



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA E AMBIENTAL

– MESTRADO –

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO A DESASTRES POR
INUNDAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO VALE DO AÇU/RN**

Por

Juliana Rayssa Silva Costa

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do
grau de Mestre*



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA E AMBIENTAL

– MESTRADO –

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO A DESASTRES POR
INUNDAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO VALE DO AÇU/RN**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Juliana Rayssa Silva Costa

Orientador: Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira

JULIANA RAYSSA SILVA COSTA

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO A DESASTRES POR
INUNDAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO VALE DO AÇU/RN**

Dissertação aprovada em 28 de março de 2012, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira – UFPB
(Orientador)

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima – UFPB
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa – UFCG
(Examinador Externo)

Prof. Dr. Lutiane Queiroz de Almeida – UFRN
(Examinador Externo)

A dois grandes homens e uma mulher e mãe
incrível: Fernando Moreira da Silva, Franklim
Mendonça Linhares e Rosangela Oliveira.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, por ter iluminado o meu caminho, permitindo a conquista de mais uma vitória em minha vida.

A minha mãe e padrasto por darem apoio emocional e financeiro para minha estadia em João Pessoa e desenvolvimento da pesquisa.

A Raimunda Ramos (veia ou Camélia) por me ajudar e acompanhar nos municípios de estudo e atividades diárias.

Ao meu namorado, Iron de Medeiros Bezerra, por elaborar os mapas desse trabalho e por aguentar meus estresses antes e durante o mestrado.

Ao Professor Fernando Moreira da Silva pela dedicação, orientação, paciência e amizade.

Ao Professor Dr. Hamilcar José Almeida Filgueira por todas as contribuições, enquanto meu orientador nesta pesquisa.

Ao meu grande, eterno amigo e irmão de coração Franklim Linhares, por tudo que me ensinou e por ter me acompanhado durante todo mestrado. Saiba que sem você, não teria conseguido realizar tal sonho.

Aos professores Marx Prestes Barbosa, Lutiane Queiroz de Almeida e Eduardo Rodrigues Viana de Lima que aceitaram participar da banca examinadora deste trabalho e deram valiosas contribuições.

Ao Professor Paulo Rosa e sua equipe de trabalho por ter permitido realizar o Estágio Docência e contribuir com minha formação acadêmica.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, em especial aqueles da área de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

A Marluce Alves, secretária do programa, que sempre me atendeu com presteza nos momentos em que solicitei os seus serviços.

Ao bolsista do PIBIC, Eliamin Eldan Queiroz, pela ajuda na coleta de dados.

A Eudes de Oliveira Bomfim, por ter corrigido essa dissertação.

Aos colegas de turma, mas especificamente Ricardo Vasconcelos Gomes da Costa, Diego Targino, Tássio Barreto Cunha e WilliamVieira Fernandes por ter participado de momentos de descontração.

Aos gestores dos municípios em análise, os quais me atenderam com muito carinho: Gloria Josefa de Medeiros (Ipanguaçu), Genilo Rodrigues dos Santos (Ipanguaçu), Luiz Alberto da Silva (Ipanguaçu), Joildo Lobato Bezerra (Ipanguaçu), Joacy Carlos (Ipanguaçu), Aline Gomes Silva (Ipanguaçu); Pedro Moura de Lima, Wilson José Wilson Oliveira da Cunhae Josivânia de Alto do Rodrigues; Pinto de Oliveira e sua secretaria, Francisca, Vera Fonseca e Francirmir (Carnaubais); Ezequias Florêncio, Maisa, Alzenir “Pequena”, Kennia, Bruno, Erminio de Melo Neto (Pendências), incluindo as copeiras da prefeitura de Pendências, as quais me forneceram muito café para manter-me animada enquanto esperava dados; Paulo Brito, Reci, Francisca e Eugênio Fonsêca Pimentel (Açu). Vale salientar que, estes nomes são os principais de uma lista que aqui não caberia.

Ao Ten. Cel. BM Josenildo Acioli Bento, coordenador da Defesa Civil do Rio Grande do Norte e suas secretarias por me fornecer informações do AVADAN dos municípios analisados;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente na realização dessa pesquisa.

RESUMO

As inundações são fenômenos que acontecem frequentemente deflagradas por chuvas rápidas, excessivas ou intensas e de longa duração. Os problemas ocasionados por este fenômeno irão depender, por exemplo, do grau de ocupação das áreas do entorno dos corpos hídricos pelas populações, bem como, da frequência com que as inundações ocorrem. São os desastres ditos “naturais” mais comuns que afetam as sociedades ao redor do mundo. Tal acontecimento pode causar vítimas fatais ou danos irreparáveis à integridade física da população atingida, bem como, a destruição das áreas de ocorrência destes e o aumento da pobreza devido aos danos no capital social e produtivo. Devido a estes fatores, se faz necessário realizar pesquisas para avaliar a vulnerabilidade e o risco existente à inundação. Isto implica em dimensionar e medir o risco, com o fim de determinar a eficiência das medidas de intervenção, para que se existam atividades compatíveis com a capacidade de suporte do ambiente, para assim promover o desenvolvimento sustentável. Este trabalho tem como objetivo analisar a gestão institucional e a vulnerabilidade a desastres no que concerne a inundação em municípios do Vale do Açu/RN por meio dos Índices de Desastre Local (IDL e IDL’), do Índice de Gestão de Risco (IGR) e do Processo de Análise Hierárquica (PAH). Os municípios estudados foram Açu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues, Pendências e Carnaubais. Esta área de estudo foi escolhida devido ao fato de que, com o passar dos anos esse fenômeno está sendo cada vez mais recorrente. Os dados utilizados neste estudo foram baseados nos documentos de Avaliação de Danos (AVADAN), realizados pelos municípios para a Defesa Civil do Estado do Rio Grande do Norte e por meio da aplicação de questionários com os gestores municipais, relativo à gestão institucional do ano de 2009. Os resultados mostram que os maiores valores de IDL foram encontrados para os municípios de Açu (99,86), Carnaubais (99,63), Ipanguaçu (99,44) e Pendências (98,63), e o menor para o município de Alto do Rodrigues (46,77), estando este último, portanto, menos vulnerável a desastres ocasionados por inundações. No que concerne ao IDL’, o município que obteve a menor concentração de perdas foi o Alto do Rodrigues (0,67199), seguido por Pendências (0,70522) e Carnaubais (0,71632). Os municípios que apresentaram a maior concentração foram Açu (0,80459) e Ipanguaçu (0,74569). Quanto ao IGR, os municípios que melhor gerenciam o risco a inundação são Ipanguaçu (25%) e Açu (22,9%), sendo qualificados como razoáveis. Na sequência tem-se: Pendências (13,9%), Alto do Rodrigues (10,4%) e Carnaubais (7,6%) qualificados como ruins. E quanto ao PAH, os resultados (sugestões) mostram-se diferentes para cada município, pois cada um investe em ações de forma divergente. Por último, este estudo mostra que tais metodologias são ferramentas úteis e recomendáveis para a análise econômica e setorial, com o fim de promover políticas de desenvolvimento, ordenamento territorial local, intervenção e proteção de bacias hidrográficas, justificar a transferência de recursos para o nível local com fins específicos de gestão de risco e a criação de redes de segurança social.

PALAVRAS-CHAVE: Risco; Vulnerabilidade; Desastre; Inundação; Gestão.

ABSTRACT

Floods are phenomena that happen frequently rains triggered by rapid, excessive or intense and long lasting. The problems caused by this phenomenon will depend, for example, the degree of occupation of areas surrounding water bodies by populations, as well as the frequency with which flooding occurs. Disasters are called "natural" common affecting societies around the world. Such an event may cause fatalities or permanent damage to the physical integrity of the affected population, as well as the destruction of occurrence of these areas and increased poverty due to damage to capital and productive. Due to these factors, it is necessary to conduct research to evaluate existing vulnerability and risk to flooding. This involves measuring the size and risk, in order to determine the efficiency of intervention measures, so that if there are activities compatible with the carrying capacity of the environment, thereby promoting sustainable development. This study aims to analyze the institutional management and disaster vulnerability in relation to flooding in municipalities of the Açu Valley/RN through the Local Disaster Indexes (LDI and LDI'), Risk Management Index (RMI), and Analytic Hierarchy Process (AHP). The municipalities studied were Açu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues, Pendências and Carnaubais. This study area was chosen due to the fact that, over the years this phenomenon is being increasingly applicant. The data used in this study were based on documents Damage Assessment (AVADAN), conducted by the municipalities to the Civil Defense of Rio Grande do Norte State and through questionnaires with municipal managers on the management of institutional year 2009. The results show that the highest values were found to LDI municipalities of Açu (99.86), Carnaubais (99.63), Ipanguaçu (99.44), and Pendências (98.63), and lowest for the municipality of Alto Rodrigues (46.77), the latter being thus less vulnerable to disasters caused by floods. Regarding the LDI', the council showed the lowest concentration of losses was the Alto do Rodrigues (0.67199), followed by to do (0.70522) and Carnaubais (0.71632). The municipalities that had the highest concentration were Açu (0.80459), and Ipanguaçu (0.74569). As for the RMI, the municipalities that best manages the flood risk were Ipanguaçu (25%), and Açu (22.9%), being qualified as reasonable. As a result we have: Pendências (13.9%), Alto do Rodrigues (10.4%), and Carnaubais (7.6%) classified as bad. As for AHP, the results (suggestions) show up differently for each municipality, as each invests in different ways. Finally, this study shows that these methods are useful tools for the analysis and recommended economic and sector in order to promote development policies, territorial local intervention and watershed protection, justify the transfer of resources to the local level with specific purposes of risk management and the creation of social safety nets.

KEYWORDS: Risk; Vulnerability; Disaster; Flood Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Canal fluvial em situação de inundação.....	21
Figura 2.	Canal fluvial em situação de enchente.....	21
Figura 3.	Localização do núcleo urbano do município de Açu.....	49
Figura 4.	Localização do núcleo urbano do município de Alto do Rodrigues.....	51
Figura 5.	Localização do núcleo urbano do município de Carnaubais.....	53
Figura 6.	Localização do núcleo urbano do município de Ipanguaçu.....	55
Figura 7.	Localização do núcleo urbano do município de Pendências.....	57
Figura 8.	Imagem de satélite do dia 23/04/2009 expondo ZCIT perpassando sobre RN	71
Figura 9.	Imagem de satélite do dia 28/04/2009 expondo a ZCIT com fraca atividade sobre o RN	71
Figura 10.	Imagem de satélite do dia 30/04/2009 expondo o forte escoamento zonal da ZCIT na região sul da América do Sul	72
Figura 11.	Imagem de satélite do dia 03/05/2009 mostrando forte atuação da ZCIT sobre o RN, Ceará, Paraíba e Pernambuco	72
Figura 12.	Imagem de satélite do dia 10/05/2009 mostrando ação moderada da ZCIT sobre o RN Paraíba e sul do Ceará	73
Figura 13.	Imagem de satélite do dia 21/05/2009 mostrando grande atividade da ZCIT sobre o RN	73
Figura 14.	Imagem de satélite do dia 26/05/2009 mostrando dois núcleos da ZCIT com forte atividade da sobre o RN	74
Figura 15.	Ponte no município de Açu inundada	76
Figura 16.	Núcleo urbano de Ipanguaçu inundado	76
Figura 17.	Área urbana de Ipanguaçu inundada	77
Figura 18.	Cidade de Alto do Rodrigues inundada	77
Figura 19.	Área urbana de Alto do Rodrigues inundada	77
Figura 20.	Parte do núcleo urbano de Pendências inundado	77
Figura 21.	Cidade de Pendências inundada	77
Figura 22.	Alocação de fatores de importância para os indicadores de Identificação de Riscos	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Média mensal histórica da precipitação (mm)	66
Gráfico 2.	Média mensal histórica da Evaporação Total (mm)	67
Gráfico 3.	Média mensal histórica da temperatura média (°C)	67
Gráfico 4.	Média mensal histórica da Umidade Relativa (%)	68
Gráfico 5.	Média mensal histórica da Insolação Total (Horas)	69
Gráfico 6.	Coeficiente de localização (LC_m) de efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município devido inundações ocorrida no ano de 2009.....	105
Gráfico 7.	Índice de Persistência (IP_e) dos efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município devido inundações ocorrida no ano de 2009.....	106
Gráfico 8.	Índice de Desastres Locais para cada município estudados para inundações ocorrida no ano de 2009.....	106
Gráfico 9.	Concentração de perdas para cada município estudado devido inundações ocorrida no ano de 2009.....	108
Gráfico 10.	Níveis de desempenho e qualificação dos dados para Identificação do Risco.....	110
Gráfico 11.	Níveis de desempenho e qualificação com relação à Redução do Risco.....	112
Gráfico 12.	Níveis de desempenho e qualificação sobre Manejo de Desastres.....	115
Gráfico 13.	Níveis de desempenho e qualificação quanto a Governabilidade e Proteção Financeira.....	118

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.	Localização dos municípios que compõe o Vale do Açu/RN.....	34
Mapa 2.	Recursos hídricos e hipsometria do município de Açu.....	58
Mapa 3.	Recursos hídricos e hipsometria do município de Alto do Rodrigues.....	61
Mapa 4.	Recursos hídricos e hipsometria do município de Carnaubais.....	63
Mapa 5.	Recursos hídricos e hipsometria do município de Ipanguaçu.....	64
Mapa 6.	Recursos hídricos e hipsometria do município de Pendências.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Atividades de gerenciamento de riscos e respostas a desastres.....	33
Quadro 2.	Classificação da inundações.....	74
Quadro 3.	Classificação dos desastres quanto intensidade, evolução e origem.....	75
Quadro 4.	Indicadores de Gestão de Riscos.....	87
Quadro 5.	Níveis de desempenho, qualificação e características dos níveis de desempenho	87
Quadro 6.	Escala fundamental de Saaty (de comparações binárias)	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Padrões de precipitação segundo percentis.....	70
Tabela 2.	Cálculo para obter o desempenho da gestão do município de Açu à inundação	88
Tabela 3.	Equações do desempenho da gestão do município de Açu à inundação	89
Tabela 4.	Classificação do Índice de Gestão de Riscos.....	89
Tabela 5.	Matriz genérica de comparação paritária	94
Tabela 6.	Índice Randômico em função da ordem da matriz de comparações paritárias	99
Tabela 7.	Matrizes de preferência para cada critério e o total.....	100
Tabela 8.	Normalização das matrizes	100
Tabela 9.	Média de cada critério e o resultado.....	101
Tabela 10.	Determinação da totalização das entradas para obter o λ máximo.....	101
Tabela 11.	Determinação de vetor novo para obter o λ máximo.....	102
Tabela 12.	Municípios e variáveis analisadas para aplicação no IDL para o ano de 2009	103
Tabela 13.	Classificação do Índice de Gestão de Riscos para as áreas em questão	109
Tabela 14.	Resultados do PAH para o município de Açu.....	121
Tabela 15.	Resultados do PAH para Alto do Rodrigues.....	124
Tabela 16.	Resultados do PAH para Carnaubais.....	127
Tabela 17.	Resultados do PAH para o município de Ipanguaçu.....	128
Tabela 18.	Resultados do PAH para o município de Pendências.....	130

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVADAN	Avaliação de Danos
<i>AHP</i>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BID	Banco Internacional de Desenvolvimento
CRED	Centro de Pesquisas sobre Epidemiologia dos Desastres
CBH	Comitê de Bacias Hidrográficas do Pianco-Piranhas-Açu
COEs	Centros de Operações de Emergência
CL	Coeficiente de Localização
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
<i>EM-DAT</i>	<i>Emergency Events Database</i>
<i>ELECTRE</i>	<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>
EMATER	Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
EUA	Estados Unidos da América
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Consistência
IDEA	Instituto de Estudos Ambientais
IDL	Índice de Desastre Local
IDR	Índice de Redução de Risco de Desastre
IGR	Índice de Gestão de Riscos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPe	Índice de Persistência
IR	Identificação do risco
IR	Índice Randômico
ISDR	<i>International Strategy for Disaster Reduction</i>
LA RED	Rede de Estudos Sociais na Prevenção de Desastres na América Latina
MD	Manejo de desastre
<i>MACBETH</i>	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
MIN	Ministério da Integração Nacional
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
PAH	Processo de Análise Hierárquica

PF	Governabilidade e proteção financeira
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PROÁGUA	Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro
<i>PROMETEE</i>	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
RR	Redução do risco
SEDEC	Secretaria Nacional de Defesa Civil
SERHID	Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
<i>SRA</i>	<i>Society of risk Analysis</i>
<i>ISDR</i>	<i>International Strategy for Disaster Reduction</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Importância e Aplicabilidade do Estudo	17
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Geral	18
1.2.2. Específicos	18
1.3. Estruturação da Dissertação	19
2. DISCUSSÃO TEÓRICA-CONCEITUAL PARA O ESTUDO DA INUNDAÇÃO	20
2.1. Inundação	20
2.2. Enchente	21
2.3. Alagamentos	22
2.4. Ameaça e Perigo	22
2.5. Vulnerabilidade	23
2.5. Riscos	27
2.6. Desastres	30
2.7. Gestão de Riscos e Desastres	32
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.1. Caracterização do Vale do Açu	34
3.2. Caracterização do Município de Açu	38
3.3. Caracterização do município de Alto do Rodrigues	39
3.4. Caracterização do Município de Carnaubais	41
3.5. Caracterização do Município de Ipanguaçu	42
3.6. Caracterização do município de Pendências	44
4. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DOS MUNICÍPIOS DO VALE DO AÇU	46
4.1. Caracterização do Vale do Açu	46
4.2. Processo de ocupação no município de Açu	48
4.3. Processo de ocupação no município de Alto do Rodrigues	50
4.4. Processo de ocupação no município de Carnaubais	52
4.5. Processo de ocupação no município de Ipanguaçu	54
4.6. Processo de ocupação no município de Pendências	55
4.7. Recursos hídricos e hipsometria do município de Açu	57
4.8. Recursos hídricos e hipsometria do município de Alto do Rodrigues	61
4.9. Recursos hídricos e hipsometria do município de Carnaubais	62
4.10. Recursos hídricos e hipsometria do município de Ipanguaçu	63
4.11. Recursos hídricos e hipsometria do município de Pendências	64
4.12. Condições climáticas regional	65
4.12.1. Precipitação	66

4.12.2.	Evaporação	66
4.12.3.	Temperatura do Ar	67
4.12.4.	Umidade relativa do Ar	68
4.12.5.	Insolação	68
4.12.6.	Análise de sistemas sinóticos atuantes no Vale do Açu em 2009	70
4.13.	Características e consequências da inundação	74
5.	METODOLOGIA.....	78
5.1.	Elaboração de mapas.....	78
5.2.	Índice de Desastres Locais (IDL).....	79
5.2.1.	Descrição do método.....	79
5.2.2.	Aplicação do método.....	81
5.3.	Índice de Gestão de Riscos (IGR).....	84
5.3.1.	Descrição do método.....	84
5.3.2.	Aplicação do método.....	86
5.4.	Processo de Análise Hierárquica (PAH).....	89
5.4.1.	Descrição do método.....	89
5.4.2.	Aplicação do método.....	92
6.	RESULTADOS.....	103
6.1.	Índice de Desastre Locais (IDL).....	103
6.2.	Índice de Gestão de Risco (IGR).....	108
6.3.	Processo de Análise Hierárquica.....	120
7.	CONCLUSÕES.....	132
8.	RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	133
	REFERÊNCIAS.....	134
	ANEXOS	
Anexo 1.	Avaliação de Danos (AVADAN).....	145
Anexo 2.	Planilha de indicadores e níveis de desempenho para por no Índice de Gestão de Riscos (IGR).....	152
Anexo 3.	Planilhas de alocação de fatores de importância para os indicadores de Identificação de Riscos, Redução de Risco, Manejo de Desastre e Governabilidade e Proteção Financeira.....	158

1. INTRODUÇÃO

As inundações são eventos que ocorrem constantemente em diversas partes do planeta, que fazem parte da dinâmica natural da Terra e acontecem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e excessivas ou intensas de longa duração. Nas últimas décadas, a população tem sido muito afetada por este fenômeno, que tem gerado consequências danosas e um dos grandes fatores geradores tem sido a ocupação desordenada do solo.

Com o passar dos anos esse fenômeno é intensificado pelas intervenções antrópicas nas zonas urbanas e rurais, como: a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água, redução do escoamento dos canais devido à existência de obras ou por assoreamento, ineficácia dos sistemas de controle do uso e ocupação do solo e da inexistência de legislação adequada para as áreas de risco.

Tais fatores apresentam vários problemas, os quais a Engenharia Urbana e Ambiental visa eliminar ou mitigar, seja por meio de medida estrutural ou não, visando oferecer subsídios para um bom gerenciamento e tomada de decisões.

Conforme estudos já realizados por diversos pesquisadores, as inundações são os desastres ditos “naturais” mais comuns que afetam as sociedades ao redor do mundo. Para comprovar tal fato, Jonkman (2005) analisou os eventos de emergência do banco de dados de desastres mundial - EM-DAT (*Emergency Events Database*) mantido pelo Centro de Pesquisas sobre Epidemiologia dos Desastres (CRED) em Bruxelas, na Bélgica. O estudo revelou que na última década do século 20 problemas relacionados com as inundações vitimaram cerca de 100 mil pessoas e afetaram mais de 1,4 bilhão de pessoas. Dilley et al. (2005) estimaram que mais de um terço da área terrestre do mundo é inundável e afetou cerca de 82% da população mundial. O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) registrou que em 2004 cerca de 196 milhões de pessoas em mais de 90 países estavam expostas a uma inundação catastrófica e que cerca de 170.000 mortes foram associadas com as inundações em todo o mundo entre os anos de 1980 e 2000 (MACHADO; AHMAD, 2006, p.1).

Ressalta-se que a incidência desse fenômeno com o passar dos anos tem aumentado e, conseqüentemente, a quantidade de prejuízos, pois na década de 60 5,2 milhões de pessoas

foram vitimadas e na década de 70 essa cifra se elevou para 15,4 milhões de pessoas (FRENCH, 1989; CIMA, 1991 apud BRANDÃO, 2005, p.58).

Conforme estudo realizado pela Universidade Católica de Louvain (Bélgica), no Brasil entre os anos 2000 a 2007 as inundações foram os fenômenos que mais causaram desastres, equivalente a 58% dos casos registrados, em seguida encontram-se secas (14%), deslizamentos (11%), vendavais (8%), temperaturas extremas (6%) e epidemias (3%) (MAFFRA; MAZOLLA, 2007, p.10).

Marcelino (2007 p. 15), utilizando dados sobre desastres do banco de dados global *Emergency Events Database* (EM-DAT), mostrou que no período 1900-2006 o continente que apresentou o maior número de registros foi o asiático, com 3.699, seguido pelo americano, com 2.416 registros (EM-DAT, 2007). Destaca-se também que, em todo o mundo, os tipos de desastres que mais ocorreram foram as inundações (35%) e as tempestades (31%), representadas pelos eventos associados a furacões, tornados e vendavais. Portanto, aproximadamente 66% dos desastres naturais ocorridos no mundo estão vinculados às instabilidades atmosféricas severas ou eventos hidrometeorológicos extremos (severos).

O autor acima ainda relata que ocorreram 150 registros de desastres no período 1900-2006 no Brasil, conforme dados do EM-DAT. Desse total de registros, 84% foram computados a partir da década de 1970, o que demonstrou um aumento considerável de desastres nas últimas décadas. Como consequência, foram contabilizadas 8.183 vítimas fatais e um prejuízo de aproximadamente 10 bilhões de dólares. Conforme o estudo, no Brasil os tipos de desastres mais frequentes foram as inundações, representadas tanto pelas graduais, como pelas bruscas, com 59% dos registros totais, seguidas pelos escorregamentos, com 14% de registros. Menciona-se ainda que a grande maioria desses desastres, cerca de 80%, está associada às instabilidades atmosféricas severas, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, vendavais, tornados, granizos e escorregamentos. Com relação à distribuição espacial, mais de 60% dos casos ocorreram nas regiões Sudeste e Sul (MARCELINO, 2007).

Já no Vale do Açu (área objeto de estudo), situado no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, é composto pelos municípios de Açu, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael. Possui uma economia praticamente voltada para a fruticultura nacional, mas principalmente para exportação. Essa área já foi inundada diversas vezes, com registros datados de 1960 até 2009. A recorrência desse evento

(1964, 1974, 1985, 2004, 2008 e 2009) tem causado impactos em diversos setores (econômico, social e ambiental) e em várias escalas (local, regional, nacional e internacional).

No Vale do Açu é visto que tais eventos têm ocorrido em prazos menores, com relação ao tempo, e com maior intensidade, com relação aos impactos. Entre as três primeiras inundações citadas, o tempo de retorno desse evento era entre nove e dez anos. Já entre 2004 a 2008 o tempo máximo sem a existência desse evento foi de três anos. Após esse último ano, a inundação ocorreu no ano seguinte. Nas últimas seis inundações nessa região, a de 2008 foi a que teve a menor precipitação pluviométrica anual (778,1 mm), porém foi a mais devastadora, enquanto que a de 2009 foi a segunda maior desse período (com um total de chuva de 1.126,9 mm), contudo os impactos não foram tão intensos, como a do ano anterior (COSTA, 2009).

Tendo em vista esses fatos, se faz necessário realizar pesquisas para identificar e avaliar a vulnerabilidade a desastres, o risco existente à inundação e as possibilidades de geração de novos riscos na perspectiva dos desastres relacionados a fenômenos naturais. Isto implica em avaliar o risco a fenômenos naturais, com o fim de determinar a eficiência das medidas de intervenção, sendo estas tanto corretivas como prospectivas, para que se desenvolvam atividades compatíveis com a capacidade de suporte do ambiente, e desta forma, promover o desenvolvimento sustentável.

Em virtude da necessidade citada acima, a presente pesquisa avalia o risco a inundação em municípios do Vale do Açu por meio de mapas de hidrografia e hipsometria, índices (Índice de Desastre Local - IDL e Índice de Gestão de Riscos - IGR) e Processo de Análise Hierárquica – PAH, os quais auxiliaram na tomada decisões tanto na esfera municipal, estadual e nacional.

Vale salientar que, avaliação dos riscos nesse estudo leva em conta, não somente o dano físico esperado e as vítimas ou perdas econômicas equivalentes, mas também fatores sociais, organizacionais e institucionais. Os riscos não só dependem das possibilidades de ocorrência dos eventos ou fenômenos naturais intensos, mas também das condições de vulnerabilidade que favorecem ou facilitam o desencadeamento dos desastres ocasionados por esses eventos hidrometeorológicos extremos.

A vulnerabilidade está intimamente ligada aos processos sociais que se desenvolvem nas áreas propensas e usualmente se relaciona com a insegurança dos indivíduos ante as ameaças. Isso significa dizer que os desastres são eventos socioambientais, cuja

materialização é o resultado da construção social do risco. Sua redução (prevenção e mitigação) deve fazer parte dos processos de tomada de decisões, não só no caso de reconstrução pós-desastre, mas também na formulação de políticas públicas e nos processos de planejamento dos municípios brasileiros.

Parte das dificuldades para se atingir uma gestão efetiva de risco de desastres tem sido a ausência de um adequado marco conceitual que facilite a sua avaliação e a sua intervenção numa perspectiva multidisciplinar. A maioria das técnicas de avaliação existentes, não expressa o risco na linguagem dos diversos atores e tomadores de decisão envolvidos e não se fundamentam em um enfoque holístico, que “chame” para o estudo da sua problemática ou para a sua efetiva intervenção.

A maioria dos estudos sobre vulnerabilidade e riscos a inundação são geralmente na forma de mapeamentos, como os de: Evangelista, (1998), Hogan et al. (2001), Menescal; Figueredo e Franco (2001), Dias et al. (2002), Rowsell-Penning et al. (2005), Aldescu (2006), Candido (2007), Silveira; Beser de Deus e Santos (2009), Ereno (2010) dentre outros; ou de modelagens, que procuram prever a ocorrência do evento, ou seja, o período de retorno deste evento extremo, como mostram os estudos de: Beijoet al. (2003), Reis; Barreto-Neto e Reis (2005), Nadarajah e Shiau (2005), Machado-Mosquera e Ahmad (2007), Sansigolo (2008), em geral utilizando o método de Gumbel.

1.1. Importância e Aplicabilidade do Estudo

Este trabalho traz como contribuição um estudo da vulnerabilidade e dos riscos à inundação por meio de índices de desastre (baseado em número de mortos, afetados e perdas), índice de gestão institucional do risco (conforme informações fornecidas pela defesa civil dos municípios em análise) e Processo de Análise Hierárquica – PAH (cálculos que expõe a melhor decisão a ser tomada) a nível municipal, os quais resultam informações para o planejamento e gestão territorial mais detalhadas do que em macro escala (nacional). Tal ação é de suma importância, pois as tomadas de decisões e as necessidades de informações em cada nível são diferentes, visto que os atores sociais e os interessados em geral, não são os mesmos.

Outra contribuição deste estudo é elaborar mais um estudo para a região Nordeste, mas especificamente no Estado Rio Grande do Norte em uma região do semiárido, o qual é carente de trabalhos relacionados à inundação e à gestão desse fenômeno, pois a população deste

espaço encontra-se habituada com a ausência do que a abundância desse tipo de fenômeno, o qual ocorre geralmente na região sudeste e sul do Brasil.

Como o Nordeste também é uma região problemática com relação aos desastres hidrometeorológicos no campo social, econômico e político, que com o ambiental e o institucional, formam a base dos riscos sociais construídos na região (FILGUEIRA, 2004).

Portanto, esta pesquisa procura apresentar o grau de vulnerabilidade, do risco e gestão institucional relacionados com a inundação dos municípios analisados, de maneira que possa ser compreendido pelos tomadores de decisão, os quais no geral, não são especialistas em gestão de desastres. Tais informações poderão ser usadas para a gestão adequada de políticas e programas relacionada com a problemática da inundação.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

Analisar a vulnerabilidade e riscos a desastres e gestão institucional à inundação ocorrida em 2009 nos municípios do Vale do Açu/RN por meio do Índice de Desastre Local (IDL), Índice de Gestão de Riscos (IGR) e Processo de Análise Hierárquica (PAH).

1.2.2. Específicos

- ✓ Utilizar e expor procedimentos que possam identificar as vulnerabilidades, os riscos e a forma de gestão dos municípios diante do fenômeno da inundação em escala municipal;
- ✓ Avaliar os efeitos das políticas e investimentos municipais no desempenho da gestão de riscos, vulnerabilidades e riscos;
- ✓ Propor o uso e apresentação das informações sobre os riscos, com o fim de ajudar os responsáveis por formular políticas públicas a identificar as prioridades de intervenção e redução (prevenção/mitigação) do risco e dirigir o processo de recuperação depois de um desastre.

1.3. Estruturação da Dissertação

No que concerne à estruturação da dissertação, essa é composta por sete capítulos.

O primeiro introduz a concepção geral do trabalho, ou seja, informa o objeto em análise (inundação), a justificativa de se trabalhar com tal temática e adequação da temática ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. Além desse fator, aborda a importância desse estudo para a ciência e espaço em análise; definição do objetivo geral e específico alcançado e estruturação da dissertação.

No segundo capítulo fez-se uma revisão bibliográfica dos conceitos relacionados ao processo de inundação, como: inundação, pois muitos gestores e moradores não sabem discernir tal fenômeno de enchente e alagamento; ameaças, vulnerabilidade, riscos, desastres e gestão de riscos.

No terceiro capítulo esquematiza-se a caracterização da área de estudo expondo a localização da área e descrição de aspectos ambientais socioeconômicos.

No quarto capítulo são descritos os aspectos que geram vulnerabilidade ambiental nos municípios analisados, que são: processo de urbanização e os aspectos físicos (geomorfologia, recursos hídricos e condição climática regional).

No quinto capítulo é abordada a metodologia desta pesquisa, a qual é composta no geral pela descrição e aplicação do Índice de Desastres Locais (IDL), Índice de Gestão de Riscos (IGR) e Processo de Análise Hierárquica (PAH). Ressalta-se que, há descrição da elaboração dos mapas que constam no capítulo 4, intitulado por vulnerabilidade ambiental dos municípios em análise do Vale do Açu .

No sexto capítulo constam os resultados desta pesquisa, a qual expõe o Índice de Desastres Locais (IDL), o Índice de Gestão de Riscos (IGR) e Processo de Análise Hierárquica (PAH) para os municípios em análise.

No sétimo e último capítulo encontram-se as conclusões desta pesquisa e as recomendações para pesquisas futuras.

2. DISCUSSÃO TEÓRICO-CONCEITUAL PARA O ESTUDO DA INUNDAÇÃO

Ao analisar a vulnerabilidade, risco e gestão diante a inundação em municípios do Vale do Açu/RN, faz-se necessário abordar alguns conceitos, como: alagamento, enchente, inunda o, ameaça, vulnerabilidade, riscos, desastres e gestão de riscos, visando o conhecimento e discernimento de tais processos.

Ressalta-se que, apesar dos conceitos de inunda o, enchente e alagamento serem bastante difundidos, estes serão abordados a seguir, em virtude da popula o e gestores do Vale do Açu não utilizarem o nome correto do fenômeno que os afligem, a inunda o.

2.1. Inunda o

Segundo Castro (2003, p. 40) as inundações são o transbordamento de água proveniente de rios, lagos e  dues, resultante de uma grande tempestade que deixa cair uma chuva que não foi suficientemente absorvida pelo solo ou por outras formas de escoamento.

Para Tucci (1993) a inundação   resultado da precipitação intensa, quando a quantidade de água que chega simultaneamente no rio   superior   sua capacidade de drenagem. Os problemas ocasionados por este fenômeno irão depender do grau de ocupação da  rzea pela população, bem como da frequência com que ocorrem essas inundações.

Conforme Nascimento (2009, p. 54), as inundações são causadas pelo afluxo de grandes quantidades de água que, ao transbordarem dos leitos dos rios, lagos, canais e áreas represadas, invadem os terrenos adjacentes, provocando danos, devido ocupação ou por interferência humana.

De acordo com Mattos e Villela (1975, p. 138) inundação   o extravasamento do canal natural do rio. Segundo Ferreira (1988), o verbo inundar no latim   *inundantia* que significa “cobrir de água; submergir; alagar; encher-se de água ou de outra substância líquida;[...]; transbordar, extravasar”. Tal processo pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1–Canal fluvial em situação de inundação

Fonte: Candido, 2007.

Ao analisar os conceitos de inundação citados acima visualiza-se que os mesmos possuem a mesma concepção sobre tal fenômeno, ou seja, que a inundação é o transbordamento de água para além do espaço de cheia.

2.2. Enchente

Para Castro (2003, p. 48), enchente é uma situação onde as “águas se elevam de forma paulatina e previsível, mantêm-se em situação de cheia durante algum tempo, e, a seguir escoam-se gradualmente”.

Segundo Mattos e Villela (1975, p. 138) enchente é uma vazão relativamente grande de escoamento superficial. Para Tucci (2001) enchente é quando do acontecimento de uma precipitação intensa, as águas chegam ao rio com velocidade e quantidade que superam a capacidade de drenagem de suas calhas, fazendo com que as áreas do leito maior sejam inundadas.

Mas o conceito que melhor explicita o fenômeno é o de Ferreira (1988), no qual enchente deriva de encher (que procede do latim *plenus*), significa “ocupar o vão, a capacidade ou a superfície de; tornar cheio ou repleto”. Ao visualizar a Figura 2 percebe-se que o rio só faz aumentar o nível da água com relação ao nível normal e não chega a atingir a várzea.

Figura 2 – Canal fluvial em situação de enchente

Fonte: Candido, 2007.

Ao analisar esses conceitos, percebe-se que há um desacordo entre os autores citados em relação ao termo “enchente”. Neste trabalho enchente será entendida como elevação temporária do nível d’água ao longo de um curso ou corpo hídrico que não extravasa na várzea, planície ou terraços.

2.3. Alagamento

Segundo Castro (2003, p. 51) alagamentos constituem-se de águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. Os alagamentos ocorrem nas partes mais baixas do terreno.

Neste trabalho alagamento será definido como acúmulo de água em áreas baixas do terreno urbano ou rural, pois esta encontra-se impossibilitada de escoar, devido impermeabilização do solo e deficiência da drenagem urbana.

2.4. Ameaça e Perigo

De acordo com Sarconni (2010, p. 112), ameaça é uma palavra, atitude, ou gesto intimidativo; prenúncio de algo indesejável e promessa de fazer algo maléfico.

Para Peixoto (2008, p. 23), ameaça trata-se de um substantivo feminino definido como fator externo do risco, representado pela possibilidade de que ocorra um fenômeno ou um evento adverso que pode gerar dano nas pessoas ou em seu entorno.

Segundo Vargas (2002, p. 15) a ameaça define-se como a magnitude e duração de uma força ou energia potencialmente perigosa por sua capacidade de destruir ou desestabilizar um ecossistema ou os elementos que os compõem, e a probabilidade de que essa energia se desencadeie. Esse conceito pode ser expresso da seguinte forma:

$$\text{Ameaça} = f(\text{energia potencial, susceptibilidade, detonador})$$

Onde, energia potencial é a magnitude da atividade ou cadeia de atividades que poderiam desencadear; susceptibilidade é a predisposição de um sistema para gerar ou liberar a energia potencialmente perigosa, ante a presença de um detonador e o detonador é o evento externo com capacidade para liberar a energia potencial (VARGAS, 2002, p. 15).

Conforme Filgueira (2004, p.48), “ameaça em resumo é um perigo que causa uma emergência”.

Segundo Cardona (1991, p. 5) a ameaça ou perigo são fatores de risco externo de um sujeito ou sistema, representado por um perigo latente associado com um fenômeno físico de origem natural ou tecnológica que pode apresentar-se em um lugar específico e em um tempo determinado produzindo efeitos adversos nas pessoas, nos bens e/ou no meio ambiente.

De acordo com Maskrey (1998, p.7), considera-se ameaça (para uma comunidade) a probabilidade de que ocorra um fenômeno natural ou humano perigoso.

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006b, p. 12) perigo ou ameaça caracteriza-se por evento físico, potencialmente prejudicial, fenômeno e ou atividade humana que pode causar a morte ou lesões, danos materiais, interrupção da atividade social e econômica ou degradação ambiental. As ameaças podem ser individuais, combinadas ou sequenciais em sua origem e efeitos. Cada uma delas se caracteriza por sua localização, magnitude ou intensidade, frequência e probabilidade.

O conceito de ameaça também pode ser identificado na literatura sob a denominação de perigo, pois ambas as palavras possuem o mesmo sentido.

Segundo Sacconi (2010, p. 1579), perigo é uma situação em que se teme mal iminente, muito próximo, imediato, na qual a vida esta em jogo; causa de uma conjuntura ou situação grave; qualquer coisa, ato ou ocasião que produz um dano ou aumenta as possibilidades de que isso ocorra.

2.5. Vulnerabilidade

Segundo o dicionário *Houaiss*, a etimologia da palavra vulnerável provém do latim *vulnus*, *eris* que significa ferida, e é semanticamente conexo com o grego *trauma*, *atos*. No sentido coloquial, vulnerável é o que pode ser fisicamente ferido, ou ainda o sujeito ser atacado, derrotado, prejudicado ou ofendido. Essa definição aponta para um primeiro senso comum do termo, relacionado à dor ou à perda diante de influencias ou impactos externo sobre algum ser vivo, que não consegue se proteger ou se recuperar diante deles (PORTO, 2007, p. 148).

Conforme Sacconi (2010, p. 2074), vulnerável quer dizer fácil de ser atingido fisicamente ou emocionalmente, frágil; fraco; débil; pouco resistente e susceptível. E vulnerabilidade é a qualidade, estado ou condição do que é vulnerável; situação caracterizada

pela fragilidade e consequente enfraquecimento de pessoa, grupo de pessoas ou coisa, tornando fácil seu alcance físico ou emocional.

Para Porto (2007, p.161) a vulnerabilidade no campo dos desastres pode ser entendida como uma propriedade de um sistema socioambiental. É o grau no qual um sistema ou unidade de exposição é susceptível a algum dano, decorrente de uma exposição a alguma perturbação ou estresse no sistema, bem como, a falta de habilidade para enfrentar, recuperar ou mesmo se adaptar de forma estrutural, perdendo características e adquirindo outras, ou seja, transformando-se em um novo sistema.

Nascimento (2009, p. 47) afirma que vulnerabilidade define a magnitude dos impactos danosos de um evento sobre os alvos afetados. Este autor cita como exemplo a capacidade de resistência das construções diante de determinado fenômeno físico ou de processos que estimularam o desencadeamento dos desastres, que pode ser de natureza humana, socioeconômica ou ambiental. A ocorrência de determinado acontecimento traz consequências para as populações e aos bens envolvidos e seus efeitos podem afetar o funcionamento das sociedades humanas e dos ecossistemas, que além das perdas econômicas podem gerar a perda de vidas.

De acordo com Blaikie et al. (1996, p.14) a vulnerabilidade social pode ser definida como “capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se do impacto” devido a um evento, seja este relacionado a riscos naturais (como terremotos, ciclones, vulcões e inundações), biológicos (como pandemias) ou desastres tecnológicos (como as explosões, incêndios e contaminações nucleares e químicas).

Conforme Lavell (1994, p. 48), a vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais e históricos.

Para Vargas (2002, p. 16), vulnerabilidade é a disposição interna de ser afetada por uma ameaça. Se não há vulnerabilidade, não há destruição ou perda. Esta visão mostra que, a vulnerabilidade está relacionada ao grau de exposição e proteção de um determinado indivíduo, comunidade ou sociedade. Assim, a vulnerabilidade pode ser expressa como:

$$\text{Vulnerabilidade} = f(\text{grau de exposição, proteção, reação imediata, recuperação básica, reconstrução})$$

Onde, o grau de exposição é o tempo e modo de um ecossistema (ou seus componentes) a sujeitar-se aos efeitos de uma atividade ou energia potencialmente perigosa; proteção é a defesa do ecossistema (e de seus elementos) para reduzir ou eliminar os efeitos que uma atividade com potencial destrutivo pode lhe causar; reação imediata é a capacidade do ecossistema (e de seus elementos) para reagir, proteger-se e evitar o dano no momento em que se desencadeia a energia com potencial destrutivo ou desestabilizador; a recuperação básica é o restabelecimento das condições essenciais de subsistência de todos os componentes de um ecossistema; e reconstrução, é a recuperação do equilíbrio e as condições normais de vida de um ecossistema, por seu retorno à condição prévia ou, mais frequentemente, a uma nova condição mais evoluída e menos vulnerável (VARGAS, 2002, p. 18; FILGUEIRA, 2004, p. 49).

Segundo Cardona (1991, p.5-6), vulnerabilidade é a predisposição intrínseca de um sujeito ou elemento a sofrer dano devido a possíveis ações externas, portanto, sua evolução contribui de forma fundamental para o conhecimento do risco mediante interações do elemento susceptível com o ambiente perigoso.

Para Maskrey (1998, p.7), vulnerabilidade é a susceptibilidade de uma comunidade ser afetada por algum fenômeno, expressada em sua incapacidade de “absorver”, mediante o auto ajuste, os efeitos de uma determinada mudança no meio ambiente; é a “inflexibilidade” ou incapacidade para adaptar-se a uma mudança, que para a comunidade constitui, por razões expostas, o risco. A vulnerabilidade determina a intensidade dos danos que produz a ocorrência efetiva de uma ameaça ou perigo sobre a comunidade.

Segundo Veyret (2007. p.43), vulnerável é estar fisicamente exposto a um perigo, é apresentar certa fragilidade diante do sinistro (em razão, por exemplo, de uma má qualidade das construções, de um desconhecimento do perigo, de elevadas densidades humanas, da estrangulação das redes de serviço), é de igual modo, não ter em vista os meios disponíveis para enfrentar a crise que pode sobreviver. Esta mesma autora relata que, para entender melhor a vulnerabilidade, deve-se levar em consideração duas questões: a persistência – é quando um sistema pode suportar, quando perturbado, afasta-se do seu equilíbrio ou estabilidade sem mudar o seu estado; e a resiliência – é a capacidade que tem um sistema de retornar o seu estado de equilíbrio, após sofrer um distúrbio.

Wilches-Chaux (1989 apud LAVELL, 1997) classificou dez diferentes formas de vulnerabilidade que uma sociedade pode enfrentar e que influenciam nas condições de desastre, que são:

- ✓ Vulnerabilidade física (ou localização): refere-se à localização de grandes contingentes da população em zonas de risco físico; condição originada ou suscitada, em parte, pela pobreza e à falta de opções para um posicionamento ou localização menos perigosa (com menor risco), e em parte, devido à alta produtividade (particularmente agrícola) de um grande número destas zonas (sopé de vulcões, zona de inundação de rios, etc), o qual tradicionalmente tem motivado um povoamento das mesmas.
- ✓ Vulnerabilidade econômica: existe uma relação inversa entre receita per capita em nível nacional, regional, local ou populacional e o impacto dos fenômenos físicos extremos, ou seja, a pobreza aumenta o risco de desastre. Mas, além do problema de receitas, a vulnerabilidade econômica se refere de forma às vezes correlacionada, ao problema da dependência econômica nacional, a ausência de adequados recursos públicos nacionais, regionais e locais, a falta de diversificação da base econômica, etc.
- ✓ Vulnerabilidade social: refere-se ao baixo grau de organização das comunidades de baixo risco que impede sua capacidade de prevenir, mitigar ou responder a situações de desastre.
- ✓ Vulnerabilidade política: está relacionada ao alto grau de centralização na tomada de decisões e na organização governamental e na debilidade nos níveis de autonomia de decisão regional, local e comunitário, o qual impede uma maior adequação de ações aos problemas sentidos nestes níveis territoriais.
- ✓ Vulnerabilidade técnica: referente a inadequadas técnicas de construção de edifícios e infraestrutura básica utilizadas em zonas de risco.
- ✓ Vulnerabilidade ideológica: é a forma em que os homens concebem o mundo e meio ambiente que habitam e com o qual interatuam. A passividade, o fatalismo, a prevalência de mitos, etc., todos aumentam a vulnerabilidade das populações, limitando suas capacidades de atuar adequadamente frente aos riscos que a natureza apresenta.
- ✓ Vulnerabilidade cultural: expressada na forma em que os indivíduos se vêem a si mesmos na sociedade e como um conjunto nacional. Além disso, o papel que exercem os meios de

comunicação na consolidação de imagens estereotipadas ou na transmissão de informação distorcida sobre o meio ambiente e os desastres (potenciais ou reais).

✓ Vulnerabilidade educativa: no sentido da ausência de programas de educação, de elementos que adequadamente instruem sobre o meio ambiente ou o meio (lugar, entorno) que habitam os povoadores, seu equilíbrio e desequilíbrio, etc. Além disso, refere-se ao grau de preparação que recebe a população sobre formas adequadas de comportamento a nível individual, familiar e comunitário em caso de ameaça ou ocorrência de situações de desastre.

✓ Vulnerabilidade ecológica: relacionada com a forma em que os modelos de desenvolvimento não se fundamentam na convivência, se não na dominação pela destruição das reservas do ambiente, que necessariamente conduz a um ecossistema, por um lado, altamente vulnerável, incapaz de ajustar-se internamente para compensar os efeitos diretos da ação humana e, por outro lado, altamente perigosa para as comunidades que os exploram ou habitam.

✓ Vulnerabilidade institucional: refletida na obsolescência e rigidez das instituições, especialmente as jurídicas, onde a burocracia, a prevalência da decisão política, o domínio de critérios personalistas, impedem respostas adequadas e ágeis à realidade existente.

2.6. Riscos

Conforme Rosa et al. (1995 apud FREITAS; GOMEZ, 1997) o conceito de risco surge com o processo de constituição das sociedades contemporâneas a partir do final do Renascimento e início das revoluções científicas, quando ocorreram intensas transformações sociais e culturais associadas ao grande desenvolvimento nas ciências e nas técnicas, às grandes navegações e à ampliação e fortalecimento do poder político e econômico de uma nascente burguesia.

Deriva da palavra italiana *riscare*, cujo significado original era navegar entre rochedos perigosos, que foi incorporada ao vocabulário francês por volta do ano de 1660, apresentando-se assim, como critério imprescindível nas negociações, relações e organização da sociedade, quer no âmbito local, nacional ou mesmo global (ARAÚJO et al., 2001, p. 4).

Portanto, risco, segundo a concepção de Veyret (2007, p. 11) define-se como a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, sociedade que o apreende por meio de

representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal.

De acordo com Maskrey (1998, p.7) “risco é a probabilidade de danos que resulta de qualquer fenômeno de origem natural ou humano sobre uma comunidade vulnerável a certo fenômeno”.

Para Araújo (2002, p. 142), risco é um acontecimento futuro, um momento esperado ou temido no qual essa perda pode acontecer. Esse momento separa duas situações radicalmente distintas. Na primeira delas ainda não aconteceu a perda, e prevalece a sua expectativa. Na segunda, já ocorreu a perda, ou já passou o perigo. O risco percebido torna-se facilmente um perigo. O perigo tem algo claramente ameaçador, o que o risco nem sempre possui. Todavia qualquer perigo tem todas as características de um risco, pois somente quando o perigo passou, pode-se dizer que se enfrenta um risco. Um perigo realizado é um desastre, terminando o percurso perigoso. O risco, pelo contrário é algo que abre uma dada situação e bifurca o percurso da história de forma imprevisível.

O Ministério das Cidades (BRASIL, 2006a, p. 27) .relata que o risco é a probabilidade de ocorrer um efeito adverso de um processo sobre um elemento.

No glossário de termos técnicos da Sociedade de Análise de Riscos (SRA) risco é definido como:

potencial de realização de uma consequência indesejável, adversa para a vida humana, saúde, propriedade ou meio ambiente: a estimativa de risco usualmente é baseada no valor esperado da probabilidade condicional do evento multiplicado pelas suas consequências, dado que ele ocorra (SOCIETY FOR RISK ANALYSIS – SRA, 2012).

Segundo Porto (2007, p. 98), falar de risco significa entendê-lo simultaneamente como ameaça, probabilidade, assim como quem e como se é afetado por este perigo. Existem, portanto, várias formas e linguagens que expressam os significados dos riscos, sejam eles os discursos científicos especializados que aprofundam os fenômenos físicos, químicos e biológicos; os modelos matemáticos que analisam as probabilidades de ocorrência e efeitos associados; ou ainda as inúmeras possibilidades de qualificar e contextualizar os riscos, como a extensão e a vulnerabilidade das populações e sociedades frente aos mesmos; e as vozes que expressam percepções e vivências cotidianas por parte das populações atingidas.

Para Lavell (1996, p. 20), risco em sua definição mais simples, refere-se à probabilidade de uma população (pessoas, estruturas físicas, sistemas de produção, etc.), ou segmento da mesma, que sofra algo nocivo ou danoso.

Conforme Lavell (1996, p. 20) para que ocorra um risco deve ter tanto uma ameaça (ou, como alguns diriam, um perigo), como uma população vulnerável aos seus impactos, sendo a “vulnerabilidade” a propensão de sofrer danos que exhibe um componente da estrutura social (ou da própria natureza). O risco é, em consequência, uma condição latente ou potencial, e seu grau depende da intensidade provável da ameaça e dos níveis de vulnerabilidade existentes. Neste sentido, a vulnerabilidade é uma expressão de desequilíbrio ou desajuste, em igual medida, entre a estrutura social (amplamente concebida) e o meio físico construtivo e natural em torno dela. A vulnerabilidade, então, nunca pode ter um valor absoluto, sendo que depende sempre do tipo e intensidade da ameaça. A ameaça e o risco nunca devem ser considerados sinônimos, como tem feito alguns autores; por outro lado, o grau de risco sempre esta em função da magnitude da ameaça e da vulnerabilidade, é então, uma condição dinâmica e teoricamente controlável.

De acordo com Vargas (2002, p. 15), risco de desastre é a magnitude provável de dano de um ecossistema específico ou em alguns de seus componentes, em um período determinado, ante a presença de uma específica atividade com potencial perigoso. Contudo, o risco de desastre pode ser representado da seguinte forma:

$$\text{Risco de desastre} = f(\text{ameaça, vulnerabilidade})$$

Conforme Cardona (1991, p. 6) a diferença fundamental entre a ameaça e o risco é que a ameaça está relacionada com a probabilidade de que se manifeste um evento natural ou um evento de origem antrópica. Enquanto que o risco está relacionado com a probabilidade de manifestar certas consequências, as quais estão intimamente relacionadas, não só com o perigo latente que se apresente em um evento intenso, sendo com a vulnerabilidade que tem os elementos expostos aos mesmos.

O conceito de risco foi tomado por distintas áreas do conhecimento, contudo Porto (1991 apud PORTO, 2007, p. 98) divide o conceito em quatro grandes grupos (disciplinas): as Ciências Econômicas, a Epidemiologia, a Engenharia e as Ciências Sociais.

As Ciências Econômicas tratam de quantificar os riscos para avaliar custos e possíveis perdas. Quem utiliza tal conceito, por exemplo, são as seguradoras, pois estas sabem que o preço que se paga para assegurar um carro em grandes capitais, como São Paulo e Rio de Janeiro são maiores do que em qualquer outra cidade no Brasil, pois a probabilidade de roubo nesta é bem mais elevada do que nas outras.

Para a Epidemiologia, o conceito de risco é um conceito fundamental, pois o modelo de determinação causal das doenças no modo de transmissão, não pode dar conta das doenças crônicas, como a hipertensão, o câncer e as doenças cardiovasculares, ao utilizar o conceito de risco não procurará mais a causa e sim a associação de determinados fatores (os fatores de risco) com as patologias (GUILAM, 2006).

A Engenharia analisa riscos por meio de métodos quantitativos (medições ambientais, relação custo-benefício), não levando em conta, os fatores sociais e culturais. Vale salientar que, tal concepção está mudando, a prova disto é este trabalho que leva em consideração vários aspectos, como: social, econômico, ambiental e institucional.

As Ciências Sociais estudam a perspectiva de que não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderá sofrer seus efeitos. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal, podendo ser assumido, recusado, estimado, avaliado e/ou calculado (VEYRET, 2007, p. 11).

Portanto, dentre os grupos acima citados, a visão deste último será abordada neste estudo.

Para conhecer melhor itens relacionados a riscos: conceitos, histórico, gerenciamento e comunicação, análises, subjetividades, teorias, critérios, técnicas de avaliação e conjuntura do gerenciamento de riscos no Brasil, leia a dissertação de Araújo (2002, p. 141-184).

2.7. Desastre

Segundo Cardona (1991, p. 1), desastre pode ser definido como um evento ou ocorrência que acontece, na maioria dos casos, de forma repentina e inesperada, causando sobre os elementos submetidos alterações intensas, representadas por perda de vida e saúde da população, a destruição ou perda dos bens de uma coletividade e ou danos severos sobre o meio ambiente. Essa situação significa a desorganização dos padrões normais de vida, gera adversidade, desamparo e sofrimento as pessoas, efeitos sobre a estrutura socioeconômica de

uma região ou país e ou a modificação do meio ambiente, o qual resulta a necessidade de assistência e de intervenção imediata.

De acordo com esse mesmo autor, a condição de desastre se expressa por meio de perdas e danos de uma sociedade cujos níveis significam a incapacidade da sociedade afetada fazer frente e recuperar-se usando seus próprios recursos e reservas. Afinal de contas desastre é uma situação dada, um produto, palpável e mensurável. A existência de desastres ou de perdas e danos no geral supõem a prévia existência de determinadas condições de risco (CARDONA, 1991, p. 17).

Para Vargas (2002, p. 13), desastre é uma situação de dano grave que altera a estabilidade e as condições de vida de um ecossistema, ou seja, de uma comunidade de seres vivos, dada diante a presença de uma energia ou força potencialmente perigosa. O dano de um desastre obedece ao que o sistema e seus elementos não estão em capacidade de proteger-se da força ameaçante ou de recuperar-se de seus efeitos.

Segundo Blaikie et al. (1996, p. 27) um desastre ocorre quando apenas um indivíduo ou um considerável número de pessoas experimenta uma catástrofe e sofre danos sérios e/ou perturbação de seu sistema de subsistência, de tal maneira que a recuperação é impossível sem ajuda externa (intervenção do Estado, ou de agentes internacionais, dentre outros).

Segundo Castro (1998, p.52), desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente, o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.

Segundo a Estratégia Internacional para Redução de Desastres – ISDR (2012, p.8), desastre seria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade que causa perdas humanas e/ou importantes perdas materiais, econômicas ou ambientais; que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de lidar com a situação utilizando seus processos de risco. Resulta da combinação de ameaças, condições de vulnerabilidade e

insuficiente capacidade ou medidas para reduzir as consequências negativas e potenciais do risco.

Conforme Mattedi e Butzke (2001, p.9), desastre reporta-se, especificamente, a um acontecimento, ou uma série de acontecimentos que alteram o modo de funcionamento rotineiro de uma sociedade. Estes acontecimentos são provocados por uma grande variedade de fenômenos naturais ou criados pelo homem, entre os quais se destacam, por exemplo, terremotos, epidemias, inundações, furacões, erupções vulcânicas, explosões, incêndio, contaminações, etc.

Ao analisar os conceitos acima, verifica-se que as visões se aproximam umas das outras, ou seja, concordam-se que desastre é o ato de ocorrer um grande impacto em uma determinada população, o qual altera temporariamente o seu funcionamento normal.

Ao interligar alguns dos conceitos citados anteriormente, obtém-se o seguinte resumo, que é exposto por Maskrey (1998, p. 7): um evento ou fenômeno que gere ou não o risco dependerá do lugar onde se manifeste, este ocupado também por uma comunidade vulnerável. Que se considere ou não a ameaça, dependerá do grau de probabilidade de ocorrência nessa comunidade. E que se converta ou não em desastre dependerá da magnitude real com que efetivamente se manifesta o fenômeno, e do nível de vulnerabilidade da comunidade. Portanto, nem todos os fenômenos perigosos para o homem (naturais ou provocados pelo ser humano) geram um risco de desastre; isto dependerá da vulnerabilidade ou (vulnerabilidades) da população ou comunidade exposta a este.

2.8. Gestão de Riscos e Desastres

Segundo Lavell (2003, p. 30), gestão de riscos de desastres refere-se ao processo social complexo cujo fim é reduzir ou prevenir e controlar permanentemente o risco de desastre na sociedade, em consonância com, e integrada para alcançar o desenvolvimento humano, econômico, ambiental e territorial, sustentáveis.

De acordo com Tobin e Montz (1997 apud MARCELINO, 2008 p.26), a gestão do 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” e para tanto se faz necessário um planejamento das estratégias de ações adequadas para cada realidade.

Conforme Tamarozi (2002, p. 9), ao unir o conceito de risco apresentado (probabilidade de ocorrer um evento desfavorável) ao de gestão, conclui-se que gestão de riscos pode ser entendida como:

conjunto de atividades para a administração das probabilidades de ocorrerem eventos desfavoráveis. Este entendimento permite salientar que as probabilidades de ocorrerem eventos desfavoráveis, devem ser administradas, pois em geral, a exposição a estas probabilidades é a única maneira de se obter o retorno desejado.

Segundo a Estratégia Internacional para Redução de Desastres – ISDR (2012, p.12) gestão de risco de desastres é o conjunto de decisões administrativas, de organização e de conhecimentos operacionais desenvolvidos por sociedades e comunidades para implementar políticas, estratégias e fortalecer suas capacidades a fim de reduzir os impactos de ameaças naturais e de desastres ambientais e tecnológicos consequentes. Isto envolve todo tipo de atividades, incluindo medidas estruturais e não estruturais para evitar (prevenção) ou limitar (mitigação e preparação) os efeitos adversos dos desastres.

Cardona (1996, p. 128-147) expõe oito etapas que compõem o gerenciamento dos desastres do ponto de vista institucional, no qual ocorre uma sequência cíclica onde essas etapas se interrelacionam. As etapas são: Prevenção, Mitigação, Preparação, Alerta, Resposta, Reabilitação, Reconstrução e Desenvolvimento. Essas etapas correspondem ao esforço de prevenir a ocorrência do desastre, mitigar as perdas, preparar-se para as consequências, alertar, responder as emergências e recuperar-se dos efeitos dos desastres (MARCHIORI-FARIA; SANTORO, p. 163), os quais se encontram presentes em três momentos do desastre: antes, durante e depois, podendo ser visualizado no Quadro 1.

Quadro1 – Atividades de gerenciamento de riscos e respostas a desastres

Antes do desastre	Durante do desastre	Depois do desastre
Prevenção: objetiva evitar que ocorra o evento.	Atividades de resposta ao desastre: são aquelas que se desenvolvem no período de emergência ou imediatamente após de ocorrido o evento. Podem envolver ações de evacuação, busca e resgate, de assistência e alívio à população afetada e ações que se realizam durante o período em que a comunidade se encontra desorganizada e os serviços básicos de infraestrutura não funcionam.	Reabilitação: período de transição que se inicia ao final da emergência e no qual se restabelecem os serviços vitais indispensáveis e os sistemas de abastecimento da comunidade afetada.
Mitigação: Pretende minimizar o impacto do mesmo, reconhecendo que muitas vezes não é possível evitar sua ocorrência.		Reconstrução: caracteriza-se pelos esforços para reparar a infraestrutura danificada e restaurar o sistema de produção, revitalizar a economia, buscando alcançar ou superar o nível de desenvolvimento prévio ao desastre.
Preparação: Estrutura a resposta		
Alerta: Corresponde à notificação formal de um perigo iminente.		

Fonte: Cardona, 1996.

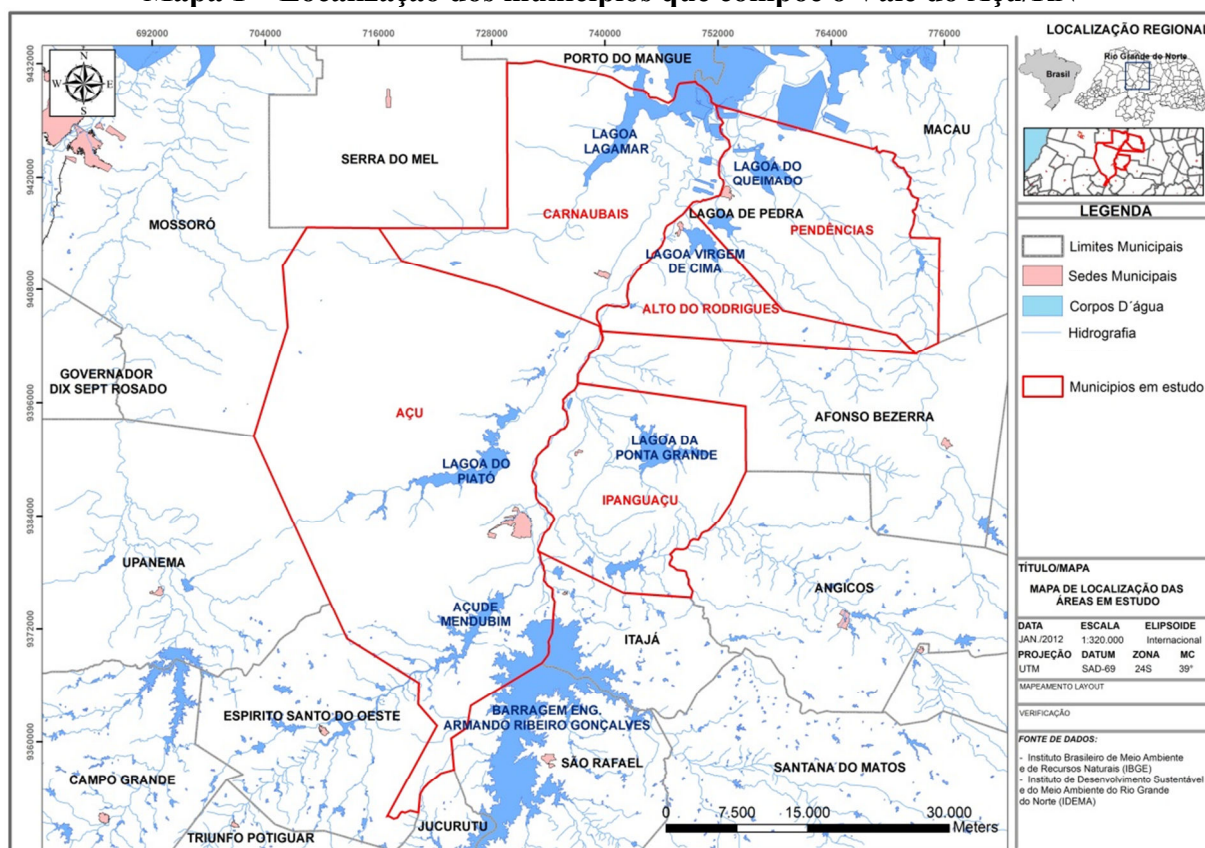
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para compreender a questão da vulnerabilidade e riscos de uma determinada área, se faz necessário conhecê-la. Em virtude desse fator, este capítulo expõe a caracterização física e populacional dos espaços estudados. Para tanto, primeiramente foram descritas as características e processo de ocupação do Vale do Açu, microrregião onde se localizam os municípios pesquisados e, posteriormente, realizou-se a descrição dos municípios em análise: Açu, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu e Pendências.

3.1. Caracterização do Vale do Açu

As áreas analisadas neste trabalho são cinco municípios que fazem parte da microrregião do Vale do Açu, o qual se localiza na mesorregião Oeste Potiguar e ocupa uma área de 4.750,08 km², o que corresponde a 9,0% do território do Estado do Rio Grande do Norte. Do ponto de vista político-administrativo, é composta por nove municípios: Alto do Rodrigues, Açu, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael (PIMENTEL, 2011). Tais municípios situam-se na região onde se encontram a bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu (Mapa 1).

Mapa 1 – Localização dos municípios que compõe o Vale do Açu/RN



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.

O rio Piranhas-Açu nasce na Serra de Piancó no estado da Paraíba e desemboca próximo à cidade de Macau no Rio Grande do Norte. Como a maioria absoluta dos rios do semiárido nordestino, à exceção do rio São Francisco e do Parnaíba, é um rio intermitente em condições naturais. A perenidade de seu fluxo é assegurada por dois reservatórios de regularização construídos pelo DNOCS: O Coremas - Mãe d'Água, na Paraíba, com capacidade de 1,360 bilhões de m³ e vazão regularizada de 9,5 m³/s (Q 95%) e a barragem Armando Ribeiro Gonçalves no Rio Grande do Norte, com 2,400 bilhões de m³ e vazão regularizada de 17,8m³/s (Q 90%). Ao longo do sistema hídrico formado pela calha do rio e seus reservatórios de regularização, denominado Sistema Coremas-Açu, desenvolvem-se diversos usos como irrigação difusa, irrigação em perímetros públicos, abastecimento humano, dessedentação animal, lazer, produção energética e aquicultura. O rio Piranhas-Açu tem extrema importância para o estado do Rio Grande do Norte, pois ele é o maior em volume de água desse Estado e esse também abastece as principais adutoras do interior do Rio Grande do Norte (CBH PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU, 2011).

A microregião faz parte da região do Polígono das Secas, de clima semiárido, o qual apresenta as seguintes características de acordo com Mendes (1986, p. 35-36):

- ✓ O regime pluviométrico é delimitado por duas estações bem distintas: uma curta estação chuvosa de três a cinco meses, denominada de 'inverno', que ocorre no primeiro semestre do ano, e uma longa estação seca chamada 'verão', que tem duração de sete a nove meses, podendo-se alongar nos anos de seca por 18 meses ou mais.
- ✓ As chuvas são geralmente torrenciais e irregulares no tempo e no espaço. O comportamento irregular das chuvas, tanto em sua intensidade como na sua distribuição, provoca periodicamente a ocorrência de secas prolongadas, embora apresente uma pluviosidade em média 550 mm anuais.
- ✓ O balanço hídrico é altamente deficitário, principalmente em virtude da elevada evapotranspiração, que é, aproximadamente, quatro vezes superior à precipitação.
- ✓ O Polígono das Secas é delimitado externamente pela isoietas de 800 mm anuais e, no seu interior, raras são as precipitações acima de 800 mm e abaixo de 400 mm por ano.

Segundo classificação de Köppen (1901), o clima da região do Vale do Açu é do tipo BSw'h', definido como ambiente quente, temperatura média anual superior a 18°C e a evaporação potencial média anual maior que a precipitação média anual (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 120-121).

De acordo com a classificação bioclimática de Gaussen (1955), a mesma região é enquadrada como do tipo 3cTh, definido como um bioclíma Mediterrâneo (quente de seca atenuada), com três a quatro meses secos, ocorrendo índice xerotérmico moderado, entre 40 mm e 100 mm (AYOADE, 1986).

Conforme a classificação climática de Thornthwaite (1953), a qual se baseia numa série de índices térmicos e utiliza o balanço hídrico, sendo mais específico, usam-se dois índices derivados do balanço de evapotranspiração: Índice Efetivo de Umidade e o Índice de Eficiência Térmica, o clima do Vale do Açu é do tipo DdA'a', ou seja, semiárido, com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 123).

Quanto aos domínios climáticos do Brasil, o Vale do Açu encontram-se enquadrados no clima tropical-equatorial com sete a oito meses secos, que é também classificado como semiárido. Durante a maior parte do ano, apresenta a redução dos totais pluviométricos mensais e elevadas temperaturas. A variação sazonal da temperatura média não é significativa, o que leva a formação de áreas em que se observam quedas térmicas pouco expressivas no período de inverno (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007 p. 162).

No que concerne à vegetação, predomina a savana (caatinga), constituída por plantas xerófilas caducifólias e cactáceas, com baixo suporte faunístico. A diversidade pedológica é grande e existem diversos tipos de solos. Dentre eles as Neossolos Quartzarênicos, Cambissolos, Neossolo, Argissolo Vermelho-Amarelo e Planossolo Solódico.

Segundo Albano Sá (2009), a fertilidade das várzeas do rio Piranhas-Açu, principalmente na região onde se localizam os municípios de Açu e Ipanguaçu (Baixo Açu), desde o início da colonização foi uma área cobiçada para projetos agropecuários e extração. A hidrografia da região é formada por rios temporários de leito seco na maior parte do ano. As águas das represas artificiais como a barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves são aproveitadas para abastecimento e perenização do rio Açu, onde é feita a captação de água para irrigação de projetos de fruticultura (INPE, 2008).

Nas últimas três décadas a economia do Vale do Açu passa por grandes transformações. No início dos anos 1980 é inaugurada a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves e com ela os projetos de agricultura irrigada. A partir desse período começa a exploração de petróleo e, em seguida, do gás natural, mudando a fisionomia do espaço

regional. Paralelamente ao novo cenário econômico, o setor ceramista se expande puxado pelo crescimento das cidades. A diversificação da base produtiva ampliou substancialmente a capacidade de geração de riqueza na região (PIMENTEL, 2011).

Alguns estudos mostram que a microrregião do Vale do Açu foi a que mais cresceu economicamente no interior do Rio Grande do Norte a partir da segunda metade do século XX até recentemente. A título de ilustração, basta mencionar que o Produto Interno Bruto (PIB) regional saltou de R\$ 323,8 milhões, em 1999, para mais de R\$ 1,0 bilhão, em 2008. Mesmo assim, sua participação na formação do PIB potiguar continua baixa, girando em torno de 4,5% ao ano durante a série de tempo analisada pelo IBGE. Com efeito, por mais que a economia da microrregião tenha evoluído nos últimos 30 anos, nem todos os filhos da terra conseguiram desfrutar dos ganhos do progresso (PIMENTEL, 2011).

Segundo as informações disponíveis no banco de dados do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) do Governo do Brasil em 2010, nada menos do que 4.397 habitantes do Vale do Açu viviam sem qualquer tipo de renda fixa por mês e 16.280 tentavam sobreviver com uma renda mensal que variava de R\$ 1,00 a R\$ 70,00, ou seja, algo em torno de 14,70% da população local era extremamente pobre. Em contrapartida ao quadro apresentado, deve-se registrar que o modelo de crescimento desigual instaurado no espaço geográfico regional tem gerado graves problemas ambientais. Entre eles, é possível destacar: desmatamentos, lixões, poluição e assoreamento dos recursos hídricos, ocupação irregular e desordenada do território, contaminação do solo, queimadas, caça e pesca predatórias, etc. Tais problemas se agravam ano a ano, e, sem uma solução sustentável, podem até comprometer o futuro das atividades produtivas na região num breve espaço de tempo (PIMENTEL, 2011).

A economia da região antes da inundação do ano de 2008 era voltada para a carcinocultura, salinas, exploração de petróleo e fruticultura, sendo a produção deste último voltada para o mercado nacional, mas principalmente para exportação. Vale salientar que, atualmente no Vale do Açu a carcinocultura não é mais uma atividade econômica forte, pois após a inundação de 2009, as empresas deste ramo saíram dessa área.

3.2. Caracterização do Município de Açu

O município do Açu situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Vale do Açu, limita-se com os municípios de Carnaubais, Serra do Mel, São Rafael, Paraú, Jucurutu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues, Afonso Bezerra, Itajá, Upanema e Mossoró (Mapa 1). Abrange uma área de 1.303 km², conforme censo de 2010. A sede do município tem uma altitude média de 27 metros e apresenta coordenadas 05°34'37,2" de latitude Sul e 36°54'32,4" de longitude Oeste, distando da capital cerca de 211 km. Seu acesso, a partir de Natal é realizado por meio da rodovia pavimentada BR-304 (BELTRÃO et al., 2005a; IBGE, 2011a).

O período chuvoso ocorre nos meses de março e abril. A temperatura média anual máxima é 33,0°C, média de 28,1°C e mínima de 21,0°C. A umidade relativa média anual é de 70% e as horas de insolação são de 2.700. A formação vegetal é composta por: caatinga hiperxerófila - vegetação de caráter mais seco, com abundância de cactácea e plantas de porte mais baixo e espalhado. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro e por carnaubal - vegetação natural da qual a espécie predominante é a palmeira e a carnaúba. Os carnaubais são espaçados e iluminados (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008a).

Os solos predominantes são: Neossolo Litólico Eutróficos - fertilidade natural alta, textura média, fase pedregosa e rochosa, relevo suave ondulado e forte ondulado, rasos, muito erodidos, bem acentuadamente drenados e Luvisolo - fertilidade natural média a alta, textura arenosa/argilosa e média/argilosa, fase pedregosa, relevo suave ondulado, bem drenado, relativamente raso e muito susceptível a erosão. O uso: praticamente não são cultivados. A vegetação natural é aproveitada com pecuária extensiva de maneira extremamente precária. Pequenas áreas são cultivadas com milho e feijão. Destacam-se a criação de galináceos e o cultivo de tomate e algodão arbóreo. Apresentam limitações muito fortes no uso agrícola pela falta d'água, erosão e pelos impedimentos ao uso de máquinas agrícolas, em decorrência do relevo, pedregosidade e rochosidade e pela pequena profundidade (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008a).

A aptidão agrícola é regular e restrita para pastagem natural. Nas áreas correspondentes ao Luvisolo, terras aptas para culturas especiais de ciclo longo (algodão arbóreo, sisal, caju e coco). Na parte Centro/Norte terras indicadas para preservação da fauna e flora ou para recreação. O sistema de manejo varia de médio a baixo nível tecnológico. As

práticas agrícolas estão condicionadas ao trabalho braçal e a tração animal, com implementos agrícolas simples (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008a).

A Geologia do município abrange terrenos pertencentes do Embasamento Cristalino e da Bacia Potiguar. A sede do município situa-se em neossolos recentes que recobrem os arenitos conglomerados e siltitos da Formação Açú (Bacia Potiguar), a qual é composta por arenitos finos a grossos, localmente conglomeráticos, de cor cinza claro, amarelada ou avermelhada, com intercalações de folhelhos e argilitos sílticos, com Idade do Cretáceo Inferior, 100 milhões de anos. A porção Sul do município é caracterizada por suítes de augen gnaisses granitóides com biotita, de afinidade subalcalina/mozonítica ou cálcio-alcalina potássica do Pré-Cambriano de 1.100 - 2.500 milhões de anos (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008a).

Encontram-se a oeste, elementos da Formação Jandaíra composta de calcarenitos e calcilitos bioclásticos, cinza claros a amarelados, com níveis evaporíticos na base, depositados em extensa planície de maré e numa plataforma rasa, carbonática, elaborada por processos de pediplanação. Paleocascalheiras compostas por conglomerados com seixos de quartzo, sílex e fragmentos líticos de matriz arenoargilosa avermelhada também são encontrados a oeste da sede municipal (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008a).

No vale do Rio Açú ou Piranhas encontram-se Depósitos aluvionares compostos de areias e cascalhos, com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais atuais, formando uma planície fluvial, área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. Margeando a Lagoa do Platô encontram-se depósitos de lagoas, composto de pelitos arenosos e carbonosos (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008a).

A população no ano de 2010 conforme o censo desse mesmo ano é de 53.227 habitantes, sendo 26.141 compostos por homens e 27.086 por mulheres. Do total, 38.023 pessoas são alfabetizadas. A densidade demográfica é de 40,84 hab./km² (IBGE, 2011f).

3.3. Caracterização do Município de Alto do Rodrigues

O município de Alto do Rodrigues situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Vale do Açú, limitando-se com os municípios de Carnaubais, Pendências, Afonso Bezerra e Açú (Mapa 1), abrangendo uma área de 191 km² conforme censo de 2010. A sede do município tem uma altitude média de 13 metros e apresenta coordenadas

05°17'16,8" de latitude Sul e 36°45'43,2" de longitude Oeste, distando da capital cerca de 236 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, realizado por meio das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-118 (BELTRÃO et al., 2005b; IBGE, 2011b).

O período chuvoso compreende os meses de março e abril. A temperatura média anual máxima é 33,0°C, média de 25,0°C e mínima de 21,0°C. A umidade relativa média anual é de 69% e as horas de insolação são de 2.400. A formação vegetal é composta por: caatinga hiperxerófila. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro; carnaubal - vegetação natural onde a espécie predominante é a palmeira, a carnaúba (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008b).

O solo predominante é o Cambissolo Eutrófico - fertilidade alta, textura argilosa, bem a moderadamente drenado, relevo plano. Uso: São aproveitados na maior parte da área com pecuária extensiva. Poucas e pequenas partes são cultivadas com milho, abóbora, melancia e feijão. O problema fundamental para uso agrícola reside na falta d'água. Localmente pode apresentar limitações com relação à presença de pedras na parte superior ou interna. O aproveitamento destes solos com culturas resistentes à seca, como algodão arbóreo, devia ser intensificado. Considerando-se que nos anos normais de chuvas, são obtidas boas colheitas de milho, feijão e algodão e tendo em vista que são solos com boas condições físicas e químicas, ocorrendo em área de relevo plano, estudos mais detalhados deveriam ser feitos para verificar as possibilidades de irrigação (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008b).

A aptidão agrícola é restrita para lavouras e para culturas de ciclo longo (algodão arbóreo, sisal, caju e coco). Pequena área de várzea, a oeste com aptidão regular para lavouras e para culturas de ciclo curto. Pequena área ao Norte indicada para preservação da flora e da fauna ou para recreação. O sistema de manejo é baixo, médio e alto nível tecnológico. As práticas agrícolas dependem tanto do trabalho braçal e da tração animal com implementos agrícolas simples, como da motomecanização (PERFIL DO SEU MUNICIPIO, 2008b).

Geologicamente, o município localiza-se em área de abrangência da Formação Jandaíra (Bacia Potiguar) de Idade do Cretáceo, de aproximadamente 80 milhões de anos, com calcários cálcicos, calcários dolomíticos, intercalações folhelhos, argilitos e siltitos, que formam solo arenoargilosos de coloração cinza a creme.

Nos vales dos leitos do Rio Piranhas ou Açu encontram-se Depósitos Aluvionares compostos de areias e cascalhos, com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais

atuais, formando uma planície fluvial, área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, que recobrem os calcários regionais. É sobre esta área que esta situada a sede municipal.

No entorno da Lagoa Vargem de Cima encontram-se Depósitos de Lagoas compostos de pelitos arenosos e carbonosos. Ao Sul, encontram-se elementos do Grupo Barreiras composto por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais.

A população no ano de 2010 conforme o censo desse mesmo ano é de 12.305 habitantes, sendo 6.165 compostos por homens e 6.140 por mulheres. Do total, 8.844 pessoas são alfabetizadas. A densidade demográfica é de 64,31 hab./km² (IBGE, 2011g).

3.4. Caracterização do Município de Carnaubais

O município de Carnaubais situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Vale do Açu. Limita-se com os municípios de Serra do Mel, Porto do Mangue, Macau, Pendências e Açu (Mapa 1). Tem uma área de 542 km², conforme censo de 2010. A sede do município apresenta coordenadas 05°20'52,8" de latitude Sul e 36°50'02,4" de longitude Oeste, distando da capital cerca de 239 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, realizado através das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-016 (BELTRÃO et al., 2005c; IBGE, 2011c).

O período chuvoso ocorre nos meses de março e abril. A temperatura média anual máxima é 33,0°C, média de 27,5°C e mínima de 21,0°C. A umidade relativa média anual é de 66% e as horas de insolação são de 2.700. A formação vegetal é composta por: caatinga hiperxerófila. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro; carnaubal - vegetação natural onde a espécie predominante é a palmeira, a carnaúba (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008c).

Os solos predominantes são caracterizados como Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico - fertilidade média a alta, textura média, bem a fortemente drenado relevo plano, muito profundos e porosos; gleissolos sálicos - alta salinidade, textura indiscriminada, imperfeitamente a mal drenado, relevo plano e Neossolos Eutróficos - fertilidade natural alta, textura argilo/arenosa, argilosa ou arenosa, medianamente profundos, imperfeitamente a moderadamente drenados, relevo plano (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008c).

Geologicamente, o município localiza-se em área de abrangência da Formação Jandaíra (Bacia Potiguar) de idade cretácea aproximadamente 80 milhões de anos, Formação Jandaíra composta de calcarenitos e calcilutitos bioclásticos, cinza claros a amarelados, com níveis evaporíticos na base, depositados em extensa planície de maré e numa plataforma rasa, que forma solos arenoargilosos. Os calcários da Formação Jandaíra encontram-se localmente recobertos por elementos do Grupo Barreiras, composto por arenitos finos a médios, ou conglomeráticos, com intercalações de siltitos e argilitos, predominantemente associados a sistemas fluviais (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008c).

A população no ano de 2010 conforme o censo desse mesmo ano foi de 9.762 habitantes, sendo 4.896 compostos por homens e 4.866 por mulheres. Do total, 6.667 pessoas são alfabetizadas. A densidade demográfica é de 17,99 hab./km² (IBGE, 2011h).

3.5. Caracterização do Município de Ipanguaçu

O município de Ipanguaçu situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Vale do Açu. Limita-se com os municípios de Afonso Bezerra, Açu, Itajá, e Angicos (Mapa 1). Abrange uma área de 374 km², conforme censo de 2010. A sede do município tem uma altitude média de 16 metros e coordenadas 05°29'52,8" de latitude Sul e 36°51'18,0" de longitude Oeste, distando da capital cerca de 211 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, realizado através das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-118 (BELTRÃO et al., 2005d; IBGE, 2011d).

O período chuvoso ocorre nos meses de março e abril. A temperatura média anual máxima é 33,0°C, média de 27,9°C e mínima de 21,0°C. A umidade relativa média anual é de 70% e as horas de insolação são de 2.400. A formação vegetal é composta por: caatinga hiperxerófila. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro e carnaúbal - vegetação natural onde a espécie predominante é a palmeira, a carnaúba (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008d).

Os solos predominantes são: Neossolos Eutróficos - fertilidade natural alta, textura argilo/arenosa, argilosa ou arenosa, medianamente profundos, imperfeitamente a moderadamente drenados, relevo plano; Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico - fertilidade média a alta, textura média, bem drenado, relevo plano, muito profundos e poroso e Neossolos Litólicos Eutróficos - fertilidade natural alta, rasos, textura arenosa e/ou média, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado, moderado a acentuadamente drenado. Utilizam-se

áreas de ocorrências de solos aluviais o aproveitamento agrícola é bastante intenso (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008d).

Cultivam-se milho, feijão, algodão, fruticultura, além da presença de extensos carnaubais. As pastagens são constituídas pelas forrageiras nativas. Os latossolos são aproveitados com culturas de milho, feijão, algodão, melancia e mandioca, além de pecuária extensiva de pequeno porte. São solos com limitações muito fortes ao uso agrícola pela falta d'água. Nas áreas de ocorrência de Neossolos Litólicos a agricultura é quase inexistente, apenas algumas áreas cultivam-se o algodão arbóreo. São solos com limitações muito fortes ao uso agrícola, em decorrência da pequena espessura, pedregosidade e rochosidade. Destaca-se na produção de milho e feijão, na fruticultura com: melão, goiaba, manga e melancia e na horticultura com o pimentão.

A aptidão agrícola é regular para lavouras e terras haptas para culturas especiais de ciclo curto. Aptidão restrita para lavouras e terras aptas para culturas especiais de ciclo longo (algodão arbóreo, sisal, caju e coco). Aptidão regular e restrita para pastagem natural e preservação da flora e da fauna. O sistema de manejo é baixo, médio e alto nível tecnológico. As práticas agrícolas podem estar condicionadas tanto ao trabalho braçal e animal, com implementos agrícolas simples, como a motomecanização (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008d).

Geologicamente, o município abrange terrenos pertencentes ao Embasamento Cristalino e Bacia Potiguar. A sede municipal situa-se sobre depósitos aluvionares compostos de areias e cascalhos, com intercalações pelíticas, associados aos sistemas fluviais atuais, formando uma planície fluvial, área plana resultante da acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas. Tais depósitos recobrem localmente os arenitos e conglomerados da Formação Açu, com idade do Cretáceo Inferior, 100 milhões de anos, composta arenitos finos a grossos, localmente conglomeráticos, de cor cinza claro, amarelada ou avermelhada, com intercalações de folhelhos e argilitos sílticos, especialmente em direção ao topo. Associados a leques aluviais e sistemas fluviais (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008d).

Na porção Norte do município predominam os calcários da Formação Jandaíra do Cretácio Superior, 80 milhões de anos, que estão sobrepostos aos arenitos da Formação Açu. Na porção Sul predominam os migmatitos, granitos, gnaisses, anfíbolitos e xistos do Embasamento Cristalino, com idade do Pré-cambriano, 1.100 - 2.500 milhões de anos. Ao

sudeste encontram-se elementos do Magmatismo Serra do Cuó caracterizada por derrames e/ou soleiras de olivina basaltos com afinidade alcalina, e margeando a Lagoa da Ponta Grande encontram-se depósitos de lagoas compostos de pelitos arenosos e carbonosos (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008d).

A população no ano de 2010 conforme o censo desse mesmo ano é de 13.856 habitantes, sendo 7.002 compostos por homens e 6.854 por mulheres. Do total, 8.967 pessoas são alfabetizadas. A densidade demográfica é de 37,02hab/km² (IBGE, 2011i).

3.6. Caracterização do Município de Pendências

O município de Pendências situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Vale do Açu. Limita-se com os municípios de Macau, Pedro Avelino, Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues e Carnaubais (Mapa 1) e abrange uma área de 419 km², conforme censo de 2010. A sede do município apresenta coordenadas 05°15'36,0" de latitude sul e 36°43'19,2" de longitude oeste, distando da capital cerca de 242 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, realizado através das rodovias pavimentadas BR-304 e RN-118 (BELTRÃO et al., 2005e; IBGE, 2011e).

O período chuvoso ocorre nos meses de março e abril. A temperatura média anual máxima é 33,0 °C, média de 27,2 °C e mínima de 21,0 °C. A umidade relativa média anual é de 68% e as horas de insolação são de 2.400. A formação vegetal é composta por: caatinga hiperxerófila. Entre outras espécies destacam-se a jurema-preta, mufumbo, faveleiro, marmeleiro, xique-xique e facheiro e vegetação halófila (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008e).

Os solos predominantes são o Cambissolo Eutrófico - fertilidade média a alta, textura argilosa, bem ou moderadamente drenada, relevo plano e gleissolos sálcos - alta salinidade, textura indiscriminada, imperfeitamente a mal drenado, relevo plano. São utilizados na pecuária extensiva e algum cultivo de milho e feijão. A aptidão agrícola é restrita para lavouras, aptas para culturas especiais de ciclo longo (algodão arbóreo, sisal, caju e coco). As áreas baixas são indicadas para preservação da flora e da fauna ou para recreação. O sistema de manejo é baixo, médio e alto nível tecnológico. As práticas agrícolas dependem tanto do trabalho braçal (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008e).

Geologicamente, o município abrange terrenos pertencentes ao Grupo Barreiras, Dunas e Aluviões, tudo isto como cobertura de calcários da Formação Jandaíra (Bacia

Potiguar). Pendências situa-se em aluviões recentes depositados no leito do rio Açu, ou Piranhas, que recobrem os sedimentos do Grupo Barreiras, composto por arenitos, arenitos conglomeráticos, siltitos com intercalações de argilas variadas. Abaixo do Grupo Barreiras afloram as rochas calcárias de Formação Jandaíra, mais restrita a porção sul do município de Pendências. Localmente recobrimo a Formação Jandaíra encontram-se elementos da Formação Tibau composta por arenitos médios a grossos, imaturos, amarelados, frequentemente interdigitados, e por vezes de difícil individualização, com o Grupo Barreiras. Interpretados como leques fluviais costeiros (PERFIL DO SEU MUNICÍPIO, 2008e).

A população no ano de 2010 conforme o censo desse mesmo ano é de 13.432 habitantes, sendo 6.693 compostos por homens e 6.739 por mulheres. Do total, 8.967 pessoas são alfabetizadas. A densidade demográfica é de 32,05 hab./m² (IBGE, 2011j).

4. VULNERABILIDADE AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS EM ANÁLISE DO VALE DO AÇU

Assim como as primeiras cidades ou civilizações formaram-se nos úmidos e férteis vales de importantes rios, como: Mesopotâmia (às margens dos rios Tigre e Eufrates), Egito (rio Nilo), Índia (rio Ganges) e China (rio Yang-tsé), os municípios estudados também se desenvolveram as margens de um rio, o Açu, cuja ocupação encontra-se descritas nos subcapítulos a seguir. Esse cenário é um fator de vulnerabilidade, pois os núcleos urbanos dos municípios encontram-se parcialmente ou totalmente inseridos na planície de inundação do rio, conforme se observa nas Figuras 3 a 7. Além do processo de ocupação favorecer a vulnerabilidade ambiental e social, fatores como geomorfologia (plana), recursos hídricos e condições climáticas, também favorecem as ações deste fenômeno, cujas características serão expostas a seguir.

4.1. Processo de Ocupação do Vale do Açu

Conforme Albano e Sá (2009) o processo de ocupação do Vale do Açu ocorreu da seguinte forma: os primeiros habitantes da região de que se tem notícia foram os índios Tarairiu (chamados costumeiramente de tapuias). Esses silvícolas, que não falavam a língua geral dos Tupis, eram também conhecidos como bárbaros. Alguns estudiosos incluem esses grupos indígenas no tronco Macro-Jê¹, devido aos traços culturais em comum. Os Tapuias habitavam não só os sertões do Rio Grande do Norte, mas também os do Ceará e do Maranhão.

Tais grupos tinham uma vida seminômade, por causa do clima hostil do Sertão. De acordo com as estações do ano, os Tarairiu mudavam o acampamento para lugares que lhes garantissem melhor sobrevivência, embora mantivessem acampamentos regulares dentro de uma área delimitada. Todavia, sempre após a época das chuvas, com a cheia dos rios, eles voltavam para as várzeas dos rios a fim de plantarem mandioca, milho, alguns frutos e vários tipos de legumes e abóboras (FERNANDES, 1992; MONTEIRO, 2000).

Apesar da chegada dos portugueses no Rio Grande do Norte, em 1501, com a fixação do Marco de Touros, a ocupação do litoral se efetiva no final do século XVI com a conquista

¹Segundo 3º Encontro Macro-Jê (2012) o tronco Macro-Jê, ao qual se filia a família Jê, tem a peculiaridade de estar presente exclusivamente em território brasileiro. Trata-se do único tronco (e respectivas famílias) que não tem representantes em línguas faladas em quaisquer outros países da América

do litoral oriental do Estado, onde se encontra situada a atual capital, Natal. Até a época da invasão holandesa (1633), os portugueses restringiram o processo de colonização somente a essa área – a Zona da Mata –, deixando os sertões livres de seu domínio (ALBANO; SÁ, 2009).

Durante a invasão holandesa no Rio Grande do Norte, a qual durou de 1633 a 1654, os índios do interior – chamados na época de os “tapuias” –, inimigos dos portugueses, tornaram-se aliados dos holandeses, na luta contra a escravidão e expropriação. Após a expulsão dos holandeses em 1654, ocorreu o processo de ocupação e povoamento dos sertões do Rio Grande do Norte, por meio de doação de Sesmarias. Com efeito, a região do Vale do Açu começa nessa época a ser ocupada pelos portugueses, tendo a pecuária como principal atividade econômica. É importante destacar que o povoamento dos sertões originou-se tanto pelo crescimento da pecuária quanto pela necessidade de se reprimirem os indígenas após constantes rebeliões (ALBANO; SÁ, 2009).

A doação de sesmarias e a ocupação que estava ocorrendo no Piranhas-Açu e também nos rios Mossoró e Jaguaribe (hoje, este último rio faz parte do estado do Ceará), fizeram com que os índios que habitavam a região – os Tapuias – fossem perdendo não só suas terras para a pecuária extensiva, que estava sendo prática incentivada pelo Governo Português, como forma de ocupar a região, mas também a sua liberdade, já que muitas vezes os portugueses, quando ocupavam a região, faziam as chamadas “Guerras Justas” contra os indígenas que resistissem à ocupação e os transformavam em escravos (ALBANO; SÁ, 2009).

Os indígenas reagiram de forma violenta a essa ocupação portuguesa. “Em 1687, as tribos do Vale do Açu, juntamente com as do Vale do Jaguaribe, levantam-se numa grande revolta, chegando a vencer contingentes comandados por Albuquerque Câmara” (FERNANDES, 1992, p.13). Era a Guerra dos Bárbaros, que se constituía num movimento de resistência indígena contra a ocupação portuguesa da região. Iniciou-se pelo Vale do Açu e se expandiu pelos sertões do Ceará, Paraíba e Pernambuco. Esse movimento de resistência começou em 1687, perdurou até 1726, em algumas localidades.

A guerra contou com a ajuda de bandeirantes paulistas para ser vencida. O nível de mobilização indígena, foi considerado por muitos como a maior revolta indígena do Brasil. Alguns bandeirantes eram famosos, como o Domingos Jorge Velho, que, além de lutar contra

os indígenas do Vale do Açu e dos sertões do Nordeste, também foi responsável pela destruição do Quilombo dos Palmares.

A Guerra dos Bárbaros:

[...] possibilitou a ocupação, pela pecuária, do Ceará, do Rio Grande do Norte, e de quase toda a Paraíba. Várias extensões foram incorporadas economicamente a colônia portuguesa, passando a fornecer os animais de trabalho e a carne às áreas mais povoadas da Mata Pernambucana e do Recôncavo Baiano (ANDRADE, 1998, p.170).

Somente de 1713 em diante, depois das últimas investidas [...] dos índios [...] contra os moradores do Açu, mais de um século, portanto, da conquista do Rio Grande, foi que a zona de várzea pôde mais ou menos estabelecer as suas fazendas de gado e desenvolver embora que muito lentamente, a agricultura, cuidar dos seus incipientes carnaubais, utilizando-os na feitura das pequenas casas dos agregados, dos índios domesticados, na confecção de chapéus, abanos, esteiras e milhões de outros utensílios caseiros (MELO, 1940 apud FERNANDES, 1992, p.15).

4.2. Processo de Ocupação no Município de Açu

Em meados do século XVII o território era habitado pelos índios chamados Janduís – nome do chefe, que se estendeu à tribo. Em 6 de fevereiro de 1696, Bernardo Vieira de Melo, então governador da Capitania do Rio Grande do Norte, colocou-se à frente de uma pequena expedição e demandou à ribeira do Açu onde fundou, ao que tudo indica no dia 24 de abril, o arraial de Nossa Senhora dos Prazeres, ponto de reforço para a conquista do Sertão que até então vinha sendo agitado pela revolta dos indígenas. Iniciou-se assim, o aldeamento dos índios e foi assegurado o estabelecimento de colonos (IBGE, 2011k).

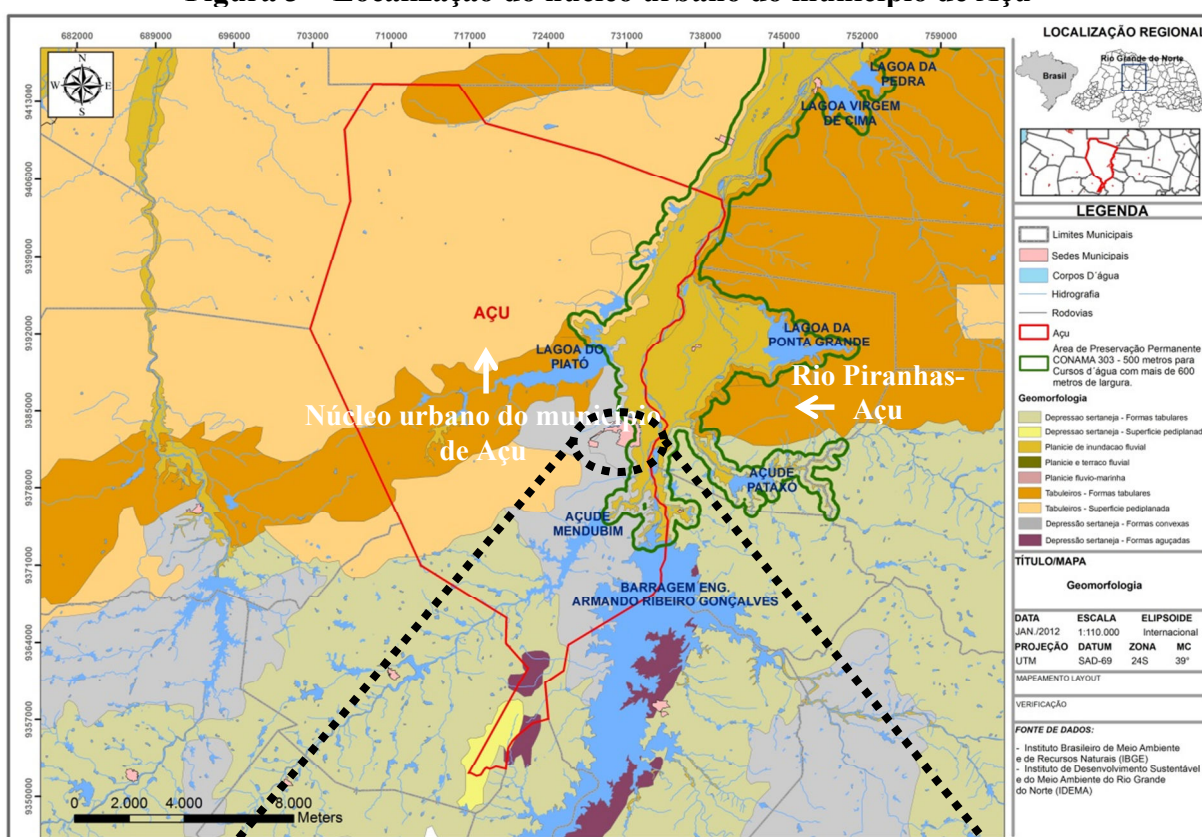
Desenvolveu-se na ribeira do Açu a criação de gado determinando a fixação de curraleiros. Como consequência do crescimento da pecuária e das riquezas dos terrenos salíferos, estabeleceram-se oficinas de carnes secas, que no século XVIII chegaram a constituir importante fator comercial. No início do primeiro quartel do século XVIII constituía-se a extração da cêra de carnaúba, importante fator econômico naquela região da capitania (IBGE, 2011k).

Em 22 de julho de 1766, por Ordem Régia, foi criado o Município, instalado-se no dia 11 de agosto de 1788. Recebeu então o nome de Vila Nova da Princesa. A princesa homenageada foi Dona Carlota Joaquina de Bourbon, que se casara, em abril de 1785 com o futuro D. João VI. A Lei provincial nº124, de 16 de outubro de 1845, concedeu a Vila Nova da Princesa foros de cidade, com o nome de Açu (IBGE, 2011k).

O nome Açú tem origem na “Taba-açu” (Aldeia Grande), então ponto de reunião dos selvagens da região, guerreiros, valentes, sem lei nem crença religiosa. A comarca de Açú foi criada por Deliberação do Conselho da Província, de 11 de abril de 1833, e aprovada pela Lei provincial nº 13, de 11 de março de 1835 (IBGE, 2011k).

O núcleo urbano de Açú encontra-se parcialmente inserida na planície de inundação do rio Piranhas-Açu, a uma altitude que varia de 30 a 76 metros no sentido leste a oeste (Figura 3).

Figura 3 – Localização do núcleo urbano do município de Açú



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.



Fonte: Google Earth, 2011 (Imagem de 05.11.2011)

4.3. Processo de Ocupação no Município de Alto do Rodrigues

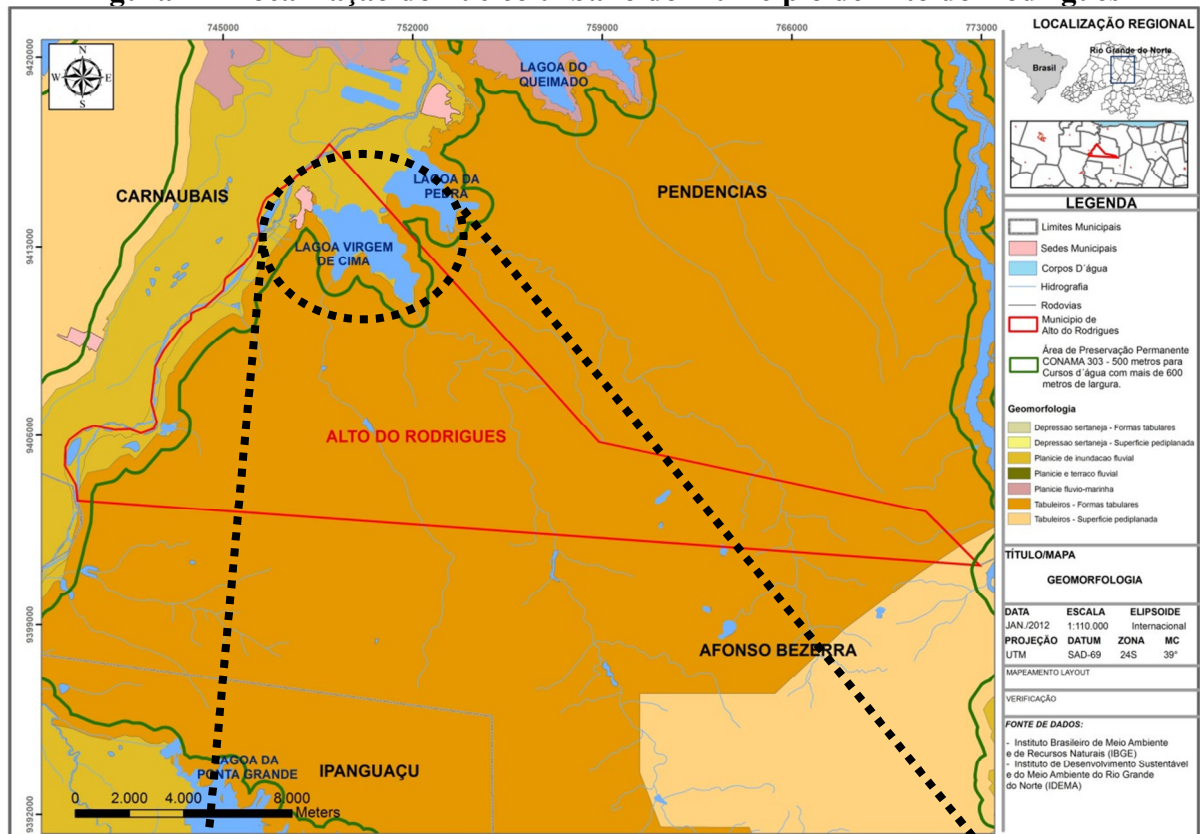
O município de Alto do Rodrigues teve sua origem numa fazenda de gado pertencente ao Capitão Rodrigues Ferreira, Chefe Político que exercia a sua influência no município de Macau, nos fins do século XIX. Em torno da fazenda foramse aglomerando lavradores, que plantavam algodão, colhiam cera de carnaúba e exploravam culturas de subsistência. A localidade teve um lento desenvolvimento, e, somente a partir de 1942, com a construção da Escola, é que passou a ser considerada povoado do município de Pendências (IBGE, 2011).

Foi elevado à categoria de distrito com a denominação de Alto do Rodrigues, pela lei estadual nº 2859, de 28.03.1963, desmembrado de Pendências, ex-Independência. Sede no atual distrito de Alto do Rodrigues, ex-localidade. Constituído do distrito sede. Instalado em 14.04.1963 (IBGE, 2011).

O topônimo deve-se ao fato da casa grande, da fazenda do Capitão Rodrigues, situar-se numa elevação do terreno, à margem direita do rio Açu, que os moradores passaram a chamar o Alto Rodrigues (IBGE, 2011).

O núcleo urbano de Alto do Rodrigues encontra-se parcialmente inserida na planície de inundação do rio Açu, a 77 metros da lagoa Vargem de Cima, com uma altitude que varia de 11 a 17 metros no sentido oeste a leste (Figura 4).

Figura 4 – Localização do núcleo urbano do município de Alto do Rodrigues



Elaboração: Iron Bezerra, nov. 2011.



Fonte: Google Earth, 2011 (Imagem de 17.03.2010)

4.4. Processo de Ocupação no Município de Carnaubais

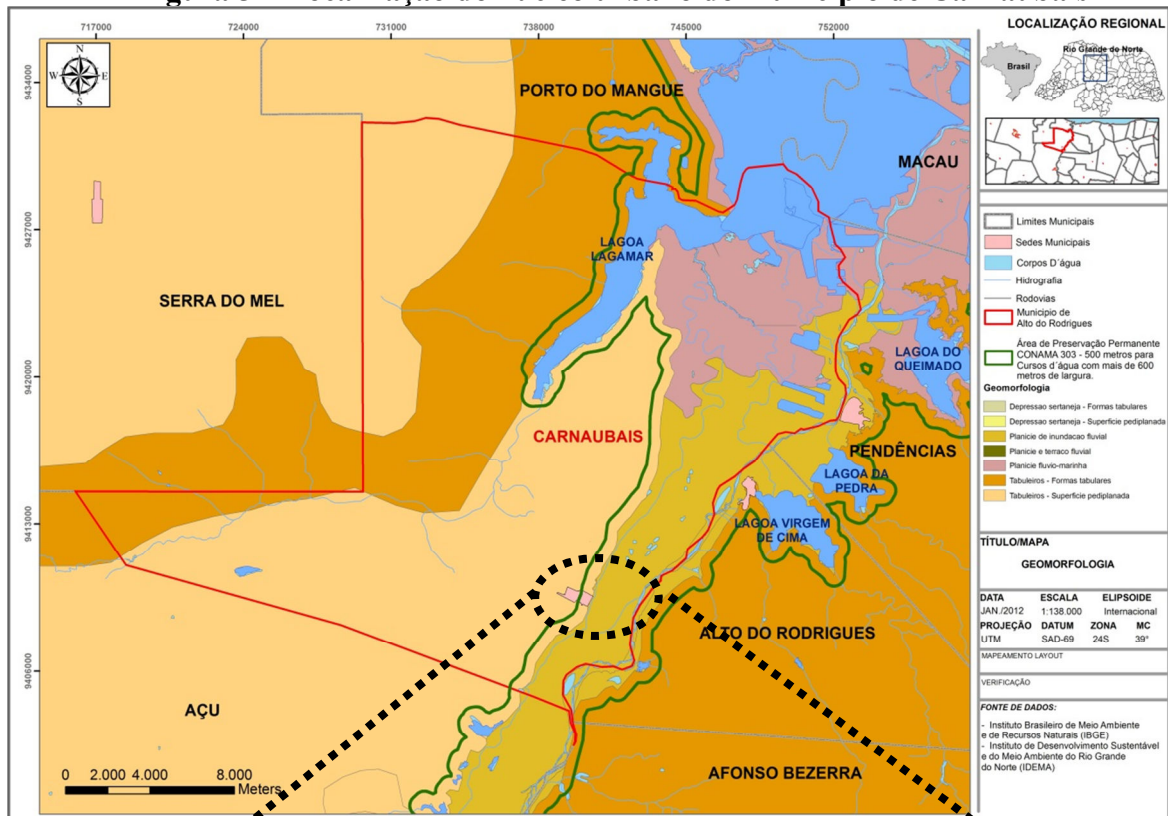
Antônio Pereira de Albuquerque foi o primeiro habitante de uma localidade, onde situava-se uma área com vista ampla, verde e bela, com muitas carnaubeiras ao redor e com boa terra para cultivar. Logo depois chegou Abel Alberto da Fonseca que iniciou as primeiras construções, se tornou pioneiro na organização urbana da povoação que nascia (IBGE, 2011m).

Por meio da participação de figuras dedicadas, a comunidade do povoado começou a se desenvolver e, dentre elas, destacaram-se o Monsenhor Honório, primeiro vigário, a professora Adalgisa Emília da Costa, a incentivadora cultural Celina Moura e Olavo Lacerda Montenegro, que lutou pela emancipação política (IBGE, 2011m).

Em 18 de setembro de 1963, por meio da Lei nº 2.927, Carnaubais desmembrou-se de Açu. Após onze anos da emancipação política enfrentou uma batalha, denominada a luta contra a fúria das águas. Em 1974, uma enchente destruiu a cidade e a população ficou desabrigada. Apesar do sofrimento, o povo resistiu e com a participação dos Governos Federal, Estadual e Municipal, a cidade foi reconstruída em outro local (IBGE, 2011m).

Atualmente, o núcleo urbano de Carnaubais encontra-se parcialmente inserido na planície de inundação do rio Açu, com uma altitude que varia de 14 a 59 metros no sentido leste oeste (Figura 5).

Figura 5 – Localização do núcleo urbano do município de Carnaubais



Elaboração: Iron Bezerra, nov. 2011.



Fonte: Google Earth, 2011 (Imagem de 05.11.2011)

4.5. Processo de Ocupação no Município de Ipanguaçu

O pequeno povoado, originado de uma fazenda de gado, instalada pelo Coronel Ovídio Montenegro, em 1815, chamou-sede Sacramento. Segundo a lenda, o nome dado em função da queda fatal, ocorrida a um certo vaqueiro, em sua façanha de derrubar uma rês, na ocasião em que passava pelo local um sacerdote que, ao vê-lo ofegante, ministrava-lhe o Sacramento da Extrema-Unção (IBGE, 2011n).

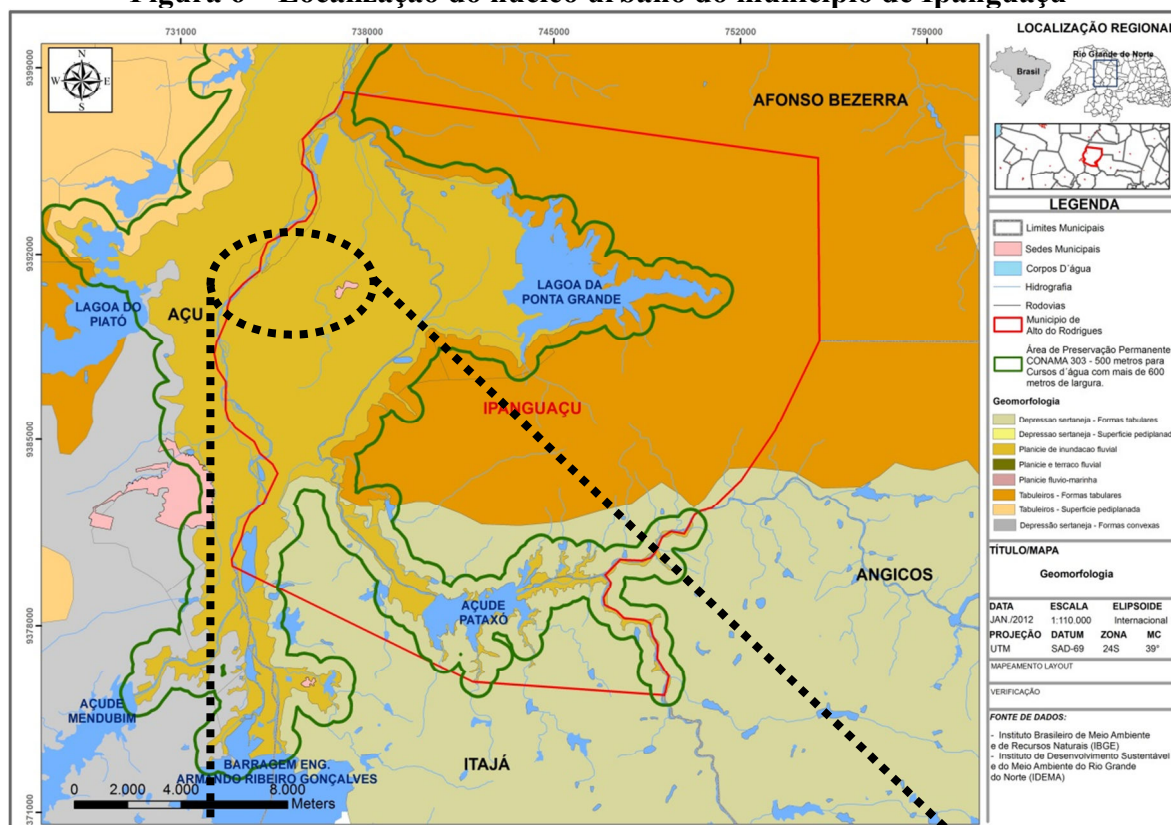
No início do século, o pequeno povoado, pertencente ao município de Santana dos Matos, já em desenvolvimento, conseguiu a instalação de uma feira livre, que recebeu apoio do presidente da intendência municipal (IBGE, 2011n).

De Ipã-guaçu, ilha grande, nome de um pagé, guerreiro potiguar, que de forma decisiva auxiliou a fixação colonizadora dos portugueses na região do Potengi. O nome pode também estar associado ao fato de a cidade se localizar entre o rio Açu e o rio Pataxó (IBGE, 2011n).

Pelo decreto estadual nº 268, de 30.12.1943, o distrito de Sacramento passou a denominar-se Ipanguaçu. Foi elevado à categoria de município com a denominação de Ipanguaçu, pela lei estadual nº146, 23.12.1948, desmembrado de Santana do Matos (IBGE, 2011n).

O núcleo urbano encontra-se totalmente inserido na planície de inundação do rio Açu, com uma altitude que varia de 17 a 22 metros no sentido leste oeste (Figura 6). É importante mencionar que, a leste desse núcleo perpassa também o rio Pataxó, ou seja, essa área encontra-se situada entre esses dois rios, sendo assim um fator a tornar este espaço mais vulnerável.

Figura 6 – Localização do núcleo urbano do município de Ipanguaçu



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.



Fonte: Google Earth, 2011 (Imagem de 05.11.2011)

4.6. Processo de Ocupação no Município de Pendências

Foram índios das aguerridas tribos cariris e janduís os primitivos habitantes das terras que, em 9 de outubro de 1712, foram doadas em sesmarias ao sargento-mor do Terço dos Paulistas, José de Moraes Navarro. O donatário não se apressou em ocupá-las, talvez por conhecer o ânimo dos naturais da região, que mantinham lutas constantes com outras tribos e com os que se atrevessem a visitar aquelas plagas. Assim, a colonização propriamente dita só

teve lugar na segunda metade do século XIX, como consequência da invasão, pelas águas do Atlântico, da ilha de Manuel Gonçalves, desalojou os portugueses dedicados à exploração de sal. Muitos se transferiram para a ilha de Macau, na foz do rio Açu. Outros se internaram rio acima encontrando, nas terras onde hoje se situa o município de Pendências, campos próprios à criação de gado (IBGE, 2011o).

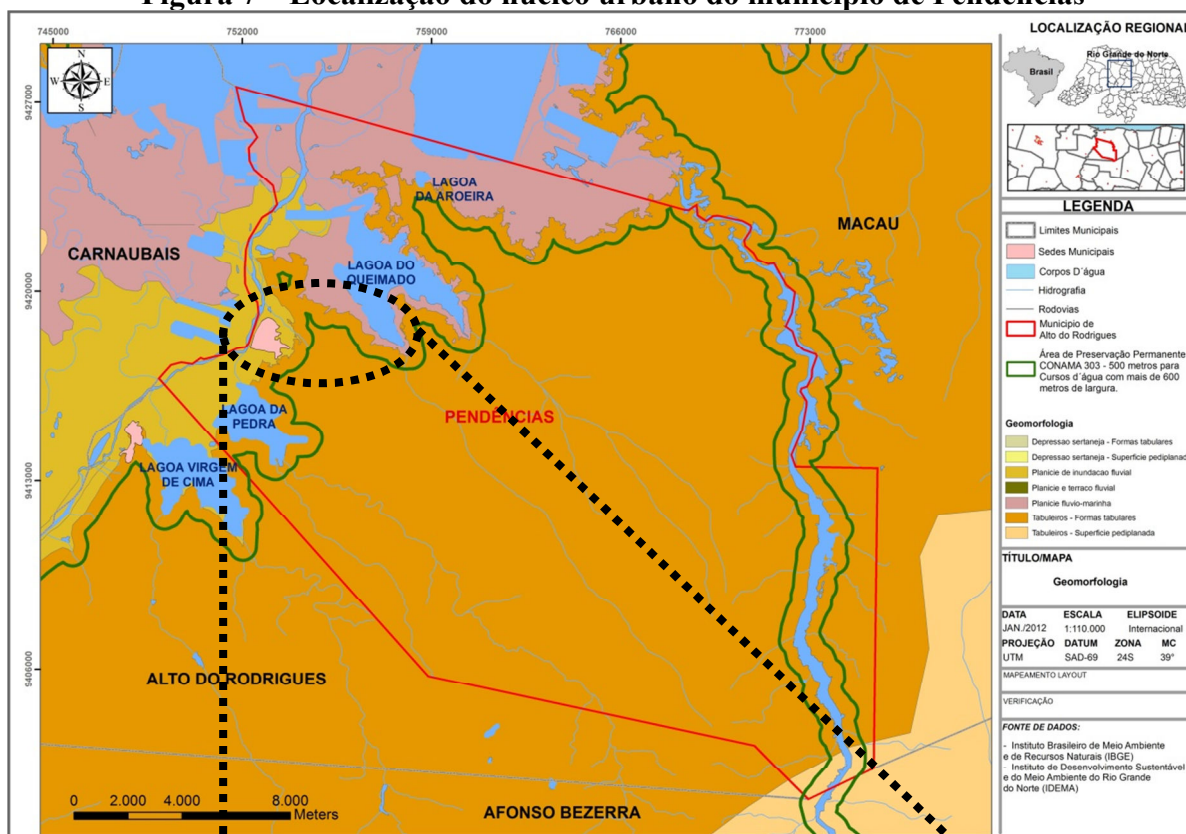
Há quem afirme que o topônimo municipal se deve as constantes lutas que travaram no início da colonização e que, por vezes, alternava a posse das terras, ora com os portugueses, ora com os silvícolas (IBGE, 2011o).

Pelo decreto-lei estadual nº 268, de 30.12.1943, o distrito de Independência passou a denominar-se Pendência. Em divisão territorial datada de 01.07.1950, o distrito de Pendência, ex-Independência, figura no município de Macau. Elevado à categoria de município com a denominação de Pendência, pela lei estadual, nº 1.039, de 12.12.1953, desmembrado de Macau. Em divisão territorial datada de 01.07.1960, o município é constituído do distrito sede (IBGE, 2011o).

O núcleo urbano de Pendências encontra-se totalmente inserido na planície de inundação do rio Açu, a 2,64 km da Lagoa do Queimado com uma altitude que varia de 09 a 41 metros no sentido oeste a leste (Figura 7).

Aliado a esse fator dos espaços em análise estarem à margem do rio Açu, os municípios analisados apresentam bastantes recursos hídricos superficiais e relevo plano, cujas características podem ser visualizadas nos Mapas 2 a 6. As descrições dos recursos hídricos encontram-se expostos a seguir.

Figura 7 – Localização do núcleo urbano do município de Pendências



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.



Fonte: Google Earth, 2011 (Imagem de 17.03.2010)

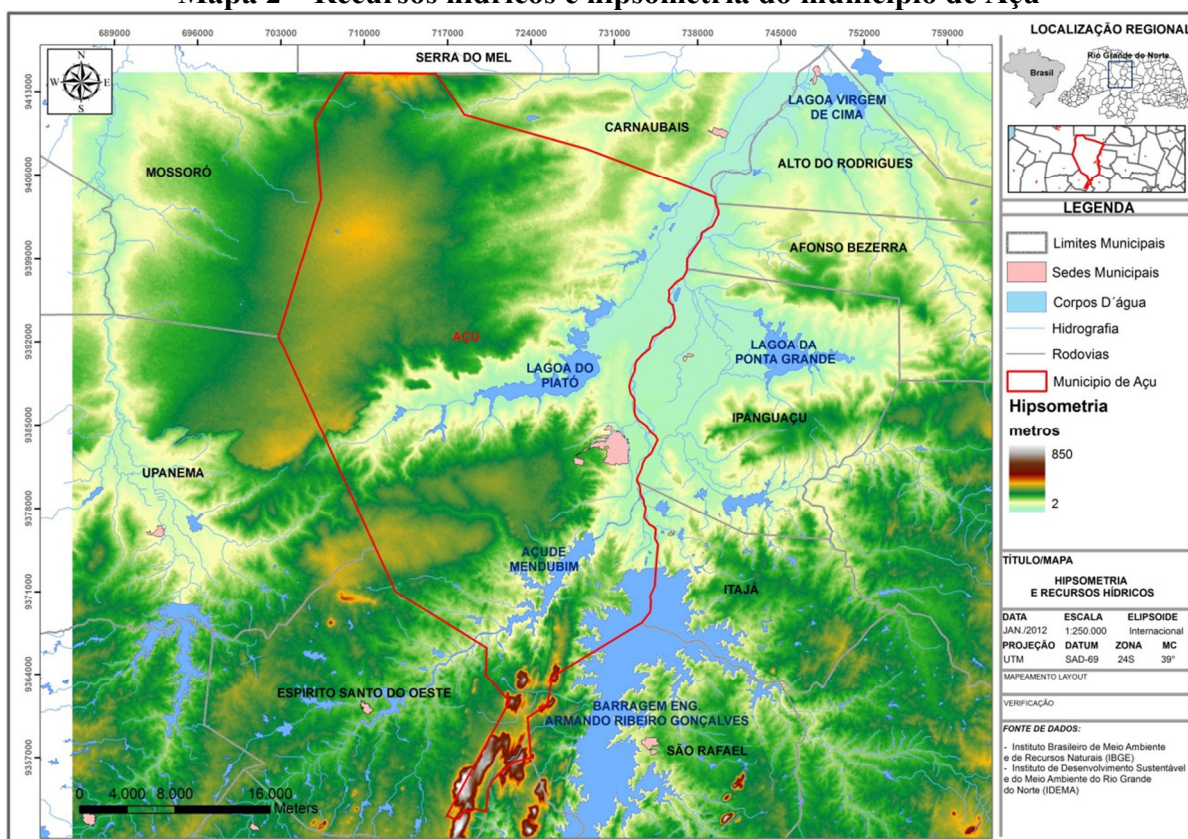
4.7. Recursos Hídricos e Hipsometria do Município de Açu

O município de Açu encontra-se com 95% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu e os 5% restantes na bacia hidrográfica Apodí/Mossoró. É banhado pelas sub-bacias dos rios Açu, Panon e Trairi. Os principais tributários são: a noroeste, os riachos Pau d'Arco e Umbuzeiro; a nordeste, o rio Panon e os riachos da Linda Flor, do Pocinho, da Maniçoba, da Lagoa da Porta; a sul, o rio Parú e os

riachos da Pedra Lisa, do Lodo, Timbaúba, do Angico, da Serra, dos Tanques e do Campo; na porção central, os riachos Campo do Mari, do Palheiro, da Meladinha e Fechado. Na porção sul do município, localiza-se o açude público Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, com capacidade de acumulação de $2.400.000.000\text{m}^3$, alimentado pelo rio Piranhas-Açu, que o pereniza a partir deste município.

Os outros açudes do município são: Mendubim ($76.349.000\text{m}^3$ /público), alimentado pelo rio Paraú, do Limoeiro (900.000m^3 /público), Volta dos Tanques (100.000m^3 /público), do Padre (100.000m^3 /comunitário) e o Palheiros (100.000m^3 /comunitário). Existe ainda a lagoa Piató (Mapa 2), com aproximadamente $96.000.000\text{m}^3$ armazenados. Todos os cursos d'água são intermitentes até a barragem do açude Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, a partir do qual o rio Piranhas-Açu passa a ser perene. O padrão de drenagem é o dendrítico (MASCARENHAS et al., 2005a).

Mapa 2 – Recursos hídricos e hipsometria do município de Açu



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.

De acordo com o AVADAN elaborado em 2009, neste ano foram inundadas 55 comunidades e 13 bairros, contudo as localidades vulneráveis a inundação encontram-se descritas a seguir.

ZONA RURAL: Comunidades atingidas: Mendubim I, Mendubim II, Cumbe, Porto Piató, Olho D'Água Piató, Areia Branca Piató, Banguê, Linda Flor, Santo Antonio, Comboeiro, Martins, Mutamba da Caeira, Nova Esperança, Panon I, Panon II, Bonita, Talhado, Simão, Carne Gorda, Olho D'Água do Mato, Trapiá, Nova Quixabeirinha, Boa Vista Trapiá, Patativa do Assaré, Paulista, Palheiro IV, Palheiro II, Palheiro I, Lagoa do Mato, Bom Lugar III, Pingos, Boa Vista, Riacho, Cruzeiro, Janduís, Entre Rios, Limoeiro, Pedra Lisa, Canto da Varzinha, Fortuna, Caboclo, Pau D'arco, Bela vista do Piató, Quixeré, Baixa dos Galegos, Novos Pingos, Poré, Torrões, Nova Trapiá, Galho Caído, Santa Rosa, Nova Descoberta, Bom Lugar II, Canto Fino, Jurema.

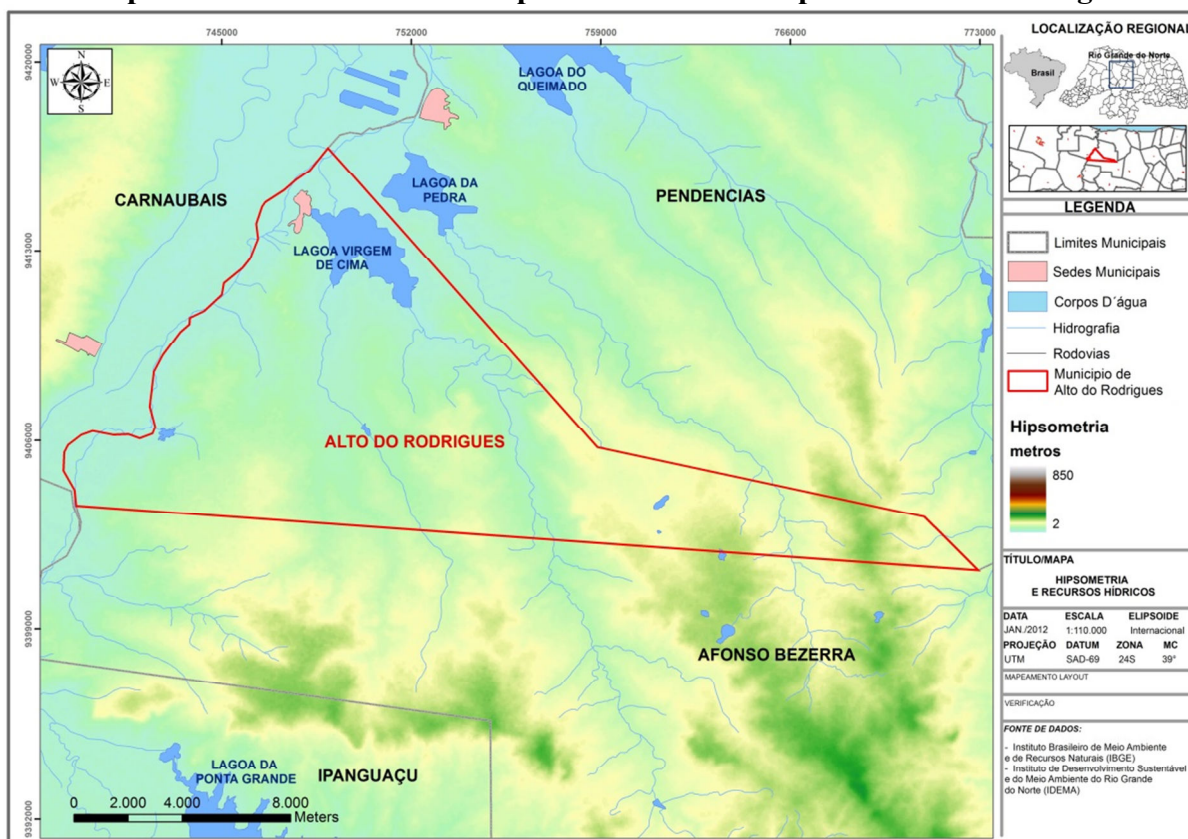
ZONA URBANA: Bairro Parati: Avenida Prefeito Augusto Caldas Amorim, Avenida Prefeito Arcelino Costa Leitão, Rua Manoel Albano Sobrinho, Rua Maria Cândida de Amorim Silva, Rua Firmino Simplicio de Moraes, Rua Francisco Horácio da Silva, Rua Poeta João Soares de Araújo, Rua João Lopes da Silva, Rua Reginaldo Joaquim de Queiroz, Rua Afonso Wanderley, Rua Solon Wanderley, Rua Poetisa Ana Angelina de Amorim Macêdo, Rua Maria Carolina Filgueira de Sá Leitão, Rua Maria Augusta de Sá Leitão Simonetti, Rua José Constantino de Souza, Rua Sebastião Pinheiro de Oliveira. Bairro São João: Rua Clara Macêdo, Rua João XXIII, Avenida João Celso Filho, Rua Bernardo Vieira, Rua José Leão, Travessa Bernardo Vieira I, Travessa Bernardo Vieira II, Travessa Bernardo Vieira III, Travessa Bernardo Vieira IV, Travessa Bernardo Vieira V. Bairro Centro: Avenida Senador João Câmara, Rua Professora Sinhazinha Wanderley, Rua 16 de Outubro, Rua 11 de Agosto, Rua Professora Eufrosina Fernandes, Travessa Enéas Caldas, Rua 24 de Junho, Rua 29 de Outubro, Rua Aureliano Lopo, Rua Ulisses Caldas; Rua Prefeito Manoel Montenegro, Rua Professor Luiz Soares, Rua São Vicente, Praça Pedro Velho, Rua São João, Praça Getulio Vargas, Praça do Rosário, Travessa Pedro Amorim, Travessa São João, Rua Frei Miguelinho, Rua Fernandes Tavares, Travessa Ulisses Caldas, Travessa 11 de Agosto, Travessa 16 de Outubro, Travessa 24 de Junho, Travessa João Lins Caldas, Travessa 29 de Outubro, Travessa Coronel Wanderley, Travessa 24 de Junho. Bairro Bela Vista: Rua Vereador José Bezerra de Sá, Rua Emilio Dantas da Silveira, Rua Gregorio Soares de Macêdo, Rua Julio Soares, Rua Francisco Moraes. Bairro Alto do São Francisco: Rua Padre Alfredo Simonete, Avenida Poeta Renato Caldas, Rua Princesa Izabel, Rua projetada. Bairro Janduís: Avenida Senador João Câmara, Rua Poetisa Angelina Macêdo, Rua José Soares Wanderley de Macêdo, Rua Nivaldo Pinheiro, Rua João Cobe, Rua Celestino Caldas Wanderley, Rua Alfredo Luiz Lopes, Rua Carolina Wanderley, Rua Oswaldo Amorim, Rua José Cortez Cabral, Rua Monsenhor

Joaquim Honório, Rua Vila Nova das Princesas. Bairro Novo Horizonte: Rua Doutor Luiz Carlos, Rua Marina Melo de Sá Leitão, Rua Poeta Manoel Pitomba de Macêdo, Rua Doutor Ernesto Sandoval da Fonseca, Rua Doutor Mariano Coelho, Rua Marina Gouveia de Pessôa, Rua Daniel Vieira Diniz, Travessa Marina Gouveia de Pessôa, Rua Maestro Pedro Custódio da Silva, Rua Vila Nova das Princesas, Rua Raquel de Macêdo, Rua Coronel José Teles, Travessa Manoel Pitomba de Macêdo. Bairro Feliz Assu: Rua João Batista Lacerda Montenegro, Avenida Prefeito Walter de Sá Leitão, Rua Nova Canaã, Travessa Nova Esperança, Rua Antônio Silvério da Silva, Travessa Prefeito Walter de Sá Leitão, Avenida Vicente Barbosa Tinoco, Rua João Paulo Segundo. Bairro Frutilandia: Rua Doutor Luiz Carlos, Rua Pedro Soares Araujo de Amorim; Rua Padre Estevão José Dantas; Rua Irmã Alberta Gariberta; Rua Jaromira Dutra; Rua Padre Joaquim Alfredo Simonete; Rua Maria do Céu Amorim; Avenida Julio Martins Fernandes, Rua Madre Volkmara; Rua Irmã Digna Taudes; Rua João Calixto Berto, Travessa Julio Martins Fernandes, Rua Epaminondas Câmara Caldas; Rua Leonardo Pinheiro da Silva; Rua Padre Manoel Silvério Cabral; Rua Satiro Gil da Silva. Bairro Vertentes: Rua dos Poetas; Travessa Aldemar de Sá Leitão; Rua Demóstenes Amorim; Rua José Tavares; Rua José Tavares Junior; Rua Afonso Gregório de Macêdo; Rua Marieta Borges Montenegro; Rua Expedito Dantas da Silveira; Rua Antônio Cosme Junior; Rua Adalberto Amorim; Rua Professor Hélio; Rua Manoel Pedro Filho; Travessa Marieta Borges Montenegro; Travessa José Tavares Junior. Bairro Farol: Rua Luiz Gonzaga de Brito Nogueira. Bairro Carnaubinha: Rua 24 de Junho, Rua Tenente Coronel José Araújo Furtado, Rua Adalberto Amorim, Rua Clara Macêdo, Rua Luiz Correia de Sá Leitão, Rua 29 de Outubro, Rua Alice Wanderley. Bairro Dom Eliseu: Avenida Senador João Câmara, Rua Irmã Maria Assunta Vieira, Rua Doutor Luiz Carlos, Rua Doutor Luiz Antônio, Rua 15 de Novembro, Rua Dom Costa, Rua Nestor de Lima, Rua Lídia Maria de Queiroz, Rua Eduardo Corcino, Rua Ermâncio Paiva, Rua Coronel Antônio Freire, Rua General Antônio Fernandes Dantas, Rua Doutor Galdino dos Santos Lima, Rua Belo Horizonte, Rua Intendente Olinto Galvão. Bairro Casa Forte: Estrada que liga o bairro Bela Vista ao bairro Casa Forte, Estrada que liga o bairro Lagoa do Ferreiro ao bairro casa Forte, Rua Cassimiro do Nascimento, Rua Romualdo Matias Cabral, Rua Manoel Ferreira Souza.

4.8. Recursos Hídricos Hipsometria do Município de Alto do Rodrigues

O município de Alto do Rodrigues encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica Piranhas-Açu. Seus principais tributários são os riachos da Gangorra e da Oiticica. Não existem açudes com capacidade de acumulação igual ou superior a 100.000m^3 , entretanto pode-se destacar a lagoa Vargem de Cima, de médio a grande porte, situada próximo à sede do município (Mapa 3). Todos os cursos d' água têm regime intermitente e o padrão de drenagem é do tipo pinado, uma variação do dendrítico (MASCARENHAS et al., 2005b).

Mapa 3 – Recursos hídricos e hipsometria do município de Alto do Rodrigues



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.

De acordo com o AVADAN elaborado em 2009, neste ano foram inundadas 04 sítios (zona rural) e 06 bairros (zona urbana), contudo as localidades vulneráveis a inundação encontram-se descritas a seguir.

ZONA RURAL: Sítios: Banburrall, Tabatinga, Ponciana e a Fazenda Canto do Roçado.

ZONA URBANA: Bairro Guarita: Ruas: Beira Rio, Travessa Francisco Rodrigues, Travessa Beira Rio e José Xavier; Bairro Santa Rosa: Ruas: Projetada, João Quelecino Neto e Santa Rosa; Bairro Novo Horizonte: Ruas: Padre Zé Luiz, Cabo Zilmar, Antônio Olegário Leonez; Bairro São Francisco: Ruas: José Jorge das Neves e Pedra Canaã; Bairro Cohab: Ruas Bom Jesus, João Bezerra da Rocha, Odete Rodrigues, Carlos Rodrigues, Afonso Bezerra, Ver, Manoel Nunes de Souza, Maria Alice, Ver. João Zacarias, Manoel do Seridó, Carnaubais, Celina Vieira e Ipanguaçu; Bairro Centro: Ruas: Panta Leão, Jose dos Santos; Dinarte Mariz, Hidson Cacho, Dalvino Ferreira, São João, José Ferreira das Neves e Travessa Ângela Varela.

4.9. Recursos Hídricos e Hipsometria do Município de Carnaubais

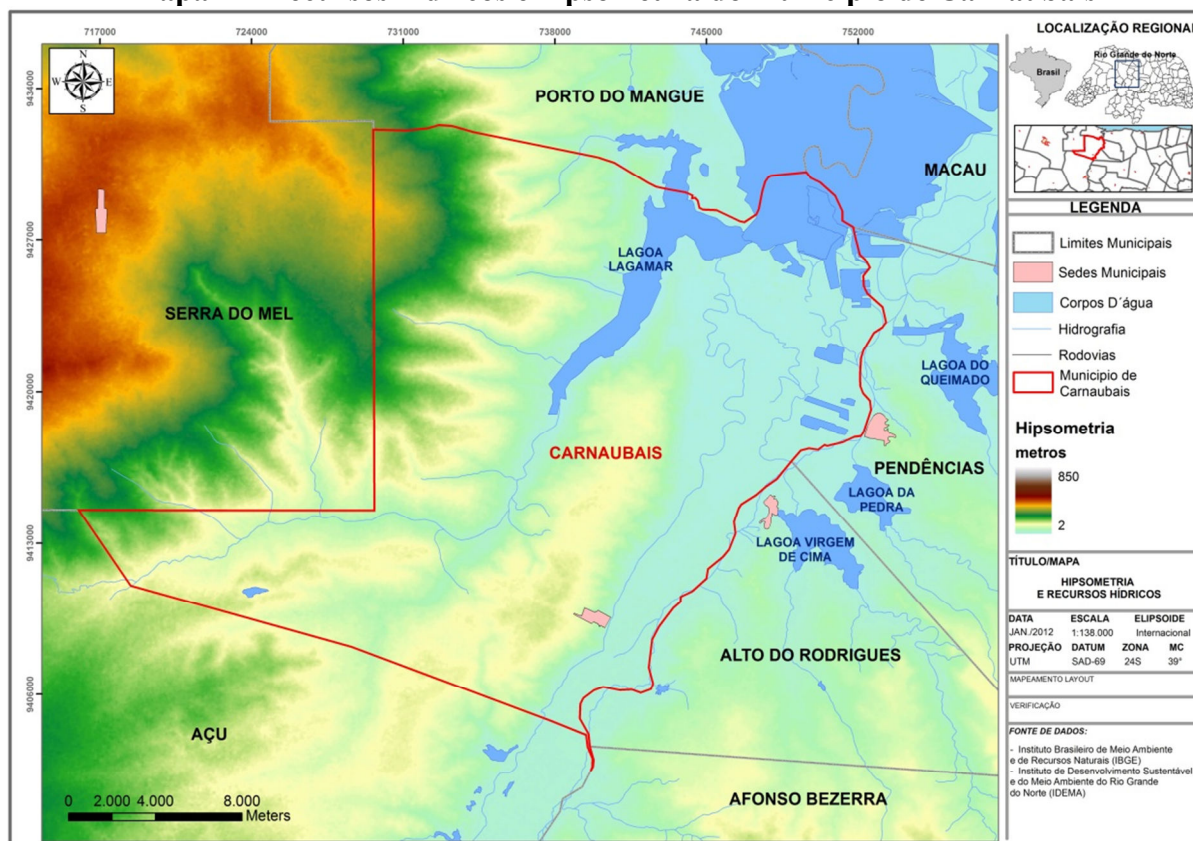
O município de Carnaubais encontra-se com 96,81% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu e 3,19% na Faixa Litorânea Norte de Escoamento Difuso e é banhado pela sub-bacia do rio Piranhas, que o limita a leste. Seus principais tributários são: os rios Panon, dos Cavalos e Bate-Estacas, além dos riachos Olho d'Água e do Umbuzeiro. Não existem açudes com capacidade de acumulação igual ou superior a 100.000m³, entretanto pode-se destacar a lagoa Lagamar (Mapa 4). Todos os cursos d'água têm regime intermitente e o padrão da drenagem é do tipo dendrítico (MASCARENHAS et al., 2005c).

De acordo com o AVADAN elaborado em 2009, neste ano foram inundadas 19 comunidades (zona rural) e 03 bairros (zona urbana), contudo as localidades vulneráveis a inundação encontram-se descritas a seguir.

ZONA RURAL: Comunidades: Bela Vista I, Bela Vista II, Alemão Curralinho, Xámba, Saco, Tabatinga, Timbauba, Cidade Histórica, Carapuças, Melancias, Poço Verde, Oficinas, Alto das Ovelhas, Garcia, Entrocamento, Vila Nova, Mutambinha, Mutamba e Arenosa.

ZONA URBANA: Bairros: Pacheco I, Pacheco II e Centro.

Mapa 4 – Recursos hídricos e hipsometria do município de Carnaubais



Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.

4.10. Recursos Hídricos e Hipsometria do Município de Ipanguaçu

O município de Ipanguaçu encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu. Os principais tributários são: os rios Pataxós, das Sombras e os riachos Viana, Mundo Novo, Velho, Olho d' Água, Capim Grosso, do Sofá, do Toco, Ubaia, do Salitre e dos Marrecos. Os principais corpos de acumulação de água são: as lagoas Ponta Grande (Mapa 5), Canto do Umari, do Riachão e do Jaqui; o açudes publico: Pataxós, alimentado pelo rio Pataxós, (24.500.000m³) e os comunitários: do Saco (100.000m³) e Pocête (100.000m³), ambos alimentados pelo riacho Pocête. O padrão de drenagem é do tipo dendrítico e os cursos d'água têm regime intermitente (MASCARENHAS et al., 2005d).

De acordo com o AVADAN elaborado em 2009, neste ano foram inundadas 04 comunidades (zona rural) e 07 bairros (zona urbana), contudo as localidades vulneráveis a inundação encontram-se descritas a seguir.

ZONA RURAL: Comunidades: Japiaçu, Sacramentinho, Pau do Jucá e Olho D'água.

ZONA URBANA: Bairro Frei Damião - Ruas: Travessa Veneza, Rua Vereador Chico Fonseca, Rua Professor Manoel Nunes Filho, Avenida Sul, Avenida João Paulo II, Rua

Cleonice Fonseca e Rua 28 de Dezembro. Bairro Maria da Conceição Rodrigues – Ruas: Travessa Itu, Rua Mely Rodrigues, Rua Nazaro Valentim, Rua Luiz Bento da Cruz e Rua Projetada 2. Bairro Maria Romana – Ruas: Rua Augusto Lins Caldas, Rua Mely Rodrigues, Rua Aguinaldo Pinto de Oliveira, Rua Margarida Cabral, Rua Herculano Fernandes, Rua Projetada 3 e Rua Projetada 4. Bairro Ubarana – Rua Projetada 1. Bairro Manoel Bonifácio – Rua Projetada 1 – Rua Projetada 2. Conjunto Habitacional Presidente Lula – Rua Projetada e Bairro Centro: Avenida Norte, Ruas Marechal Deodoro, 15 de Novembro e Luiz Gonzaga.

Mapa 5 - Recursos hídricos e hipsometria do município de Ipanguaçu

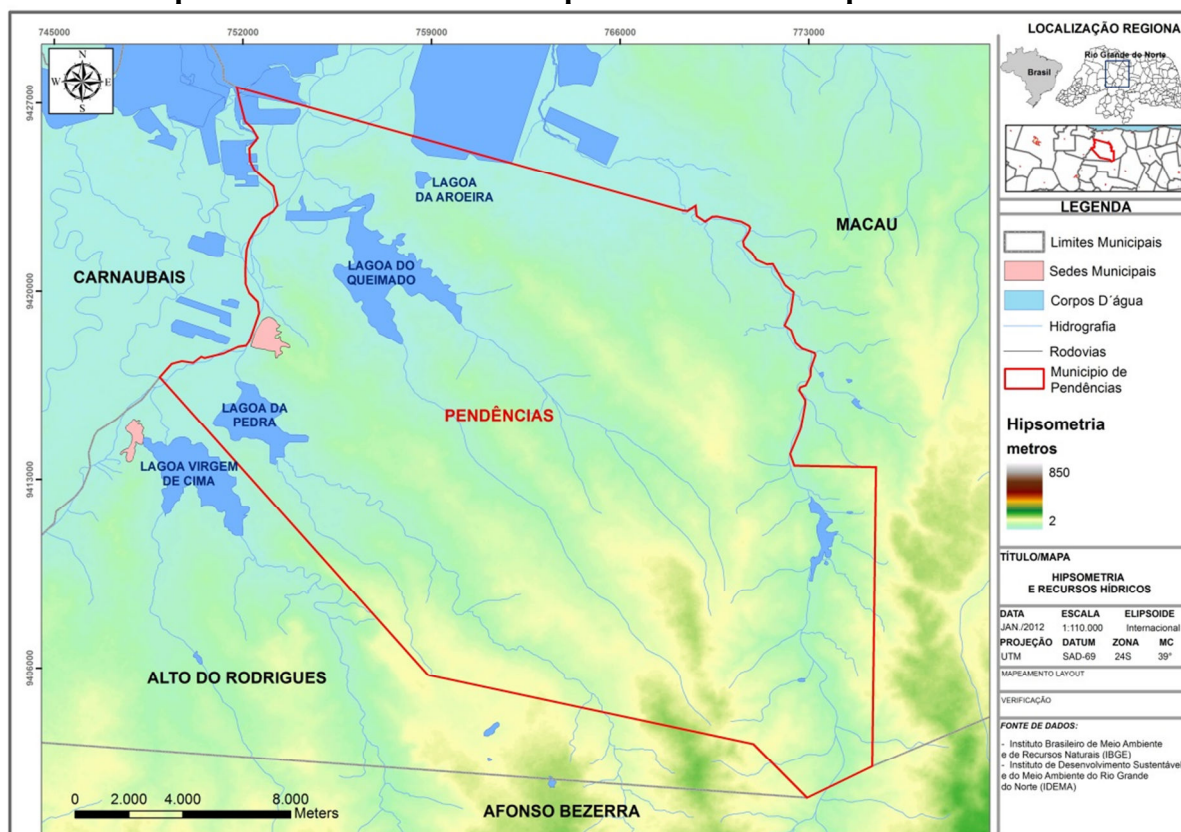


Elaboração: Iron Bezerra, nov, 2011.

4.11. Recursos Hídricos e Hipsometria do Município de Pendências

O município de Pendências encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Piranhas-Açu. Os principais tributários são: os rios Amargoso, da Serra e Mulungu e os riachos Curralinho, Leandro, Pedra de Fogo, da Quixabeira e da Oiticica. Os principais corpos de acumulação são: as lagoas dos Medeiros, Aroeira (Mapa 6), Queimado (Mapa 6), Saco e o açude Mulungu (500.000m³) (MASCARENHAS et al., 2005e).

Mapa 6 – Recursos hídricos e hipsimetria do município de Pendências



4.12. Condições Climáticas Regional

Dentre os municípios em análise, o único que possui estações climatológicas é Ipanguaçu. São duas unidades, sendo uma administrada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) e a outra pelo Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (EMATER). Nesta pesquisa a caracterização das condições climáticas pautou-se nos dados da EMPARN, analisados por Costa (2009).

Ressalta-se que, a Organização Mundial de Meteorologia (OMM) relata que, quando o espaço em estudo não conter estação climatológica, recomenda-se que a análise seja realizada baseada em dados extraídos de locais dentro de um raio de no máximo 150 km, como o Vale do Açu encontra-se dentro deste raio, os dados coletados em Ipanguaçu caracteriza o comportamento climático do Vale do Açu.

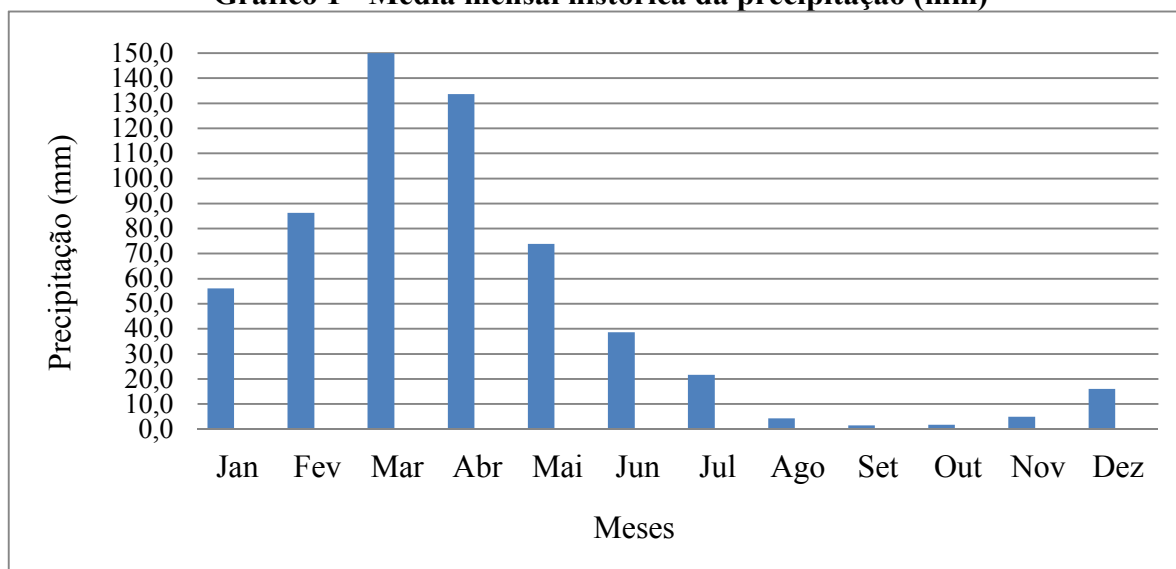
Os dados de evaporação, temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar, insolação e vento, que estão sendo apresentado através da média mensal dos

anos de 1993 a 2009, apenas os dados de precipitação foram coletados no período de 1964 a 2009, sendo analisados a seguir.

4.12.1. Precipitação

No Gráfico 1 consta a serie temporal de 1964 a 2009 e observa-se que, as chuvas estão concentradas entre os meses de janeiro a maio, sendo o mês de março o mais chuvoso, com média de 150 mm. Já os meses de junho a dezembro correspondem ao período seco, o qual a pluviosidade atinge aproximadamente 39 mm, sendo as menores quantidades de chuvas concentradas no mês de setembro (1,5 mm) e outubro (1,7 mm).

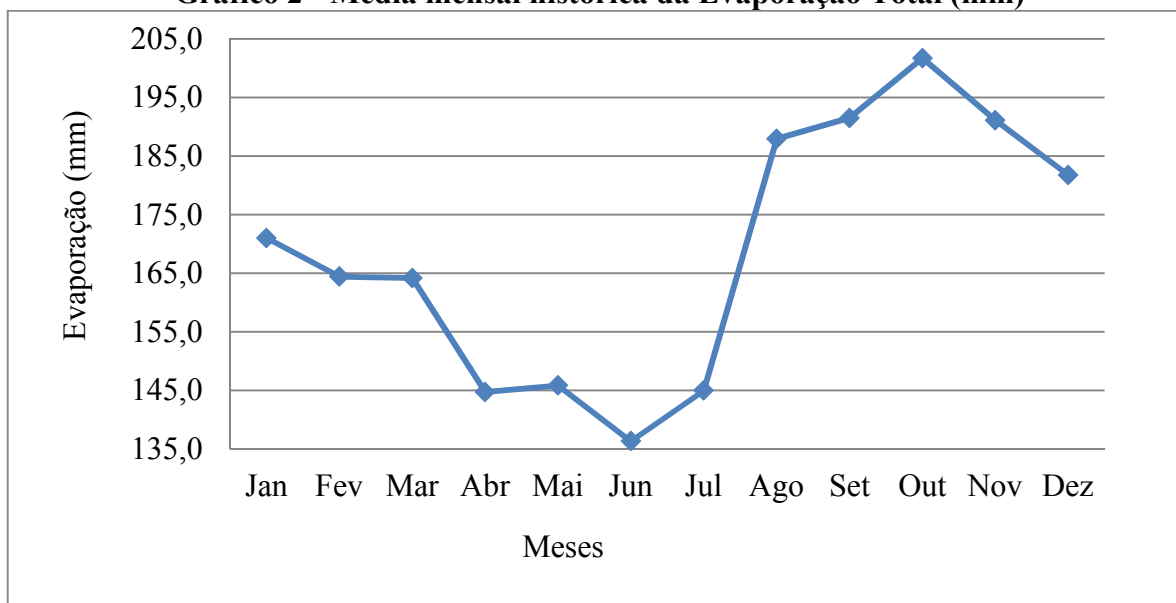
Gráfico 1 - Média mensal histórica da precipitação (mm)



Fonte: EMPARN, 2009.

4.12.2. Evaporação

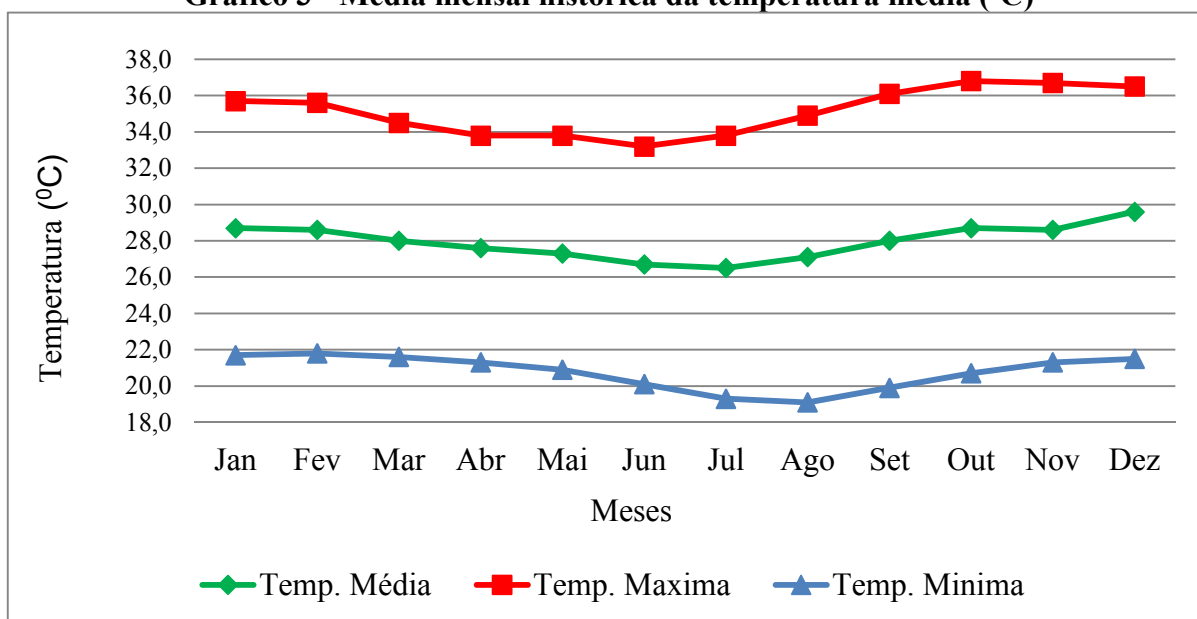
Os meses com as maiores médias de evaporação encontram-se a partir de julho perdurando até janeiro, extrapolando os 170 mm evaporados, sendo que, o ponto máximo de evaporação ocorre em outubro com 201,7 mm, podendo ser visualizado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Média mensal histórica da Evaporação Total (mm)

Fonte: EMPARN, 2009.

4.12.3. Temperatura do Ar

A temperatura média anual da região é de 28°C, sendo que os meses com as maiores médias encontram-se entre outubro e fevereiro, com valores variando de 28,6°C a 29,6°C, e a menor média ocorre no mês de julho, com 26,5°C, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3 - Média mensal histórica da temperatura média (°C)

Fonte: EMPARN, 2009.

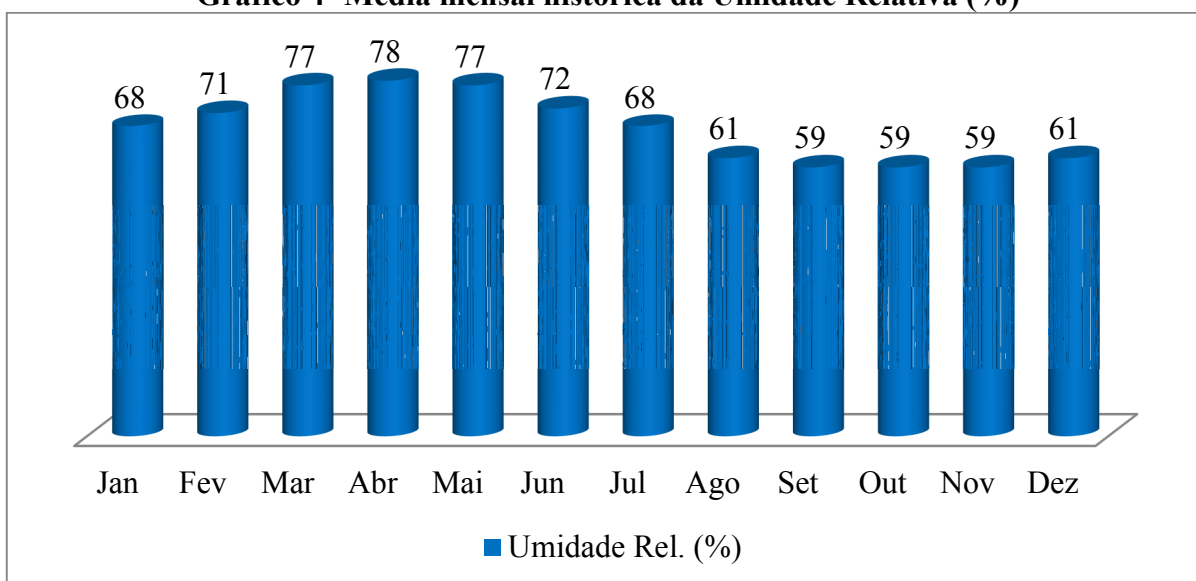
No tocante as temperaturas máximas têm-se uma média de 37,4°C. As maiores médias encontram-se entre novembro a fevereiro, pois ultrapassam os 35,5°C. Os meses com maiores temperaturas são novembro e dezembro, com 36,7°C a 36,5°C, podendo ser visualizado no Gráfico 3.

E a temperatura mínima media é de 20,8°C. Os meses que apresentaram os menores valores foram julho e agosto, pois encontram-se abaixo dos 19,5°C. Dentre esses meses de temperaturas mínimas, agosto é o mês que tem a menor média, 19,1°C, conforme visualizado no Gráfico 3.

4.12.4. Umidade Relativa do Ar

A média histórica da umidade relativa do ar em Ipanguaçu é de 67,4%, ou seja, em média tem-se uma atmosfera seca. Os valores máximos de umidade encontram-se nos meses de março a maio, com 77%, 78% e 77%, respectivamente, e o mínimo ocorre em setembro e novembro, ambos com 59%, podendo ser visto no Gráfico 4.

Gráfico 4- Média mensal histórica da Umidade Relativa (%)



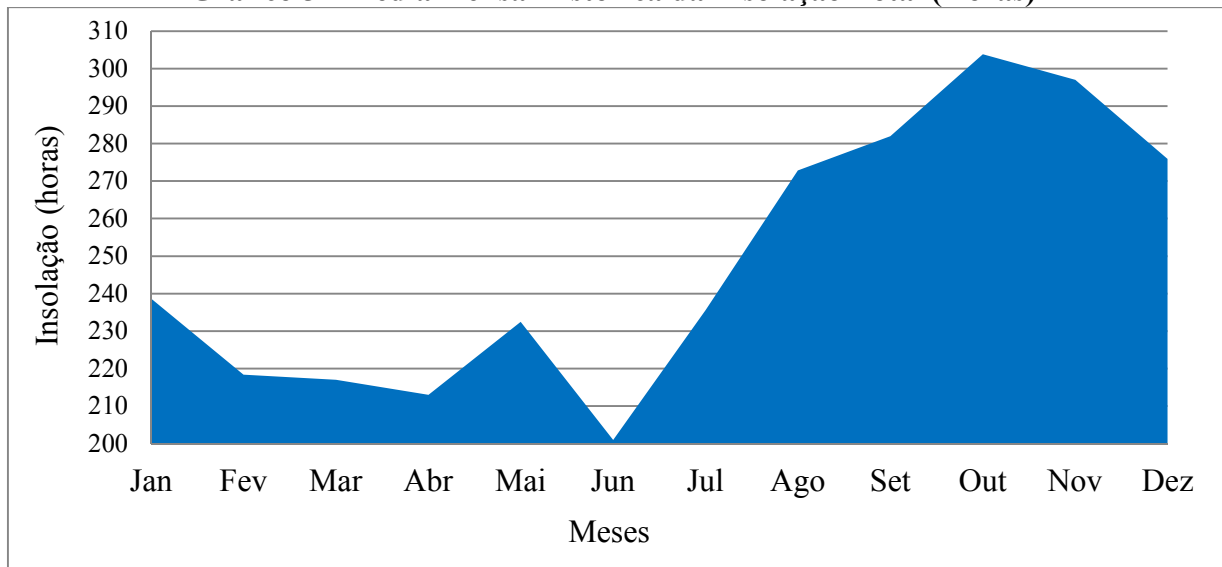
Fonte: EMPARN, 2009.

4.12.5. Insolação

De acordo com o Gráfico 5, os dados de insolação mostram que o mês de junho alcançou as menores médias, com 201 horas e outubro foi mês que atingiu o valor máximo, com média de 303,8 horas. Dentre esses dados, os meses que se destacam com relação as

maiores incidências de raios solares foram de agosto a dezembro apresentando valores maiores que 270 horas.

Gráfico 5 - Média mensal histórica da Insolação Total (Horas)



Fonte: EMPARN, 2009

Conforme as variáveis climáticas e/ou meteorológicas expostas acima apresentaram situações com grande potencial energético, uma vez que, a precipitação tem temporalidade aleatória, variando entre 1,7 a 150 mm; a temperatura é alta em todo o período, sempre acima de 19 °C; a umidade oscilou em torno de 20%, ao passo que, a insolação apresentou valores em torno de 300h/ano. Estas condições da atmosfera local mostraram um comportamento muito oscilatório, com possibilidades e predisposição a e ventos climáticos extremos, como a seca e inundação.

Ao focar na variável precipitação, verifica-se que a série temporal de 47 anos (1963 a 2009) expõe que o Vale do Açu/RN registrou-se uma precipitação mínima no período chuvoso de 27,8 mm, no mês de fevereiro de 1978, e uma máxima com 375,6 mm, no mês de abril de 1973, com uma média histórica de 204,6 mm e desvio padrão de 86,5 mm.

Ao analisar essa série histórica, a melhor forma de explicá-la foi por meio do método dos percentis, no qual se apresentam três classes de precipitação, interpretação nebulosa, probabilidade e condição climática (Tabela 1).

Tabela 1 - Padrões de precipitação segundo percentis

Precipitação (mm)	Interpretação Nebulosa	Probabilidade (%)	Condição Climática
27,8 – 170,9	Seco	21,3	Precipitação < que 40%
171,0 – 216,6	Normal	21,8	Precip. entre 40% e 60%
216,7 – 375,6	Chuvoso	47,1	Precipitação > que 60%

Fonte: Costa, 2009, p. 73.

Ao avaliar os percentis, há uma probabilidade de 21,3% da precipitação não ultrapassar o primeiro percentil, ou seja, não ultrapassar 170,9 mm; 21,8% de não exceder o segundo percentil (216,6 mm) e 47,1% de não extrapolar o terceiro (375,6 mm). Tais resultados mostram que há uma tendência de se ter inundações na região.

Para confirmar tal situação, percebe-se que, o primeiro percentil está associado a uma situação de seca, com uma precipitação menor que 40% e com apenas 21,3% de probabilidade de ocorrer uma precipitação de até 170,9 mm. O segundo é classificado como estado normal, mas apresenta precipitações acima da média (204,6 mm), tendo uma probabilidade de 21,8 %. De forma análoga, o último percentil está associado a situações de precipitações acima da média, com uma probabilidade de ocorrer 47,1%, propiciando, dessa forma, condições favoráveis para que possam ocorrer inundações.

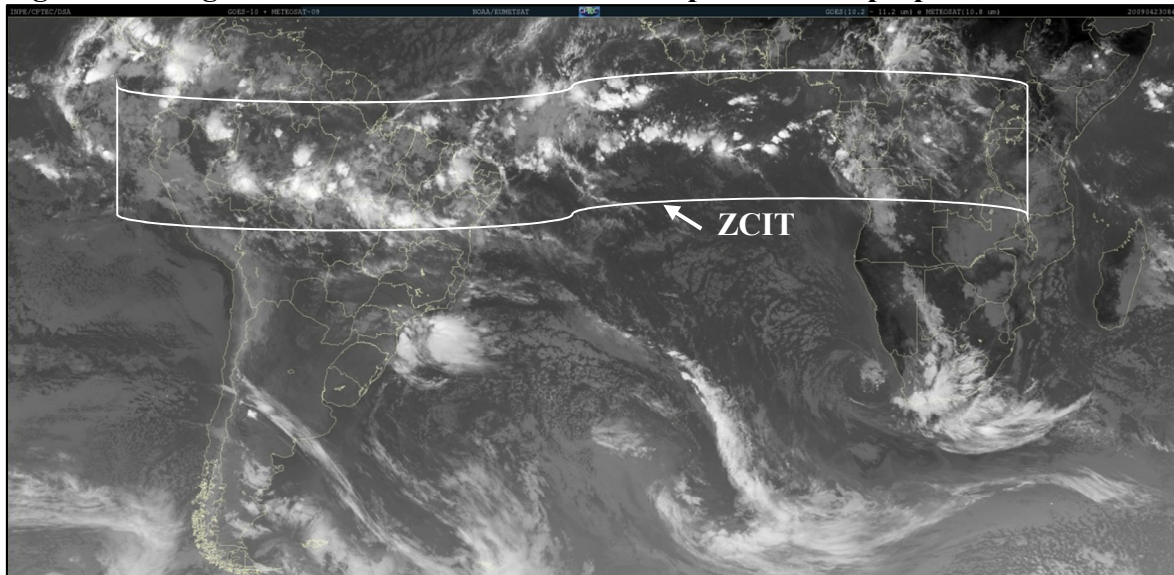
4.12.6. Análise de sistemas sinóticos atuantes no Vale do Açu em 2009

Destaca-se que, as inundações ocorrem inicialmente conforme a atuação e/ou interação de sistemas sinóticos predominantes na região. Conforme essa premissa, avaliou-se as imagens de satélites meteorológicas do tipo GOES e METEOSAT, no canal infravermelho, disponibilizado no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, e foi visto que os sistemas sinóticos que atuaram na região do Vale do Açu em 2009 foi a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esse sistema é formado em uma área de convergência dos ventos alísios dos dois Hemisférios Norte e Sul, localizada na região equatorial e caracterizada por apresentar forte movimento ascendente, favorecendo a formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical e elevado índice de precipitação, no qual inundou o Vale do Açu nos dias nos dias 23/04/2009; 28/04/2009, 01/05/2009, 12/05/2009 e 29/05/2009.

A imagem de satélite do dia 23/04/2009 (Figura 8) mostra uma forte atividade da ZCIT entendendo desde o leste do Atlântico Equatorial ao leste do Pacífico na costa superior, ondulando sobre a região Nordeste com forte atividade convectiva sobre o oeste do RN,

centro do Ceará, leste e sudoeste do Piauí. Neste dia foi registrada uma precipitação de 75,7 mm.

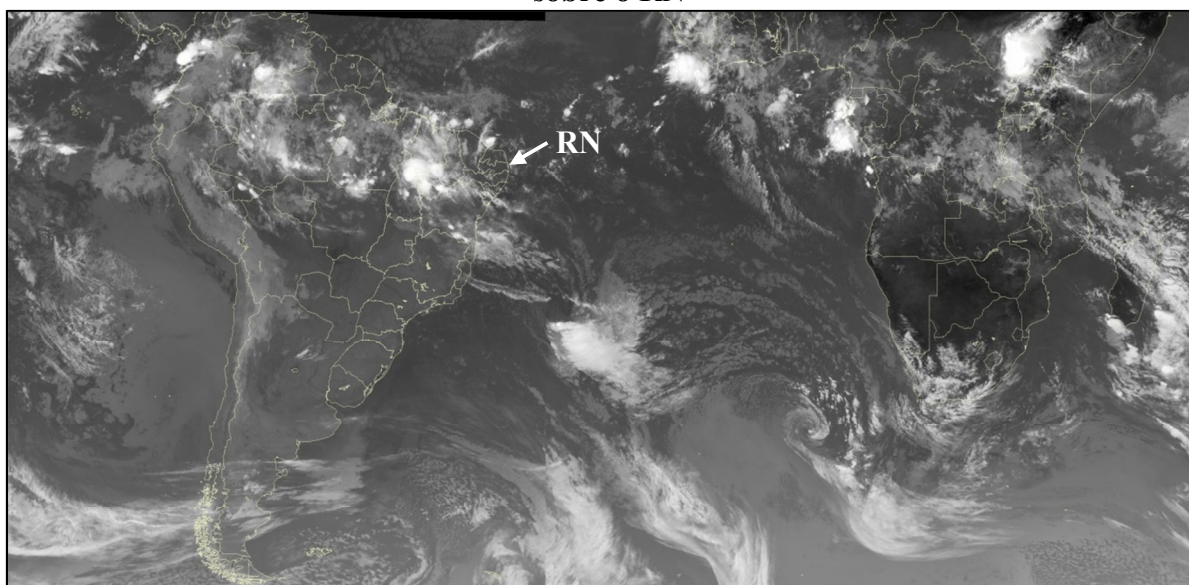
Figura 8 - Imagem de satélite do dia 23/04/2009 expondo ZCIT perpassando sobre RN



Fonte: INPE, 2009.

No dia 28/04/2009 ocorreu outra inundação, apesar da ZCIT está com intensidade fraca sobre o Rio Grande do Norte, no entanto, o acumulado nos dias anteriores (21,8 mm) favoreceu a inundação causada pelo extravasamento do rio Pataxó no município de Ipanguaçu, cujo sistema sinótico atuante neste dia pode ser visualizado na Figura 9.

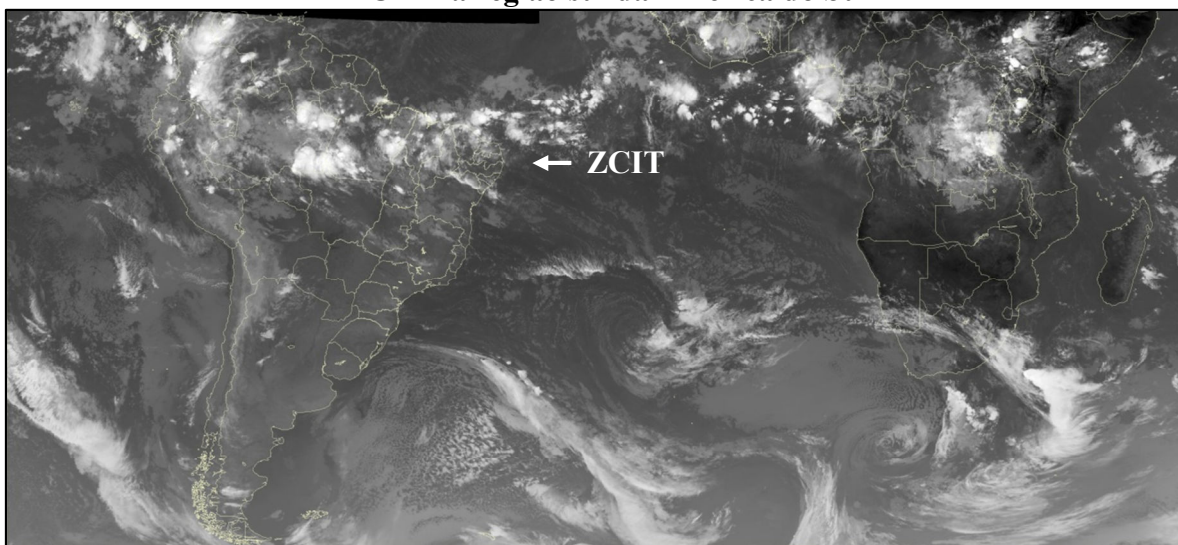
Figura 9 - Imagem de satélite do dia 28/04/2009 expondo a ZCIT com fraca atividade sobre o RN



Fonte: INPE, 2009.

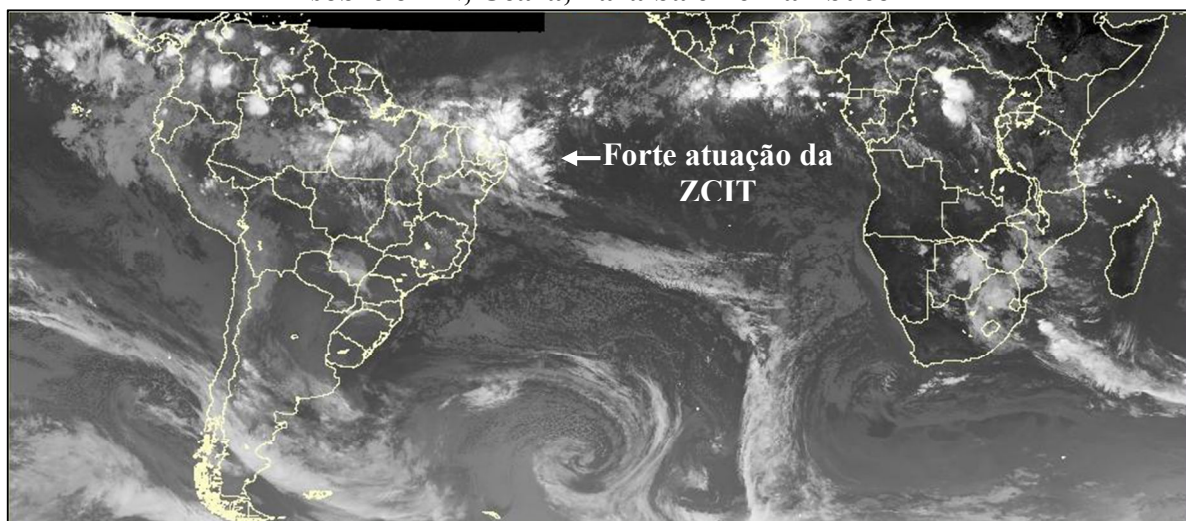
No dia 30/04/2009 a ZCIT encontra-se com um forte escoamento, passando por Fernando de Noronha, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí, Maranhão, Amazonas e norte do Mato Grosso com forte atividade, podendo ser visualizado na Figura 10, totalizando uma precipitação de 26,8 mm, inundando e persistindo nos dias posteriores (01/05/2009- 45 mm, 02/05/2009 – 8,1mm e 03/05/2009 - 27,4mm), sendo o dia 03/05/2009 visualizado na Figura 11.

Figura 10 - Imagem de satélite do dia 30/04/2009 expondo o forte escoamento zonal da ZCIT na região sul da América do Sul



Fonte: INPE, 2009.

Figura 11 - Imagem de satélite do dia 03/05/2009 mostrando forte atuação da ZCIT sobre o RN, Ceará, Paraíba e Pernambuco

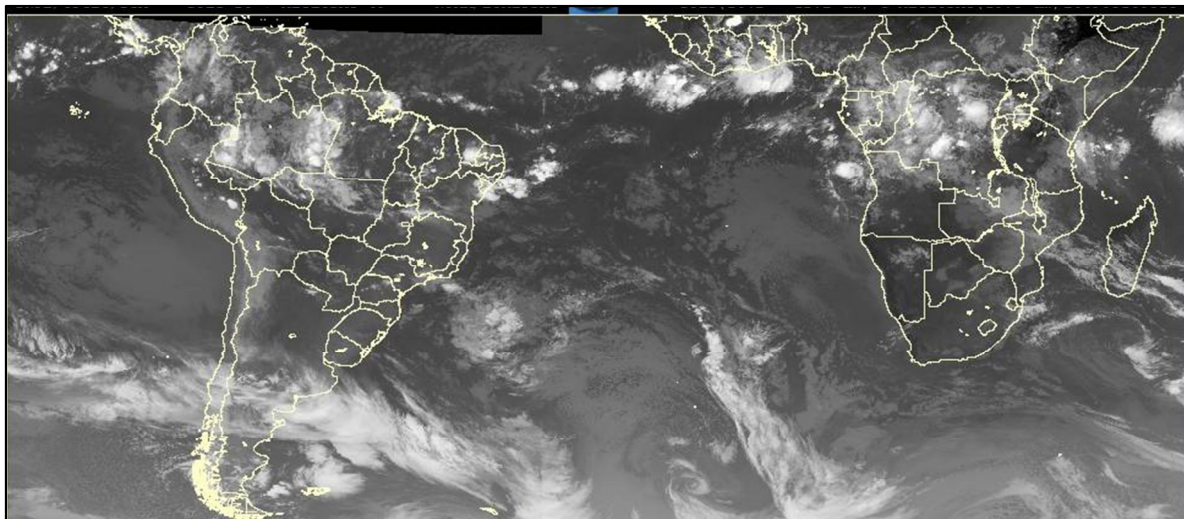


Fonte: INPE, 2009.

No dia 10/05/2009 a ZCIT encontra-se com atividade moderada (Figura 12), mesmo tendo chovido 64,4 mm, entretanto há uma forte atividade convectiva no extremo oeste dos Estados do RN e PB e sul do CE, com estágio de maturação no dia 11/05/2009 e precipitação

de 4,7 mm, encobrendo os três estados já mencionados, favorecendo as condições de inundação no dia 12/05/2009.

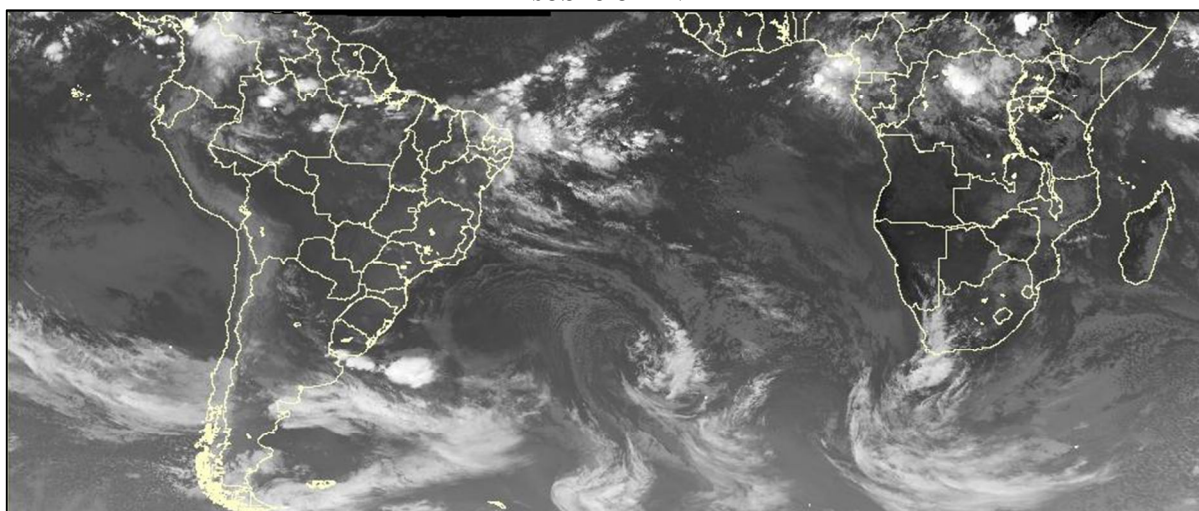
Figura 12 - Imagem de satélite do dia 10/05/2009 mostrando ação moderada da ZCIT sobre o RN Paraíba e sul do Ceará.



Fonte: INPE, 2009.

No dia 21/05/2009 a ZCIT encontra-se com atividade sobre os Estados do Ceará à Sergipe, mas com plena atividade no RN (Figura 13), precipitando 17,6 mm no Vale do Açu, situação que diminui de intensidade gradativamente adentrando no continente, contudo na costa do NE, esse sistema continua com atividade moderada, persistindo até o dia 25/05/2009.

Figura 13 - Imagem de satélite do dia 21/05/2009 mostrando grande atividade da ZCIT sobre o RN



Fonte: INPE, 2009.

A partir do dia 26/05/2009 a ZCIT adentra para o continente, especificamente no RN com dois núcleos com forte atividade, o primeiro no litoral do RN e o outro a norte em toda região oeste deste estado, podendo ser visualizado na Figura 14, culminando com uma

precipitação intermitente de 32,9 mm até o dia 29/05/2009, que favoreceu á penúltima inundação no Vale do Açu/RN, pois a ultima ocorreu em 2011.

Figura 14 - Imagem de satélite do dia 26/05/2009 mostrando dois núcleos da ZCIT com forte atividade da sobre o RN



Fonte: INPE, 2009.

Mais uma vez a ação forte da ZCIT, sendo que no mês de abril e maio de 2009 trouxeram situações hídricas extremas, fazendo com que o rio Pataxó transbordasse e ocorresse inundações, cujos dias críticos foram (23/04/2009, 28/04/2009, 30/04/2009 01/05/2009, 12/05/2009 e 29/05/2009).

No mês de abril de 2009 choveu aproximadamente 102,5 mm, representando 35,6% das chuvas do mês analisado. E no mês de maio de 2009, do dia 01 ao 12 choveu 156 mm e nos dias 21 a 29 choveu 69,1mm, totalizando 57,7% de todo o mês.

4.13. Características e consequências da inundação nos municípios em análise

Segundo Castro (2003, p. 40) a inundação possui quatro tipos de magnitudes e quatro tipo de evolução, cuja classificação pode ser visualizado no Quadro 2. E conforme Castro (1998, p.52) o desastre possui quatro tipos de intensidades, três tipos de evolução e origem, respectivamente (Quadro 3).

Quadro 2 – Classificação da inundação

Magnitude	Evolução
Inundações excepcionais;	Enchentes ou inundações graduais;
Inundações de grande magnitude;	Enxurradas ou inundações bruscas;
Inundações normais ou regulares;	Alagamentos;
Inundações de pequena magnitude.	Inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar.

Fonte: Castro (2003, p. 40).

Quadro 3 – Classificação dos desastres quanto intensidade, evolução e origem

Intensidade	Nível I	Quando os danos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos e, por estes motivos, são mais facilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, a situação de normalidade é facilmente restabelecida com os recursos existentes e disponíveis na área (município) afetada e sem necessidade de grandes mobilizações.
	Nível II	Quando os danos causados são de alguma importância e os prejuízos, embora não sejam vultosos, são significativos. Apesar disso, esses desastres são suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis. Nessas condições, a situação de normalidade pode ser restabelecida com os recursos existentes e disponíveis na área (município) afetada, desde que sejam racionalmente mobilizados e judiciosamente utilizados.
	Nível III	Quando os danos causados são importantes e os prejuízos vultosos. Apesar disso, esses desastres são suportáveis e superáveis por comunidades bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis. Nessas condições, a situação de normalidade pode ser restabelecida, desde que os recursos mobilizados na área (município) afetada sejam reforçados com o aporte de recursos estaduais e federais já disponíveis.
	Nível IV	Quando os danos causados são muito importantes e os prejuízos muito vultosos e consideráveis. Nessas condições, esses desastres não são superáveis e suportáveis pelas comunidades, mesmo quando bem informadas, preparadas, participativas e facilmente mobilizáveis, a menos que recebam ajuda de fora da área afetada. Nessas condições, o restabelecimento da situação de normalidade depende da mobilização e da ação coordenada dos três níveis do Sistema Nacional de Defesa Civil — SINDEC e, em alguns casos, de ajuda internacional.
Evolução	Súbitos ou de evolução aguda	Caracterizam-se pela subtaneidade, pela velocidade com que o processo evolui e, normalmente, pela violência dos eventos adversos causadores dos mesmos. Podem ocorrer de forma inesperada e surpreendente ou ter características cíclicas e sazonais, sendo facilmente previsíveis.
	Graduais ou de evolução crônica	Esses desastres, ao contrário dos súbitos, caracterizam-se por serem insidiosos e por evoluírem por meio de etapas de agravamento progressivo.
	Somação de efeitos parciais	Esses desastres caracterizam-se pela somação de numerosos acidentes (ou ocorrências) semelhantes, cujos danos, quando somados ao término de um determinado período, definem um desastre muito importante.
Origem	Naturais	Relacionados a fenômenos naturais que podem ser ou não extremos, que independem da intervenção humana.
	Humano	São aqueles provocados por ações ou omissões humanas.
	Mistos	Ocorrem quando as ações ou omissões humanas contribuem para intensificar, complicar e/ou agravar desastres naturais.

Fonte: Castro (1998, p.52).

Ao enquadrar a inundação dos espaços em estudo de acordo com a classificação do primeiro autor (Castro, 2003) chega-se as seguintes características: a magnitude do tipo excepcional (esporádica), pois não ocorre todos os anos, exceto em 2008 e 2009 que ocorreram em anos consecutivos e grande, devido causar diversas perdas econômicas, sociais e ambientais. Quanto à evolução, essa é do tipo enxurradas e inundações graduais, pois

conforme visto no subcapítulo anterior, as precipitações não ocorrem de forma torrencial em apenas um dia e sim em vários;

E de acordo com a classificação dos desastres posta por Castro (1998), os municípios analisados se enquadram na seguinte situação: a intensidade é do nível III, pois os danos causados são importantes; os prejuízos vultosos; os desastres são suportáveis e superáveis pelas comunidades, apesar de não serem tão bem informadas e preparadas, mas são participativas e mobilizáveis. A situação de normalidade é restabelecida com o aporte de recursos federais, estaduais e municipal.

A evolução é gradual e crônica, pois como visto no subcapítulo anterior, as chuvas torrenciais não ocorrem em um só dia e sim em vários, causando diversos estragos, como: alagamento de residências, hospitais e escolas, percas na agricultura e pecuária, podendo ser visualizada nas Figuras 15 a 21 e danos à saúde da população destes espaços. E a origem é natural, pois ocorre devido à chuva, mas é intensificada pelas ações humanas, como: ocupação nas margens de rios e lagoas, desmatamento de matas ciliares de rios e lagoas e dentre outros.

Figura 15 – Ponte no município de Açú inundada



Fonte: Moura, 2008.

Figura 16 – Núcleo urbano de Ipanguaçu inundado



Fonte: Moura, 2008.

Figura 17 – Área urbana de Ipanguaçu inundada



Fonte: Moura, 2008.

Figura 18 – Cidade de Alto do Rodrigues inundada



Fonte: Moura, 2008.

Figura 19 – Área urbana de Alto do Rodrigues inundada



Fonte: Moura, 2008.

Figura 20 – Parte do núcleo urbano de Pendências inundado



Fonte: Moura, 2008.

Figura 21 – Cidade de Pendências inundada



Fonte: Moura, 2008.

5. METODOLOGIA

O presente capítulo abordará o processo de confecção de mapas de localização, recursos hídricos e hipsometria e descrição e aplicação dos métodos utilizados neste trabalho, cujos estes são: Índice de Desastres Locais (IDL), Índice de Gestão de Risco (IDL) e Processo de Analise Hierárquico (PAH), os quais serão detalhados a seguir.

5.1. Processo de confecção de mapas

Para elaboração dos mapas de localização da área em estudo foram utilizados informações vetoriais do IDEMA (estradas e recursos hídricos) elaborada no ano de 2006 por este órgão, cuja escala é de 1:250.000 e IBGE (limites municipais).

Os mapas de geomorfologia foram realizados a partir da utilização de mapeamento existente elaborado pelo IDEMA a partir de produtos de sensoriamento remoto diversos. A partir deste mapeamento, no referido trabalho foi feita uma atualização dos limites e das unidades a partir de visitas e trabalhos de campo, bem como com utilização de imagem de satélite, composição colorida RGB 321, de imagem SPOT, resolução espacial de 10 metros, imagens de 2008. Além desses, foram utilizado como base os limites municipais, shapes baixados do site do IBGE. E os corpos d'água, definidos também a partir de trabalho de campo e utilização das imagens de satélites citadas acima.

Para confecção dos mapas de recursos hídricos e hipsometria foram utilizados informações vetoriais do IDEMA (estradas e recursos hídricos), IBGE (limites municipais) e CPRM (dados geomorfológicos), além da imagem do SRTM, para obter o modelo do terreno.

O trabalho de Campo foi realizado para comparar se as feições expostas nos mapas de hipsométrico e da caracterização da área condizem com a realidade do município em análise.

E para produzir o mapa de hipsometria, foi adquirida primeiramente a imagem raster GDEM ASTER de forma gratuita a partir do site (<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>) para delimitar as maiores e menores cotas na área em análise, pois esta possui a resolução espacial de 30 metros, enquanto que o SRTM captura a 90 metros.

Após a aquisição desta imagem, foi gerado a partir do processamento automático de todo o arquivo ASTER 1,5 milhões de cena, incluindo a correlação estéreo para produzir 1.264.118 individual DEMs ASTER, cena baseada em nuvem de mascaramento para eliminar

pixels nublado, empilhando todos os DEMs nuvem-selecionados, para retirar os valores residuais ruins e outliers, com média de dados selecionado para criar os valores finais de pixel e, em seguida corrigir anomalias residual antes de particionar os dados.

Ressalta-se que, todos estes dados acima, foram trabalhados em um ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) através de software ArcGIS versão 9.2.

Etapas para elaboração dos mapas de hipsometria:

1. Um projeto foi criado e acrescentado a imagem GDEM ASTER, cuja esta foi transformada para o datum SAD-69, e em seguida reclassificou-se para uma palheta de cores utilizadas para representação de relevo, espacializando o histograma manualmente para uma melhor visualização das diferenças altimétricas para a área de interesse;
2. As bases cartográficas do IDEMA, das quais se retirou os recursos hídricos, estradas e limite municipal, foram sobrepostas à imagem.

5.2. Índice de Desastres Locais (IDL)

5.2.1. Descrição do método

O primeiro método a ser analisado nessa pesquisa é o Índice de Desastre Local (IDL). Este índice foi proposto e desenvolvido pelo Instituto de Estudos Ambientais (IDEA), da Universidade Nacional da Colômbia, em Manizales, no âmbito de Indicadores de Gestão do Risco de Desastres nas Américas, para o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Foi publicado no ano de 2005 em um relatório técnico intitulado por: *Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos*. Os indicadores deste índice utilizado nesse relatório foram calculados utilizando a base de dados denominado DesInventar, da Rede de Estudos Sociais na Prevenção de Desastres na América Latina (LA RED).

Essa rede tem registros de desastres ocorridos na maioria dos países da América Latina e do Caribe, discriminados por alguns tipos de eventos (fenômenos), tipos de efeitos em nível municipal, assim como também acumulações e estatísticas temporais e espaciais. A base de dados sobre desastres locais por município vem sendo construída nos últimos dez anos e conta com aproximadamente 80.000 registros de 16 países, dos quais aproximadamente 70% correspondem a eventos ocorridos depois de 1970. Em geral, essa

base de dados registra os efeitos da maioria dos eventos recorrentes que resultaram da variação climática e da mudança global ambiental (CARDONA et al. 2005).

O IDL é um índice que capta de forma simultânea a incidência e a uniformidade da distribuição dos efeitos locais, isto é, representa o peso relativo e a persistência dos efeitos causados pelos fenômenos que originam os desastres em escala municipal. As variáveis utilizadas nesse método são: mortos, afetados e perdas diretas (casas destruídas, casas danificadas e área de cultivo de cultivo destruído, ou seja, inundado). Um maior valor relativo do IDL representa maior regularidade na magnitude e distribuição de efeitos entre todos os municípios do país, devido a diferentes tipos de risco que podem existir. Um valor mais baixo de IDL significa que a distribuição espacial dos efeitos é baixa em todos os municípios onde os eventos ocorreram (CARDONA; YAMÍN, 2007).

Ressalta-se que a aplicação e análise mais completa deste índice foram aplicadas na Colômbia e na República Dominicana, pois esse índice não só descreve os tipos de eventos mais frequentes que afetam o país, mas também estabelece a causa raiz em alguns casos. Por um lado, esse estudo tem abordagem para a identificação dos efeitos, as áreas de foco de maior prioridade e, principalmente, o impacto que os desastres de pequeno porte têm causado nos setores econômicos específicos e até mesmo nacional (CARDONA; YAMÍN, 2007).

Dentre os resultados que devem ser enfatizados se encontra a desmistificação de que os eventos extremos são os que determinam a história de desastres no país. Até o momento, na Colômbia, a história tem sido dominada por desastres como as causadas pelo terremoto Popayán, em 1983, a erupção vulcânica do Nevado del Ruiz, em 1985, o terremoto Tierradentro (Páez), em 1994 e do terremoto Quindio, em 1999. No entanto, sem subtrair importância para os efeitos que esses eventos tenham tido sobre a população e a economia do país, tem sido possível verificar que a cada ano um número significativo de eventos aparecem, apesar de não serem espetaculares de forma individual, em termos de danos e perdas. Esses tipos de eventos afetam a população e os diversos setores econômicos como resultado da frequência e acumulação de impactos por meio do tempo (CARDONA, YAMÍN, 2007).

Além disso, a consideração de eventos de magnitude pequena ou moderada, a análise e determinação de suas ocorrências ao longo de 32 anos, as suas localizações geográficas têm permitido conhecer zonas dos países que historicamente apresentam os maiores níveis de risco, principalmente as zonas que nos últimos anos poderiam aumentar seus níveis de

vulnerabilidade e contribuir para a criação de novas ameaças ou agravar as existentes, com a presença de processos sociais e econômicos inadequados (CARDONA; YAMÍN, 2007).

Destaca-se ainda que, as pesquisas que utilizam essa metodologia (IDL) é a equipe que trabalha com Cardona, como: Marulanda e Cardona (2006); Cardona e Yamím (2007); Marulanda, Cardona e Barbat (2007); Marulanda, Cardona e Barbat (2009) e Marulanda, Cardona e Barbat (2010).

5.2.2. Aplicação do método

Para alcançar os resultados deste estudo, foi efetuada a ida aos municípios analisados (Açu, Ipanguaçu, Alto do Rodrigues, Carnaubais e Pendências), no período de 11 a 20 de janeiro de 2011, para coleta de dados sobre a ação da inundação. Muitos desses dados encontram-se inseridos no documento denominado Avaliação de Dano (AVADAN), Anexo 1, elaborado no ano de 2009, pela ocorrência neste ano da penúltima inundação registrada nesta região. Do AVADAN foram extraídos os seguintes dados para aplicar no IDL: quantidade e valores (R\$) de casas afetadas e destruídas, áreas de cultivo que foram inundadas e número de pessoas mortas e afetadas nos espaços pesquisados.

Além dos dados acima, foi necessário definir quais as áreas da unidade territorial (km²) de cada espaço estudado. Essas informações foram coletadas no banco de dados nomeado por Cidades@, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme síntese de informações em 2010.

De posse das informações dos AVADANs e do IBGE, estas foram inseridas na equação 1, que corresponde à adição de três sub-índices de desastres locais, tendo em conta o número de mortos K , afetados A e perdas L :

$$IDL = IDL_K + IDL_A + IDL_L \quad (1)$$

O nível de desastre local para cada tipo de variável (K , A , L) são obtidos a partir da equação 2, de acordo com a nova formulação modificada (MARULANDA; CARDONA, 2006; MARULANDA, CARDONA, BARBAT, 2007).

$$IDL_{(K,A,L)} = \left(1 - \sum_{e=1}^E \left(\frac{IP_e}{100} \right)^2 \right) \lambda \mid_{(K,A,L)} \quad (2)$$

λ é um coeficiente de escala e IP_e expresso na equação 3, corresponde ao Índice de Persistência dos Efeitos (K, A, L) causados por cada tipo de evento e ,

$$IP_{e(K,A,L)} = 100 \sum_{m=1}^M \frac{CL_{em}}{CL_m} \Big|_{(K,A,L)} \quad (3)$$

Onde,

$$CL_{m(K,A,L)} = \sum_{e=1}^E CL_{em(K,A,L)} \quad (4)$$

CL_{em} corresponde a um coeficiente de localização de efeitos x (K, A, L) causados por cada tipo de evento e em cada município m , como é estabelecido na equação 5,

$$CL_{em(K,A,L)} = \frac{x_{em} x_{eC}}{x_m x_C} \eta \Big|_{(K,A,L)} \quad (5)$$

onde, os valores da variável x correspondentem a K, A ou L , são:

x_{em} é o valor de x causada pelo evento e no município m ;

x_m é a soma total de x causado por todos os tipos de eventos considerados no m município m ;

x_{eC} é o valor de x para o evento e em todo o país;

x_C é a soma total de x em todo o país, e

η é a relação entre todos os tipos de eventos e e o número de municípios no país m , onde alguns efeitos tenham sido registrados.

Esta metodologia foi aplicada em países da América Latina e no Caribe e neste estudo fez-se uma adaptação para a sua aplicação em municípios. Portanto, ao aplicar esta metodologia, onde se lê país, deve-se substituir por região, pois o espaço em análise é composto por cinco municípios.

Os coeficientes representam o peso relativo dos efeitos causados por diferentes tipos de eventos nos municípios com relação à região como um todo. O Índice de Persistência captura simultaneamente, durante um determinado período (ano, cinco anos, etc), a incidência ou relativa concentração e homogeneidade de efeitos em nível local, para cada tipo de evento, com relação a outros municípios e os tipos de eventos na região.

Se o valor relativo do índice é alto, a uniformidade da magnitude e distribuição dos efeitos de vários perigos entre municípios será elevada. Quando o valor de IDL for baixo,

significa pouca distribuição espacial dos efeitos entre os municípios, onde os eventos ocorreram, ou seja, concentração destes. A faixa de cada IDL varia entre 0 a 100 (dependendo do fator de escala - λ) e o IDL total é a soma dos três componentes. Um valor baixo IDL (0-20) significa alta concentração de pequenos desastres em poucos municípios e uma distribuição espacial de baixo efeito entre os municípios onde ocorreram. Valores médios de IDL (20-50) significam que há concentração de pequenos desastres e distribuição de seus efeitos são intermediários e valores elevados de IDL (superior a 50), indicam que a maioria dos municípios sofre com pequenos desastres e seus efeitos são semelhantes em todos os municípios afetados. Valores elevados refletem que a vulnerabilidade e os riscos são generalizados no território (CARDONA; CARREÑO, 2011).

Neste índice também foi proposto por Cardona et al. (2005) o IDL'. Este indicador, que se expressa mediante a equação 6, mede a concentração das perdas agregadas em nível municipal para o evento na região. O valor deste índice varia entre 0,5, que significa distribuição uniforme, e 1,0 que representa alta concentração. Tal método foi baseado no Índice de Gini, obtido com base na curva de Lorenz, o qual calcula a distribuição de uma variável.

$$IDL' = \frac{\sum_{i=1}^{M-1} q_i}{2 \sum_{i=1}^{M-1} p_i} \quad (6)$$

onde:

$$q_i = \frac{Z_i}{Z_M} \quad (7)$$

cujos valores são obtidos a partir das equações 8,

$$Z_i = \sum_{j=1}^i x_{mLj} m_j \quad \text{e} \quad Z_M = \sum_{j=1}^M x_{mLj} m_j \quad (8)$$

Deve haver um ordenamento prévio dos valores de x_{mL} de forma descendente, mantendo a relação com o respectivo município m , e

$$p_i = \frac{N_i}{N_M} \quad (9)$$

que é a relação que resulta na posição do município com respeito ao total de municípios da região.

5.3. Índice de Gestão De Riscos (IGR)

5.3.1. Descrição do Método

Cardona et al. (2005) comentam que não existem indicadores específicos nos países, amplamente aceitos, para avaliar diretamente o desempenho da gestão do risco ou outros aspectos relevantes que reflitam o que se deseja medir como gestão do risco.

Algumas iniciativas foram feitas por Mitchell (2003), cujo trabalho é intitulado por: Marco Convencional para la Reducción del Riesgo de Desastre. Nesse trabalho há quatro temas: Política e legislação, políticas institucionais, conhecimento e prática, que são divididos em 20 indicadores de redução de risco de desastre, cada um com uma meta principal e três critérios de avaliação. No entanto, este tipo de procedimento foi considerado subjetivo e arbitrário, devido seu caráter normativo, ou seja, é necessário definir referências (CARDONA et al. 2005).

Conforme Cardona et al. (2005), um dos principais esforços para definir os aspectos que caracterizam a gestão do risco tem sido o marco de ação liderado pela International Development Research Centre - EIRD (2003), no qual se propõe preliminarmente várias áreas temáticas, componentes e os possíveis critérios para a avaliação do desempenho. Em todos os casos é necessário classificar as variáveis com uma escala qualitativa que pode ser de 1 a 5 ou de 1 a 7, conforme estudos de Benson (2003), Briguglio (2003) e Mitchell (2003), ou mediante avaliações linguísticas, propostos por Davis (2003) e Masure (2003).

Devido esse fator, Cardona et al.(2005) elaboraram o Índice de Gestão de Riscos (IGR), o qual encontra-se no Programa de Indicadores de Riesgo de Desastre y Gestión de Riesgos, financiado pelo Banco Internacional de Desenvolvimento e Instituto de Desenvolvimento e Estudo Ambientais (BID-IDEA). O programa corresponde a um conjunto de indicadores relacionados com o desempenho de gestão de risco do município, que reflitam a organização, capacidade, desenvolvimento e ação institucional para reduzir a

vulnerabilidade e as perdas, preparação para responder em caso de crises e de recuperação com eficiência. De acordo com Cardona (2008), para sua formulação será necessário mensurar em cada município se existem políticas públicas voltadas para:

- ✓ Identificação do risco (IR): compreende a percepção individual, a representação social e avaliação objetiva. Para poder intervir o risco é necessário reconhecê-lo, medi-lo e representá-lo por modelos, mapas, índices, etc., que tenha significado para a sociedade e para tomadores de decisão. Metodologicamente, essa atividade envolve o conhecimento das ameaças possíveis, os diferentes aspectos da vulnerabilidade da sociedade diante dessas ameaças e de sua estimativa com uma situação de possíveis consequências de, diferentes características em um tempo de exposição definido como referente. Sua valoração com fins de intervenção tem sentido quando a população reconhece e compreende.
- ✓ Redução do risco (RR): corresponde à execução de medidas estruturais e não estruturais de prevenção. Trata da ação de antecipar-se com o fim de evitar ou diminuir o impacto econômico, social e ambiental dos fenômenos perigosos potenciais. Implica em processos de planejamento, principalmente, de execução de medidas que modifiquem as condições de risco mediante a intervenção corretiva e prospectiva dos fatores de vulnerabilidade existente ou potencial, e do controle de ameaças quando esse é possível.
- ✓ Manejo de desastre (MD): corresponde à resposta e à recuperação pós-desastre, que depende do nível de preparação das instituições operativas e da comunidade. Essa política pública tem como objetivo responder de forma eficaz e eficiente quando o risco se tem materializado e não tem sido possível impedir o impacto dos fenômenos potencialmente perigosos. Sua efetividade implica em uma real organização, capacidade e planejamento operativo de instituições e dos diversos atores sociais que seriam envolvidos em caso de desastre.
- ✓ Governabilidade e proteção financeira (PF): é fundamental para a sustentabilidade do desenvolvimento e o crescimento econômico do país. Essa política pública implica, por uma parte, a coordenação de diferentes atores sociais que necessariamente têm diversos enfoques disciplinares, valores, interesses e estratégias. Sua efetividade está relacionada com o nível de interdisciplinaridade e da integrabilidade das ações institucionais e de participação social. Por outra parte, essa governabilidade depende de uma adequada atribuição e utilização de

recursos financeiros para gestão e a implementações de estratégias apropriadas de retenção e transferência de perdas associadas a desastres.

Para cada política pública se propõe indicadores que caracterizam o desempenho da gestão do risco no país, região ou cidade e indicadores que podem variar segundo a unidade territorial avaliada. Um número muito alto de indicadores poderia ser redundante e desnecessário e tornaria muito difícil a atribuição de fatores de importância ou pesos para cada indicador. Seguindo o método para a avaliação do desempenho da gestão de risco proposto por Carreño et al. (2004), a valoração de cada indicador é realizada utilizando cinco níveis de desempenho: baixo, incipiente, significativo (apreciável), excelente (notável) e ótimo (CARDONA et al. 2005). Dessa forma, Carreño (2006) aplicou o IGR também em sua tese de doutorado, cuja área de estudo foi em Bogotá, Colômbia.

Este enfoque metodológico permite utilizar cada nível de referência simultaneamente como um “objetivo de desempenho” e, portanto, facilita a comparação e a identificação de resultados ou conquistas para os quais os governos devem direcionar seus esforços de formulação, implementação e avaliação de cada política (CARDONA et al. 2005).

As pesquisas que utilizam essa metodologia (IGR) são da equipe de Cardona e o mesmo, tais como Carreño, Cardona e Barbat (2006); Carreño, Cardona, Marulanda et al. (2006); Carreño, Cardona, Marulanda et, al. (2007); Carreño, Cardona e Barbat (2007); Zapata-Martí (2007) e Cardona (2008).

5.3.2. Aplicação do Método

Para obter o Índice de Gestão de Riscos (IGR), primeiramente foram utilizadas planilhas de indicadores com seus respectivos níveis de desempenho para quatro políticas públicas: Identificação de Riscos (IR), Redução de Risco (RR) Manejo de Desastre (MD) e Governabilidade e Proteção Financeira (PF), a qual foi elaborada por Cardona et. al. (2005) e pode ser visualizadas no Anexo 2 e os indicadores no Quadro 4.

Quadro 4 – Indicadores de Gestão de Riscos

Indicadores de Identificação do Risco (IIR)	Indicadores de Redução de Risco (IRR)
IIR- 1. Inventário sistemático de desastres e perdas	IRR -1. Integração do risco na definição de usos e no planejamento
IIR- 2. Monitores de ameaças e prognóstico	IRR – 2. Intervenção em corpo hídrico e proteção ambiental
IIR- 3. Avaliação de ameaças e sua representação em mapas	IRR – 3. Técnicas de proteção e controle de fenômenos
IIR- 4. Avaliação da vulnerabilidade e risco	IRR – 4. Melhoramento de habitação e deslocamento de assentamentos
IIR- 5. Informação pública e participação comunitária	IRR – 5. Atualização e controle de aplicação de normas e códigos
IIR- 6. Capacitação e educação em gestão de riscos	IRR – 6. Reforço e intervenção da vulnerabilidade dos bens públicos
Indicadores de Manejo de Desastres (IMD)	Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira (IPF)
IMD – 1. Organização e coordenação de operações de emergências	IPF – 1. Organização interinstitucional, multisetorial e descentralizada
IMD – 2. Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta	IPF – 2. Fundos de reserva para o fortalecimento institucional
IMD – 3. Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura	IPF – 3. Localização e mobilização de recursos de orçamento
IMD- -4. Capacitação operativa, simulação e prova de resposta interinstitucional	IPF – 4. Implementações de redes e fundos de segurança social
IMD – 5. Preparação e capacitação da comunidade	IPF – 5. Seguros e estratégias de transferências de perdas ativas públicas
IMD – 6. Planejamento para a reabilitação e reconstrução	IPF – 6. Cobertura de seguros e resseguros de habitação

Fonte: Cardona et al. (2005).

Essa planilha foi respondida por coordenadores da Defesa Civil de cada município em estudo, os quais classificaram cada indicador com os seguintes níveis de desempenho exposto na Tabela 3 (elaborada pelos autores).

Quadro 5 - Níveis de desempenho, qualificação e características dos níveis de desempenho

Níveis de desempenho	Qualificação	Características dos níveis de desempenho
0	Péssimo	Não constava nenhuma informação do que foi solicitado.
1	Ruim	Apresentava dados básicos (incipientes).
2	Razoável	Proporcionava informações consideráveis.
3	Bom	Disponha de subsídios importantes.
4	Ótimo	Oferecia várias condições.
5	Excelente	Continha os melhores recursos.

Fonte: Os autores

Essa metodologia proposta por Cardona et al. (2005) foi aplicada em países e estados, sendo que o nível de desempenho 0 (zero) não existia. Mas ao aplicá-la em municípios, como

é o caso dessa pesquisa, necessitou-se inserir a variável (zero), pois em alguns municípios em estudo não continham determinadas ações para a gestão de risco.

Após a coleta de dados por meio de planilhas, estes foram tabulados na planilha eletrônica Microsoft Excel da seguinte forma:

Os níveis de desempenho obtidos junto a Defesa Civil dos municípios foram divididos por seis (6), cujo valor é o total de níveis de desempenho. Tal procedimento foi realizado para saber a porcentagem da gestão, cujo cálculo pode ser visualizado na Tabela 2 para o município de Açú (exemplo).

Tabela 2 – Cálculo para obter o desempenho da gestão do município de Açú à inundação

Indicadores de Identificação de Risco	Níveis de desempenho	Calculo para obter %
IIR1	2	$2/6 * 100 = 33,3$
IIR2	3	$3/6 * 100 = 50,0$
IIR3	2	$2/6 * 100 = 33,3$
IIR4	2	$2/6 * 100 = 33,3$
IIR5	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IIR6	0	$0/6 * 100 = 0,0$
Indicadores de Redução de Risco	Níveis de desempenho	Calculo para obter %
IRR1	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IRR2	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IRR3	0	$0/6 * 100 = 0,0$
IRR4	3	$3/6 * 100 = 50,0$
IRR5	0	$0/6 * 100 = 0,0$
IRR6	1	$1/6 * 100 = 16,7$
Indicadores de Manejo de Risco	Níveis de desempenho	Calculo para obter %
IMD1	3	$3/6 * 100 = 50,0$
IMD2	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IMD3	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IMD4	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IMD5	0	$0/6 * 100 = 0,0$
IMD6	4	$4/6 * 100 = 66,7$
Indicadores de Proteção Financeira	Níveis de desempenho	Calculo para obter %
IPF1	3	$3/6 * 100 = 50,0$
IPF2	1	$1/6 * 100 = 16,7$
IPF3	0	$0/6 * 100 = 0,0$
IPF4	3	$3/6 * 100 = 50,0$
IPF5	0	$0/6 * 100 = 0,0$
IPF6	0	$0/6 * 100 = 0,0$

Fonte: Cardona et al, 2005 e autores.

Posteriormente, esses valores são somados e divididos por seis (6), que é o total de indicadores, para obter a media aritmética dos quatro sub-índices de gestão do risco que

representam quatro políticas públicas: identificação do risco (IR), redução do risco (RR), gestão de desastres (MD), e proteção financeira (transferência de risco) e governabilidade (PF). O cálculo dessa etapa pode ser visualizado na Tabela 3 para o município de Açu (exemplo).

Tabela 3 – Equações do desempenho da gestão do município de Açu à inundação

Calculo para obter % de Identificação de Risco
$= 33,3 + 50,0 + 33,3 + 33,3 + 16,7 + 0,0 = 166,7/6 = 27,8$
Calculo para obter % de Redução de Risco
$= 16,7 + 16,7 + 0,0 + 50,0 + 0,0 + 16,7 = 100/6 = 16,7$
Calculo para obter % de Manejo de Risco
$= 50,0 + 16,7 + 16,7 + 16,7 + 0,0 + 66,7 = 168,8/6 = 27,8$
Calculo para obter % de Governabilidade e Proteção Financeira
$= 50,0 + 16,7 + 0,0 + 50,0 + 0,0 + 0,0 = 116,7/6 = 19,4$

Para obter o IGR, como indicado na equação 10, foi contabilizada a média dos quatro sub-índices citados acima, cujo parâmetro consta na Tabela 4.

$$IGR = (IGR_{IR} + IGR_{RR} + IGR_{MD} + IGR_{PF}) / 4 \quad (10)$$

$$IGR_{Açu} = 27,8 + 16,7 + 27,8 + 19,4 / 4 = 22,9\% = \text{Razoável}$$

Tabela 4 – Classificação do Índice de Gestão de Riscos

Porcentagens	Classificação
0 - 20 %	Péssimo
21 - 40 %	Razoável
41 - 60 %	Bom
61 - 80 %	Ótimo
81 - 100 %	Excelente

Fonte: Os autores.

5.4. Processo de Análise Hierárquica (PAH)

5.4.1. Descrição do método

O último procedimento utilizado neste trabalho foi o Processo de Análise Hierárquica (PAH) ou Analytic Hierarchy Process (AHP). Segundo Besteiro et al. (2009) o PAH é um método eficaz para a tomada de decisão, pois identifica a melhor opção dentro das alternativas possíveis e ajuda na determinação de prioridades, considerando aspectos quantitativos e qualitativos, por meio da redução de decisões complexas a decisões comparativas par a par. O PAH se divide em estruturação, julgamento e síntese dos resultados.

O PAH é um processo multicriterial ou multiobjectivo desenvolvido pelo matemático Thomas L. Saaty da Wharton School, Universidade da Pensilvânia (EUA). Ele procura reproduzir o que parece ser o funcionamento da mente humana, ao encarar um grande número de elementos controláveis ou não, que contém uma situação complexa. Nesta condição, os elementos são agrupados segundo propriedades comuns (GOMES, 2009).

A teoria foi desenvolvida para um problema específico de planejamento de contingência em 1972 e depois, em uma aplicação maior, para projetos alternativos do Sudão em 1977. Segundo Saaty (1980), o resultado foi um conjunto de prioridades e um plano de investimento para projetos a serem implementados no país no final dos anos 1980. As ideias desenvolveram-se progressivamente, por meio de suas aplicações em vários outros projetos, tais como alocação de energia, investimento em tecnologia de retorno incerto, relacionamento com terrorismo, compra de carros e dentre outros (GOMES, 2009).

O PAH e o matemático Saaty, seu autor, ganharam notoriedade na comunidade científica por meio do livro *The Analytic Hierarchy Process*, publicado em 1980. Desde então, conforme Morita (1998 apud GOMES, 2009), o método foi citado em centenas de publicações científicas e existem mais de uma dezena de livros sobre o assunto em vários idiomas. Foram realizados simpósios internacionais específicos sobre o tema. Várias revistas científicas, como a *Mathematical Modelling* e a *European Journal of Operational Research*, publicaram edições dedicadas ao assunto, contendo dezenas de artigos em um único número.

Ao pesquisar sobre o PAH relacionado à gestão a inundação, o trabalho mais próximo a esse propósito é a tese de Côrtes (2009), cujo título é “Sistemática de auxílio à decisão para a seleção de alternativas de controle de inundações urbanas”, pois a maioria dos trabalhos encontra-se na área da administração. Quanto à área de meio ambiente, essa metodologia está mais relacionada à erosão, deslizamento de terras e dentre outros.

O Processo de Análise Hierárquica se caracteriza por dividir um problema de decisão por meio do seu ordenamento em níveis hierárquicos. De um problema complexo, com múltiplos critérios, pode-se estruturar uma hierarquia com inúmeros níveis, fixando-se o objetivo principal do problema no primeiro nível, a definição dos critérios no segundo nível e assim por diante. Assim, o tomador de decisões deverá formular um objetivo global único e dividir o sistema com critérios e indicadores atingindo esse objetivo (GOMES, 2006).

Vale salientar que, cada método tem seus pontos positivos e negativos, o PAH também tem os seus, cujos aspectos serão descritos a seguir, segundo a visão de Naves (2008).

➤ Aspectos positivos:

- ✓ Clareza;
- ✓ Simplicidade;
- ✓ Facilidade de uso;
- ✓ Permite a interação entre o analista e o decisor;
- ✓ Habilidade de manusear com julgamentos inconsistentes;
- ✓ A representação hierárquica de um sistema pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos;
- ✓ Permite que todos os envolvidos no processo decisório entendam o problema da mesma forma;
- ✓ O desenvolvimento dos sistemas estruturados hierarquicamente é preferível àqueles montados de forma geral;
- ✓ Pequenas modificações em uma hierarquia bem estruturada têm efeitos flexíveis e pouco significativos;
- ✓ Capacidade em lidar com problemas que envolvam variáveis tanto quantitativas como qualitativas;
- ✓ A forma de agregação dessas variáveis exige que o tomador de decisão participe ativamente no processo de estruturação e avaliação do problema, o que contribui para tornar os resultados propostos pelo modelo mais exequíveis;
- ✓ Estruturando hierarquicamente um problema, os usuários são capazes de ordenar e comparar uma lista menor de itens dentro de seus próprios contextos;
- ✓ Sintetiza os resultados dentro de uma lista ordenada que permite a comparação de prioridades e importância relativa de cada fator;
- ✓ É capaz de prover pesos numéricos para opções onde julgamentos subjetivos de alternativas quantitativas ou qualitativas constituem uma parte importante do processo de decisão.

➤ Limitações e desafios

- ✓ Subjetividade na formulação da matriz de preferência;
- ✓ Deve ser procedida uma análise acurada para identificar e caracterizar as propriedades dos níveis da hierarquia que afetam o desempenho do objetivo mais alto;

- ✓ É muito importante que haja consenso na priorização dos níveis mais altos da hierarquia;
- ✓ Os critérios representados devem ser independentes ou, pelo menos, suficientemente diferentes, em cada nível;
- ✓ Em qualquer processo de interação de grupo, não deve haver idealismo demais nem forte predisposição para liderança entre os envolvidos;
- ✓ Requer procedimento para estruturar o questionário de perguntas e preferências;
- ✓ O trabalho computacional é sensivelmente maior quando se eleva o número de alternativas;
- ✓ Pesos para os critérios são obtidos antes que as escalas de medida tenham sido ajustadas;
- ✓ A introdução de novas opções pode mudar a posição relativa de algumas das opções originais;
- ✓ O número de comparações requeridas pode ser muito alto;
- ✓ As prioridades dependem do método usado para derivá-las;
- ✓ Alternativas incomparáveis não são permitidas;
- ✓ Por não existir nenhuma base teórica para a formação das hierarquias, os tomadores de decisão, quando se deparam com situações idênticas de decisão, podem derivar hierarquias diferentes, obtendo então diferentes soluções;
- ✓ Existem falhas nos métodos para agregar os pesos individuais dentro dos pesos compostos;
- e,
- ✓ Uma ausência de fundamento de teoria estatística.
- ✓ Mas ao analisar tais pontos, os positivos superam os negativos.

5.4.2. Aplicação do método

Para aplicar o PAH, foram utilizados quatro planilhas elaboradas por Cardona et al. (2005, p. 133-136). A primeira encontra-se relacionada à identificação do risco, podendo ser visualizada na Figura 22, a segunda a redução do risco, a terceira ao manejo de desastres e a quarta à governabilidade e proteção financeira, as quais podem ser vistas no Anexo 3.

Figura 22 – Alocação de fatores de importância para os indicadores de Identificação de Riscos

¿Cuál de los indicadores percibe como más importante? Colocar una X al frente				¿En qué grado? Colocar X								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas	vs.	☐	IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico								
☐	IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas	vs.	☐	IR3. Evaluación mapeo de amenazas								
☐	IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas	vs.	☐	IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo								
☐	IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas	vs.	☐	IR5. Información pública y participación comunitaria								
☐	IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas	vs.	☐	IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos								
☐	IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico	vs.	☐	IR3. Evaluación mapeo de amenazas								
☐	IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico	vs.	☐	IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo								
☐	IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico	vs.	☐	IR5. Información pública y participación comunitaria								
☐	IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico	vs.	☐	IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos								
☐	IR3. Evaluación mapeo de amenazas	vs.	☐	IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo								
☐	IR3. Evaluación mapeo de amenazas	vs.	☐	IR5. Información pública y participación comunitaria								
☐	IR3. Evaluación mapeo de amenazas	vs.	☐	IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos								
☐	IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo	vs.	☐	IR5. Información pública y participación comunitaria								
☐	IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo	vs.	☐	IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos								
☐	IR5. Información pública y participación comunitaria	vs.	☐	IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos								

Fonte: Cardona et al. (2005, p. 133-136).

Posteriormente, as planilhas foram preenchidas de acordo com os julgamentos de valores emitidos pelo coordenador da defesa civil de cada município em estudo, utilizando uma escala própria, que varia de 1 a 9, denominada por Saaty (1991apud GOMES, 2009) por Escala Fundamental (Quadro 6).

Quadro 6 – Escala fundamental de Saaty (de comparações binárias)

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Os dois critérios contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério em relação ao outro
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério em relação ao outro
7	Importância muito grande ou demonstrada	Um critério é fortemente favorecido em relação ao outro; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância Absoluta	A evidência favorece um critério em relação a outro com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma designação acima de zero quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparado com i	Uma designação razoável
Racionais	Razões resultantes de escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores

Fonte: Saaty, 2000 apud Gomes, 2006.

O resultado é uma matriz de comparações paritárias ou matriz pareada, fruto dos julgamentos de um nível sob um determinado critério/indicador de decisão do nível imediatamente superior, cuja forma pode ser visualizada na Tabela 9 e Equação 11 (GOMES, 2009).

Tabela 5 – Matriz genérica de comparação paritária

	A	B	C	D
A	1	a12	a13	a14
B	1/ a12	1	a23	a24
C	1/a13	1/a23	1	A34
D	1/a14	1/a34	A34	1

Fonte: Saaty (2000 apud GOMES, 2006).

$$A = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & 1 \end{vmatrix} \quad (11)$$

Onde a_{ij} indica quanto mais importante é o elemento i -ésimo em relação ao elemento j -ésimo segundo a escala da Tabela 8. As matrizes de comparações paritárias devem ser positivas, idênticas, recíprocas e consistentes (SAATY, 2000 apud GOMES, 2009), atendendo a três propriedades especiais:

1. Identidade - todos os elementos na diagonal da matriz de comparação são iguais a 1, ou seja, para todo i é necessário que $a_{ii}=1$. Isto porque a diagonal principal representa cada elemento comparado a si mesmo, ou seja, de igual importância;
2. Reciprocidade - cada elemento abaixo da diagonal da matriz de comparações paritárias é igual ao inverso do elemento correspondente acima da diagonal, isto é, $a_{ij}=1/a_{ji}$. Por exemplo, se o atributo A é julgado 2 vezes mais importante que o atributo B, então o atributo B tem $\frac{1}{2}$ da importância do atributo A; e
3. Consistência - a matriz de comparações deve satisfazer a propriedade de transitividade, o que significa que se i é preferível a j e j é preferível a k , i é preferível a k . Por exemplo, para quaisquer três atributos A, B e C, se A é julgado como x vezes mais importante que B, e B é considerado como z vezes mais importante que C, então A deve ser xz vezes mais importante que C. Segundo essa propriedade, as colunas da matriz de comparação paritária são múltiplos escalares entre si, de forma que as colunas normalizadas (onde cada célula é dividida pela soma da coluna) são idênticas e qualquer uma delas pode representar valores relativos das alternativas. Isto ocorre quando se tem uma transitividade cardinal perfeita, ou seja, as comparações realizadas foram perfeitamente consistentes (SILVA, 2003). Porém, segundo Morita (1998 apud GOMES, 2009), isto não acontece normalmente na prática e é necessário utilizar o método do autovalor para analisar a consistência das comparações (GOMES, 2009).

O PAH utiliza o método de autovalor (eigenvalue) para determinar os pesos dos elementos da matriz pareada, a ordem de prioridade e uma medida da consistência do julgamento. Os elementos da matriz de comparações paritárias com colunas normalizadas denominam-se pesos. Em caso de consistência perfeita, essa matriz é composta de linhas de elementos iguais, enquanto a soma dos elementos de cada coluna é igual à unidade, podendo ser representada por um vetor W de n elementos, que são os pesos w_i , $i=1, \dots, n$ (GOMES, 2009). Os pesos são calculados pela Equação 12.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad (12)$$

Os elementos da matriz de comparações paritárias se relacionam com os pesos pela Equação 13.

$$a_{ij} = \frac{W_i}{W_j} \quad i, j = 1, \dots, n \quad (13)$$

A Equação 12 é equivalente à Equação 14.

$$a_{ij} \frac{W_j}{W_i} = 1 \quad i, j = 1, \dots, n \quad (14)$$

Consequentemente, chega-se a Equação 15

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} W_j \frac{1}{W_i} = n \quad i = 1, \dots, n \quad (15)$$

O que equivale à Equação 16:

$$AW = nW \quad (16)$$

Pela teoria das matrizes, o vetor W que satisfaz a Equação 16 é um autovetor com autovalor n . Nesta equação, A é a matriz pareada. Em casos práticos, em que a reciprocidade da matriz de comparações paritárias não é perfeita, os elementos a_{ij} se afastam da razão ideal w_i/w_j e a Equação 16 não é válida. Porém, combinando-se as duas propriedades seguintes da teoria das matrizes, conclui-se que se a diagonal da matriz A consiste de elementos unitários ($a_{ii}=1$), e se for consistente, então pequenas variações de a_{ij} mantêm o máximo autovalor $\lambda_{\max}$ perto de n e os demais autovalores próximos a zero (GOMES, 2009).

Se λ_1, λ_n são números satisfazendo a equação $Ax = \lambda x$, ou seja, são autovalores de A , e se $a_{ij}=1$, então vale a Equação 17.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n \quad (17)$$

Se os elementos a_{ij} de uma matriz recíproca foram modificados em pequenas quantidades, os autovalores se alteram em pequenas quantidades.

Assim, para encontrar o vetor prioridade, deve-se encontrar o vetor W que satisfaça a Equação 18.

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (18)$$

Em que A é a matriz pareada, W o vetor e $\lambda_{\max}$ é autovalor máximo.

A distância entre $\lambda_{\max}$ e n é, portanto, uma medida de consistência. A partir desses conceitos, Saaty (1980 apud GOMES, 2009) recomenda o procedimento a seguir para verificar a consistência dos julgamentos e consolidar as prioridades.

Inicialmente é feito o cálculo do autovetor de maneira aproximada por meio de três etapas:

1. Somar o total de cada coluna da matriz de comparações;
2. Normalizar a matriz, dividindo cada elemento pelo total da sua respectiva coluna, gerando a matriz Aw , representada na Equação (19); e
3. Calcular a média aritmética de cada linha da matriz normalizada, gerando o vetor C apresentado na Equação (20).

$$Aw = \begin{vmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} & \frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} & \dots & \dots & \frac{a_{1m}}{\sum_{i=1}^m a_{im}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_{m1}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} & \frac{a_{m2}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} & \dots & \dots & \frac{a_{mm}}{\sum_{i=1}^m a_{im}} \end{vmatrix} \quad (19)$$

$$C = \begin{bmatrix} c_1 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ c_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} + \frac{a_{12}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} + \dots + \frac{a_{1m}}{\sum_{i=1}^m a_{im}} \\ m \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \frac{a_{m1}}{\sum_{i=1}^m a_{i1}} + \frac{a_{m2}}{\sum_{i=1}^m a_{i2}} + \dots + \frac{a_{mm}}{\sum_{i=1}^m a_{im}} \\ m \end{bmatrix} \quad (20)$$

O vetor C é o autovetor dos critérios/indicadores de decisão de cada nível. O mesmo processo deve ser aplicado para cada matriz de comparações abarcando toda a estrutura hierárquica do problema. Os elementos c_i representam o grau relativo de importância do i -ésimo elemento no vetor coluna de pesos de importância.

Em seguida, multiplica-se a matriz de comparações paritárias (A) pelo auto vetor da solução estimada (vetor C), resultando um vetor coluna chamado por Morita (1998 apud GOMES, 2009) de vetor das prioridades consolidadas, como apresentado na Equação 21.

$$A.C = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ c_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ x_m \end{bmatrix} \quad (21)$$

Quando as colunas normalizadas não são idênticas aparece a inconsistência da matriz de comparações paritárias, requerendo uma avaliação da consistência. A consistência de uma matriz positiva recíproca requer que seu valor $\lambda_{\max}$ seja igual ao número de linhas (ou colunas) da matriz de comparações paritárias n . Quanto mais próximo de $\lambda_{\max}$ for de n , mais consistente será o resultado. $\lambda_{\max}$ é calculado por meio da Equação 22.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{i - \text{ésima entrada em } Ax C}{i - \text{ésima entrada em } C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{C_i} \quad (22)$$

O índice de consistência IC de uma matriz de comparações paritárias é usado para mostrar quanto o valor de $\lambda_{\max}$ está afastado do valor teórico esperado de n , portanto o desvio é dado por $(\lambda_{\max} - n)$. Esta diferença é medida relativamente ao número de graus de liberdade desta matriz $(n-1)$. Assim, o índice de consistência é dado pela Equação 23.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (23)$$

Se IC é suficientemente pequeno, as comparações do decisor são provavelmente consistentes para dar estimações úteis dos pesos da função objetivo. O índice de consistência é comparado com o índice randômico (IR) para o valor n (número de ordem da matriz de comparações paritárias) para determinar se o grau de consistência é satisfatório. O índice randômico representa o valor que seria obtido em uma matriz de comparações paritárias de ordem n e em que não fossem feitos julgamentos lógicos, preenchendo-se os elementos com valores aleatórios. Os valores do índice randômico para diferentes matrizes do tipo matriz de comparações paritárias foram calculados por Saaty (1980) e estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Índice Randômico em função da ordem da matriz de comparações paritárias

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coerência aleatória	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1980 apud GOMES, 2009).

A razão de consistência permite analisar o grau de violação da proporcionalidade e transitividade dos julgamentos do decisor. A razão de consistência é calculada pela Equação 24.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (24)$$

Parâmetro: adota-se que se $IC/IR < 0,10$, o grau de consistência é satisfatório, mas se $IC/IR > 0,10$, podem existir inconsistências e o PAH não pode dar resultados significativos. Quando o grau de consistência é pobre (índice de consistência maior que 0,10), é necessário obter mais informações nas comparações dos critérios, ou seja, realizar uma coleta de informações a partir de uma nova avaliação de julgamentos (GOMES, 2009).

A seguir visualiza-se a aplicação do PAH em etapas, conforme Jordão e Pereira (2006) e dados do município de Açu com relação ao Indicador Identificação de Risco, para explicar a obtenção dos resultados.

1. Matrizes de preferência para cada critério: Preenchimento da planilha sobre o grau de importância dos indicadores elaborado por Cardona et al. (2005, p. 133-136), na qual foi realizada uma comparação, par a par, de cada elemento no nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada (Tabela 11). Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida de comparações binárias entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior. As comparações par a par são realizadas em todos os níveis hierárquicos. A comparação par a par das alternativas é realizada utilizando uma escala própria, que varia de 1 a 9. Saaty (1991 apud GOMES, 2009) propôs essa escala, denominada Escala Fundamental, como é apresentada na Tabela 7. Após obter a matriz, devem-se somar seus resultados para serem aplicados no passo seguinte.

Tabela 7 – Matrizes de preferência para cada critério e o total

Indicadores	IR1	IR2	IR3	IR4	IR5	IR6
IR1	1	$\frac{1}{2}$	2	3	1	3
IR2	2	1	2	2	2	3
IR3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	2
IR4	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	4	1	1	2
IR5	1	$\frac{1}{2}$	4	1	1	4
IR6	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	1
Total	$5 \frac{1}{6}$	$3 \frac{1}{3}$	$13 \frac{1}{2}$	$7 \frac{3}{4}$	$5 \frac{1}{2}$	15

2. Normalizar as matrizes: dividiu-se cada elemento da matriz pela soma da coluna a que pertence. Normalizar os valores de cada coluna de tal forma que a soma de todos os seus elementos seja igual a 1 (Tabela 8).

Tabela 8 – Normalização das matrizes

Indicadores	IR1	IR2	IR3	IR4	IR5	IR6
IR1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$
IR2	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$
IR3	0	$\frac{1}{7}$	0	0	0	$\frac{1}{7}$
IR4	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$
IR5	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$
IR6	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1	1

3. Obter a média de cada critério e o resultado: converteram-se as frações em decimais e encontrou-se a média aritmética de cada linha da matriz normalizada. O resultado é um vetor representando um dado critério (Tabela 9), ou seja, esses valores representam a melhor opção (decisão) a ser seguida.

Tabela 9 – Média de cada critério e o resultado

Indicadores	IR1	IR2	IR3	IR4	IR5	IR6	Média (vetor de cada critério)	Peso (%)
IR1	1/5	1/7	1/7	2/5	1/5	1/5	0,210	21,01
IR2	2/5	2/7	1/7	1/4	1/3	1/5	0,276	27,62
IR3	0	1/7	0	0	0	1/7	0,089	8,86
IR4	0	1/7	2/7	1/8	1/5	1/7	0,159	15,92
IR5	1/5	1/7	2/7	1/8	1/5	1/4	0,203	20,29

4. Calcular a coerência: o cálculo da coerência deve ser levado em consideração para todas as matrizes binárias do problema, mas só se justifica para matrizes de dimensão igual ou superiores a 3x3. Neste caso, tem-se uma matriz de dimensão (6x6), que é a da comparação entre critérios. Esta etapa é constituída por 4 passos.

a. Determinar a totalização das entradas: resume-se em converter as frações em decimais da matriz inicial e obter as suas médias, ou seja, vetor média. Posteriormente, deve-se multiplicar as frações pelo vetor média, cujos resultados são denominados de vetor total (Tabela 14).

Tabela 10 – Determinação da totalização das entradas para obter o λ máximo

Indicadores	IR1	IR2	IR3	IR4	IR5	IR6	Vetor média	Vetor total
IR1	1,000	0,500	2,000	3,000	1,000	3,000	1,750	12,042
IR2	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	3,000	2,000	15,236
IR3	0,500	0,500	1,000	0,250	0,250	2,000	0,750	4,444
IR4	0,333	0,500	4,000	1,000	1,000	2,000	1,472	8,944
IR5	1,000	0,500	4,000	1,000	1,000	4,000	1,917	11,083
IR6	0,333	0,333	0,500	0,500	0,250	1,000	0,486	3,326
Total	5,167	3,333	13,500	7,750	5,500	15,000	8,375	55,076

Cálculo do vetor total: $((1,000 \times 1,750) + (0,500 \times 2,000) + (2,000 \times 0,750) + (3,000 \times 1,472) + (1,000 \times 1,917) + (3,000 \times 0,486)) = 12,042$

b. Determinar o λ máximo: considera-se o no de critérios, que neste caso são 6. Divide-se o vetor do Total de entradas pelo vetor da Média e obtêm-se um novo vetor. Deste vetor resultante, somam-se as suas parcelas (6) e divide-se pelo no de critérios (6), e resultado é o λ máximo (Tabela 11).

Tabela 11 – Determinação de vetor novo para obter o λ máximo

Vetor Média	Vetor Total	Vetor novo
1,750	12,0417	6,8810
2,000	15,2361	7,6181
0,750	4,4444	5,9259
1,472	8,9444	6,0755
1,917	11,0833	5,7826
0,486	3,3264	6,8429

Calculo do λ máximo: = 6,8810 + 7,6181 + 5,9259 + 6,0755 + 5,7826 + 6,8429/ 6 = 6,52098

c. Calcular a razão de consistência

$$IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{n - 1} = 6,52098 - 6 / 5 = 0.104196 \quad (25)$$

d. Resultado da coerência: é determinada por meio da divisão do Índice de Consistência (IC) (Equação 25) pelo Índice Randômico (IR).

$$RC = \frac{IC}{IA} = 0,104196 / 1,24 = 0,084029 \quad (26)$$

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão expostos os resultados do Índice de Desastres Locais (IDL), Índice de Gestão de Risco (IGR) e Processo de Análise Hierárquico (PAH) a seguir.

6.1. Índice de Desastre Locais (IDL)

A Tabela 12 expõe os municípios estudados e as variáveis analisadas com seus respectivos valores para aplicá-los no IDL de cada espaço abordado.

Tabela 12 - Municípios e variáveis analisadas para aplicação no IDL para o ano de 2009

Municípios e variáveis em análise	Açu	Alto do Rodrigues	Carnaubais	Ipanguaçu	Pendências
Qtd. Casas danificadas	862	1072	139	220	200
Valor (R\$) do m ² da casa danificada	124,50	130,83	30,00	11,50	96,38
Qtd. casas destruídas	125	0	4	85	10
Valor (R\$) do m ² da casa destruída	306,71	0	200,00	300,00	427,50
Área média das casas em m ²	40	40	40	40	40
Salário mínimo (R\$) em 2009	465,00	465,00	465,00	465,00	465,00
Área média de cultivo em áreas inundáveis (ha)	2.713,5	551,0	1.971,8	1.500,0	581,0
Valor (R\$) total das perdas	7.088.127	5.866.215	1.115.687	1.818.700	1.212.165
Valor (R\$) total das perdas por km ²	5.438,18	30.665,00	2.056,57	4.860,24	2.892,30
Nº de mortos	0	0	0	0	0
Nº de afetados	39.216	1.730	1.144	5.060	1.267
Área da unidade territorial (km ²)	1.303,4	191,3	542,5	374,2	419,1

Fonte: AVADAN (2009); IBGE (2010).

Ao Analisar os dados apresentados na Tabela 2, com foco na questão de perdas e danos, verifica-se que a maior quantidade de casas danificadas encontra-se no município de Alto do Rodrigues (1.072 residências) e este também apresenta o maior valor em reais para consertá-las (R\$ 130,83). Tal fato ocorreu, pois o espaço é bastante vulnerável a inundação, uma vez que, além de estar parcialmente inserida na planície de inundação do rio Açu, o núcleo urbano desse encontra-se próxima a lagoa Virgem de Cima, pelo qual também sofre influência. O menor valor desta variável é em Carnaubais (139 domicílios), sendo que o menor valor para reparar os danos das casas encontra-se em Ipanguaçu (R\$ 11,50).

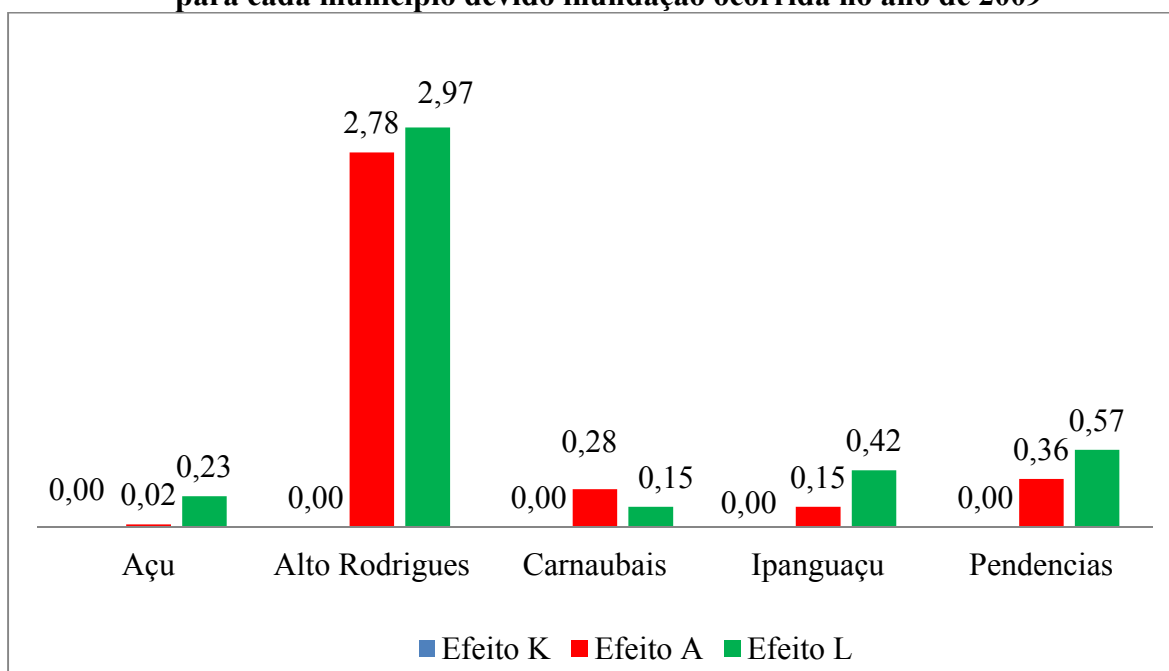
Quanto ao número de casas destruídas, a maior quantidade encontra-se no município de Açu (125 moradias) e a menor em Alto do Rodrigues, onde não houve nenhum registro, contudo não há contabilização do m² de área destruída. Mas, no que concerne ao valor para reconstruir tais casas, o maior encontra-se no município de Pendências (R\$ 427,50) e o menor em Carnaubais (R\$ 200,00).

Quanto à média de cultivo em áreas inundáveis (ha), o município que foi mais atingido foi o de Açu, visto que a maior parte da sua economia é voltada para agricultura, e o menor valor foi o do município de Alto do Rodrigues, por não depender da agricultura e sim da extração de petróleo.

No tocante ao valor total das perdas, o município que apresenta o maior número é Açu, totalizando R\$ 7.088.127,50, seguido de Alto do Rodrigues (R\$ 5.866.215,00), Ipanguaçu (R\$ 1.818.700,00), Pendências (1.212.165,00) e Carnaubais (1.212.165,00). Ao dividir os valores de prejuízos pela área do município verifica-se que Alto do Rodrigues é o que apresenta mais perda por quilômetro quadrado (R\$ 30.665,00), pois este é o que possui a menor área entre os municípios em análise. Em seguida é Açu (R\$ 5.438,18), Ipanguaçu (4.860,24), Pendências (R\$ 2.892,30) e Carnaubais (2.056,57).

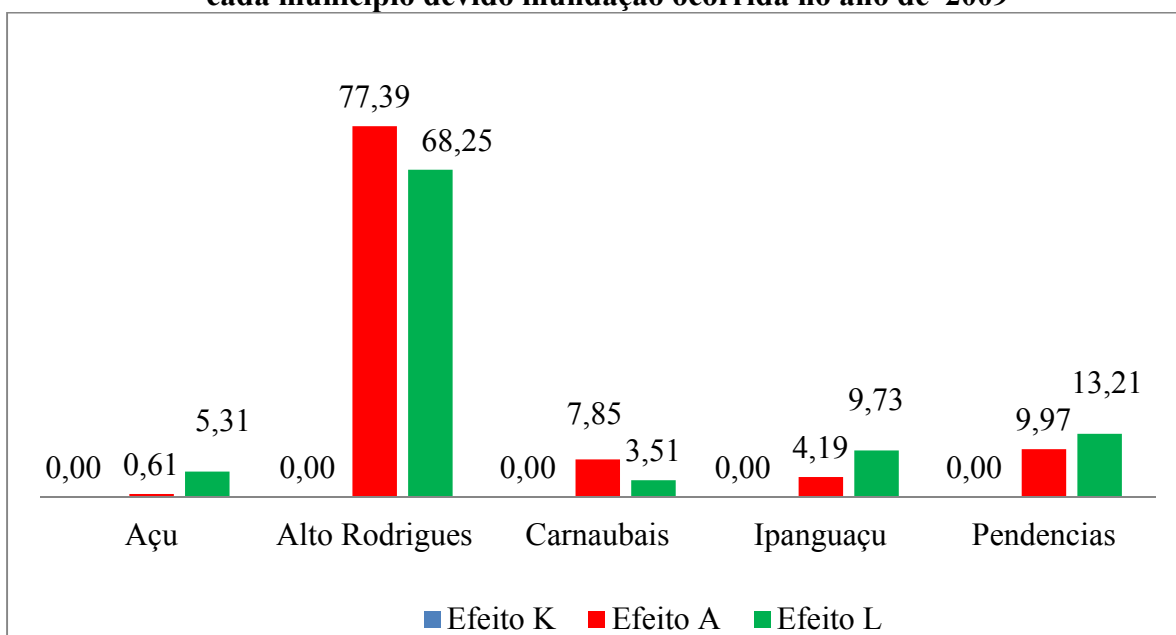
Ao aplicar os dados da Tabela 2 na equação 5, que corresponde ao coeficiente de localização (LC_m) de efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município foram obtidos valores que podem ser visualizados no Gráfico 6. Percebe-se desta forma que dentre os coeficientes de localização de efeitos para afetados e perdas nos municípios, o que se destacou foi Alto do Rodrigues. Tal fato pode ser explicado devido esse apresentar grande valor monetário de perdas por quilometro quadrado, ou seja, houve bastantes perdas e o município é pequeno com relação aos demais analisados.

Gráfico 6 – Coeficiente de localização (LC_m) de efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município devido inundação ocorrida no ano de 2009



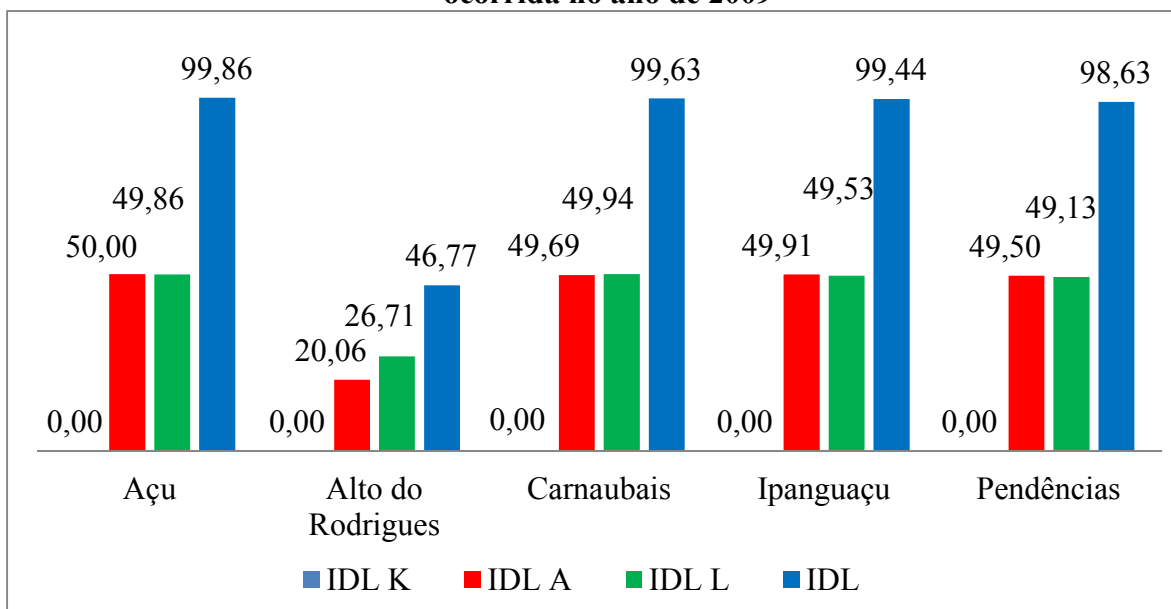
Ao inserir os dados do coeficiente de localização (CL_m) de efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município no Índice de Persistência (IP_e), cujo cálculo encontra-se na equação 3, obtém-se os resultados que estão expostos no Gráfico 7. Ao analisá-lo verifica-se que esse coeficiente também é elevado no município de Alto do Rodrigues. Isso ocorre devido à mesma explicação discorrida no Coeficiente de Localização, pois nesse espaço se concentra o maior valor monetário de perdas por quilômetro quadrado e o segundo maior com relação às perdas totais, cujos valores podem ser visualizados na Tabela 12.

Gráfico 7 - Índice de Persistência (Ipe) dos efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município devido inundações ocorrida no ano de 2009



Ao justapor os dados do coeficiente de localização (CL_m) e o Índice de Persistência (Ipe) de efeitos para mortos, afetados e perdas para cada município na equação 2, referente ao Índice de Desastre Local, apresentam resultados que podem ser visualizados no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Índice de Desastres Locais para cada município estudados para inundações ocorrida no ano de 2009



Ao verificar os IDLs de afetados e perdas, já que o de mortos foi zero, percebeu-se o mesmo desempenho, ou seja, dentre os municípios o que se destaca é Alto do Rodrigues, por apresentar um IDL baixo com relação aos demais, pois não houve casas destruídas, possui

menos área de cultivo inundada, seu território é menor fazendo com que ocorra um controle maior sobre o desastre e necessite de menos recursos para se recuperar, além do que a inundação afetou menos lugares do que os demais municípios em análise, os quais podem ser visualizados nos subcapítulos 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 (Recursos Hídricos e Hipsometria dos Municípios de Açu, Alto do Rodrigues, Carnaubais, Ipanguaçu e Pendências), respectivamente.

Com referência ao IDL de afetados, todos os municípios possuem efeitos semelhantes, pois os valores variam entre 20,06 a 49,54, ou seja, encontram-se classificados na faixa entre (20-50) significando que há concentração de pequeno desastre (inundação) e a distribuição de seus efeitos é intermediária.

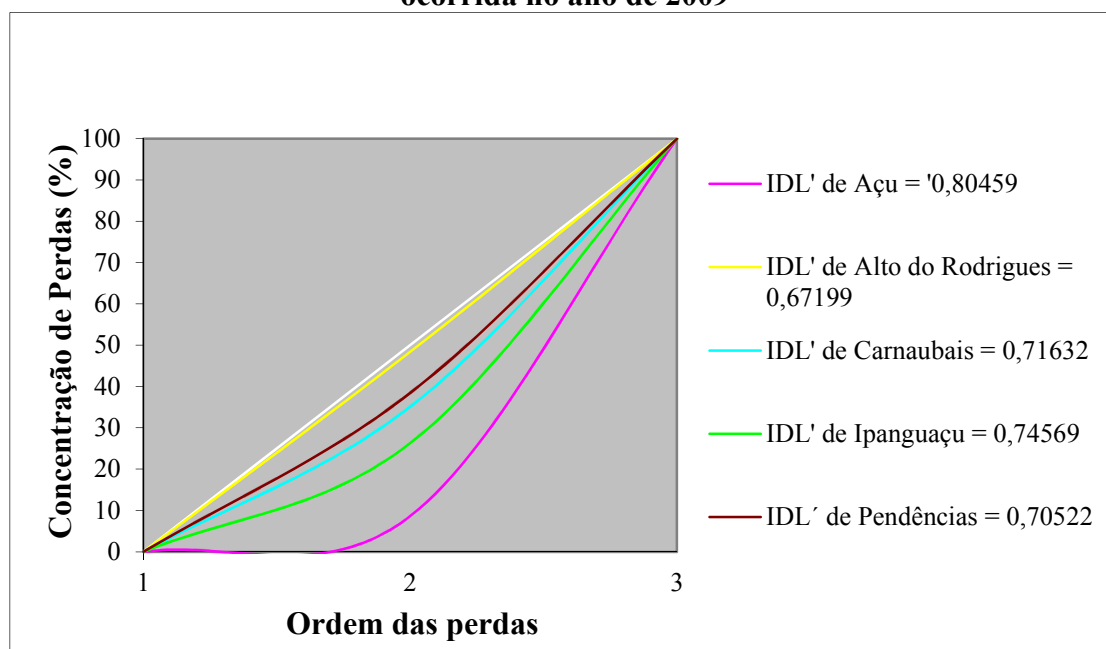
Quanto ao IDL de perdas, o maior valor encontra-se em Carnaubais (49,94) e está mais vulnerável que os demais municípios, por este efeito se apresentar disperso no território.

A aplicação do IDL expôs que dentre os municípios pesquisados, o mais vulnerável a distribuição dos efeitos locais (desastres), com relação à inundação é Açu, pois possui o maior valor de perdas, maior área de cultivo inundada, maior número de afetados, maior valor de m² de casa danificada e destruída. Já o município menos vulnerável é Alto do Rodrigues, pois não houve casas destruídas, possui menos área de cultivo inundada, seu território é menor fazendo com que ocorra um controle maior sobre o desastre e necessite de menos recursos para se recuperar, além do que a inundação afetou menos lugares do que os demais municípios em análise. E nos municípios de Açu, Carnaubais e Pendências os seus efeitos são semelhantes, pois variam pouco os valores de perdas, por isso que seus valores são próximos, mas são bastante vulneráveis.

O resultado do IDL apresentou um resultado diferente da opinião de moradores e gestores. Devido o núcleo urbano do município de Ipanguaçu ser circundado por dois rios: Açu e Pataxó, dizia-se que o município é o mais vulnerável a desastres, mas o IDL mostrou que não, o mais vulnerável é Açu, devido motivos citados acima.

No que concerne ao IDL', o qual verifica a concentração de perdas, no Gráfico 9 visualiza-se que, dentre os municípios estudados, o que obteve a menor concentração de perdas foi o Alto do Rodrigues (0,67199), seguido por Pendências (0,70522) e Carnaubais (0,71632). Os municípios que apresentaram a maior concentração são Açu (0,80459) e Ipanguaçu (0,74569).

Gráfico 9 – Concentração de perdas para cada município estudado devido inundação ocorrida no ano de 2009



Os valores encontrados de IDL nos municípios estudados mostraram que o índice se torna uma ferramenta útil para a análise econômica e setorial, pois expõem dentre os municípios analisados quais são os mais atingidos pela inundação, ou seja, qual obteve mais percam estruturais e econômicas, fazendo com que os gestores em nível estadual e municipais possam ajudar financeiramente os que mais precisam e também conferir se esses dados são reais. Além desse fator, tal índice visa fomentar políticas de desenvolvimento, ordenamento territorial local, intervenção e proteção de bacias hidrográficas e justificar a transferência de recursos para o nível local com fins específicos de gestão de risco e a criação de redes de segurança social.

6.2. Índice de Gestão de Risco (IGR)

Em relação ao Índice de Gestão de Riscos, os municípios em análise apresentaram comportamento que pode ser visualizado na Tabela 13.

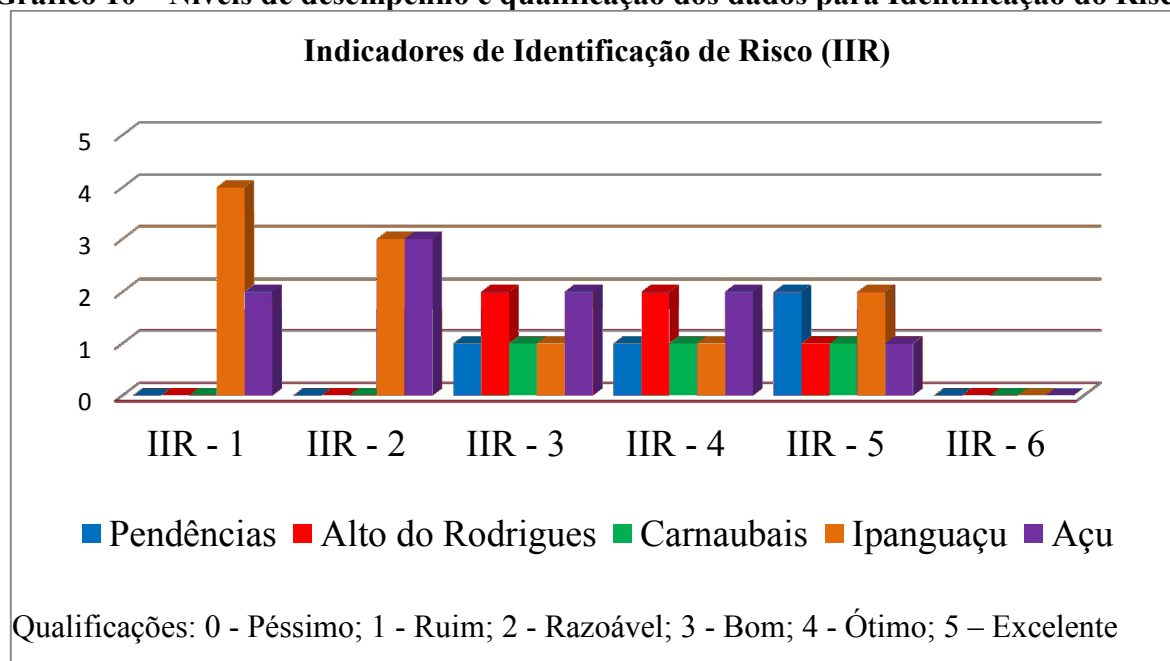
Tabela 13 – Classificação do Índice de Gestão de Riscos para as áreas em questão

Municípios	IGR (%)	Classificação
Pendências	13,9	Péssimo
Alto do Rodrigues	10,4	Péssimo
Carnaubais	7,7	Péssimo
Ipanguaçu	25,0	Razoável
Açu	22,9	Razoável

A classificação dos municípios apresentados na Tabela 7 ocorreu devido aos desempenhos da gestão desses, que serão vistos a seguir.

O primeiro indicador a ser tratado é o Inventário sistemático de desastres e perdas (IIR - 1), o qual está relacionado à Identificação de Risco, cujos níveis de desempenho podem ser visualizados no Gráfico 10, o qual expõe os municípios de Pendências, Alto do Rodrigues e Carnaubais apresentando o mesmo nível de desempenho (0), estando assim qualificados como péssimos, pois no ano de 2009, antes do período de inundação (abril a maio) não havia qualquer registro de dados básicos e superficiais de inundação que afetaram a cidade. Tal fato ocorreu devido à mudança de gestão política, pois quando passa de uma gestão para outra, normalmente a anterior não repassa dados do que produziram para a seguinte.

O município de Açu foi ponderado com o valor 2 e classificado como razoável, pois possui registro e catálogos com informações limitadas de efeitos e perdas no AVADAN confeccionadas no ano de 2008. Ipanguaçu foi ponderado com 4, classificado como ótimo, pois existem catálogos, registro e sistematização detalhado dos efeitos e perdas, isto porque os levantamentos foram realizados nas inundações de 2004 e 2008 e registrados nos AVADANs.

Gráfico 10 – Níveis de desempenho e qualificação dos dados para Identificação do Risco

No que concerne aos Monitores de ameaça e prognóstico à inundação (IIR – 2), o qual está relacionado à Identificação de Risco, os níveis de desempenho estão expostos no Gráfico 10, mostrando que os municípios que possuem equipamentos para realizar tal atividade são Ipanguaçu e Açu, sendo assim ponderados por 3 e qualificados como bom. Para serem classificados como ótimo deveriam possuir sistemas de alertas automáticos funcionando em todo território.

Em Ipanguaçu há redes com tecnologias avançadas e protocolos de informações estabelecidos pela EMPARN e EMATER, os quais fazem levantamentos de precipitação e dentre outras variáveis climatológicas. O município de Açu realiza o monitoramento da lamina de água da barragem Engenheiro Armando Ribeiro, cujo procedimento é exercido pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Os demais municípios realizam o acompanhamento no que concerne à inundação baseado em prognósticos expostos pela EMPARN, informados geralmente no início do ano e pelo DNOCS. A EMPARN avalia o comportamento da precipitação e o DNOCS analisa o nível de água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Esse acompanhamento para gestores é de fundamental importância, pois não possuem monitores de ameaças e prognóstico, sendo assim quantificado com 0 e qualificado como péssimo.

Quanto à Avaliação de ameaças e sua representação em mapas (IIR – 3), o qual está relacionado à Identificação de Risco e cujos níveis de desempenho são visualizadas no

Gráfico 10 expõe que, os municípios de Pendências, Carnaubais e Ipanguaçu encontram-se ponderados com valor 1 e qualificados como ruins, pois apenas realizam a avaliação superficial da influência e risco a inundação em seus territórios por meio de registro em AVADAN, mas não os representam em nenhum mapa básico, apenas Ipanguaçu apresenta um croqui desenhado à mão e em meio digital.

Alto do Rodrigues e Açu tiveram ponderação 2 e classificação razoável, pois realizam estudos descritivos e qualitativos de ameaça a inundação com representação em mapas. Em Açu o mapa foi confeccionado por meio do *AutoCad*, com pontos georreferenciados. E em Alto do Rodrigues a identificação das áreas atingidas pela inundação são expostas por meio de imagens de satélites extraídas do *Google Earth*. Vale salientar que nenhum dos municípios realiza avaliação de risco a inundações e expõe em mapas.

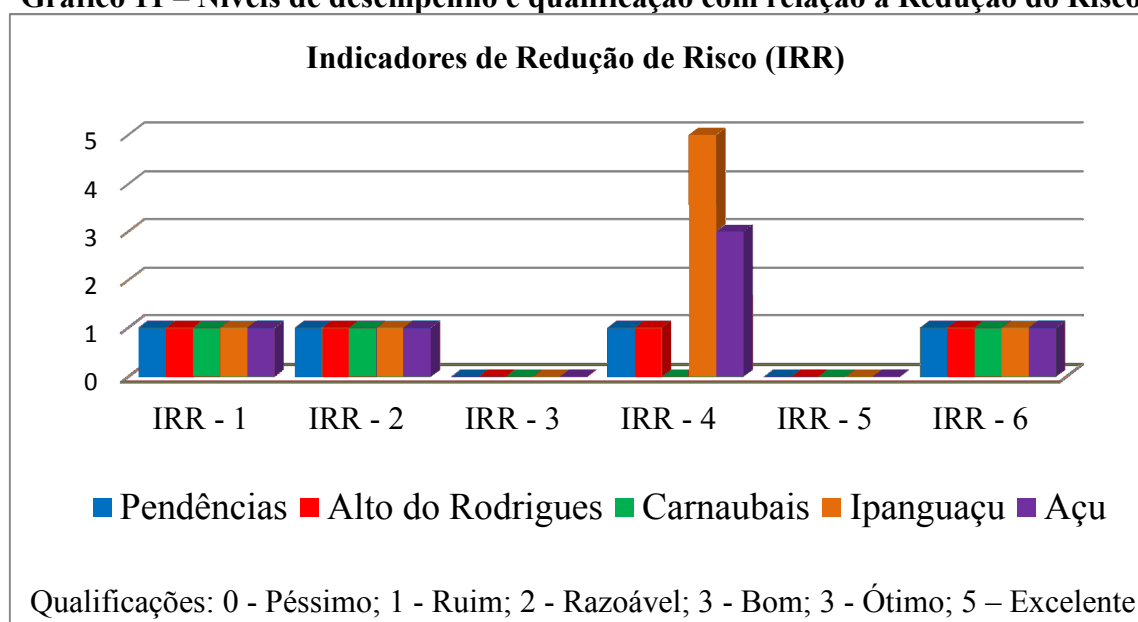
No que tange a Avaliação da vulnerabilidade e risco a inundação (IIR – 4), que está relacionado à Identificação de Risco, os níveis de desempenho são visualizados no Gráfico 10 mostrando que, os municípios de Pendências, Carnaubais e Ipanguaçu apresentam nível de desempenho 1, classificado como ruins, pois identificam os elementos expostos em áreas propensas da cidade por meio dos AVADANs. Alto do Rodrigues e Açu são ponderados com 2 e classificado como razoável, pois além de confeccionarem o AVADAN, realizaram um estudo geral da vulnerabilidade física ante à inundação, Alto do Rodrigues realiza tal ação utilizando o *Google Earth* para delimitá-la e por considerar no mapeamento outros corpos hídricos no interior do município. Açu confeccionou mapa por meio do *AutoCad*, com pontos georreferenciados dos pavimentos e acessos danificados e por também considerar no mapeamento, demais corpos hídricos no interior do município.

Em relação a Informação pública e participação comunitária (IIR – 5), o qual está relacionado à Identificação de Risco, exposto no Gráfico 10, visualiza-se que os municípios de Alto do Rodrigues, Carnaubais e Açu no ano de 2009 foram ponderados com o número 1 e qualificados como ruim, pois a informação sobre gestão de risco foi repassada por estes de forma esporádica e em condições de normalidade (mas no período chuvoso) é mais frequente quando apresentam os desastres. Os municípios de Pendências e Ipanguaçu foram ponderados com o número 2 e qualificados como razoáveis, pois realizaram informação pública por meio de rádio, orientando a população como se preparar em caso de emergência antes do período chuvoso.

Concernente à Capacitação e educação em gestão de riscos (IRR – 6), o qual está relacionado à Identificação de Risco e encontra-se à mostra no Gráfico 10, informa que todos os municípios analisados foram enquadrados na ponderação 0 e classificação péssimo, pois nenhum abordou nas escolas e nem em programas de capacitação comunitária temas sobre ameaças, riscos, vulnerabilidades e desastres à inundação.

A avaliação da Redução do Risco, foi realizada e exposta através do Gráfico 11, o qual apresenta os níveis de desempenho dos municípios.

Gráfico 11 – Níveis de desempenho e qualificação com relação à Redução do Risco



O primeiro indicador do Gráfico 11 trata da Integração do risco na definição de usos do solo e a planejamento urbano (IRR – 1), onde neste todos os municípios apresentam o nível de desempenho ponderado com 1 e qualificado como ruim, pois neste quesito só fazem considerações de elementos de identificação de riscos e informam que devem realizar proteção ambiental no planejamento físico nas áreas que constam nos AVADANs. Vale salientar que, dos municípios pesquisados, Ipanguaçu foi o único que promulgou uma lei municipal, em 2010 (Lei Complementar nº 009/2010, de 02 de junho de 2010), que dispõe sobre a delimitação de bairros e terrenos e residências, bem como determina as áreas de risco não edificantes, como também estabelece criação de bairros, avenidas e ruas pertencentes ao perímetro urbano da cidade, nos termos da Lei Complementar nº 005/2009 e da Lei Orgânica Municipal a dá outras providências.

Os demais municípios não elaboraram nenhum plano de ordenamento territorial, zoneamento ou promulgaram leis que consideram vulneráveis a inundação como determinante do ordenamento territorial e planejamento do desenvolvimento socioeconômico.

No que concerne a Intervenção em bacias hidrográficas e proteção ambiental (IRR – 2), no Gráfico 11 apresenta-se que neste item todos os municípios são ponderados com valor 1 e qualificados como ruim, pois realizam apenas um inventário dos corpos hídricos e áreas de maior degradação ambiental ou consideradas de maior risco a degradação, os quais constam no AVADANs. Os municípios deveriam formular planos, estudos de impactos e disposições legais de ordenamento e intervenção de corpos hídricos estratégicos e de áreas sensíveis levando em conta aspectos relacionados com a vulnerabilidade e o risco.

Vale salientar que, no ano de 2005 (outubro) foi elaborado um Plano de Controle Ambiental do Trecho Inferior da Bacia do Rio Piranhas-Açu, de acordo com o contrato Nº 001/2005-SERHID/ANA, firmado entre a Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID (este órgão atualmente faz parte da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH), por meio do Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro – Proágua/Semiárido e a Empresa KL Serviços e Engenharia S/S Ltda. proveniente de Fortaleza/Ceará.

Entende-se que esse estudo tinha que ser atualizado, pois a dinâmica da bacia hidrográfica muda constantemente, por técnicos que já detenham conhecimento da área em análise, acompanhados pelos componentes da Defesa Civil dos municípios em estudo. Para o município de Ipanguaçu foi elaborado um anteprojeto preliminar em maio de 2006 com o objetivo de desobstruir a calha do Rio Pataxó, o qual era intitulado como Obras de infraestrutura para proteção contra as cheias e drenagem da Ilha de Ipanguaçu/RN e áreas irrigadas do município de Ipanguaçu/RN, considerando a solução integrada do rio Pataxós com o Piranhas-Açu. Contudo, não foi realizado pelo do Governo Estadual ou Federal e sim pelo próprio município no ano de 2011.

Quanto à Implementação de técnicas de proteção e controle à inundação (IRR – 3) no Gráfico 11 é visto que todos os municípios foram ponderados com 0 e qualificados como péssimos, pois não haviam realizado medidas estruturais de controle e estabilidade em alguns lugares de maior incidência e perigo a inundação.

Concernente ao Melhoramento de habitação e deslocamento de assentamentos (IRR - 4), os níveis de desempenho podem ser visualizados no Gráfico 11. Expõe-se que, o município de Carnaubais foi ponderado com 0 e qualificado como péssimo, pois não confeccionou um inventário de identificação dos assentamentos humanos marginais e residências localizadas em áreas de risco, sendo um grande problema para a gestão de risco, pois caso nenhum componente da defesa civil não estejam presentes e ocorra a possibilidade de inundação, o que fazer? Com este documento em mãos já se sabe quais são as moradias que possuem o maior risco a inundação.

O Alto do Rodrigues e Pendências foram ponderados com 1 e classificados como ruim, pois realizam apenas levantamento e elaboram documento com fotos expondo as residências em áreas de riscos para quando necessário, localizassem as pessoas mais propensas ao desastre. Ressalta-se que, em Alto do Rodrigues não há assentamentos, mas nesse estudo, considera-se pessoas no geral e não aglomerados.

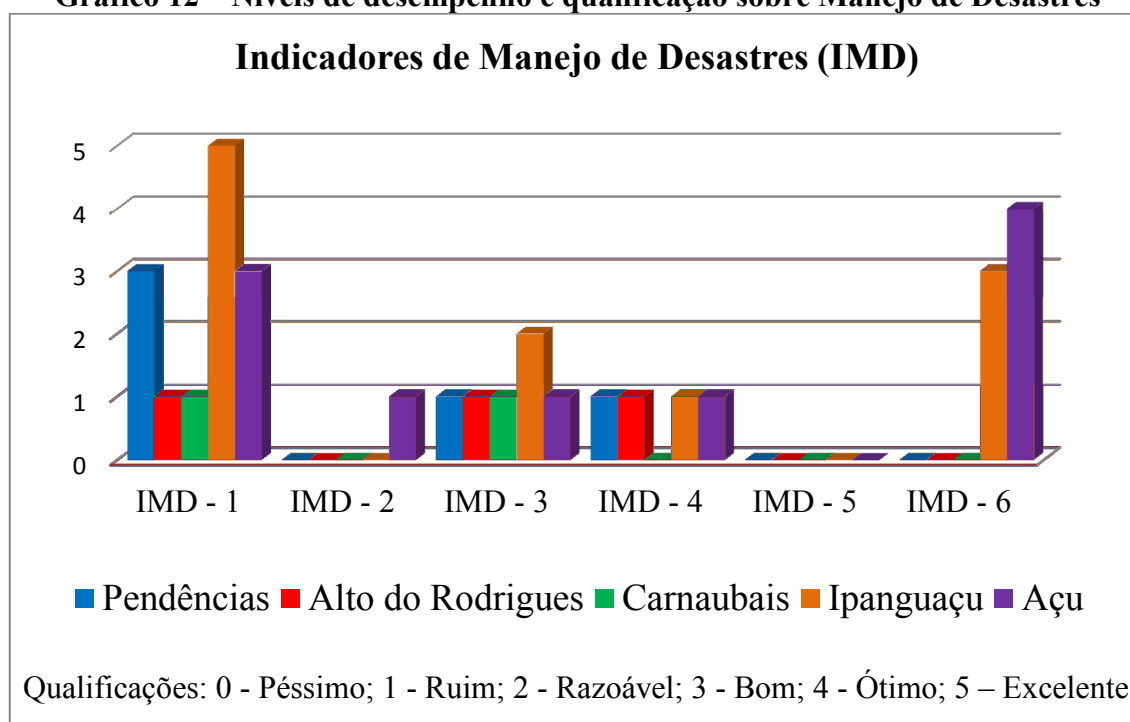
O município de Açú encontra-se ponderado com 3 e classificado como bom, pois além de realizar levantamento de tal estrutura desempenha programas de melhoramento de entorno, de moradia existente e realiza cursos de qualificação da mão de obra, como: o de fruticultura, pedreiro, eletricista, encanador, doação de terrenos para que pequenas oficinas e empresas instalem-se e possam gerar emprego (direto e indireto e renda), Programa da Revitalização da Cultura do Algodão, no qual onde conseguiram na safra do ano de 2010/2011 fazer com que mais de 120 produtores de Açú e num total de 160 do Vale do Açú produzissem mais de 300 ha de algodão, gerando renda para a agricultura familiar. Ipanguaçu foi ponderado com 5, sendo qualificado como excelente, pois há o controle das áreas de risco da cidade e realocação da maioria das moradias construídas em áreas de risco não mitigáveis, devido experiência de diagnósticos relativas à inundação desde 2004.

No que se refere a Atualização e controle de aplicação de normas e códigos (IRR – 5) ao verificar as informações que conta no Gráfico 11 visualiza-se que todos os municípios encontram-se ponderados com o número 0 e qualificados como péssimos. No ano de 2009, nenhum município confeccionou ou atualizou a aplicação de normas e códigos de construção, que deveriam expedir e atualizar normas de cumprimento obrigatório com base em normativas municipais modificadas e ajustadas de acordo com a avaliação de ameaças, com base em zoneamentos e controlar tal cumprimento.

Quanto aos reforços e intervenções da vulnerabilidade dos bens públicos (IRR – 6), cujos níveis de desempenho podem ser visualizados no Gráfico 11, mostra que todos os municípios encontram-se enquadrados no nível 1 e qualificados como ruins, pois realizaram adequações esporádicas (mudanças de uso) em escolas, ou seja, abrigam pessoas com casas danificadas em escolas, prejudicando assim o ensino, devido as escolas no período de inundação serem utilizados como abrigos. Dentre os reforços, no município de Ipanguaçu deveria ser construído um hospital, pois neste não há tal estrutura, o que favorece a lotação dos hospitais dos municípios circunvizinhos e causam problemas à população que precisa de um atendimento mais específico.

Ao analisar o Manejo do Desastre, depara-se com um comportamento que pode ser visualizado no Gráfico 12. O primeiro indicador a ser analisado com relação a essa temática é a Organização e coordenação de operações de emergência (IMD - 1), no qual o município de Alto do Rodrigues e Carnaubais encontram-se ponderados pelo número 1 e qualificado como péssimo, pois as operações de emergências no período de inundação são realizadas por diferentes organismos que atendem em situações críticas, sem maiores recursos e vários deles com pessoal voluntário apenas, apesar de ter uma legislação específica da cidade que define uma estrutura interinstitucional para aquele mandato, papéis das entidades operativas e estabelecem coordenação de comissões de emergência em todo o território.

Gráfico 12 – Níveis de desempenho e qualificação sobre Manejo de Desastres



Pendências e Açú foram ponderados com número 3 e qualificados como bom, pois apresentaram uma coordenação apreciável, em algumas localidades ou distritos da cidade, entre as entidades operativas na preparação conjunta, comunicação, busca e resgate, rede de urgências e gestão de alojamentos temporais. Ipanguaçu foi ponderado com 5 e classificado como excelente, pois oferecem protocolos adequados de coordenação permanente para responder em caso de emergência entre as entidades operativas, de serviços públicos, às autoridades locais e organismos da sociedade civil na maioria das localidades ou distritos, mas de forma verbal e apenas com um Plano de Contingência simples.

No que concerne ao Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta (IMD – 2), cuja avaliação pode ser vista no Gráfico 12, expõe que o município de Açú foi o único ponderado com 1 e classificado como ruim, pois apresentava apenas um Plano de Contingência básico. Para ser levado de qualificação precisava elaborar melhor os procedimentos operativos e de informação à comunidade bem definidos na cidade, com sistemas de prognóstico e alerta operando no período de inundação. Quanto aos demais, não havia nenhum método de ação e informação às comunidades bem definidos na cidade, sendo assim ponderados com 0 e classificados como péssimos.

Quanto à Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura (IMD – 3), o Gráfico 12 expõe que o município de Ipanguaçu é o único dentre os analisados que apresentou centros de reservas e de equipes especializadas de emergência a nível central e em algumas localidades ou distritos e que realizou um inventários de recursos de outras entidades públicas, sendo assim ponderado por 2 e qualificado como razoável. Os demais foram ponderados com 1 e qualificados como ruins, pois estes apresentavam uma reserva básica para dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura. Deveriam apresentar redes de apoio interinstitucional, centros de reservas e entre Centros de Operações de Emergência (COEs), com amplas facilidades de reporte, comunicações, transporte e abastecimento em caso de emergência.

Referente à Capacitação operativa, simulação e prova de resposta interinstitucional (IMD – 4), o Gráfico 12 revela que o município de Carnaubais foi ponderado como 0 e classificado como péssimo, pois não participou de nenhum programa de capacitação em 2009. Os demais foram qualificados como 1 e qualificados como ruins, apesar de terem participado de algum programa de capacitação, mas não realizaram simulação da resposta institucional em nível interno de cada entidade e em conjunto entre várias entidades operativas da cidade. Não elaboraram treinamento permanente de grupos de resposta, prova de planos de

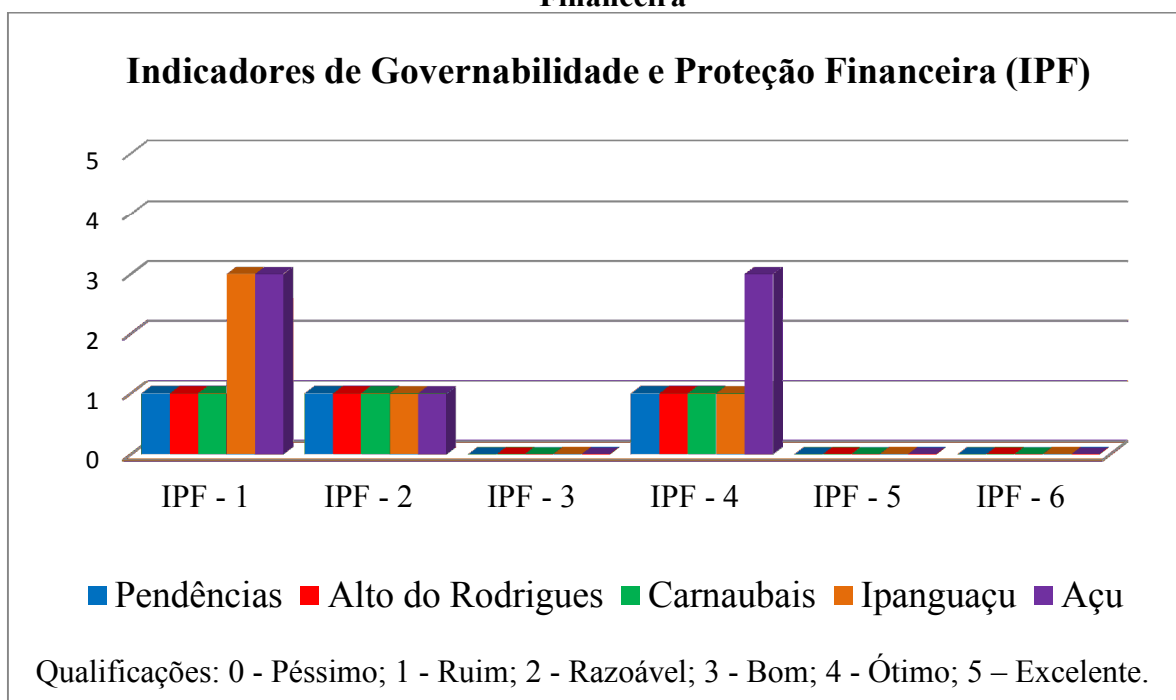
emergência e contingência e atualização de procedimentos operativos, com base em exercícios de simulação na maioria das localidades, para que assim possam subir de classificação (qualificação).

Concernente à Preparação e capacitação da comunidade (IMD – 5), todos os municípios foram ponderados com 0 e qualificados como péssimos, pois nenhum realizou reuniões informativas e cursos esporádicos com comunidades para ilustrar que se deve fazer em emergência, normalmente quando ocorrem desastres.

No que tange o Planejamento para a reabilitação e reconstrução (IMD – 6), o Gráfico 12 mostra que os municípios de Pendências, Alto do Rodrigues e Carnaubais foram ponderados com 0 e classificados como péssimos, pois não elaboram desenho e implementação de planos de reabilitação e reconstrução nem posterior a desastres importantes e nem planejamento de algumas medidas de recuperação provisória por parte de entidades de serviços públicos e encarregadas da avaliação de danos.

Ipanguaçu encontra-se ponderado com o número 3 e classificado como bom, pois procedeu com restabelecimento e reparação de infraestrutura e programas de projetos produtivos para a recuperação de comunidades. Açu foi ponderado com 4 e classificado como ótimo, pois realizaram planos e programas para a recuperação do tecido social, fontes de trabalho e de meios produtivos das comunidades. Alguns destes foram citados quando foi descrito sobre as políticas públicas voltadas para a Redução do Risco (IRR- 4).

Gráfico 13 – Níveis de desempenho e qualificação quanto à Governabilidade e Proteção Financeira



Ao analisar o indicador Organização interinstitucional, multisetorial e descentralizada (IPF - 1), o qual faz parte das políticas públicas voltadas para Governabilidade e Proteção Financeira e seus resultados encontram-se expostos no Gráfico 13 observa-se que, os municípios de Pendências, Alto do Rodrigues e Carnaubais encontram-se ponderado pelo número 1 e qualificados como ruins, pois esses apresentam apenas uma organização básica de entidades em comitê e com um enfoque principalmente de resposta a emergências. Ipanguaçu e Açu foram ponderados com número 3 e qualificados como bom devido possuírem instituição de um sistema interinstitucional de gestão de risco ativo, com trabalho para desenho de políticas públicas sobre redução de vulnerabilidade.

No que concerne aos Fundos de reserva para o fortalecimento institucional (IPF - 2), cuja avaliação pode ser vista no Gráfico 13 expõe que, todos os municípios foram ponderado com 1 e classificados como ruins, pois nenhum apresentou fundo de reservas da cidade. Dependem de recursos municipais para desastres ou calamidades.

Quanto à Localização e mobilização de recursos de orçamento (IPF - 3) o Gráfico 13 expõe que todos os territórios em análise foram ponderados como 0 e qualificados como péssimos, pois contam com nenhuma atribuição limitada de partidas orçamentais, apenas

remanejam recursos financeiros de outros setores para a instituição competente a desastres (defesa civil) com fins de atenção de emergências.

Concernente a Implementações de redes e fundos de segurança social (IPF – 4), o Gráfico 13 revela que o município de Açu foi ponderado como 3 e classificado como bom, pois neste existe realização de redes sociais para auto proteção dos meios de sustento de comunidades em risco e realização de projetos produtivos de reabilitação e recuperação pós-desastre. Os demais foram ponderados com 1 e qualificados como ruim, pois apenas forneciam subsídios esporádicos a comunidades afetadas por desastres ou em situações críticas de risco. Dever-se-iam constituir fundos de investimento social permanentes para o apoio de comunidades vulneráveis com foco nos extratos socioeconômicos mais pobres e programas regulares de microcrédito e atividades do gênero, orientadas à redução da vulnerabilidade humana.

Referente aos Seguros e estratégias de transferências de perdas ativas publicas (IPF – 5) o Gráfico 13 mostra que todos os municípios foram ponderados com 0 e qualificados como péssimo, pois nenhum realizou móvel público é assegurado, mas deveria ter tal recurso. No que tange a Cobertura de seguros e resseguros de habitação (IPF – 6), o Gráfico 8 exibe que em nenhum município possui seguro de moraria, sendo assim ponderados com 0 e classificados como péssimos.

No que concerne à Identificação dos riscos, os gestores dos municípios mostraram grandes carências em dois quesitos: avaliação de vulnerabilidade em seus territórios e desempenho na capacitação e educação em gestão de riscos. Portanto, quanto ao primeiro quesito, os que realizam tal ação devem melhorar a representação de riscos por meio de mapeamentos e registros (fotografias e descrições), pois encontram-se bastante precários, principalmente no município de Pendências e Carnaubais, os quais não realizaram essa atividade no ano de 2009.

Posteriormente, a Defesa Civil desses municípios deveria desempenhar capacitação e educação em gestão de riscos, ou seja, cursos de como agir em período de inundações nas comunidades, bairros e escolas, pois nenhum destes cumpriu tal procedimento tão importante na gestão de riscos, dificultando assim o trabalho dos mesmos, pois as pessoas não sabem como agir nos momentos de desastres.

No que tange à redução do risco todos os municípios, em diversas temáticas, se encontram qualificados entre péssimo e ruim, pois não há medidas satisfatórias para amenizar o problema. Dentre as temáticas trabalhadas, a única que obteve resultado interessante é no quesito melhoramento de habitação e deslocamento de assentamento, o qual era efetivamente realizado apenas por Ipanguaçu (trabalho realizado desde 2004) e Açu, onde há investimento em programas de melhoramento de entorno e de moradia existente.

Quanto ao Manejo a Desastres, a maioria dos municípios foi classificado entre péssimo e ruim, visto que a coordenação de operações de emergência atendia sem maiores recursos e sem levantamento de recursos necessários. Além desse fator, os municípios não continham Plano de Contingência, exceto Açu e Ipanguaçu. Em muitos não havia plano de reabilitação e reconstrução de moradias, sendo Ipanguaçu e Açu exceções neste quesito. Um fator preocupante diagnosticado refere-se à preparação e capacitação da comunidade, ação inexistente por iniciativa do poder público em todos os municípios, existindo apenas conversas informais sobre este assunto e próximo ao acontecimento da inundação.

O quesito Governabilidade e Proteção Financeira está extremamente precário, pois nos municípios não havia fundos para desastres, inexistem seguros de moradias e infraestruturas públicas, os recursos são limitados, dispostos apenas para atender em período de emergência e a organização interinstitucional geralmente é centralizada na Defesa Civil, os quais geralmente são compostos por diversos profissionais (enfermeiros, assistentes sociais, técnicos em meio ambiente e dentre outros), o que representa um ponto positivo.

Devido à ausência de ações e recursos, os resultados expõem que há muito trabalho a ser realizado, cujos municípios ainda têm que melhorar os quesitos citados acima (Ipanguaçu e Açu) e muitos a aplicar (Carnaubais, Pendências e Alto do Rodrigues).

6.3. Processo de Análise Hierárquica

Os resultados do PAH para o município de Açu encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados do PAH para o município de Açu

Indicadores de Identificação do Risco a serem priorizados	% do PAH
IIR1 - Inventário sistemático de desastres e perdas	21,0
IIR2 - Monitores de ameaças e prognóstico	27,6
IIR3 - Avaliação de ameaças e sua representação em mapas	8,9
IIR4 - Avaliação de vulnerabilidade e risco	15,9
IIR5 - Informação pública e participação comunitária	20,3
IIR6 - Capacitação e educação em gestão de riscos	6,3
Indicadores de Redução do Risco a serem priorizados	% do PAH
IRR1 - Integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano	23,5
IRR2 - Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental	14,8
IRR3 - Implementação de técnica de proteção e controle de inundação	6,8
IRR4 - Melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos (residências) de áreas propensas	26,4
IRR5 - Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção	14,8
IRR6 - Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens públicos	13,7
Indicadores de Manejo de Desastres a serem priorizados	% do PAH
IMD1 - Organização e coordenação de operações de emergência	23,3
IMD2 - Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta	20,4
IMD3 - Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura	14,7
IMD4 - Capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional	4,5
IMD5 - Preparação e capacitação da comunidade	23,6
IMD6 - Planejamento para a reabilitação e reconstrução	13,5
Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira a serem priorizados	% do PAH
IPF1 - Organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada	41,1
IPF2 - Fundos de reservas para o fortalecimento institucional	5,3
IPF3 - Localização e mobilização de recursos e orçamento	13,7
IPF4 - Implementações de redes e fundos de segurança social	19,0
IPF5 - Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos	9,3
IPF6 - Cobertura de seguros e resseguros de moradia	11,6

O resultado do PAH aborda que se deve primeiramente priorizar a questão de monitores de ameaças e prognóstico (27,6%) e, de acordo com a realidade local é uma ótima opção, em virtude de Açu ser o único município dentro dos analisados a realizar monitoramento do volume de água da barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves, contudo este deve melhorar tal recurso, por meio da compra de equipamentos mais precisos, com tecnologia avançada; manutenção contínua; capacitação das pessoas que realizam o monitoramento e inserção de sistemas de alerta automáticos que funcionem continuamente.

Em seguida o PAH sugere que se deve investir no inventário sistemático de desastres e perdas (21,0%), pois é por meio deste que se tem a dimensão das perdas e do desastre, o qual expõe quais os lugares devem ser investidos, ou seja, providenciar medidas estruturais ou não.

Em sequência, o PAH aborda que necessita empenhar-se na informação pública e participação comunitária (20,3%), pois a informação sobre gestão de risco no ano de 2009 foi

repassada por estes de forma esporádica e em condições de normalidade. Os gestores desse município bem que poderia realizar divulgação na imprensa e emissão de programas de rádio ou TV, orientando a população para a preparação em caso de emergência; confeccionar materiais ilustrativos sobre inundação para a redução de vulnerabilidade e realizar trabalhos com comunidades e com ONGs no que concerne a inundação.

O PAH realizado indica que deve-se priorizar a questão da avaliação de vulnerabilidade e risco (15,9%), pois apesar de identificar os elementos expostos em áreas propensas da cidade por meio do AVADAN e do mapa do município em *AutoCad* georreferenciados. No entanto, esse mapa aborda no geral apenas recursos hídricos do município, pavimentos e acessos danificados, sendo necessários estudos gerais de vulnerabilidade física utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG) levando em conta demais infraestruturas comprometidas, como residências, áreas inundadas, demais infraestruturas e dentre outros. E além desse fator, deve levar em consideração estudos detalhado de risco, utilizando técnicas probabilísticas, levando em conta o impacto econômico e social gerado pela inundação, análise da vulnerabilidade da maioria de prédios essenciais (escolas, hospitais) e avaliação generalizada de risco, considerando fatores físicos, sociais, culturais e ambientais.

Em Açú, o PAH mostra que deve-se levar em consideração também a avaliação de ameaças e sua representação em mapas (8,9%). Essa medida já é realizada, mas deve ser melhorada por meio de ampla cobertura com mapas de risco de resolução e escalas grandes; realizar zoneamentos e micro zoneamento da cidade com e sem técnicas probabilísticas. Além desse fator, o município carece de capacitação e educação em gestão de riscos (6,3%), o qual não é realizado por nenhum outro município em análise, cujo(s) esse(s) deveria(m) incorporar a gestão de risco nos programas curriculares, confeccionar materiais de instrução de alta qualidade e realizar cursos frequentes de capacitação da população.

No que concerne aos indicadores de redução do risco, o PAH expõe que, primeiramente deve ser realizado o melhoramento de moradia e realocação de assentamentos (residências) de áreas propensas (26,4%), por meio de controle notável das áreas de risco da cidade e realocação da maioria das moradias construídas em áreas de risco não mitigável. Em seguida se faz necessário realizar os seguintes atos: integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano (23,5%) por meio de aprovação e controle do cumprimento de planos e legislação de ordenamento territorial e desenvolvimento que incluem os riscos

como determinantes e se generalizam as disposições de segurança urbana; intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental (14,8%), por meio de planos de intervenção e proteção ambiental; atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção (14,8%) fazendo a confecção e atualização permanente de códigos e outras normas de segurança, implantação de um regulamento de construção para a cidade com base em zoneamento urbano e controle de seu cumprimento; reforço e intervenção da vulnerabilidade de bens públicos (13,7%) com a massificação do reforço dos principais prédios públicos e infraestrutura de linhas vitais (estradas, escolas, hospitais etc.) e programas permanentes de incentivos para reabilitação de moradia de extratos socioeconômicos de baixo ingresso, e, ‘implementações de técnicas de proteção e controle de inundação’ (6,8%) por meio de implementação de planos de mitigação e adequado desenho e construção de obras de estabilidade, amortecimento, dissipação e controle com fins de proteção da população e investimentos sociais.

No que tange aos indicadores de manejo de desastres, o PAH exhibe que, primeiramente deve ser realizado a preparação e capacitação da comunidade (23,6%), que pode ser feito com a realização de cursos frequentes com a população em risco a inundação sobre preparativos, prevenção e redução de riscos. Em seguida deve-se investir na organização e coordenação de operações de emergência (23,3%), pois a partir dessa prática é que se obtêm as tomadas de decisão para a população que se encontra vulnerável ao desastre; planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta (20,4%), por meio de planos de emergência e contingência completos e associados a sistemas de informação e alerta pública na maioria das localidades ou distritos; na dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura (14,7%), ou seja, obter redes de apoio interinstitucional, de centros de reservas e entre Centro de Operações de Emergência (COEs) funcionando permanentemente, amplas facilidades de reporte, comunicações, transporte e abastecimento em caso de emergência; no planejamento para a reabilitação e reconstrução (13,5%), por meio de realização de planos e programas para a recuperação do tecido social, fontes de trabalho e meios produtivos para a população afetada; e por fim, realizar a capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional (4,5%), com treinamento permanente de grupos de resposta, prova de planos de emergência e contingência e atualização de procedimentos operativos com base em exercícios de simulação na maioria das localidades.

E no que diz respeito aos indicadores de governabilidade e proteção financeira, o PAH mostra que, primeiramente deve ser investido na organização interinstitucional, de múltiplos

setores e descentralizado (41,1%), por meio de execução contínua e descentralizada de projetos de gestão de riscos associados com programas de proteção ambiental, energia, saneamento e redução da pobreza. Em seguida, deve-se: implementar redes e fundos de segurança social (19,0%), por meio desenvolvimento de programas de proteção social e redução da pobreza e atividades de mitigação e prevenção de riscos a inundações na cidade; localização e mobilização de recursos e orçamento (13,7%), por meio de determinação no orçamento de valores voltados para a redução da vulnerabilidade, criação de taxas de proteção e segurança ambiental e utilização de empréstimos solicitados pela cidade com fins de redução de riscos diante organismos fornecedores de crédito; cobertura de seguros e resseguros de moradia (11,6%); cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos (9,3%) por meio de análise e implantação de estratégias de retenção e transferência de perdas sobre os ativos públicos, considerando consórcios de resseguro, bônus por catástrofe, etc.; e, deve-se investir no fundo de reserva para o fortalecimento institucional (5,3%).

Os resultados do PAH para o município de Alto do Rodrigues encontram-se na Tabela 15.

Tabela 15 – Resultados do PAH para Alto do Rodrigues

Indicadores de Identificação do Risco a serem priorizados	% do PAH
IIR1 - Inventário sistemático de desastres e perdas	37,1
IIR2 - Monitores de ameaças e prognóstico	19,1
IIR3 - Avaliação de ameaças e sua representação em mapas	10,4
IIR4 - Avaliação de vulnerabilidade e risco	16,3
IIR5 - Informação pública e participação comunitária	12,3
IIR6 - Capacitação e educação em gestão de riscos	5,0
Indicadores de Redução do Risco a serem priorizados	% do PAH
IRR1 - Integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano	23,7
IRR2 - Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental	22,4
IRR3 - Implementação de técnicas de proteção e controle de inundações	9,6
IRR4 - Melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos (residências) de áreas propensas	19,7
IRR5 - Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção	6,5
IRR6 - Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens públicos	18,1
Indicadores de Manejo de Desastres a serem priorizados	% do PAH
IMD1 - Organização e coordenação de operações de emergência	32,2
IMD2 - Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta	19,5
IMD3 - Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura	18,2
IMD4 - Capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional	4,7
IMD5 - Preparação e capacitação da comunidade	11,1
IMD6 - Planejamento para a reabilitação e reconstrução	14,2
Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira a serem priorizados	% do PAH
IPF1 - Organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada	34,8
IPF2 - Fundos de reservas para o fortalecimento institucional	5,5
IPF3 - Localização e mobilização de recursos e orçamento	21,4
IPF4 - Implementações de redes e fundos de segurança social	7,7

IPF5 - Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos	16,2
IPF6 - Cobertura de seguros e resseguros de moradia	14,4

Por esta tabela, verifica-se que o resultado do PAH prioriza a questão do inventário sistemático de desastres e perdas (37,1%), devido à mesma justificativa posta no PAH para Açu.

Em seguida o resultado do PAH sugeriu em investir nos monitores de ameaças e prognóstico (19,1%), pois no município não há monitores. Esse município baseia-se em dados fornecidos pela EMPARN de Ipanguaçu (precipitação) e Natal (previsão de chuvas). Além desses órgãos os gestores públicos obtêm informações do DNOCS em Açu quanto o volume da barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves. Aliado a implantação de monitores e prognósticos, deveria implantar sistemas de alerta.

O município deve priorizar também na questão da avaliação de vulnerabilidade e risco (19,1%), pois apesar de identificar os elementos expostos em áreas propensas da cidade com o uso do AVADAN e realizar um estudo geral da vulnerabilidade física ante a inundação utilizando o *Google Earth* para delimitação destas, levando em consideração demais corpo hídrico no interior do município, faz necessário levar em consideração o que foi proposto para o município de Açu nesse quesito.

Em sequência, o PAH aborda que necessita empenhar-se na informação pública e participação comunitária (12,3%). Como esse município possui o mesmo comportamento de Açu, contudo, deve utilizar as mesmas sugestões postas nesse.

Outro item que deve ser levado em consideração é a avaliação de ameaças e sua representação em mapas (10,4%). Apesar de esse município realizar delimitação de áreas atingidas pela inundação por meio do *Google Earth*, este deve confeccionar mapas conforme foi proposto para Açu.

O município deve investir na capacitação e educação em gestão de riscos (5,0%). Esse parâmetro não é realizado por nenhum município em análise. Dessa forma, Alto do Rodrigues deve seguir as sugestões postas em Açu.

No que concerne aos indicadores de redução do risco, o PAH expõe que, primeiramente deve ser realizado a integração do risco na definição de usos do solo e no

planejamento urbano (23,7%), por meio de implicações inseridas em Açu. Em seguida é necessário: intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental (22,4%) por meio de planos de intervenção e proteção ambiental; melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos (residências) de áreas propensas (19,7%), levando em consideração as propostas postas para Açu; reforço e intervenção da vulnerabilidade de bens públicos (18,1%) considerando argumentos postos em Açu; implementações de técnicas de proteção e controle de inundação (9,6%) por meio da sugestão exposta em Açu; e, a atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção (6,5%), com base em informações sugeridas para Açu.

No que tange aos indicadores de manejo de desastres, o PAH exhibe que, primeiramente deve ser investir na organização e coordenação de operações de emergência (32,2%). Em seguida deve-se investir: planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta (19,5%); na dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura (18,2%); planejamento para a reabilitação e reconstrução (14,2%); preparação e capacitação da comunidade (11,1%). E por fim, realizar capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional (4,7%). Quanto às justificativas de tais ações, essas podem ser vistas no PAH de Açu.

E no que diz respeito aos indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira, o PAH ostenta que, primeiramente deve ser investido na organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizado (34,8%), em seguida deve-se encarregar-se em providenciar: localização e mobilização de recursos e orçamento (21,4%); cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos (16,2%); cobertura de seguros e resseguros de moradia (14,4%); implementar redes e fundos de segurança social (7,7%) e por fim aplicação de fundos de reservas para o fortalecimento institucional (5,5%). No que concerne às sugestões dessas ações, essas são visualizadas no PAH de Açu.

Os resultados do PAH para o município de Carnaubais encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados do PAH para Carnaubais

Indicadores de Identificação do Risco a serem priorizados	% do PAH
IIR1 - Inventário sistemático de desastres e perdas	19,3
IIR2 - Monitores de ameaças e prognóstico	29,6
IIR3 - Avaliação de ameaças e sua representação em mapas	6,2
IIR4 - Avaliação de vulnerabilidade e risco	13,3
IIR5 - Informação pública e participação comunitária	22,4
IIR6 - Capacitação e educação em gestão de riscos	9,2
Indicadores de Redução do Risco a serem priorizados	% do PAH
IRR1 - Integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano	35,7
IRR2 - Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental	19,2
IRR3 - Implementação de técnicas de proteção e controle de inundação	5,4
IRR4 - Melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos (residências) de áreas propensas	10,1
IRR5 - Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção	12,7
IRR6 - Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens públicos	16,9
Indicadores de Manejo de Desastres a serem priorizados	% do PAH
IMD1 - Organização e coordenação de operações de emergência	35,2
IMD2 - Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta	16,9
IMD3 - Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura	13,6
IMD4 - Capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional	5,0
IMD5 - Preparação e capacitação da comunidade	17,2
IMD6 - Planejamento para a reabilitação e reconstrução	12,0
Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira a serem priorizados	% do PAH
IPF1 - Organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada	28,7
IPF2 - Fundos de reservas para o fortalecimento institucional	7,9
IPF3 - Localização e mobilização de recursos e orçamento	20,7
IPF4 - Implementações de redes e fundos de segurança social	15,9
IPF5 - Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos	12,0
IPF6 - Cobertura de seguros e resseguros de moradia	14,8

No que tange às sugestões dessas ações, essas são visualizadas no PAH de Açu, exceto nos seguintes itens:

✓ Avaliação de vulnerabilidade e risco (13,3%), pois este só identifica os elementos expostos em áreas propensas da cidade por meio do AVADAN, mas este deve: identificação e representar os principais elementos expostos em áreas propensas da cidade e município; realizar estudos gerais de vulnerabilidade física utilizando algum SIG levando em conta ademais as bacias no interior e próxima à cidade; elaborar estudos detalhado de risco, utilizando técnicas probabilísticas, levando em conta o impacto econômico e social gerado pela inundação; analisar a vulnerabilidade da maioria de prédios essenciais (escolas, hospitais) e avaliar de forma generalizada o risco, considerando fatores físicos, sociais, culturais e ambientais.

✓ Avaliação de ameaças e sua representação em mapas (6,2%), cujo município não contém nenhum tipo de mapeamento, portanto, sugere-se que seja realizado: estudos descritivos e qualitativos de susceptibilidade e ameaça à inundação; uso generalizado de SIG para o mapeamento de locais atingidos pela inundação; mapas de ameaça baseados em técnicas probabilísticas ou não; elaboração de mapas de riscos com grandes escalas e realizar zoneamentos e micro zoneamento da cidade.

Os resultados do PAH para o município de Ipanguaçu encontram-se na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados do PAH para o município de Ipanguaçu

Indicadores de Identificação do Risco a serem priorizados	% do PAH
IIR1 - Inventário sistemático de desastres e perdas	13,1
IIR2 - Monitores de ameaças e prognóstico	32,8
IIR3 - Avaliação de ameaças e sua representação em mapas	5,2
IIR4 - Avaliação de vulnerabilidade e risco	20,6
IIR5 - Informação pública e participação comunitária	18,9
IIR6 - Capacitação e educação em gestão de riscos	9,4
Indicadores de Redução do Risco a serem priorizados	% do PAH
IRR1 - Integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano	12,2
IRR2 - Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental	7,4
IRR3 - Implementação de técnica de proteção e controle de inundação	34,2
IRR4 - Melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos (residências) de áreas propensas	9,4
IRR5 - Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção	16,3
IRR6 - Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens públicos	20,6
Indicadores de Manejo de Desastres a serem priorizados	% do PAH
IMD1 - Organização e coordenação de operações de emergência	30,1
IMD2 - Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta	18,3
IMD3 - Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura	15,4
IMD4 - Capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional	5,5
IMD5 - Preparação e capacitação da comunidade	19,3
IMD6 - Planejamento para a reabilitação e reconstrução	11,5
Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira a serem priorizados	% do PAH
IPF1 - Organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada	20,4
IPF2 - Fundos de reservas para o fortalecimento institucional	7,0
IPF3 - Localização e mobilização de recursos e orçamento	17,3
IPF4 - Implementações de redes e fundos de segurança social	9,7
IPF5 - Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos	12,9
IPF6 - Cobertura de seguros e resseguros de moradia	32,8

Verifica-se que o PAH prioriza a questão de monitores de ameaças e prognóstico (32,8%). E deve sim, pois como Ipanguaçu é o único município dentre os de análise que realiza monitoramento das variáveis climatológicas (precipitação, temperatura, evaporação, umidade e dentre outros, este deve melhorar tal recurso, por meio da compra de equipamentos

mais precisos, com tecnologia avançada; manutenção contínua; capacitação das pessoas que realizam o monitoramento e inserção de sistemas de alerta automáticos que funcionem continuamente.

Quanto às sugestões dessas ações, essas são visualizadas no PAH de Açu, exceto nos seguintes itens:

- ✓ Em seguida o PAH sugere as seguintes ação: avaliação de vulnerabilidade e risco (20,6%), pois este só identifica os elementos expostos em áreas de risco da cidade por meio dos AVADANs, mas este deve: identificar e representar os principais elementos expostos em áreas propensas da cidade e município; realizar estudos gerais de vulnerabilidade física utilizando algum SIG levando em conta ademais as bacias no interior e próxima à cidade; elaborar estudos detalhado de risco, utilizando técnicas probabilísticas, levando em conta o impacto econômico e social gerado pela inundação; analisar a vulnerabilidade da maioria de prédios essenciais (escolas, posto de saúde) e avaliar de forma generalizada o risco, considerando fatores físicos, sociais, culturais e ambientais.
- ✓ Em sequência, o PAH aconselha a investir na informação pública e participação comunitária (18,9%), apesar de informar a população sobre a gestão de risco no ano de 2009 por meio de rádio, orientando a população como se preparar em caso de emergência antes do período chuvoso, os gestores desse município bem que poderia confeccionar materiais ilustrativos sobre inundação para a redução de vulnerabilidade e realizar trabalhos com comunidades e com ONGs no que concerne a inundação.
- ✓ Deve levar em consideração a avaliação de ameaças e sua representação em mapas (5,2%), cujo município não contém nenhum tipo de mapeamento, apenas croqui, portanto, sugere-se que seja realizado: estudos descritivos e qualitativos de susceptibilidade e ameaça à inundação; uso generalizado de SIG para o mapeamento de locais atingidos pela inundação; mapas de ameaça baseados em técnicas probabilísticas ou não; elaboração de mapas de riscos em grandes escalas e realizar zoneamentos e micro zoneamento da cidade.

Os resultados do PAH para o município de Ipanguaçu encontram-se na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados do PAH para o município de Pendências

Indicadores de Identificação do Risco a serem priorizados	% do PAH
IIR1 - Inventário sistemático de desastres e perdas	19,5
IIR2 - Monitores de ameaças e prognóstico	27,3
IIR3 - Avaliação de ameaças e sua representação em mapas	6,2
IIR4 - Avaliação de vulnerabilidade e risco	18,1
IIR5 - Informação pública e participação comunitária	19,6
IIR6 - Capacitação e educação em gestão de riscos	9,3
Indicadores de Redução do Risco a serem priorizados	% do PAH
IRR1 - Integração do risco na definição de usos do solo e no planejamento urbano	17,9
IRR2 - Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental	17,9
IRR3 - Implementação de técnicas de proteção e controle de inundação	26,7
IRR4 - Melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos (residências) de áreas propensas	17,9
IRR5 - Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção	8,6
IRR6 - Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens públicos	11,0
Indicadores de Manejo de Desastres a serem priorizados	% do PAH
IMD1 - Organização e coordenação de operações de emergência	29,3
IMD2 - Planejamento da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta	21,4
IMD3 - Dotação de equipes, ferramentas e infraestrutura	14,3
IMD4 - Capacitação operativa, simulação e prova da resposta interinstitucional	5,8
IMD5 - Preparação e capacitação da comunidade	13,7
IMD6 - Planejamento para a reabilitação e reconstrução	15,6
Indicadores de Governabilidade e Proteção Financeira a serem priorizados	% do PAH
IPF1 - Organização interinstitucional, de múltiplos setores e descentralizada	26,9
IPF2 - Fundos de reservas para o fortalecimento institucional	6,8
IPF3 - Localização e mobilização de recursos e orçamento	23,6
IPF4 - Implementações de redes e fundos de segurança social	10,9
IPF5 - Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos públicos	14,2
IPF6 - Cobertura de seguros e resseguros de moradia	17,6

No que concerne às sugestões dessas ações, essas são visualizadas no PAH de Açu, exceto nos seguintes itens:

- ✓ O PAH aborda que se deve primeiramente investir no monitores de ameaças e prognóstico (27,3%), pois no município não há monitores, esse baseia-se em dados fornecidos pela EMPARN de Ipanguaçu (precipitação) e Natal (previsão de chuvas) e além desses, obtém informações do DNOCS em Açu quanto o volume da Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves. Aliado a implantação de monitores e prognósticos, deveria implantar sistemas de alerta.
- ✓ Em sequência, o PAH aconselha a investir na informação pública e participação comunitária (19,6%), apesar de informar a população sobre a gestão de risco no ano de 2009 por meio de rádio, orientando a população como se preparar em caso de emergência antes do período chuvoso, os gestores desse município bem que poderia confeccionar materiais

ilustrativos sobre inundação para a redução de vulnerabilidade e realizar trabalhos com comunidades e com ONGs no que concerne a inundação.

✓ Em seguida o PAH indica a seguinte ação: avaliação de vulnerabilidade e risco (18,1%), pois este só identifica os elementos expostos em áreas de risco da cidade por meio dos AVADANs, mas este deve: identificação e representar os principais elementos expostos em áreas de risco da cidade e município; realizar estudos gerais de vulnerabilidade física utilizando algum SIG levando em conta ademais as bacias no interior e próxima à cidade; elaborar estudos detalhado de risco, utilizando técnicas probabilísticas, levando em conta o impacto econômico e social gerado pela inundação; analisar a vulnerabilidade da maioria de prédios essenciais (escolas, hospitais) e avaliar de forma generalizada o risco, considerando fatores físicos, sociais, culturais e ambientais.

✓ E por fim deve levar em consideração avaliação de ameaças e sua representação em mapas (6,2%), cujo município não contém nenhum tipo de mapeamento, portanto, sugere-se que seja realizado: estudos descritivos e qualitativos de susceptibilidade e ameaça à inundação; uso generalizado de SIG para o mapeamento de locais atingidos pela inundação; mapas de ameaça baseados em técnicas probabilísticas ou não; elaboração de mapas de riscos com grandes escalas e realizar zoneamentos e micro zoneamento da cidade.

O estudo do processo decisório tem obtido cada vez mais destaque nas pesquisas que envolvem organizações, devido mudanças que estão ocorrendo no ambiente social, ambiental, econômico e administrativo, implicando assim na procura de uma maior proatividade dos tomadores de decisão e na continuada procura de eficiência nos processos.

No entanto, no que diz respeito ao Brasil, esse campo de pesquisa, ou seja, tomada de decisão relacionada à gestão institucional de riscos e desastres ainda se tem muito que ser feito, pois não foi encontrado pelos autores dessa pesquisa trabalhos referentes a tal temática, tendo em vista a importância do tema para a administração pública e principalmente para o gestor dos municípios em análise.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho expôs a proporção da distribuição dos efeitos locais (desastre) provocados pela inundação, pontos positivos e negativos da gestão dos municípios em análise e a melhor opção a ser investida no que tange ao gerenciamento de riscos de desastres à inundação. Dessa forma, tais fatores são de suma importância para os gestores dos municípios em análise, no sentido de que possam tomar decisões em relação a: capacitação e educação em gestão de riscos e melhorando as atividades que desenvolvem tipo: inventário sistemático de desastres e perdas, com fim de melhorar a gestão de riscos à inundação e mitigar/eliminar o desastre.

As metodologias utilizadas nesta pesquisa (IDL, IGR e PAH) podem ser aplicadas a qualquer fenômeno natural relacionado a desastre.

Este trabalho também mostrou que o IDL é pertinente para escalas menores, ou seja, municípios, pois a princípio, tal metodologia foi utilizada baseada em dados de países e estados da América Latina e Caribe.

O IDL mostra que o município mais vulnerável é Açu, pois as inundações afetam grande parte do território.

O IDL é uma ferramenta útil para a análise econômica e setorial, torna uma ferramenta útil para a análise econômica e setorial, pois expõem dentre os municípios analisados quais são os mais atingidos pela inundação, ou seja, qual obteve mais percam estruturais e econômicas, fazendo com que os gestores em nível estadual e municipais possam ajudar financeiramente os que mais precisam e também conferir se esses dados são reais. Além desse fator, tal índice visa fomentar políticas de desenvolvimento, ordenamento territorial local, intervenção e proteção de bacias hidrográficas e justificar a transferência de recursos para o nível local com fins específicos de gestão de risco e a criação de redes de segurança social.

Os valores obtidos no IGR mostraram que os municípios de Açu e Ipanguaçu foram classificados como razoáveis e os demais como péssimos, devido à ausência de ações e recursos, portanto, há muito trabalho a ser realizado em todos os municípios, pois a gestão é um ato continuado, cujas sugestões encontram-se expostas nos resultados do IGR.

E no que concernem as implicações do Processo de Análise Hierárquica (PAH) afirma-se que tal metodologia é uma ótima ferramenta que ajuda na tomada de decisão.

8. RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Os resultados obtidos permitem fazer algumas recomendações para os trabalhos subsequentes relacionados à inundação ou outros fenômenos naturais, são elas:

- ✓ Fazer estudos comparativos no decorrer dos anos com relação ao IDL e IGR para saber se houve um avanço ou regressão da vulnerabilidade à inundação nos municípios em análise;
- ✓ Realizar estudos comparativos com outras áreas do Rio Grande do Norte e Nordeste com tais metodologias;
- ✓ O IDL é gerado considerando todo o território do município, sendo que, as inundações não os afetaram como todo. Sendo assim, se faz necessário estudo para calcular o IDL apenas com a área inundada.
- ✓ Realizar um estudo para identificar se os municípios em análise estão levando em consideração os resultados do PAH e se essas sugestões melhoraram ou não a gestão de risco à inundação;
- ✓ Elaborar um estudo confrontando os resultados do PAH dessa pesquisa com outras metodologias de tomada de decisão por multicritérios, como: *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)*, *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMETEE)*, *Elimination et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE)*, dentre outras, para averiguar se os resultados apresentam o mesmo comportamento.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Manuel Correia de. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 6. ed. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 1998.

ALDESCU, Geogr Cătălin. The necessity of flood risk maps on Timiș River. **Journal IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Volume 4, Number 1, 2006. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/1755-1315/4/1/012006>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

ALBANO, Gleydson Pinheiro; SÁ, Alcindo José de. Vale do Açu-RN: a passagem do extrativismo da carnaúba para a monocultura de banana. **Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA**, v. 26, n. 3, set/dez. 2009. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/203/176>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

ARAÚJO, Francisco José Costa; ADISSI, Paulo José; MACEDO, Rose Meire Penha Rovoredo de; ROCHA, Sayonara Sonally; MARQUES FILHO, Sérgio. Avaliação de riscos como instrumento de gestão ambiental. **Revista Produção. Universidade Federal de Santa Catarina**, Vol. 1/ Num. 1/ Outubro de 2001. Disponível em: <www.producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/download/.../625>. Acesso em: 04 jan. 2012.

ARAÚJO, Francisco José Costa. **Gerenciamento de riscos ambientais no setor elétrico brasileiro**: uma contribuição ao estado da arte. 2002. (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2002.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Difel, 1986.

BEIJO, Luís Alberto, VOLPE, Clovis Alberto, PEREIRA, Gener Tadeu. Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 141-147, 2003.

BELTRÃO, Breno Augusto; ROCHA, Dunaldson Eliezer G. A. da; MASCARENHAS, João de Castro; SOUZA JUNIOR, Luiz Carlos de; PIRES, Saulo de Tarso Monteiro; CARVALHO, Valdecílio Galvão Duarte de. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Rio Grande do Norte**. Diagnóstico do Município de Açu. 2005a. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/acu002.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2011a.

BELTRÃO Breno Augusto; ROCHA, Dunaldson Eliezer G. A. da; MASCARENHAS, João de Castro; SOUZA JUNIOR, Luiz Carlos de; PIRES, Saulo de Tarso Monteiro; CARVALHO, Valdecílio Galvão Duarte de. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Rio Grande do Norte**. Diagnóstico do Município de Alto do Rodrigues. 2005b. Disponível em: <www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/ADRO008.PDF>. Acesso em: 22 dez. 2011b.

BELTRÃO Breno Augusto; ROCHA, Dunaldson Eliezer G. A. da; MASCARENHAS, João de Castro; SOUZA JUNIOR, Luiz Carlos de; PIRES, Saulo de Tarso Monteiro; CARVALHO, Valdecílio Galvão Duarte de. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento**

por Água Subterrânea no Rio Grande do Norte. Diagnóstico do Município de Carnaubais. 2005c. Disponível em: <www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/carn030.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2011c.

BELTRÃO Breno Augusto; ROCHA, Dunaldson Eliezer G. A. da; MASCARENHAS, João de Castro; SOUZA JUNIOR, Luiz Carlos de; PIRES, Saulo de Tarso Monteiro; CARVALHO, Valdecílio Galvão Duarte de. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Rio Grande do Norte.** Diagnóstico do Município de Ipanguaçu. 2005d. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/ipan053.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2011d.

BELTRÃO Breno Augusto; ROCHA, Dunaldson Eliezer G. A. da; MASCARENHAS, João de Castro; SOUZA JUNIOR, Luiz Carlos de; PIRES, Saulo de Tarso Monteiro; CARVALHO, Valdecílio Galvão Duarte de. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Rio Grande do Norte.** Diagnóstico do Município de Pendências. 2005e. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/pend_106.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2011e.

BENSON, Charlotte. **Potential approaches to the development of indicators for measuring risk from a macroeconomic perspective.** BID/IDEA. Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. 2003.

BESTEIRO; Andreia Mingroni; PAIVA, Giovani; MIUCCIATO, Valeria; BUENO, Jomar. **A utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia.** 2009. Disponível em: <www.aedb.br/seget/artigos09/226_Artigo__AHP_Engenharia.pdf>. Acesso em: 19 out. 2011.

BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVIS, Ian; WISNER, Ben. **Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres.** Colombia: LA RED; ITDG, 1996. 374 p. Disponível em: <www.desenredando.org/public/libros/.../vesped>. Acesso em: 04 jan. 2012.

BRAGA, Tania Moreira; OLIVEIRA, Elzira Lucia de; GIVISIEZ, Gustavo Henrique Naves. **Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática.** São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 1, p. 81-95, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_06.pdf>. Acesso em: 20 out. 2011.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Clima Urbano e Enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.) **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 47- 48.

BRASIL, Ministério das Cidades, Secretaria de Programas Urbanos. **Capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco.** Ministério das Cidades, Universidade Federal de Santa Catarina/Centro de Estudos e Pesquisa sobre Desastres, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2006a. 122 p. (CD-ROM). Disponível em: <<http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Mapeamento/mapeamento-grafica.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental dos riscos decorrentes dos desastres naturais – VIGIDESASTRES.** 2006b. Disponível em:

<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/programa_vigi_desastres.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2012.

BRIGUGLIO, Lino. **Some Considerations with Regard to the Construction of an Index of Disaster Risk with Special Reference to Islands and Small States**. BID/IDEA. Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. 2003.

CANDIDO, Daniel Henrique. **Inundações no município de Santa Bárbara d'Oeste, SP: condicionantes e impactos**. 2007. (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000417099&fd=y>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

CARNONA, Omar Dário Arboleda. **Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo**. 1991. Disponível em: <<http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc1057/doc1057-contenido.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

CARDONA, Omar Dário Arboleda. El manejo de riesgos y los preparativos para desastres: compromiso institucional para mejorar la calidad de vida. In: MASKREY, Andrew (Ed.). **Desastres: modelo para armar**. Colección de piezas de un rompecabezas social. cap. 9, 1996. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/1996/dma/DesastresModeloParaArmar-1.0.0.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

CARDONA, Omar Darío; Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). **Indicators of disaster risk and risk management**. Main technical report. Washington, D. C.: National University of Colombia – Manizales, Institute of Environmental Studies, Inter-American Development Bank, 2005. 224 p.

CARDONA, Omar Darío Arboleda. **Medición de la gestión del riesgo en América Latina**. Revista Internacional de sustentabilidad, tecnología e humanismo. n. 3, 2008. Disponível em: <<http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/7056>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

CARDONA, Omar Darío Arboleda; Yamín Luis E. **Información para la gestión de riesgo de desastres**. Estudio de caso de cinco países: Colombia. 2007. Disponível em: <<http://www3.cepal.org.mx/iadb-eclac-project/FinalDocuments/Colombia:%20national%20case%20study/Colombia%20case%20study.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

CARDONA, Omar Darío; CARREÑO, Martha Liliana. Updating the Indicators of Disaster Risk and Risk Management for the Americas. **Journal of Integrated Disaster Risk Management**. 2011. Disponível em: <http://www.idrim.net/index.php/idrim/article/view/14/pdf_3>. Acesso em: 15 jul. 2011.

CARREÑO, Martha Liliana Tibaduiza. **Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos**: Acciones ex ante y ex post. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2006. Disponível em: <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6241>. Acesso em: 20 out. 2011.

Carreño, Martha Liliana Tibaduiza; Cardona, Omar Darío; Barbat, Alex H. **Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo**. Monografía CIMNE IS-51, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2004.

CARREÑO, Martha Liliana Tibatuiza; CARDONA, Omar Darío Arboleda; BARBAT, Alex H. **Evaluation of the risk management performance**. 2006. Disponível em: <<http://emi.pdc.org/DRMLibrary/Bogota/Evaluation-Risk-Management-index.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

CARREÑO, Martha Liliana Tibatuiza; CARDONA, Omar Darío Arboleda; MARULANDA, Mabel Cristina Fraume; BARBAT, Alex H. Índice para medir el desempeño de la gestión de riesgos. **Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras**. v. 11. 1, 25-44, 2006. Disponível em: <<http://www.manizales.unal.edu.co/Proyectos Especiales/bid2/documentos/13 CarrenoIGR.pdf>> Acesso em: 15 jul. 2011.

CARREÑO, Martha Liliana Tibatuiza; CARDONA, Omar Darío Arboleda; MARULANDA, Mabel Cristina Fraume; BARBAT, Alex H. **Índice para evaluar el desempeño y la efectividad de la gestión de riesgos (DRMi)**. Asociación Española de Ingeniería Sísmica Girona, 8-11 mayo 2007. Disponível em: <<http://www.manizales.unal.edu.co/Proyectos Especiales/bid2/documentos/11 CardonaIGR.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

ARREÑO, Martha Liliana Tibatuiza; CARDONA, Omar Darío Arboleda; BARBAT, Alex H. **A disaster risk management performance index**. Nat Hazards, 41:1–20, 2007. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/47v68r7746840182/>>. Acesso em: 15 jul. 2011.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 1998. Disponível em: <www.esdec.defesacivil.rj.gov.br/documentos/...da.../2_glossario.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2012.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. **Manual de Desastre: Desastres Naturais**. Brasília: Ministério a Integração Nacional, 2003. 174 p. Disponível em: < <http://www.ceped.ufsc.br/biblioteca/outros-titulos/manual-de-desastres-desastres-naturais>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU – CBH. **A Bacia**. Disponível em: <http://www.piranhasacu.cbh.gov.br/A_bacia.aspx>. Acesso em: 22 dez. 2011.

COSTA, Juliana Rayssa Silva. **Análise ambiental das inundações no município de Ipanguaçu/RN no ano de 2008 e 2009 e suas repercussões socioeconômicas**. 95 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, CCHLA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2009.

CÔRTEZ, Jussanã Milograna. **Sistemática de auxílio à decisão para a seleção de alternativas de controle de inundações urbanas**. 2009. (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, 2009.

Davis, Ian. **The Effectiveness of Current Tools for the Identification, Measurement, Analysis and Synthesis of Vulnerability and Disaster Risk**. BID/IDEA. Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. 2003.

DIAS, José Eduardo; GOMES, Olga Venimar de Oliveira; COSTA, Maria Sandra Gomes Canvante da; GARCIA, José Miguel Peters; GOES, Maria Hilde de Barros. Impacto ambiental de enchentes sobre áreas de expansão urbana no município de Volta Redonda/Rio de Janeiro. **Revista de Biociências**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 19-26, Jul.-dez. 2002. Disponível

em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/view/68/46>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

DILLEY, Maxx; CHEN, S. Robert; DEICHMANN, Uwe, LERNER-LAM, Arthur; ARNOLD, Margaret; AGWE, Jonathan; BUYS Piet, KJEKSTAD, Oddvar; LYON, Bradfield; YETMAN, Gregory. **Natural disaster hotspots: a global risk analysis**. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank and Columbia University, Washinton, DC. Disponível em: [http://www.emdat.be/sites/default/files/Natural DisasterHotspots.pdf](http://www.emdat.be/sites/default/files/Natural%20DisasterHotspots.pdf)>. Acesso em: 03 jan. 2011.

ERENO, Dinorah. **Para evitar novos flagelos**. Pesquisa FAPESP online. Edição Impressa 171. Maio 2010. Disponível em: <[http://revistapesquisa.fapesp.br/?art= 4134 &bd=1&pg=1&lg=>](http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4134&bd=1&pg=1&lg=>)Acesso em: 10 abr. 2010.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA REDUÇÃO DE DESASTRES (ISDR). **Glossário da Estratégia Internacional para Redução de Desastres**. 2012. Disponível em: <<http://www.fio-cruz.br/vpaaps/media/GLOSSARIOREDUCAODESATRES.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

FERNANDES, Ana Amélia. **Autoritarismo e resistência no Baixo Açu**. Natal: CCHLA, Humanas Letras e Vale do Açu, 1992.

FERREIRA, Aurélio Batista de Holanda. **Novo Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

FILGUEIRA, Hamilcar José Almeida. **Desastres El Niño-Oscilação Sul (ENOS) versus sistemas organizacionais – Paraíba/Brasil, Flórida/Estados Unidos da América e Piura/Peru: uma análise comparativa**. Campina Grande: UFCG, 2004. 240 p. (UFCG-CCT). Tese (Doutorado Temático em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2004.

FREITAS, Carlos Machado de; GOMEZ, Carlos Minayo. **Análise de riscos tecnológicos na perspectiva das ciências sociais**. História, Ciências, Saúde—Manguinbos, vol. 3, p. 485-504, fev, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v3n3/v3n3a06.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

EVANGELISTA, Luís Carlos da Rosa. **Camaquã: o convívio com as enchentes - período 1936/1997**. 1998?. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/xi-020.pdf>> Acesso em: 10 abr. 2010.

GOMES, Márcio Fernando Mansur. **Metodologia de análise hierárquica aplicada para escolha do sistema de disposição de subprodutos da mineração com ênfase nos rejeitos de minério de ferro**. 2009. (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica) - Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia Geotécnica, Universidade Federal de Ouro Preto, 2009.

GUILAM, Maria Cristina Rodrigues. **O Conceito de Risco – sua utilização pela Epidemiologia, Engenharia e Ciências Sociais**. Dissertação de Mestrado. 2006. Disponível em: <www.ensp.fiocruz.br/projetos/esterisco/maryfim1.htm> Acesso em 01 set. 2011.

HOGAN, Daniel Joseph; CUNHA, José Marcos Pinto da; CARMO, Roberto Luiz do; OLIVEIRA, Antônio Augusto Betencourt de. **Urbanização e vulnerabilidade**

sócioambiental: o caso de Campinas (2001?). Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anaais/pdf/2000/Todos/ambt15_2.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Densidade demográfica em 2010 de Aç. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Densidade demográfica em 2010 de Alto do Rodrigues. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Densidade demográfica em 2010 de Carnaubais. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011c.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Densidade demográfica em 2010 de Ipanguaçu. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011d.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Densidade demográfica em 2010 de Pendências. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011e.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Síntese de Informações em 2010 de Aç. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011f.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Síntese de Informações em 2010 de Alto do Rodrigues. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011g.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Síntese de Informações em 2010 de Carnaubais. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011h.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Síntese de Informações em 2010 de Ipanguaçu. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011i.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Síntese de Informações em 2010 de Pendências. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011j.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Histórico de Aç. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011k.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Histórico de Alto do Rodrigues. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011l.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Histórico de Carnaubais. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011m.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Histórico de Ipanguaçu. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidade_sat/topwinow.htm?1>. Acesso em 02 nov. de 2011n.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades@.** Histórico de Pendências. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwinow.htm?1>>. Acesso em 02 nov. de 2011o.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Efeitos das Enchentes de Março-Abril/2008 em 9 municípios localizados a jusante da barragem do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves.** 2008. Disponível em: <<http://www.nctn.crn2.inpe.br/enchentes.php>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Banco de Imagens – CPETEC/INPE.** 2009. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/imgsatelite/index3xx.php?titulo=GOES%20-%20Global%20-%20Infravermelho&tipo=G_IR>. Acesso em 01 jun. 2009.

JONKMAN, Sebastiaan Nicolaas. **Global perspectives on loss of human life caused by floods.** Nat Hazards. 2005, p. 151-175. Disponível em: <http://www.citg.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/CiTG/Over_de_faculteit/Afdelingen/Afdeling_Waterbouwkunde/sectie_waterbouwkunde/people/personal/jonkman/doc/jonkman_NH_globalpers.pdf> Acesso em: 22 dez. 2011.

JORDÃO, Bruno Miguel da Cruz; PEREIRA, Susete Rodrigues. **A análise multicritério na tomada de decisão - o método analítico hierárquico de T. L. Saaty:** Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto. 2006. Disponível em: <http://prof.santana-esilva.pt/gestao_de_empresendimentos/trabalhos_alunos/word/Met%20Analitico%20Hierarquico-Caso%20pratico_DOC.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

LAVELL, Thomas Allan. Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación. In: Fernandez, Maria Augusta (Org.). **Ciudades em riesgo: Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres.** 1996. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/1996/cer/>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

LAVELL, Thomas Allan. Comunidades Urbanas, vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para Centroamérica. In: LAVELL, Allan (comp.) **Viviendo en riesgo:** comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina. Colombia: LaRed/FLACSO, p. 50-51, 1997. Disponível em: <www.desenredando.org/public/libros/.../ver_todo_nov-20-2002.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2012.

LAVELL, Thomas Allan. **La gestión local del riesgo:** nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Guatemala: CEPREDENAC/PNUD, 2003. 101 p. Disponível em: <<http://www.eird.org/encuentro/pdf/spa/doc15783/doc15783-contenido.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

MACHADO - MOSQUERA, S.; AHMAD, Sajjad. Flood hazard assessment of Atrato River in Colombi. **Water Resour Manage**, 21: 591–609, 2007. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/k73h777638676230/>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

MAFFRA, Cristina de Queiroz Telles; MAZOLLA, Marcelo. As razões dos desastres em território brasileiro. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.) **Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: INPE, 2008. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

MARCHIORI-FARIA, Daniela Girio; SANTORO, Jair. Gerenciamento de Desastres. In: TOMINAGA, Lúcia Keiko; SANTORO, Jair, AMARAL, Rosângela do (Orgs.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo : Instituto Geológico, 2009. 196p. Disponível em: <www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2012.

MARULANDA, Mabel Cristina Fraume; CARDONA, Omar Dario Arboleda. **Análisis del impacto de desastres menores y moderados a nivel local en Colombia**. ProVention Consortium, La RED. 2006. Disponível em: <<http://www.manizales.unal.edu.co/ProyectosEspeciales/bid2/documentos/17MarulandaAnalisisImpactoDesastresMenoresenColombia.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MARULANDA, Mabel Cristina Fraume; CARDONA, Omar Dário Arboleta; BARBAT, Alex H. **The economic and social effects of small disasters: revision of the Local Disaster Index and the case of study of Colombia**. 2007. Disponível em: <<http://www.manizales.unal.edu.co/ProyectosEspeciales/bid2/documentos/15MarulandaSmalldisasters.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MARULANDA, Mabel Cristina Fraume; CARDONA, Omar Dário Arboleta; BARBAT, Alex H. **Revealing the socioeconomic impact of small disasters in Colombia using the DesInventar database**. 2009. Disponível em: <<http://www.understandrisk.org/ur/sites/default/files/SmallinDisastersMabelMarulandaetal.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MARULANDA, Mabel Cristina Fraume; CARDONA, Omar Dário Arboleta; BARBAT, Alex H. **Revealing the Impact of Small Disasters to the Economic and Social Development**. 2010. Disponível em: <<http://www.manizales.unal.edu.co/ProyectosEspeciales/bid2/documentos/16MarulandaSmalldisasters.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

MASURE, Petter. **Variables and indicators of vulnerability and disaster risk for land-use and urban or territorial planning**. BID/IDEA. Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales. 2003.

MASKREY Andrew. **Navegando entre Brumas: La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica al análisis de riesgo en América Latina**. TDG/LA RED, Peru, 1998, 344p. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/1998/neb/>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

MATTEDI, Marcos Antônio; BUTZKE, Ivani Cristina. A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres. **Ambiente & Sociedade** - Ano IV - No 9 – 2º Semestre de 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v4n9/16877.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

MATTOS, Arthur; VILLELA, Swami Marcondes. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Impresso no Brasil, 1975.

MENDES, Benedito Vasconcelos. **Alternativas tecnológicas para a agropecuária do semiárido**. 2 ed. São Paulo/SP: Nobel, 1986.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA Inês Moresco. **Climatologia: Noções Básicas e Climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENESCAL, Rogério de Abreu; FIGUEREDO, Nelson Neiva de; Silvia Rodrigues, FRANCO. **A problemática das enchentes na região metropolitana de fortaleza**. 2001? Disponível em: <http://www.cogerh.com.br/versao3/pdf_zip_docs/a%20problematica%20das%20enchentes.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2010.

MITCHELL, Tom. **An operational framework for mainstreaming disaster risk reduction**. Benfield Hazard Research Centre Disaster Studies Working, paper 8, November 2003.

MONTEIRO, Denise Mattos. **Introdução à história do Rio Grande do Norte**. Natal: EDUFRN, 2000.

MOURA, Getúlio. **Água**: sobrevôo fotográfico sobre os efeitos das chuvas nos rios e nas cidades do Vale do Açu, da Barragem Armando Ribeiro ate o litoral. Disponível em: <rayssa480@hotmail.com>. Acesso em: 15 abr. 2008.

NADARAJAH, S.; SHIAU, J.T. Analysis of Extreme Flood Events for the Pachang River, Taiwan. **Water Resources Management**. 19: 363–374, 2005. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/k7j3802383612235/>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

NASCIMENTO, Maria Odete Teixeira do. **Riscos de deslizamentos e inundações e condições de moradia em aglomerados subnormais na bacia do rio Sanhauá**: avaliação e análise integrada. 2009 (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

NAVES, Rafael Marieiro. **Análise Hierárquica de sistemas de bilhetagem eletrônica**. 2008. (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transporte) -Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?...>. Acesso em: 05 out. 2011.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAUDE (OPAS). **Saúde e Meio Ambiente**. 2012. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/temas.cfm?id=47&area=Conceito>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

PEIXOTO, José Augusto Saraiva. **Bahia de todos os santos**: vulnerabilidades e ameaças. 2008. (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia

Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, 2008. Disponível em: <www.meau.ufba.br/site/system/files/2008_jose_saraiva.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2012.

PIMENTEL, Eugenio Fonseca. **Geo história do Vale do Açu – RN**. 2011. Disponível em: <<http://geohistoriadovale.blogspot.com/>>. Acesso em: 26 dez. 2011.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Açu**. Natal, RN: IDEMA, 2008a, v.10 p.1-23. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Assu.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Alto do Rodrigues**. Natal, RN: IDEMA, 2008b, v.10 p.1-23. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Alto%20do%20Rodrigues.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Carnaubais**. Natal, RN: IDEMA, 2008c, v.10 p.1-23. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Carnaubais.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Ipanguaçu**. Natal, RN: IDEMA, 2008d, v.10 p.1-23. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Ipanguaçu.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

PERFIL DO SEU MUNICÍPIO: **Pendências**. Natal, RN: IDEMA, 2008e, v.10 p.1-23. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/Perfil%202008/Pendências.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2011.

PORTO, Marcelo Firpo. **Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o local na promoção da saúde e já justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007. 248p.

REIS, Adriana de Oliveira Pereira dos; BARRETO NETO, Aurélio Azevedo; REIS, José Antônio Tosta dos; BARRETO NETO, A. A. Influência da extensão da série histórica de vazões sobre a avaliação das condições críticas de escoamento no Rio Pardo. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2005, Campo Grande, MS. **Anais...** 2005. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/IV-044.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2011.

ROWSELL-PENNING, Edmund *et al.* **Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework**. Natural Hazards. 36: 43–64, 2005. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/v1h0581x67q4u689/>> Acesso em: 12 jun. 2011.

SANSIGOLO, Clóvis Angeli. Distribuições de Extremos de precipitação diária, temperatura máxima e mínima e velocidade do vento em Piracicaba, SP (1917- 2006). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, 341-346, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v23n3/v23n3a09.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2011.

SARCONNI, Luiz Antonio. **Grande Dicionário Sacconi**: da língua portuguesa: comentado, crítico e enciclopédico. São Paulo: Nova Geração, 2010.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. 2003. (Mestrado em Engenharia da Construção

Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo/SP, 2003. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/49306964/Avaliacao-de-sustentabilidade-escritorios-brasileiros-Diretrizes-e-base-metodologica>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

SILVEIRA, Patrícia Gomes da; BESER DE DEUS, Leandro Andrei; SANTOS, Camilla Silva Motta. **Análise espacial de áreas afetadas por eventos hidrológicos extremos na cidade do Rio de Janeiro**. 2009?. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7636_Silveira_Patricia_Gomes.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2010.

SOCIETY FOR RISK ANALYSIS (SRA). Glossary of risk analysis terms, 2012. Disponível em: <http://www.sra.org/resources_glossary_p-r.php>. Acesso em: 02 jan. 2012.

WILCHES CHAUX, Gustavo. **Desastres, Ecologismo y Formación Profesional: Herramientas para la Crisis**. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Popayán, 1989.

TAMAROZI, Rodrigo. **Identificação, modelagem e mitigação de riscos em operações de comercialização de energia elétrica no mercado brasileiro**. 2002. (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/biblioteca/.../Dissertação_Rodrigo %20Tamarozi.p...](http://www.aneel.gov.br/biblioteca/.../Dissertação_Rodrigo_%20Tamarozi.p...)>. Acesso em: 05 jan. 2012.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, ABRH/ ed. da UFRGS, 1993.

VARGAS, Jorge Enrique. **Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales**. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, 2002. Disponível em: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/10561/lcl1723e_1.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2012.

VEYRET, Yvette (org.). **Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

ZAPATA-MARTÍ, Ricardo. **Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudios de caso de cinco países**: Informe resumido. 2007. Disponível em: <<http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/0/33650/P33650.xml&xsl=/mexico/tpl/p9f.xsl&base=/mexico/tpl/top-bottom.xsl>>. Acesso em: 02 jan. 2012.

ANEXO 1**Avaliação de Danos (AVADAN)**

SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL – SINDEC



AVALIAÇÃO DE DANOS

1 – Tipificação: Código		Denominação		2- Data de Ocorrência			
				Dia	Mês	Ano	Horário
3- Localização:							
UF:		Município:					
4 – Área Afetada							
Tipo de Ocupação	Não existe/ Não afetada	Urbana	Rural	Urbana e Rural			
Residencial							
Comercial							
Industrial							
Agrícola							
Pecuária							
Extrativismo Vegetal							
Reserva Florestal ou APA							
Mineração							
Turismo e outras							
Descrição da Área Afetada							
5 - Causas do Desastre – Descrição do Evento e suas Características:							
SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL – SEDEC Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 6º Andar Brasília/DF CEP 70067-901				Telefones - (061) 3414 59 43; (061) 3414 58 04 Telefax - (061) 3226 75 88			
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC Palácio Piratini - Rua Duque de Caxias, n.º 1005, 4º andar, Centro. CEP: 90.010-282 - Porto Alegre – RS				Telefones: (51) 3210 4219 Fax: (51) 3226 3731			
Centro de Operações de Defesa Civil – CODEC				Fone: 199			

6 - Danos Humanos					
Número de Pessoas	0 a 14 anos	15 a 64 anos	Acima 65 anos	Gestantes	Total
Desalojadas					
Desabrigadas					
Deslocadas					
Desaparecidas					
Levemente Feridas					
Gravemente Feridas					
Enfermas					
Mortas					
Afetadas					
7 - Danos Materiais Edificações	Danificadas		Destruidas		Total
	Quantidade	Mil R\$	Quantidade	Mil R\$	Mil R\$
	e		e		
Residenciais Populares					
Residenciais – Outras (não populares)					
Públicas de Saúde					
Públicas de Ensino					
Infraestrutura Pública					
Obras de Arte					
Estradas (km)					
Pavimentação Vias Urbanas (m ²)					
Outros					
Comunitárias					
Particulares de Saúde					
Particulares de Ensino					
Rurais					
Industriais					
Comerciais					

8 - Danos Ambientais Recursos Naturais	Intensidade dos Danos					Valor Mil R\$
Água	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Esgotos Sanitários						
Efluentes Industriais						
Resíduos Químicos						
Outros						
Solo	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Erosão						
Deslizamento						
Contaminação						
Outros						
Ar	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Gases tóxicos						
Partículas em suspensão						
Radioatividade						
Outros						
Flora	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Desmatamento						
Queimada						
Outros						
Fauna	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Caça Predatória						
Outros						
9 - Prejuízos Econômicos Setores da Economia	Quantidade	Unidade	Valor			
Agricultura	Produção (perda)		Mil R\$			
Grãos/cereais/leguminosas		Ton				
Fruticultura		Ton				
Horticultura		Ton				
Silvicultura/Extrativismo		Ton				
Comercial		Ton				
Outros						
Pecuária	Cabeças		Mil R\$			
Grande porte		Unid				
Pequeno porte		Unid				
Avicultura		Unid				

Piscicultura		mil unid	
Outros		Litros/Dia	
Indústria	Produção		Mil R\$
Extração Mineral		Unid	
Transformação		Unid	
Construção		Unid	
Outros		Unid	
Serviços	Prestação serviço		Mil R\$
Comércios		Estabelecimento s	
Instituição Financeira		Unid	
Outros		Unid	

Descrição dos Prejuízos Econômicos			
10 - Prejuízos Sociais Serviços Essenciais	Quantidade	Unidade	Valor
Abastecimento d'água			Mil R\$
Rede de Distribuição		M	
Estação de Tratamento (ETA)		Unid	
Manancial		M ³	
Energia Elétrica			Mil R\$
Rede de Distribuição		M	
Consumidor sem energia		Consumido r	
Transporte			Mil R\$
Vias		km	
Terminais		Unid	
Meios		Unid	
Comunicações			Mil R\$
Rede de Comunicação		km	
Estação Retransmissora		Unid	
Esgoto			Mil R\$
Rede Coletora		M	
Estação de Tratamento (ETE)		Unid	
Gás			Mil R\$
Geração		M ³	
Distribuição		M ³	
Lixo			Mil R\$
Coleta		T	
Tratamento		T	

Saúde			Mil R\$
Assistência Médica		Período	
Prevenção		p/dia	
Educação			Mil R\$
Alunos sem dia de aula		aluno/dap	
Alimentos Básicos			Mil R\$
Estabelecimentos armazenadores		T	
Estabelecimentos comerciais		estabelec.	
Descrição dos Prejuízos Sociais			

11 – Informações sobre o Município				
Ano Atual 20__		Ano Anterior 20__		
População:	Orçamento (Mil R\$):	PIB(Mil R\$):	Arrecadação (Mil R\$):	
12 – Avaliação Conclusiva sobre a Intensidade do Desastre (Ponderação)				
Critérios Preponderantes				
Intensidade dos Danos	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Humanos				
Materiais				
Ambientais				
Vulto dos Prejuízos	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Econômicos				
Sociais				
Necessidade de Recursos Suplementares	Pouco vultosos	Mediamente vultosos ou significativos	Vultosos, porém disponíveis.	Muito Vultosos e não disponíveis no SINDEC
Critérios Agravantes	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito Importante
Importância dos Desastres Secundários				
Despreparo da Defesa Civil Local				
Grau de Vulnerabilidade do Cenário				
Grau de Vulnerabilidade da Comunidade				

Padrão Evolutivo do Desastre	Gradual e Previsível	Gradual e Imprevisível	Súbito e Previsível	Súbito e Imprevisível		
Tendência para agravamento	Não		Sim			
Conclusão						
Nível de Intensidade do Desastre	I	II	III	IV		
Porte do Desastre	Pequeno ou Acidente	Médio	Grande	Muito Grande		
13 - Instituição Informante						
COMDEC	Assinatura e carimbo _____ Coordenador Municipal		Nome do responsável:			
Cargo			Telefone	Dia	Mês	Ano
Coordenador Municipal de Defesa Civil						
14 - Instituições Informadas		Informadas				
Coordenadoria Estadual de Defesa Civil						
Coordenadoria Regional de Defesa Civil						
15 - Informações Complementares		Taxa de conversão para o Dólar Americano: U\$				
Moeda utilizada no preenchimento: Real						

ANEXO 2

Planilha de indicadores e níveis de desempenho para por no Índice de Gestão de Riscos (IGR)

Indicadores e Níveis de desempenho de Identificação de Risco (IIR)

IR1. Inventário sistemático de desastres e perdas

1. Alguns dados básicos e superficiais de eventos históricos que afetaram a cidade
 2. Registro contínuo de eventos atuais, catálogos incompletos de ocorrência de alguns fenômenos e informação limitada de efeitos e perdas.
 3. Alguns catálogos completos, sistematização generalizada de eventos atuais e de seus efeitos econômicos, sociais e ambientais.
 4. Inventário completo e catálogos de eventos, registro e sistematização detalhada de efeitos e perdas para a cidade.
 5. Inventário detalhado de eventos e efeitos para todo tipo de ameaça existente
-

IR2. Monitores de ameaças e prognóstico

1. Instrumentação mínima ou deficiente de alguns fenômenos importantes.
 2. Redes básicas de instrumentação com problemas de atualização tecnológica e de manutenção contínua.
 3. Algumas redes com tecnologia avançada; prognósticos melhorados e protocolos de informação estabelecidos para as principais ameaças.
 4. Boa e progressiva cobertura da instrumentação, investigação avançada da maioria de fenômenos e alguns sistemas de alerta automáticos funcionando.
 5. Ampla cobertura de redes de estações e sensores para todo tipo de ameaça em toda a cidade, análise permanente e oportuno de informação e sistemas de alerta automáticos funcionando continuamente.
-

IR3. Avaliação de ameaças e sua representação em mapas

1. Avaliação superficial e realização de mapas básicos da influência e susceptibilidade de alguns fenômenos
 2. Alguns estudos descritivos e qualitativos de susceptibilidade e ameaça dos principais fenômenos.
 3. Alguns mapas de ameaça, baseados em técnicas probabilísticas; uso generalizado de SIG para o mapeamento das principais ameaças.
 4. Ampla cobertura com mapas de ameaça de resolução adequada e em escalas adequadas; prioridades de zoneamento a maior detalhe; micro zoneamento da cidade com base em técnicas probabilísticas.
 5. Estudos detalhados e micro zoneamentos da maioria dos fenômenos potenciais da cidade utilizando metodologias avançadas; alta capacidade técnica para gerar conhecimento sobre suas ameaças.
-

IR4. Avaliação de vulnerabilidade e risco

1. Identificação e representação de cenários dos principais elementos expostos em áreas propensas da cidade.
 2. Estudos gerais de vulnerabilidade física ante as ameaças mais reconhecidas, utilizando SIG levando em conta ademais as bacias no interior e próximas à cidade.
 3. Avaliação de cenários de danos e perdas potenciais ante alguns fenômenos perigosos, análise da vulnerabilidade física de alguns prédios essenciais.
 4. Estudos detalhados de risco, utilizando técnicas probabilísticas, levando em conta o impacto econômico e social da maioria das ameaças, análise da vulnerabilidade da maioria de prédios essenciais e de uma parte da infraestrutura das linhas vitais.
 5. Avaliação generalizada de risco, considerando fatores físicos, sociais, culturais e ambientais; análise da vulnerabilidade também de prédios privados e da maior parte da infraestrutura das linhas vitais.
-

IR5. Informação pública e participação comunitária

1. Informação esporádica sobre gestão de riscos em condições de normalidade e mais frequentemente quando se apresentam desastres.
 2. Divulgação na imprensa e emissão de programas de rádio e TV, orientados para a preparação em caso de emergência, produção de materiais ilustrativos sobre fenômenos perigosos.
 3. Frequente realização de programas de opinião nos meios sobre gestão de riscos; guias para a redução de vulnerabilidade; trabalho com comunidades e com ONGs.
 4. Divulgação generalizada e progressiva toma de consciência; conformação de algumas redes sociais de proteção civil e de ONGs que promovem explicitamente a gestão local do risco.
 5. Ampla participação e apoio do setor privado às atividades de divulgação, consolidação de redes sociais e disponibilidade de plataformas tecnológicas apropriadas para a divulgação de informação.
-

IR6. Capacitação e educação em gestão de riscos

1. Incipiente incorporação de temas sobre ameaças e desastres na educação formal e em programas de capacitação comunitária.
2. Algumas adequações curriculares pontuais na educação básica e média, produção de materiais de instrução para docentes e líderes comunitários em algumas localidades ou distritos da cidade.
3. Incorporação progressiva da gestão de risco nos programas curriculares, apreciável produção de materiais de instrução de alta qualidade e frequente realização de cursos de capacitação da comunidade.
4. Ampla cobertura da educação formal, não formal e da capacitação comunitária na cidade, programas de educação superior e de cursos de especialização em várias universidades.
5. Alta capacidade técnica da cidade para gerar conhecimento sobre riscos, ampla cobertura dos programas de educação e produção de materiais; permanente capacitação da comunidade.

Indicadores e Níveis de desempenho de Redução de Risco (IRR)

RR1. Integração do risco na definição de usos do solo e a planificação urbana

1. Consideração de alguns elementos de identificação de riscos e proteção ambiental na planificação física.
 2. Promulgação de legislação nacional e de algumas regulações locais que consideram algumas ameaças como determinantes do ordenamento territorial e a planificação do desenvolvimento socioeconómico.
 3. Formulação progressiva de regulamentos de uso do solo que leva em conta ameaças e riscos, prescrições de desenho e construção obrigatórias com base no micro zoneamento de ameaças.
 4. Ampla formulação e atualização do plano de ordenamento territorial com enfoque preventivo, maior utilização do micro zoneamento com fins de segurança; incorporação da gestão do risco nos planos setoriais.
 5. Aprovação e controle do cumprimento dos planos de ordenamento territorial e desenvolvimento que incluem os riscos como determinantes e se generalizam as disposições de segurança urbana respectivas.
-

RR2. Intervenção de bacias hidrográficas e proteção ambiental

1. Inventário de bacias e áreas de maior deterioração ambiental ou consideradas de maior sensibilidade.
 2. Entrega das disposições legais que estabelecem a obrigatoriedade de reflorestamento, proteção ambiental e ordenamento de bacias.
 3. Formulação do plano de ordenamento e intervenção de bacias hidrográficas estratégicas e de áreas sensíveis, levando em conta aspectos relacionados com a vulnerabilidade e o risco.
 4. Planos de proteção ambiental e estudos de impacto, que consideram o risco como determinante para a intervenção.
 5. Intervenção das bacias deterioradas e de áreas sensíveis e ecossistemas estratégicos; planos de intervenção e proteção ambiental.
-

RR3. Implementação de técnicas de proteção e controle de fenômenos perigosos

1. Algumas medidas estruturais de controle e estabilidade em alguns lugares de maior incidência e perigo.
 2. Obras de canalização, saneamento e tratamento de águas construídas com critérios de segurança.
 3. Estabelecimento de medidas e regulamentações para o desenho e construção de obras de proteção e controle de ameaças em harmonia com as disposições do plano de ordenamento territorial.
 4. Formulação de planos de mitigação de riscos, ampla intervenção de áreas de risco mitigável mediante obras de proteção e controle.
 5. Implementação ampla de planos de mitigação e adequado desenho e construção de obras de estabilidade, amortecimento, dissipação e controle com fins de proteção da população e investimentos sociais.
-

RR4. Melhoramento de moradia e recolocação de assentamentos de áreas propensas

1. Identificação e inventário de assentamentos humanos marginais e localizados em áreas propensas.
 2. Expedição de legislação sobre tratamento prioritário de áreas urbanas deterioradas e em risco para programas de melhoramento e desenvolvimento de moradia de interesse social.
 3. Programas de melhoramento do entorno, de moradia existente e realocação por risco.
 4. Intervenção progressiva da população em risco e adequado tratamento das áreas despejadas.
 5. Controle notável das áreas de risco da cidade e realocação da maioria das moradias construídas em áreas de risco não mitigável.
-

RR5. Atualização e controle da aplicação de normas e códigos de construção

1. Uso voluntário de normas e códigos de construção de outros países sem maiores adequações e ajustes.
 2. Adaptação de alguns requisitos e especificações de acordo com alguns critérios e particularidades nacionais e da cidade.
 3. Expedição e atualização de normas urbanas de cumprimento obrigatório com base em normativas internacionais ou nacionais, modificadas e ajustadas de acordo com a avaliação de ameaças.
 4. Atualização tecnológica da maioria de normas de segurança e de códigos de construção de novos prédios e existentes, com requisitos especiais para prédios e infraestrutura de linhas vitais essenciais.
 5. Atualização permanente de códigos e outras normas de segurança; implantação de um regulamento de construção para a cidade com base em micro zoneamentos urbanos; estrito controle de seu cumprimento.
-

RR6. Reforço e Intervenção da vulnerabilidade de bens público e privados.

1. Reforço e adequação esporádica de prédios e infraestrutura de linhas vitais por remodelações ou mudanças de uso ou por modificações.
 2. Expedição de normas de intervenção da vulnerabilidade física e funcional de prédios existentes, reforço de alguns prédios essenciais como hospitais ou considerados de carácter indispensável.
 3. Alguns programas massivos de avaliação de vulnerabilidade física e funcional, reabilitação e reforço de hospitais, escolas e prédios de controle de linhas vitais; obrigatoriedade de reforços.
 4. Número progressivo de prédios públicos reforçados, infraestrutura de linhas vitais; alguns prédios do setor privado reforçados por iniciativa própria ou por estímulos fiscais oferecidos pelo governo.
 5. Massificação do reforço dos principais prédios públicos e privados, programas permanentes de incentivos para reabilitação de moradia de extratos socioeconómicos de baixos ingressos.
-

Indicadores e Níveis de desempenho de Manejo de Desastres (IMD)

MD1. Organização e coordenação de operações de emergência

1. Diferentes organismos atendem emergências, sem maiores recursos e vários deles com pessoal voluntário apenas.
 2. Legislação específica da cidade define uma estrutura inter institucional, papéis das entidades operativas e estabelece coordenação de comissões de emergência em todo o território.
 3. Coordenação apreciável, em algumas localidades ou distritos da cidade, entre as entidades operativas na preparação conjunta, comunicações, busca e resgate, rede de urgências e gestão de alojamentos temporais.
 4. Protocolos adequados de coordenação permanente para responder em caso de emergência entre as entidades operativas, de serviços públicos, as autoridades locais e organismos da sociedade civil na maioria das localidades ou distritos.
 5. Modelos organizacionais que envolvem estruturas de mando, instâncias de coordenação e gestão de recursos e uma avançada integração inter institucional entre entidades públicas, privadas e comunitárias.
-

MD2. Planificação da resposta em caso de emergência e sistemas de alerta

1. Planos básicos de emergência e contingência com listas de seleção e informação do pessoal disponível.
 2. Disposições legais que estabelecem a obrigatoriedade de planos de emergência; articulação com entidades que produzem informação técnica.
 3. Protocolos e procedimentos operativos e de informação à comunidade bem definidos na cidade; vários sistemas de prognóstico e alerta operam de forma contínua.
 4. Planos de emergência e contingência completos e associados a sistemas de informação e alerta pública na maioria das localidades ou distritos.
 5. Preparação para a resposta operativa com base em cenários prováveis em todas as localidades ou distritos; uso de tecnologia da informação para a ativação de procedimentos automáticos de respostas.
-

MD3. Dotação de equipas, ferramentas e infraestrutura

1. Dotação básica e inventário dos recursos apenas das entidades operativas e comissões de emergência.
 2. Centros de reservas e de equipas especializadas de emergência a nível central e em algumas localidades ou distritos; inventários de recursos de outras entidades públicas e privadas.
 3. Centro de Operações de Emergência (COE) bem dotado com equipas de comunicações e sistemas adequados de registo; equipamento especializado e centros de reservas em várias localidades ou distritos.
 4. COEs locais bem dotados e sistematizados na maioria das localidades ou distritos; dotação progressiva complementar das entidades operativas; sistema unificado de notificação de emergências.
 5. Redes de apoio inter institucional, de centros de reservas e entre COEs funcionando permanentemente; amplas facilidades de reporte, comunicações, transporte e abastecimento em caso de emergência.
-

MD4. Capacitação operativa, simulação e prova da resposta inter institucional

1. Alguns programas de capacitação e simulação da resposta institucional a nível interno de cada entidade e em conjunto entre varias entidades operativas da cidade.
 2. Treinamento do pessoal e exercícios esporádicos de simulação de situações de emergência e resposta inter institucional com todas as entidades operativas.
 3. Capacitação de equipas especializadas; simulações de escritório e simulações com a participação adicional das entidades de serviços públicos e da administração local em várias localidades ou distritos.
 4. Coordenação de simulações e simulacros com a participação de pessoas da comunidade, o setor privado e os meios de comunicação em nível da cidade e em algumas localidades ou distritos.
 5. Treinamento permanente de grupos de resposta, prova de planos de emergência e contingência e atualização de procedimentos operativos com base em exercícios de simulação e simulacros frequentes na maioria das localidades.
-

MD5. Preparação e capacitação da comunidade

1. Reuniões informativas com comunidades para ilustrar que se deve fazer em emergência, normalmente quando ocorrem desastres.
 2. Cursos esporádicos de capacitação com organizações da sociedade, com o fim de tratar temas relacionados com desastres.
 3. Programação regular de atividades de capacitação comunitária sobre comportamento em caso de emergência, em coordenação com entidades e ONGs relacionadas com o desenvolvimento comunitário.
 4. Realização de cursos frequentes com comunidades na maioria das localidades ou distritos sobre preparativos, prevenção e redução de riscos.
 5. Cursos permanentes de prevenção e atenção de desastres em todas as localidades ou distritos dentro da programação de capacitação em desenvolvimento comunitário em coordenação com outras entidades e ONGs.
-

MD6. Planificação para a reabilitação e reconstrução

1. Desenho e implementação de planos de reabilitação e reconstrução somente posterior a desastres importantes.
2. Planeamento de algumas medidas de recuperação provisória por parte de entidades de serviços públicos e encarregadas da avaliação de danos.
3. Procedimentos de diagnóstico, restabelecimento e reparação de infraestrutura e programas de projetos produtivos para a recuperação de comunidades.
4. Realização ex ante de planos e programas para a recuperação do tecido social, fontes de trabalho e de meios produtivos das comunidades.

5. Desenvolvimento generalizado de planos detalhados de reconstrução de danos físicos e recuperação social com base em cenários de risco, legislação específica e medidas antecipadas para futura ativação de risco; legislação específica e medidas antecipadas para futura ativação.

Indicadores e Níveis de desempenho de Governabilidade e Proteção Financeira (PF)

PF1. Organização inter institucional, de múltiplos setores e descentralizada

1. Organização básica de entidades em comitê e com um enfoque principalmente de resposta a emergências.
2. Organização inter institucional e de múltiplos setores para gestão integral de riscos.
3. Sistema inter institucional de gestão de risco ativo; trabalho para desenho de políticas públicas sobre redução de vulnerabilidade.
4. Execução contínua e descentralizada de projetos de gestão de riscos associados com programas de proteção ambiental, energia, saneamento e redução da pobreza.
5. Pessoal especialista com ampla experiência incorporando a gestão de riscos na planificação do desenvolvimento humano sustentável; sistemas de informação de alta tecnologia.

PF2. Fundos de reservas para o fortalecimento institucional

1. Não existe um fundo de reservas da cidade. Depende-se unicamente de recursos nacionais para desastres ou calamidades.
2. Depende-se do apoio econômico do nível nacional e se faz gestão de recursos internacionais para o desenvolvimento institucional. Fortalecimento incipiente da gestão de riscos.
3. Existem alguns fundos ocasionais para co-financiar projetos de gestão de riscos na cidade em forma inter institucional.
4. Existe um fundo de reservas na cidade, regulamentado para o co-financiamento de projetos, fortalecimento institucional e recuperação em caso de desastres.
5. Funciona um fundo de reservas na cidade. Realiza-se engenharia financeira para o desenho de instrumentos de retenção e transferência de riscos.

PF3. Localização e mobilização de recursos e orçamento

1. Somente se conta com uma atribuição limitada de partidas orçamentais para as instituições competentes com fins de atenção de emergências.
2. Existem disposições legais estabelecendo a destinação de orçamento a entidades da cidade, com fins de gestão de riscos.
3. Destinação por lei de transferências específicas para a gestão de riscos a nível local e realização frequente de convênios inter administrativos para a execução de projetos de prevenção.
4. Atribuição progressiva de partidas do gasto discricionário tanto da cidade como nas localidades para a redução da vulnerabilidade, criação de incentivos e taxas de proteção e segurança ambiental.
5. Utilização de empréstimos gerenciados pela cidade com fins de redução de riscos diante organismos multilaterais de crédito.

PF4. Implementações de redes e fundos de segurança social.

1. Subvenções esporádicas a comunidades afetadas por desastres ou em situações críticas de risco.
2. Constituição de fundos de investimento social permanentes para o apoio de comunidades vulneráveis com foco nos extratos socioeconômicos mais pobres.
3. Redes sociais para auto proteção dos meios de sustento de comunidades em risco e realização de projetos produtivos de reabilitação e recuperação pós-desastre.
4. Programas regulares de microcrédito e atividades do gênero, orientadas à redução da vulnerabilidade humana.
5. Desenvolvimento de programas de proteção social e redução da pobreza, atividades de mitigação e prevenção na cidade.

PF5. Cobertura de seguros e estratégias de transferência de perdas de ativos políticos

1. Muito poucos imóveis públicos estão assegurados e excepcionalmente.
2. Disposições de asseguarção de bens públicos de obrigatório cumprimento; asseguarção deficiente da infraestrutura.
3. Asseguarção progressiva de bens públicos e infraestrutura.
4. Desenho de programas de asseguarção coletiva de prédios, infraestrutura pública ou em concessão.
5. Análise e implantação generalizada de estratégias de retenção e transferência de perdas sobre os ativos públicos, considerando consórcios de resseguro, titular os riscos, bônus por catástrofe, etc.

PF6. Cobertura de seguros e resseguros de moradia e do setor privado

1. Baixa porcentagem de bens privados assegurados. Indústria de seguros incipiente, pouco solvente e sem maior regulamentação.
2. Regulamentação da indústria de seguros, vigilância de sua solvência e legislação para asseguarção do setor hipotecário e de moradia.
3. Desenvolvimento de alguns estudos cuidadosos de asseguarção, com base em estimativas probabilísticas avançadas de risco, utilizando micro zoneamentos; auditoria e inspeção idônea de propriedades.
4. Desenho de programas de asseguarção coletiva de moradias e de pequenos negócios por parte da cidade e as companhias de seguros, com cobertura automática dos mais pobres.

5. Forte impulso de programas conjuntos entre a cidade e as companhias de seguros para gerar incentivos econômicos, com o fim de promover a redução do risco e a asseguração massiva.

Anexo 3

Planilhas de alocação de fatores de importância para os indicadores de Identificação de Riscos, Redução de Risco, Manejo de Desastre e Governabilidade e Proteção Financeira

