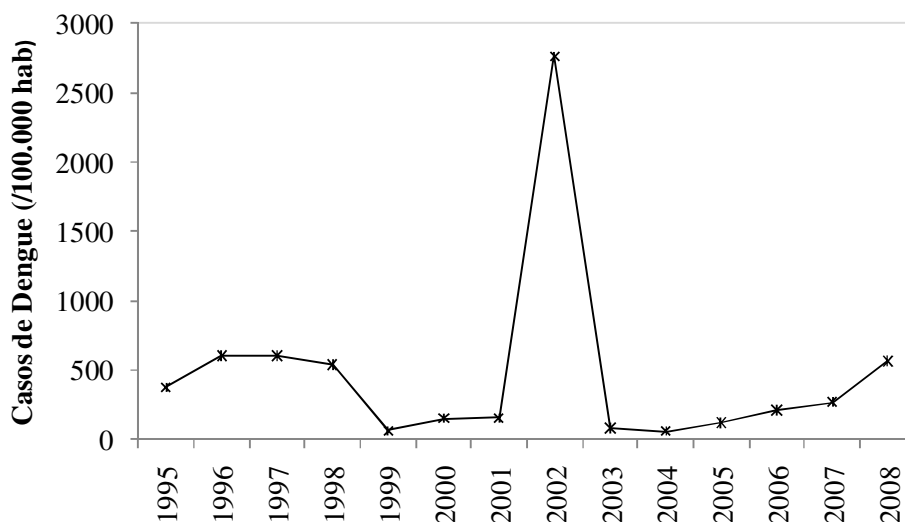


Figura 44 - Coeficiente de Incidência de casos de dengue (CI) por 100.000 habitantes no período de 1995 a 2008 em Recife-PE.

Enfim, é freqüente a ocorrência de desastres associados às chuvas, e principalmente as vulnerabilidades associadas à falta de infraestrutura que as cidades oferecem, aliados principalmente as condições sociais e econômicas da população mais pobre. Cabe ressaltar, também, que estes problemas são agravados pela sociedade, criando ou aumentando seus riscos, devido a falta de percepção e educação em relação ao meio, quando jogam lixo nas ruas, nos canais, etc, contribuindo para entupir os bueiros e conseqüentemente os alagamentos e inundações, conforme a Figura 45a fotografada no dia 19/04/2011 demonstrado a Avenida Abdias de Carvalho completamente submersa, e o lixo jogado no canal do rio Jordão registrado no dia 03/04/2011(Figura45b), em Boa Viagem, revelando o descaso ambiental do homem, cujas conseqüências são os transtornos gerados a própria população. O lançamento do lixo pela população não é direcionado apenas para o leito dos canais, mas também depositado nas suas margens, e aí permanecem até serem removidos pelo sistema de coleta de lixo local ou transportados pelo vento e/ou escoamento superficial, atingindo o sistema de drenagem.

Convém salientar que esses cenários repetem-se todos os anos, ou melhor, todos os dias, cujas trágicas situações logo se refletem e repercutem na vida das pessoas. Os escorregamentos e inundações representam os mais graves em termos de perda de vida e danos à propriedade. No entanto, quando acontece alguma situação desta natureza, muitos outros problemas emergem, produzindo outras calamidades à população, como a fome, as doenças, sem falar nas perdas humanas, principalmente entre as camadas mais pobres.



Crédito: Pollyana Barros
(a)



Crédito: Homero D'utra
(b)

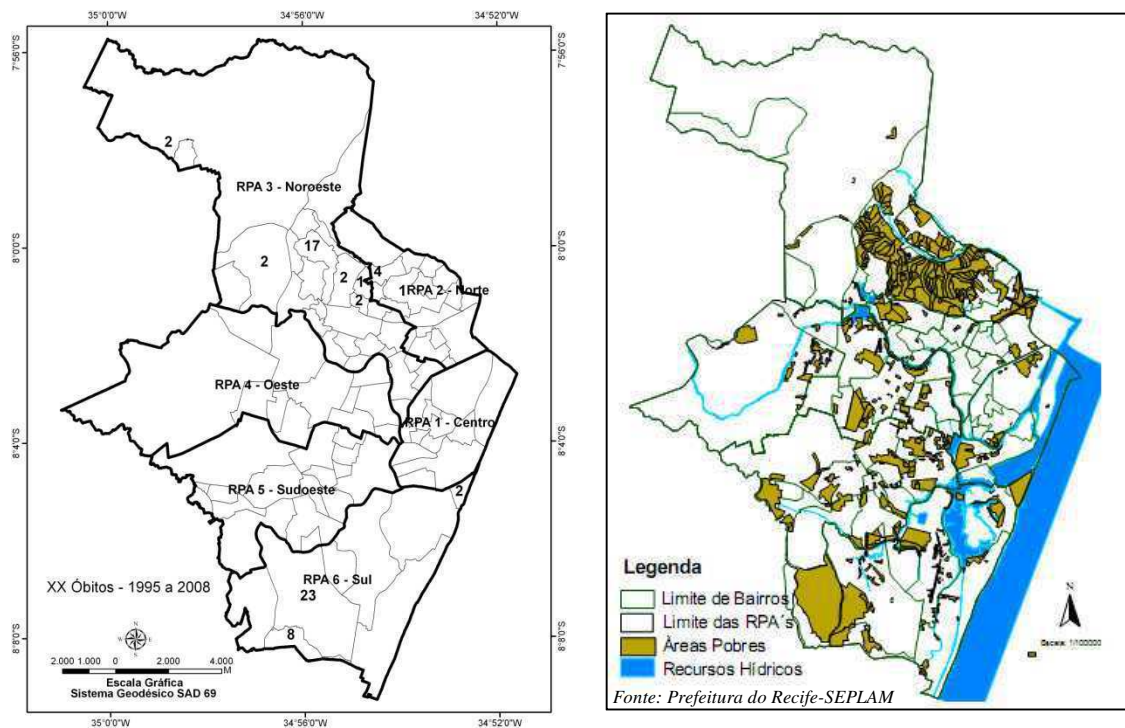
Foto 45 – Ilustração da inundação na Avenida Abdias de Carvalho (a) e do lixo jogado no canal do rio Jordão em Boa Viagem (b).

Não dá para discutir o tema desastres sem mencionar a Defesa Civil, os quais são os braços do Estado no provimento de segurança quando os limites parecem prestes a ruir. No espaço público, a ação de tais órgãos tem uma visibilidade que incita certo tipo de juízo acerca de sua efetividade, o que não necessariamente corresponde ao juízo que se tem quando as relações são travadas no espaço privado.

Assim, compreender as dimensões das perdas e danos das moradias afetadas pelas chuvas é o que permite avaliar se as novas estratégias de convivência com tal fenômeno são deflagradas e se as formas institucionais que derivam da reflexividade são suficientes para aplacar o sofrimento das famílias. Haja vista que a partir de 2001, com a atuação considerável da CODECIR, através do monitoramento das ocorrências, vistoriais e varreduras, que são de fundamental importância para compreensão dos desastres e impactos decorrentes. É digno de nota, que o registro das ações e das ocorrências dos desastres contribuem para um melhor entendimento da dinâmica administrativa, com vistas a elaboração de uma gestão de riscos a desastres mais eficiente, minimizando os impactos. Cabe ressaltar que a parceria e o comprometimento da Sociedade, Defesa Civil e demais órgãos públicos, formam o tripé que em conjunto fortalecem e dinamizam as ações realmente eficazes para redução ou resolução dos problemas decorrentes dos desastres. Dessa forma, é imprescindível conhecer as áreas de risco aos desastres e de vulnerabilidade, conforme resultados a seguir.

4.3. Mapeamento das áreas de risco

A distribuição espacial do número de óbitos observados no período de 1995 a 2008 e o mapa das áreas pobres está representada através da Figura 46, contabilizando um total de 64 mortes associadas aos desastres decorrentes da precipitação em Recife. Verifica-se que a regional Noroeste apresenta 6 bairros com registros de 26 óbitos, com destaque para Nova Descoberta com 17 mortes, sendo que 16 foram registradas em 1996, especialmente no Córrego do Boleiro. Na regional Sul há incidência de mortes em três bairros totalizando 33, com destaque para o Ibura com 23 óbitos, dos quais 10 foram registrados em 1996 e 8 em 2000 (Figura 46a). Ressalta-se que nesse bairro é constante a ocorrência de escorregamentos e alagamentos em dias chuvosos. Na regional Norte observou-se os bairros Linha do Tiro com 4 mortes e Água Fria com ocorrência de uma vítima fatal. É digno de nota que estas regiões estão localizadas nas áreas de morros, ou seja, mais pobres (Figura 46b), aliadas com a falta de infraestrutura como saneamento, educação, entre outros, contribuindo para ocorrência de desastres de alta magnitude e consequentemente vítimas fatais.



(a)

(b)

Figura 46 – Distribuição espacial do número de óbitos nos bairros no período de 1995 a 2008 (a), com identificação das RPA's, e mapa das áreas pobres (b) da cidade do Recife.

A distribuição da população e da densidade demográfica está demonstrada na Figura 47a,b, a qual revela que as regionais Sul e Noroeste são as mais populosas, representando 25% e 20% respectivamente da população, com destaque para os bairros Boa Viagem (100.388hab), Cohab (69.134 hab) e Várzea (64.512 hab) como sendo os mais populosos, e os menos habitados Pau-Ferro (336 hab) na regional Noroeste, Paissandu (538 hab) e Santo Antônio (539 hab) no Centro, considerada uma área comercial. As maiores densidades demográficas são observadas em Alto José do Pinho com 299,59 habitantes/km², seguido por Brasília Teimosa com 292,89 habitantes/km² e Mangueira 290,17 habitantes/km², localizados nas RPA-3, RPA-6 e RPA-5, respectivamente.

Ressalta-se que essas áreas estão localizadas nas regiões com poder aquisitivo muito baixo, conforme Figura 47c,d, os quais representam o total de salários mínimos (c) e a quantidade de salários por bairro (d). Os maiores números de salários são observados próximos a região central e em Boa Viagem (d), com destaque para os bairros Jaqueira (34), Casa Forte (26) e Aflitos (24) com os maiores salários. Por outro lado, os bairros do Recife, Joana Bezerra e Passarinho recebem a menor quantidade de salários, em torno de um salário mínimo.

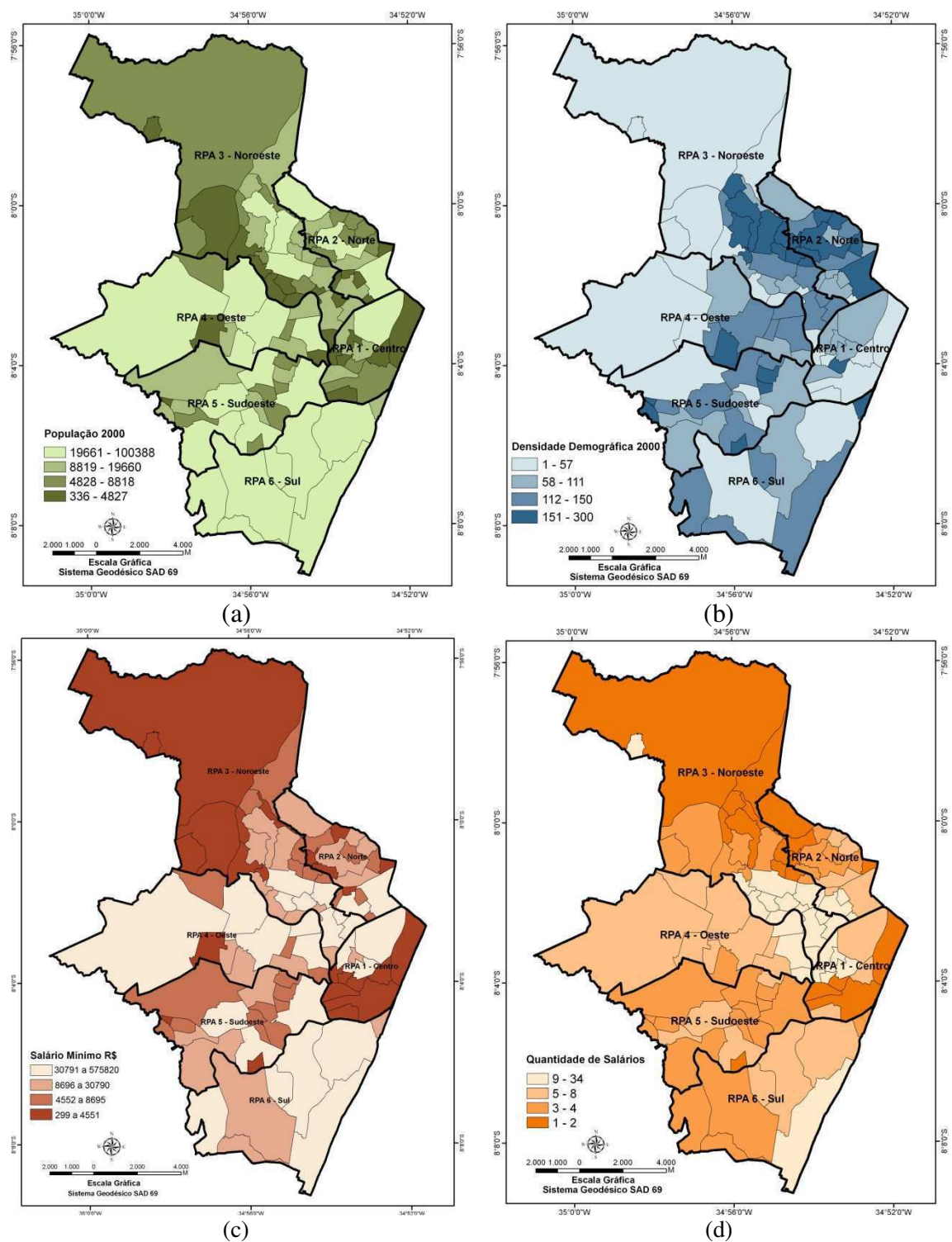


Figura 47 – Distribuição espacial da população (a), densidade demográfica (b), salário mínimo (c) e quantidade de salário (d) nos bairros da cidade do Recife, com identificação das RPA's.

Analisando a Figura 48, nota-se que os maiores índices de IDH (0,865 a 0,953) concentram-se próximo a região central do Recife (a), coincidindo com os melhores salários, com exceção da regional Sudoeste com predominância de valores oscilando entre 0,742 a 0,864. Os bairros que apresentaram os melhores índices foram Aflitos, Derby, Espinheiro e Graças com 0,953 indicando um índice de desenvolvimento muito alto. Por outro lado, os piores índices (0,632 e 0,699) foram observados na regional Noroeste, e em alguns bairros isolados na cidade do Recife, coincidindo com as áreas mais pobres da cidade, Figura 48b.

Em relação aos parâmetros IDH-E, IDH-R e IDH-L, apesar de apresentarem alta correlação com o IDHM (acima de 0,97) e grande similaridade visual entre os mapas, cabe

ressaltar o bairro de Boa Viagem na regional Sul, cujo IDH-E é mais baixo em relação aos demais índices, que pode estar associado à maior população da cidade, associada aos grandes contrastes sociais e econômicos existentes dentro do bairro.

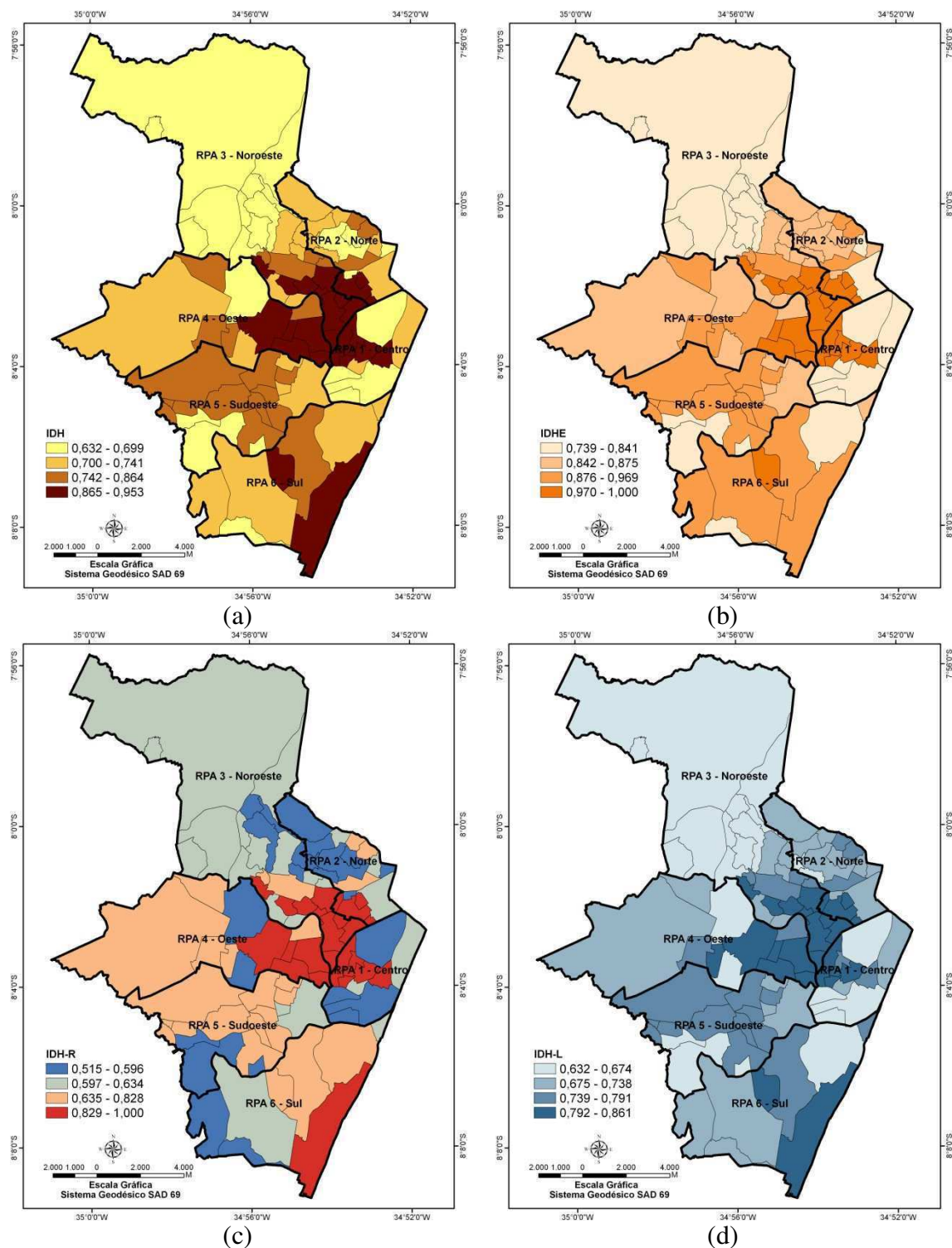


Figura 48 – Distribuição espacial do IDH, IDH-E (Educação), IDH-R (Renda) e IDH-L (Longevidade) nos bairros do Recife, com identificação das RPA's.

A distribuição espacial do risco a desastres e de vulnerabilidade estão demonstrados através da Figura 49, cujos riscos Muito Alto e Alto (Figura 49a) e a vulnerabilidade Muito Alta (Figura 49b) estão presentes na maioria dos bairros. Destacam-se as regionais Sul e Oeste com

os maiores índices de riscos a desastres oscilando entre 0,373 e 1. Os bairros que apresentaram os índices de risco mais elevados foram, Ibura (1), Nova Descoberta (0,898) e Linha do Tiro (0,897), os demais inferiores a 0,87. O Ibura é considerado o bairro mais problemático em virtude da frequência de desastres decorrentes dos escorregamentos e alagamentos, reflexo das condições sociais e econômicas da população local, associadas ao relevo acidentado. Os altos valores dos índices de risco observados em Nova descoberta e Linha do Tiro, localizados nas regionais Noroeste e Norte da cidade, são regiões com altos registros de escorregamentos, associados também a situação econômica e social dos moradores desse bairro. Em relação à vulnerabilidade, praticamente todos os bairros inseridos nas regionais Sul e Sudoeste ficaram dentro da classe Muito Alta (0,088 a 1), com Boa Viagem (1) e Várzea (0,230) com os maiores índices. Fato esse que pode ser explicado por serem os bairros mais populosos de Recife, tornando-os mais vulneráveis. Por outro lado, a regional Centro, localizada na área plana e com a menor população, apresenta os menores riscos a desastres e vulnerabilidade.

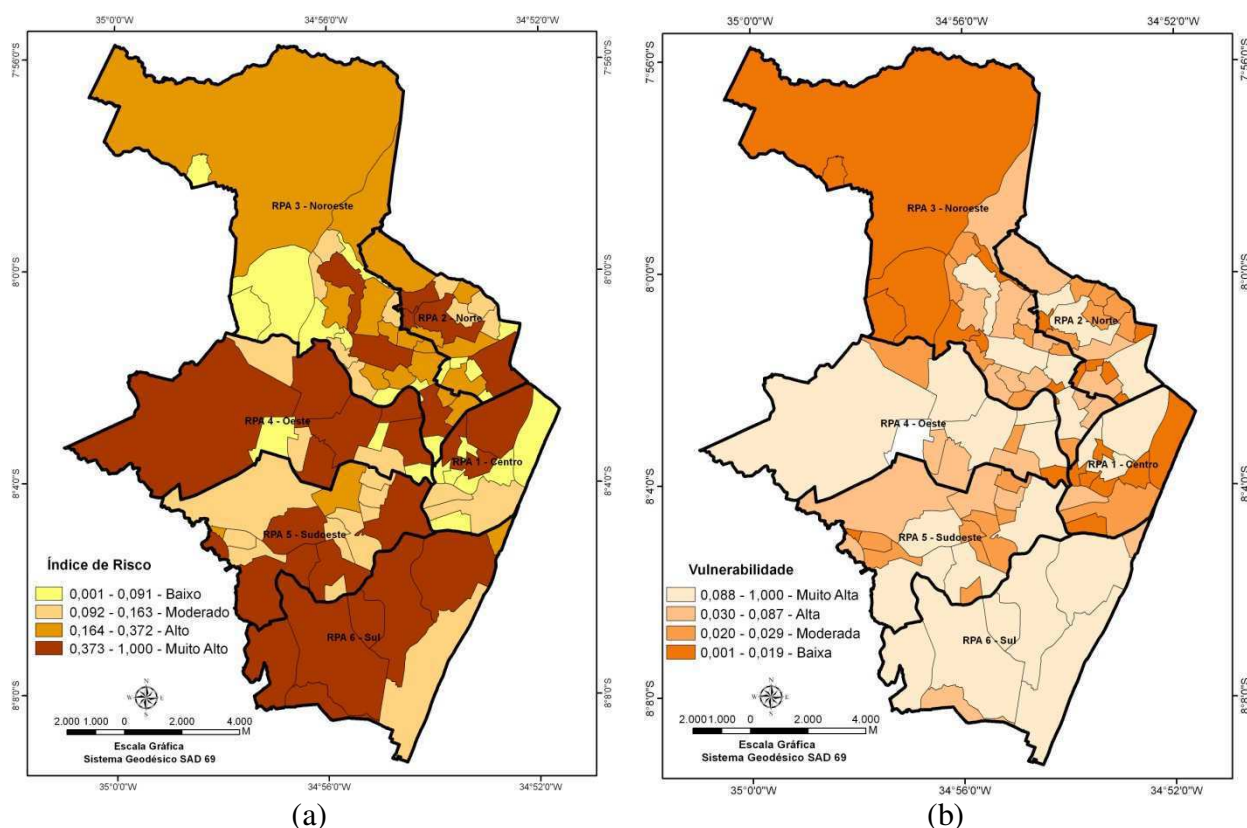


Figura 49 – Distribuição espacial do índice de risco e de vulnerabilidade a desastres nos bairros do Recife, com identificação das RPA's.

Percebe-se claramente que é comum a ocorrência de desastres na cidade do Recife com 74% dos bairros apresentando riscos Moderado a Muito Alto, tornando-a muito vulnerável aos impactos decorrentes da precipitação, em função de um conjunto de fatores como: condições sociais, econômicas, fisiográficas aliados a ausência de políticas públicas na minimização desses problemas, implicando a necessidade de um sistema de monitoramento e de alerta das chuvas na região mais eficiente, assim como, conforme Marcelino et al. (2006), a identificação das áreas menos vulneráveis a desastres para instalação de abrigos, elaboração de planos de evacuação e campanhas educativas sobre o que fazer antes, durante e após um desastre. Diante das análises, constatou-se que praticamente toda a cidade de Recife é muito vulnerável a ocorrência de desastres, com destaque para as regionais Sul e Oeste com os maiores riscos, indicando que caso ocorra um desastre estas áreas são as mais propensas a terem um grande número de pessoas

afetadas, pois além das condições sociais, econômicas e ambientais, são nessas áreas que concentram-se a maior parte da população.

Após as discussões acima, apesar de praticamente todos os bairros dos Recife apresentarem riscos e serem muitos vulneráveis aos desastres decorrentes da precipitação, é notório que as áreas mais pobres são as mais vulneráveis e onde são registrados os maiores danos e prejuízos a população, reflexos das condições sociais e econômicas, juntamente com a ocupação irregular de áreas de morros e ribeirinhas. Neste contexto, para compreender e mitigar os impactos associados às chuvas, é evidente ter a percepção da população a respeito do tema e o conhecimento das vulnerabilidades a que estão expostas as comunidades, discutida no item 4.4.

4.4. Avaliação das Vulnerabilidades Social, Econômica e Ambiental

Os resultados obtidos referem-se aos questionários aplicados nos bairros mais carentes do Recife distribuídos ao longo das RPA's, objetivando avaliar às principais vulnerabilidades a que estão expostas às comunidades mais pobres do município. Foram avaliadas através das Figuras de 50 a 102, as questões sociais, econômicas e ambientais.

4.4.1. Vulnerabilidade social

Para um melhor entendimento da vulnerabilidade social, aspectos como a distribuição por gênero (Figura 50) e estado civil (Figura 51) são fundamentais para compreensão da população que habita estas áreas. Observa-se que 81,5 % da população são do sexo feminino e 18,5 % do sexo masculino, este fato está associado aos horários da realização dos questionários, horários esses que se encontravam nas residências somente as donas de casa. Outro fato considerável é o estado civil dos entrevistados, que 50 % são casados, 28,9 % são solteiros, 3,2 % são divorciados e 17,9 % são viúvos, evidenciando que a metade da amostra constitui um lar com um único representante financeiro da família, exceto em alguns casos que demais familiares, como filhos, enteados, contribuem com a renda familiar.

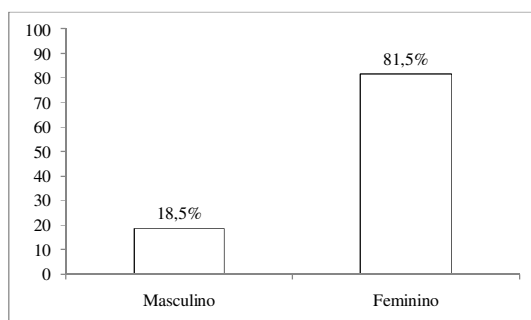


Figura 50 – Gênero.

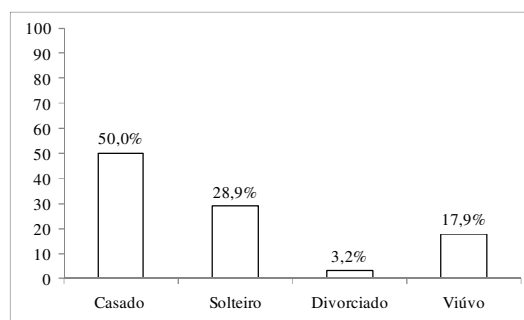


Figura 51 – Estado Civil.

A maioria dos entrevistados possui filhos (87,3%), enquanto que 12,7 % não possuem, Figura 52. Já a Figura 53 representa a quantidade de pessoas por residência, variando de acima de 7 pessoas com 20 %, sete com 30,3 %, seis com 23 %, cinco com 11,5 %, quatro com 8,5 %, três com 4,8 %, duas com 0,6 % e uma pessoa 1,2 %. Essa informação revela que a maioria das residências possui mais de cinco habitantes, ou seja, mais pessoas a serem alimentadas e sustentadas pelo chefe da família.

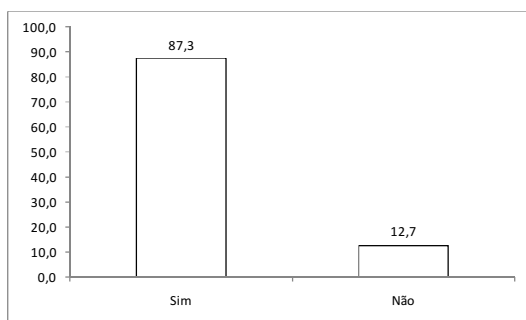


Figura 52 – Filhos.

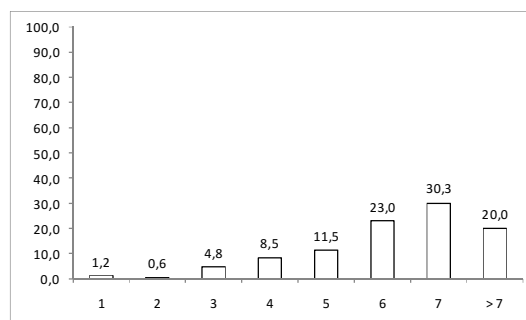


Figura 53 – Número de pessoas na residência.

A idade dos entrevistados oscilou entre menores de 14 anos (0,5 %), entre 15 e 18 anos (2,0 %), entre 19 a 25 (6,9 %), entre 26 e 64 (79,8 %), e maiores de 65 anos (10,8 %), Figura 54 indicando que mais de 80% dos entrevistados são os chefes da família, ou os que mais contribuem para a renda da família. Um fato interessante da pesquisa é que o grau de escolaridade (Figura 55), com destaque para 36,3 % até a 4ª série, 32,4 % até 8ª série, 5,4% analfabetos. Verificando-se assim que o grau de escolaridade dos entrevistados é bem abaixo do desejado, como consequência, a falta de instrução impossibilita a tomada de decisão e de gestão adequada da família.

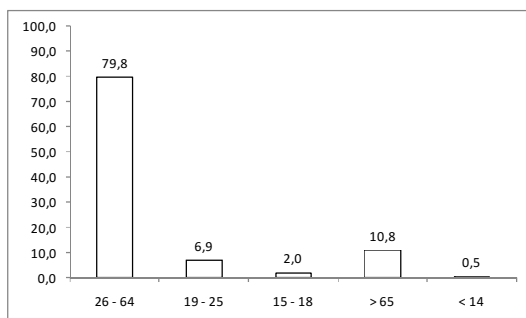


Figura 54 – Faixa Etária.

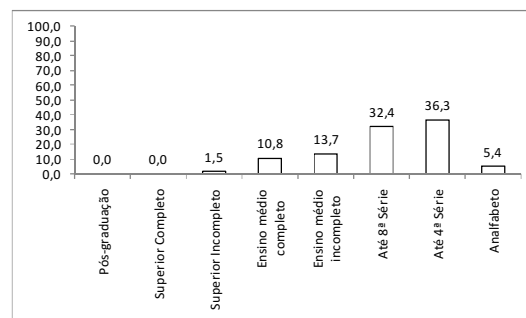


Figura 55 – Grau de escolaridade.

A renda das famílias entrevistadas (Figura 56) varia de 3 a 4 salários (11,6%), entre 5 e 7 salários (1,0 %), acima de 8 salários (não consta), abaixo de 2 salários (75,9 %) e sem renda fixa (11,6 %). A Figura 57 evidencia a habitação dos entrevistados, com 90,2 % com casas próprias, 7,3 % alugadas, 1,5 % moram de favor e 1 % são financiadas. Tais resultados revelam que a maioria dos entrevistados não pagam aluguel e não possuem despesas extras com habitação, podendo estar associado a ocupação irregular de terrenos.

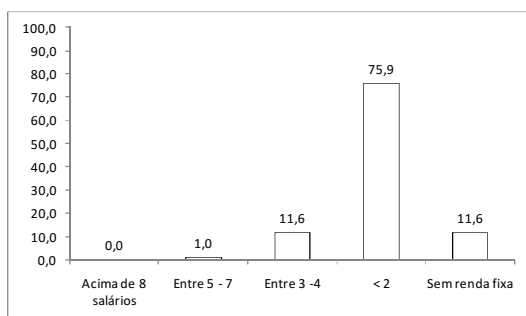


Figura 56 – Renda familiar (salário mensal).

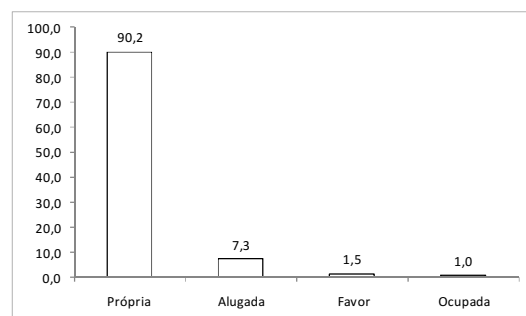


Figura 57 – Habitação.

Ainda em relação à habitação, o número de cômodos oscilou de 1 a 2 cômodos (13,9 %), entre 3 e 4 (51,5 %), entre 5 e 6 (24,8 %) e acima de 7 cômodos (9,9 %), conforme Figura 58. Em se tratando do tipo de habitação (Figura 59), 61 % das casas são de alvenaria em mau estado, 9,8 % com alvenaria em bom estado, 16,1 % de taipa em bom estado e 13,2 % de alvenaria em

mau estado, indicando que mais de cinco habitantes residem, em média, em ambientes com 3 e 4 cômodos.

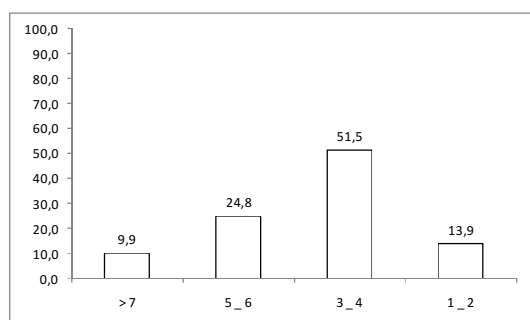


Figura 58 – Número de cômodos.

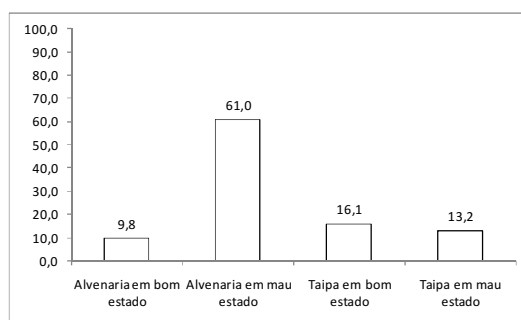


Figura 59 – Tipo de Habitação.

O tipo de piso destas residências (Figura 60) são de cimento (62,0 %), chão batido (8,8 %) e de cerâmica (29,3 %). Em relação ao teto das residências (Figura 61), destaca-se que 72,6% são cobertas por telha, 18,9 % telha de amianto, 7,5 % laje forrada e outro tipo (1,0 %).

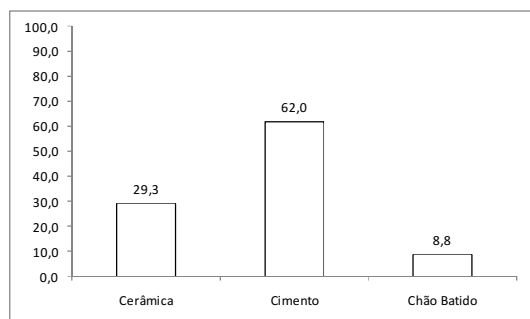


Figura 60 – Tipo piso.

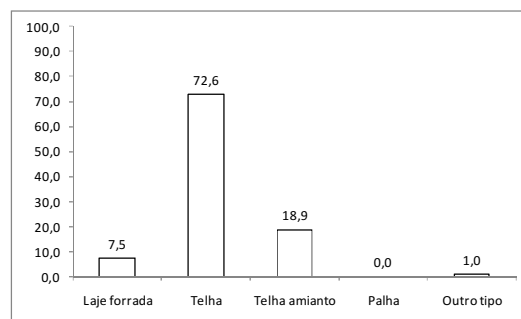


Figura 61 – Tipo teto.

A maioria dos entrevistados residem a mais de 19 anos em suas residências (49,8 %), até 4 anos (15,6 %), entre 5 e 9 (14,6 %), entre 15 e 19 (12,2 %) e entre 10 e 14 (7,8 %), já que as residências são em sua maioria própria, evidenciado na Figura 62. É interessante evidenciar que a maioria dos entrevistados não desejam mudar de residência (64,4 %) e 35,6 % desejam mudar de residência, revelando o apego ao local, mesmo residindo em áreas de risco, além das condições econômicas, pois onde irão morar se não possuem recursos para saírem dessas áreas?! (Figura 63).

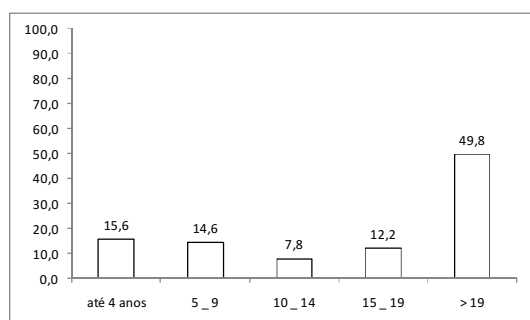


Figura 62 – Tempo de residência (anos).

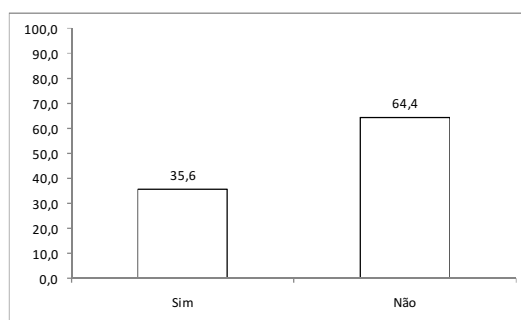


Figura 63 – Pretende mudar de casa.

Em relação à moradia, grande parte (52,1 %) residem na mesma casa e não tiveram moradia anterior e 47,9 % tiveram uma residência antes (Figura 64), evidenciando que a maioria continua vivendo em áreas de risco. A Figura 65 evidencia que 90,2 % das residências entrevistadas possuem água encanada e só 9,8 % não possuem, indicando que a maioria das famílias são abastecidas por água tratadas e de boa qualidade.

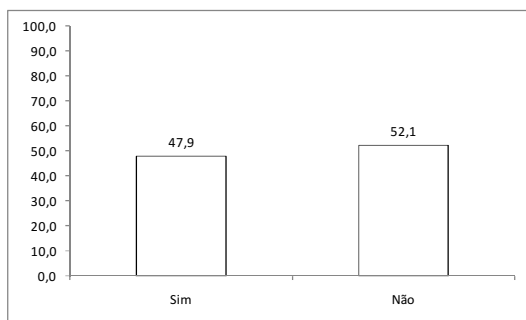


Figura 64 – Teve residência anterior.

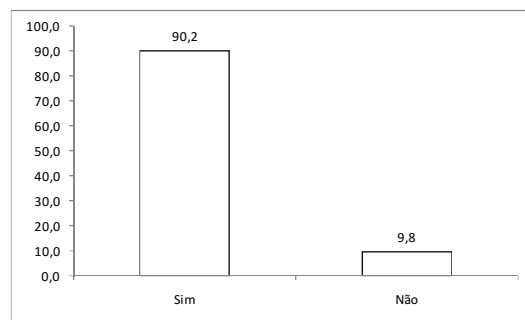


Figura 65 – Sua residência possui água encanada.

A Figura 66 indica que a maioria das residências (98,5 %) possuem luz e só 1,5 % não possuem, 22,1 % das casas possuem esgoto e 77,9 % não possuem rede de esgoto, Figura 67. Um fato importante é que a maioria das casas são abastecidas com água (Figura 65) e que possuem luz. Em contrapartida, em relação ao esgotamento sanitário (Figura 67) esse fato não é observado, com 77,9 % das residências sem esgoto em casa e 22,1 % com esgotamento, revelando a falta de saneamento na cidade.

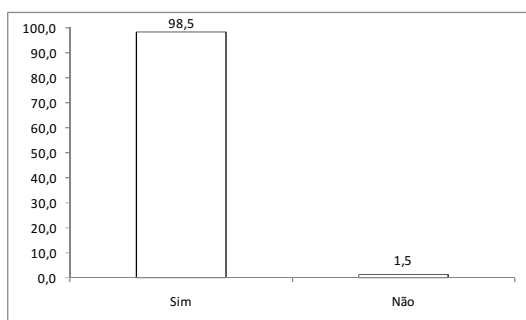


Figura 66 – Sua residência possui luz.

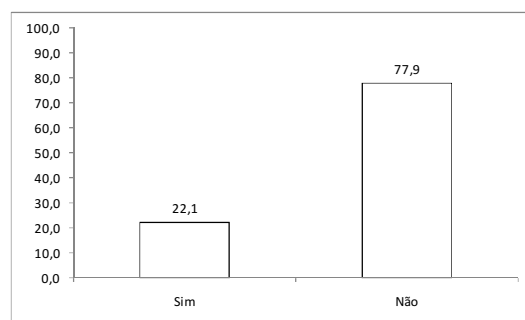


Figura 67 – Sua residência possui esgoto.

A maioria das casas possuem asfalto e calçamento (52,7 %) e não possuem (47,3 %), Figura 68. Em relação à coleta de lixo (Figura 69), cerca de 83,6 % possuem coleta e 16,4 % não possuem. Esses resultados indicam o investimento realizado nos últimos anos nas áreas mais carentes, perceptíveis pela população. Por outro lado, não houve investimentos em esgotamento sanitário, pois são obras não vistas pela sociedade, não resultando em votos.

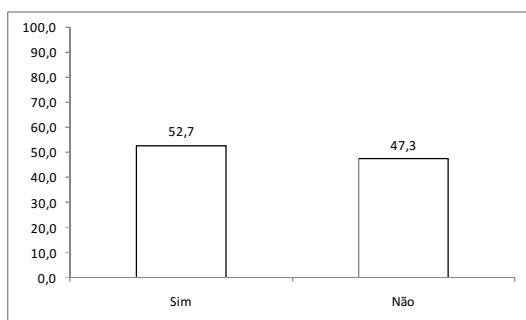


Figura 68 – Sua rua possui asfalto ou calçamento.

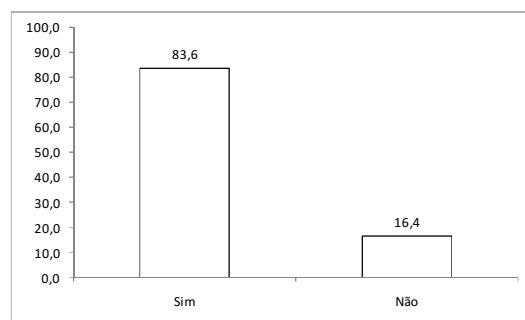


Figura 69 – A sua residência tem o lixo coletado pela Prefeitura.

Nas ruas onde não há coleta de lixo, constatou-se que cerca de 67,5 % dos entrevistados jogam o lixo em terrenos baldios e 32,5 % no rio. Tal resultado demonstra o desinteresse e falta de percepção dos entrevistados com o meio ambiente (Figura 70). Em relação ao tipo de terreno (Figura 71), verificou-se que 37,3 % vivem em encostas íngremes, 35,8 % planície aluvial, 18,6

% em encostas suaves e 8,3 % em planície, revelando a vulnerabilidade da população aos desastres. Tais situações contribuem ainda mais para a ocorrência de desastres nessas áreas.

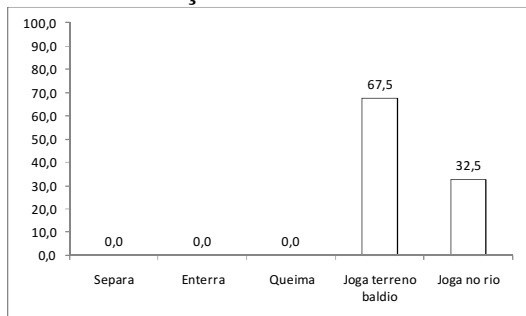


Figura 70 – Se não é feita coleta de lixo, qual o destino.

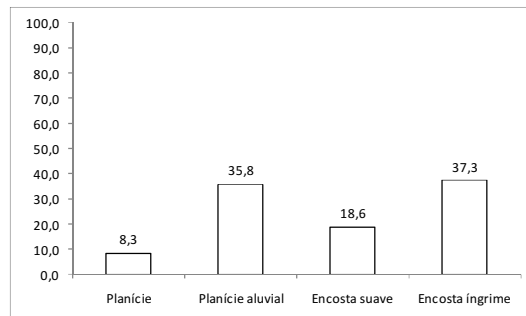


Figura 71 – Avaliação do tipo de terreno.

A Figura 72 aborda se houve algum dano físico decorrente dos desastres, cerca de 95,6 % afirmaram que sim e 4,4 % que não. Em relação à ocorrência de vítimas fatais nas residências, 97,6 % afirmaram que não houve registros de mortes e cerca de 2,4 % que sim (Figura 73). Tais resultados afirmam que, independente da situação das residências, com a atuação dos desastres na área são observados danos as comunidades, alguns reversíveis e outros incalculáveis, como as vítimas fatais.

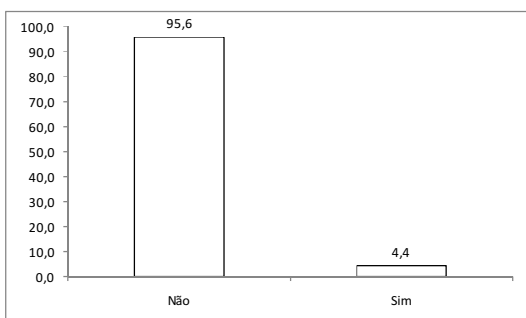


Figura 72 – Há registros de danos físicos.

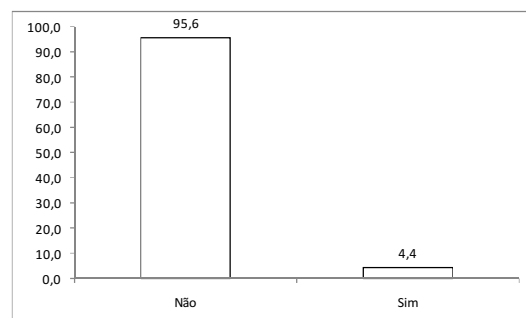


Figura 73 – Há registro de mortes.

Com a chegada da estação chuvosa, chegam às infestações, no entanto na área analisada, a maioria dos entrevistados respondeu que tal infestação é inexistente (89,3 %), infestação baixa (5,4%), média (5,4 %) e nenhum caso de infestação alta (Figura 74). Em relação à infestação da dengue, cerca de 77,1 % não foram infectados e 22,9 % foram infectados (Figura 75). Possivelmente estas informações não traduzem a realidade, pois muitas vezes ocorre a doença e devido não procurarem postos de saúde, entre outros, não sabem se foram ou não infectados.

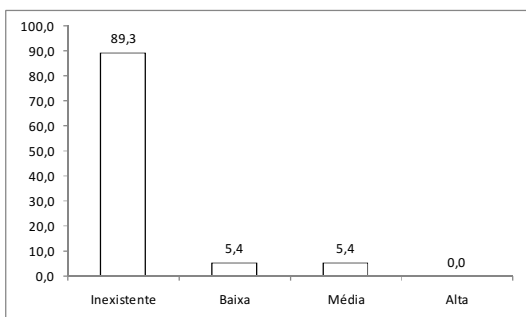


Figura 74 – Infestação de doenças nas pessoas

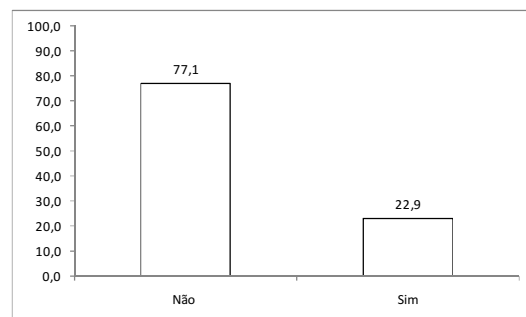


Figura 75 – Infestação por dengue.

A Figura 76 demonstra a infestação por leptospirose, cujo grau de infestação foi baixo, cerca de 95,1 % não sofreram com tal infestação e 4,9 % sim. Em relação à infestação de escorpiões, Figura 77, 92,2 % não sofreram com a infestação, enquanto que 7,8 % sofreram com

tal infestação. Mais uma vez, estes dados não revelam a realidade local, pois como já comentado anteriormente, pode estar associado a falta de percepção em relação aos sintomas das doenças, imaginando muitas vezes ser apenas uma febre, reflexo da falta de instrução aliadas as condições sociais e econômicas.

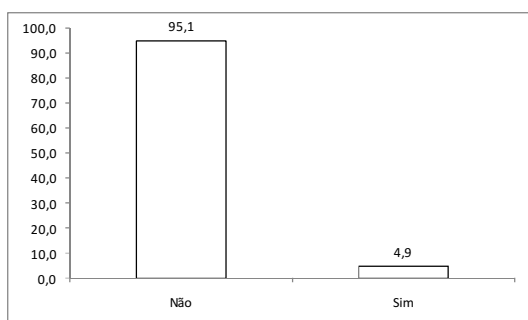


Figura 76 – Infestação por leptospirose.

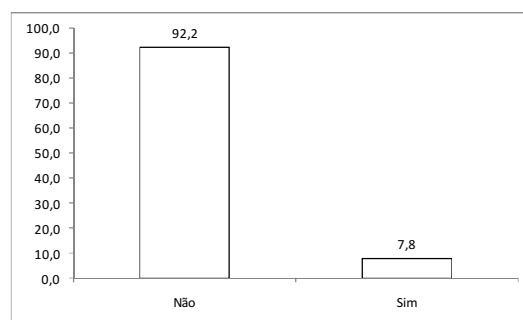


Figura 77 – Infestação por escorpião.

Quanto fator psicológico das pessoas que sobrevivem nas áreas mais pobres em relação aos problemas decorrentes das chuvas, foram questionados a respeito do medo quando começa a chover, cerca de 57,9 % afirmaram que não tem medo quando inicia a chuva e 42,1 % afirmaram que sim, tem medo (Figura 78). Tal afirmação mostra que a grande maioria não possui medo, pois já estão acostumados com os problemas associados aos alagamentos e escorregamentos, que se repetem frequentemente. Apesar desse resultado, a Figura 79 evidencia que 49,5 % não conseguem dormir quando chove a noite e 50,5 % afirmam que sim, dormem tranquilos. Tais informações revelam, de alguma forma, que os impactos decorrentes das chuvas interferem no psicológico e na rotina das comunidades.

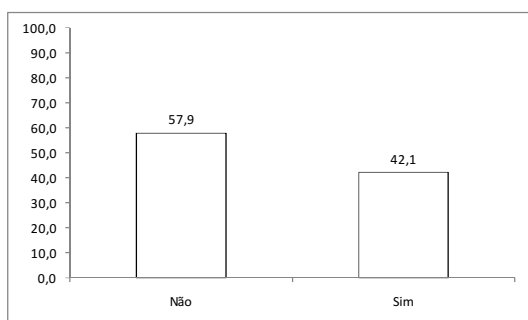


Figura 78 – Você tem medo da chuva.

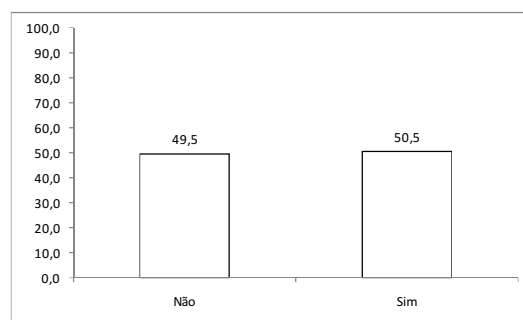


Figura 79 – Quando começa a chover forte, consegue dormir.

A maioria dos entrevistados afirmaram que já perderam alguém da família ou amigo com problemas relacionados à chuva (86 %) e 14 % que não (Figura 80). Em relação a participação em organização cerca de 92,1 % não participam e só 7,9 % tem participação em organização, Figura 81, apontando o desinteresse pelos problemas que afetam o bairro, reflexo da falta de instrução e percepção em relação ao meio. Os que participam das reuniões dessas organizações, são na maioria, aqueles que sofreram grandes perdas, como a perda de pessoas da família.

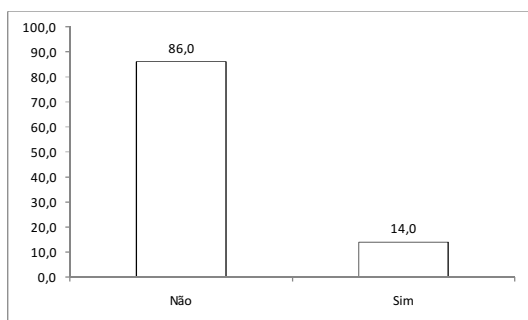


Figura 80 – Alguém da família/amigo morreu devido aos problemas relacionados à chuva.

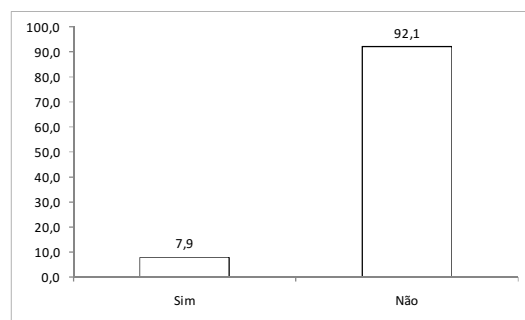


Figura 81 – Variável Participação em Organização.

4.4.2. Vulnerabilidade Econômica

Cerca de 45,3 % dos entrevistados foram atingidos por algum desastre e 54,7 % nunca foram (Figura 82). Dos afetados, grande parte são decorrentes dos escorregamentos e alagamentos. A maioria das residências não sofreram danos estruturais (74,9 %) e só 25,1 % sofreram danos estruturais, Figura 83. De acordo com os entrevistados, a maioria dos danos são a queda dos muros das residências, telhado totalmente ou parcialmente destruído.

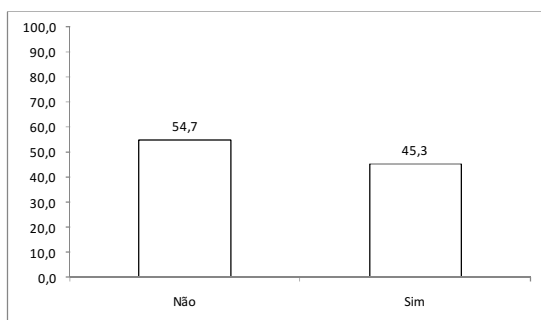


Figura 82 – Já foi atingindo por algum desastre.

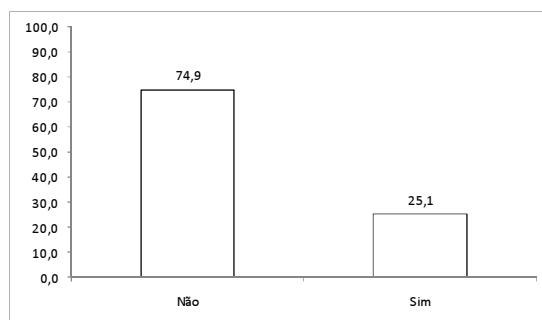


Figura 83 – Na sua casa houve danos estruturais.

A Figura 84 abordou a interrupção de serviços essenciais (como energia elétrica, água, telefonia), cerca de 82,3 % não tiveram interrupção e 17,7 % sofreram interrupção. A Figura 85 mostra que 73,7% dos entrevistados não necessitaram faltar (trabalho, escola, médico) devido a chuva e 26,5 % precisaram faltar suas atividades. Fato este comum nos dias com precipitações que acarretam problemas a sociedade, principalmente as inundações e escorregamentos.

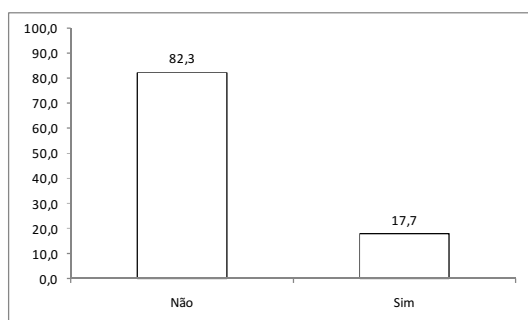


Figura 84 – Houve interrupção dos serviços essenciais.

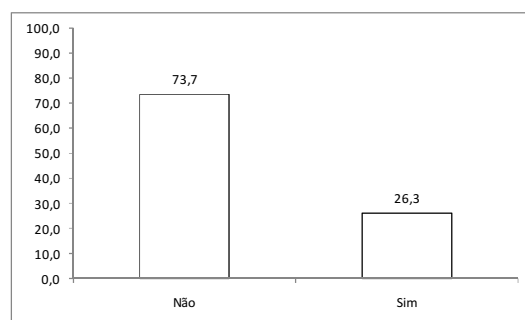


Figura 85 – Necessitou faltar (trabalho, escola, médico) devido à chuva.

4.4.3. Vulnerabilidade Ambiental

A Figura 86 demonstra se o entrevistado considera viver em área de risco, cerca de 61 % considera que não, 23,4 % considera que sim e 15,6 % só às vezes, fato este que pode ser equivocado e inadequado em relação ao entrevistado e moradia, como a relação de afeto, falta de

percepção, em virtude da frequência de desastres. A Figura 87 revela que 48,4 % dos entrevistados foram afetados por alagamentos, 33 % não são afetados, 2,2 % por inundações e 16,5 % por escorregamentos.

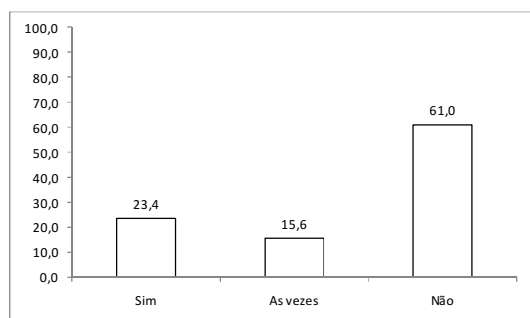


Figura 86 – Você considera que sua casa está localizada numa “área de risco”.

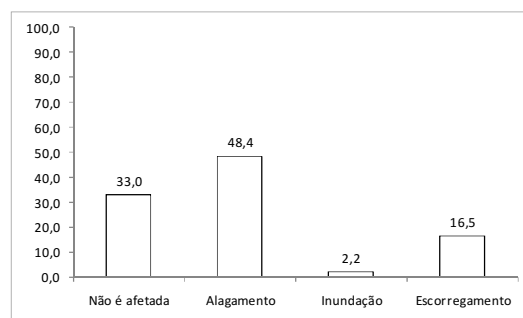


Figura 87 – A sua casa já foi ou é afetada por.

A Figura 88 evidencia a falta de percepção em relação aos riscos a desastres e de instrução, de uma família residente no bairro Curado que “construiu o seu próprio risco”, modificando a estrutura da casa (Figura 88a) para colocar uma caixa d’água escavando um buraco na área de garagem (Figura 88b). Já na Figura 89, a casa está localizada na margem do canal do rio Jordão, cuja moradora afirma que quando há chuva a casa fica completamente alagada, mesmo assim não percebe o risco em que vive e jamais sairá da sua residência, pois tem uma boa moradia.



(a)



(b)

Crédito: Nádja Gonçalves

Figura 88 – Ilustração da frente de uma residência (a) e escavação da área para colocação de uma cisterna de água na UR10, bairro Curado.



Crédito: Werônica Meira

Figura 89 – Ilustração de uma casa localizada na área ribeirinha do canal do rio Jordão.

Em relação à memória dos moradores, 55,2 % afirmaram que não lembram do último grande desastre que afetou o bairro onde mora e 44,8 % afirmaram que sim, Figura 90. É importante ressaltar que a maioria dos entrevistados que recordam do último desastre, referem-se

as últimas chuvas, ou seja, as registradas em 2010, com exceção daqueles que tiveram grandes perdas, apontando, principalmente os anos de 1996 e 2000. A Figura 91 demonstra como os entrevistados afetados pelas chuvas se protegeram, cerca de 53,8 % permanecem em casa, 20,5 % na rua, 16,2 % em casa de amigos e/ou familiares, e 9,4 % em igrejas e/ou escolas.

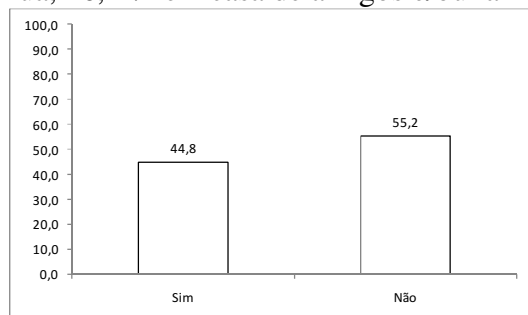


Figura 90 – Você lembra qual foi o último grande desastre associados às chuvas que afetou seu bairro.

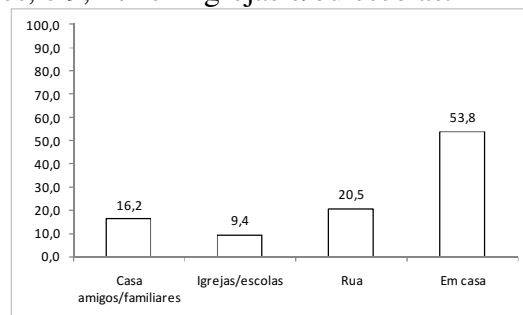


Figura 91 – Durante o desastre (alagamento, inundação e/ou escorregamentos), como protegeu-se.

Como exemplo, a senhora Eliane Maria de Santana, moradora do Jordão Alto que jamais apagará da sua memória o desastre ocorrido durante a madrugada do dia 24 de abril de 1996 decorrente de um escorregamento de barreira, marcado pelo depoimento: *“sofri bastante associado a chuva, perdi um filho, fiquei sem casa. A prefeitura nunca deu um lar, e nem me indenizou pela morte do meu filho. Até hoje espero receber um casa. Não acredito nos governos. Só me recuperei depois que encontrei Jesus, sou evangélica”*. Saliento que a mesma mora com seu filho na casa da mãe no mesmo bairro, localizado numa encosta íngreme (Figura 92).



Crédito: Werônica Meira

Figura 92 – Ilustração da família da senhora Eliane (a do meio) e da localização da casa.

A Figura 93 evidencia se os entrevistados receberam ajuda depois da ocorrência do desastre, cerca de 70,3 % não receberam nenhuma ajuda, e 29,7 % receberam ajuda logo após o desastre, como cestas básicas e auxílio moradia para quem perdeu suas casas. Em relação à ajuda se foi adequada, a Figura 94 apresenta que 95,1 % acharam que não receberam ajuda adequada para as suas necessidades, e 4,9 % que sim.

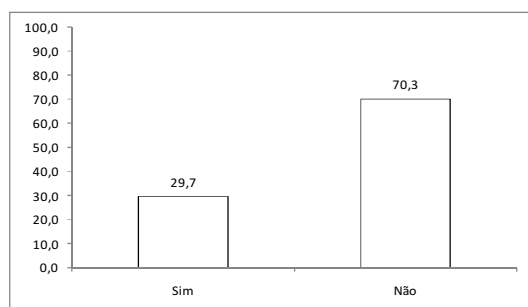


Figura 93 – Se você foi atingido por algum desastre, recebeu ajuda após o acidente.

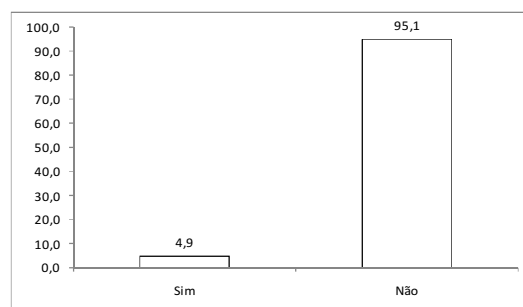


Figura 94 – Você considera que a ajuda oferecida foi adequada às suas necessidades.

Para evitar a ocorrência de futuros desastres, os entrevistados foram questionados se eles se organizam para minimizar ou evitá-los, cerca de 85,6 % afirmaram que não tomam nenhuma atitude para evitar desastres, e 14,4 % afirmam que tomam medidas para minimizar, Figura 95, como exemplo não jogando lixo na rua, canais, rios, aparando árvores, etc. Já a Figura 96 revela que 90,5 % dos entrevistados não receberam assistência dos órgãos públicos para se organizarem e 9,5 % que sim.

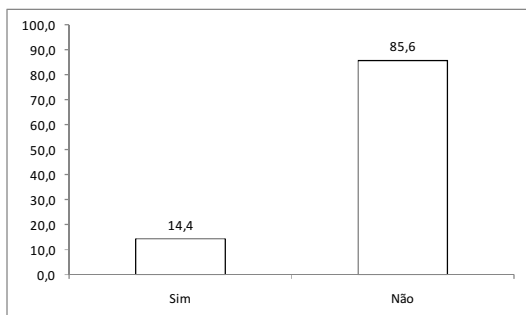


Figura 95 – A sua comunidade, de alguma forma, se organizou para evitar desastres.

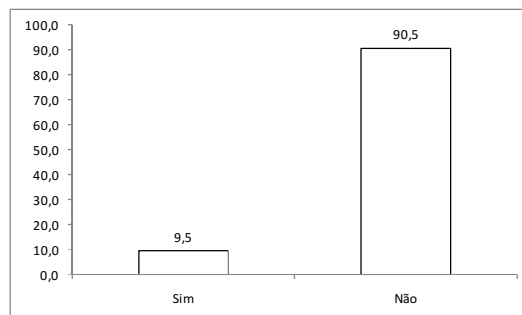


Figura 96 – Vocês receberam alguma forma de assistência para se organizar.

Em relação aos acontecimentos do dia a dia, principalmente em relação às chuvas, os entrevistados foram questionados como se informam, cerca de 49 % obtêm informações a partir de rádios, 25 % por televisão, 22,5 % por vizinhos e parentes e 3,4 % por jornais impressos, Figura 97. No caso da Figura 98, 66,7 % afirmam que não são informados da possibilidade da ocorrência do desastre e 33,3 % afirmam que recebem tal informação, seja da CODECIR, CODECIPE, ou prefeitura.

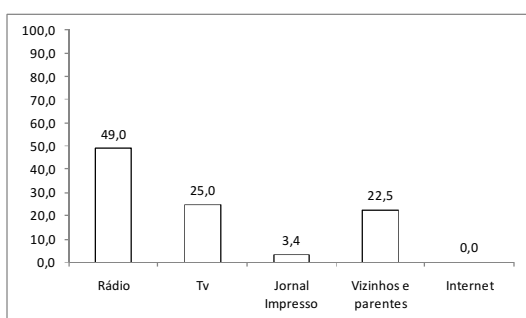


Figura 97 – Como você faz para se manter informado acerca do que está acontecendo.

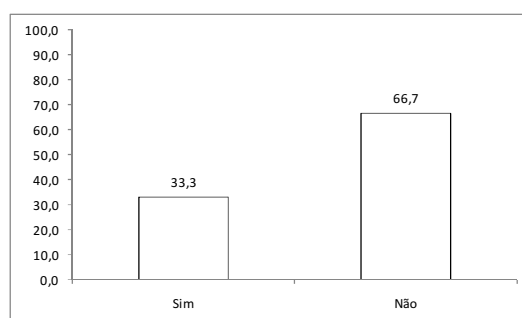


Figura 98 – Você é alertado da possibilidade de ocorrência de algum fenômeno pelo governo.

Quando questionados se acreditam na previsão do tempo, Figura 99, 56,6 % afirmam que acreditam na previsão do tempo e 43,4 % afirmam que não. A Figura 100 mostra que 53,7 % acreditam que a população pode minimizar os impactos relacionados à chuva, e 46,3 % afirmam que não podem minimizar nenhum impacto.

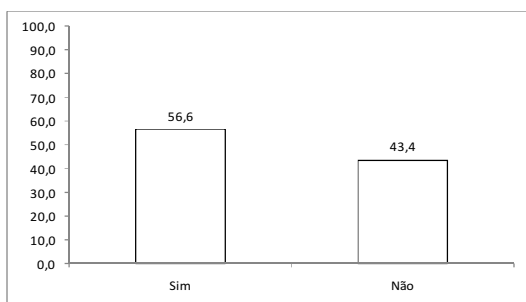


Figura 99 – Você acredita na previsão de tempo.

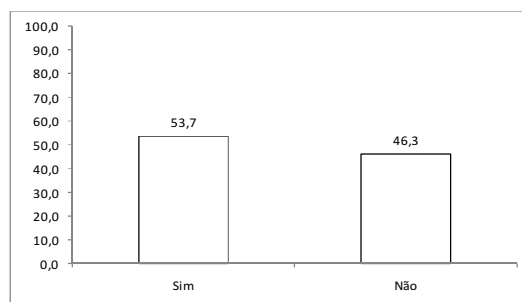


Figura 100 – Você acredita que a população pode ajudar para diminuir os impactos dos desastres.

A Figura 101 aborda se os entrevistados possuem uma percepção em relação à saúde, 47,2 % estão satisfeitos, 34,5 % sentem-se insatisfeitos e 18,3 % não souberam responder. A satisfação está associada aos postos de saúde existentes nos bairros, os quais reduziram o deslocamento para outros bairros em busca de atendimento. Em relação a sua percepção em relação às escolas, cerca de 57,1 % não responderam, 32,8 % se consideram insatisfeitos e 10,1 % estão satisfeitos Figura 102.

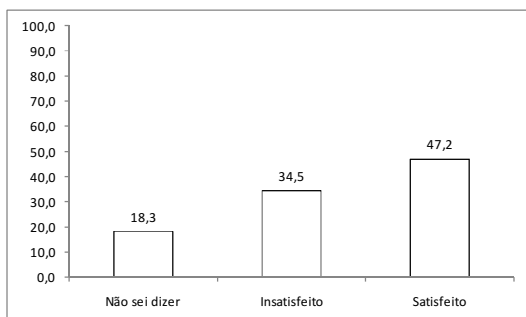


Figura 101 – Qual a sua percepção em relação à Saúde.

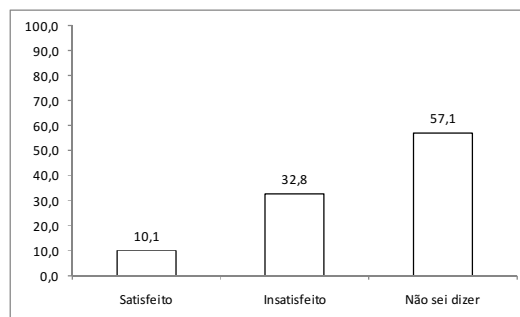
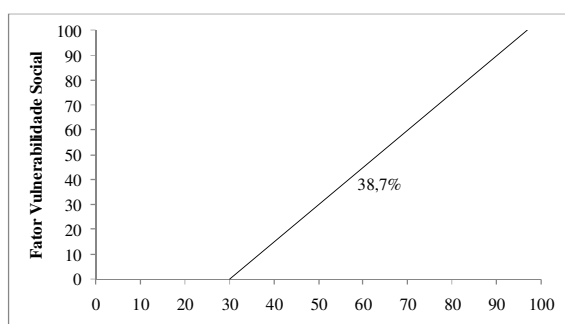
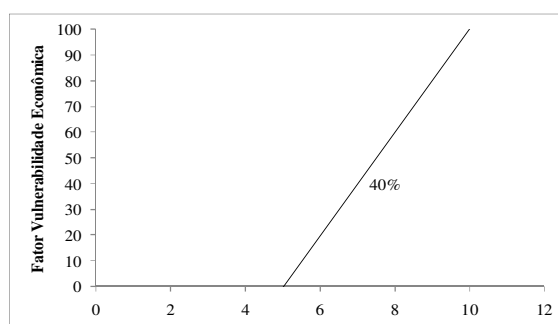


Figura 102 – Qual a sua percepção em relação à Escola.

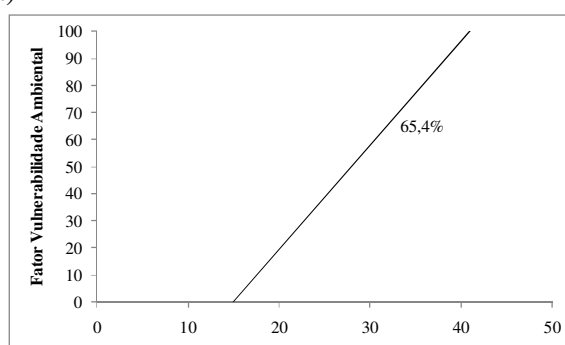
Após análise dos resultados dos questionários, determinou a vulnerabilidade global referente às dimensões social, econômica e ambiental, Figura 103. O valor da vulnerabilidade social determinado para Recife foi de 38,7% (Figura 103a), indicando que a população encontra-se exposta a uma Vulnerabilidade Social Alta. Este resultado remete as condições que são impostas as comunidades que vivem nos bairros mais carentes da cidade. Para a vulnerabilidade econômica o valor determinado foi de 40% (Figura 103b), indicando que a população encontra-se exposta a uma Vulnerabilidade Econômica Alta (Tabela 8), indicando o nível de pobreza muito alto. Para a vulnerabilidade ambiental o valor encontrado foi 65,4% (Figura 103c), representando que as comunidades mais carentes encontram-se expostas a Vulnerabilidade Muito Alta, indicando o quanto estas áreas estão expostas aos desastres, pois são pessoas que sofrem diretamente os impactos decorrentes das chuvas. Cabe lembrar que a vulnerabilidade acima de 45% é inaceitável, conforme Barbosa (1997).



(a)



(b)



(c)

Figura 103 – Fator vulnerabilidade social (a), econômica (b) e ambiental (c).

Apesar dos questionários não retratarem as reais dimensões dos problemas associados as chuvas, refletem de alguma forma a vulnerabilidade do ser humano frente aos desastres, sem falar na solidariedade, solidão, medo, abandono, traumas, incertezas, estes e outros sentimentos são desencadeados aos moradores com as perdas humanas e materiais, durante e após um desastre. Estes valores altos mostram que a população não tem capacidade de enfrentar o perigo, nem de mitigá-lo e nem de reconstrução, e é por isso que os desastres são recorrentes.

Para a população mais pobre que possuía como patrimônio apenas sua residência e alguns móveis e eletrodomésticos, adquiridos a custo de muito esforço, é desolador recomeçar do zero, dependendo de doações para reposição de uma estrutura física familiar mínima e muitas vezes dividindo o espaço com parentes e amigos ou mesmo pessoas até então desconhecidas. Neste sentido, é oportuno mencionar alguns depoimentos (Anexo V) obtidos durante as entrevistas, salientando que além dos impactos já mencionados nas análises, a preocupação de alguns moradores com a violência e drogas nos bairros, reflexo das condições sociais e econômicas.

Sabendo que os eventos de precipitação diária interferem no funcionamento de uma cidade e principalmente na vida dos mais pobres, pois pela própria condição de pobreza não tem acesso a moradia de qualidade, ocupando áreas sujeitas aos alagamentos, inundações e escorregamentos. Tudo isso reflete a vulnerabilidade da população de baixa renda, pois a cada chuva resultam em prejuízos financeiros, sociais e ambientais. Desse modo, é de fundamental importância averiguar as tendências climáticas da precipitação, tendo em vista a sua influência nos eventos extremos, e conseqüentemente nos impactos sobre o ambiente urbano, abordado no tópico a seguir.

4.5. Índices de Detecção de Tendências de Mudanças Climáticas

A determinação de índices de tendências climáticas é de fundamental importância para compreensão das variações climáticas e possivelmente das mudanças climáticas, especialmente quando é realizada para uma região ou um local específico. Nesse contexto, através do software RCLimdex, foram elaborados índices climáticos derivados da precipitação e das temperaturas máximas e mínimas, com o objetivo de detectar possíveis tendências climáticas em Recife. Neste trabalho, ressalta-se que dos vinte sete índices de detecção de mudanças climáticas produzidos pelo RCLimDex (Zhang e Yang, 2004), utilizou-se quatorze referentes aos dados de precipitação e seis aos dados de temperatura.

Com a saída do RCLimdex 2.9.0 foram obtidos as seguintes estatísticas: tendência linear calculada pelo método de mínimos quadrados; nível de significância estatística da tendência (valor p); coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão de estimativa; assim como, os gráficos das séries anuais. Foram consideradas como possíveis tendências climáticas os índices que apresentaram tendência linear (positiva ou negativa) superior ao erro padrão de estimativa e estatisticamente significativa (valor de $p < 0,1$), obtidos pelo teste “t” *Student*, gerado pelo software.

Como a precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos e para muitas avaliações ambientais, primeiramente foram gerados os índices climáticos dependentes da precipitação pluvial, analisados a seguir, e posteriormente os índices derivados das temperaturas discutidos no item 4.5.2.

4.5.1. Análise na detecção de tendências climáticas no padrão pluviométrico

Na Tabela 17 observam-se tendências negativas em praticamente todos os índices, com exceção do R100m e CWD, porém, estas não são estatisticamente significantes e as magnitudes das tendências são inferiores aos seus erros padrões de estimativa. Portanto, não é seguro afirmar

que estas tendências realmente estão ocorrendo. Apesar dos índices não apresentarem significância estatística, todos índices foram analisados evidenciando se há tendências positivas e negativas, em virtude da contribuição para entendimento da variabilidade da precipitação.

Tabela 17 - Tendências dos índices climáticos dependentes da precipitação pluvial para Recife-PE ($p < 0,05$: alta significância estatística; $p < 0,1$: boa significância estatística).

Índices	Inclinação	Erro padrão de estimativa	Valor-p
RX1day	-0.268	0.508	0.6
RX5day	-0.644	0.698	0.362
SDII	-0.038	0.023	0.101
R2.2mm	-0.024	0.173	0.891
R4.2mm	-0.071	0.17	0.678
R18.6mm	-0.121	0.096	0.211
R55.3mm	-0.048	0.031	0.136
R100mm	0.001	0.014	0.967
R150mm	-0.003	0.006	0.546
CDD	-0.057	0.07	0.418
CWD	0.058	0.061	0.346
R95p	-2.676	3.022	0.38
R99p	-0.132	2.138	0.951
PRCPTOT	-4.843	4.971	0.335

Analisando os índices CDD e CWD, o quais representam o número máximo de dias consecutivos secos (Figura 104a) e máximo de dias consecutivos úmidos (Figura 104b), percebeu-se uma diminuição dos dias consecutivos sem chuvas e um aumento no número de dias consecutivos com chuvas. Estes resultados concordam com os encontrados por Haylock et al. (2006) para o Nordeste do Brasil e por SANTOS e BRITO (2007).

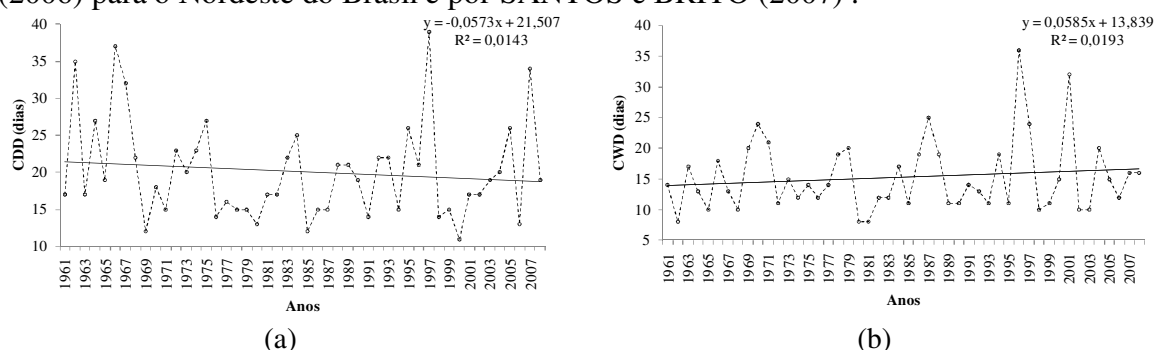


Figura 104 - Número máximo de dias consecutivos secos (CDD) com $RR < 1$ milímetro (a) e número máximo de dias consecutivos úmidos (CWD) com $RR > 1$ mm (b).

Para o índice PRCPTOT, Figura 105a, observou-se uma diminuição não significativa da precipitação, e para o SDII (Figura 105b) também se identificou tendência negativa, retratando que a precipitação total anual está diminuindo ou o número anual de dias com chuvas está aumentando. Apesar da PRCPTOT está indicando tendência negativa, percebe-se que o número de dias com chuvas, consecutivos ou não, está aumentando. Cabe lembrar que não é seguro afirmar que estas tendências realmente estão ocorrendo. Devido índice SDII ser definido como sendo a precipitação total anual dividida pelo número de dias úmidos em um ano e como a precipitação diminuiu, os valores negativos desse índice ocorre devido o aumento do número de

dias úmidos, concordando com Haylock *et al.* (2006), que observou um aumento da umidade sobre a América do Sul.

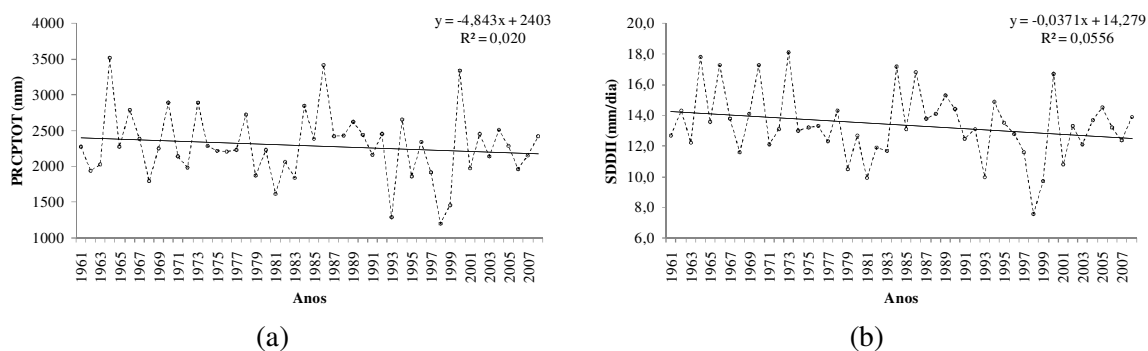


Figura 105 - Total anual nos dias úmidos (≥ 1 mm) – PRCPTOT (a) e Índice Simples de Intensidade Diária – SDII (b).

Ao analisar os índices R95p e R99p através das Figuras 106a e b, respectivamente, observou-se tendências negativas não significativas, principalmente no índice R95p, mostrando que, em geral, ocorreu uma diminuição dos dias muito úmidos e extremamente úmidos.

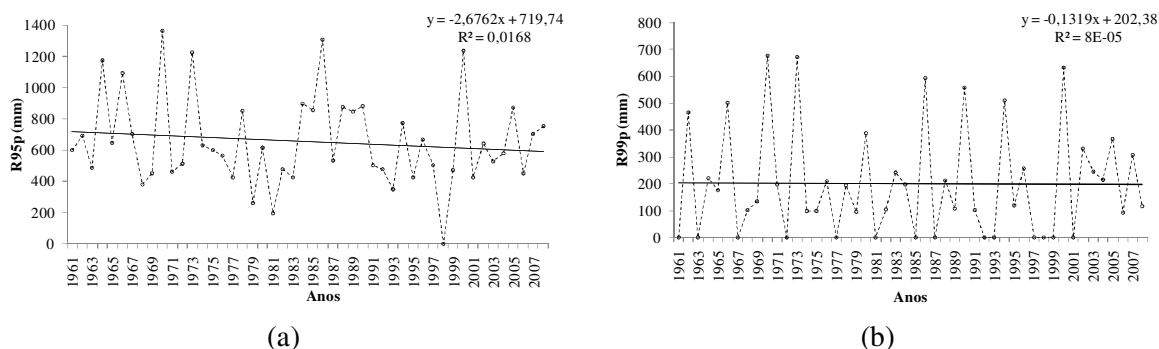


Figura 106 - Total anual PRCP quando RR > 95º percentil (a) e quando RR > 99º percentil (b).

Ao investigar os índices Rx1day (Figura 107a) e Rx5day (Figura 107b), observa-se uma tendência de diminuição da quantidade máxima de precipitação observada em um dia e em cinco dias, porém, se consideramos a frequência com chuvas acima de, por exemplo, 100mm em um dia e 200 mm em cinco dias, percebe-se que a partir da década de 80 há um aumento da frequência relacionados a estes índices, revelando que apesar da tendência negativa no período analisado, houve um aumento da frequência com máximos em um dia e em cinco nas duas últimas décadas, indicando aumento de eventos extremos de chuva concentrados em poucos dias.

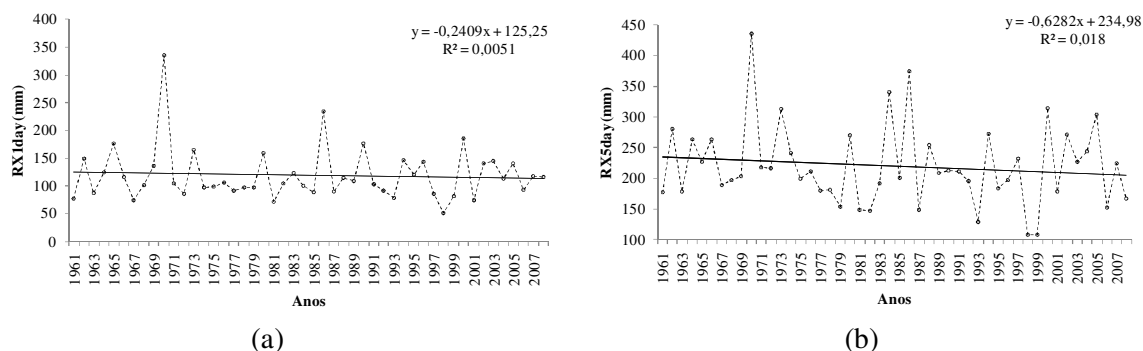
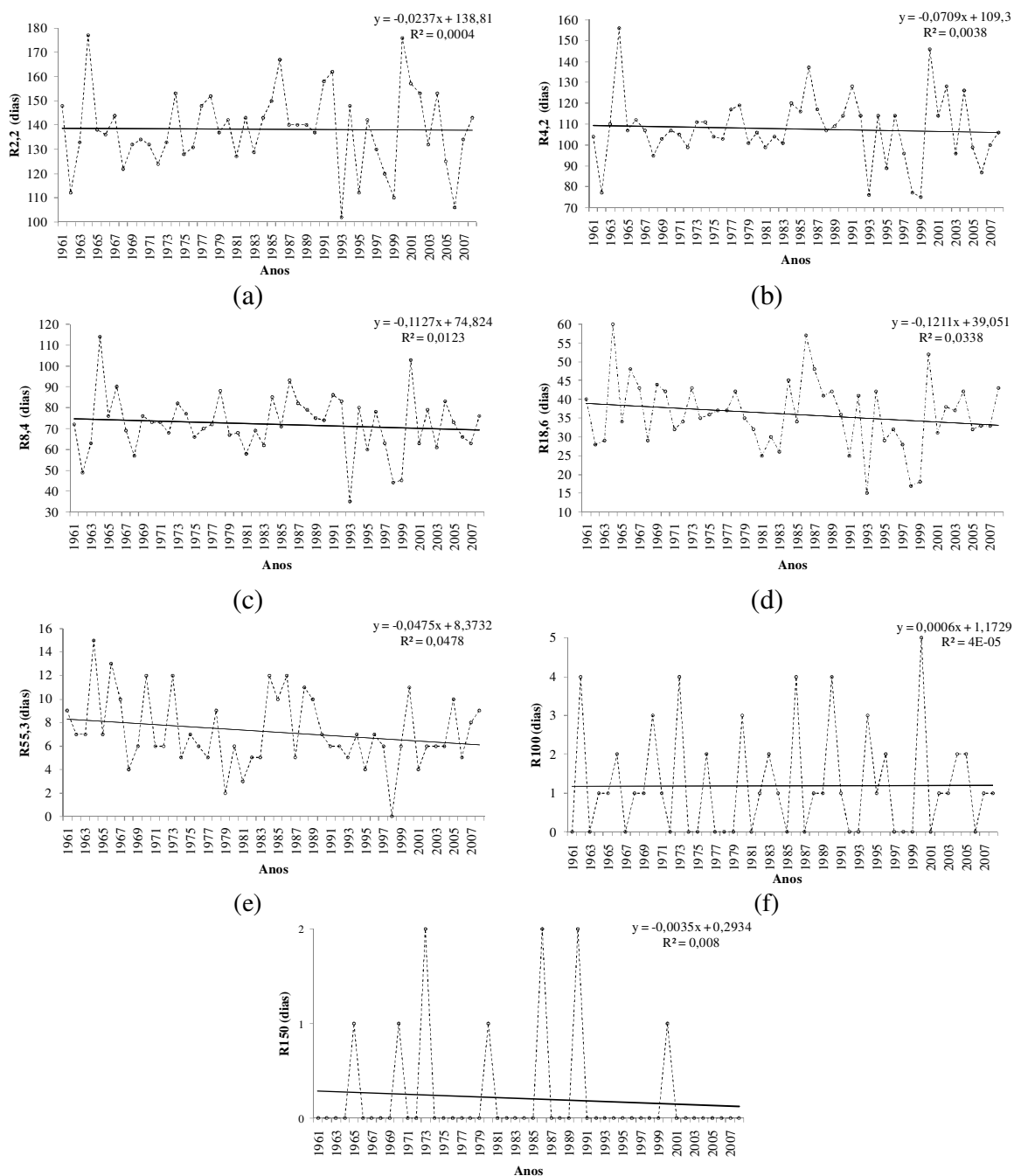


Figura 107 - Quantidade máxima de precipitação em um dia (Rx1day) e em cinco dias (Rx5day) no ano (mm/ano).

A tendência do número de dias em um ano em que a precipitação foi superior aos limiares definidos na Tabela 8, está demonstrada através da Figura 108a,g. A análise destes índices indicam uma tendência não significativa de diminuição do número de dias no ano com precipitação acima dos limiares adotados, com exceção do R100 (Figura 108f) que apresenta um pequeno aumento do número de dias com precipitação superior a 100 mm. Ressalta-se que não é seguro afirmar que estas tendências realmente estão ocorrendo. Percebe-se nas Figuras 108a, b, c e d que o período posterior a 1985 há uma maior variabilidade interanual, concordando com as análises realizadas no item 4.1.3. Considerando o número de dias no ano acima de 10 dias com precipitação superior a 55,3mm (Figura 108e), verifica-se uma diminuição da frequência após 1985 com essa intensidade de chuva. Por outro lado, após 1985 verifica-se um aumento da frequência com chuvas acima de 150 mm observados em dois dias (Figura 108g).



(g)

Figura 108 - Número de dias em um ano com precipitação > 2,2 mm (a), > 4,2 mm (b), > 8,4 mm (c), > 18,6 mm (d), > 55,3 mm (e) > 100 mm (f) e > 150mm (g).

Os índices derivados da precipitação durante o período de 1961 a 2008 indicam tendência de diminuição não significativa, com exceção do número de dias consecutivos com chuvas acima de 1mm e do número de dias em um ano com precipitação superior a 100 mm com tendência de aumento. As análises demonstram que após 1985 há um aumento da frequência com chuvas acima de 150 mm observados em dois dias, assim como aumento da frequência da quantidade máxima de precipitação observada em um dia e em cinco dias nas últimas décadas, assim como maior variabilidade interanual dos índices observados.

Diagnosticou-se aumento da frequência de eventos extremos de chuvas a partir da década de 80, com precipitações diárias superiores a 100 mm concentrados em poucos dias. É fato que essas tendências não estão relacionadas com uma mudança global do clima, pois como se trata de um local, que passou por mudanças ao longo dos anos, como exemplo, degradação do solo, ocupações irregulares, ou seja, modificações do seu ambiente natural, alterando o clima local. Portanto, não é seguro afirmar que estas tendências realmente estão ocorrendo.

4.5.2. Análise na detecção de tendências climáticas no padrão das temperaturas máximas e mínimas

A Tabela 18 apresenta os valores das tendências temporais dos índices de extremos climáticos derivados das temperaturas máximas e mínimas gerado para a localidade do Recife. A maioria dos índices demonstrou tendências de aumento (valor da inclinação positiva) estatisticamente significativas. A propósito a Tabela 18 mostra os valores da inclinação linear dos índices de temperatura, do erro padrão de estimativa e da sua significância estatística (valor p). Os índices com alta significância estatística apresentaram valor de $p < 0,05$ (marcado em negrito), com boa significância estatística valores entre $0,05 < p < 0,1$. Os valores com $p > 0,1$ não apresentam significância estatística.

Tabela 18 - Valores da inclinação linear, do erro padrão de estimativa e da significância estatística (valor-p) dos índices de temperatura para Recife-PE, no período de 1961 a 2008.

Índices	Inclinação	Erro padrão de estimativa	Valor-p
TXx	0.022	0.012	0.063
TNx	0.019	0.006	0.004
TX90p	0.521	0.129	0
TN90p	0.424	0.082	0
DTR	-0.007	0.005	0.201
WSDI	0.295	0.116	0.015

O índice dos máximos valores de temperaturas máxima diária (TXx) apresentou grande variabilidade interanual, com pequena tendência de aumento das temperaturas máximas, em torno de $0,02 \text{ } ^\circ\text{C}$ por ano, no período de 1961 a 2008 (Figura 109a). Observa-se que as três últimas décadas apresentaram os maiores registros, com destaque para os anos de 1984, 1988 e 1995 que ultrapassaram os $35 \text{ } ^\circ\text{C}$, representando $6 \text{ } ^\circ\text{C}$ acima da média climatológica. É importante ressaltar o mês de agosto de 1995, com a maior frequência diária de temperaturas elevadas em Recife, com pelo menos 7 dias registrando temperaturas acima de $35,5 \text{ } ^\circ\text{C}$. A Figura 109b representa o comportamento do valor mensal máximo da temperatura mínima diária (TNx), apresentando, também, tendência de aumento de $0,94 \text{ } ^\circ\text{C}$ no período estudado. Nos últimos 10 anos verificou-se uma elevação significativa, com registros de até $27,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ nos anos de

1998 e 2005, representando em média 5,5° C acima da climatologia. Esta tendência de aumento das temperaturas mínimas evidencia a ocorrência de noites mais quentes, que pode estar associado ao aumento do transporte de umidade do oceano em direção ao continente, devido à elevação das temperaturas durante o dia, favorecendo o aumento da evaporação e a formação de nuvens na região.

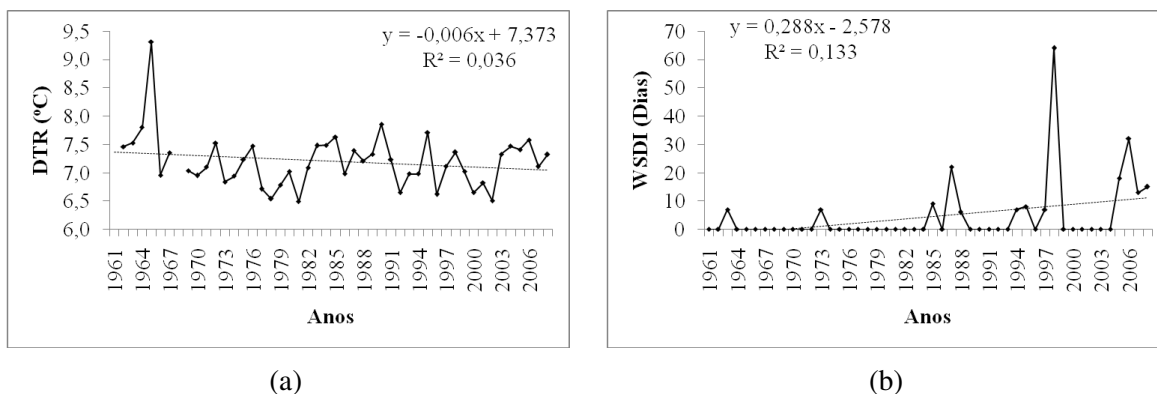


Figura 109 – Comportamento temporal dos índices: TXx - máximo das temperaturas máxima (a) e TNx – mínimo das temperaturas mínimas observados no período de 1961 a 2008 em Recife.

O aumento da temperatura máxima também é observado através do índice TX90p (Figura 110a), onde nota-se claramente o aumento do número de dias com temperaturas máximas acima do percentil 90, destacando o período de 1998 a 2008 que apresentou, em média, 15 a 55 dias quentes, a mais, no ano. O índice TN90p, Figura 110b, aponta para um aumento significativo de noites mais quentes, ou seja, com temperaturas mínimas acima da climatologia (22° C), principalmente a partir da década 1990 com aproximadamente 10 dias a mais com registros de noites mais aquecidas. Diante destes cenários, constata-se com significância estatística que as noites estão mais quentes, e que a elevação das temperaturas pode estar associada à urbanização desenfreada da cidade, com aumento de ruas e avenidas asfaltadas, construção de prédios cada vez mais altos, indústrias, redução de áreas verdes, entre outros, contribuindo para uma modificação no clima da cidade.

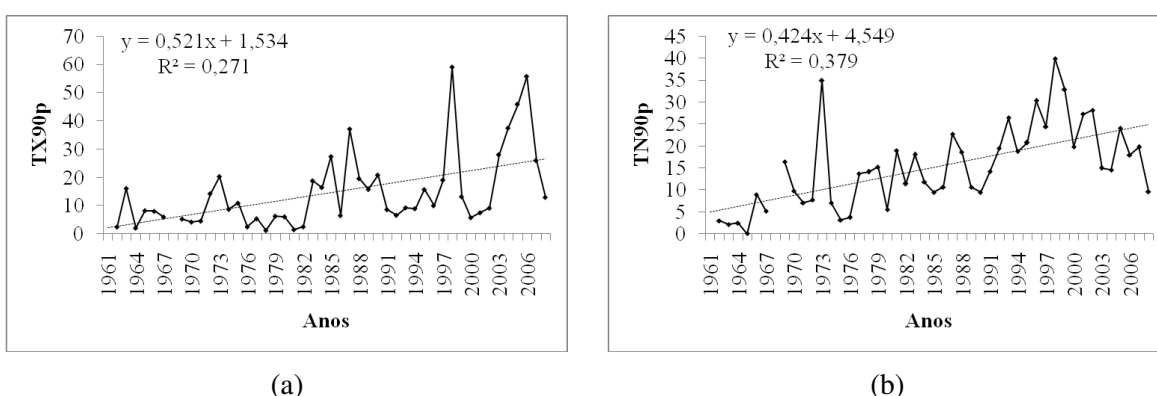


Figura 110 - Comportamento temporal dos índices TX90p - dias quentes (a) e TN90p - noites quentes (b) para o período de 1961 a 2008 em Recife.

Em relação à amplitude térmica diária (Figura 111a), verifica-se graficamente uma tendência de diminuição entre os valores das temperaturas máximas e mínimas, mas não é possível afirmar que está havendo uma diminuição da amplitude térmica, pois não tem significância estatística ($p < 0,01$). É importante mostrar que as ondas de calor tenderam a

aumentar nos últimos 47 anos, conforme mostra a Figura 111b. Percebe-se um aumento significativo a partir da década de 1990, destacando o ano de 1998, apresentando mais de 60 dias com pelo menos seis dias consecutivos com temperaturas máximas acima da média (29 °C). Cabe lembrar que em 1998 houve uma redução considerável das chuvas em Recife, devido à atuação do fenômeno El Niño de intensidade forte, responsável também pela elevação das temperaturas na região.

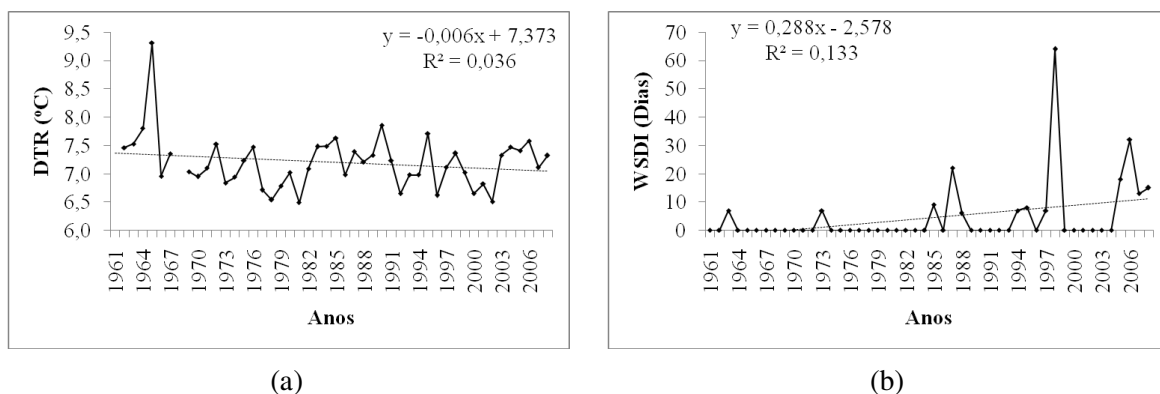


Figura 111 - Comportamento temporal dos índices DTR - amplitude diária de temperatura (a) e WSDI - ondas de calor (b) observados no período de 1961 a 2008 em Recife.

Apesar destas alterações, não pode ser afirmado que as tendências de aumento destes índices estão relacionadas apenas às mudanças climáticas globais, pois as contribuições de vários fatores a nível local podem ter modificado o clima da região, como por exemplo, a substituição de áreas vegetadas por asfaltos, indústrias, prédios, entre outros elementos. Infelizmente, as ações do homem sobre o meio têm implicado no aumento da poluição, desmatamento e queimadas de floresta nativas, formação de ilhas de calor nos grandes centros, dentre outros, contribuindo para alterar o clima local e regional. Neste sentido, é importante a realização de um estudo detalhado sobre o crescimento urbano da cidade, identificando as mudanças no uso do solo e seus impactos no clima local.

4.6. Modelo conceitual da gestão de riscos a desastres associado aos eventos de chuvas.

Durante as últimas décadas a redução de riscos a desastres tem sido uma das grandes preocupações dos governos e das sociedades como um todo, pois a cada ocorrência de um desastre, principalmente os de grande magnitude, são capazes de destruir, em poucas horas, com os esforços de trabalho ao longo de muitos anos, e em alguns até perdas de vidas. Neste sentido, formulou-se um modelo conceitual de um Sistema de Alerta para a cidade do Recife.

4.6.1. Sistema de Alerta de Chuvas com Riscos a Desastres

O modelo conceitual de um Sistema de Alerta de Chuvas com riscos a desastres para Recife tem o objetivo de emitir um Alerta Meteorológico com chuvas a Defesa Civil e a população, através dos meios de comunicação como telefone, fax, televisão e rádio, sempre que houver previsão de chuvas com intensidade que possam gerar desastres na cidade, como os alagamentos e escorregamentos de encostas, contribuindo para mitigar a vulnerabilidade da população.

Para colocar um sistema de alerta eficiente em funcionamento é necessário, primeiramente, uma equipe de meteorologistas para realizar o monitoramento contínuo das

condições de tempo e dos equipamentos e informações abaixo, emissão de um Alerta Meteorológico de chuva informando a possibilidade de ocorrência e intensidade da precipitação a Defesa Civil e aos meios de comunicação, com intuito de reduzir o risco da população frente aos impactos decorrentes dos desastres, ilustrado através da Figura 112.

1. Radar meteorológico para monitorar a aproximação de sistemas meteorológicos que possam gerar chuvas e, em consequência, produzir alagamentos e escorregamentos. Além disso, com o radar meteorológico é possível fazer a estimativa da quantidade pluviométrica sobre uma determinada região, que é de extrema importância pois com ela pode-se melhorar a qualidade e o alcance da previsão do tempo. Ressalta-se que esse equipamento não tem no estado de Pernambuco.

2. Pluviômetros automáticos, possibilitando o monitoramento automático e contínuo do volume pluviométrico, com informações de chuvas a cada 1 minuto. Em Recife, há instalado 4 pluviômetros convencionais (com informações de chuvas a cada 24 horas) e 3 Plataformas de Coleta de Dados-PCD (com informações horárias) pertencentes ao LAMEPE, INMET e Aeroporto, localizados nos bairros de Bongi, Várzea e Imbiribeira. O ideal seria a instalação de pelo menos 16 pluviômetros automáticos distribuídos ao longo da cidade. Com isso, seria realizado o monitoramento ideal das chuvas no município, conforme Figura 113.

3. Imagens de satélite. Ressalta-se que Pernambuco tem um receptor de imagens de satélite GOES-12, sob responsabilidade da Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC).

4. Modelos de previsão de tempo a cada 30 minutos, apresentando os mapas de precipitação com respectiva intensidade, direção e velocidade dos ventos, entre outros parâmetros. É oportuno mencionar que o CPTEC e INMET disponibilizam prognósticos dos resultados dos modelos matemáticos para até 15 dias.

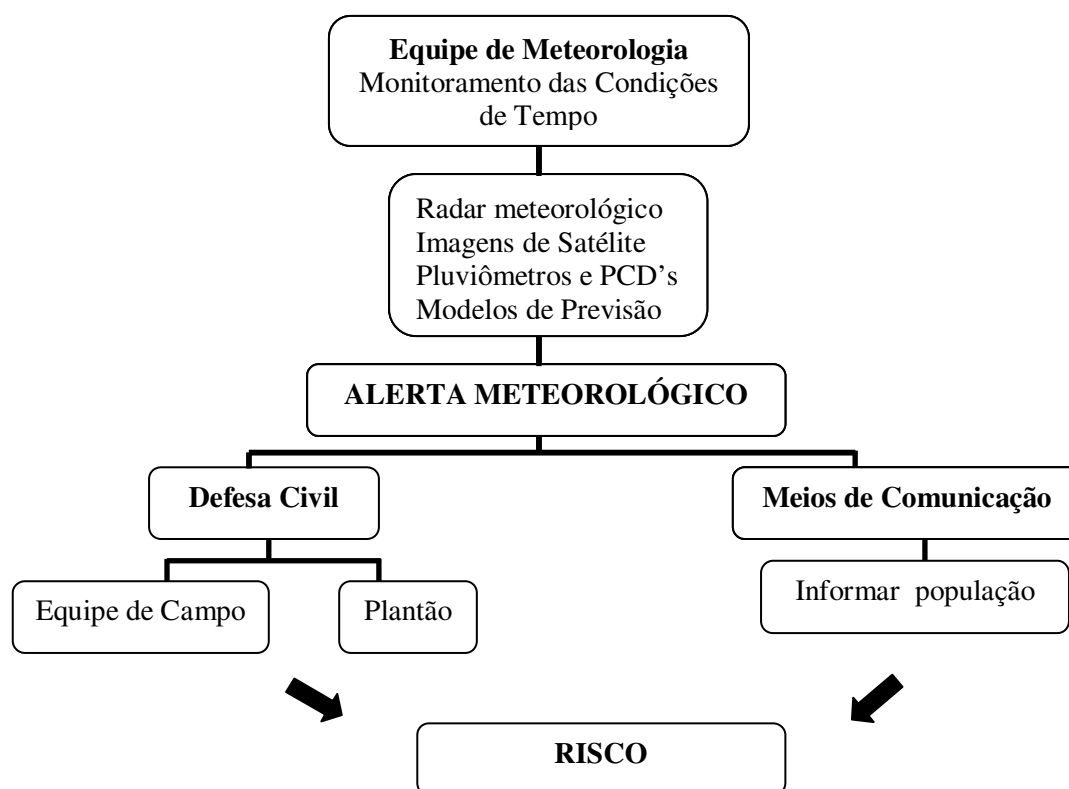


Figura 112 – Representação de um sistema de alerta conceitual de chuvas para a cidade de Recife-PE.

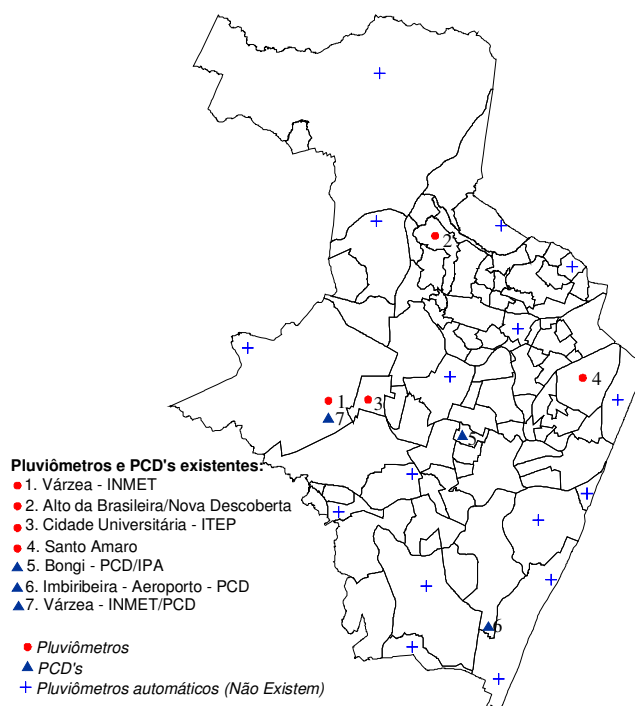


Figura 113 – Representação dos Pluviômetros Convencionais e PCD's (existem e funcionam), e identificação ideal dos locais para instalação dos Pluviômetros Automáticos (não existem) em Recife.

4.6.2. Procedimentos para o Funcionamento do Sistema de Alerta

Ponto de partida do alerta

A Equipe de Meteorologia (EM), responsável pelo monitoramento das condições de tempo e clima em Recife, irá identificar a possibilidade de ocorrência de chuvas que poderá atingir a cidade, através das imagens de satélite, radar meteorológico, análises dos modelos de previsão de tempo e das informações das estações meteorológicas convencionais e automáticas. Após a identificação do sistema meteorológico atuante e da possibilidade de ocorrência de chuvas, a EM enviará um Alerta Meteorológico comunicando o sistema atuante, e a possibilidade de ocorrência da chuva com intensidade de moderada, forte ou muito forte a equipe da Defesa Civil. É importante a informação dos dados atualizados de maré, pois a coincidência com chuvas intensas resultam em maiores problemas para a população.

Para ilustração de um prognóstico com chuva forte, é oportuno apresentar o resultado do modelo gerado no dia 01/06/2005 com previsão da precipitação para o dia 03/06/2005, indicando Chuva Muito Forte na Zona da Mata e Litoral de Pernambuco (Figura 114a) com valores previstos de 50 a 100mm, e o resultado obtido da precipitação registrada oscilou de 50 a 175 mm nas referidas regiões (Figura 114b). Esta análise evidencia que apesar do modelo não apresentar a quantidade real do volume pluviométrico observado, o mesmo aponta a intensidade da chuva nas áreas onde possivelmente ocorreram índices pluviométricos mais significativos.

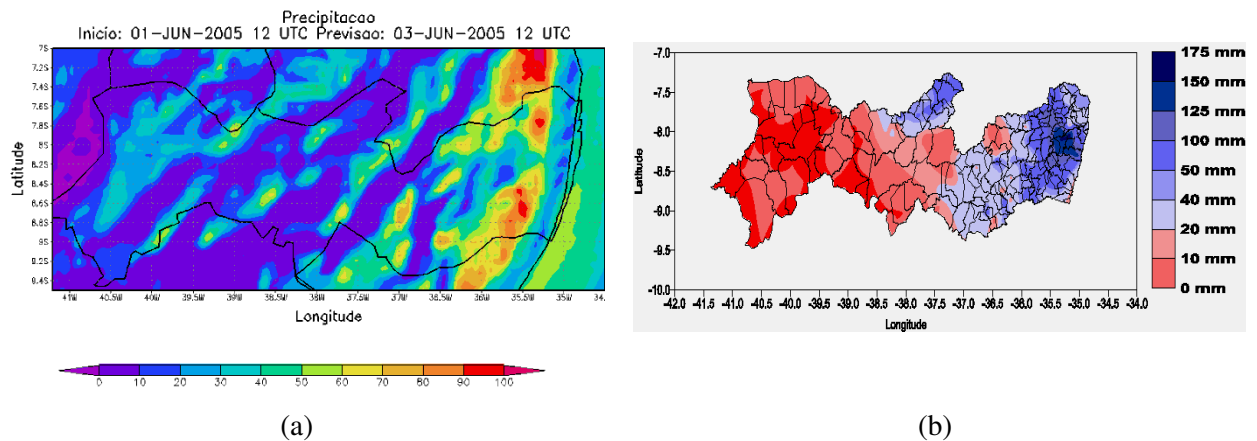


Figura 114 – Resultado (a) do prognóstico da precipitação (mm) e precipitação observada (b) no dia 03/06/2005 em Pernambuco.
Fonte: LAMEPE/ITEP

Monitoramento do evento chuvoso

A EM irá acompanhar o início da chuva na PCD, informando a cada instante as informações de tempo para a CODECIR, que enviará sua equipe para as áreas mais vulneráveis a ocorrência de desastres.

Fim do evento chuvoso

A equipe de meteorologistas comunicará a CODECIR a previsão de término da chuva. É importante que os técnicos da CODECIR registrem em uma planilha o nome da rua, bairro, a data e hora das áreas afetadas pelos desastres.

Após o evento

A EM deverá gerar um relatório com o monitoramento do sistema meteorológico desde o início ao final do evento, apresentando inclusive os resultados dos modelos, imagens de satélites e gráficos com as informações das chuvas ocorridas no período, assim como, a Defesa Civil também descreverá um relatório com todas as ocorrências notificadas relacionadas aos desastres, inclusive identificação do local, bairro, data e hora do desastre, como forma da elaboração de um banco de dados resultantes dos impactos associados às chuvas na cidade.

Este trabalho em conjunto contribuirá para um mapeamento detalhado de áreas de riscos, assim como para redução das falhas no sistema de alerta, reduzindo a vulnerabilidade da população aos desastres decorrentes das chuvas. Com isso, percebe-se que há competência para reduzir desastres em uma região, o que falta é fazer o “conhecimento” chegar aos gestores municipais, e principalmente a consolidação de uma política pública de redução de riscos e desastres, sintonizada com o conhecimento técnico e a organização social disponíveis.

A principal dificuldade para colocar o sistema de alerta eficiente em funcionamento, é o investimento em equipamentos, treinamentos e principalmente a manutenção do sistema. Cabe ressaltar que os eventos climáticos extremos estão acontecendo com frequência cada vez maior e esse quadro reforça a necessidade de garantir sistemas de alerta a nível local e de alcance nacional. O funcionamento eficiente de um sistema de alerta de chuvas irá reduzir ou até mesmo controlar a vulnerabilidade de uma população, diminuindo assim os riscos a desastres, alterando-se sua probabilidade de ocorrência ou gerenciando suas conseqüências. Por esta razão, a implantação de um sistema de alerta é relevante para a administração dos impactos decorrentes das chuvas.

CONCLUSÕES

Na análise da precipitação diária, constatou-se que quando há registros de precipitação dentro da classe de Chuva Muito Forte, sempre há escorregamentos e muitos pontos de alagamentos, ocasionando danos à população. Estes impactos também são observados quando a classe considerada é de Chuva Forte.

As chuvas classificadas moderadas podem desencadear problemas de escorregamentos (a maioria de pequeno porte), mas principalmente muitos pontos de alagamentos. Em relação às chuvas consideradas fracas, não houve ocorrência de danos associados a esta intensidade. Porém, quando há registros de precipitação em dias consecutivos anterior a um evento de Chuva Fraca, com acumulado superior a 30mm, podem ocorrer escorregamentos. Vale salientar que a ocorrência de dias consecutivos com chuvas anterior a um evento de Chuva Muito Forte, Forte e Moderada contribuem ainda mais para ocorrência de desastres, e que os danos causados a sociedade estão associados às condições sociais e econômicas, além da ocupação desordenada.

Eventos com intensidade diária dentro da classe Chuva Forte ocorrem trinta vezes, em média, durante um ano, com maior frequência nos meses de junho e julho. Já os eventos com a magnitude considerando a classe Chuva Muito Forte são observados pelo menos sete vezes em um ano, com maior frequência em junho.

Na análise da precipitação mensal, constatou-se que nos meses classificados dentro das categorias Muito Chuvoso e Extremamente Chuvoso há ocorrência de desastres, como os escorregamentos e alagamentos, e os meses classificados como Normal e Chuvoso nem sempre há escorregamentos, estando relacionados à distribuição e intensidade da chuva diária. Não há registros de escorregamentos para os meses Seco e Muito Seco.

O trimestre maio-junho-julho, de forma geral, são os meses com as maiores frequências com registros de precipitação e com as maiores ocorrências de desastres, coincidindo com os meses mais chuvosos, cujo principal sistema meteorológico causador de chuvas nesta região são as Ondas de Leste. Apesar dos eventos extremos de chuvas intensas serem observados principalmente entre os meses de março a julho, tais eventos também podem acontecer nas demais épocas do ano.

É frequente a ocorrência de desastres associados às chuvas em Recife, e principalmente associadas à falta de infraestrutura que a cidade oferece, aliados as condições sociais e econômicas da população mais pobre, cujos problemas são agravados pela sociedade, devido a falta de percepção e educação em relação ao meio, quando jogam lixo nas ruas, nos canais, etc, contribuindo para entupir os bueiros e conseqüentemente os alagamentos e inundações.

Os escorregamentos e inundações representam os mais graves em termos de perda de vida e danos à propriedade. No entanto, quando acontece alguma situação desta natureza, muitos outros problemas emergem, produzindo outras calamidades à população, como a fome, as doenças, sem falar nas perdas humanas, principalmente entre as camadas mais pobres.

A parceria e o comprometimento da Sociedade, Defesa Civil e demais órgãos públicos, formam o tripé que em conjunto fortalecem e dinamizam as ações realmente eficazes para mitigação ou resolução dos problemas decorrentes dos desastres.

A maioria dos bairros do Recife apresenta riscos a desastres Muito Alto e Alto e vulnerabilidade Muito Alta, destacando as regionais Sul e Oeste com os maiores índices de riscos a desastres, os quais apresentam áreas constituídas de morros íngremes, adensamento da população, aliadas as condições sociais e econômicas.

A vulnerabilidade social e econômica da população que reside nas áreas mais pobres do Recife foi considerada Alta, e a vulnerabilidade ambiental Muito Alta. Apesar de não retratarem as reais dimensões dos problemas associados às chuvas, refletem de alguma forma a vulnerabilidade do ser humano frente aos desastres, sem falar na solidariedade, solidão, medo, abandono, traumas, incertezas, estes e outros sentimentos são desencadeados aos moradores como as perdas humanas e materiais, durante e após um desastre.

Apesar das incertezas científicas que ainda existem em relação ao tema mudanças climáticas, há evidências que o clima da Terra vem sofrendo alterações. Em Recife, diagnosticaram-se mudanças locais relacionadas à precipitação e às temperaturas durante um período de 47 anos, compreendido entre 1961 a 2008. Em relação aos índices derivados da precipitação, verificou-se aumento da frequência de eventos extremos de chuvas a partir da década de 80, com precipitações diárias superiores a 100 mm concentrados em poucos dias.

Os índices associados às temperaturas foram unânimes em evidenciar aumento das temperaturas máximas e mínimas, constatando-se aumento de ondas de calor na região. Com base nesses resultados é possível inferir que a área em estudo está ficando mais quente, o que indica que é cada vez mais forte a tendência de mudança e não de variabilidade.

Apesar destas alterações, não pode ser afirmado que as tendências de aumento destes índices estão relacionadas apenas às mudanças climáticas globais, pois as contribuições de vários fatores a nível local podem ter modificado o clima da região, como por exemplo, a substituição de áreas vegetadas por asfaltos, indústrias, prédios, entre outros elementos. Infelizmente, as ações do homem sobre o meio têm implicado no aumento da poluição, desmatamento e queimadas de floresta nativas, formação de ilhas de calor nos grandes centros, dentre outros, contribuindo para alterar o clima local e regional. Neste sentido, é importante a realização de um estudo detalhado sobre o crescimento urbano da cidade, identificando as mudanças no uso do solo e seus impactos no clima local.

O funcionamento eficiente de um sistema de alerta de chuvas irá reduzir ou até mesmo controlar os riscos de uma população, diminuindo os desastres, alterando-se sua probabilidade de ocorrência ou gerenciando suas conseqüências. Por esta razão, a implantação de um sistema de alerta é relevante para a administração dos impactos decorrentes das chuvas, cujo principal dificuldade para colocar o sistema de alerta em funcionamento é o investimento em equipamentos, treinamentos e principalmente a manutenção do sistema.

Enfim, a redução de riscos e desastres depende em grande parte das políticas públicas consistentes, de um modelo econômico, da percepção do risco pelas comunidades vulneráveis e sociedade em geral.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, A. F. de. O desastre seca x políticas públicas. o semi-árido paraibano: Um estudo de caso Campina Grande: **Tese de Doutorado** em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande/CCT, 2004.

ADEJUWON, J.O. e ODEKUNLE, T. O. Variability and severity of the “Little Dry Season” in south western Nigeria; **Journal of Climate** 19: 1 – 8., 2006.

ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, n. 2-4, p. 107–124, Out. 2002.

ALEXANDER, D. E. A survey of the field of natural hazards and disaster studies. In: CARRARA, A.; GUZZETTI, F. (Ed.) Geographical information systems in assessing natural hazards. **Dordrecht: Kluwer Academic Publishers**, Cap. 1, p. 1-19. 1995.

ALHEIROS M. **Atlas Ambiental da Cidade do Recife**, SEPLAN, 2000.

ALVES, J.M.B.; XAVIER, T. M. B. S.; FERREIRA, A.G. e MELLO, N. G.S. Verificação de Prognósticos Sazonais de Precipitação no Estado do Ceará Utilizando a Técnica dos Quantis. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.15, n.2,73-85,2000 .

ANDJELKOVIC, I. **Guidelines on non-structural measures in urban measures in urban flood management**. Paris: UNESCO, 87p., 2001.

ANDRADE, M. **Serviços Urbanos na Região Metropolitana do Recife**. Projeto MetrÓpole Estratégica. Recife, FIDEM, 2002.

ANDRADE-LIMA, D. **Estudos fitogeográficos de Pernambuco**. Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas 5: 305-341, 1960.

ARAGÃO, J. O. R. A Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico na Dinâmica do Tempo e do Clima do Nordeste do Brasil. In: ESKINAZI-LEÇA, Enide; NEUMANN-LEITÃO, Sigrid; COSTA, Mônica Ferreira da. (Org.). **Oceanografia: Um cenário tropical**. Recife/PE, v. 551.46, p. 131-184, 2004.

ARAGÃO, J. O. R. **Clima e Condições Meteorológicas em SUAPE – PE. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**, 16p, Recife, 2006.

ARAGÃO, J. O. R. Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado**, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP, Brasil, 51p, 1976.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Classificação da precipitação anual e da quadrachuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 4, n. 3, 2009.

AVISO. **Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security**. Nº 14, Oct 2005.

BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidade de risco a desastre**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola/UFPB. (Apostila). 87p. 1997.

BERZ, W.; KRON, G.; LOSTER, T.; RAUCH, E.; SCHIMETSCHKE, J.; SCHMIEDER, J.; SIEBERT, A.; SMOLKA, A.; WIRTZ, A. World map of natural hazards – a global view of the distribution and intensity of significant exposures. **Natural Hazards**, 23, 443–465, 2001.

BLAIKIE, P; CANNOT, T.; DAVIS, I. e WISNER, B. **El Desafio de Los Desastres y nuestro**. Enfoque: In: Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres. Colombia: ITDG/LA RED, 1996, 374p.

BRAGA, T.M.; OLIVEIRA, E.L.; GIVISIEZ, G.H.N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 1, p. 81-95, jan./mar. 2006.

BRAGANZA, K.; KAROLY, D.J.; HIRST A.C; MANN, M.E; STOTT, P; STOUFFER, R.J; TETT S.F.B. Simple indices of global climate variability and change: Part I - variability and correlation structure, **Climate Dynamics**, v. 20, n. 5, p. 491-502, 2003.

CALBETE, N.O.; ROZANTE, J.R. e LEMOS, C.F. Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil. **Climanálise**, CPTEC, Cachoeira Paulista-SP, outubro, 1996.

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Bogotá: CEDERI, jun. 2001.

CARSELL, K. M., PINGEL, N. D., FORD, D. T. “Quantifying the benefit of a flood warning system”. **Natural Hazards Review**, v. 5, n. 3, pp.131-140, 2004.

CODECIPE. **Relatório Geral**. Recife, dezembro, 2008.

CODECIR- Coordenadoria de Defesa Civil do Recife. **Balanço do Alerta 2004**. Boletim Técnico. Recife, 2004.

CODECIR- Coordenadoria de Defesa Civil do Recife. **Balanço do Alerta 2007**. Boletim Técnico. Recife, 2007.

CODECIR- Coordenadoria de Defesa Civil do Recife. **Balanço do Alerta 2008**. Boletim Técnico. Recife, 2008.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. Fundação Oswaldo Cruz, **Terra Livre**, São Paulo, Ano 19, vol. I - n. 20, p. 193-204, jan/jul, 2003.

CONFALONIERI, Ulisses E. C. **Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects** in: Hogan, H.J and M.T. Tolmasquim. Human Dimensions of Global Environmental Change – Brazilian Perspectives. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2001.

CONTI, J. B. **Considerações sobre mudanças climáticas globais**. In: Variabilidade e Mudanças Climáticas. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 17-28, 2000.

- COUTINHO, R. Q. **Carta Geotécnica do Recife**, FINEP/FADE-UFPE, Recife-PE, 1999.
- CRED-OFDA (2002). EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. **Centre for Research on the Epidemiology of Disasters** <http://www.cred.be/emdat> [Geo-2-330].
- DEL RIO, V. V. **Cidade da Mente: Cidade Real**. In : Percepção Ambiental: a experiência Brasileira. São Paulo. Studio Nobel, Universidade Federal de São Carlos, p. 3-22. 226, 1996.
- DILLEY ET AL. **Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis**. Washington: World Bank Publications., 2005.
- DOSWELL, C.A.; BROOKS, H.E., MADDOX, R.A. Flash flood forecasting:na ingredients-based methodology. **Weather and Forecasting**, v.11, p. 560-580, 1996.
- DUTTA, D., TINGSANCHALI, T. “**Development of Loss Functions for Urban Flood Risk Analysis in Bangkok**”, In: New Technologies for Urban Safety of Mega Cities in Asia, Tokyo, Japan, 2003.
- EASTERLING, D. R., ALEXANDER, L., MOKSSIT, A., DETEMMERMAN, V. CCI/CLIVAR workshop to develop priority climate indices. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 84, 1403-1407, 2003.
- EASTERLING, D. R.; MEEHL, G. A.; PARMESAN, C.; CHANGNON, S. A.; KARL, T. R.; MEARN, L. O. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. **Science**, v. 289, 2068-2074, 2000.
- EIRD - **Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres Las Américas** - <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>, data de acesso: novembro de 2009.
- EM-DAT – **Emergency Events Database**. The OFDA/CRED International Disaster Database. Sítio: <http://www.em-dat.net/>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2008.
- FERREIRA, J. D. A.; AZEVEDO, P. V.; FARIAS, M. S. S.; LIRA, V. M. Determinação da vulnerabilidade ambiental na vila dos teimosos, Campina Grande – PB. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 9, n. 25, p. 115 – 120. Março, 2008
- FRICH, P., ALEXANDER, L. V., DELLA-MARTA, P., GLEASON, B., HAYLOCK, M., TANK, A. M. G. K., PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, 19, 193-212, 2002.
- GARCIA M. A. DE M. O Homem-Ser na Construção Social dos Riscos no Semi-Árido Paraibano: **Tese de Doutorado** em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande/CCT. 168p., 2004.
- GEO Brasil 2002. **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil** / Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. - Brasília: Edições IBAMA, 440p.:il. ISBN 85 - 7300 - 144 – 5; 2002.
- GLOBO.COM. **Desastres naturais marcam seis primeiros meses de 2010**. Sítio: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2010/07/desastres-naturais-marcam-seis-primeiros-meses-de-2010.html>. Recife. Data de acesso, 12 de dezembro de 2010.

GOMES, R. M. Implementação Metodológica para Quantificação dos Prejuízos Decorrentes de Cheias Urbanas Aplicada ao Município de São João de Meriti, **Dissertação de Mestrado**, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004.

GONÇALVES, N.M.S. Impactos Pluviais e Desorganização do espaço Urbano em Salvador – BA. São Paulo: **Tese de Doutorado** em Geografia Física, Universidade de São Paulo, 1992.

GRETl - **Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library**. Allin Cottrell and Jack Luchetti, Wake Forest University. Traduzido por Raquel Guimarães, Henrique Andrade e Hélio Guilherme, UFRG, tradução 22 de janeiro de 2010, http://gretl.sourceforge.net/gretl_portugues.html. Data de acesso: 01/fevereiro/2010.

HACK, L. P. O clima urbano de Petropolis - RJ - **Análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de riscos e nas inundações**. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.) Os climas das cidades brasileiras. Presidente Prudente: (s.n.), pág.89- 114, 2002.

HASTENRATH, S., GREISCHAR, L. Further Work on the Prediction of Northeast Brazil Rainfall Anomalies. **Journal of Climate**, 6, 743-758, 1993.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. V. 103, 77-92, 1977.

HAYLOCK, M. R., PETERSON, T. C., ALVES, L. M., AMBRIZZI, T., ANUNCIÇÃO, Y. M. T., BAEZ, J., BARROS, V. R., BERLATO, M. A., BIDEGAIN, M., CORONEL, G., GARCIA, V. J., GRIMM, A. M., KAROLY, D., MARENGO, J. A., MARINO, M. B., MONCUNILL, D. F., NECHET, D., QUINTANA, J., REBELLO, E., RUSTICUCCI, M., SANTOS, J. L., TREBEJO, I., VINCENT, L. A. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, 2005.

HAYLOCK, M. R., PETERSON, T. C., ALVES, L. M., AMBRIZZI, T., ANUNCIÇÃO, Y. M. T., BAEZ, J., BARROS, V. R., BERLATO, M. A., BIDEGAIN, M., CORONEL, G., GARCIA, V. J., GRIMM, A. M., KAROLY, D., MARENGO, J. A., MARINO, M. B., MONCUNILL, D. F., NECHET, D., QUINTANA, J., REBELLO, E., RUSTICUCCI, M., SANTOS, J. L., TREBEJO, I., VINCENT, L. A. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. **Journal of Climate**, v. 19, p. 1490-1512, 2006.

HERRMANN, M. L. P. **Levantamento dos desastres naturais ocorridos em Santa Catarina no período de 1980 a 2000**. Florianópolis: IOESC, 89 p., 2001.

IATFDR - Updated and Expanded Terminology of Disaster Reduction: First Draft Compilation. Doc. # TF3/ 5, **Inter-Agency Task Force on Disaster Reduction**, Third Meeting of the Task Force, Geneva, 3-4 May, 2001.

IFRC - International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, **World Disasters Report 2001**. [http://www.ifrc.org/publicat/wdr2001/\[Geo-2-334\]](http://www.ifrc.org/publicat/wdr2001/[Geo-2-334]), 2001.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Genebra, Suíça, 2001.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. **Climate Change and Biodiversity**. Cambridge, University Press, 86 p., 2002.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL IN CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Summary for Policymakers. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2dez07.pdf>> Acesso em: 10 de dezembro de 2007.

ISDR - International Strategy for Disaster Reduction. **Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives**. ISBN 92-1-101050-0, Sales No.GV.E.03.0.2, Geneva 10, Switzerland. Vol. 1: 454 p., Vol. 2 (Annexes): 130 p., 2004.

JORNAL DO COMÉRCIO. **Recife não esquece a catástrofe de 1975**. Recife 16.07.2000, Domingo. Sítio: <http://www2.uol.com.br/JC/2000/1607/cd1607i.htm>, Recife. Data de acesso, 05 de fevereiro de 2011.

KNABB,R.D.; RHOME, J.R.; BROWN, D.P. **Tropical Cyclone Report: Hurricane Katrina**. Miami: NHC, 2005. 43p. Disponível em: <www.nhc.noss.gov/pdf/TCR-AL122005_Katrina.pdf> Acesso em 16 de janeiro, 2008.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P.V. de OLIVEIRA.; MARCELINO, E. V.; GOLÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F. e RUDORFF, F. M. **Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos básicos**, Curitiba: Ed. Organic Trading, 109p., 2006.

KÖPPEN, W. **The Climates of Nort America**. R. Handbuch der Klimatologie, Berlim, 1948.

KOUSKY, V. E. and GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the Tropical South Atlantic. **Tellus**. V. 33, 538-551, 1981.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**. V. 107, n. 9, 1140-1153, 1979.

LARED – **Red de Estudios Sociales em Prevención de Desastres em América Latina**. <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap1.htm>. Acesso: novembro/2009.

LAVELL, A. Comunidade y desastres em América Latina: estratégias de intervención. Vivendo em Riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres em América Latina. Colombia: **La Read/FLACSO**, p.27-58, 1994.

LAVELL,A. **La gestión local del riesgo: nociones y precisiones em torno al concepto y la práctica**. Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, 101p., 2003.

LIMA, J. C. Avaliação dos Riscos e Danos de Inundação e do Impacto da Adoção de Medidas Não-Estruturais em Itajubá/MG. **Dissertação de Mestrado**, Escola de Engenharia/UFGM, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2003.

MABSOONE, J. M. e SILVA, J. C. Aspectos geomorfológicos. In: Estudos geológicos. Departamento de Geologia – UFPE. **Estudos e Pesquisas**, Série B, v.10, pp. 117-132, 1991.

MACHADO, M. L., NASCIMENTO, N, BAPTISTA, M. B. “Curvas de Danos de Inundação versus Profundidade de Submersão: Desenvolvimento de Metodologia”, **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 2, n. 1, p. 35-52, 2005.

MANTON, M. J., DELLA-MARTA, P. M., HAYLOCK, M. R., HENNESSY, K. J., NICHOLLS, N., CHAMBERS, L. E., COLLINS, D. A., DAW, G., FINET, A., GUNAWAN, D., INAPE, K., ISOBE, H., KESTIN, T. S., LEFALE, P., LEYU, C. H., LWIN, T.,

MAITREPIERRE, L., OUPRASITWONG, N., PAGE, C. M., PAHALAD, J., PLUMMER, N., SALINGER, M. J., SUPPIAH, R., TRAN, V. L., TREWIN, B., TIBIG, I., YEE, D. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961-1998. **International Journal of Climatology**, 21, 269-284, 2001.

MANTON, M. J., NICHOLLS, N. **Monitoring trends in extreme climate events**. APN Newsletter, 1-3, 1999.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H. e KOBİYAMA, M. Mapeamento De Risco De Desastres Naturais Do Estado De Santa Catarina. **Caminhos de Geografia** 8 (17) 72 - 84, fevereiro, 2006.

MARCELINO, E.V.; GOERL, R.F; RUDORFF, F.M. **distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (Período 1980-2003)**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. Florianópolis, Anais, v.1, p. 554-564, 2004.

MARCELINO, E.V.; NUNES, L.H.; KOBİYANA, M. Banco de Desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Caminhos da Geografia**, v.6, n.19, p. 130-149, 2006.

MARENGO, J. TOMASELLA, J. UVO, C. Long-term stream flow and rainfall fluctuations in tropical South America: Amazonia, eastern Brazil and northwest Peru. **Journal of Geophysical Research**, n. 103, p. 1775-1783, 1998.

MASKREY, A. **El manejo popular de los desastres naturales – Estudios de vulnerabilidad y mitigacion**. Lima-Perú, outubro, 208p.,1989.

MASKREY, A. **Los Desastres No son Naturales**. LA RED: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. ITDG: Intermediate Technology Development Group. Colombia. 1993.

Mc BEAN, E. A., GORRIE, J., FORTIN, M., et al. “Flood-Depth Damage Curves by Interview Survey”, **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 114, n. 6, p. 613-634. 1988.

MCBEAN, G. Climate change and extreme weather: a basis for action. **Natural Hazards**, 31, 177– 190, 2004.

MEDEIROS, C. e OLIVEIRA, S.M. **Dinâmica Demográfica do Recife. Secretaria de Planejamento da Prefeitura do Recife**. SEMINÁRIOS: Quantos São e Quem Somos no Nordeste? Fundação Gilberto Freyre, Anais, p.182- 192, Recife, 2005.

MEDINA, J. e ROMERO, R. **Los Desastres Si Avisan**. Estudios de Vulnerabilidad y Mitigacion, ITDG, Lima – Peru, 172p., 1992.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B.; SANTOS, C. A. C.; SILVA, L.L. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, ISSN 0102-7786, , v.23 n.2 São Paulo jun. 2008.

MESSNER, F., MEYER, V. “**Flood Damage, Vulnerability and Risk Perception - Challenges for Flood Damage Research**”, UFZ Discussion Papers, n. 13., 2005.

MESSNER, F., PENNING-ROUSELL, E.C., GREEN, C., et al. Evaluating Flood Damages: Guidance and Recommendations on Principles and Methods, **Floodsite Report** T09-06-2007.

MIN – **Ministério da Integração Nacional**. Secretaria de Defesa Civil. Política Nacional de defesa Civil. Brasília: MIN, 81p., 2007.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. **Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina de Desastres**. 2ed., Brasília, 1998.

MONTEIRO, A. B. Modelagem do Fluxo Subterrâneo nos Aquíferos da Planície do Recife e seus Encaixes. **Dissertação de Mestrado**, CTG/UFPE, Recife-PE, 91p, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991. 241 p.

MONTENEGRO, D.; LACERDA, H.R.; LIRA, T.M.; OLIVEIRA, D. S. C.; LIMA, A. A. F.; GUIMARÃES, M. J. B. e VASCONCELOS, P. G. Aspectos clínicos e epidemiológicos da epidemia de dengue no Recife, PE, em 2002. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 39(1):9-13, jan-fev, 2006.

NAGEM, F. R. M. **Avaliação econômica dos prejuízos causados pelas cheias urbanas (Rio de Janeiro)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 114 p.; 2008.

NCEM – North Carolina Division of Emergency Management. **Local hazard mitigation planning manual**. Raleigh: NCEM/UC, 90p., 1998.

NICHOLLS, N. Atmospheric and climatic hazards: improved monitoring and prediction for disaster mitigation. **Natural Hazards**, 23, 137–155, 2001.

NIEUWOLT S. **Clima Tropical: Uma Introdução aos climas de baixas latitudes**. John Wiley and Sons, 207 pp., 1982.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of Sea Surface Temperature, Wind Stress, and Rainfall over the Tropical Atlantic and South America. **Journal Climate**, v.9, 2464-2479, 1996.

NUNES, K. S. **Ciclagem de Nutrientes na Mata de Dois Irmãos - Recife**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Mestrado de Botânica, Recife -PE, p 108,1980.

PARK, C.C. Environmental hazards. London: MACMILLAN, 62p., 1991.

PE360GRAUS. **Codecipe contabiliza 12 deslizamentos nas últimas 24 horas**. Sítio: www.pe360graus.com. Recife. Data de acesso, 21 de abril de 2007.

PENNING-ROSWELL, E.C., CHATTERTON, J.B. **The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques**, Farnborough, England, Saxon House. 1977.

PERNAMBUCO DE A-Z. **Enchentes**. <http://www.pe-az.com.br/>. Acesso:

PETERSON, T. C., TAYLOR, M. A., DEMERITTE, R., DUNCOMBE, D. L., BURTON, S., THOMPSON, F., PORTER, A., MERCEDES, M., VILLEGAS, E., FILS, R. S., TANK, A. K., MARTIS, A., WARNER, R., JOYETTE, A., MILLS, W., ALEXANDER, L., GLEASON, B.

Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. **Journal of Geophysical Research- Atmospheres**, 107, art. no.-4601, 2002.

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

PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **Redução do risco de desastre** - Disponível: < http://www.pnud.org.br/unv/projeto.php?id_unv=23> Acesso: 10 de maio de 2008.

PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). **La construcción social de la vulnerabilidad**. Disponível: <<http://www.undp.um.hn/pdf/idh/1999/capitulo2.pdf>>. Acesso em: 10 de maio de 2008.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente); IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial-GEO-3**. ISBN: 85-7300-165-8-IBAMA 92-807-2433-9 JOB No.DEW-0518-NA-PNUMA.http://www.worldwatch.org.br/geo_mundial_arquivos/capa_pretexto.pdf/acesso:.2008.

POMPILIO, M.J. O homem e as inundações na Bacia do rio Itajaí: uma contribuição aos estudos da geografia do comportamento e da percepção, na linha da percepção ambiental. **Tese de Doutorado** na área de concentração em Geografia Física – USP, SP, 1991.

PREFEITURA DO RECIFE. **A Cidade do Recife: Perfil e História**. Disponível em : < <http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/infocrec/>>; Acesso em 08 de julho de 2008.

PREFEITURA DO RECIFE. **CODECIR continua em alerta na temporada de inverno**.http://www.recife.pe.gov.br/2008/06/05/codecir_continua_em_alerta_na_temporada_de_inverno_162513.php. Recife, Data de acesso: 10/08/2009.

RAMOS, C. S.; SANCHEZ, M. C. Estudo metodológico de classificação de dados para cartografia temática. **Geografia**, v. 25, n. 2, p. 23-52, 2000.

ROCHA, E. P. Balanço de Umidade e Influência de Condições de Contorno Superficiais sobre a Precipitação da Amazônia. **Tese de Doutorado**, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, SP, Brasil, 2001.

SANTO, C.M.E. E SATYAMURTY, P. **Eventos extremos de precipitação na região sudeste do Brasil e redondezas no período de 1997-2001**. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, CD-ROM e Anais, pág. 397-402, 2002.

SANTOS, C. A. C.; BRITO, J. I. B. Análise dos Índices de Extremos para o Semi-Árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3, 303-312, 2007.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk**. Florence, USA: Routledge, 352 p, 2000.

SOUZA, W.M. Alterações dos Elementos Climáticos no Estado de Pernambuco. **Dissertação de Mestrado em Meteorologia**. DCA/UFPB/Campus II, 104p, 2001.

SOUZA, W.M.; FERNANDES, M.F.; AZEVEDO, P.V. e BARBOSA, M.P. **Ocorrência de Desastres Naturais no Estado de Pernambuco**. II SEMILUSO - Seminário Luso-Brasileiro Agricultura Familiar e Desertificação, Anais e CD-ROM, João Pessoa-PB, Junho, 2008.

TOBIN, G.A.; MONTZ, B.E. **Natural hazards: explanation and integration**. New York: The Guilford Press, 388p, 1997.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil**. Instituto de Pesquisas hidráulicas. Rio Grande do Sul. 1998.

UNDHA-United Nations Department of Humanitarian Affairs: **Internationally agreed glossary of basic terms related to Disaster Management**. United Nations International Strategy for Disaster Reduction; <http://www.unisdr.org/unisdr/glossaire.htm> [Geo-2- 335]. 2001.

UNDP – UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. **Reducing disaster risk: a challenge for development**. New York, USA: UNDP, 129 p., 2004.

URB - Empresa de Urbanização do Recife. **Cadastro de Canais do Recife**. Empresas de obras públicas da cidade do Recife. Recife, 2000.

URB - Empresa de Urbanização do Recife. **Projeto de Macro-drenagem da Cidade do Recife**. Recife, 1990.

VALENCIO, N.F.L.S. Chuvas no Brasil: representações e práticas sociais. Florianópolis. **Revista Política e Sociedade** v4, p. 163-183, 2005.

VALENCIO, N.F.L.S.; SIENA, M. A produção social do desastre: dimensões técnicas e político-institucionais da vulnerabilidade das cidades brasileiras frente às chuvas. São Carlos. **Revista Teoria e Pesquisa**, v 44-45, p. 67-115, 2004.

VIRJI, H. A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. **Monthly Weather Review**. V.109, 599-610, 1981.

WILCHES – CHAUX, G. “ **El programa de reconstrucción desarrollado un Popayán por una institución de formación profesional**”. Conferencia Internacional sobre Implementación de Programas de Mitigación de Desastres, Kingston, 1984.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. In: MASKREY, A. (comp.). **Los desastres no son naturales**. Colombia: LA RED/ITDG, oct. 1993.

XAVIER, T. de Ma. B. S, XAVIER, A. F. S, SILVA DJAS, P. L. da et al. Papel da Componente Meridional do Vento na Costa Norte do Nordeste Brasileiro e de Outras Covariáveis para Prever a Chuva no Estado do Ceará (1964-97). **Rev. Bras.Rec. Hídr.**, v. 3, n. 4, p121-39, 1998.

XAVIER, T. de Ma. B. S, XAVIER, A. F. S. **Quantis para séries pluviométricas do Estado do Ceará e caracterização de períodos secos ou excepcionalmente chuvosos: 1964-1998**. Fundação Cearense de Meteorologia. 1998.

XAVIER, T. de Ma. B. S., XAVIER, A. F. S., SILVA DIAS, P. L. da. **Avaliação da "Quadra Chuvosa" no Estado do Ceará, em 1997, 1998, 1999**: projeto. Fortaleza, 1999.

XAVIER, T. M. B. S., XAVIER, A. F. S. Classificação e Monitoração de Períodos Secos ou Chuvosos e Cálculo de Índices Pluviométricos para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia**. Vol.5, 2:7-30, 1987.

XAVIER, T.M.B.S.; SILVA, J.F.; REBELLO, E.R.G. **A Técnica dos Quantis**. Ed. THESAURUS LTDA, Brasília - DF. 140 p. 2002.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V. B. Tropical cloudness over the south Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**. V. 55, 203-207, 1977.

ZANELLA, M. E. . Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR- bairro cajuru: um destaque para as inundações urbanas. **Mercator**, v. 9, p. 61-74, 2006.

ZANELLA, M. E. . Impactos pluviais no Bairro cajuru - Curitiba - PR. **Mercator**, Meio de divulgação: Impresso; Série: 1; ISSN/ISBN: 16768329. v. 10, p. 93-105, 2007.

ZHANG, X., YANG, F. **RCLimDex. User Guide**. Climate Research Branch Environment Canada. Downsview (Ontario, Canada), 2004, 22p.

7. ANEXOS

ANEXO I - Maiores registros da precipitação acumulada em 24 horas para Recife-PE referente as Chuvas Muito Extrema ($P \geq 150$ mm).

ANO	MÊS	DIAS	Chuva (mm)
1970	8	11	335,8
1986	5	24	235,0
2000	8	1	185,9
1965	6	12	176,4
1990	7	29	176,4
1973	4	22	165,3
1990	6	29	162,8
1973	7	21	162,0
1980	6	10	159,7
1986	4	8	154,2

ANEXO II - DIAGNÓSTICO SÓCIO-ECONÔMICO E AMBIENTAL

“IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS DESASTRES NATURAIS NA CIDADE DO RECIFE”

Doutoranda: Werônica meira de Souza e-mail: weronicameira@gmail.com

Orientador: Dr: Pedro Vieira de Azevedo

I. INFORMAÇÕES GERAIS		
Município:	Bairro:	Data:
Região Política Administrativa (RPA):		Nº. QUEST.: _____

CONTROLE DA ENTREVISTA
Nome do entrevistador: _____
Tempo total gasto na entrevista (não indicar tempo de deslocamento) _____: _____ horas e minutos
Situação da entrevista <input type="checkbox"/> Totalmente realizada <input type="checkbox"/> Parcialmente realizada (especificar abaixo) <input type="checkbox"/> Recusa (não realizada) <input type="checkbox"/> Fechada ou vaga (não realizada) <input type="checkbox"/> Não encontrada (não realizada) <input type="checkbox"/> Não realizada por outro motivo (especificar abaixo)
Motivo: _____ _____

PERFIL DO ENTREVISTADO
1. Nome: _____
2. Data de Nascimento _____
3. Gênero: <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
4. Profissão: _____
5. Estado civil: <input type="checkbox"/> Solteiro <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/> Separado
6. Possui filhos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Quantos? _____
7. Endereço: _____ _____ _____

VULNERABILIDADE SOCIAL - Desastres associados às chuvas

A) Dados Demográficos

1.1 Número de moradores na residência:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> >7; | 5. <input type="checkbox"/> 4; |
| 2. <input type="checkbox"/> 7; | 6. <input type="checkbox"/> 3; |
| 3. <input type="checkbox"/> 6; | 7. <input type="checkbox"/> 1 e 2.; |
| 4. <input type="checkbox"/> 5; | |

1.2 Faixa etária:

1. < 14; 4. 26 - 35;
2. 15 - 18; 5. 36 - 64;
3. 19 - 25; 6. > 65 ;

1.3 Escolaridade:

1. analfabeto; 5. ensino médio completo;
2. até a 4ª série; 6. superior incompleto;
3. até a 8ª série; 7. superior completo;
4. ensino médio incompleto; 8. pós-graduação;

1.4 Renda familiar (salário mensal)

1. < 2; 4. 6 - 8;
2. 3 - 4; 5. sem renda fixa;
3. 4 - 6; 6. não respondeu;

B) Habitação**1.5 Residência:**

1. própria; 3. ocupada; 5. financiada;
2. alugada; 4. favor; 6. outro: _____

1.7 Número de cômodos:

1. 1-2; 3. 5-6;
2. 3-4; 4. >7;

1.8 Tipo de Habitação:

1. Taipa em mau estado; 3. Taipa em bom estado;
2. Alvenaria em mau estado; 4. Alvenaria em bom estado;

5. outro: _____

1.9 Tipo piso:

1. Chão batido; 2. Cimento; 3. Cerâmica; 4. Outro; _____

1.10 Tipo teto:

1. Palha; 2. Telha amianto; 3. Telha; 4. Laje (ferrada); 5. Outro; _____

1.11 Tempo de residência (anos):

1. até 4; 3. 10 a 14; 5. >19
2. 5 a 9; 4. 15 a 19

1.12 Pretende mudar de casa? Sim Não

Se respondeu Sim: mesmo bairro outro bairro

Sim: Por quê? _____

Não: Por quê? _____

1.13 Teve residência anterior? Sim Não

Motivo da mudança: _____

1.14 Sua residência possui:

1. Água encanada Sim Não
2. Luz Sim Não
3 Esgoto Sim Não

1.15 Sua rua possui asfalto ou calçamento? Sim Não

1.16 A sua residência tem o lixo coletado pela Prefeitura? Sim Não

Se sim, quantas vezes?

1. Diária 2. Semanal 3. Quinzenal 4. Não sei responder

1.17 Se não é feita coleta de lixo, qual o destino?

1. Separa 2. Enterra 3. Joga terreno baldio 4. Joga no rio 5. Não sei responder

Outro: _____

1.18 Avaliação do tipo de terreno:

1. Encosta íngreme 3. Planície aluvial 5. Não sei responder
2. Encosta suave 4. Planície 6. Outro _____

C) Salubridade – associadas às chuvas (alagamentos, inundações e escorregamentos)

1.19 Há registros de danos físicos? Sim Não Quantas vítimas? _____

Motivo: _____

1.20 Há registro de mortes? Sim Não Quantas mortes: _____

Motivo: _____

1.21 Infestação de doenças nas pessoas no período chuvoso:

1. Inexistente; 3. Média;
2. Baixa; 4. Alta;

Qual(is)?: _____

Quantas?: _____

1.22 Infestação por dengue: Sim Não

Quantas pessoas infectadas? _____

Mortes? Sim Não

Quantas mortes? _____

Quando (em que período?): _____

1.23 Infestação por leptospirose: Sim Não

Quantas pessoas infectadas? _____

Mortes? Sim Não

Quantas mortes? _____

Quando (em que período?): _____

1.24 Infestação por escorpião: Sim Não

Quantas pessoas infectadas? _____

Mortes? Sim Não

Quantas mortes? _____

Quando (em que período?): _____

D) Psicológico

1.25 Você tem medo da chuva? Sim Não

Por quê? _____

1.26 Quando começa a chover forte, consegue dormir? Sim Não
Por quê? _____

1.27 Alguém da família ou amigo já morreu devido aos problemas relacionados à chuva?
 Sim Não
Quando?: _____
Motivo: _____

E) Variável Participação em Organização

1.28 Pertence:

1. Sim; 2. Não;

4.2 Qual? _____

1.29 Deseja deixar algum depoimento? Sim Não
Qual? _____

VULNERABILIDADE ECONÔMICA - Desastres associados às chuvas

A) Impactos ocorridos

1.30 Já foi atingido por algum desastre? Sim Não
Tipo e quando? _____

1.31 Na sua casa houve danos estruturais? Sim Não
Se sim, qual?
1. Telhado 4. Casa 7. Não sei o dano
2. Telhado parcial 5. Casa danificada 8. Outro _____
3. Perda total do telhado 6. Perda total da casa
Valor: _____
Quando? _____

1.32 Houve outros danos materiais? Sim Não
Quais? _____

Quando? _____
Valor? _____

1.33 Houve interrupção dos serviços essenciais? Sim Não
 Água Energia Comunicação Outros

1.34 Necessitou faltar a (*verificar alternativas abaixo*) devido à chuva: Sim Não
 Escola Faculdade Emprego
outro _____
Por quê? _____

VULNERABILIDADE AMBIENTAL - Desastres associados às chuvas

A) Exposição e percepção ambiental

1.35 Você considera que sua casa está localizada numa “área de risco” ?

1. Sim 2. Não 3. Às vezes

Se 1 ou 3, Quando e por quê? _____

1.36 A sua casa já foi ou é afetada por:

- Escorregamentos de barreiras Alagamentos Inundações Não há esse tipo de problema

Outro: _____

Como aconteceu? _____

Desde quando? _____

1.37 Você lembra qual foi o último grande desastre associados as chuvas que afetou seu bairro?

1. Sim 2. Não

Se sim, qual e quando foi que ocorreu? _____

B) Tipos de respostas ao desastre

1.38 Durante o desastre (alagamento, inundação e/ou escorregamentos), como protegeu-se:

- Permaneceu em casa Igreja
 Casa de amigos Escola
 Casa de familiares Não acontece

Outro: _____

1.39 Se você foi atingido por algum desastre, recebeu alguma ajuda após o acidente?

1. Sim 2. Não

Se sim,

a. de qual tipo? _____

b. por quanto tempo? _____

c. através de que instituição? CODECIPE() CODECIR Prefeitura () outra _____

1.40 Você considera que a ajuda oferecida foi adequada às suas necessidades?

1. Sim 2. Não

Se sim ou não, Por quê?

1.41 A sua comunidade, de alguma forma, se organizou para evitar futuros desastres?

1. Sim 2. Não

Se sim, de qual forma?

1.42 Vocês receberam alguma forma de assistência para se organizar?

1. Sim 2. Não

Se sim, de que tipo e de quem?

1.43 Que tipos de medidas você acha que deveriam ser adotados para prevenir a repetição de acidentes semelhantes no futuro?

C) Meios de comunicação

1.44 Como você faz para se manter informado acerca do que está acontecendo?

1. () jornais impressos
2. () rádio
3. () televisão
4. () vizinhos e parentes
5. () internet
6. () outros _____

1.45 Você é alertado da possibilidade de ocorrência de algum fenômeno pelo governo?

1. Sim 2. Não

Por quem? CODECIR CODECIPE Prefeitura

Outro: _____

1.46 Você acredita na previsão de tempo?

1. Sim 2. Não

D) Depoimento

1.47 Você acredita que a população pode ajudar para diminuir os impactos associados aos eventos de chuvas? 1. Sim 2. Não

Como? _____

E) Políticas Públicas

1.48 Qual a sua percepção em relação a?

Saúde	1. <input type="checkbox"/> Satisfeito	2. <input type="checkbox"/> Insatisfeito	3. <input type="checkbox"/> Não sei responder
Escola	1. <input type="checkbox"/> Satisfeito	2. <input type="checkbox"/> Insatisfeito	3. <input type="checkbox"/> Não sei responder
Urbanização	1. <input type="checkbox"/> Satisfeito	2. <input type="checkbox"/> Insatisfeito	3. <input type="checkbox"/> Não sei responder

Outro:

ANEXO III - Tabulação de Dados e Valores Máximos, Mínimos e Valor Significativo

Valores Encontrados:

	Valor Encontrado (y)	Valor Mínimo (x)	Valor Máximo (x')
Fator Vulnerabilidade Social	56	30	97
Fator Vulnerabilidade Econômico	7	5	10
Fator Vulnerabilidade Ambiental	32	15	41

Cálculos das Vulnerabilidades:

Vulnerabilidade Social Global		Vulnerabilidade Econômica Global	
$y = ax + b$ (1)	$x = 30$	$y = ax + b$ (1)	$x = 5$
$ax + b = 0$	$x' = 97$	$ax + b = 0$	$x' = 10$
$ax' + b = 100$	$y = 56$	$ax' + b = 100$	$y = 7$
$30a + b = 0$ (-1)		$5a + b = 0$ (-1)	
<u>$97a + b = 100$</u>		<u>$10a + b = 100$</u>	
$67a = 100$		$5a = 100$	
$a = 1,49$, logo:	$a = 20$, logo:
$30 * 1,49 + b = 0$		$5 * 20 + b = 0$	
$b = -44,7$, assim, substituindo em (1):	$b = -100$, assim, substituindo em (1):
$Y = 1,49x - 44,7$ (2)		$Y = 20x - 100$ (2)	
$Y = 1,49 * 56 - 44,7$		$Y = 20 * 7 - 100$	
Y = 38,7		Y = 40	

Vulnerabilidade Ambiental Global

$$\begin{aligned}
 y &= ax + b \quad (1) & x &= 15 \\
 ax + b &= 0 & x' &= 41 \\
 ax' + b &= 100 & y &= 32
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 15a + b &= 0 \quad (-1) \\
 \underline{41a + b = 100} \\
 26a &= 100 \\
 a &= 3,85 & , \text{ logo: } & 15 * 3,85 + b = 0 \\
 & & & b = -57,8
 \end{aligned}$$

assim, substituindo em (1):

$$\begin{aligned}
 Y &= 3,85x - 57,8 \quad (2) \\
 Y &= 3,85 * 32 - 57,8 \\
 \mathbf{Y} &= \mathbf{65,4}
 \end{aligned}$$

Para cada Fator de Vulnerabilidade, foi calculada uma reta de vulnerabilidade, utilizando-se os valores encontrados:

Social		Econômico		Ambiental	
x	y	x	y	x	y
30	0	5	0	15	0
97	100	10	100	41	100
56	38,7	7	40	32	65,4

ANEXO IV – Depoimentos

“Tenho percebido que as chuvas mudaram...muitos anos atrás, eram quase cinco meses de chuva e todo dia chovia, hoje, chove pouco, mas quando ela vem...arrasa com tudo, vai embora tudo que nós temos. Parece que o mundo está desabando!” (*Antonieta Maria Da Silva/ Jordão Alto*)

“Na cheia de 1996 perdi minha casa, meu chão. Passei quatro meses morando na igreja e um ano no centro comunitário.” (*Maria José Batista Amorim, Jordão Alto*)

“A única maneira de resolver o problema da chuva é deixando a barreira limpa, sem lixo e não cavar para construir casas e nem plantar bananeiras.” (*Cleonicéia Gomes Dois Unidos/Córrego Do Morcego*)

“Desde 2009 as casas estão sendo demolidas pelo Governo para fazer o canal. Só falta a minha. Esse canal não irá solucionar o problema. Não é possível a cheia diminuir. Os moradores não podem fazer nada, a não ser pedir a Deus!” (*Tereza Matias Pereira Jardim Jordão*)

“Na cheia de 75, morava no Ibura e perdi tudo: casa, roupa, móveis, geladeira,... Há necessidade de cortar árvores, o pé de manga, concertar a barreira e fazê-la de pedra.” (*Almira Maria Nascimento/Jordão Alto*)

“Quando chove, fico pensando que o rio vai subir e vou perder tudo de novo.” (*Laudiclea Maria Da Silva/Cajueiro*)

“Quem mora em barreira, a vida é um risco.” (*Maria da Paz/Dois Unidos-Córrego do Morcego*)

“Não tenho medo do que vem de Deus. Acho que o Prefeito podia fazer mais para melhorar a vida do povo. Não sei dizer, mas o pior é a segurança, a violência por causa das drogas.” (*Sandra Silva*)

“O problema aqui é a droga, devia ter mais polícia.” (*João Leite*)

“Gente, vamos cuidar mais barreiras, não jogar lixo e cortar as árvores para melhorar a situação nos morros.” (*José Inácio de Lima*)

“Não tenho mais medo da chuva, pois todo ano é mesma coisa: alaga tudo. Se Deus quer, fazer o quê? Aqui, a chuva não dá mais medo, mas as drogas sim.” (*Edilene da Silva*)

