



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
NÚCLEO DE ALTOS ESTUDOS AMAZÔNICOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
DO TRÓPICO ÚMIDO  
CURSO DE MESTRADO EM PLANEJAMENTO DO DESENVOLVIMENTO

GLORGIA BARBOSA DE LIMA DE FARIAS

**Cidades, Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças  
Climáticas:** Um estudo na Região Metropolitana de Belém

Belém  
2012

GLORGIA BARBOSA DE LIMA DE FARIAS

**Cidades, Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças  
Climáticas: Um estudo na Região Metropolitana de Belém**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Planejamento do Desenvolvimento, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará.

Área de concentração: Gestão Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztain

Belém  
2012

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)  
(Biblioteca do NAEA/UFPA)

---

Farias, Glogia Barbosa de Lima

Cidades, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: um estudo na Região Metropolitana de Belém / Glogia Barbosa de Lima de Farias; Orientador, Claudio Fabian Szlafsztein – 2012.

89 f.: il. ; 29 cm

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2012.

1. Mudanças climáticas – Belém, Região Metropolitana de (PA). 2. Inundações - Belém, Região Metropolitana de (PA). 3. Mudanças climáticas - Adaptação. 4. Belém, Região Metropolitana de (PA)- Clima. I. Szlafsztein, Claudio Fabian, orientador. II. Título.

---

CDD 22. ed. 551.69811

GLORGIA BARBOSA DE LIMA DE FARIAS

**Cidades, Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças  
Climáticas:** Um estudo na Região Metropolitana de Belém

Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Planejamento do Desenvolvimento, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará.

**Aprovada em:**

**Banca examinadora:**

Professor Dr. Claudio Fabian Szlafsztein  
Orientador - NAEA/UFPA

Professora Dra. Nirvia Ravena  
Examinadora interna - NAEA/UFPA

Professor Dr. Mario Vasconcellos Sobrinho  
Examinador externo - PPGEDAM/NUMA/UFPA

**Resultado:**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Claudio Fabian Szlafsztein, por todo o incentivo durante pesquisa e pela oportunidade que me proporcionou de crescer pessoal e profissionalmente, através do contato com novas culturas, pessoas e modos de trabalho.

Aos meus pais, Maria Olívia Barbosa de Lima e Antonio Noé Carvalho de Farias, que sempre me apoiaram em todas as etapas da vida e sempre acreditaram no meu sucesso.

À Rafael Almeida Flores, pelo amor, carinho e suporte nos momentos em que precisei de uma motivação para seguir adiante.

À amiga Lucineusa Borges, que nunca hesitou quando precisei de um ombro amigo, ou de palavras duras nos momentos de incerteza.

À Daniele Campina, que sempre através de risos, mesmo nos momentos mais tensos, auxiliou no desenvolvimento da pesquisa.

À CAPES, pelo incentivo financeiro durante a pesquisa; aos professores do NAEA e aos colegas de mestrado, que contribuíram para o processo de formação acadêmica e para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas e amigos da Alemanha que me permitiram conhecer e admirar as mais diversas culturas, e perceber que o mundo é muito maior do que parece.

*Levante e termine o que você começou.  
Stand up and finish what you started.  
(Bob Harper)*

## RESUMO

Apesar das incertezas ainda existentes sobre as mudanças climáticas, pesquisas mostram que o aquecimento global é inevitável, tornando fundamental o investimento dos governos em políticas de minimização da vulnerabilidade e desenvolvimento da adaptação aos impactos destas mudanças. Na Região Metropolitana de Belém (RMB), as áreas urbanas são sujeitas às inundações, que com as alterações climáticas podem sofrer mudanças em sua frequência, magnitude e localização. Os fatores que determinam os impactos, a vulnerabilidade e a capacidade de adaptação às mudanças climáticas são complexos e desiguais nas diversas regiões, estando diretamente relacionados, entre outras coisas, com o nível de desenvolvimento social e a capacidade de resposta da sociedade nas diversas escalas. Em função disso a pesquisa teve como objetivo definir o grau de vulnerabilidade e a adaptação aos impactos das inundações decorrentes de mudanças no clima da RMB, considerando indicadores sociais, habitacionais e de saneamento. Através da construção de uma matriz de análise, da análise multicritério e da definição de índices de vulnerabilidade, concluiu-se que o grau de vulnerabilidade na RMB é mediano nas áreas urbanas dos municípios de Belém e Ananindeua; e elevado em Marituba, Benevides e Santa Isabel do Pará; sendo necessário o investimento em medidas, planos e projetos de adaptação na infraestrutura de saneamento e habitação, além da melhoria dos aspectos sociais relacionados à renda, educação e saúde.

Palavras chave: Mudanças Climáticas. Inundações. Cidades. Vulnerabilidade. Adaptação.

## **ABSTRACT**

Despite the remaining uncertainties about climate change, researches show that global warming is inevitable, making fundamental the governmental investment on policies to minimize the vulnerability and the develop of adaptation plans to the impacts of these changes. In the metropolitan region of Belém (RMB), urban areas are subject to flooding, which climate change may influence on changes in their frequency, magnitude and location. The factors that determine the impacts, vulnerability and adaptive capacity to climate change are complex and uneven in different regions, being directly related, among other things to the level of social development and responsiveness of the society in various scales. Based on this, the research aimed to define the degree of vulnerability and adaptation to the impacts of flooding due to climate change at the RMB, considering the social, housing and sanitation aspects. By building a matrix of analysis, the multicriteria analysis and the definition of an index, it was concluded that the vulnerability degree in the RMB is average in urban areas of the municipalities of Belém and Ananindeua, and high in Marituba, Benevides, and Santa Isabel of Pará, requiring investments in measures, plans and adaptation projects in sanitation infrastructure and housing, as well as improving the social aspects related to income, education and health.

Key-words: Climate change. Inundation. Cities. Vulnerability. Adaptation.



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperatura média na RMB nos períodos 1931-1960 e 1960-1991.....	37
Gráfico 2 - Temperatura mínima na RMB nos períodos 1931-1960 e 1960-1991.....	38
Gráfico 3 - Temperatura máxima na RMB nos períodos 1931-1960 e 1960-1991.....	38
Gráfico 4 - Umidade relativa do ar (%) na RMB. ....	39
Gráfico 5 - Precipitação acumulada mensal (1931-1960 ; 1961-1990 e 2000-2010). Fonte: Adaptado de INMET (2011).....	39
Gráfico 6 - Gráficos de precipitação acumulada mensal para o período 2000-2011.	41
Gráfico 7 - Grau de importância para definição do grau de vulnerabilidade social atribuído pelas instituições pesquisadas para os indicadores preliminares da pesquisa. ....	48
Gráfico 8 - Grau de importância para definição do grau de vulnerabilidade habitacional atribuído pelas instituições pesquisadas para os indicadores preliminares da pesquisa.....	49
Gráfico 9 - Grau de vulnerabilidade de saneamento atribuído pelas instituições pesquisadas para cada um dos indicadores preliminares da pesquisa. ....	50
Gráfico 10 - Percentual de domicílios atendidos por serviços de saneamento.....	52
Gráfico 11 - Percentual de domicílios em aglomerados subnormais e domicílios inadequados para moradia. ....	52
Gráfico 12 - (a) Percentual da população com renda inferior ao mínimo necessário; (b) Percentual da população em idade de risco; (c) Percentual da população alfabetizada; (d) Percentual da população acometida por doenças de veiculação hídrica. ....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Secretarias municipais pesquisadas na RMB.....	20
Quadro 2 - Adequação das moradias segundo critérios do IBGE (2000). ....	22
Quadro 3 - Matriz de análise do grau de vulnerabilidade por município componente da RMB.....	24
Quadro 4 - Critérios para a atribuição do grau de vulnerabilidade aos indicadores de habitação e saneamento. ....	25
Quadro 5 - Escala de importância para comparação <i>Par a Par</i> . ....	27
Quadro 6 - Matriz de comparação dos critérios de avaliação. ....	27
Quadro 7 - Soma dos valores das colunas (passo I).....	28
Quadro 8 - Matriz de comparação normalizada (passo II).....	28
Quadro 9 - Cálculo dos pesos (passo III). ....	28
Quadro 10 - Índice de consistência randômico.....	29
Quadro 11 - Critérios considerados para a atribuição do grau de importância aos indicadores de saneamento, habitação e sociais.....	30
Quadro 12 - Indicadores iniciais e finais da pesquisa. ....	48
Quadro 13 - Matriz de análise com valores percentuais dos indicadores e cores referentes aos critérios do grau de vulnerabilidade por área urbana dos municípios da RMB (vermelho – alta vulnerabilidade; amarelo – média vulnerabilidade; verde – baixa vulnerabilidade). ....	51
Quadro 14 - Resultado dos índices de vulnerabilidade por indicador e município.....	56

## LISTA DE ABREVIACÖES

CHM	Centro de Hidrografia Marinha
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEE	Gases do Efeito Estufa
GEPEDAM	Grupo de Estudos e Pesquisas de Desastres na Amazônia
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de Consistência
IDESP	Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change
ONU	Organização das Nações Unidas
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
RC	Relação de Consistência
RMB	Região Metropolitana de Belém
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SESPA	Secretaria de Estado de Saúde Pública
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.2 OBJETIVOS.....	18
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	18
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	19
2.1 REVISÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA BIBLIOGRAFIA .....	19
2.2 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS.....	19
2.3 VISITA TÉCNICA .....	20
2.4 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE VULNERABILIDADE .....	21
2.5 CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS.....	23
2.6 ESTRUTURAÇÃO DA MATRIZ DE ANÁLISE DO GRAU DE VULNERABILIDADE .....	23
2.8 ANÁLISE MULTICRITÉRIO E DEFINIÇÃO DOS ÍNDICES DE VULNERABILIDADE .....	26
2.8.1 Análise Multicritério .....	26
2.9 CONSTRUÇÃO DE MAPAS .....	31
<b>3 ÁREA DE ESTUDO</b> .....	32
3.1 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NA RMB .....	33
3.2 O CLIMA NA ÁREA DE ESTUDO .....	36
3.3 IMPACTOS DAS INUNDAÇÕES NAS CIDADES DA RMB.....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	47
4.1 O GRAU DE VULNERABILIDADE NA ÓTICA DAS INSTITUIÇÕES.....	47
4.2 GRAU DE VULNERABILIDADE DA RMB AOS IMPACTOS DE INUNDAÇÕES	50
4.3 GRAU DE VULNERABILIDADE E AS PRIORIDADES NA TOMADA DE DECISÃO.....	56
4.4 DISCUSSÕES .....	60
<b>5 RMB E SUA ADAPTAÇÃO AOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS</b> .	66
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	72
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	77
<b>ANEXOS</b> .....	84

## 1 INTRODUÇÃO

O tema “mudança climática” é intensamente discutido no cenário mundial. Uma particular ênfase é dada à origem das suas causas, à avaliação dos seus impactos, à análise da vulnerabilidade de infraestruturas, populações, e atividades socioeconômicas diante destes, e às respostas de mitigação e adaptação existentes ou planejadas.

Algumas instituições se destacam pelos estudos sobre o assunto. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da Organização das Nações Unidas (ONU) publica periodicamente relatórios com a avaliação das mudanças climáticas globais, sendo o último de 2007. Estes resultados agrupam conclusões sobre os aspectos físico-científicos das alterações climáticas, as opções para mitigação de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), e a vulnerabilidade e adaptação dos sistemas socioeconômicos e naturais a estas mudanças (IPCC, 2007). O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC)<sup>1</sup> fornece avaliações científicas sobre as mudanças climáticas de relevância para o Brasil, incluindo os temas de impactos, vulnerabilidade, adaptação e mitigação. Em ambos casos, particular atenção merecem as áreas urbanas<sup>2</sup>. O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), instituições de ensino superior (ex. COPPE/UFRJ), entre outros, desenvolvem estudos de referência abordando temas relacionados às alterações no clima da América Latina e no Brasil, tais como os cenários prováveis e os impactos, vulnerabilidade, e adaptação nos setores da agricultura e da geração de energia hidrelétrica, na saúde humana, na biodiversidade, assim como nas áreas costeiras e urbanas (MARENGO, 2006; CONFALONIERI, 2007; LUCENA et al., 2010; PINTO e PELLEGRINO, 2008; SZLAFSZTEIN, 2008).

O processo de mudanças no clima da Terra é aceito pela maior parte da comunidade acadêmica, e identificado não apenas como fenômenos naturais<sup>3</sup>, mas também como o produto do aumento das emissões de GEE a partir do início do

---

<sup>1</sup> Portaria interministerial MCT/MMA n°356 de 25 de setembro de 2009.

<sup>2</sup> O capítulo 5 do relatório do PBMC, previsto para 2012, intitula-se Mudanças Climáticas e os Aglomerados Humanos, a Indústria e a Infraestrutura.

<sup>3</sup> Para os céticos das teorias da teoria antropogênica das mudanças climáticas, entretanto, o cenário atual não passa de um processo natural pelo qual o Planeta está sujeito, que ocorre de forma lenta através de milhares de anos, sendo a contribuição do homem irrisória para uma modificação do clima em grandes proporções (GUIDDENS, 2010).

período industrial (MARTINS, 2010; PENTEGUEL, 2010)<sup>4</sup>. Para Furriela (2005) este fenômeno corresponde à mudança direta ou indiretamente atribuída à atividade humana, que altere a composição da atmosfera global e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis. Neste trabalho as mudanças climáticas, portanto, são consideradas indistintamente tanto a partir de aspectos naturais correspondentes a ciclos terrestres como pela atuação do homem na emissão de GEE de indústrias, automóveis, desmatamentos e queimadas, entre outros.

Para alguns cientistas, os impactos decorrentes de mudanças no clima são inevitáveis (ex. derretimento de geleiras e calotas polares, secas intensas, inundações, alteração nos regimes de chuvas, furacões, tempestades além de degradação da biodiversidade e outros fenômenos), uma vez que os níveis de concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera já estão acima do máximo recomendável<sup>5</sup> (MARENGO, 2006; UNFCCC, 2007).

Giddens (2010) exemplifica que mesmo que todo o sistema de geração de energia fosse substituído por outro menos poluidor, e que toda a população mundial adotasse hábitos mais sustentáveis em relação ao uso de equipamentos e transporte, não seria possível acabar com os riscos dos impactos de mudanças no clima rapidamente. A população mundial tem que enfrentar por longos anos as consequências da mudança climática e se adaptar a elas da melhor forma possível.

Em função da grande ameaça que as mudanças climáticas globais podem oferecer, torna-se importante compreender o nível de vulnerabilidade a que uma determinada região está sujeita. A vulnerabilidade corresponde ao grau de susceptibilidade de um sistema natural ou socioeconômico e a sua capacidade adaptativa para se recuperar frente aos impactos decorrentes das mudanças climáticas (IPCC, 2007; PENTEGEL, 2010).

A vulnerabilidade pode ser analisada, a partir da relação existente entre a exposição a um determinado risco, a fragilidade, e o nível de adaptação que uma definida área, atividade ou população apresenta num momento específico. Burch (2010) define adaptação como a capacidade de um sistema para se adaptar aos

---

<sup>4</sup> O tema mudança climática, mesmo estando na pauta das discussões políticas, acadêmicas e sociais, ainda apresenta incertezas. Para Margulis e Dubeux (2010) estas dúvidas existem devido à variedade de fatores integrantes dos modelos de previsão, e a precariedade de dados (limitadas series históricas, heterogeneidade de distribuição geográfica, escalas de pobre detalhe, etc.).

<sup>5</sup> O nível seguro de CO<sub>2</sub> na Atmosfera é de 350 ppm. Em 2012 já é registrado 393 ppm de CO<sub>2</sub>, e com um acréscimo anual de aproximadamente 2 ppm (NOAA, 2012).

estímulos climáticos e seus impactos, tendo como objetivo minimizar os danos causados por estas mudanças através da elaboração de técnicas, planos e medidas econômicas, sociais, ambientais e culturais.

Os fatores que determinam os impactos, a vulnerabilidade e a capacidade de adaptação às mudanças climáticas são complexos e desiguais nas diversas regiões, estando diretamente relacionados, entre outras coisas, com o nível de desenvolvimento social e a capacidade de resposta da sociedade nas diversas escalas (LAUKKONEN et al., 2009; GIDDENS, 2010). Considerando a extensão territorial, as diferentes paisagens, a diversidade no uso e ocupação do solo e a heterogeneidade das condições socioeconômicas no Brasil, observa-se que os impactos, a vulnerabilidade e a capacidade de adaptação às mudanças climáticas exercem consequências distintas nas diversas regiões.

Segundo projeções climáticas para os próximos 100 anos, as regiões Amazônica e Nordeste serão as áreas mais afetadas pelas mudanças no clima, com destaque para as áreas urbanas e costeiras (IPCC, 2007; NOBRE et al., 2010; MARENGO, 2006).

Diversos autores (SANCHEZ-RODRIGUEZ, 2005 e 2009; NICHOLLS, 2004; CARDONA, 2005 e 2007) focam as suas pesquisas em temáticas relacionadas aos impactos das mudanças climáticas no nível local, crescentemente mais importantes para o subsídio a elaboração de planos e medidas de prevenção, mitigação e adaptação de impactos. De acordo com Næss et al. (2005), os maiores impactos decorrentes de mudanças climáticas são sentidos na escala local, particularmente muitos deles em áreas urbanas. O interesse pelo estudo da complexidade da temática das mudanças climáticas em áreas urbanas origina-se na elevada concentração de pessoas, que muitas vezes em países com problemas de desenvolvimento estão desprovidas de infraestrutura para atender as necessidades básicas de habitação e saneamento (MARTINS, 2010).

Sanchez-Rodriguez (2009) identifica poucos núcleos urbanos que já começaram a criar planos de adaptação às mudanças climáticas (ex. Nova York, Chicago, Londres, Toronto, Cidade do México, Rotterdam, Tumaco, Cartagena, Durban e Cape Town), mas destaca que estas podem favorecer bases para o desenvolvimento de planos em outras cidades.

Burch (2010) observa no Canadá municípios com elevado potencial para implementar políticas de adaptação às mudanças climáticas mas com pouca

autonomia política e econômica; Næss et al. (2005) ressalta que em cidades da Noruega, onde já ocorrem planos e projetos de adaptação, uma forte liderança política tem se apresentado como fator fundamental para a implantação destes. Além disso, os impactos das mudanças climáticas têm implicações diretas no contexto urbano, sendo que os governos locais são, em geral, facilitadores de ação, pressionando governos nacionais e estaduais a desenvolver projetos na escala local que podem ser replicados e disseminados para outras localidades e esferas de governo (MARTINS, 2010).

A migração populacional do meio rural para o urbano é um fator agravante para a elevação das emissões de GEE e para o aquecimento global, em função dos modelos de vida associados nas cidades à construção de ruas e edificações, à remoção da cobertura vegetal, à impermeabilização do solo, ao maior consumo de energia, e ao uso intensivo de diferentes modalidades de transporte (NOBRE et al., 2010; MARENGO, 2006). Entretanto, o ambiente urbano é igualmente sensível aos impactos das mudanças climáticas, já que muitas vezes são locais de grande concentração populacional e elevada desigualdade entre grupos sociais, em que áreas suscetíveis a problemas ambientais<sup>6</sup> são frequentemente ocupadas pela população mais pobre e carente de serviços básicos como saneamento e abastecimento de água, o que contribui para a elevação da vulnerabilidade e limitam a capacidade de resposta adaptativa da população aos impactos das mudanças climáticas (NOBRE et al., 2010; MILANEZ; FONSECA, 2010; MARTINS, 2010).

Dentre os principais impactos observados nas áreas urbanas destacam-se aqueles resultantes das inundações<sup>7</sup> e alagamentos<sup>8</sup>. São eventos naturais que ocorrem normalmente nas áreas próximas a cursos d'água, mas que em muitas oportunidades têm as suas características – frequência, magnitude e localização – alteradas devido às mudanças no clima. O processo de inundação urbana em cidades localizadas em áreas costeiras apresenta forte relação com o aumento do nível do mar associado a eventos de precipitação intensa e cada vez mais

---

<sup>6</sup> Áreas propensas à ocorrência de impactos negativos relacionados ao meio ambiente (ex. encostas de morros e áreas de baixada).

<sup>7</sup> Ação ou efeito de inundar; transbordamento das águas, cobrindo certa extensão do terreno (SANTOS, 2010).

<sup>8</sup> Processos decorrentes ou não dos problemas de natureza fluvial, causando o acúmulo momentâneo de águas em um dado local por problemas de deficiência no sistema de drenagem devido a seu baixo coeficiente de escoamento superficial (SANTOS, 2010).



prolongadas. Para o IPCC (2007) a elevação do nível do mar pode estar relacionada com mudanças do clima.

De acordo com Martins (2010), a carência de informações acerca do grau de vulnerabilidade e adaptação das cidades às mudanças climáticas limita a capacidade dos governos locais para desenvolver ações de combate aos impactos das mudanças no clima. Neste contexto verifica-se a importância do desenvolvimento de pesquisas que busquem avaliar o grau de impacto, vulnerabilidade e capacidade de adaptação das cidades diante dos cenários de mudanças climáticas, de modo a subsidiar o desenvolvimento de planos e medidas de adaptação. A relação entre as áreas urbanas e as mudanças climáticas tem ganhado espaço nas análises científicas, no entanto ainda são poucos os trabalhos que buscam analisar o nível de vulnerabilidade e a capacidade de adaptação de cidades no Brasil, concentrando-se particularmente nas grandes cidades das regiões Sul e Sudeste (ZANELLA, 2006; RIBEIRO, 2008; ROSEGHINI; MENDONÇA, 2009, NOBRE et al. 2010<sup>9</sup>). Na região amazônica estes trabalhos são ainda mais incipientes (SZLAFSZTEIN, 2008).

As maiores barreiras para implementação de medidas de adaptação às mudanças climáticas estão nos países pouco desenvolvidos e em desenvolvimento, em função dos elevados índices de desigualdade social e econômica, dos problemas de acesso a serviços básicos, e da intensidade dos processos de urbanização (MARGULIS e DOUBEX, 2010).

O Brasil é um país extremamente urbano. A taxa de urbanização no Brasil em 1950 era de aproximadamente 36%, alcançando valores próximos a 85% em 2010 (IBGE, 2010). Segundo Ribeiro (2008), esta urbanização tem ocorrido num ritmo intenso e numa ótica especulativa, devido à implantação de um sistema industrial de produção, particularmente na região Sudeste, e as migrações para estas áreas passaram a ser inevitáveis. Entretanto, o crescimento das cidades no Brasil não foi acompanhado da implementação de serviços de atendimento básico para a população resultando em diversas problemáticas socioambientais.

O processo de urbanização também tem apresentado um acelerado crescimento na região Amazônica. Dados da Superintendência de Desenvolvimento

---

<sup>9</sup> O trabalho "Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo" tem sido uma das principais referências para o desenvolvimento deste trabalho na região amazônica.

da Amazônia (SUDAM, 2010) e do Censo Demográfico do IBGE (2010), mostram que no período 1970-2010 a população urbana passou de 35,7% para 71,8% do total da região. Manaus, que em 1960 apresentava uma população próxima de 200 mil habitantes teve um crescimento de 750% em 50 anos, alcançando em 2010 1.792.881 habitantes (IBGE, 2010). Castro (2008) indica que nas últimas décadas este crescimento da população urbana na Amazônia tem ocorrido não apenas nas capitais dos estados, mas nas cidades médias<sup>10</sup>, as quais cumprem o papel de centros sub-regionais.

O processo de migração ocorrido na década de 1970 na Amazônia em função dos grandes projetos minerais contribuiu para a formação do perfil demográfico atual da região amazônica. A diminuição da imigração inter-regional de destino rural e o aumento da migração intraestadual de origem rural e destino urbano, principalmente para as cidades maiores, foram os principais fatores responsáveis pela mobilidade populacional intensa neste período; se tornando fatores relevantes para o processo de ocupação não planejado e para a dificuldade de oferecer serviços básicos de qualidade. (SUDAM, 2010; SOUZA, 2003; MUNIZ et al., 2007).

Nas cidades brasileiras os problemas relacionados a desastres hidroclimáticos são frequentes, mas nas Regiões Metropolitanas, em função das ocupações irregulares dos terrenos próximos aos cursos d'água pela população de baixa renda, se tornam mais intensos e graves. Como consequência registram-se a perda de bens materiais, o aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica, a limitação do tráfego de pessoas e veículos, e a deterioração dos espaços públicos e privados (WERRITTY et al. , 2002; SANTOS, 2010).

A Região Metropolitana de Belém (RMB) é a maior metrópole da região Norte do país, com aproximadamente 2 milhões de habitantes (IBGE, 2010). As características naturais da região; cercada por diversos cursos d'água, chuvas com uma frequência diária; propiciam à ocorrência de inundações periódicas nas áreas mais baixas (cotas 4 m), potencialmente modificadas em função de mudanças no clima. Estas características são potencialmente modificadas em função de mudanças no clima.

---

<sup>10</sup> São cidades que apresentam certo distanciamento das metrópoles, situação geográfica favorável, capacidade de retenção da população migrante, e estrutura para oferecer bens e serviços (PEREIRA, 2006).

Uma forte relação entre vulnerabilidade, desenvolvimento urbano e adaptação de cidades aos impactos das mudanças climáticas é observada. Não é apenas a localização que determina se uma cidade ou grupo de pessoas está vulnerável, mas a infraestrutura disponível (LAUKKONEN et al., 2009).

Esta pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: Quais fatores são responsáveis por acentuar a vulnerabilidade e limitar a capacidade de resposta adaptativa aos impactos das inundações em áreas urbanas nos municípios que compõem a RMB?

Neste sentido as perguntas específicas a serem respondidas no decorrer do trabalho são as seguintes:

- a. Quais são os principais processos de mudanças relacionados com a urbanização e o clima que têm ocorrido na RMB, e quais são os cenários futuros?
- b. Qual o grau de vulnerabilidade da RMB diante de cenários de mudanças no clima e impactos por inundações urbanas?
- c. Qual é a capacidade de adaptação dos centros urbanos na RMB diante dos impactos de inundações pelas mudanças climáticas?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o nível de vulnerabilidade e a capacidade de adaptação aos impactos das inundações decorrentes de mudanças climáticas das cidades na Região Metropolitana de Belém (Estado do Pará), considerando indicadores sociais, habitacionais, e de saneamento.

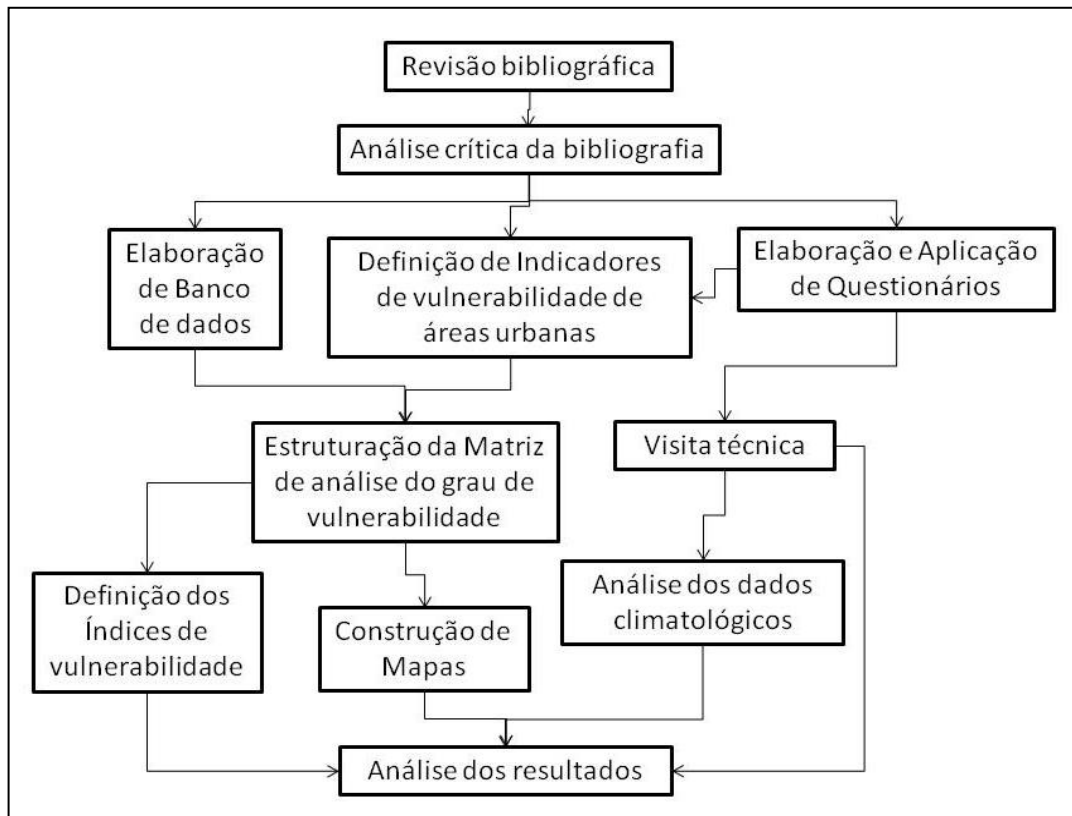
### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever as mudanças associadas ao uso do solo urbano e do clima ocorridas na RMB.
- Avaliar o grau de vulnerabilidade das cidades da RMB aos impactos das inundações diante de cenários de mudanças climáticas, com destaque para os setores de saneamento e a habitação.
- Analisar as medidas, planos e projetos de adaptação às mudanças climáticas existentes nas áreas urbanas na RMB.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos desta pesquisa foram utilizados materiais e métodos que permitem obter e analisar informações e dados acerca do grau de vulnerabilidade e adaptação de áreas urbanas da RMB aos impactos das mudanças climáticas (Fluxograma 1).

Fluxograma 1 - Etapas do projeto.



Fonte: Farias (2012).

### 2.1 REVISÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA BIBLIOGRAFIA

A revisão e análise crítica da bibliografia auxiliaram na definição do tema, da abordagem desenvolvida, bem como dos tópicos principais da pesquisa. Teve como foco livros e artigos relacionados às temáticas: mudanças climáticas, desastres naturais, adaptação e vulnerabilidade às mudanças no clima, bem como políticas públicas urbanas, sociais, habitacionais e sanitárias.

### 2.2 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS

Um questionário foi elaborado contendo três questionamentos procurando entender a visão das instituições acerca do seu papel diante do atual cenário de mudanças no clima, e averiguar as ações que as mesmas exercem em termos de

implantação de medidas mitigadoras e de adaptação<sup>11</sup> aos impactos das mudanças climáticas em seus municípios (ANEXO A). Com isto, foi possível desenvolver uma análise acerca do comprometimento institucional com o desenvolvimento de planos e projetos de adaptação a estas mudanças.

Os questionários auxiliaram na seleção dos indicadores da pesquisa, na determinação do grau de importância para definição dos pesos e construção dos índices, bem como na análise do grau de vulnerabilidade das áreas urbanas dos municípios da RMB às mudanças do clima; além de permitir a identificação da existência de medidas, planos e projetos direta ou indiretamente relacionados com a adaptação aos impactos destas mudanças. Os questionários foram encaminhados aos secretários das instituições estaduais (COSANPA, SEMA e COHAB); e municipais (Quadro 1).

Quadro 1 - Secretarias municipais pesquisadas na RMB.

MUNICÍPIO	SECRETARIA
Belém	1. Habitação 2. Meio Ambiente 3. Saneamento 4. Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto
Ananindeua	1. Agronegócios e Meio Ambiente 2. Habitação 3. Saneamento e Infraestrutura
Marituba	1. Meio Ambiente 2. Obras e Terras Patrimoniais
Benevides	1. Saúde e Meio Ambiente 2. Infraestrutura e Serviços Urbanos 3. Trabalho e Assistência Social
Santa. Isabel	1. Meio Ambiente 2. Sistema de Água e Esgoto 3. Obras Públicas

Fonte: Farias (2012).

### 2.3 VISITA TÉCNICA

Uma visita técnica foi realizada em instituições públicas municipais e estaduais (COHAB, COSANPA, SEMA, SEMMA, SEHAB, SESAN, SUDAM, CODEM, INMET), visando obter informações sobre os parâmetros climatológicos da RMB, bem como planos e projetos urbanos para a área de estudo relacionados à habitação, ao saneamento, e ao desenvolvimento social. A partir das informações obtidas nestas instituições e das pesquisas em jornais de ampla circulação foram identificados alguns locais de execução de projetos de infraestrutura urbana.

<sup>11</sup> Mitigação corresponde à resposta dada por cidades às mudanças climáticas e concentra-se na redução das emissões de GEE; e a adaptação consiste na diminuição dos impactos das mudanças climáticas por meio de ajustes e alterações em sistemas sociais e naturais no ambiente urbano (MARTINS, 2010).

## 2.4 DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE VULNERABILIDADE

Indicadores são dados, informações, valores ou descrições, que retratam uma situação, dão indicações e descrevem o estado de um fenômeno, podendo-se referir a uma informação numérica simples, a agregações matemáticas de informações ou mesmo de índices, visando expressar uma dada situação (NAHAS, 2009; OECD, 2003). Têm a finalidade de auxiliar na composição do banco de dados e na estruturação da matriz de análise. Os indicadores selecionados, além de sua estreita relação com a qualificação da vulnerabilidade aos impactos decorrentes das mudanças climáticas, apresentam fácil acesso, mensuração e monitoramento.

Os indicadores de **habitação** foram escolhidos em função de sua capacidade de mostrar o nível de adequação das moradias, e representar o universo de habitações em áreas impróprias para residência na RMB<sup>12</sup>. São eles:

- a) **Domicílios em aglomerados subnormais:** Conjunto de pelo menos 51 unidades habitacionais carentes de serviços públicos, ocupadas de forma desordenada, que não apresentam posse de propriedade da terra, ou sem título de propriedade. Fazem parte deste grupo: as favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, mocambos e palafitas (IBGE, 2010).
- b) **Número de habitações Inadequadas:** A adequação das habitações corresponde à existência de serviços básicos, e mostra o universo de domicílios em cada município da RMB que se apresenta dentro dos padrões definidos pelo IBGE (2000) – Adequado ou Inadequado. Nesta pesquisa foram considerados como inadequados os domicílios que apresentam abastecimento de água proveniente de poço ou nascente; sem banheiro ou sanitário ou com escoadouro ligado à fossa rudimentar, vala, rio, lago ou outra forma; e lixo queimado, enterrado ou jogado em terreno baldio, logradouro, rio ou lago; e mais de dois moradores por dormitório (Quadro 2).

---

<sup>12</sup> Inicialmente foram selecionados como indicadores habitacionais as habitações em área de invasão, em palafita e em áreas de alagamento, entretanto, houve necessidade de alterá-los, devido a dificuldade de acesso aos dados nos municípios. Apesar desta mudança, os indicadores habitacionais finais apresentam características semelhantes relacionadas com as características construtivas e a localização em áreas de risco ambiental.

Quadro 2 - Adequação das moradias segundo critérios do IBGE (2000).

Tipo de Serviço	Característica	
	Adequado	Inadequado
Abastecimento de água	Rede geral de distribuição	Poço ou nascente na propriedade ou fora; carro pipa; água de chuva armazenada; rios, açudes, lagos e igarapés; outra forma
Esgotamento Sanitário	Rede geral de esgoto ou pluvial; fossa séptica	Fossa rudimentar; vala, rio, lago ou mar; sem banheiro, sanitário ou buraco para dejetos
Destino do Lixo	Coletado por serviço de limpeza	Queimado; enterrado; jogado em terreno baldio ou logradouro; jogado em rio, lago ou mar; outro destino
Moradores por dormitório	Até 2 moradores por dormitório	Mais de 2 moradores por dormitório

Fonte: Adaptado de IBGE (2000).

Os indicadores de **saneamento** selecionados foram o número de domicílios atendidos por (i) sistema de abastecimento de água; (ii) serviço de coleta regular de resíduos; e (iii) rede geral de esgotamento sanitário. Estes indicadores permitem analisar a vulnerabilidade aos impactos das inundações do ponto de vista da infraestrutura existente para a oferta de serviços básicos de saneamento para a população residente na RMB.

Os indicadores **sociais** definidos aceitam avaliar a composição da sociedade enquanto sua capacidade de lidar com as possíveis alterações climáticas, a partir de suas habilidades físicas, educacionais e financeiras.

- a) **Renda per capita (renda média familiar):** Avalia a vulnerabilidade do ponto de vista econômico, considerando que quanto menor a renda maior a vulnerabilidade (ANDRADE et al., 2010; CUTTER et al., 2003).
- b) **Número de pessoas em idade de risco (0-10 e mais de 65 anos):** Analisa a vulnerabilidade a partir da capacidade física de lidar com os impactos das mudanças climáticas. Segundo Nobre et al. (2010), as crianças e os idosos correspondem à parcela da população mais vulnerável devido às limitações físicas que apresentam para lidar com as ameaças climáticas. O Estatuto da Criança e do Adolescente<sup>13</sup> define como criança a pessoa até doze anos de idade incompletos. Na presente pesquisa, entretanto foram consideradas crianças as pessoas com idades até 10 anos em função do agrupamento dos dados do censo do IBGE. O estatuto do idoso<sup>14</sup> determina como idosa a pessoa que tiver 60 anos ou mais de idade. A Lei sobre planos de benefício da

<sup>13</sup> Lei 8.069, de 13 de julho de 1990.

<sup>14</sup> Lei 10.741, de 1º de Outubro de 2003.

previdência social<sup>15</sup> determina que possam requerer a aposentadoria quando completarem as mulheres 60 anos, e homens 65 anos. Com base nisto, foi considerado como idosa a pessoa com idade superior a 65 anos.

- c) **Número de pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas (nível de escolaridade):** De acordo com Cutter et al. (2003), os indivíduos que apresentam um nível baixo de escolaridade formal tendem a ser mais vulneráveis aos efeitos dos desastres climáticos, já que é necessário que o indivíduo seja capaz de compreender as informações relacionadas a segurança, saúde e sistemas de alerta, para tomar uma decisão diante de um desastre. Foram consideradas pessoas a partir dos 10 anos devido ser a idade na qual se espera que o indivíduo tenha completado a fase de alfabetização no ensino fundamental (SAMPAIO; NESPOLI, 2004).
- d) **Casos de doenças de veiculação hídrica:** Estas doenças se apresentam como um dos maiores males após os eventos de inundações urbanas (CONFALONIERI, 2003, 2007). De acordo com Barcelos et al. (2009), a mudança na distribuição dos vetores, hospedeiros e patógenos, além da contaminação das águas e alimentos após estes eventos, pode influenciar para o aumento do número de casos.

## 2.5 CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS

Um banco de dados, estruturado em planilha do Excel Microsoft Office 2003, foi elaborado contendo os valores absolutos e percentuais de cada indicador. Estes dados foram obtidos a partir da pesquisa nas instituições do Estado (COSANPA, SESPA) e no Censo Demográfico do IBGE (2010)<sup>16</sup>.

## 2.6 ESTRUTURAÇÃO DA MATRIZ DE ANÁLISE DO GRAU DE VULNERABILIDADE

Uma matriz de análise foi estruturada, na qual foram atribuídos os graus de vulnerabilidade aos indicadores a partir de critérios pré-definidos (Quadros 3 e 4).

---

<sup>15</sup> Lei 8213 de 24 de Julho de 1991.

<sup>16</sup> Devido à modificação da metodologia utilizada por esta instituição para a divulgação dos resultados relacionados às habitações em cada município, houve a necessidade de se utilizar dados do Censo Demográfico do IBGE do ano 2000.



Quadro 3 - Matriz de análise do grau de vulnerabilidade por município componente da RMB.

Indicadores		Valores (%) por área urbana dos municípios.				
		Fonte da informação	Belém	Ananindeua	Marituba	Benevides
SANEAMENTO	Habitações atendidas por rede de abastecimento de água.					
	Habitações atendidas por coleta regular de resíduos.					
	Habitações atendidas por rede geral de esgoto ou pluvial.					
HABITAÇÃO	Número de domicílios em aglomerados subnormais.					
	Número de habitações inadequadas					
SOCIAIS	Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário.					
	Pessoas em idade de risco					
	Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas					
	Casos de doenças de veiculação hídrica.					

Fonte: Farias (2012).

A definição dos intervalos dos critérios para atribuição do grau de vulnerabilidade aos indicadores de saneamento, habitação e social (casos de doenças de veiculação hídrica) foi feito a partir do conhecimento prévio e da vivência do pesquisador em relação às características socioeconômicas e ambientais da área de estudo. Foram considerados intervalos que representassem o percentual ideal de acesso aos serviços e habitações, considerando também a realidade local, ou seja, a partir dos dados obtidos com a pesquisa sobre a área de estudo foi possível definir critérios representativos para a mesma em relação a situação dos municípios diante do seu grau de vulnerabilidade (Quadro 4).

Para o indicador Renda Familiar foi utilizado como base o valor vigente em 2011 no Brasil do salário mínimo nominal (R\$ 545) e a partir disso utilizado o salário mínimo necessário<sup>17</sup>, que para uma família com 4 indivíduos corresponde a uma renda mensal de 4 salários mínimos (DIEESE, 2011).

O indicador **Pessoas em idade de risco (0-10 e mais que 65 anos)** utiliza-se como critério o percentual de indivíduos em idade de risco por município

<sup>17</sup> Salário necessário para atender às necessidades básicas do indivíduo e de sua família - moradia, alimentação, educação, saúde, lazer, vestuário, higiene, transporte e previdência. (Constituição Federal do Brasil, artigo 7º).

componente da RMB, considerando que quanto maior o número de pessoas nestas idades maior a vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas.

Para o indicador **pessoas com 10 anos ou mais de idade alfabetizadas** os intervalos foram definidos com base nas metas da UNESCO para o Brasil que objetivam uma diminuição para taxa de analfabetismo de 6% até 2015 (UNESCO, 2008).

Após o preenchimento da matriz foram atribuídas cores à mesma, representando os graus de vulnerabilidade aplicados a cada indicador, com o objetivo de analisar quantitativamente os graus de vulnerabilidade por município e apresentar os resultados nos mapas de vulnerabilidade. Posteriormente ao preenchimento da matriz com os dados e cores referentes aos critérios do grau de vulnerabilidade, os índices de vulnerabilidade foram definidos para os temas saneamento, habitação e aspectos sociais, através de uma análise multicritério.

Quadro 4 - Critérios para a atribuição do grau de vulnerabilidade aos indicadores de habitação e saneamento.

Indicadores		Grau de vulnerabilidade (atributo numérico)		
		Alta (3)	Média (2)	Baixa (1)
Saneamento	Habitações atendidas por rede de abastecimento de água	Menor que 50% do total por município.	Maior que 50% e menor que 80% do total por município.	Maior que 80% do total por município.
	Habitações atendidas por coleta regular de resíduos			
	Habitações atendidas por rede de esgoto			
Habitação	Aglomerados subnormais (ocupações irregulares)	Maior que 50% do total por município.	Entre 50% e 20% do total por município.	Menor que 20% do total por município.
	Habitações inadequadas			
Social	Rendimento domiciliar inferior ao mínimo necessário (4 salários mínimos)	Maior que 50% da população total por município.	Entre 20 e 50% da população total por município.	Menor que 20% da população total por município.
	Pessoas em idade de risco (0 - 10 e mais de 65 anos)	Maior que 20% da população total por município.	Entre 10% e 20% da população total por município.	Menor que 10% da população total por município.
	Pessoas com 10 anos ou mais de idade alfabetizadas	Menor que 90% da população da área urbana do município.	De 90% a 95% da população da área urbana do município.	Maior que 95% da população da área urbana do município.
	Casos de doenças de veiculação hídrica	Maior que 1,5% da população total por município.	Entre 0,5% e 1,5% da população total por município.	Menor que 0,5% da população total por município.

Fonte: Farias (2012).

## 2.8 ANÁLISE MULTICRITÉRIO E DEFINIÇÃO DOS ÍNDICES DE VULNERABILIDADE

A análise multicritério foi utilizada como ferramenta para a definição dos pesos nos índices de vulnerabilidade, permitindo que fossem definidos os aspectos que mais influenciam no grau de vulnerabilidade e quais devem ser priorizados diante da tomada de decisão para elaboração de planos e medidas de adaptação.

### 2.8.1 Análise Multicritério

A análise multicritério objetiva identificar e selecionar o melhor curso de ação diante de um problema de decisão complexo que envolve objetivos múltiplos e até certo ponto conflitantes (MARTINS, 2009).

Problemas de decisão multicritério envolvem tipicamente critérios que variam de importância para os tomadores de decisão. Consequentemente é necessário que se disponha de informação acerca da importância relativa de um critério sobre o outro. Isto é obtido através da atribuição de um peso para cada critério. Um peso pode ser definido como um valor atribuído a um critério de avaliação, que indica importância com relação a outro (MACZEWSKI, 1999). Quanto maior o peso maior a importância do critério para avaliação global.

Optou-se pela utilização do método de comparação *Par a Par* (SAATY, 2008) que envolve a comparação de critérios aos pares de modo a criar uma matriz de relação, para produzir os pesos dos indicadores como saída.

O método de comparação *par a par* consiste de três passos principais: geração da matriz de comparação, cálculo dos pesos dos critérios e estimativa da consistência das relações.

A **geração da matriz de comparação** é feita primeiramente através da definição da preferência entre dois critérios segundo uma escala de valores de 1 a 9 (Quadro 5). Esta escala é utilizada em uma matriz quadrada (matriz de comparação) através do julgamento de importância para cada critério, cujos elementos representam a importância relativa de um elemento sobre outro (Quadro 6). Para a atribuição da importância foram utilizados como referência as respostas da primeira pergunta dos questionários e o conhecimento adquirido do pesquisador, de modo que os indicadores ou critérios com maior oferta, ou com maior importância para a população foram considerados com maior intensidade de importância.

Quadro 5 - Escala de importância para comparação *Par a Par*.

Intensidade de importância	Definição
1	Mesma importância.
3	Pequena importância de uma sobre a outra.
5	Grande importância.
7	Forte importância.
9	Importância absoluta.
2,4,6,8	Valores intermediários entre valores adjacentes, não utilizados na pesquisa.

Fonte: Farias (2012).

Quadro 6 - Matriz de comparação dos critérios de avaliação.

	Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	Número de habitações inadequadas	Número de domicílios em Aglomerados subnormais
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	1	i	ii	iii	iiii
Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	1/i	1	iii	ii	iii
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	1/ii	1/iii	1	i	ii
Número de habitações inadequadas	1/iii	1/ii	1/i	1	iii
Número de domicílios em Aglomerados subnormais	1/iiii	1/iii	1/ii	1/iii	1

Fonte: Farias (2012).

Após a elaboração completa da matriz de comparação se iniciou a etapa de **cálculo dos pesos dos critérios**, a qual envolve os seguintes passos: (I) soma dos valores em cada coluna da matriz de comparação; (II) divisão de cada elemento na coluna da matriz de comparação pela soma total de sua coluna (a matriz resultante é denominada de matriz de comparação normalizada); e (III) cálculo da média dos elementos em cada linha da matriz normalizada, ou seja, dividir a soma dos valores normalizados de cada linha pelo número de critérios (Quadros 7 a 9).

Quadro 7 - Soma dos valores das colunas (passo I).

	Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	Número de habitações inadequadas	Número de domicílios em Aglomerados subnormais
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	1	i	ii	iii	iv
Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	1/i	1	iii	ii	iii
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	1/ii	1/iii	1	i	ii
Número de habitações inadequadas	1/iii	1/ii	1/i	1	iii
Número de domicílios em Aglomerados subnormais	1/iv	1/iii	1/ii	1/iii	1
SOMA	$\Sigma_1$	$\Sigma_2$	$\Sigma_3$	$\Sigma_4$	$\Sigma_5$

Fonte: Farias (2012).

Quadro 8 - Matriz de comparação normalizada (passo II).

	Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	Número de habitações inadequadas	Número de domicílios em Aglomerados subnormais
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	$1/\Sigma_1$	$i/\Sigma_2$	$ii/\Sigma_3$	$iii/\Sigma_4$	$iv/\Sigma_5$
Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	$(1/i)/\Sigma_1$	$1/\Sigma_2$	$iii/\Sigma_3$	$(ii/iv)/\Sigma_4$	$iii/\Sigma_5$
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	$(1/ii)/\Sigma_1$	$(1/iii)/\Sigma_2$	$1/\Sigma_3$	$i/\Sigma_4$	$ii/\Sigma_5$
Número de habitações inadequadas	$(1/iii)/\Sigma_1$	$(1/ii)/\Sigma_2$	$(1/i)/\Sigma_3$	$1/\Sigma_4$	$iii/\Sigma_5$
Número de domicílios em Aglomerados subnormais	$(1/iv)/\Sigma_1$	$(1/iii)/\Sigma_2$	$(1/ii)/\Sigma_3$	$(1/iii)/\Sigma_4$	$1/\Sigma_5$
SOMA	1	1	1	1	1

Fonte: Farias (2012).

Quadro 9 - Cálculo dos pesos (passo III).

Indicadores	Cálculo dos pesos	Pesos
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	$[1/\Sigma_1]+[i/\Sigma_2]+[ii/\Sigma_3]+[iii/\Sigma_4]+[iv/\Sigma_5] =$	$P_1$
Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	$[(1/i)/\Sigma_1]+[1/\Sigma_2]+[iii/\Sigma_3]+[(ii/iv)/\Sigma_4]+[iii/\Sigma_5] =$	$P_2$
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	$[(1/ii)/\Sigma_1]+[(1/iii)/\Sigma_2]+[1/\Sigma_3]+[i/\Sigma_4]+[ii/\Sigma_5] =$	$P_3$
Número de habitações inadequadas	$[(1/iii)/\Sigma_1]+[(1/ii)/\Sigma_2]+[(1/i)/\Sigma_3]+[1/\Sigma_4]+[iii/\Sigma_5] =$	$P_4$
Número de domicílios em Aglomerados subnormais	$[(1/iv)/\Sigma_1]+[(1/iii)/\Sigma_2]+[(1/ii)/\Sigma_3]+[(1/iii)/\Sigma_4]+[1/\Sigma_5] =$	$P_5$
SOMA		1

Fonte: Farias (2012).

Estas médias fornecem uma estimativa dos pesos relativos dos critérios que foram comparados. Este método permite interpretar os pesos como a média de todas as possíveis formas de comparação dos critérios.

Após estas etapas, a **estimativa da consistência das comparações** foi determinada a partir dos seguintes passos:

- a) Determinação do vetor soma ponderada:  
através da multiplicação do peso do primeiro critério pelos vetores da primeira coluna da matriz original, da mesma forma para os demais critérios e,
- b) Determinação do vetor de consistência pela divisão do vetor soma ponderada pelos pesos dos critérios determinados anteriormente.

Com o vetor de consistência calculado é necessário ainda calcular o  $\lambda$  e o **índice de consistência (IC)**. O valor de  $\lambda$  corresponde ao valor médio do vetor de consistência e o IC é calculado a partir da seguinte equação:  $IC = \lambda - n/n - 1$ . Por fim foi calculada a Relação de Consistência (RC), definida por:  $RC = IC/IR$ ; onde IR é o índice randômico, ou o índice de consistência de uma matriz gerado randomicamente (Quadro 10). A relação de consistência é designada por:

$RC < 0,10$  – Consistente

$RC \geq 0,10$  - Inconsistente

Quadro 10 - Índice de consistência randômico.

n	IR	n	IR	n	IR
1	0,00	6	1,24	11	1,48
2	0,00	7	1,32	12	1,51
3	0,58	8	1,41	13	1,56
4	0,90	9	1,45	14	1,57
5	1,12	10	1,49	15	1,59

Fonte: Martins (2009).

Para definir a importância de um indicador em relação ao outro (método de comparação *par a par*) foram utilizadas (i) as respostas fornecidas pelas instituições através dos questionários, no qual se buscou compreender os fatores foram considerados pelas instituições para a ponderação dos indicadores (Quadro 11), e uma análise de sensibilidade, que se baseia na simulação de respostas e auxilia: na

definição das melhores decisões; na decisão sobre quais dados devem ser refinados; e na definição dos elementos críticos da análise.

Quadro 11 - Critérios considerados para a atribuição do grau de importância aos indicadores de saneamento, habitação e sociais.

<b>Indicadores</b>	<b>Critérios para atribuição do grau de importância</b>
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	Bem fundamental à vida e ao qual todos devem ter acesso
Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	Serviço com maior déficit infraestrutural em todos os municípios da RMB e que apresenta forte relação com a saúde da população
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos.	Fundamental para a definição do grau de vulnerabilidade, mas dentre os serviços de saneamento é o que apresenta a maior abrangência e melhor infraestrutur em todos os municípios da RMB.
Número de habitações inadequadas.	O número de moradores por dormitório influi no padrão de adequação. A existência de serviços de saneamento deve ser priorizada.
Número de domicílios em Aglomerados subnormais.	A localização da residência em área imprópria para moradia coloca em risco a saúde e a vida da população
Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário.	Influencia no tipo da moradia, nas condições sanitárias, na saúde e no desenvolvimento de métodos de enfrentamento diante de situações de risco.
Pessoas em idade de risco.	Condição física e psicológica devido à idade pode limitar a capacidade de enfrentamento e tomada de decisão em uma situação de risco.
Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas.	Contribui para a tomada de decisão em situações de risco.
Casos de doenças de veiculação hídrica.	Limita o enfrentamento em situações de risco, coloca em risco a saúde e a vida da população.

Fonte: Farias (2012).

## 2.8.2 Definição dos índices de vulnerabilidade

Índices de vulnerabilidade foram definidos de forma a analisar integralmente os indicadores elencados para cada município. Um índice é um valor que expressa uma agregação matemática de informações numéricas, sendo, portanto, um conceito vinculado à estrutura formal de cálculo (NAHAS, 2009).

Foram construídas planilhas individuais de análise dos municípios (Microsoft Excel 2003), contendo o grau de vulnerabilidade utilizado na matriz de análise e uma ponderação da importância de cada um dos indicadores de modo a se obter os índices de vulnerabilidade de cada indicador, bem como um índice total para cada tema. Estes índices se referem aos valores agregados obtidos a partir dos indicadores, através da média entre estes, conforme é possível observar através das seguintes equações do Índice de saneamento e habitação, e do índice social:

$$\text{Ish} = \frac{\Sigma[\text{índ água}^*(X_1), \text{índ esgoto}^*(X_2), \text{índ resíduo}^*(X_3), \text{índ adequação}^*(X_4), \text{índ irregular}^*(X_5)]}{5}$$

$$\text{Iso} = \frac{\Sigma[\text{índ renda}^*(Y_1), \text{índ idade}^*(Y_2), \text{índ educação}^*(Y_3), \text{índ saúde}^*(Y_4)]}{4}$$

## 2.9 CONSTRUÇÃO DE MAPAS

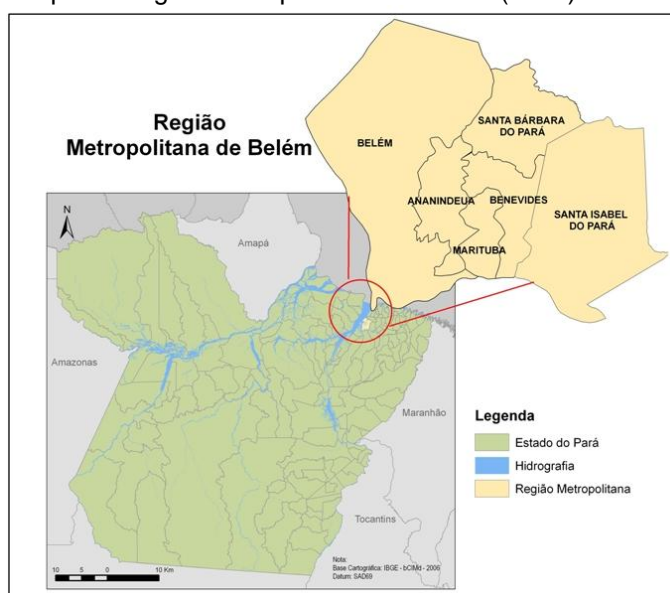
A **Construção de mapas** temáticos contendo as informações obtidas com a análise da matriz de análise auxiliou na apresentação dos resultados obtidos. Foram adotadas como referência espacial as unidades municipais componentes da RMB. Os mapas foram elaborados no programa *ArcGis* 9.3 contendo as cores referentes ao grau de vulnerabilidade observado individualmente para cada indicador e município. Posteriormente foi construído um mapa final com a interação dos resultados dos índices de vulnerabilidade de saneamento-habitação e social.



### 3 ÁREA DE ESTUDO

A RMB, instituída pelo Governo Federal em 1973, foi composta inicialmente pelos municípios de Belém e Ananindeua; em 1995 foram incluídos os municípios de Marituba e Benevides, tendo sido este último desmembrado para a formação do município de Santa Barbara em 1996 (LIMA; MOYSÉS, 2009). No ano de 2010, através da Lei Complementar o município de Santa Isabel do Pará foi anexado (Mapa 1). A RMB, constituída por uma porção continental e por um conjunto aproximado de 50 ilhas (LIMA; MOYSÉS, 2009), representa a maior MetrÓpole da região Norte do país, e conta com uma população de 2 milhões de habitantes, majoritariamente concentrada nas cidades de Belém, Ananindeua e Marituba (IBGE, 2010).

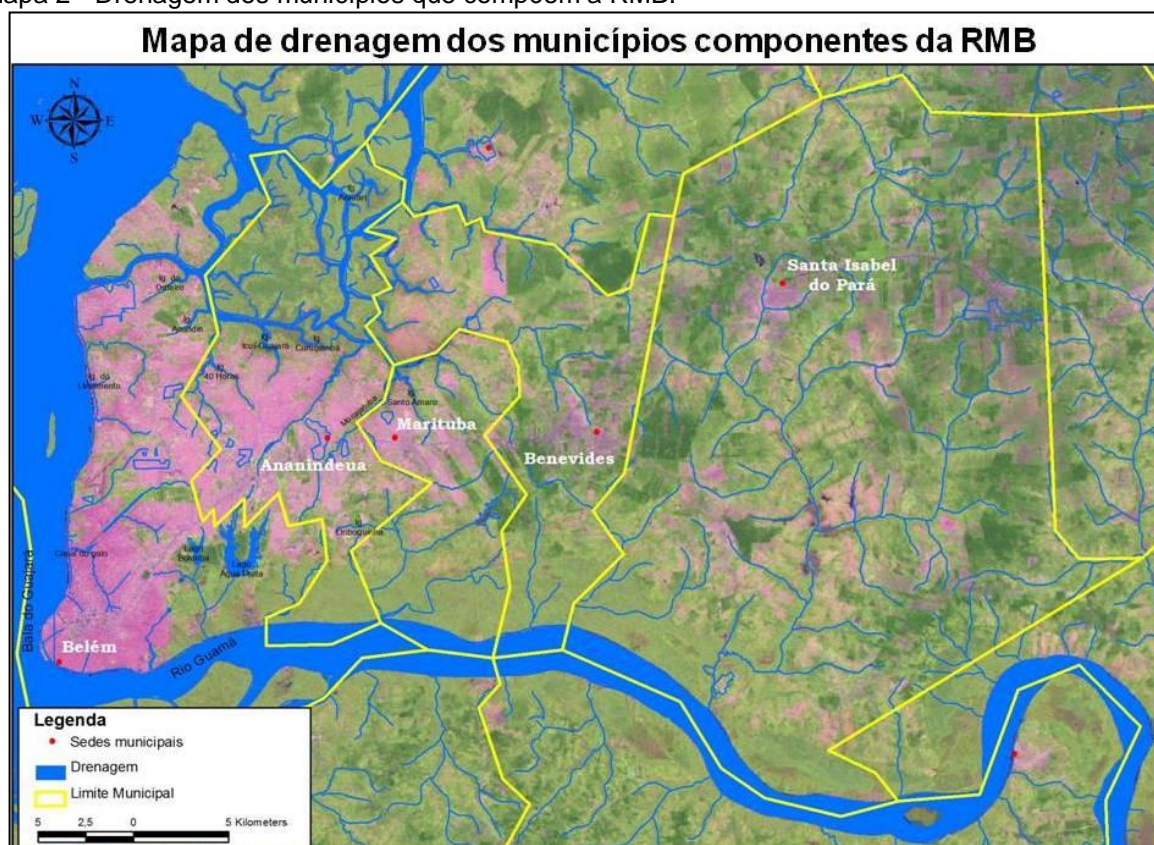
Mapa 1- Região Metropolitana de Belém (RMB)



Fonte: Farias (2012).

A RMB possui relevo uniforme, plano e pouco acidentado; com cotas prioritariamente baixas, sendo a altitude máxima de 57 m (no município de Benevides). Apresenta elevado índice pluviométrico, em torno de 2.800 mm/ano; o clima é úmido e com temperatura média de 26°C. A região é cercada pelos Rios Guamá e Pará e pela Baía do Guajará e entrecortada por pequenos furos, igarapés e paranás (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2010; COHAB, 2005) (Mapa 2).

Mapa 2 - Drenagem dos municípios que compõem a RMB.



Fonte: Farias (2012).

As principais áreas urbanas dos municípios que compõem a RMB foram definidas como área de estudo em função do papel que desempenham enquanto centro de comércio e oferta de serviços e empregos. Dados do PARÁ-IDESP (2012) mostram que, os municípios que compõem a RMB eram responsáveis por 34,48% da composição do PIB do Estado em 2009, sendo os setores de serviços e indústria os de maior destaque. O município de Santa Bárbara não foi incluído já que aproximadamente 70% de sua população residem em área rural e o núcleo urbano pouco estruturado político-administrativamente.

### 3.1 O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NA RMB

De acordo com Rodrigues (1998), nas primeiras décadas do século XX, foi oferecida à população de Belém melhor infraestrutura urbana através do planejamento urbanístico de Antonio Lemos (ruas mais largas, calçadas, etc.), em função disso e do contingente demográfico estacionário, resultado do declínio da borracha, Belém se expandiu para as áreas de terra firme, evitando aquelas alagadiças. Essa característica perdurou até a década de 1940, tendo como resultado a densificação das áreas com cotas mais elevadas.

A partir da Segunda Guerra Mundial a região amazônica passa a ser alvo da intervenção estatal, cumprindo o papel de fornecedora de látex, e voltando a ser palco de desenvolvimento urbano e crescimento populacional. A criação do “cinturão institucional”, ocupando terrenos altos e secos por instituições públicas e privadas no entorno da primeira légua patrimonial de Belém restringiram as opções de ocupação do solo urbano, fazendo com que a população passasse a ocupar as terras alagadas e ultrapassar o cinturão institucional ocupando as áreas ao longo da atual BR-316, dando início ao processo de urbanização e crescimento populacional dos municípios que atualmente compõem a RMB (MAIA, 2006; ROCHA, 2009, RODRIGUES, 1998).

O crescimento urbano em direção às áreas periféricas, com destaque para aquelas alagadiças, requerem grandes investimentos do Estado para permitir uma urbanização adequada; contudo, investimentos desse tipo além de valorizar o solo urbano, tendem a induzir uma especulação imobiliária e empurrar a população de baixa renda para áreas mais afastadas e sem acesso a serviços e infraestrutura urbana adequada, resultando na deterioração da qualidade de vida no que corresponde ao saneamento, habitação, educação, transporte, lazer, etc. (RODRIGUES, 1998).

No Brasil as aglomerações urbanas tendem a apresentar um grande crescimento populacional nas áreas distantes do centro comercial principal (periferia); o que tem produzido um padrão de expansão urbana caracterizado pelo espalhamento físico das cidades, enquanto se mantém terrenos de dimensões expressivas e sem uso no interior do tecido urbano (FERREIRA et al., 2009). Entretanto, a oferta de emprego na periferia não acompanhou o crescimento populacional, uma vez que o emprego ainda se apresenta fortemente concentrado no centro comercial principal e arredores, forçando os moradores mais distantes do centro a realizarem longos deslocamentos diários para trabalhar.

De acordo com Ferreira et al. (2009), apesar de ter ocorrido a implantação de indústrias, distritos industriais e o crescimento de subcentros comerciais nas áreas periféricas urbanas, o volume de ocupações geradas ainda é aquém do ritmo de aumento da população. Como resultado, se observa a formação das cidades-dormitório, em que boa parte da população permanece apenas durante a noite ou nos fins de semana.

Os problemas causados pela periferização recaem com maior intensidade nos municípios mais afastados do núcleo principal da área metropolitana, em que a

arrecadação fiscal é mais reduzida, o que compromete os investimentos sociais e em infraestrutura urbana, resultando na formação de assentamentos precários de grandes dimensões nesses municípios. Na RMB é possível observar esse crescimento demográfico na áreas periféricas. Municípios que antes contavam com uma população reduzida, tem apresentado um crescimento significativo nas últimas décadas.

Segundo Ferreira et al. (2009), a configuração física da RMB é resultado de dois fatores importantes e interligados: condição topográfica e tendência histórica de ocupação.

Belém e Ananindeua representam a área mais densamente ocupada da RMB, a conurbação entre estas cidades teve início na década de 1970 e o processo de urbanização foi continuamente intensificado ao longo dos anos (LIMA e MOYSÉS, 2009). A partir do ano 2000, a RMB passou por um acelerado processo de transição do uso do solo rural para o urbano, principalmente nos municípios de Marituba, Benevides e Santa Isabel (IBGE, 2010). Essa modificação do espaço contribuiu para uma maior impermeabilização do solo urbano, bem como a concentração de pessoas, indústrias, e veículos, tendo como resultado um incremento na emissão de poluentes e GEE.

Belém é a cidade da RMB que tradicionalmente concentra empregos e serviços, atuando como um polo de atração econômica, o que resulta em um aumento populacional tanto no município polo quanto nos demais componentes da RMB. A oferta de serviços de saúde, educação e a economia baseada na prestação de serviços são os principais diferenciais de Belém em relação aos demais municípios da RMB (LIMA; MOYSÉS, 2009).

Nas cidades do Brasil é observado um grande crescimento populacional nas áreas distantes do centro comercial (periferia) devido aos menores custos de vida e uma concentração do emprego na área central. Essa periferização muitas vezes é acompanhada da formação de assentamentos precários, em função da incapacidade do poder público de prover infraestrutura básica e do crescimento populacional acelerado (FERREIRA et al., 2009) (Fotografia 1).

Fotografia 1 - Área de baixada com construções irregulares e problemas de drenagem, sujeita à inundação em Belém.



Fonte: Farias (2012).

Em função das sucessivas crises econômicas dos anos 1980, a RMB passou por um processo de fragilização econômica, em que as taxas de crescimento do PIB foram inferiores ao crescimento demográfico, além de elevados níveis de desemprego e subemprego, baixos níveis salariais, concentração de renda e precariedade no sistema educacional, que favoreceram uma estruturação urbana marcada pela existência de um centro urbano adensado, ocupado pelas populações de faixa de renda média e alta, em contraste com uma periferia dispersa, não apropriada para habitação humana (baixadas) e ocupada por uma população empobrecida, que por vezes se encontram desassistidas por serviços como abastecimento de água, energia e esgotamento sanitário (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES, 2010; LIMA e MOYSÉS, 2009).

Esse cenário “segregador” é notório em toda a RMB. Em função da saturação dos espaços livres na cidade de Belém têm ocorrido um elevado crescimento vertical na cidade e um aumento da concentração da população nos municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides através, principalmente, da formação de conjuntos habitacionais. Isso tem levado a uma transformação do solo rural em urbano principalmente nos municípios acima mencionados (CORRÊA et al., 2004).

### 3.2 O CLIMA NA ÁREA DE ESTUDO

A análise de três dos principais parâmetros meteorológicos - temperatura, umidade e precipitação - permite observar que existe uma relação direta entre o nível de umidade e a precipitação, já que a umidade contribui para uma maior incidência de chuvas; e uma relação inversamente proporcional entre a temperatura

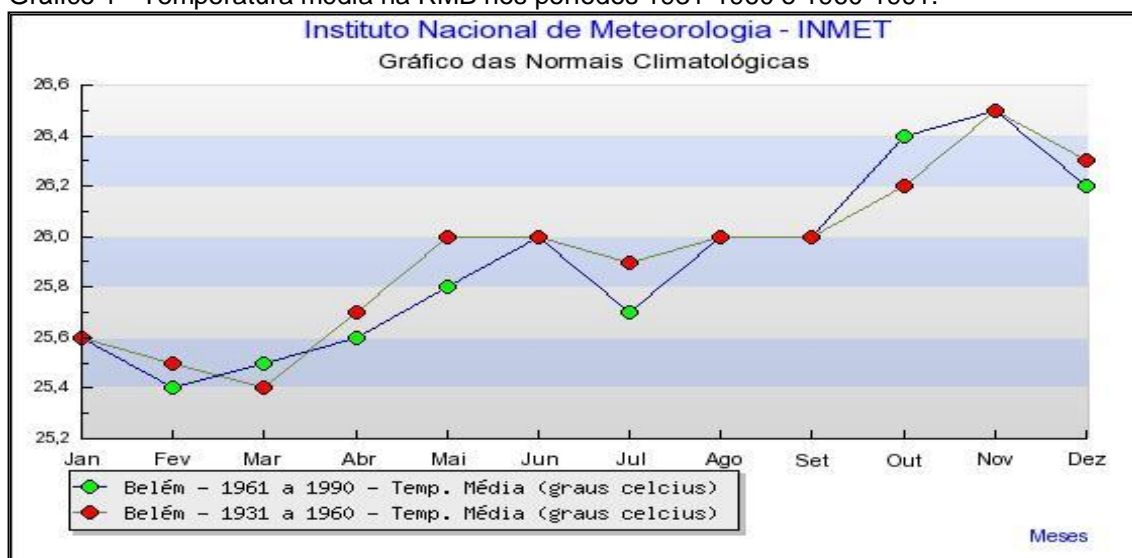


e a precipitação. A elevação na temperatura aumenta a capacidade do ar em reter vapor d'água e conseqüentemente há maior demanda hídrica.

Com base nisso, observa-se a relação existente entre estes três parâmetros nos períodos 1931-1960 e 1960-1991 para a RMB. De acordo com as informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), é necessário que as series históricas tenham um mínimo de 30 anos de intervalo para que possam ser consideradas confiáveis. Como o INMET não disponibiliza os dados de temperatura e umidade para o período 1991-2011 não foi possível fazer uma comparação com dados mais recentes. Em relação à precipitação, existem dados recentes, entretanto, apenas a partir do ano 2001, o que levou ao desenvolvimento do gráfico de precipitação apenas para o período 2000-2010.

A temperatura média mensal na RMB oscila em torno de 25°C e 27°C, com uma média anual de 26°C (INMET, 2011). O período de janeiro a abril apresenta as menores temperaturas (média de 25,5°C) e as maiores começam a ser registradas a partir do mês de maio (média 26,5°C) (Gráfico 1).

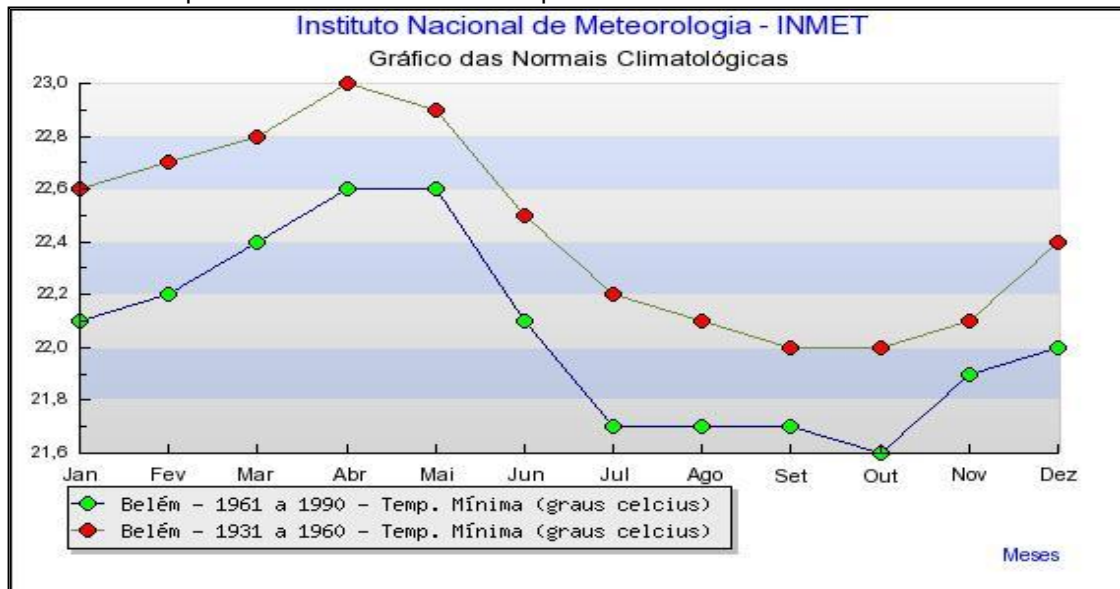
Gráfico 1 - Temperatura média na RMB nos períodos 1931-1960 e 1960-1991.



Fonte: INMET (2011).

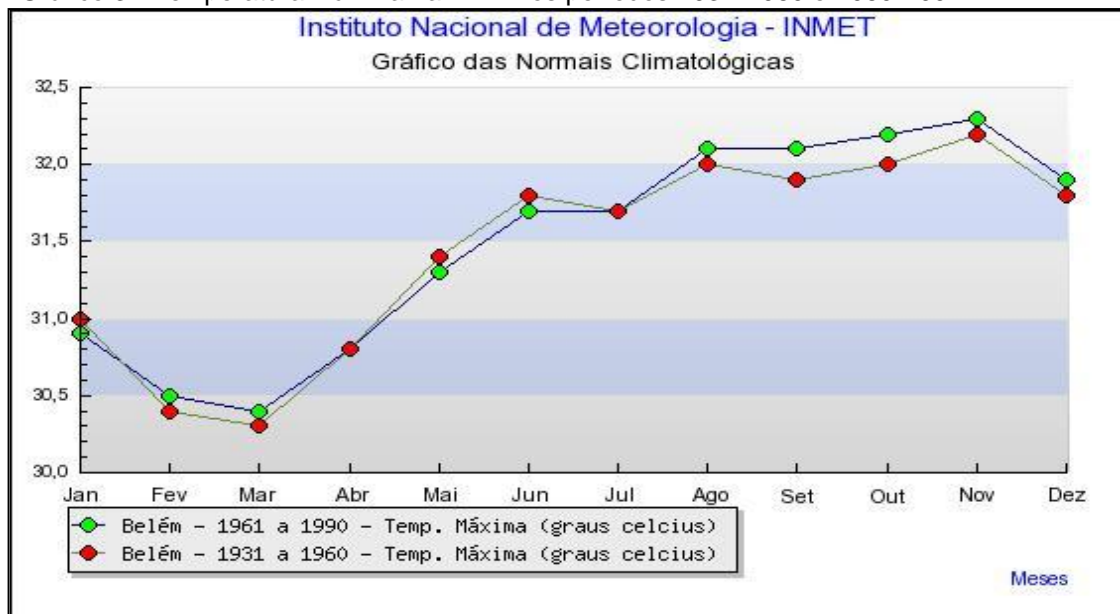
A análise dos gráficos de temperatura máxima e mínima mensal para os períodos 1931-1960 e 1960-1991, mostra que no segundo período ocorreu uma variação em aproximadamente +0,5°C na temperatura mínima da RMB (Gráficos 2 e 3).

Gráfico 2 - Temperatura mínima na RMB nos períodos 1931-1960 e 1960-1991.



Fonte: INMET (2011).

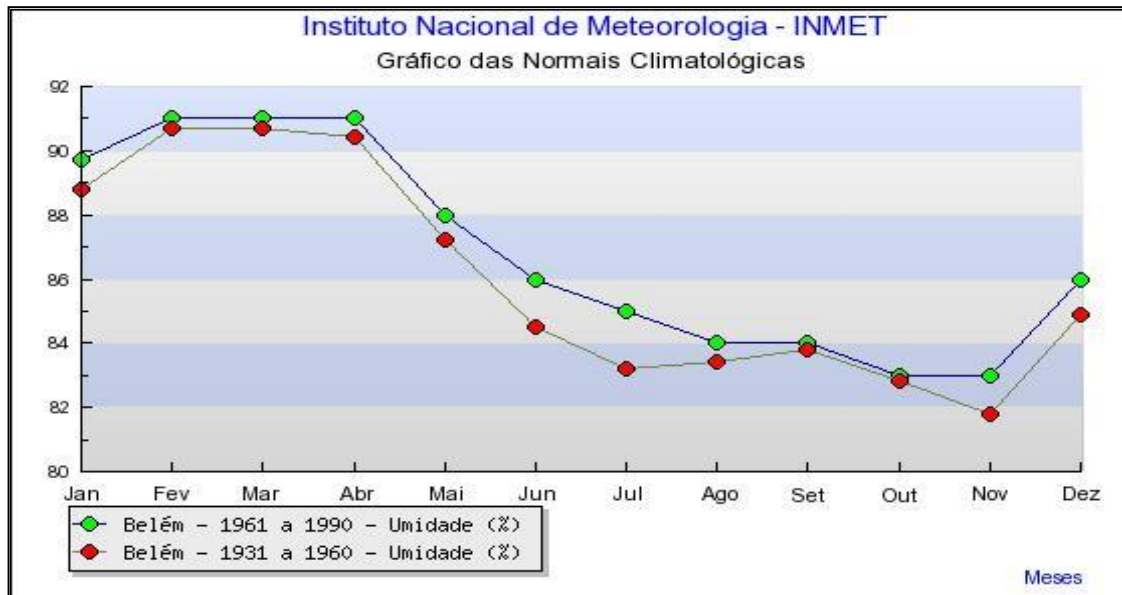
Gráfico 3 - Temperatura máxima na RMB nos períodos 1931-1960 e 1960-1991.



Fonte: INMET (2011).

A umidade relativa do ar na RMB se mantém acima de 80% ao longo de todo o ano, sendo os maiores percentuais observados no período de janeiro a maio, no qual ocorrem as chuvas mais intensas e mais frequentes (Gráfico 4).

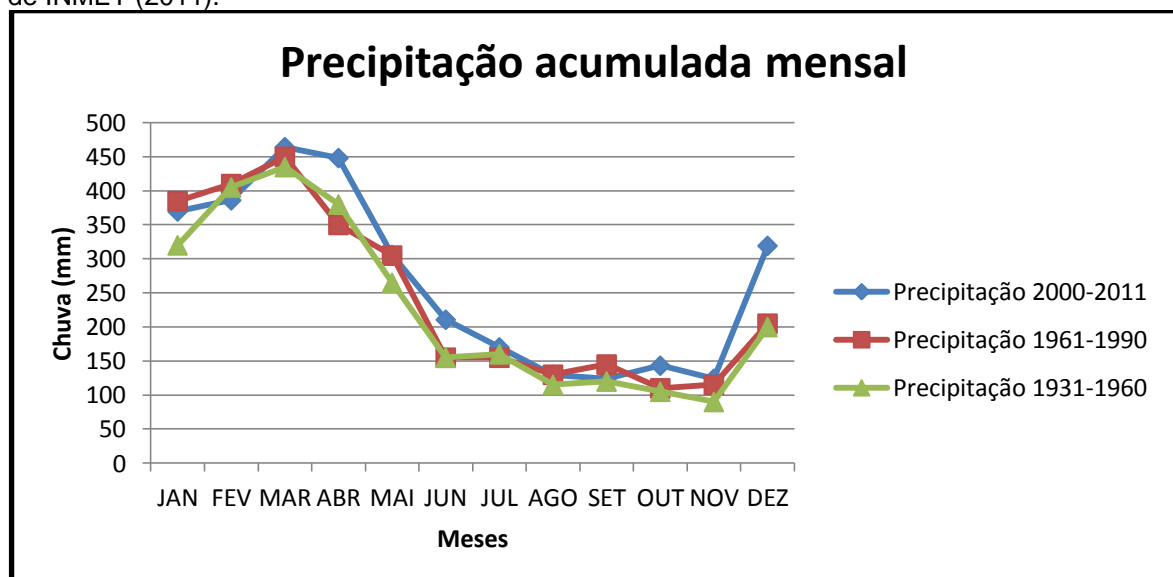
Gráfico 4 - Umidade relativa do ar (%) na RMB.



Fonte: INMET (2011).

Dados do INMET mostram que na RMB é comum a incidência de chuvas diárias ao longo de todo o ano, sendo o período dezembro-abril o que apresenta mais dias e maior volume de chuva. O volume acumulado de chuva tende a ser elevado nos meses de janeiro a maio e a apresentar um decréscimo a partir do mês de junho (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Precipitação acumulada mensal (1931-1960 ; 1961-1990 e 2000-2010). Fonte: Adaptado de INMET (2011).



Fonte: Adaptado de INMET (2011).

Esta variação nas características do clima ao longo do ano é definida como variabilidade climática e corresponde às variações na média em todas as escalas temporais e espaciais que vão além dos eventos climáticos individuais. É um

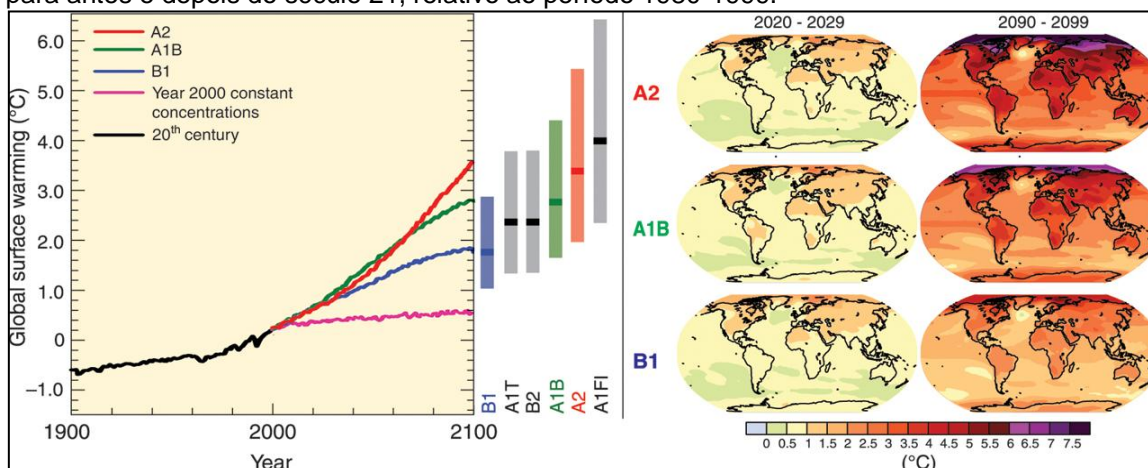


processo natural de alterações cíclicas nos elementos meteorológicos, como a temperatura e a precipitação, que ocorre devido à interação entre a atmosfera, os oceanos e a superfície da terra (IPCC, 2007). O principal exemplo para a ocorrência de variabilidade climática é o fenômeno do *El Niño*.

Os resultados do quarto relatório de avaliação do IPCC (IPCC, 2007) para a Amazônia mostram ainda um elevado grau de incertezas, porém, indica uma alteração na frequência de ocorrência dos eventos extremos – vendavais, tornados, chuvas de granizo, forte precipitação e elevadas temperaturas – e alguns modelos climáticos sugerem a ocorrência de estações extremamente chuvosas. Os eventos extremos são caracterizados pelo IPCC (2007) como eventos raros dentro de sua distribuição de referência estatística em um lugar particular, e tipicamente incluem inundações e secas.

Em relação à temperatura, as projeções indicam um aumento de 0,4°C a 1,2°C em 2020, e de 1°C a 7,5°C até 2080, o que pode representar um fator de instabilidade climática (IPCC, 2007) (Figura 1). De um modo geral, as cidades são mais quentes que seu entorno rural, e na RMB não é diferente, já que é possível perceber em alguns pontos da mesma a formação de ilhas de calor. Em função disso torna-se importante investir no desenvolvimento de medidas para minimizar estas emissões e lidar com os iminentes impactos das mudanças climáticas (GRIMMOND 2007; VITORINO et al., 2011).

Figura 1 - À esquerda: as linhas sólidas representam multi-modelos com as médias globais de aquecimento da superfície (relativo a 1980-1999) para os cenários A2, A1B e B1, mostrando a continuação da simulação para o século 20. Do lado direito a projeção das mudanças na temperatura para antes e depois do século 21, relativo ao período 1980-1999.



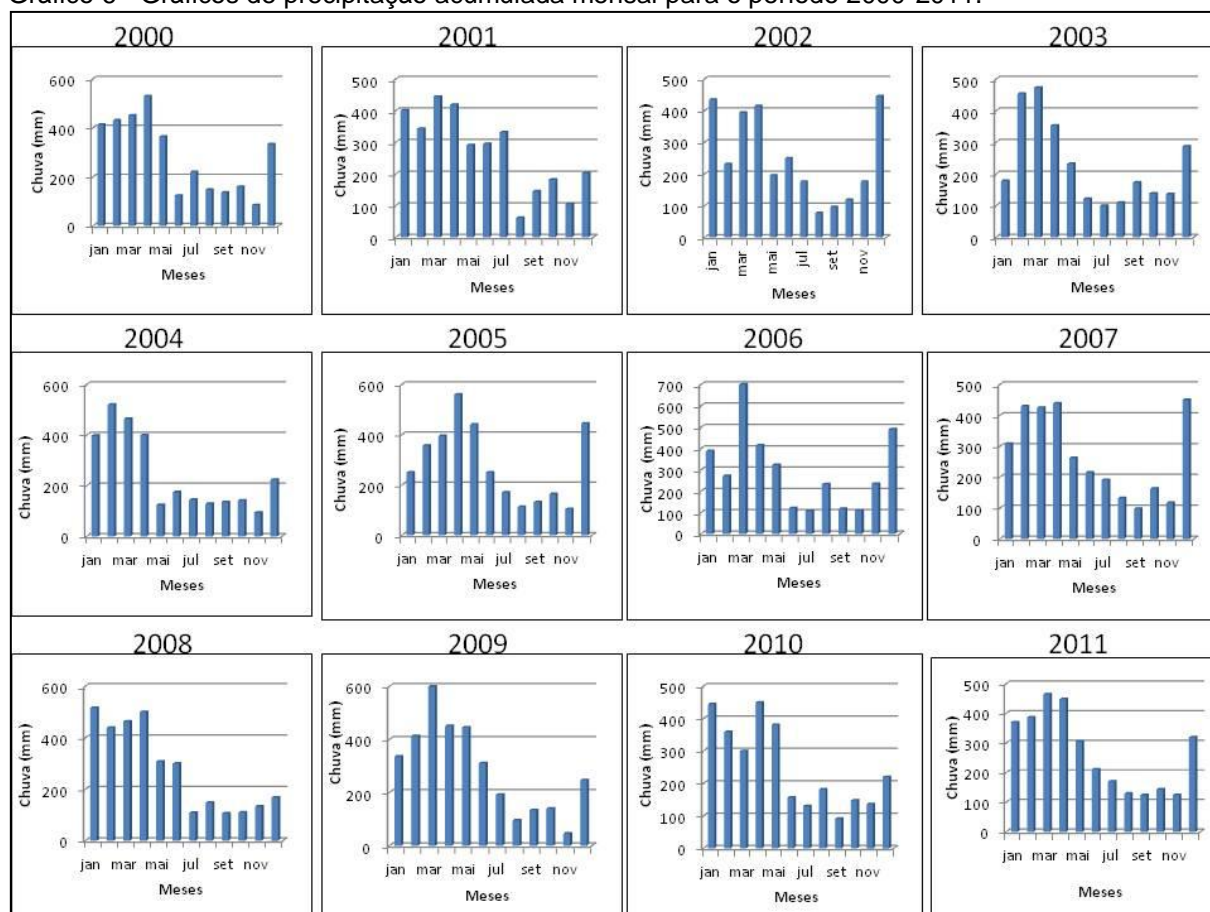
Fonte: IPCC (2007).

As análises dos dados passados sobre o clima da região amazônica e dos relatórios trimestrais do INMET mostram que algumas dessas projeções, em

particular as alterações na frequência e magnitude da precipitação já podem ser observadas. No período 1960-2000 ocorreu uma tendência ao aumento da precipitação na parte norte do Estado do Pará, com chuvas acima da média principalmente nos meses de janeiro a maio a partir de 2008. Apenas no ano de 2010, devido ao fenômeno *El Niño*, ocorreu uma diminuição da precipitação, abaixo das normais climatológicas<sup>18</sup> durante a maior parte do ano (IPCC, 2007; INMET, 2011).

Os doze gráficos da precipitação acumulada mensal e o número de dias com chuva correspondentes ao período 2000-2011 permitem observar que houve uma mudança na característica da precipitação a partir do ano de 2008. O período com maior incidência de chuvas, que antes compreendia os meses de janeiro a abril tem se estendido até o mês de junho (Gráfico 6 e Figura 2).

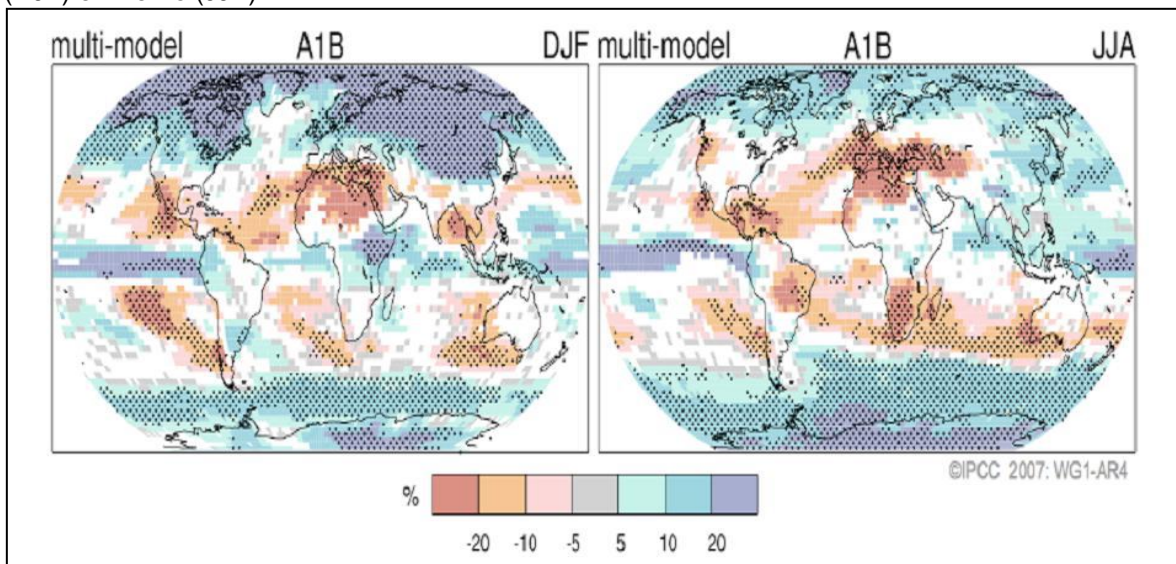
Gráfico 6 - Gráficos de precipitação acumulada mensal para o período 2000-2011.



Fonte: Farias (2012).

<sup>18</sup> As "Normais Climatológicas" são obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial. Essas médias referem-se a períodos padronizados de trinta anos (INMET, 2011).

Figura 2 - Mudanças relativas da precipitação (em %) para o período 2090-2099 em relação a 1980-1999. Os valores são a média de todos os modelos de IPCC-AR4 para o cenário A1B para verão (DJF) e inverno (JJA).



Fonte: Marengo e Valverde (2007).

Estas sensíveis mudanças no regime de chuvas e as previsões climáticas para o futuro na Amazônia sugerem um quadro de alterações da precipitação na região, o que pode contribuir diretamente para uma intensificação das inundações nas áreas urbanas. Geralmente esses eventos são intensificados pelas alterações causadas pelo homem no ambiente, tais como a impermeabilização do solo, a retificação dos cursos d'água, e a drenagem deficiente. Com o aumento na frequência e intensidade das chuvas ocorre uma saturação do solo, já pouco permeável. Cabe destacar a ocorrência de marés altas em coincidência com os períodos mais chuvosos, o que prejudica o escoamento das águas pluviais para os rios e córregos.

As marés correspondem a uma manifestação da ascensão e queda geral do nível do mar, causada por um movimento de longo comprimento de onda que afeta os oceanos e as águas costeiras rasas. O fluxo (inundação) e o refluxo (maré vazante) apresentam uma variação durante um período de 12h a 24h. Existe uma conexão entre a lua e as marés, uma vez que nos períodos de lua cheia ocorrem as marés mais altas e nos períodos de lua nova as marés mais baixas. Entretanto, não é apenas a lua que exerce influência sobre as marés, mas também o sol (BROWN, 1999).

A RMB é composta por 14 bacias hidrográficas, onde além das cheias naturais, ocorrem inundações nos períodos com maiores índices pluviométricos, especialmente quando coincidem as marés altas (sizígia) com as chuvas fortes

(MARANHÃO, 2011; GREGÓRIO e MENDES, 2009). A análise da tábua de marés do porto de Belém permitiu observar que o nível das marés na RMB varia a cada 6 horas aproximadamente, e é nos meses de março e abril que ocorrem os maiores níveis de marés, em torno de 3,5 a 3,8 metros (CHM, 2011).

### 3.3 IMPACTOS DAS INUNDAÇÕES NAS CIDADES DA RMB

Dados sobre catástrofes naturais dos últimos 100 anos sugerem que as inundações decorrentes de tempestades e da elevação no nível dos mares são de longe as causas mais comuns de desastres naturais em todo o mundo (FEW et. al, 2004). Apesar das incertezas ainda vigentes em relação às mudanças climáticas, as inundações ao longo dos próximos anos se tornarão mais comuns ou mais intensas, especialmente em áreas costeiras e áreas com elevada pluviosidade. As áreas costeiras poderão ser as mais afetadas pelos possíveis impactos das mudanças climáticas devido serem áreas com elevada importância ecológica, historicamente serem as mais densamente povoadas, além de apresentarem um crescimento muito rápido, sem planejamento, e uma infraestrutura sobrecarregada (FEW et al., 2004; KEBEDE et al., 2010).

De acordo com Cândido et al. (2007) e Furriela (2005), os principais impactos das mudanças climáticas observados na Amazônia são aqueles diretamente relacionados à mudança no regime de chuvas, às secas, inundações, e ilhas de calor. No que corresponde à área de estudo, o último relatório do IPCC (2007), afirma que as áreas costeiras sofrerão os maiores impactos devido a uma tendência para o aumento da incidência de chuvas na zona costeira do Estado do Pará, onde está localizada a RMB, e ao aumento do nível do mar. Estes dois fatores combinados sugerem que os principais impactos das mudanças climáticas na RMB serão aqueles relacionados com a intensificação das inundações.

As inundações podem ser provenientes de chuvas muito intensas e prolongadas, bem como da elevação do nível das marés, e até mesmo da combinação destes dois fatores. As inundações observadas na RMB estão mais relacionadas com a intensidade da precipitação. Quando a precipitação é muito intensa e o solo fica saturado, perdendo sua capacidade de infiltrar a água, parte do volume escoar para o sistema de drenagem, o qual muitas vezes não consegue suprir a demanda, e o volume de água que não é drenado ocupa a várzea inundando as áreas próximas aos rios. Além disso, na medida em que a população impermeabiliza o solo para a construção de vias e prédios, ocorre uma aceleração



do escoamento da água através dos dutos e canais, resultando em um aumento da quantidade de água que chega ao sistema de drenagem, produzindo inundações mais frequentes (TUCCI; BERTONI, 2003).

Durante as cheias muitas casas, estabelecimentos comerciais e vias públicas são invadidos pela água, gerando elevadas perdas econômicas e materiais, e dependendo da magnitude da inundação, a perda de vidas (AERTS; BOTZEN, 2011).

Segundo Tucci e Bertoni (2003), os problemas resultantes das inundações dependem do nível de ocupação da área de várzea pela população e da impermeabilização e canalização da rede de drenagem. Na RMB é possível observar problemas relacionados principalmente à ocupação irregular de áreas próximas aos canais, além de um sistema de drenagem deficiente em diversos pontos (SOUSA, 2010). Em função disso, as perdas econômicas e sociais causadas pelas inundações na RMB têm se tornado cada vez maior nas últimas décadas (Fotografia 2).

Fotografia 2 - Enchentes em Belém.



Fonte: Jornal Diário do Pará (26/01/2011).

Além disso, as áreas propensas à inundação na RMB são prioritariamente ocupadas pela população de baixa renda, de forma desordenada, e em grande parte desprovidas de acesso a sistemas de esgotamento sanitário. São áreas que se encontram sob-risco natural de cheias, apresentam como agravante a elevada concentração populacional e habitações pouco estruturadas, incapazes de suportar os impactos das inundações (FERREIRA et al., 2009; SANTOS, 2010). Entretanto, o Plano Diretor Urbano das cidades deve ser utilizado como ferramenta para planejar a ocupação e o uso do solo das várzeas (TUCCI; BERTONI, 2003). Nos planos

diretores dos municípios de Belém, Ananindeua e Benevides consta que deverá ser coibida a ocupação das áreas de risco ambiental, ou deverá ser desenvolvido um plano de sanitização e drenagem nestas áreas.

Um impacto notório durante os episódios de inundações urbanas são aqueles relacionados à saúde, através da ocorrência de casos de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, cólera e leptospirose. Durante estes eventos, os resíduos sólidos e dejetos encontrados nas galerias pluviais são carregados pelas águas, facilitando a contaminação de pessoas em contato direto com estas. A ausência ou ineficácia do sistema de saneamento nas cidades é também um fator que contribui para a ocorrência destes eventos de cheias e contaminação da população. Segundo Confalonieri (2003) e Mendes et al. (2000), a incidência de casos de doenças de veiculação hídrica no Brasil está diretamente relacionada com os eventos de cheia, especialmente em cidades em que o sistema de saneamento é escasso, com destaque para as cidades das regiões Norte e Nordeste, onde o sistema de saneamento é bastante precário.

Um fator que se relaciona diretamente com a ocorrência de doenças deste tipo é o nível de educação baixo, uma vez o conhecimento acerca de práticas de higiene e prevenção de doenças faz parte do aprendizado escolar. Em diversas áreas na RMB, quando da ocorrência de cheias e transbordo dos canais, é comum observar crianças e mesmo adultos 'brincando' em águas contaminadas, sem saber ou se preocupar com a possibilidade de adquirir doenças.

A inexistência de políticas de prevenção de enchentes e inundações é outro problema. Em geral, o atendimento a enchente somente é realizado depois de sua ocorrência. A tendência é que o problema fique no esquecimento após cada ocorrência, retornando nos anos seguinte (TUCCI; BERTONI, 2003). Nas áreas urbanas da RMB, principalmente no período com maior incidência de chuvas, ocorre uma mobilização do poder público em relação à limpeza dos canais de drenagem, o que não tem sido suficiente para impedir que as inundações aconteçam.

Embora os impactos das inundações decorrentes de mudanças no clima possam afetar a todos, a intensidade desses impactos e a capacidade dos indivíduos e dos grupos sociais em lidar com as consequências dos mesmos são diferenciadas em função: das características do território em que vivem, de impactos específicos sobre um determinado recurso natural utilizado por um grupo e não por

outro, pelas desigualdades sociais, e pelo acesso a serviços básicos (ex. saúde, segurança, educação e infraestrutura) (MILANEZ; FONSECA, 2010).

Observa-se que apesar de as mudanças climáticas exercerem influência sobre todo o globo, as diferenças locais podem interferir na magnitude dos impactos. No caso da RMB, tanto as características naturais quanto aspectos sociais e infraestruturais contribuem para um nível de vulnerabilidade elevado aos impactos destas mudanças.

Em função disso, tem crescido a atenção sobre a necessidade de se desenvolver medidas de adaptação locais, de modo a lidar com as especificidades de cada área e os principais aspectos de vulnerabilidade da mesma (MEASHAM et al., 2011). Entretanto, para que as instituições competentes tenham a possibilidade de desenvolver projetos, planos e medidas de mitigação e adaptação aos impactos das inundações é fundamental que estes tenham acesso às informações acerca dos principais processos de mudanças climáticas relacionados com a área estudada.

No Brasil, por ser um país com grande diversidade inter-regional, se torna difícil avaliar os processos de mudanças climáticas, o que remete à importância de estudos e implementação de medidas locais para o problema.

Mensurar a vulnerabilidade tem se tornado um objetivo diante do contexto das mudanças climáticas, e tem sido utilizada como um ponto de partida para reduzir os riscos (BIRKMANN, 2006).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo consta de três subcapítulos: *O grau de vulnerabilidade na ótica das instituições*, que mostrar a forma com que as instituições pesquisadas visualizam a vulnerabilidade à qual a RMB está exposta; *O grau de vulnerabilidade da RMB aos impactos das inundações*, correspondente à definição do grau de vulnerabilidade da área de estudo com relação às temáticas de saneamento, habitação e aspectos sociais; e *O grau de vulnerabilidade e as prioridades na tomada de decisão*, referente aos índices de vulnerabilidade e à definição dos aspectos que devem ser priorizados diante da tomada de decisão pelo poder público.

### 4.1 O GRAU DE VULNERABILIDADE NA ÓTICA DAS INSTITUIÇÕES

A primeira pergunta dos questionários teve como objetivo visualizar a compreensão das instituições municipais e estaduais acerca do grau de vulnerabilidade dos municípios diante das alterações climáticas considerando os aspectos sociais, habitacionais e de saneamento.

Na visão da maioria das instituições pesquisadas, em relação ao tema **social** a renda é o fator mais importante; para o tema **habitação**, são as moradias em áreas de risco de inundação; e para o tema **saneamento**, a coleta de lixo e a drenagem urbana.

Para as instituições pesquisadas, existem indicadores que apresentam a mesma importância diante do desenvolvimento de projetos de melhoria e adaptação aos impactos das inundações. Em função disto, nesta análise foram consideradas as respostas média (2) e alta (3) como prioridade na análise, uma vez que representam maior relevância no contexto da definição do grau de vulnerabilidade.

Após a análise dos questionários, algumas alterações foram feitas em relação aos indicadores previamente selecionados através da análise bibliográfica para a pesquisa. Alguns indicadores deveriam ser incluídos em função de sua importância para a definição do grau de vulnerabilidade nas cidades da RMB, e outros excluídos ou alterados (Quadro 12).

Algumas das instituições pesquisadas fizeram sugestões para que fossem considerados também como indicadores sociais os casos de doenças de veiculação hídrica. Tendo em vista que as doenças de veiculação hídrica estão diretamente relacionadas com a ocorrência de eventos de cheias e com o saneamento urbano, optou-se por utilizá-lo também como indicador social.



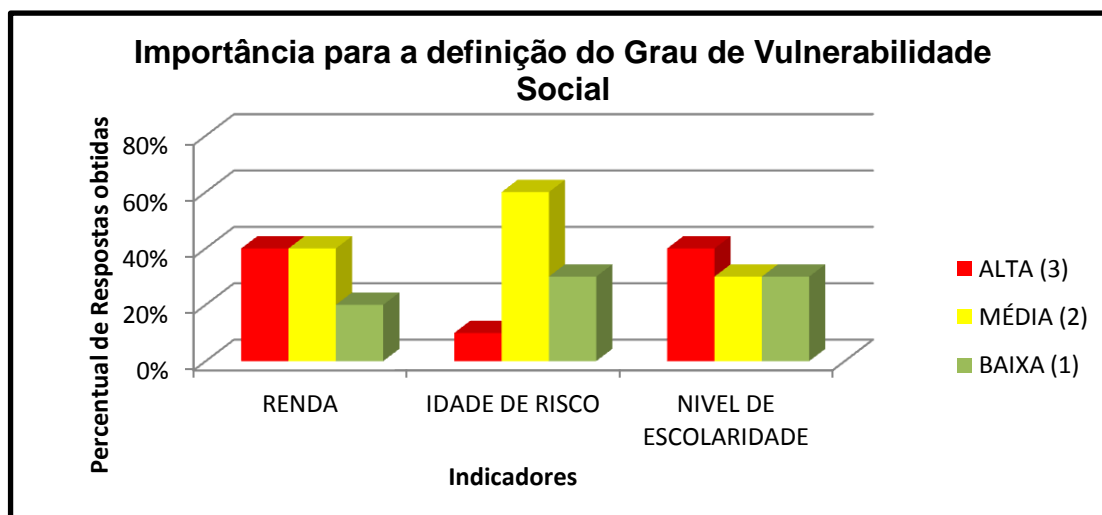
Quadro 12 - Indicadores iniciais e finais da pesquisa.

INDICADORES	
Iniciais	Finais
Habitações atendidas por rede de abastecimento de água.	Habitações atendidas por rede de abastecimento de água.
Habitações atendidas por coleta regular de resíduos.	Habitações atendidas por coleta regular de resíduos.
Habitações atendidas por rede de esgoto.	Habitações atendidas por rede geral de esgoto ou pluvial.
Habitações irregulares.	Número de domicílios em aglomerados subnormais.
Habitações em palafita.	Número de habitações inadequadas
Habitações em áreas passíveis de alagamento.	
Renda per capita.	Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário.
População com idade inferior a 10 anos.	Pessoas em idade de risco
População com idade superior a 65 anos.	
População com menos de 4 anos de estudo.	Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas
-	Casos de doenças de veiculação hídrica.

Fonte: Farias (2012).

Para a temática **Social** a análise dos questionários indicou que a Renda é o fator que apresenta maior importância para o aumento do grau de vulnerabilidade já que mais de 80% dos pesquisados atribuíram pesos 2 e 3. Os indicadores Idade de Risco e o Nível de Escolaridade são também vistos como fatores de média a alta vulnerabilidade, uma vez que o percentual de respostas obtidas para cada um destes indicadores foi superior a 70%, considerando que as respostas média e alta prevalecem em todos os indicadores (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Grau de importância para definição do grau de vulnerabilidade social atribuído pelas instituições pesquisadas para os indicadores preliminares da pesquisa.

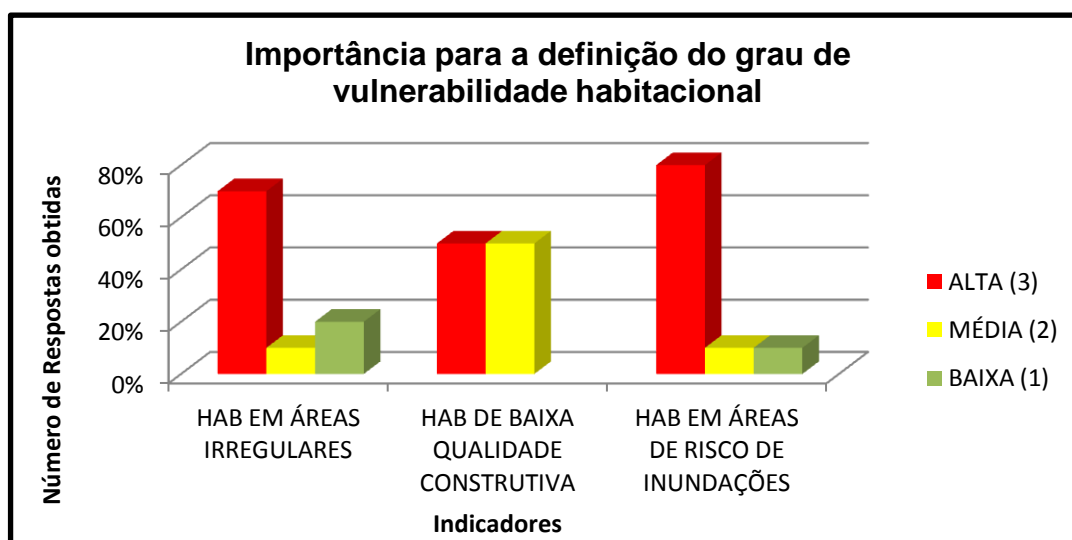


Fonte: Farias (2012).

Em relação ao tema **habitação**, prevaleceu a alta importância em todos os indicadores previamente selecionados; sendo as habitações em áreas de risco de inundações preponderante para a definição do grau de vulnerabilidade (80% das respostas) (Gráfico 8).

As instituições municipais e estaduais pesquisadas têm ciência da condição desfavorável do ponto de vista da infraestrutura e da segurança habitacional nos municípios da RMB. O que tem incentivado na elaboração de políticas e planos de habitação popular para as famílias de baixa renda, que em sua maioria habitam áreas propícias à ocorrência de inundações, assim como áreas pouco estruturadas do ponto de vista do acesso aos serviços básicos.

Gráfico 8 - Grau de importância para definição do grau de vulnerabilidade habitacional atribuído pelas instituições pesquisadas para os indicadores preliminares da pesquisa<sup>19</sup>.

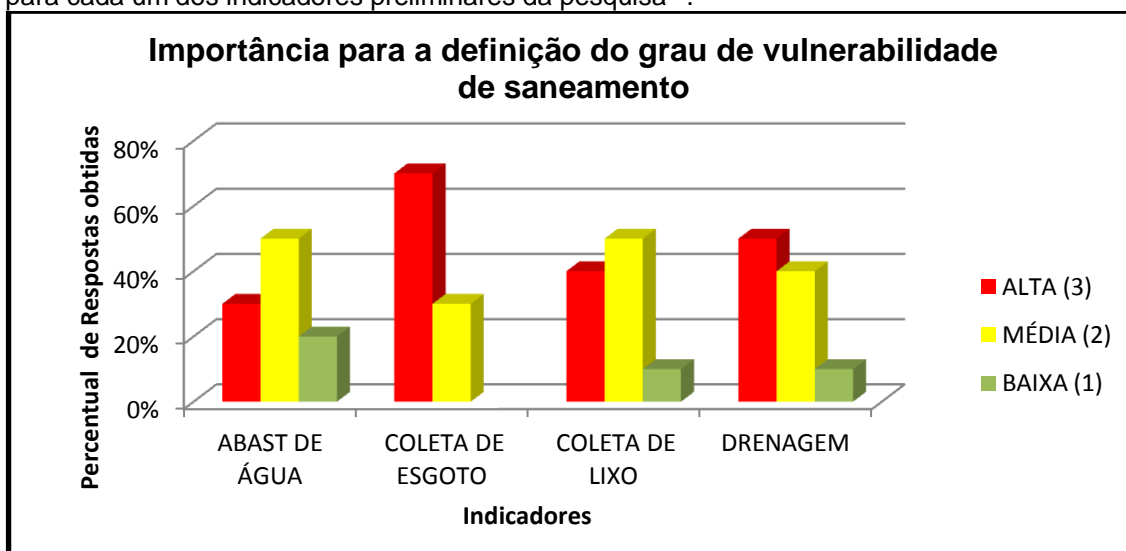


Fonte: Farias (2012).

Dentre os indicadores de **saneamento**, a coleta de esgoto é o fator com maior importância para a definição do grau de vulnerabilidade. Das instituições pesquisadas, 70% concordam que a sua falta ou ineficácia coloca em risco a saúde da população. Entretanto, a drenagem e a coleta de lixo foram também compreendidas como indicadores de grande relevância para a definição do grau de vulnerabilidade (90% das respostas considerando entre média e alta a importância) (Gráfico 9).

<sup>19</sup> Houve necessidade de alteração dos indicadores de habitação ao longo da pesquisa devido à dificuldade de obtenção de dados específicos para cada um dos municípios pesquisados.

Gráfico 9 - Grau de vulnerabilidade de saneamento atribuído pelas instituições pesquisadas para cada um dos indicadores preliminares da pesquisa<sup>20</sup>.



Fonte: Farias (2012).

#### 4.2 GRAU DE VULNERABILIDADE DA RMB AOS IMPACTOS DE INUNDAÇÕES

A matriz de análise do grau de vulnerabilidade com os novos indicadores e valores correspondentes foi construída com o intuito de averiguar o grau de vulnerabilidade apresentado pela RMB diante de impactos de inundações decorrentes de mudanças climáticas. Duas análises foram desenvolvidas, a primeira considerou as colunas da matriz, buscando relacionar os diferentes indicadores entre si e dentro de um mesmo município; e a segunda analisou as linhas da matriz, através da comparação de cada indicador individualmente entre os municípios. Foi definido com maior grau de vulnerabilidade o município com mais indicadores em vermelho (Quadro 13).

<sup>20</sup> Não foi possível obter dados relacionados ao sistema de drenagem urbana nos municípios da RMB devido às secretarias municipais de saneamento, e a companhia de saneamento do Estado não terem estas informações disponíveis ou não terem corpo técnico suficiente para fazer este levantamento.

Quadro 13 - Matriz de análise com valores percentuais dos indicadores e cores referentes aos critérios do grau de vulnerabilidade por área urbana dos municípios da RMB (vermelho – alta vulnerabilidade; amarelo – média vulnerabilidade; verde – baixa vulnerabilidade).

Indicadores		Valores (%) por área urbana dos municípios.					
		Fonte da informação	Belém	Ananindeua	Marituba	Benevides	Santa Isabel
SANEAMENTO	Habitaciones atendidas por rede de abastecimento de água.	IBGE, 2010	75,31	36,20	38,47	47,95	58,32
	Habitaciones atendidas por coleta regular de resíduos.		96,72	97,75	89,34	85,42	74,45
	Habitaciones atendidas por rede geral de esgoto ou pluvial.		37,62	11,51	4,25	1,29	0,89
HABITAÇÃO	Número de domicílios em aglomerados subnormais.	IBGE, 2000	53,07	16,30	81,25	3,24	0
	Número de habitaciones inadecuadas		0,92	3,85	13,69	2	5,76
SOCIAIS	Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário.	IBGE, 2010	88,73	93,87	94,68	95,43	94,85
	Pessoas em idade de risco		22,30	21,23	22,58	23,64	23,70
	Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas		99,27	99,81	99,01	57,10	73,42
	Casos de doenças de veiculação hídrica.	SESPA, 2011	1,01	0,21	5,35	2,93	1,84

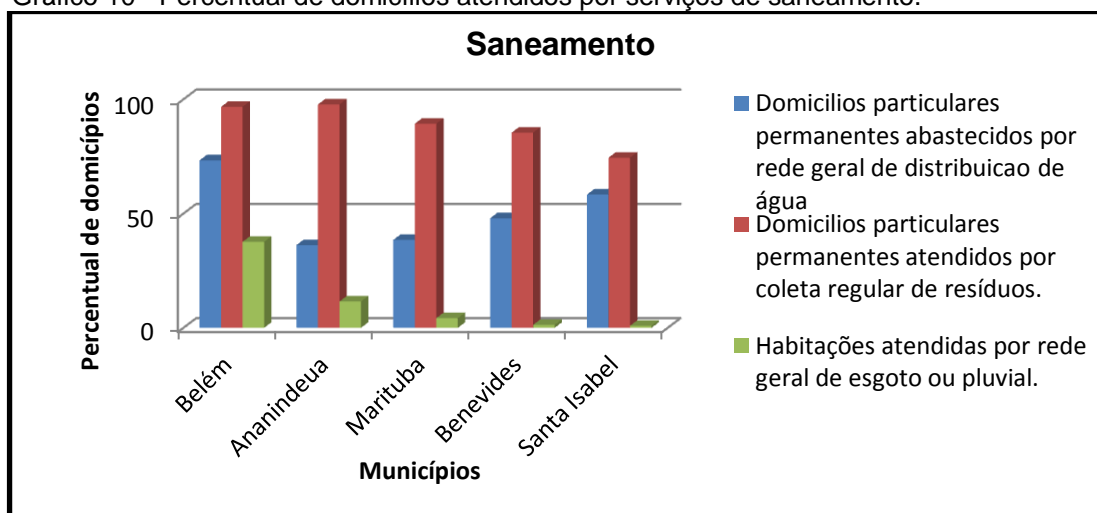
Fonte: Farias (2012).

Em relação ao indicador **habitaciones atendidas por rede de abastecimento de água**, verificou-se que nos municípios de Belém e Santa Isabel o abastecimento de água ocorre em mais de 50% das residências - grau de vulnerabilidade média (2). Nos municípios de Ananindeua, Marituba e Benevides por outro lado, o abastecimento de água ainda é bastante deficiente, com 36,2%, 38,47% e 47,95% respectivamente de habitaciones atendidas, resultando em uma vulnerabilidade alta (3).

O indicador **habitaciones atendidas por coleta regular de resíduos** apresentou o menor grau de vulnerabilidade, com mais de 80% das residências sendo atendidas por este serviço. Santa Isabel apresenta vulnerabilidade média já que apenas 74,45% das suas residências recebem coleta regular de resíduos.

O indicador **habitaciones atendidas por sistema de esgoto** apresentou as piores condições e conseqüentemente maior vulnerabilidade. Todos os municípios exibem alto grau de vulnerabilidade. Na cidade de Belém menos de 40% das habitaciones é atendida por este serviço e em Ananindeua apenas 11,51%. Em Marituba o número é menor a 5% de residências com acesso a este serviço de esgotamento sanitário, em Benevides pouco mais de 1% e em Santa Isabel menos de 1% (Gráfico 10).

Gráfico 10 - Percentual de domicílios atendidos por serviços de saneamento.

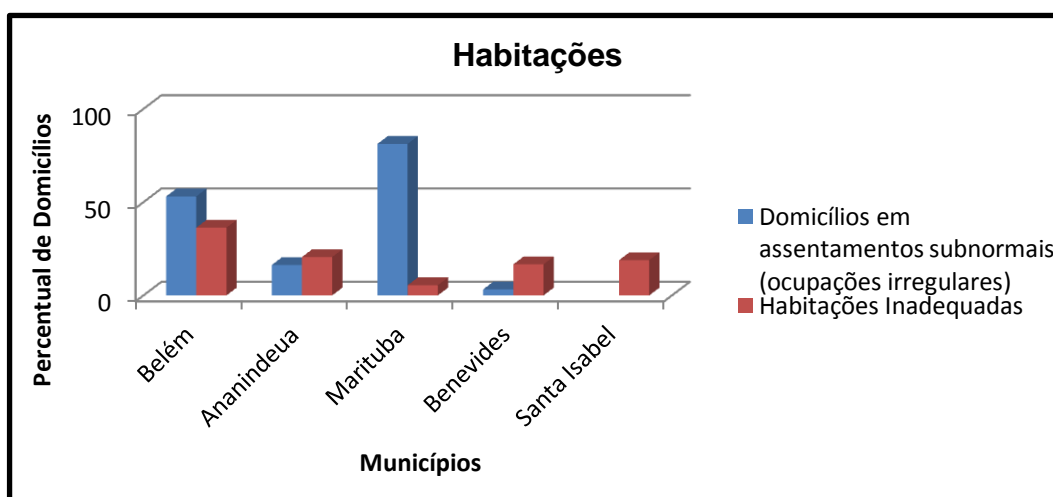


Fonte: Farias (2012).

Os indicadores de habitação verificam que o maior percentual de domicílios em aglomerados subnormais estão localizados no município de Marituba (mais de 80% das habitações), seguido pelo município de Belém (mais de 53% das habitações em áreas consideradas impróprias ou irregulares para a moradia). O município de Santa Isabel do Pará é o único que não apresenta domicílios em aglomerados subnormais conforme os padrões definidos pelo IBGE (2010) e adotados para a pesquisa (Gráfico 11).

Em relação à adequação das moradias nos municípios, os resultados mostram que o município de Belém é o que detém a maior parte das habitações inadequadas (mais de 35% apresentam pelo menos um critério fora dos padrões de adequação) (IBGE, 2000).

Gráfico 11 - Percentual de domicílios em aglomerados subnormais e domicílios inadequados para moradia.

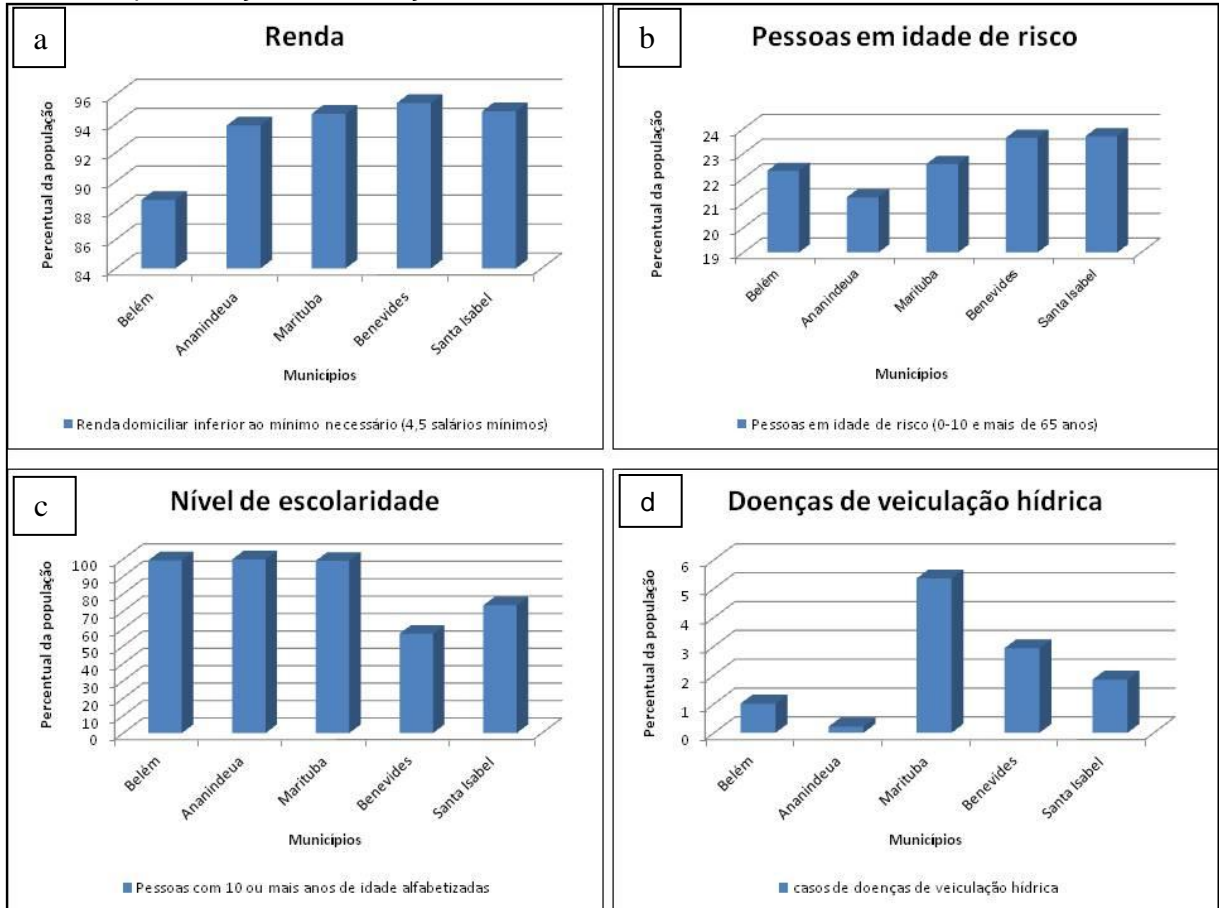


Fonte: Farias (2012).

Em todos os municípios os indicadores de **renda domiciliar** e **peças em idade de risco** apresentam grau de vulnerabilidade alta. Mais de 80% da população recebe menos que o mínimo necessário para suprir suas necessidades básicas; e mais de 20% da população de todos os municípios é composta por pessoas em idade de risco (Gráfico12a-b). Nas cidades de Belém, Ananindeua e Marituba verificou-se que se encontram acima de 99% as **peças com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas**, resultando em um baixo grau de vulnerabilidade. Em Benevides e Santa Isabel a realidade é diferente, já que apenas 57,1% e 73,42% da população respectivamente estão alfabetizadas - grau de vulnerabilidade elevado (Gráfico 12c).

O indicador **casos de doenças de veiculação hídrica** mostra um quadro de elevada vulnerabilidade. Apenas nos municípios de Belém e Ananindeua o número de casos de doenças de veiculação hídrica é menor que 1,5%. Em números absolutos a maior parte das ocorrências aconteceu no município de Belém, entretanto em termos percentuais o maior número de casos ocorreu no município de Marituba. Pode-se inferir que alguns dos casos registrados na cidade de Belém possam na realidade ter ocorrido em outros municípios componentes da RMB ou mesmo externos a ela, já que em função da melhor oferta de serviço de saúde estar neste município, é comum o atendimento de pessoas vindas de outras municipalidades (Gráfico 12d).

Gráfico 12 - (a) Percentual da população com renda inferior ao mínimo necessário; (b) Percentual da população em idade de risco; (c) Percentual da população alfabetizada; (d) Percentual da população acometida por doenças de veiculação hídrica.

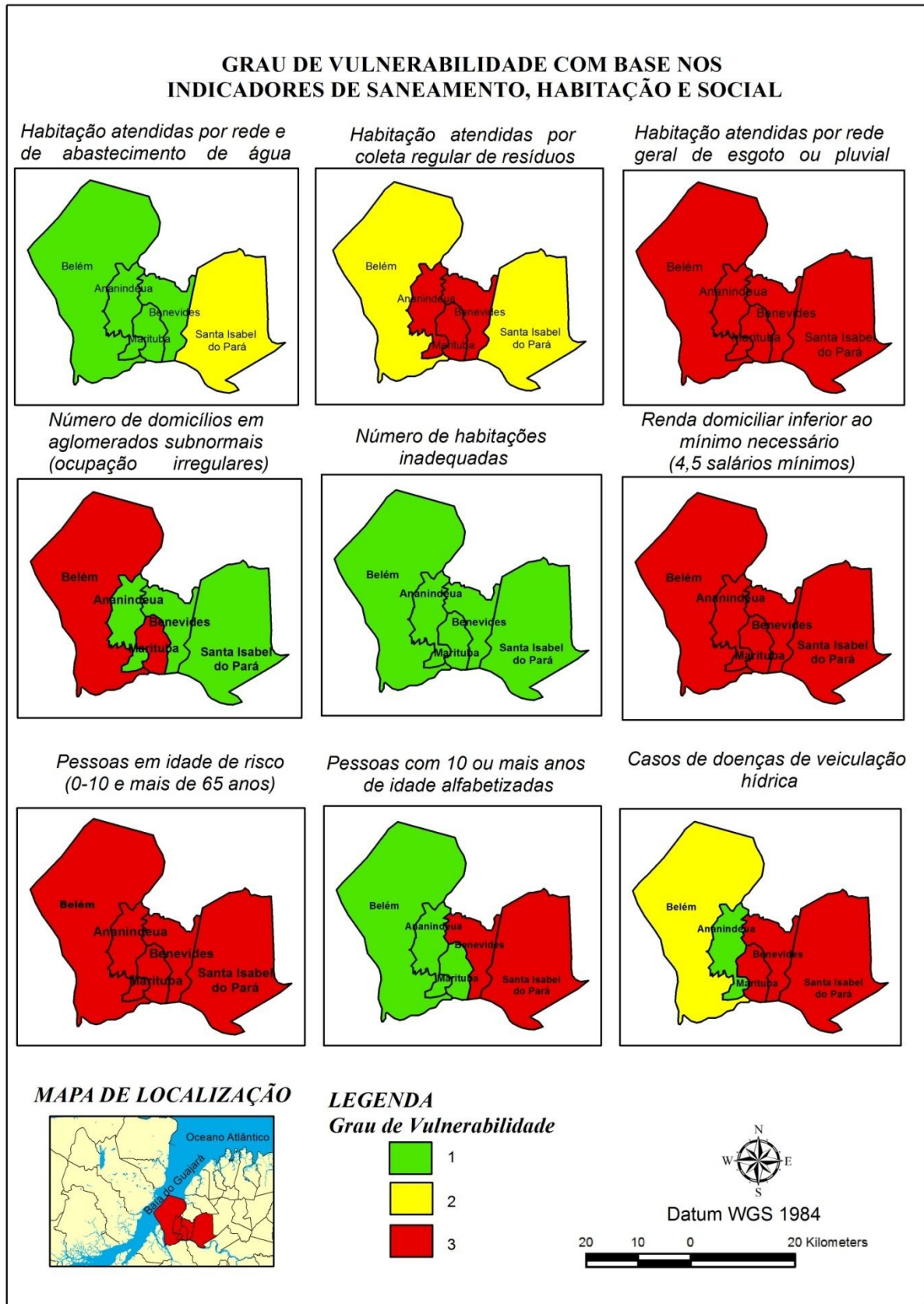


Fonte: Farias (2012).

A partir da matriz de análise foram construídos mapas contendo o grau de vulnerabilidade atribuído para cada município, considerando individualmente os indicadores da pesquisa (Mapa 3). Nos mapas é possível observar a distribuição espacial do grau de vulnerabilidade, de modo que se conclui que para a maior parte dos indicadores ocorre a predominância de alto grau de vulnerabilidade na área de estudo.



Mapa 3 - Grau de vulnerabilidade de cada indicador individualmente e por município.



Fonte: Farias (2012).



### 4.3 GRAU DE VULNERABILIDADE E AS PRIORIDADES NA TOMADA DE DECISÃO

Os índices de vulnerabilidade permitem observar quais indicadores representam maior influência para a definição do grau de vulnerabilidade, uma vez que cada um contém aspectos de maior ou menor valia dentro do contexto da cidade e da vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas (ANEXO B).

O resultado dos índices mostrou que a definição de pesos para os indicadores é fundamental, já que expressa a importância de um indicador sobre o outro (Quadro 14):

Quadro 14 - Resultado dos índices de vulnerabilidade por indicador e município.

Indicadores	Municípios				
	Belém	Ananindeua	Marituba	Benevides	Santa Isabel
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	0,74	1,11	1,11	1,11	0,74
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos.	0,06	0,06	0,06	0,06	0,12
Habitacões atendidas por rede geral de esgoto ou pluvial.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Número de habitacões inadequadas	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03
Número de Domicílios em Assentamentos subnormais	1,02	0,34	1,02	0,34	0,34
<b>Índice de saneamento - habitacão</b>	0,50	0,43	0,56	0,43	0,37
Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Pessoas em idade de risco	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas	0,04	0,04	0,04	0,12	0,12
Casos de doenças de veiculação hídrica	0,64	0,32	0,96	0,96	0,96
<b>Índice social</b>	0,65	0,57	0,73	0,75	0,75

Fonte: Farias (2012).

Os índices de vulnerabilidade, construídos a partir da definição do grau de vulnerabilidade e da análise multicritério, mostraram que em todos os municípios pesquisados, os aspectos **sociais** são os que mais contribuem para o aumento da vulnerabilidade, especialmente porque a maior parte dos indicadores foi considerado com alto grau de vulnerabilidade em todas as cidades da RMB. Entre os indicadores

sociais a **renda** obteve o maior índice em todos os municípios, mostrando que este é o aspecto prioritário diante da definição de medidas de adaptação nesta temática. Em função disso, se observa índices de vulnerabilidade social elevados em Marituba, Benevides e Santa Isabel do Pará (>0,70); moderado em Belém (0,65) e baixo em Ananindeua (0,57), este último como resultado do índice baixo para o indicador casos de doenças de veiculação hídrica registrados no município.

Em relação ao índice de Saneamento-Habitação, Marituba seguiu com o maior índice (0,56) devido ter recebido alto grau de vulnerabilidade nos indicadores de maior importância, ou seja, os que receberam maior peso na análise multicritério. Em seguida aparece Belém, com índice 0,49 devido ter um sistema de abastecimento de água melhor estruturado, com grau de vulnerabilidade média. Ananindeua e Benevides apresentam o mesmo índice (0,43), em função de seu grau de vulnerabilidade para domicílios em aglomerados subnormais ser baixo; e Santa Isabel do Pará aparece com o menor índice (0,37) em função da inexistência de aglomerados subnormais dentro dos parâmetros definidos pela pesquisa, além de seu índice moderado para o indicador abastecimento de água.

Em Belém, dentro da temática Saneamento-Habitação, o indicador domicílios em assentamentos subnormais apresentou o maior índice, mostrando que este é o indicador com maior nível de vulnerabilidade e importância, devendo ser prioridade no momento da definição de medidas adaptativas no município. Em Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Isabel do Pará, a distribuição de água recebeu o maior índice, o que se deve ao elevado déficit de infraestrutura de abastecimento de água, sendo os investimentos neste setor o aspecto a ser priorizado diante da elaboração de planos e medidas adaptativas.

A interação dos resultados dos índices de vulnerabilidade (saneamento-habitação e social) por município permitiu construir um mapa final visando a espacialização dos mesmos. Os intervalos considerados para os índices de Saneamento-Habitação foram: 0-0,40 (baixa vulnerabilidade); 0,41-0,50 (moderada vulnerabilidade) e 0,51-1 (elevada vulnerabilidade); e para o índice Social: 0-0,50 (baixa vulnerabilidade), 0,51-0,60 (moderada vulnerabilidade) e 0,61-1 (alta vulnerabilidade).

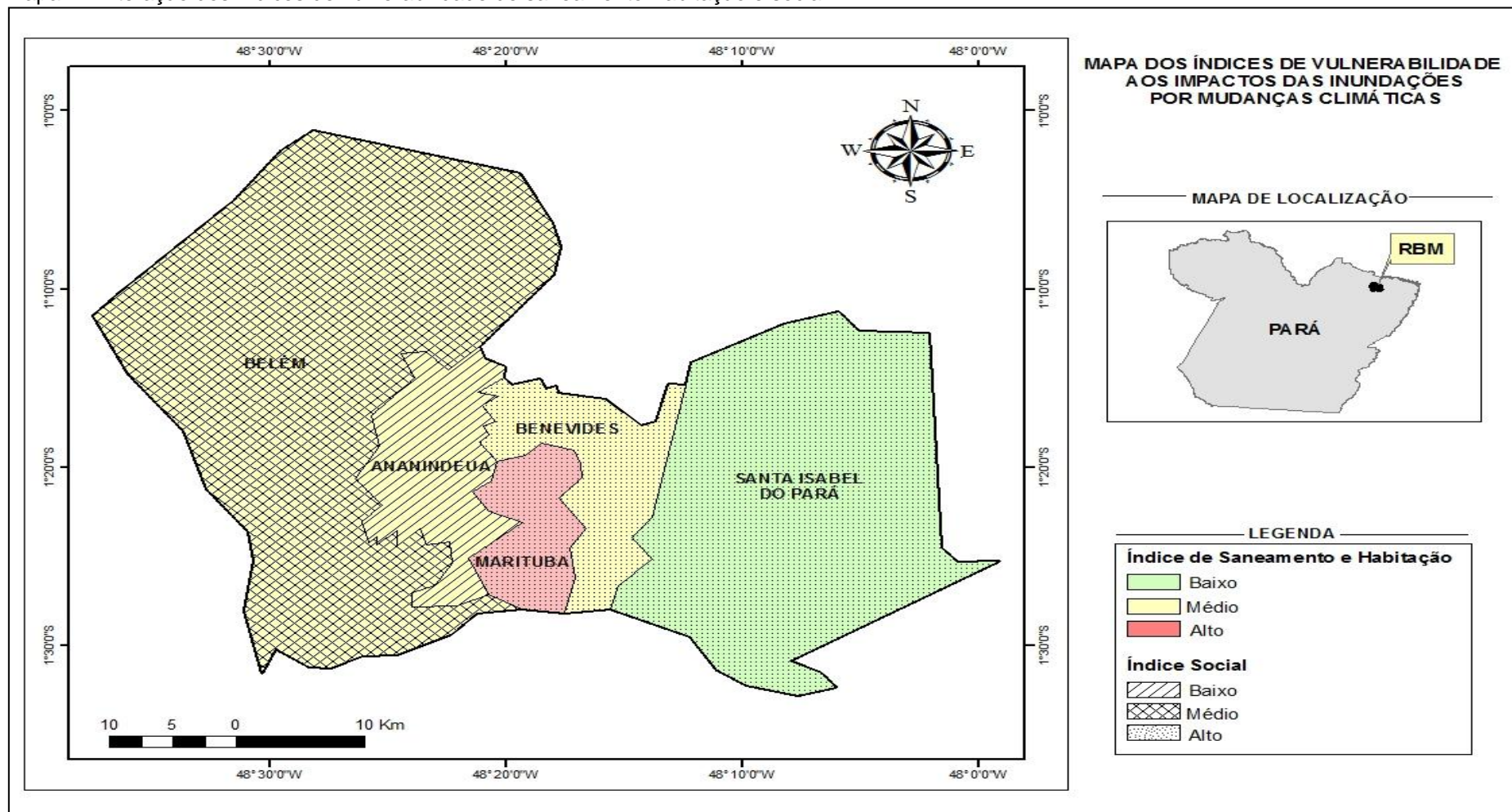
A interação dos índices de Saneamento-Habitação e Social mostra que os municípios de Marituba e Benevides são os que se encontram em situação de maior vulnerabilidade diante de impactos resultantes de inundações por mudanças

climáticas, uma vez que os índices se apresentam como moderado-elevado. Belém e Ananindeua apresentam-se em situação menos preocupante devido seus índices de vulnerabilidade serem baixo-moderado. Em Santa Isabel do Pará, observa-se uma disparidade entre os índices, já que apesar do elevado índice de vulnerabilidade social, o município conta com um índice de saneamento-habitação baixo, configurando um quadro de moderada a elevada vulnerabilidade (Mapa 4).

Dessa forma, pode-se dizer que Belém e Ananindeua são os municípios com menor vulnerabilidade aos prováveis impactos das inundações decorrentes de mudanças climáticas; e Marituba, Benevides e Santa Isabel do Pará são aqueles com maior vulnerabilidade. Apesar de nenhum município ter sido caracterizado com um grau de vulnerabilidade baixo é possível observar melhor infraestrutura de habitação, saneamento e social em Belém e Ananindeua, os quais para alguns aspectos como saúde, educação, emprego e renda, dão suporte para os demais municípios.

Destaca-se que a urbanização é um processo inevitável na sociedade atual, e se intensifica a cada ano. Entretanto, um processo de urbanização planejado que possibilite o acesso da população aos serviços básicos, com moradia e infraestrutura adequada às características locais, contribui para a minimização da vulnerabilidade. Belém e Ananindeua são os municípios que apresentam o maior nível de urbanização, com uma melhor oferta de serviços e infraestrutura, o que as coloca em situação mais favorável se comparadas às demais áreas urbanas da RMB. Dessa forma, é possível afirmar que o desenvolvimento sustentável e planejado das cidades se apresenta como aspecto fundamental para o enfrentamento dos impactos que as mudanças climáticas possam causar.

Mapa 4 - Interação dos índices de vulnerabilidade de saneamento-habitação e social.



Fonte: Farias (2012).

#### 4.4 DISCUSSÕES

As cidades não são apenas locais de oferta de trabalho e atividades econômicas, mas são também importantes centros de serviços sociais, ambientais e culturais (HALLEGATE; MORLOT, 2011). Em função disso se apresentam como áreas de grande vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas em especial das inundações.

Eventos de inundações são exemplos de impactos potencialmente mais severos em áreas urbanas, simplesmente porque são áreas com elevada densidade populacional. Entretanto, é importante que outros aspectos sejam considerados, uma vez que um determinado impacto em uma cidade pode apresentar diferentes consequências dependendo da vulnerabilidade das pessoas, dos ecossistemas, da infraestrutura, etc. (HUNT; WATKISS, 2011). Em função disso, diversos autores (HUNT; WATKISS, 2011; UNFCC, 2007; NOBRE et al., 2010) afirmam que os países em desenvolvimento são os mais vulneráveis aos impactos destas mudanças, já que tendem a apresentar um crescimento populacional mais rápido que o desenvolvimento de infraestrutura física de adaptação, e o atual déficit adaptativo assim como a futura exposição às mudanças climáticas tendem a serem maiores que nos países desenvolvidos.

Na RMB não é diferente. De acordo com os resultados obtidos com a pesquisa verificou-se que o grau de vulnerabilidade dos municípios componentes da RMB é elevado em diversos aspectos, conforme mostraram os indicadores da pesquisa através da análise da matriz e dos índices de vulnerabilidade.

Os resultados obtidos a partir da análise dos questionários e da matriz de análise mostram que dentro da temática *saneamento*, o sistema de coleta e tratamento de esgoto é o fator que se encontra atualmente em piores condições, uma vez que não chega a 30% o número de residências na RMB que apresenta ligação à rede de esgoto ou pluvial.

Pode-se dizer que existe uma relação direta entre o esgotamento sanitário e o tratamento da água para consumo, já que a ausência de um sistema adequado de esgotamento sanitário coloca em risco a saúde da população, tendo em vista que o lançamento de dejetos próximos ou diretamente nos corpos d'água, sem nenhum tipo de tratamento, pode levar à contaminação dos mananciais superficiais utilizados para a captação da água para consumo humano. Além disso, com os eventos de

inundações estes dejetos retornam junto com a água e invadem as casas, expondo a população às doenças que estas águas contaminadas apresentam.

Em função disso, o acesso a serviços de abastecimento de água se apresenta como fator prioritário para a população, já que a utilização de poços rasos como fonte de água não é uma alternativa viável dentro de aglomerados urbanos, em especial devido aos diversos poluentes aos quais os lençóis freáticos mais rasos estão expostos. O serviço de distribuição de água tratada é fator prioritário para a população e deve receber maior atenção por parte do poder público, tanto em termos de melhoria da qualidade do serviço como em relação à expansão do sistema para toda a população.

Em contrapartida, os resíduos sólidos na RMB têm recebido maior atenção por parte do poder público nos últimos anos, através de campanhas de sensibilização da população, de educação ambiental, da expansão do serviço para áreas que antes não eram agraciadas com a coleta regular destes resíduos, e mesmo com a tentativa por parte de algumas instituições privadas de instituir a coleta seletiva em seus locais de trabalho. Entretanto, apesar de o serviço de coleta ter melhorado, ainda é possível observar locais na RMB os quais não tem acesso a este serviço, o que resulta em disposição inadequada dos mesmos, muitas vezes diretamente nos canais e córregos, impedindo a passagem da água e prejudicando o sistema de drenagem nos municípios, ou mesmo contaminando as águas fluviais com resíduos perigosos.

Observa-se, que apesar do sistema de coleta de resíduos ter sido considerado pela pesquisa como um fator de menor importância em comparação com outros indicadores e de baixa vulnerabilidade na análise final, ainda é necessário que se invista em planos de expansão do sistema, e em tratamento e destinação dos resíduos, de modo a tornar este serviço universal para toda a RMB.

Destaca-se a relação existente entre o sistema de saneamento e as inundações, uma vez que são aspectos que se influenciam mutuamente. As inundações podem ocorrer devido à elevação no nível dos mares, e também pelo aumento da precipitação, impossibilitando os rios de drenar a água e o solo de infiltrar o excedente. Quando as inundações ocorrem, diversas enfermidades relacionadas às águas contaminadas vêm à tona, e em locais nos quais o sistema de saneamento não é adequado este quadro se agrava, pois as enchentes trazem

consigo todo o lixo e dejetos despejados nos cursos d'água; todavia, com um sistema de esgotamento sanitário eficiente este quadro pode ser minimizado.

A localização das habitações em áreas irregulares, de propriedade alheia (pública ou particular); e o nível de adequação correspondente à oferta de serviços públicos essenciais; são fatores que se relacionam diretamente com os indicadores de saneamento e interferem sobre a vulnerabilidade aos impactos das inundações.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, a moradia adequada é um direito de todos os cidadãos; entretanto, no Brasil atualmente se observa um quadro bastante preocupante em relação às moradias, já que 5,6% dos domicílios particulares ocupados no país estão localizados em aglomerados subnormais, sendo que o Estado do Pará concentra 10,1% do total destes domicílios (IBGE, 2011). Um cenário preocupante, já que só na capital do Estado, mais da metade dos domicílios se encontra fora dos padrões de adequação, tanto em termos habitacionais como de acesso a serviços públicos.

Na RMB a maior parte dos aglomerados subnormais está localizado em áreas de várzea, propícias a eventos naturais de cheias, as quais se caracterizam como as áreas com maior risco de incidência de impactos decorrentes das inundações urbanas, tendo em vista que por serem áreas naturalmente alagáveis estão sujeitas a cheias constantes, e com a modificação do espaço urbano e a retificação dos canais, podem permanecer por elevados períodos embaixo d'água (Fotografia 3).

Fotografia 3 - Residências e estabelecimentos comerciais construídos próximo ou em cima dos canais. (A) Canal da Avenida Bernardo Sayão em Belém-PA; (B) Canal da Travessa Timbó em Belém-PA.



Fonte: Farias (2012).

A utilização destes locais para moradia, normalmente se dá pela população mais pobre, a qual não tem condições de arcar com os custos de uma habitação em



áreas melhor saneadas e com acesso aos serviços básicos. Entretanto, é importante que o poder público busque uma solução para estas áreas, através de projetos de micro e macrodrenagem, bem como de educação ambiental. Os problemas ali existentes não afetam apenas a população residente, mas todo o município, já que as medidas de saneamento para serem efetivas devem ser abrangentes, caso contrário colocam em risco não apenas a área diretamente afetada, como também toda a cidade (SANTOS, 1999).

Em termos legais, os domicílios em aglomerados subnormais, sem documentação e título de propriedade, elevam o grau de vulnerabilidade uma vez que em caso de perda do imóvel devido a um evento de inundação, torna-se difícil para o morador requerer qualquer tipo de compensação para o governo, o que gera grande insegurança habitacional.

A temática Social, envolvendo os indicadores de Renda Saúde, Educação, e Idade de Risco, mostra que cada um destes aspectos está diretamente relacionado com os indicadores de Habitação e Saneamento, e a inter-relação entre estes indicadores comprova a importância de planos integrados de adaptação aos impactos que as mudanças climáticas, em especial os impactos das inundações, podem provocar.

O nível de renda baixo é um fator que contribui para o incremento da vulnerabilidade, devido limitar o indivíduo no momento de arcar com os custos para adaptação de suas residências, no acesso aos serviços básicos, ou mesmo na recuperação após um desastre.

De acordo com a Constituição Federal de 1988 o salário mínimo deve ser capaz de atender às necessidades vitais básicas do indivíduo e de sua família; no que corresponde a moradia, educação, saúde, lazer, vestuário, higiene, transporte e previdência social. Entretanto, para que uma família possa suprir todas as suas necessidades é necessário uma renda de pelo menos 4 salários mínimos; o que não ocorre na RMB, já que em todos os municípios da área de estudo foi observado um percentual médio de mais de 93% dos domicílios com renda inferior ao necessário. Não é a toa que a renda seguiu como o indicador de maior importância para a definição do grau de vulnerabilidade social da pesquisa.

A partir deste déficit na renda domiciliar é possível compreender o motivo de um elevado número de pessoas viver em condições de insalubridade e em áreas impróprias para habitação. O valor da terra é um fator que está fortemente



relacionado a esta tipologia de ocupação, já que nestas áreas existe a possibilidade de comprar parcelas menores de terra, de construir fora dos parâmetros de uso e ocupação do solo, de adquirir e comprar terras sem a burocracia judicial, e de implantar loteamentos irregulares ou clandestinos (BEDUSCHI; GARCIA, 2008). Desta forma, é possível afirmar que a utilização de áreas de risco para moradia está associada à segregação socioespacial, e a preservação ambiental está intimamente ligada à distribuição da renda e acesso aos serviços públicos.

Arelado à problemática da distribuição de renda e ocupação do espaço urbano está também à questão da saúde da população. A limitação financeira para aquisição de moradias adequadas (com acesso aos serviços básicos) coloca em risco a saúde da população, já que a insalubridade nestas áreas é fator agravante diante de eventos de inundações urbanas, expondo a população a doenças variadas, com destaque para as de veiculação hídrica. Ademais, o nível baixo de educação nestas áreas contribui para uma maior incidência de casos de doenças, já que o nível de instrução pessoal influencia diretamente sobre os cuidados com a higiene e a saúde, bem como sobre a compreensão acerca dos riscos do contato direto com as águas de inundação.

Durante eventos de cheias urbanas da RMB é comum observar nas áreas próximas aos canais, pessoas caminhando por áreas alagadas ou mesmo crianças brincando dentro dos canais sem nenhum tipo de proteção (Fotografia 4).

Fotografia 4 - Adultos e crianças em contato com as águas de inundação.



Fonte: Jornal Diário do Pará online (30/01/2012).

Um nível mínimo de instrução para a população é fundamental para que a mesma seja capaz de compreender os riscos aos quais está exposta, de modo que valorize e siga as instruções para sua proteção. Além disso, para que planos e

medidas de adaptação sejam eficazes é importante que parte das ações básicas seja implementada por indivíduos da própria comunidade (SANTOS, 1999).

Outro aspecto preocupante diante de eventos de inundações urbanas tem relação com a adaptação e a segurança das pessoas em idade de risco. As crianças e os idosos representam a parcela da população com maior vulnerabilidade devido a sua menor resiliência diante de impactos por mudanças climáticas. No caso das inundações, as doenças de veiculação hídrica afetam estes dois grupos de forma mais severa devido serem mais frágeis do ponto de vista fisiológico. Em situações que haja necessidade de evacuação ou deslocamento de pessoas para áreas mais seguras, os idosos e as crianças apresentam maiores limitações físicas para tomar decisões.

## **5 RMB E SUA ADAPTAÇÃO AOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

O interesse em adaptação aos impactos das mudanças climáticas cresceu notoriamente após a publicação do terceiro relatório do IPCC em 2001. A partir deste momento, os governos, principalmente de países desenvolvidos, passaram a discutir e investir em planos e políticas de adaptação.

Existia uma forte tendência para a utilização de práticas mitigadoras após eventos de calamidade. Entretanto, investir em adaptação, mesmo com a incerteza de mudanças climáticas futuras, é menos dispendioso e mais eficiente. A adaptação impõe uma mudança de mentalidade, onde se busca a prevenção e não uma reação. Apesar de existirem aspectos que podem limitar a capacidade de adaptação (características sociais, culturais e individuais), há possibilidade de modificar essas características (ADGER et al., 2009). Dessa forma, é fundamental que os investimentos em adaptação sejam focados nas áreas e fatores mais vulneráveis do ponto de vista social e infraestrutural.

O desenvolvimento sustentável das cidades é fundamental para o enfrentamento dos impactos, e proporciona à população, meios para lidar de forma mais eficiente com os estresses climáticos. Através do desenvolvimento é possível alcançar o avanço tecnológico; outro ponto fundamental, já que contribui para o crescimento da renda nos países em desenvolvimento e disponibiliza alternativas para diminuição de emissões de GEE, e construção de métodos de adaptação (BANCO MUNDIAL, 2008; UNFCCC, 2007). O Estado exerce papel vital diante do avanço socioeconômico e tecnológico, de modo que o investimento em pesquisas, elaboração de dados e informações sobre as características locais são primordiais para a análise de vulnerabilidade e definição de planos e medidas de adaptação (GUIDDENS, 2010). O investimento em planos e medidas de adaptação busca, portanto, minimizar a vulnerabilidade destas áreas, proporcionando maior capacidade adaptativa para lidar com os impactos que as alterações climáticas podem acarretar.

Mensurar a adaptação aos impactos das mudanças climáticas, em particular aos impactos das inundações, é uma tarefa complicada no caso da Região Metropolitana de Belém, uma vez que o acesso a informações sobre o assunto é limitado. Não existem planos específicos, nos quais a adaptação às mudanças climáticas seja apresentada como o foco ou o objetivo principal. As mudanças climáticas não são ainda vistas pelo poder público municipal como uma ameaça

iminente e local, mas apenas como um fato global sem influência direta sobre as cidades e a população residente na RMB. Contudo, a partir dos projetos que estão sendo elaborados ou aplicados, visando à melhoria da infraestrutura e a qualidade de vida da população, e a conseqüente minimização da vulnerabilidade, é possível identificar, de forma indireta, projetos que podem melhorar o nível de adequação aos impactos das inundações, potencialmente agravadas pelas mudanças climáticas.

Destacam-se aqueles relacionados à drenagem urbana, expansão do sistema de distribuição de água e esgoto, melhoria da gestão de resíduos sólidos, qualificação profissional, assistência habitacional e ordenamento do território.

De acordo com os questionários e as pesquisas em campo verificou-se que existem programas que buscam melhorar a qualidade de vida da população e aumentar a oferta de serviços de saneamento e habitação. Entretanto, muitos destes projetos se limitam a poucas áreas dentro das cidades ou demoram a ser postos em prática, o que dificulta a adaptação dos municípios no que corresponde ao enfrentamento dos impactos.

A segunda pergunta dos questionários teve como foco obter informações acerca de projetos sociais e de infraestrutura que estejam sendo desenvolvidos ou planejados na RMB, tais como: de drenagem urbana, de expansão do sistema de distribuição de água e esgoto, gestão de resíduos, ordenamento do território, auxílios governamentais, melhoria educacional, qualificação profissional, construção de moradias de interesse social, etc. (ANEXO A). Foram obtidas várias respostas positivas, no sentido de que as instituições competentes, em suas respectivas áreas, têm buscado elaborar planos e projetos para melhoria das áreas urbanas, porém, os projetos se apresentam ainda restritos por falta de profissionais capacitados, de limitação financeira, e pela precariedade de dados para elaboração destes projetos dentro dos próprios municípios.

A maior parte dos projetos de desenvolvimento urbano existentes na RMB está associada às obras do Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal (PAC<sup>21</sup>). Neste plano estão contidos, dentre outros, projetos habitacionais, de saneamento, e de urbanização de áreas de baixada.

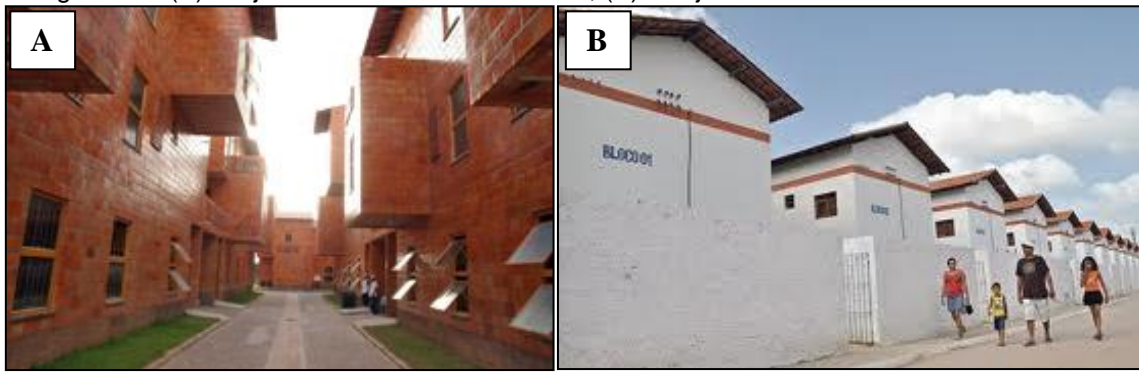
---

<sup>21</sup> Programa do Governo Federal que visa estimular o crescimento da economia brasileira, através do investimento em obras de infraestrutura (portos, rodovias, aeroportos, redes de esgoto, geração de energia, hidrovias, ferrovias, etc).

Entre os projetos habitacionais desenvolvidos na RMB destacam-se o da Vila da Barca, e o Residencial Paulo Fonteles em Belém; além dos conjuntos Jader Barbalho, Maguariaçú e Icuí, em Ananindeua (Fotografia 5). Em Benevides, o Conjunto Jardim Juruti<sup>22</sup> é de responsabilidade da COHAB junto à prefeitura de Benevides (Fotografia 6).

Iniciativas públicas como estas buscam mitigar o problema da ocupação de áreas irregulares e da infraestrutura de habitação na RMB, oferecendo para famílias de baixa renda a possibilidade de terem suas próprias moradias em áreas melhor estruturadas e com acesso aos serviços básicos.

Fotografia 5 - (A) Projeto Vila da Barca em Belém, (B) Conjunto Jader Barbalho em Ananindeua.



Fonte: Jornal Diário do Pará.

Fotografia 6 - Conjunto Jardim Juruti – COHAB na área urbana do município de Benevides.



Fonte: Farias (2012).

<sup>22</sup> A data da visita técnica, o conjunto ainda não tinha sido entregue às famílias cadastradas devido aos problemas com a qualidade da água na área, resultando em um abandono do local.

Outro foco do PAC junto às prefeituras e ao governo do Estado diz respeito à ampliação dos sistemas de saneamento, prevenção em áreas de risco, mobilidade urbana e pavimentação (BRASIL, 2012).

De acordo com informações da Secretaria de Saneamento de Ananindeua, já estão sendo desenvolvidos projetos de expansão dos sistemas de abastecimento de água e esgoto. De acordo com a PARÁ-SEDURB (2012) esta ampliação será realizada na região central (Bairros: Sabiá, Parque do Coqueiro, Uirapuru e Conjunto PAAR). Existem também projetos para a eliminação das áreas de baixadas, revitalização de igarapés e urbanização integrada de Comunidades (Jardim Jader Barbalho, Jaderlândia/Maguari-Açú, Icuí, Nova Esperança/28 de Agosto, Distrito Industrial e Igarapé das Toras).

Em Marituba, a COHAB e a COSANPA atuam de forma conjunta na implantação de um sistema integrado de esgotamento sanitário na Ocupação Che Guevara; e projetos de ampliação do sistema de drenagem, distribuição de água e esgoto para todas as áreas urbanas do município estão sendo planejados.

Em Belém, projetos de ampliação do abastecimento de água e esgoto existem para os bairros que ainda não apresentam estes serviços (Sideral, Jardim e Cordeiro de Farias). Através do PAC, a eliminação das áreas de baixada e a urbanização integrada estão sendo planejadas nas áreas Riacho Doce/Pantanal, Comunidade Pantanal-Mangueirão, Igarapé Taboquinha, comunidade da Pratinha (Distrito de Icoaraci), Comunidade Fé em Deus, Bacia do Paracuri, Portal da Amazônia, Vila da Barca, Estrada Nova (Bairros Jurunas, Cidade Velha e Batista Campos) e Bacia do Tucunduba.

Em Benevides e Santa Isabel do Pará, os projetos de expansão dos sistemas de abastecimento de água e esgoto estão ainda em fase de planejamento pelas respectivas prefeituras e instituições competentes. Entretanto, projetos de terraplenagem e asfaltamento vêm sendo desenvolvidos nas áreas urbanas.

As prefeituras municipais, através de suas respectivas secretarias de obras e de saneamento, buscam também solucionar os problemas de obstrução de bueiros e canais, causados pela disposição inadequada de resíduos, particularmente em consequência do descumprimento das normas e horários de coleta dos resíduos. Todos os anos, com destaque para os períodos mais chuvosos, as prefeituras necessitam intensificar a limpeza dos canais, de modo a facilitar o escoamento da água (Fotografia 7).

Fotografia 7 - (A) limpeza de bueiros em Ananindeua; (B) limpeza de canais em Belém.



Fonte: Farias (2012).

A pesquisa mostrou que aproximadamente 80% da RMB é atendida por serviço de coleta regular de resíduos, entretanto, a destinação dada aos mesmos é um fato preocupante, já que não existe 'efetivamente' nenhum aterro sanitário nos municípios que compõem a área de estudo; sendo os resíduos despejados em áreas impróprias, desprovidas de estrutura e estudos prévios de análise ambiental. Através da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos<sup>23</sup>, as prefeituras passaram efetivamente a se preocupar com a destinação de seus resíduos, o que têm influenciado na elaboração de planos de gestão integrada dos resíduos na RMB.

As prefeituras municipais se responsabilizam por desenvolver projetos de melhoria educacional, qualificação profissional e de auxílio para pessoas de baixa renda. De acordo com as respostas obtidas através dos questionários da pesquisa, na RMB existem planos de melhoria educacional e qualificação profissional tais como reformas infraestruturais de escolas, oferta de cursos de capacitação e qualificação profissional, assistência social e recolocação profissional. Entretanto, ainda são muito elevadas as disparidades sociais observadas na RMB, principalmente em relação à renda e à educação.

A pesquisa junto às instituições municipais e estaduais mostrou que na visão das mesmas, os fatores que limitam o desenvolvimento de projetos de adaptação nas cidades da RMB são as restrições financeiras, a baixa capacitação profissional do quadro de funcionários e a precariedade de dados.

A precariedade de dados locais, que deveriam ser gerados pelas instituições municipais competentes, é um dos fatores que mais dificultam a elaboração de planos e medidas de adaptação, já que para planejar e definir ações é necessário primeiramente determinar a situação de cada aspecto e os fatores que necessitam

<sup>23</sup> Lei 12.305, 02 de agosto de 2010.



de maior atenção. Entretanto, para que estes dados sejam produzidos, é necessário um corpo técnico capacitado para as diferentes áreas de atuação, de modo a transmitir confiabilidade sobre as informações.

As barreiras técnicas observadas dentro das instituições são o reflexo da vulnerabilidade social. Pouca capacitação profissional e baixos salários atuam diretamente sobre a produtividade institucional, dificultando a produção de dados necessários para a elaboração de planos e medidas de adaptação.

Apesar da dificuldade de se mensurar a adaptação das cidades aos impactos das mudanças climáticas, é possível afirmar que existe uma relação inversa entre adaptação e vulnerabilidade, já que o nível de adaptação atrelado à exposição a um risco ambiental influencia diretamente sobre o grau de vulnerabilidade. A partir dos resultados obtidos com a pesquisa, é possível afirmar que o nível de adaptação na RMB se mostra ainda insatisfatório, sendo necessários investimentos em infraestrutura urbana, visando a minimização da vulnerabilidade e melhoria da qualidade socioambiental nas áreas urbanas.



## 6 CONCLUSÃO

A análise dos dados climatológicos do INMET mostrou que a precipitação tem se intensificado na área de estudo nos últimos anos; e as previsões futuras do IPCC indicam um aumento, ainda que incerto, na magnitude e intensidade destes eventos na região. Em função deste processo de alterações no clima e do quadro atual de inundações na RMB, surge a preocupação em relação às perdas econômicas, sociais e infraestruturais que os impactos das inundações podem provocar, sobretudo nas áreas de baixada, ocupadas prioritariamente pela população mais pobre. A carência de infraestrutura nos setores de habitação e saneamento; e os problemas sociais relacionados principalmente à renda, saúde e educação, agravam os impactos provenientes dos eventos de inundação. Em função disso, é fundamental que sejam tomadas medidas de prevenção e não apenas de enfrentamento durante a ocorrência do problema.

Com base nisto, a pesquisa buscou definir critérios que pudessem ser utilizados como ferramenta para a definição do grau de vulnerabilidade à qual a área em estudo está exposta, de modo que fosse possível definir os fatores que mais contribuem para este quadro de vulnerabilidade e a partir disto fornecer bases para a definição de medidas de adaptação, levando em consideração os aspectos que devem ser priorizados na RMB.

O objetivo principal da pesquisa, de analisar o grau de vulnerabilidade e a capacidade de resposta adaptativa na área de estudo considerando indicadores sociais, habitacionais, e de saneamento foi alcançado e confirmou a hipótese inicial de que a vulnerabilidade aos impactos das inundações nas áreas urbanas dos municípios que compõem a RMB é elevada devido ao nível de desenvolvimento social baixo, e à precariedade de infraestrutura de serviços de saneamento e habitação.

Estes resultados mostram que o processo de urbanização desordenado ocorrido na RMB, com um crescimento populacional urbano elevado e poucos investimentos em projetos de infraestrutura urbana, levam a um quadro de insustentabilidade e perda da qualidade socioambiental, tornando as áreas urbanas susceptíveis aos impactos que as mudanças climáticas possam causar.

A metodologia utilizada na pesquisa auxiliou no desenvolvimento dos objetivos específicos. A definição de critérios para atribuição do grau de

vulnerabilidade a matriz e a utilização da análise multicritério como ferramenta para definição dos índices, juntamente com a análise dos questionários; permitiram observar que a RMB se apresenta atualmente com um elevado déficit no setor de esgotamento sanitário, um serviço prioritário, que na atual situação coloca em risco a saúde da população e expõe os corpos d'água à degradação e contaminação.

Apesar de a RMB estar localizada em uma área extremamente rica do ponto de vista dos recursos hídricos, verificam-se ainda sérios problemas em relação à distribuição de água para consumo humano. A água, enquanto bem fundamental à vida, se mostrou como um fator que deve ser priorizado pelas políticas públicas, tendo em vista que nenhuma das áreas urbanas dos municípios pesquisados apresentou grau de vulnerabilidade baixo para o serviço de abastecimento de água.

Da mesma forma, um sistema adequado de esgoto sanitário se apresenta como uma ferramenta para mitigação dos impactos que as inundações podem causar; já que na RMB este é um serviço extremamente deficiente do ponto de vista infraestrutural, em que todas as áreas urbanas pesquisadas apresentaram grau de vulnerabilidade alta, sendo o esgotamento sanitário considerado o segundo em importância para a definição do índice de vulnerabilidade. A destinação adequada do esgoto sanitário reduz os impactos sobre os cursos d'água, contribuindo para a minimização dos riscos de doenças de veiculação hídrica e proporcionando maior segurança para a população do ponto de vista da sanitização.

A questão habitacional se mostrou também um sério problema na RMB. A existência de moradias em áreas impróprias para habitação humana, juntamente com um nível baixo de adequação das mesmas em toda a área de estudo é um fator agravante no que corresponde à vulnerabilidade aos impactos das inundações decorrentes de alterações climáticas. Apesar de existirem políticas federais, estaduais e municipais em apoio à melhoria da qualidade habitacional para os municípios, ainda se notam sérios problemas, principalmente no que corresponde a construção em áreas com risco de inundação, como exemplo aquelas localizadas próximas aos canais. O fato de estas áreas serem majoritariamente habitadas pela população de baixa renda agrava a situação, uma vez que a renda domiciliar se mostrou ser o fator com maior importância e maior vulnerabilidade em toda a área de estudo.

Apesar de a pesquisa não ter analisado de forma específica as áreas diretamente afetadas pelos impactos já existentes das inundações, é possível

observar que os menores níveis educacionais da população se encontram nestas áreas, caracterizadas pela existência de assentamentos subnormais e com baixo nível de adequação, conseqüentemente com os menores níveis de renda.

Os aspectos sociais não puderam ser analisados em conjunto com os indicadores de saneamento e habitação devido às diferenças observadas em termos de critérios para definição da importância de um indicador sobre o outro. Entretanto observa-se que existe uma forte relação entre estes indicadores, principalmente pelas características que a população residente em áreas com maiores riscos de inundação apresenta. Verifica-se, portanto, uma forte relação entre todos os indicadores selecionados pela pesquisa, de modo que a utilização de uma análise multicritério pode ser de suma importância para se definir que aspectos devem ser priorizados no momento de definir os planos e medidas de adaptação aos impactos que as inundações decorrentes de mudanças climáticas podem acarretar.

Dois aspectos foram identificados através dos questionários como limitantes para a elaboração de planos e medidas de adaptação: a qualificação do corpo de funcionários e a produção de dados. Um fator influi diretamente sobre o outro, já que a existência de corpo técnico capacitado em suas respectivas áreas dentro das instituições é fator fundamental para a produção de dados. Em conversas informais com funcionários das instituições às quais foram encaminhados os questionários, foi observada uma dificuldade das próprias instituições no desenvolvimento de diagnósticos para a elaboração de projetos em função, principalmente, da precariedade de dados atualizados.

Durante a elaboração da pesquisa algumas dificuldades foram observadas. A existência de poucas publicações relacionadas à vulnerabilidade em áreas urbanas na Amazônia, e a inexistência de projetos voltados para a adaptação aos impactos das mudanças climáticas na RMB, além de terem sido barreiras a serem enfrentadas, foram também aspectos motivadores para a pesquisa, que buscou dar os primeiros passos para a análise do grau de vulnerabilidade na área de estudo e estimular o desenvolvimento de projetos estruturados nas bases da adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

A disponibilidade de dados atuais sobre os indicadores selecionados foi a principal dificuldade encontrada durante a pesquisa. As instituições não dispunham de informações estatísticas atualizadas, o que levou à alteração de alguns dos indicadores previamente selecionados. Verificou-se que parte das instituições

aguarda as informações disponibilizadas pelo censo demográfico do IBGE para desenvolver suas pesquisas, e outros, como as secretarias de habitação, somente detêm informações acerca dos projetos que desenvolvem o que dificulta a análise de aspectos específicos em uma escala municipal-urbana.

De acordo com Hunt e Watkiss (2011), muitas das decisões relacionadas com o futuro desenvolvimento urbano requerem informações sobre os riscos climáticos em cidades. Em função disso é fundamental que se invista em pesquisas locais sobre a vulnerabilidade e a adaptação das áreas urbanas da RMB, tendo em vista que o desenvolvimento das cidades através da universalização do acesso aos serviços básicos, melhores condições habitacionais e investimento em políticas sociais, fornecem melhores condições para a população lidar com os impactos das inundações.

Seria importante que o grau de vulnerabilidade e adaptação fosse definido em uma escala mais específica, por setores censitários por exemplo, o que permitiria localizar os pontos de maior vulnerabilidade, entretanto a limitação de dados impossibilitou que a pesquisa fosse desenvolvida desta forma. Em função disso, mostra-se importante o investimento em pesquisas deste gênero, que busquem auxiliar políticas de adequação aos impactos das mudanças climáticas. Segundo Adger et al. (2009) a adaptação às mudanças climáticas pode proporcionar amplos benefícios, não apenas como enfrentamento e diminuição da vulnerabilidade aos impactos climáticos, mas como parte do processo de desenvolvimento da população e das cidades.

Na RMB se observa um quadro de vulnerabilidade natural, em que as características geomorfológicas da região propiciam a ocorrência das cheias naturais, entretanto, outros aspectos como a transformação do espaço, a concentração populacional, a impermeabilização do solo e a demanda cada vez maior por moradia e serviços, contribuem para um cenário de elevada vulnerabilidade aos impactos que as inundações provocadas pelas mudanças climáticas possam causar. Por isso é importante que as cidades estejam preparadas para receber essa carga de impactos e responder aos mesmos de forma adequada.

Sugere-se que sejam desenvolvidos planos integrados de adaptação entre os municípios que compõem a RMB, de modo que se faça cumprir a ideia da existência de uma Região Metropolitana. A integração de políticas deste tipo apresenta maior força diante da definição e execução de planos de adaptação, e é através de

políticas deste tipo que será possível alcançar o desenvolvimento sustentável e um nível de adaptação adequado ao enfrentamento dos impactos das inundações decorrentes de alterações na frequência e magnitude devido às mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

- ADGER, W. et al. Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**, p. 335–354, 2009.
- AERTS, J.; BOTZEN, W. Climate change impacts on pricing long term flood insurance: a comprehensive study for the Netherlands. **Global environmental change**, Elsevier, n. 21, p. 1045-1060, 2011.
- ANDRADE, M. et al. Socioeconomic and natural vulnerability index for oil spills in an Amazonian harbor: A case study using GIS and remote sensing. **Journal of Environmental Management**, p. 1-9, 2010.
- BANCO MUNDIAL. **Technology Diffusion in the Developing World**. Washington DC, 2008. 201 p.
- BARCELOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, n. 18, p. 284-304, 2009.
- BEDUSCHI, M.; GARCIAS, C. Dinâmica demográfica versus processo de produção e reprodução de aglomerados subnormais. **Cadernos Metr pole**, n. 19, 2008.
- BIRKMANN, J. **Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: conceptual frameworks and definitions**. New York: United Nations University, 2006, 524 p.
- BRASIL, Programa de Acelera o do Crescimento: PAC 2 – Cidade melhor. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/pac/o-pac/pac-cidade-melhor>>. Acesso em: 25 jan. 2012.
- BROWN, E. et al. Waves, tides and shallow-water processes. **The Open University**, 1999.
- BURCH, S. Transforming barriers into enablers of action on climate change: insights from three municipal case studies in British Columbia, Canada. **Global Environmental Change**, n. 20, p. 287-297, 2010.
- CÂNDIDO, L. et al. O clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: a questão da savaniza o. **Mudanças Climáticas/Artigos Ci ncia e Cultura**: p. 44-47, 2007.
- CARDONA, O. **Midiendo lo inmedible: indicadores de vulnerabilidad y riesgo**. Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. Diciembre, 2005. p. 1-5. Disponível em <[www.desenredando.org/public/omar](http://www.desenredando.org/public/omar)>. Acesso em: 14 dez., 2010.
- CARDONA, O. **Seguro colectivo frente a desastres: innovador aporte para gestión de riesgos**. Red de estudios sociales en prevención de desastres en

América Latina. Enero, 2007. p. 1-11 Disponível em <[www.desenredando.org/public/omar](http://www.desenredando.org/public/omar)>. Acesso em: 14 dez., 2010.

CARDOSO, A.; LIMA, J. Tipologias e padrões de ocupação urbana na Amazônia oriental: para que e para quem? In CARDOSO, A. (Org.) **O rural e o urbano na Amazônia: diferentes olhares em perspectivas**. Belém: EDUFPA: p. 55-93, 2006.

CASTRO, E. Urbanização, pluralidade e singularidades das cidades amazônicas. In CASTRO, E. (Org.) **Cidades na Floresta**. São Paulo: Annablume, p. 13-39. 2008.

CHM. Tábuas de marés: Porto de Belém. Disponível em <<http://www.mar.mil.br>>. Acesso em: 28 out., 2011.

CONFALONIERI, U. Regional climate change and human health in south America. In: DIAS, P.; RIBEIRO, W. e NUNES, L. **A contribution to understanding the regional impacts of global change in South America**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, p. 185-197, 2007.

CONFALONIERI, U. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, n. 20, p. 193-204, 2003.

CORRÊA, A.; TOURINHO, H.; CORREA, P. O que existe (como proposta), mais o que falta: sugestões de política urbana para a RMB a partir do "Via Metrôpole". In: LOBO, M. (Org.) **Estudos sobre meio ambiente e qualidade de vida urbana na Amazônia**. Ed. UNAMA. Belém: p. 115-152, 2004.

CUTTER, S.; BURUFF, B.; SHIRLEY, W. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**. vol. 84, n. 2, p. 242-261, 2003.

DIEESE. **Salário mínimo nominal e necessário**. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br>>. Acesso em: 30 out., 2011.

FERREIRA, H.; LOBO, M.; FONSECA, L. Expansão urbana em áreas insulares do município de Belém: o caso da ilha de Mosqueiro. In: Vasconcelos, M; Rocha, G.; Evandro, L. **O desafio político da sustentabilidade urbana: gestão socioambiental de Belém**. NUMA/UFPA, Edufpa, Belém: p. 223-238, 2009.

FEW, R.; AHERN, M.; MATTHIES, F.; KOVATS, S. Floods, health and climate change: a strategic review. **Tyndall Centre for Climate Change Research**. Working Paper n. 63, p. 138, 2004.

FURRIELA, R. **Introdução à Mudança climática global: desafios atuais e futuros**. Brasília: IPAM, 2005, 44 p.

GIDDENS, A. **A Política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010, 314 p.

GREGÓRIO, A.; MENDES, A. Batimetria e sedimentologia da Baía do Guajará, Belém, Estado do Pará, Brasil. **Amazônia Cidade & Desenvolvimento**: p. 53-72, 2009.

GRIMMOND, S. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. **The Royal Geographical Society**, p. 83-88, 2007.

HALLEGATE, S.; MORLOT, J. Understanding climate change impacts, vulnerability and adaptation at city scale: an introduction. In: OPPENHEIMER, M.; YOHE, G. **Climatic Change: An interdisciplinary, international Journal Devoted to description, causes and implications of climatic change**. Germany: p. 1-12, 2011.

HUNT, A.; WATKISS, P. Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. In OPPENHEIMER, M. e YOHE, G. **Climatic Change: An interdisciplinary, international Journal Devoted to description, causes and implications of climatic change**. Germany: p. 13-49, 2011.

IBGE. **Censo demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2000fd.asp?o=16&i=P>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <[www.censo2010.ibge.gov.br](http://www.censo2010.ibge.gov.br)>. Acesso em: 2 jan. 2011.

IBGE. **Noções básicas de cartografia**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/elementos\\_representacao.html](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html)>. Acesso em: 20 dez. 2010.

IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros: Meio Ambiente 2002**. IBGE Investiga o meio ambiente de 5.560 municípios brasileiros. Comunicação Social. 13 de maio de 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias>>. Acesso em: 6 jan. 2011.

INMET. **Gráficos e relatórios climatológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2011.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ (IDESP). **Valor Adicionado Agropecuário, Indústria e Serviços (R\$ 1.000,00) segundo Município – 2009**. Disponível em: <<http://www.sie.pa.gov.br/i3geo/relatorio.php>> .Acesso em 6 de fevereiro de 2012.

IPCC. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability – Contribution of Working Group 2 to the IPCC Fourth Assessment Report**. Cambridge University. Press, 2007.

IPCC: **Climate Change 2001: impacts, adaptation and vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge Univ. Press. 2001.

KEBEDE, A; NICHOLLS, R; HANSON, S. e MOKRECH, M. Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise: A Preliminary Case Study of Mombasa, Kenya. **The Tyndall Centre**, University of Southampton, n. 38, 2010.



LAUKKONEN, J.; BLANCO, P.; LENHART, J.; KEINER, M.; CAVRIC, B. e KINUTHIA-NJENGA, C. Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level. **Habitat International** n. 33: p. 287–292, 2009.

LIMA, J.; MOYSÉS, A. (Org.). **Como andam Belém e Goiânia**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009.

LUCENA, A.; SZKLO, A.; SCHAEFFER, R.; DUTRA, R. The vulnerability of wind power to climate change in Brazil. **Renewable Energy**, n. 35: p. 904-912, 2010.

MACZEWSKI, J. GIS and multicriteria analysis. **Ed John Wiley & sons**, New York: 1999.

MAIA, P. **Desenvolvimento, cidades e urbanização: uma visão contemporânea sob o paradigma da sustentabilidade, face à globalização: o caso de Belém (PA) no Brasil**. 2006, 55 f. Monografia (Especialização em Formação de Especialistas em Desenvolvimento de Áreas Amazônicas)- Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém: 2006.

MARANHÃO, R. Impactos da ocupação urbana e qualidade das águas superficiais na microbacia de Val-de-Cães (Belém/PA). **Caminhos de Geografia**, n. 12: p. 176 – 186, 2011.

MARENGO, J. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2006, 212 p.

MARENGO, J.; VALVERDE, M. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Multiciência**: Campinas, v. 8, p. 5-28, 2007.

MARGULIS, S.; DUBEUX, C. **Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010, 82 p.

MARTINS, R. Governança climática nas cidades: reduzindo vulnerabilidade e aumentando resiliência. **Revista de Geografia Acadêmica** 4: 5-18, 2010.

MEASHAM, T. et al. Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. **Springer**, 2011, 21p.

MENDES, A. et al. Sistema de Informações Hospitalares Fonte Complementar na Vigilância e Monitoramento das Doenças de Veiculação Hídrica. **Informe Epidemiológico do SUS**; v. 9, n. 2, p. 111-124, 2000.

MILANEZ, B.; FONSECA, I. Justiça climática e eventos climáticos extremos: o caso das enchentes no Brasil. In: HARGRAVE, J; LUEDEMANN G.; MOTTA, R.; GUTIERREZ, M. **Boletim Regional Urbano e Ambiental**. IPEA v. 38: p. 93-101, 2010.

MUNIZ, I. et al. Caracterização epidemiológica e sanitária em uma área de macrodrenagem da bacia do Una-Belém-Pará (Brasil). **Caderno Saúde Coletânea**. Rio de Janeiro: p. 483-500, 2007.

NÆSS, L.; BANG, G.; ERIKSEN, S.; VEVATNE, J. Institutional adaptation to climate change: Flood responses at the municipal level in Norway. **Global Environmental Change Part A – v. 2:** p. 125-138, 2005.

NAHAS, M. Indicadores Intra-Urbanos como Instrumentos de Gestão da Qualidade de Vida Urbana em Grandes Cidades: uma discussão teórico-metodológica. In: VITTE, C.; KEINERT, T. (Org.). **Qualidade de Vida, Planejamento e Gestão Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand: p. 123-153, 2009.

NICHOLLS, R. Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. **Global Environmental Change v. 14:** p. 69–86, 2004.

NOAA. **CO<sup>2</sup> Atmospheric Concentration**. Disponível em: <<http://www.nws.noaa.gov/com/weatherreadynation/>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

NOBRE, C. et al. **Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. INPE: n. 32, 2010.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. **Como andam as metrópoles**. <[http://web.observatoriodasmetrosoles.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=185&lang=pt](http://web.observatoriodasmetrosoles.net/index.php?option=com_content&view=article&id=185&lang=pt)> Relatório Final – 21 dez. 2005. Acesso em: 15 nov. 2010.

OECD, Organization for economic co-operation and development. **Environmental Indicators: Development, Measurement and use**. OECD, n. 37, 2003.

PARÁ Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará. **Produto Interno bruto dos municípios: Pará – 2008**.

PARÁ Secretaria de Estado de Integração Regional, Desenvolvimento Urbano e Metropolitano. **Investimentos do PAC para saneamento básico e urbanização no Pará**. Disponível em: <<http://www.sedurb.pa.gov.br/pac.php>>. Acesso em: 2 fev. 2012.

PENTTEGELL, C. Climate Change Adaptation: Enabling people living in poverty to adapt. **Oxfam Research Report**, p. 48, 2010.

PINTO, H.; PELLEGRINO, G. Mudanças Climáticas e a Produção de Grãos no Brasil: Avaliação dos Possíveis Impactos. **Revista Plenarium v. 5:** p. 96-117, 2008.

RIBEIRO, W. Impacto das Mudanças Climáticas em cidades no Brasil. **Parcerias Estratégicas v. 27:** p. 297-321, 2008.

ROCHA, G. A cidade de Belém e a Dinâmica demográfica do Estado do Pará, 1970-2007. In: VASCONCELOS, M; ROCHA, G.; EVANDRO, L. **O desafio político da**

**sustentabilidade urbana: gestão socioambiental de Belém.** Belém: NUMA/UFPA, Edufpa, , 2009. p. 65-78.

RODRIGUES, E. **Banidos da cidade e unidos na condição: Cidade Nova:** espelho da segregação social em Belém. NAEA/UFPA, Belém: 1998, 271 p.

ROSEGHINI, W. e MENDONÇA, F. Urbanização Regional E Mudanças Climáticas Globais: Impactos, Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais no Sul do Brasil. **Revista Geografar.** Resumos do VII Seminário Interno de Pós-Graduação em Geografia, p. 104-107, 2009.

SAATY, T. Decision making with analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, 83-98, 2008.

SAMPAIO, C. e NESPOLI, V. **Índice de Adequação Idade - Anos de Escolaridade.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos: 85, 137-142, 2004.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, R. **Learning to adapt to climate change in urban areas. A review of recent contributions.** Current opinion in Environmental Sustainability. 1: 201-206, 2009.

SANTOS , M. **O saneamento frente às situações emergenciais motivadas pelas enchentes: caso do município do Rio de Janeiro.** Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 121,1999.

SANTOS, F. **Alagamento e inundação urbana: modelo experimental de avaliação de risco.** 2010, 165 f. Dissertação (Mestrado.em Ciências Ambientais), UFPA - Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2010.

SOUZA, A. **Mobilidade residencial intra-urbana e periferização na região metropolitana de Belém: um estudo do conjunto habitacional cidade nova e da área de ocupação do PAAR.** 2003, 211 f. Dissertação.( Mestrado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

SUDAM. **Amazônia Legal: Características Gerais da População.** Disponível em: <[http://www.ada.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=33&Itemid=5](http://www.ada.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=5)> Acesso em: 12 out. 2010.

SZLAFSZTEIN, C. Urban Regulations and Climate Change in Low Lying Coastal Zone: a Case Study of the Amazon Region, Brazil. In: KRISHNAMOORTHY. R. et al. (Org.). **Integrated Coastal Zone Management (ICZM) - The Global Challenge.** Chennai: Research Publishing Services: 2008. p. 569-584.

TUCCI, C.; BERTONI, J. (Org.). **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003, 472 p.

UNESCO. **Relatório de monitoramento de educação para todos:** Educação para todos em 2015, alcançaremos essa meta? Representação da UNESCO no Brasil, Brasília, 2008.

UNFCCC. Climate change: impacts, vulnerabilities, and adaptation in developing countries. United Nations **Framework Convention on Climate Change**. Bonn: n. 64. 2007.

VITORINO, M.; SOUSA, A; CORREA, L.; SOUZA, P. Espacialização das características térmicas das ilhas de calor na região metropolitana de Belém utilizando imagens de satélite. **Simpósio Internacional de Climatologia**, João Pessoa: p. 1-5, 2011.

WERRITTY, A.; BLACK, A.; DUCK, R. Climate Change: flood occurrences review. **Scottish Executive Central Research Unit**, n. 83, 2002.

ZANELLA, M. Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR - Bairro Cajuru: um destaque para as inundações urbanas. **Mercator - Revista de Geografia da UFC** v. 5 n. 9: p. 61-69, 2006.

## ANEXOS

## ANEXO A – Questionário aplicado às instituições municipais e Estaduais.

Este questionário é parte integrante da pesquisa desenvolvida pela discente GLORGIA BARBOSA DE LIMA DE FARIAS, mestranda do curso de Planejamento do Desenvolvimento do programa de pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido (NAEA-UFPA). As informações obtidas através deste questionário serão apenas para fins científicos. O entrevistado terá sua identidade preservada no momento da publicação da pesquisa.

INSTITUIÇÃO: \_\_\_\_\_  
 MUNICÍPIO: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
 FUNÇÃO/CARGO: \_\_\_\_\_

Instruções: Na pergunta 1 o grau de vulnerabilidade deve ser atribuído conforme o julgamento do entrevistado para cada um dos indicadores elencados. Nas perguntas 2 e 3 é possível marcar mais de uma alternativa.

1. O nível de vulnerabilidade aos prováveis impactos das mudanças climáticas pode ser determinado com base em diferentes indicadores e escalas de atuação política. No que corresponde à **Região Metropolitana de Belém**, indique os aspectos que você considera mais importantes para aumento do grau de vulnerabilidade em relação ao atual quadro de mudanças climáticas. Utilize como referência os seguintes **graus de vulnerabilidade** para os itens A, B e C: **1 (baixa), 2 (média) e 3 (alta)**.

<b>A. Aspectos sociais</b>	<input type="checkbox"/> Renda da população <input type="checkbox"/> Idade de risco (crianças e idosos) <input type="checkbox"/> Nível de escolaridade mínimo (alfabetização) <input type="checkbox"/> Outros (quais?) _____
<b>B. Aspectos habitacionais</b>	<input type="checkbox"/> Habitações irregulares <input type="checkbox"/> Habitações em palafita <input type="checkbox"/> Habitações em áreas de alagamento <input type="checkbox"/> Outros (quais?) _____
<b>C. Aspectos de saneamento</b>	<input type="checkbox"/> Abastecimento de água <input type="checkbox"/> Coleta de esgoto <input type="checkbox"/> Coleta de lixo <input type="checkbox"/> Outros (quais?) _____

2. Quais projetos, planos ou medidas que visem a melhoria da qualidade infraestrutural das habitações, do sistema de saneamento e dos aspectos sociais estão sendo desenvolvidos pela sua instituição no **município**?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Drenagem urbana<br><input type="checkbox"/> Expansão do sistema de distribuição de água<br><input type="checkbox"/> Gestão de resíduos sólidos<br><input type="checkbox"/> Sistema de esgoto sanitário<br><input type="checkbox"/> Remanejamento de pessoas em áreas de risco<br><input type="checkbox"/> Construção de conjuntos populares | <input type="checkbox"/> Auxílio habitacional para famílias de baixa renda<br><input type="checkbox"/> Expansão do sistema educacional para jovens e adultos<br><input type="checkbox"/> Maior acesso ao sistema de saúde<br><input type="checkbox"/> Outros<br>(Quais?): _____ |
|--|---|

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Tendo em vista as discussões atuais sobre as mudanças climáticas globais e a necessidade de se desenvolver alternativas de adaptação de cidades às mesmas. Que aspectos, no seu ponto de vista, podem ser considerados como os principais obstáculos enfrentados pela sua **instituição** para a implantação de projetos, planos e medidas de adaptação (ex. melhoria da infraestrutura, sistemas de alerta, diminuição da emissão gases do efeito estufa) aos possíveis impactos das mudanças climáticas?
- a) Precariedade de dados que auxiliem na formulação de projetos
  - b) Barreiras Legais que limitam a atuação da instituição ou que dificultam a agilidade do processo
  - c) Limitação financeira da instituição
  - d) Capacitação profissional limitada do corpo de funcionários
  - e) Outros (Quais?) \_\_\_\_\_

## ANEXO B - Tabelas de cálculos dos pesos

### Tabela de cálculo dos pesos de Saneamento e Habitação

	Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	Domicílios atendidos por coleta de resíduos	Habitações inadequadas	Domicílios em Aglomerados subnormais	Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	Habitações inadequadas	Domicílios em Aglomerados subnormais	Pesos	Consistência	$\lambda$	IC	RC
Domicílios abastecidos por rede geral de distribuição de água	1	3	7	9	1	0,3870	0,4087	0,3476	0,3333	0,3745	0,37	5,501	5,32	0,081	0,072
Domicílios atendidos por rede geral de esgoto ou pluvial.	0,33	1	7	7	0,33	0,1277	0,1362	0,3476	0,2593	0,1236	0,20	5,527			
Domicílios atendidos por coleta regular de resíduos	0,14	0,14	1	3	0,2	0,0553	0,0191	0,0497	0,1111	0,0749	0,06	4,997			
Habitações inadequadas	0,11	0,20	0,14	1	0,14	0,0430	0,0272	0,0070	0,0370	0,0524	0,03	5,097			
Domicílios em Aglomerados subnormais	1,00	3,00	5,00	7,00	1	0,3870	0,4087	0,2483	0,2593	0,3745	0,34	5,501			
<b>SOMA</b>	<b>2,58</b>	<b>7,34</b>	<b>20,14</b>	<b>27</b>	<b>2,67</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				



**Tabela de cálculo dos pesos dos indicadores Sociais**

	Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário	Pessoas em idade de risco	Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas	Casos de doenças de veiculação hídrica	Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário	Pessoas em idade de risco	Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas	Casos de doenças de veiculação hídrica	Pesos	Consistência	$\lambda$	IC	RC
Renda domiciliar inferior ao mínimo necessário	1	5	9	3	0,608	0,441	0,409	0,696	0,54	4,403	4,189	0,53	0,7
Pessoas em idade de risco	0,2	1	3	0,20	0,122	0,088	0,136	0,046	0,1	4,037			
Pessoas com 10 ou mais anos de idade alfabetizadas	0,11	0,33	1	0,11	0,068	0,029	0,045	0,026	0,04	4,05			
Casos de doenças de veiculação hídrica	0,33	5,00	9	1	0,203	0,441	0,409	0,232	0,32	4,265			
<b>SOMA</b>	<b>1,64</b>	<b>11,33</b>	<b>22,00</b>	<b>4,31</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				