



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

CAMILA MADEIRA DA SILVA SANTOS

**O Uso da Drenagem como Método de Avaliação de Desempenho da
Ocupação Urbana: Uma reflexão sobre a Avenida Augusto Montenegro.**

Belém
Abril/2017

CAMILA MADEIRA DA SILVA SANTOS

**O Uso da Drenagem como Método de Avaliação de Desempenho da
Ocupação Urbana: Uma reflexão sobre a Avenida Augusto Montenegro.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará (PPGAU/UFPA) como exigência para a obtenção do Título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Análise e Concepção do Ambiente Urbano Construído na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia, Espaço e Desenho da Cidade.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Pamplona Ximenes Ponte.

Belém
Abril/2017

CAMILA MADEIRA DA SILVA SANTOS

**O Uso da Drenagem como Método de Avaliação de Desempenho da
Ocupação Urbana: Uma reflexão sobre a Avenida Augusto Montenegro.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará (PPGAU/UFPA) como exigência para a obtenção do Título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Análise e Concepção do Ambiente Urbano Construído na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia, Espaço e Desenho da Cidade.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Pamplona Ximenes Ponte.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr^o Juliano Pamplona Ximenes Ponte (orientador)
Doutor em Planejamento Urbano e Regional, IPPUR/UFRRJ
Professor: PPGAU-UFPA

Prof. PhD. José Júlio Ferreira Lima
Doutor em Arquitetura, Oxford Brookes University, UK
Professor: PPGAU-UFPA

Prof.^a Dr.^a Roberta Menezes Rodrigues
Doutora em Integração da América Latina, FAU/USP
Professora: FAU-UFPA

“... il n'existe pas de grand talent sans une grande volonté.”
Honoré de Balzac

RESUMO

A cidade de Belém – PA tem passado por significativas transformações ao longo dos anos que tem modificado sua forma urbana, principalmente a partir da década de 1960, com a expansão da cidade no sentido do eixo da Avenida Augusto Montenegro. Esta área tem sido alvo de interesses do mercado imobiliário que vem promovendo a valorização do solo na avenida. Paralelamente, tem sido observada a ocupação inadequada de áreas de risco por assentamentos informais devido a indisponibilidade de terras acessíveis em um mercado especulativo e excludente. Tal fato tem trazido graves consequências à população e ao meio-ambiente. As precárias condições das habitações, infraestrutura e *déficit* de serviços básicos nessa região têm intensificado a ocorrência alagamentos, ameaçando os recursos hídricos e o ecossistema da área, o que caracteriza a deterioração da infraestrutura urbana existente, descontinuidade da malha urbana, por falta de qualificação no sistema viário, dentre outros. Isto posto, esse trabalho propõe a análise e caracterização da Avenida Augusto Montenegro a partir do recorte de oito bacias localizadas na área de expansão: bacia do Mata-fome, bacia do Val de Cans, bacia do Outeiro, bacia do Una, bacia do Paracuri, bacia do Ananain e bacia do Ariri. Além de fundamentar um diálogo sobre os impactos sócio/físico-ambientais fomentados pelo processo sem regulamentação de ocupação destas bacias.

Palavras-Chave: Bacias Hidrográficas; Avenida Augusto Montenegro; Urbanização; Meio-ambiente; Alagamento; Habitações precárias.

ABSTRACT

The city of Belém - PA has undergone significant transformations over the years that have modified its urban form, mainly from the 1960s, with the expansion of the city towards the axis of Augusto Montenegro Avenue. This area has been the target of interests of the real estate market promoting the land valorization along the avenue. In parallel, it has been observed the inadequate occupation of areas of risk by informal settlements due to the unavailability of land accessible in a speculative and excluding market. This has had serious consequences for the population and the environment. The precarious conditions of housing, infrastructure and basic services deficit in this region have intensified the occurrence of flooding, threatening the water resources and ecosystem of the area, what characterizes the deterioration of existing urban infrastructure, discontinuity of urban mesh, lack of qualification in the road system, among others. This work proposes the analysis and characterization of Augusto Montenegro Avenue from the eight basins located in the expansion area: the Mata-Fome basin, the Val de Cans basin, the Outeiro basin, the Una basin, the Paracuri basin, Ananin Basin and the Ariri Basin. In addition to providing a dialogue on the socio-physical-environmental impacts promoted by the unregulated process of occupation of these basins.

Keywords: Hydrographic basins; Avenida Augusto Montenegro; Urbanization; Environment; Alagamento; Precarious housing.

LISTA DE SIGLAS

APP – ÁREA DE PROTEÇÃO PERMANENTE
BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO
BNH – BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO
BRT – BUS RAPID TRANSIT
COHAB – COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DO PARÁ
COSANPA – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ
FGTS – FUNDO DE GARANTIA DE TEMPO DE SERVIÇO
GIS – GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM
IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IDESP – INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ
JICA – JAPAN INTERNACIONAL COOPERATION AGENCY
PAEG – PROGRAMA DE AÇÃO ECONOMICA DO GOVERNO
PDGB – PLANO DE DESENVOLVIMENTO DA GRANDE BELÉM
PDTU – PLANO DIRETOR DE TRANSPORTES URBANOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM
PEM – PLANO DE ESTRUTURAÇÃO METROPOLITANA
PESB – PANO ESTADUAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PLANSAB – PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO
PMCMV – PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA
PPGAU – PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
RMB – REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM
SAAEB – SISTEMA AUTONOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE BELÉM
SBPE – SISTEMA BRASILEIRO DE POUPANÇA E EMPRESTIMO
SERFHAU – SERVIÇO FEDERAL DE HABITAÇÃO E URBANISMO
SFH – SISTEMA FINANCEIRO DE HABITAÇÃO
SIG – SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
UFPA – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
ZAN – ZONA DE AMBIENTE NATURAL
ZAU – ZONAS DE AMBIENTE URBANO
ZEI – ZONAS ESPECIAIS INDUSTRIAIS
ZEIA – ZONA ESPECIAL DE INTERESSE AMBIENTAL
ZEIP – ZONAS ESPECIAIS DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO
ZEIS – ZONAS ESPECIAIS DE INTERESSES SOCIAIS

ZEP – ZONAS ESPECIAIS DE PRESERVAÇÃO

ZEPE – ZONAS ESPECIAIS DE PROMOÇÃO ECONÔMICA

LISTA DE IMAGENS

<i>Imagem 1: Limites da Primeira e da Segunda Léguas Patrimoniais de Belém - PA.</i>	24
<i>Imagem 2: Projeto do Sistema do Transporte Público Metropolitano - BRT. Belém - PA.</i>	30
<i>Imagem 3a: Pistas expressas instaladas na Avenida Almirante Barroso - Belém - PA.</i>	31
<i>Imagem 4: Variação Populacional por bairro, Belém – PA (2000/2010)</i>	33
<i>Imagem 5: Variação do número de domicílios Belém – PA (2000/2010).</i>	35
<i>Imagem 6: Balanço Hídrico.</i>	41
<i>Imagem 7: Efeito da urbanização no hidrograma da bacia.</i>	42
<i>Imagem 8: Resposta da geometria do escoamento.</i>	43
<i>Imagem 9: Bacias hidrográficas presentes na Avenida Augusto Montenegro. Belém - PA.</i>	44
<i>Imagem 10: Condições de Otimização de Custos dos Loteamentos.</i>	47
<i>Imagem 11: Densidade Demográfica por Bacia Hidrográfica de Belém - PA (2000).</i>	49
<i>Imagem 12: Densidade Demográfica de Belém - PA (2010)</i>	50
<i>Imagem 13: Parcelamento do Solo nas Bacias Localizadas na Área de Expansão de Belém.</i>	54
<i>Imagem 14: Análise do Parcelamento do Solo nas Bacias Localizadas na Área de Expansão de Belém – 1ª parte.</i>	55
<i>Imagem 15: Análise do Parcelamento do Solo nas Bacias Localizadas na Área de Expansão de Belém – 2ª parte.</i>	56
<i>Imagem 16: Renda Média Mensal por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua – PA.</i>	59
<i>Imagem 17: Áreas Atendidas pelo SAAEB e pela COSANPA.</i>	61
<i>Imagem 18:</i>	62
<i>Imagem 19:– Percentual de Domicílios com Abastecimento de Água por Poço ou Nascente por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.</i>	63
<i>Imagem 20: Percentual de Domicílios com outra forma de abastecimento por Setor Censitário (2010) - Belém e Ananindeua - PA.</i>	64
<i>Imagem 21: Percentual de domicílios com coleta de lixo porta a porta, porta por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.</i>	66
<i>Imagem 22: Percentual de domicílios com banheiro de uso exclusivo dos moradores e esgotamento sanitário via rede geral ou pluvial por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.</i>	68
<i>Imagem 23: Percentual de domicílios com esgoto a céu aberto em seu entorno por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.</i>	70
<i>Imagem 24: Superfície impermeável e escoamento superficial.</i>	74
<i>Imagem 25: Aglomerados Subnormais Instalados em Áreas Permeáveis– Belém e Ananindeua.</i>	76
<i>Imagem 26: Hipsometria - RMB</i>	79
<i>Imagem 27: Declividade por bacia hidrográfica.</i>	86
<i>Imagem 28: Comportamento hídrico em regiões com diferentes declividades.</i>	90
<i>Imagem 29: A dinâmica de uma várzea.</i>	91
<i>Imagem 30: Análise da Mancha de alagamento RMB - PA.</i>	93
<i>Imagem 31: Áreas Susceptíveis a Alagamentos. Belém - PA.</i>	94
<i>Imagem 32: Reservatório de detenção.</i>	99
<i>Imagem 33: Reservatório de retenção.</i>	100
<i>Imagem 34: Telhado Verde.</i>	101
<i>Imagem 35: Trincheiras de Infiltração.</i>	103
<i>Imagem 36: Trincheiras de Infiltração - Engenharia.</i>	103
<i>Imagem 37: Pavimentos Porosos.</i>	104
<i>Imagem 38: Zoneamento Especial.</i>	113
<i>Imagem 39: Zoneamento - Belém PA.</i>	117
<i>Imagem 40: Quadro de Aplicações de Modelos Urbanísticos.</i>	118
<i>Imagem 41: Quadro de Modelos Urbanísticos.</i>	119

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Temperatura anual de Belém – PA (2015).</i>	81
<i>Gráfico 2: Umidade relativa do ar. Belém – PA (2015).</i>	82
<i>Gráfico 3: Precipitação anual de Belém (2015).</i>	83

LISTA DE TABELAS

<i>TABELA 1: Dados das Bacias Hidrográficas Estudadas.</i>	45
<i>TABELA 2: Percentual de Variação – Densidade Demográfica por Bacia.</i>	51
<i>TABELA 3: Permeabilidade das bacias hidrográficas da área de estudo em 2015.</i>	77
<i>TABELA 4: Declividade média das bacias hidrográficas localizadas na Avenida Augusto Montenegro. Belém - PA.</i>	87
<i>TABELA 5: Análise do escoamento e infiltração de água.</i>	87
<i>TABELA 6: Soluções para minimização das enchentes por bacia hidrográfica.</i>	108

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE SIGLAS	7
LISTA DE IMAGENS	9
LISTA DE GRÁFICOS	10
LISTA DE TABELAS	10
SUMÁRIO	10
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 O DESENHO DA PESQUISA: OBJETIVOS E MÉTODOS	15
1.2 A ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2 A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE BELÉM	19
2.1 A EXPANSÃO URBANA	19
2.2 A VALORIZAÇÃO DA PERIFERIA	28
2.3 O CRESCIMENTO DA CIDADE INFORMAL	36
3 ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LOCALIZADAS NA ÁREA DE ESTUDO	40
3.1 A DINÂMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS	40
3.2 FORMAS E TRANSFORMAÇÕES	48

3.3 ESPAÇO E SERVIÇOS URBANOS	57
3.4 O MEIO AMBIENTE URBANO	72
3.4.1 PERMEABILIDADE	72
3.4.2 TOPOGRAFIA	78
3.4.2.1 PARÂMETROS METEOROLÓGICOS	80
3.4.2.2 DECLIVIDADE	84
4 PLANOS E MEDIDAS	97
4.1 MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS URBANAS	97
4.1.1 MEDIDAS ESTRUTURAIIS	98
4.1.1.1 ACELERAÇÃO DO ESCOAMENTO	98
4.1.1.2 ARMAZENAMENTO	98
4.1.1.3 INFILTRAÇÃO	102
4.1.1.4 DESVIO DE ESCOAMENTO	104
4.1.2 MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIIS	105
4.2 ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA INCIDENTE SOBRE A ÁREA DE ESTUDO	110
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS	131

1 | INTRODUÇÃO

Diante das alterações ocorridas no espaço urbano de Belém nos últimos anos, principalmente a partir do final da década de 1960, quando novos eixos de expansão periférica foram estabelecidos, mais especificamente para a rodovia BR-316 e para a atual Avenida (outrora Rodovia) Augusto Montenegro, a densidade na ocupação do território metropolitano se distribuiu de modo diferente, comparado ao período anterior. Orientado pela instalação de conjuntos habitacionais e condomínios fechados, conforme tem sido observado na Avenida Augusto Montenegro, um intenso processo de transformação tem alterado a forma urbana. A área recebeu um impulso em sua ocupação através de políticas do Governo Federal voltadas à ampliação do financiamento habitacional, ao crédito em geral e ao incentivo à construção civil, na construção de empreendimentos residenciais para a população, além de empreendimentos imobiliários, comércio e serviços (CRUZ; LIMA, 2013). Deste modo, grandes empresas passaram a ocupar as margens da avenida, como supermercados, *shopping centers*, faculdades e condomínios, consolidando um novo subcentro da cidade. Este novo padrão de uso do solo, incentivados pelo capital imobiliário vem

promovendo a valorização do solo, se tornando alvo de investimentos em serviços urbanos (idem, op cit) embora visivelmente descontínuos, insuficientes e que, em última instância, parecem apontar para um tipo novo e dramático de segregação sócio espacial na Região Metropolitana de Belém (RMB).

Contudo, as transformações ocorridas na Avenida Augusto Montenegro não têm garantido a melhoria da qualidade urbana como um todo. As alterações de uso do solo verificadas nesta área têm aprofundado as condições de fragmentação do tecido urbano, resultado de diferentes tipologias implantadas ao longo da avenida, tais como conjuntos habitacionais, condomínios fechados, loteamentos irregulares e favelas, fruto da ação de diferentes agentes modeladores do espaço. O espaço urbano produzido é caracterizado pela diversificação, onde coexistem diferentes padrões socioeconômicos e habitacionais, o que reitera as desigualdades socioespaciais. O “desenvolvimento urbano” dado na Avenida Augusto Montenegro tem despertado o interesse do mercado imobiliário, atraído pela oferta de terras e crédito, comércio e serviços. Conforme as áreas próximas ao eixo da avenida foram ocupadas, dotadas de infraestrutura e equipamentos urbanos, restou à população de baixa renda a ocupação de áreas desinteressantes ao mercado, caracterizadas pelo *deficit* de infraestrutura e carência de serviços básicos, próximos à cursos d’água.

A ocupação de várzeas, por outro lado, é reforçada como uma alternativa de moradia para uma considerável parcela da população que, sujeita-se a instalar-se em áreas de risco por falta de opções dentro de um mercado altamente especulativo. Deve ser pontuado que, na RMB, bem como em grande parte do Norte brasileiro, áreas alagáveis de cota altimétrica baixa configuram alguns dos tipos mais comuns de sítio físico para instalação de assentamentos precários, há décadas. Os riscos ambientais a eles associados ocorrem pela crescente impermeabilização do solo urbano através da construção, pavimentação de vias e são agravados pelo alto índice pluviométrico, uma deficiente rede de drenagem natural, alterada pela própria urbanização e uma deficiente rede de engenharia. A ocupação de áreas ambientalmente frágeis vem provocando, inclusive, alterações sócio/físico-ambientais, resultando em graves

consequências ambientais e riscos à população. As precárias condições de habitação, infraestrutura e carência de serviços básicos nas quais a urbanização acontece, somadas ao elevado grau de desigualdade social, têm potencializado os riscos de ocorrência de desastres ambientais, tais como inundações, alagamentos e contaminação dos corpos hídricos.

Como grande parte das bacias hidrográficas da RMB compõem indiretamente e em função do uso humano um sistema de drenagem de águas residuais e pluviais, esses corpos d'água contaminados ou degradados, representam, hoje, sérios riscos ambientais e sanitários à própria ocupação, o que se agrava com a precariedade dos assentamentos à suas margens e com o lançamento indiscriminado de esgoto e lixo doméstico. Isto caracteriza um avançado processo de deterioração prematura da infraestrutura urbana, desperdício de investimentos públicos, perda de segurança do sistema viário, desqualificação de pequenos empreendimentos comerciais e de serviços em bairros periféricos, além da descontinuidade de articulações viárias, por falta de qualificação do sistema viário. Isto posto, o presente trabalho se propõe a fazer uma análise urbanístico-ambiental do processo de ocupação da Avenida Augusto Montenegro, onde paralelamente, não ocorreu regulação ou controle urbanístico, utilizando como recorte as bacias hidrográficas delimitadas no entorno da avenida, com isso, buscou-se cruzar as metodologias de urbanismo com os aspectos da aplicação do planejamento ambiental em áreas urbanas, conforme algumas abordagens da literatura.

Elaborou-se uma análise crítica a partir do estudo da morfologia associada à densidade demográfica da área, levando em consideração os diferentes tipos de ocupação urbana e sítio físico nesta região. Dada a notável dimensão de precariedade habitacional e infra estrutural do município de Belém e de sua Região Metropolitana, cabe ressaltar que há distinção entre definições do Ministério das Cidades que trabalha no recorte estatístico e cartográfico dos chamados *assentamentos precários* e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que trabalha com a categoria *aglomerados subnormais*. Além de pormenores estatísticos e metodológicos, os assentamentos precários realizam um levantamento em geral mais amplo, e portanto

mais realista, dos focos de precariedade da moradia no território dos municípios brasileiros, enquanto aglomerados subnormais, são restritos a critérios mais restritivos e deficiências operacionais do Censo, tende ao subdimensionamento de que calcular a *menos* o número de favelas nas cidades brasileiras, o que implica em, logicamente, reduzir o plano oficial a dimensão e implicações do problema da moradia.

Dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE constataram que a RMB possui 54% de seus habitantes residindo em áreas subnormais, e 52,5% de seus domicílios nelas, um dado importante para o caso em estudo. Isto posto, esta pesquisa fará uso de dados do IBGE em associação a um *Sistemas de Informações Geográfica* (SIG ou GIS), um sistema de coordenadas geográficas que possibilita a sobreposição de desenhos cartográficos (*shapefiles*) através da sua localização georreferenciada. Com isso, foi possível a elaboração e extração de dados cartográficos que possibilitará analisar os fatores urbanísticos e ambientais e como eles se manifestam na área de estudo. O recorte territorial usado é referente às oito bacias hidrográficas localizadas na área de influência do eixo da Avenida Augusto Montenegro, majoritariamente em Belém-Pará: bacias hidrográficas urbanas, que são do Mata fome, de Val de Cans, do rio Cajé, do Outeiro, do Una, do Paracuri, do Ananin e do Ariri. Serão feitas análises morfológicas (do ponto de vista do Urbanismo, em algumas de suas metodologias), socioeconômica (de modo descritivo com dados estatísticos oficiais) e urbanístico-ambientais (na interação entre forma de ocupação e dados gerais das respectivas bacias hidrográficas urbanas), como forma de compreender os impactos da urbanização na área de estudo.

Um objetivo central é fornecer subsídios, através do presente estudo, para uma análise de desempenho da ocupação urbana, em termos da interação entre ocupação e dimensão ambiental da cidade. Neste sentido, a dimensão da drenagem urbana é importante, não como infraestrutura “autônoma” a ser analisada no trabalho, mas como *método*. Considera-se a drenagem urbana como ferramenta e método porque a partir da drenagem ocorre integração entre da água com a paisagem urbana. A integração ocorre porque a partir do fluxo por gravidade das águas de chuva, e da forma do

terreno urbanizado, o sistema viário e o parcelamento, as redes de infraestrutura e os serviços urbanos terão o comportamento afetado. O fornecimento e coleta de água e esgoto sanitário pode ser facilitado ou prejudicado, de menor ou maior custo, dependendo do relevo, das condições do solo, da posição dos cursos d'água do entorno, por exemplo. Mas as condições naturais, e as artificiais, de drenagem (rios, igarapés urbanos, canais de drenagem, comportas, canaletas, guias de drenagem, etc.), fazem convergir as águas de chuva, com os materiais superficialmente dispostos, juntamente com a água tratada e esgoto (em sentido ascendente ou descendente, enterrados ou superficiais), e o lixo. Assim, a forma do parcelamento, se vista na associação com a drenagem e alguns de seus aspectos, permitem um eficiente método de análise urbanístico-ambiental, recurso usado neste trabalho.

Portanto, foi dada a relativa centralidade ao tema da drenagem urbana e sua relação com a morfologia do parcelamento, como critério de análise do desempenho do espaço urbano, sendo a drenagem extremamente relevante por se tratar de um método de avaliação ambiental da cidade. Finalmente, foi feita uma análise crítica do Plano Diretor de Belém e seu posicionamento quando os problemas socioambientais da cidade.

1.1 | O Desenho da Pesquisa: Objetivos e Métodos

Este trabalho busca:

- Analisar aspectos da relação da forma de ocupação urbana com seu desempenho socioambiental e caracterizar morfologicamente, socioeconomicamente e ambientalmente, o recorte das oito bacias hidrográficas delimitadas no entorno da Avenida Augusto Montenegro: bacia do Mata-Fome, bacia do Val de Cans, bacia do Outeiro, bacia do Una, bacia do Paracuri, bacia di Ananin, bacia do Ariri e bacia do Cajé.

- Fundamentar análises dos impactos sócio/físico-ambientais fomentados pelo processo não-regulado e socialmente regressivo de ocupação do território das bacias mencionadas.
- Indicar estratégias viáveis de drenagem urbana além de estabelecer uma crítica a legislação vigente.

O recorte temporal assumido para a análise da ocupação da área de estudo corresponde a última década, em que camadas de ocupação, cumulativas, podem ser verificadas no atual eixo de ocupação da Avenida Augusto Montenegro. Os dados utilizados, portanto, são recentes, datados da década de 2010, principalmente.

Para a descrição da área de estudo, foram elaboradas tabelas e dados cartográficos referentes à variação populacional e domiciliar entre os anos de 2000 e 2010, anos censitários, usados como referência para apurar o crescimento da cidade e o consequente crescimento dos aglomerados subnormais – estes, aliás, em proporção maior.

Para a escolha do recorte, foram levadas em consideração as bacias hidrográficas *oficiais* delimitadas no entorno da Avenida Augusto Montenegro, inclusive a bacia do igarapé do Una, pelo fato desta estar localizada em parte na área central da cidade e em parte na área de expansão. Procurou-se com isso, deixar clara a discrepância entre o centro e periferia de Belém. O carácter oficial de delimitação espaciais destas bacias hidrográficas pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), que, em seu planejamento do setor de saneamento básico, delimitou os recortes aqui usados. Tais recortes se referem a bacias hidrográficas cujos desenhos são permeados por critérios híbridos: em parte essas bacias foram extraídas do próprio relevo do terreno, além da forma técnica mais convencional, onde o recorte topográfico e fisiográfico (que usa a geometria da malha de rios, hidrográfica para ser definido) convivem com a forma do arruamento. Assim, o arquivo de cartográfica digital em formato *shapefile* (mapa digital georreferenciado, com banco de dados associado), contém a delimitação de bacias hidrográficas feita pela COSANPA, inicialmente em 2009,

tendo como base a RMB, então, composta por Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará como municípios metropolitanos. Em suma, os polígonos destas bacias hidrográficas são mistos; em parte fisiográfico, em parte “urbanístico, uma vez que tenta associar a delimitação da bacia à forma do arruamento existente¹..

As análises morfológicas foram contrapostas para formar um panorama geral das tipologias habitacionais de cada bacia hidrográfica de modo a identificar a predominância tipo de ocupação.

Foi feito o cálculo de permeabilidade por bacia, dentro do grupo de pesquisa Laboratório Cidades na Amazônia, pela bolsista de iniciação científica Juliane Oliveira Santa Brígida, do LABCAM-FAU-UFPA. Este cálculo foi baseado em imagens Landsat-8 e 2015, acessadas pelo programa Google Earth Pro, das quais foram extraídas as massas de superfícies permeáveis mais representativas visualmente (portanto, pequenos trechos de quintais permeáveis inferiores a 250 m², por exemplo, não foram computados). Estas áreas permeáveis foram desenhadas sobre o arruamento fornecido pelo Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Estado do Pará (IDESP-PA, 2012), em cartografia datada de 2012, do projeto Lendo o Pará. A compilação destes dados também contou com a colaboração de pessoal e atividades do projeto de pesquisa *Subsídios urbanísticos para a construção de plano metropolitano de drenagem urbana, Região Metropolitana de Belém, Pará*, parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Política Científica e Tecnológica (CNPq), através do Edital Universal 2014-2017.

A análise, então, estuda a área total de cada bacia, dividindo-a pela respectiva área permeável. Além da permeabilidade, houve, cálculo de declividade, a partir da razão entre a variação da altitude de terreno em um dado ponto e a distancia horizontal em relação a um segundo ponto. Os mesmos insumos anteriormente relatados foram usados nestes dois procedimentos de cálculo. Com isso, foi possível

¹ COSANPA; GPHS-UFPA (Companhia de Saneamento do Pará; Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Pará). Bacias hidrográficas urbanas da Região Metropolitana de Belém (RMB). Belém: COSANPA; GPHS-UFPA, 2009. [Cartografia digital, formato *shapefile*.]Par CD-ROM.

sobrepor informações e obter dados individuais de cada bacia com relação ao percentual de áreas permeáveis e declividade, o que permitiu identificar as áreas passíveis de alagamentos. Para a delimitação da mancha de alagamento foi usado o *shapefile* do levantamento e sistema de gerenciamento de riscos ambientais da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Ministério de Minas e Energia (CPRM, 2015).

1.2 | A Estrutura da Dissertação

Nesta dissertação analisou-se o processo de ocupação urbana da Avenida Augusto Montenegro e o comportamento sócio/físico-ambiental da área de estudo a partir do recorte de oito bacias hidrográficas inseridas no eixo da avenida. Com isso, foi possível extrair dados para a elaboração de uma análise crítica da morfologia associada a densidade. Através dos valores obtidos referentes a permeabilidade e declividade, foi possível identificar as áreas suscetíveis à alagamentos na área de expansão. Desta forma, pôde-se indicar estratégias viáveis de drenagem urbana além de fundamentar uma análise crítica na legislação vigente.

O primeiro capítulo, trata-se da introdução. No segundo capítulo, é realizada uma análise teórica e histórica sobre o processo de expansão urbana da cidade de Belém e os fatores que o condicionaram, especificamente para a BR-316 e para a Avenida Augusto Montenegro, principal eixo de expansão da cidade. Realizou-se uma análise crítica sobre o período da ditadura militar brasileira quando foi formulada a primeira política nacional voltada para a habitação, essencial para o desenvolvimento e ocupação urbana ao longo da avenida. O terceiro capítulo, irá fazer análises aprofundadas da morfologia urbana, aspectos socioeconômicos e urbanístico-ambientais do recorte das bacias Hidrográficas localizadas no eixo da Avenida Augusto Montenegro.

A partir das análises obtidas no terceiro capítulo, foi possível no quarto capítulo dialogar sobre as problemáticas encontradas na área de estudo, de modo a formular

uma síntese que dê base a elaboração de diretrizes gerais de intervenção no sistema de drenagem urbana de Belém e sua interação com o desenho urbano da ocupação atual, além de elaborar uma análise crítica do Plano Diretor vigente na cidade de Belém e seus parâmetros urbanísticos. Deve ser notado, novamente, que a forma urbana e sua análise de desempenho em planta, do ponto de vista do curso de infraestrutura e da acessibilidade, é levada em consideração como variável central. O aporte da análise ambiental é associado, pelo recorte das bacias hidrográficas, a essa análise da ocupação.

2 | A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO DE BELÉM

2.1 | A Expansão Urbana

Durante o governo denominado desenvolvimentista de Juscelino Kubitschek (1955-1960), foi estabelecido um planejamento governamental intitulado Plano de Metas. Baseado no incentivo às indústrias de base e certa abertura da economia para mercados externos, com modernização do parque industrial. Era um documento essencialmente de planejamento econômico, dividido em trinta objetivos, dentre eles, o projeto de integração territorial e do sistema produtivo nacional. Com isso, em 1960, a cidade de Belém assiste a conclusão das obras da Rodovia Belém-Brasília (BR-010 e conexões), o que possibilitaria a exploração de terras férteis ao longo da sua construção e permitiria a integração de produtos manufaturados e industrializados do Sul-Sudeste ao mercado local a um preço competitivo. Todavia, com a facilidade da entrada de produtos manufaturados de outras regiões na Amazônia, intensificaram-se as diferenças regionais, o que acarretou no fechamento das indústrias frágeis de Belém. Paralelamente, a construção da rodovia Belém-Brasília (BR-010), favoreceu o surgimento de novos núcleos urbanos que se tornaram estratégicos para a dinâmica econômica instalada na região, passando a atrair um grande contingente populacional, de imigração rural-urbano.

Em 1962 o nível de investimentos e de crescimento industrial apontavam para a recessão no ano seguinte. A inflação chegava a 51% no setor externo, e a dívida acumulava-se. Poucos meses antes de João Goulart assumir a presidência do Brasil, o então ministro Celso Furtado apresentou o Plano Trienal, estabelecendo regras e instrumentos para controle de déficit público e inflação, entretanto, a tentativa de estabilização fracassou e as projeções de inflação indicavam taxas superiores a 80%. Com a desestabilização da política interna e externa, o governo sofreu um golpe militar. A ditadura militar no Brasil (1964-1985) estabeleceu, dentre outras coisas, um processo de organização e elaboração de planos dentro do perfil tecnocrático, desenvolvimentista, parcialmente nacionalista e anticomunista. Para sanear a economia, o governo impôs uma política recessiva, desenvolvendo-se através do Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG). O programa foi marcado pela criação do Banco Central, proporcionando grande abertura ao capital estrangeiro, incentivando a produção de bens duráveis dentro do país ao mesmo tempo que reduziu o ritmo de obras públicas e extinguiu a estabilidade do emprego, colocando como compensação o Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS).

Carlos (1994 apud RUBIN;BOLFE 2014) explica que apesar do período de expansão econômica vivido no Brasil com o aumento das taxas de investimentos, expansão do setor industrial e exportações, o processo de acumulação de capital ocorreu de forma concentrada espacial e socialmente, havendo uma notável acentuação das desigualdades no país, sendo marcado pelo aumento do custo de vida, em paralelo, ao aumento da capacidade ociosa da indústria e a taxa de desemprego. Na tentativa de acalmar os ânimos populares, foi elaborada a proposta de reforma habitacional como política social prioritária. Deste modo, foi criado o Sistema Financeiro de Habitação (SFH), sob iniciativa do Governo Federal, que tinha o objetivo de formular uma política nacional de habitação, juntando o braço financeiro, no Banco Nacional de Habitação (BNH), o braço institucional do setor financeiro, com suas regras, no SFH, e o de planejamento territorial, que era originalmente o papel do Serviço Federal de

Habitação e Urbanismo (SERFHAU). Além da dinamização da economia, tendo o BNH como órgão central, seria estabelecida uma nova política de crédito imobiliário destinada estimular a construção e aquisição de habitações de interesse social e outras faixas de renda por meio da iniciativa privada, o que unificou interesses do capital, principalmente no setor financeiro, imobiliário e da construção civil.

Cabe ressaltar que o FGTS que deveria ter sido destinado ao trabalhador, foi transferido para uma poupança com valorização inferior a qualquer aplicação financeira no mercado. Esta poupança forçada, foi revertida ao setor privado envolvido no negócio habitacional (MELO,2013).

Com a criação do mecanismo de poupança forçada dos assalariados do FGTS, permitiu carregar enormes recursos financeiros para o BNH e acabar com a estabilidade do assalariado que permanecia uma década no emprego, como previsto na legislação trabalhista instituída no Período de Getúlio Vargas. Pode-se inferir que, a partir do FGTS, o estado passou a praticar expropriação de parte dos recursos dos trabalhadores e transferi-las aos capitalistas do setor de construção, o que evidenciou a superexploração da força de trabalho e, ao mesmo tempo, a conquista da esfera estatal por setores do empresariado, em especial, os proprietários da construção civil.

Nota-se que, além do fundo expropriado dos assalariados, os recursos da política habitacional da ditadura empresarial-militar puderam contar com a implantação do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE), responsável pela captação de recursos voluntários por meio de depósitos em cadernetas de poupança e venda de letras imobiliárias. Assim, o SBPE e o FGTS proporcionaram somas de dinheiro significativas para alavancar a produção de casas. Vale destacar que a “correção monetária” foi entendida e aplicada diferentemente. O fundo e a poupança sempre tiveram rendimentos bem abaixo de outras aplicações, enquanto as atualizações das prestações se deram com índices bem acima dos reajustes salariais (MELO, 2013.p.98).

Em Belém, o adensamento dos bairros centrais pela população de maior poder aquisitivo, providos de infraestrutura e equipamentos urbanos, através da verticalização, deu início ao processo de valorização urbana e especulação imobiliária

nessa região. Conforme a ocupação das áreas centrais se intensificavam, as *baixadas*², tornaram-se alvo das primeiras grandes ocupações espontâneas. Ainda que bem localizadas no conjunto do espaço construído, pela proximidade espacial em relação ao centro de Belém. Essa forma de ocupação conferiu a suas regiões uma malha urbana irregular, o que era agravado pela implantação de áreas institucionais à altura dos limites da Primeira légua Patrimonial³, formando um cinturão ao redor da parte mais adensada da cidade, o que inicialmente dificultava a expansão horizontal. O rápido adensamento das *baixadas*, agravou os casos de alagamentos e inundações devido à morfologia das ocupações irregulares em áreas de várzea, despejo indevido de lixo, alta contiguidade de edificações, baixa permeabilidade de solo pós-ocupação e falta de políticas de saneamento na região.

Em 1965, as obras de caráter sanitaria iniciadas em 1957 foram retomadas e intensificadas. Por decreto do presidente Castelo Branco, todas as áreas de terras necessárias à construção do canal da Doca deveriam ser desapropriadas. Isto posto, em 1968, parte das favelas instaladas na área de *baixadas* tiveram seus moradores remanejados para o primeiro conjunto habitacional construído pela Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB)⁴ constituído em área incluída dentro da Segunda Légua Patrimonial nas proximidades do que hoje constitui o bairro da Marambaia

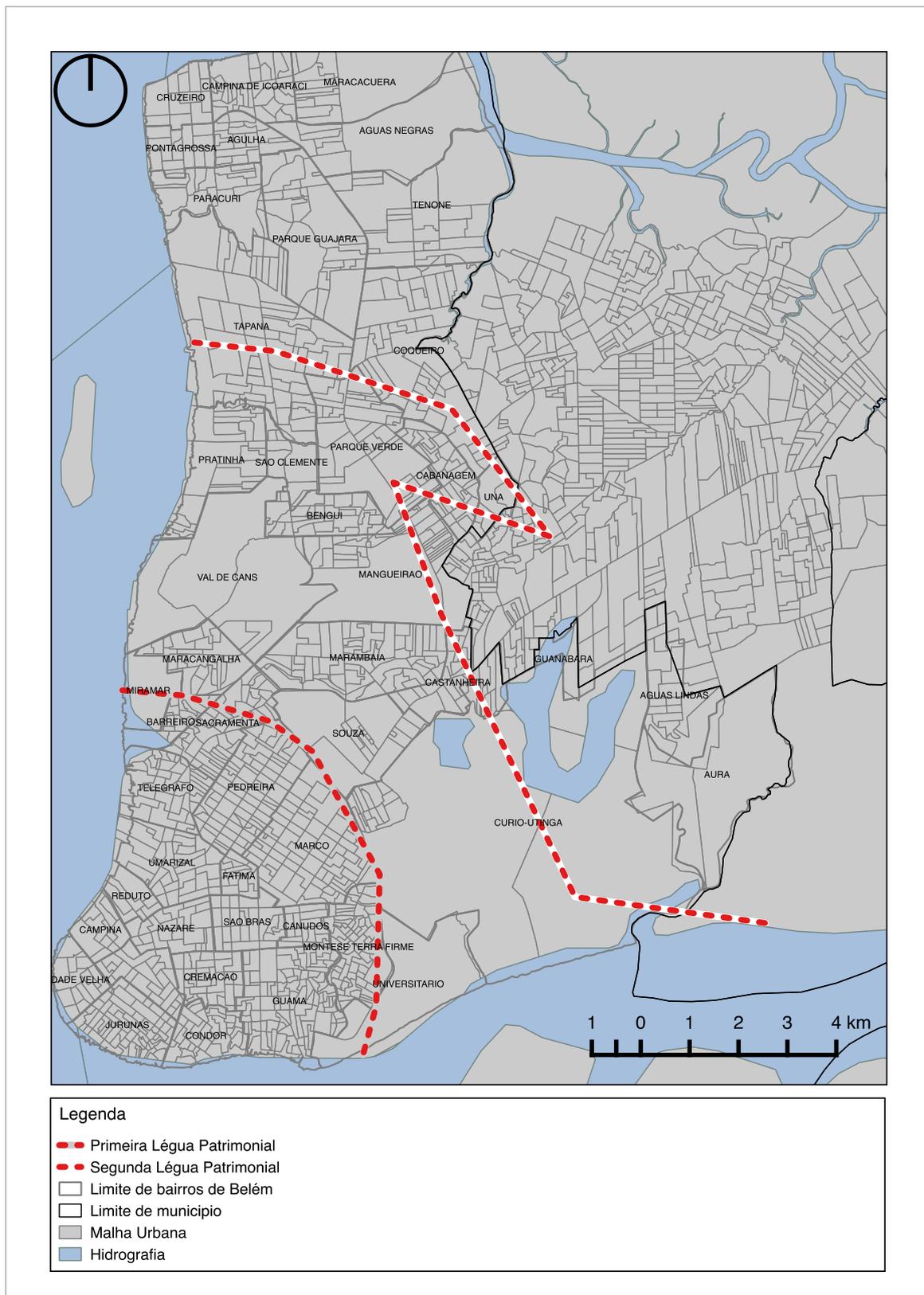
² As chamadas *baixadas* constituem-se de regiões da cidade inseridas abaixo da cota altimétrica quatro metros, que, devido à sua proximidade a cursos d'água, tendem a alagar-se em períodos de maior volume de chuvas ou mesmo em virtude do regime de cheias de um rio próximo (ARAÚJO et al 2012). É importante ressaltar que a cota altimétrica de quatro metros se aplica como critério factível de alagamento apenas para a área que compreende a Primeira Légua Patrimonial.

³ Território do município de Belém foi formado inicialmente através da destinação de terras pela Coroa Portuguesa em 1627, por meio da doação de uma légua de terra (cerca de 6.600m) através de uma Carta de Doação e Sesmarias em favor do antigo conselho da Câmara. A chamada "Primeira Légua Patrimonial" de Belém corresponde atualmente à porção mais central e de ocupação mais antiga do município, onde anteriormente vigia o regime enfiteutico de gestão de tal patrimônio (PMB, 2000). A área de expansão, denominada Segunda Légua Patrimonial, originalmente rural, era formada por quatro grandes fazendas, sob denominação de: Fazenda Val-de-Cans, Fazenda Tapanã, Fazenda Coqueiro Maior e parte da Fazenda Pinheiro.

⁴ Cabe ressaltar que o BNH previa o atendimento diferenciado por três faixas de rendimento: popular, econômico e médio, com agentes específicos para cada uma delas. O mercado popular era atendido pelas Companhias de Habitação (COHAB) e seu foco eram famílias de até 3 salários mínimos (VENTURA NETO, 2012).

(VENTURA NETO, 2012), anteriormente distante e de difícil acesso, próximo a Avenida Augusto Montenegro, hoje, um dos principais eixos de expansão da cidade (Ver imagem 1).

Imagem 1: Limites da Primeira e da Segunda Légua Patrimonial de Belém - PA.



Fonte: IDESP (2009). Alterado pela autora (2017).

Segundo Lima (2002), a primeira iniciativa de construção de conjunto habitacional em 1968, citado anteriormente, teve como objetivo a ocupação da periferia como forma de valorizar os bairros centrais, este fato combinado as condições de crédito proporcionadas pelo SFH e os recursos transferidos pelo BNH, contribuíram para a instalação de parte da infraestrutura necessária à penetração da área de acesso a periferia permitindo com que esta se convertesse em um novo vetor de expansão, alterando a estrutura da malha urbana e acentuando o processo de segregação espacial através da valorização dos bairros centrais. Essa condição caracteriza a ocupação dos dois eixos de expansão urbana de Belém, a BR-316 e a Avenida Augusto Montenegro, nossa área de estudo, onde paralelamente, surgiram ocupações espontâneas e irregulares.

Desta forma, a Avenida Augusto Montenegro passa a guiar a ocupação da área de expansão, impulsionando-a. Lima (2002) esclarece:

[...] A periferia da cidade vernácula da Primeira Léguas Patrimonial passa por uma transformação radical. A transição de um passado rural para um presente urbano é feita de forma dissociada da identidade do passado do lugar. A situação fundiária antecedente é o elemento mais ativo nessa transformação. A divisão de propriedades é responsável inclusive pela continuidade das formas de ocupação de glebas anteriormente rurais. As grandes propriedades haviam cunhado glebas que se mantinham devido à impossibilidade de ter um valor de troca aceitável para as iniciativas de ocupação. A política habitacional que se inicia, no final dos anos 60, é a força motivadora para essas mudanças. Na periferia, glebas de frentes amplas voltadas para os únicos prolongamentos viários da Primeira Léguas Patrimonial servem de antecedente do desenho da nova cidade além dos limites ocupados (LIMA, 2002).

Deve ser dito que um dos grandes equívocos do BNH extinto em 1986, foi a contradição existente entre o preço das moradias e o poder de compra da população. Apesar das habitações financiadas terem sido destinadas a todas as faixas de renda, a população de baixa renda é responsável apenas por 20% dos financiamentos. A

apropriação do estoque habitacional produzido era feita principalmente pelas camadas médias, a grande maioria da classe trabalhadora não tinha condições de financiar uma habitação. Com isso, a tendência foi a busca por terras mais baratas, distantes dos centros urbanos, com maior precariedade em infraestrutura. Ademais, o investimento nas áreas da economia consideradas estratégicas para o desenvolvimento econômico e o descaso em relação a reprodução da força de trabalho impediu que fosse dada a devida atenção a provisão de habitação para os setores estratégicos socialmente, necessária para a consolidação do desenvolvimento econômico. Bonduki (2008) explica que não houve nenhuma ação para apoiar a produção de moradia ou urbanização de projetos alternativos, seja do ponto de vista técnico, administrativo ou financeiro. Este fato contribuiu para o surgimento de assentamentos informais, segregados das áreas urbanizadas e mal servidos de infraestrutura (Idem, *op.cit.*).

O período Pós-BNH, principalmente na década de 1990, foi caracterizada por uma retração e reconfiguração do setor habitacional no Brasil. Este aspecto não pode ser lido desvinculado do processo de desnacionalização do capital financeiro nacional, de liberalização das transações imobiliárias e da abertura geral da economia brasileira, sem maiores proteções internas, questão desde o breve governo de Fernando Collor de Mello (1990-1992). No período de Fernando Henrique Cardoso (1994-2002) esta característica se consolida e mesmo aprofunda, com o setor habitacional público ocupando uma Secretaria vinculada à Caixa Econômica Federal. Neste período, apesar da entrada de bancos privados no segmento do financiamento habitacional no Brasil de modo mais evidente, verifica-se a concentração da produção habitacional nos estratos de renda média/alta e dentro das corporações profissionais – de certo modo, um retrocesso, aproximando o perfil ao dos anos 1930.

Contudo, os conjuntos habitacionais construídos na Avenida Augusto Montenegro, deram incentivo a outras tipologias de condomínios construídos nas décadas de 1980 e 1990. No final dos anos 1980, a consolidação dos conjuntos e a implementação de infraestrutura para sua manutenção, passou a ser motivadora para o

surgimento de condomínios de luxo como alternativa a ocupação de edifícios no interior da Primeira Léguas Patrimonial (LIMA, 2002). O que foi impulsionado por surtos de violência urbana ocorridos nesse período em Belém. O condomínio fechado passa a ser ofertado pelo incorporador como um novo conceito de moradia, um lugar seguro. Assim, as incorporadoras passam a investir cada vez mais em inovações na área condominial, criando inúmeras opções de lazer.

As modificações no padrão de uso do solo ocorridas na área de expansão de Belém tem aprofundado as condições de fragmentação do tecido urbano, a partir das diferentes tipologias habitacionais, tais como conjuntos habitacionais, condomínios de luxo e assentamentos precários instaladas na região, oriundos de diferentes momentos da história e motivadas por diferentes iniciativas, caracterizando uma forma heterogênea de traçado urbano. Ao contrário do ocorrido na área central de Belém, o parcelamento do solo nessa região tem sido definido a partir de diferentes assentamentos e empreendimentos de forma isolada, sem que houvesse um plano geral da parcelamento e alinhamento a ser seguido, como ocorrido na área central da cidade⁵. Ou seja, aos moldes do mercado imobiliário e com pouca regulação estatal, mas também precário em infraestrutura e equipamentos públicos.

Na imagem 1, são notórias as diferenças presentes na malha referente a Primeira Léguas Patrimonial, área central da cidade, desenvolvida no fim do século XIX pelo engenheiro Nina Ribeiro com um traçado ortogonal, vias perpendiculares, quadras regulares e um desenho viário racionalizado (RODRIGUES et al, 2013) e a malha referente a Segunda Léguas Patrimonial, área de expansão, orgânica com quadras que não seguem um padrão geométrico. Para além do controle contábil e demográfico que a malha reticulada geométrica permite, a questão que se coloca, neste ponto, é a da

⁵Desenvolvido pelo engenheiro Nina Ribeiro, projetou-se vias perpendiculares e quadras regulares para a ocupação do território dentro dos limites da Primeira Léguas Patrimonial que consistia em um desenho viário-racionalizado com traçado desvinculado do relevo, sem distinguir as cotas de terrenos secos ou alagáveis (RODRIGUES et al, 2013).

precariedade associada à segregação na formação das áreas de expansão de Belém.

2.2 | A Valorização da Periferia

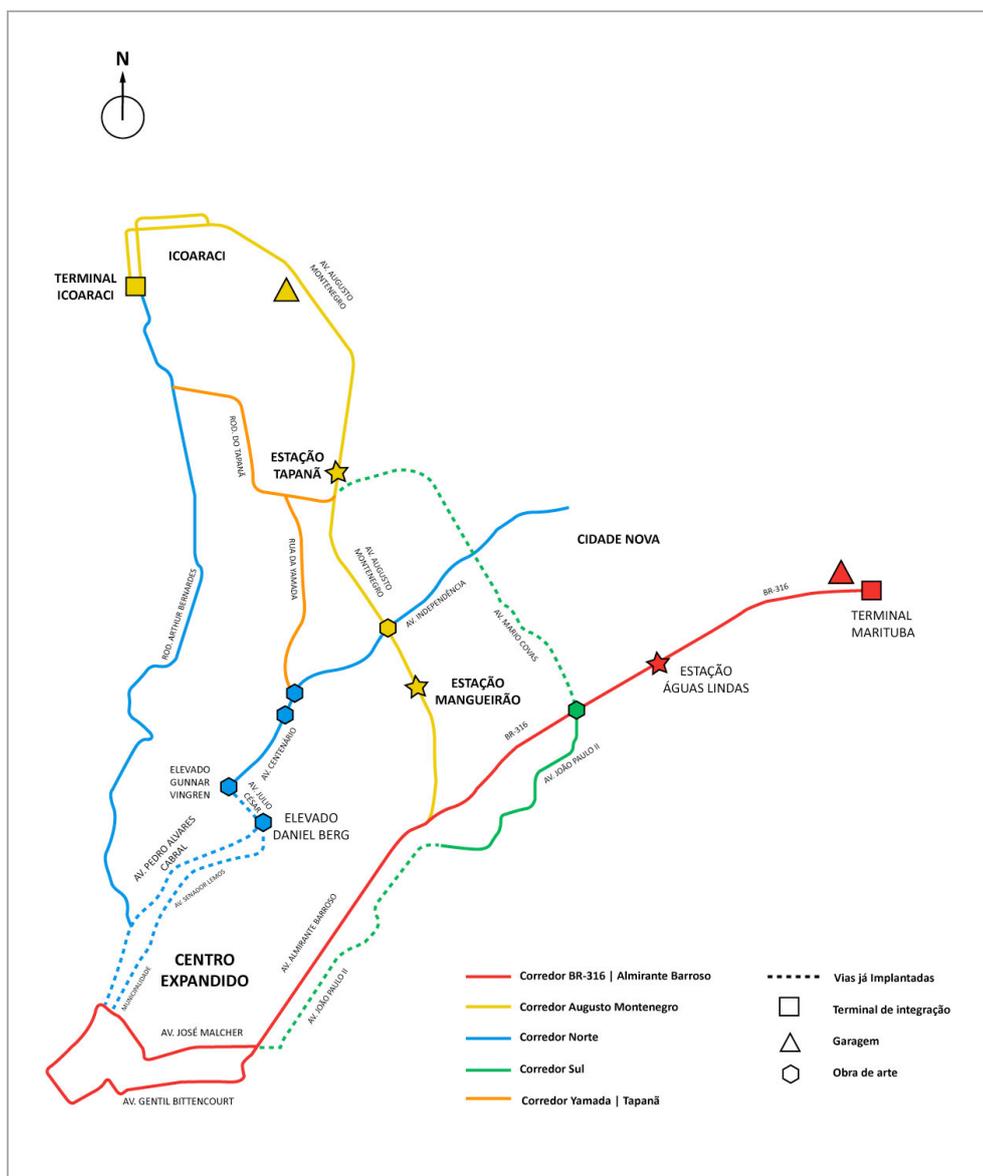
Em 2008 a economia mundial mergulhou em uma profunda crise econômica iniciada nos Estados Unidos: As financeiras americanas passaram a aprovar o financiamento de alto risco para clientes que não tinham um histórico confiável de pagamento de dívida nos últimos anos, oferecendo como garantia suas casas, o chamado *subprimes*⁶. Tal fato provocou uma grande crise no mercado imobiliário. Como medida de precaução, os bancos passaram a dificultar novos empréstimos, o que reduziu significativamente o número de compradores de imóveis, agravando ainda mais a crise. A crise do *subprime* contaminou todo o mercado financeiro globalizado e também, por decorrência, toda a economia capitalista dependente das finanças globais (LIMA et al, 2013.p.35). A resposta do governo à crise internacional foi a adoção de medidas de expansão de créditos pelos bancos públicos (Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES, Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal) como forma de compensar o recuo do capital privado (LIMA et al, 2013), medidas chamadas de anticíclicas por economistas que defendem o intervencionismo estatal. Em 2009, o governo anuncia o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), com o objetivo de criar demanda solvável para o mercado habitacional, atendendo a famílias com renda até 10 salários mínimos (*idem*, op.cit).

⁶ O processo de securitização das hipotecas passou pela criação de novos instrumentos financeiros, que permitiam agregar conjuntos de hipotecas de diferentes naturezas e com diferentes graus de risco. Os *subprimes* eram créditos de alto risco que, em um ambiente financeiro desregulado, eram vendidos como papéis seguros e que permitiam taxas elevadas de rentabilidade. A crise imobiliária, ao fazer cair abruptamente os preços e reduzir a liquidez dos imóveis, deflagrou uma crise financeira cujo cerne, na verdade, era a desregulação das finanças globais (LEAL, 1999 apud CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, 2013. p. 35).

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), lançado em 2009, foi identificado pelo próprio governo desde seu lançamento como um programa anti-crise, elaborado como importante estratégia de dinamização da economia nacional em meio à crise econômica de 2008. A estratégia era garantir níveis altos da produção imobiliária em todo o país, com um pacote de medidas através do qual o equilíbrio fiscal fosse alcançado por meio da injeção de recursos públicos no segmento da construção civil, dinamizando a economia e ampliando o emprego formal em toda a cadeia produtiva envolvida (LIMA et al, 2013.p.161).

Este novo padrão de uso do solo, incentivado pelo capital imobiliário vem promovendo a valorização do solo na área de expansão da cidade, se tornando alvo de investimentos em serviços urbanos. A partir de 2009, a Avenida Augusto Montenegro recebeu investimentos em infraestrutura de transporte, tais como as Avenidas Independência e Centenário, interligando a região ao centro da cidade e o projeto Bus Rapid Transit (BRT), que será responsável por criar uma única faixa para acesso destes ao longo da rodovia Augusto Montenegro, Almirante Barroso e Br-316, o que proporcionará a mobilidade urbana rápida, por meio da infraestrutura segregada com prioridade de ultrapassagem, além de terminais de integração e reestruturação das vias de ônibus. Estes investimentos objetivam a redução do tempo de deslocamento ao centro da cidade, possibilitando um acesso mais rápido a emprego, educação e lazer, geralmente localizado em áreas centrais. Deste modo, proporcionará uma maior acessibilidade, o que garantirá uma nova gama de possibilidades de integração com o restante da cidade, aos espaços de consumo e aos bens de consumo coletivos, conseqüentemente, valorizando os terrenos da região (ver imagem 2). Deve ser notado a estratégia de marketing associada ao BRT e a toda a ocupação da região urbana da Augusto Montenegro que também colaboraram para valorizar a parcela urbana, em termos fundiários.

Imagem 2: Projeto do Sistema do Transporte Público Metropolitano - BRT. Belém - PA.



Fonte: www.diarionline.com.br. Alterado pela autora, 2016.⁷

O projeto de um sistema de transporte público metropolitano, baseado na estruturação de corredores exclusivos de ônibus, terminais de integração e tarifa integrada em Belém é a proposta que se iniciou com a parceria do governo do estado do Pará com o governo do Japão através da Japan International Cooperation Agency – JICA na década de 1990, sem que a proposta tenha sido ainda totalmente efetivada. Na

⁷ <http://www.diarionline.com.br/noticias/para/noticia-359102-.html> Acessado em 28 de junho de 2016 às 21:36.

prática, a proposta vem sendo atualizada e revisada desde o primeiro Plano Diretor De Transportes Urbanos da Região Metropolitana de Belém (PDTU), de 1991. Atualmente a proposta do sistema abrange os municípios de Belém, Ananindeua e Marituba, integrados principalmente pelo eixo da Rod. BR-316 a Leste e até o distrito belenense de Icoarací no sentido Norte. Atualmente, as obras continuam em andamento, tendo o trecho da Avenida Almirante Barroso já concluído (ver imagem 3a) e o terminal de integração Mangueirão em construção (ver imagem 3b). Concluindo esse primeiro trecho que vai do entroncamento até o Mangueirão, já poderá ser operado o conceito BRT, com bilhetagem, sistema de integração, linhas alimentadoras e linhas troncais. O Sistema funcionará de São Brás até o terminal do Mangueirão.

27 linhas de seis empresas que fazem viagens interestaduais passarão a utilizar a pista expressa do BRT para entrada e saída de Belém, a partir do Entroncamento até o Terminal Rodoviário de Belém. A medida, além de dar mais conforto ao viajantes, também irá desafogar vias paralelas à Almirante Barroso, como João Paulo II e Pedro Álvares Cabral, utilizadas como vias de tráfego desse tipo de transporte. Disponível em: www.belem.pa.gov.br. Acessado em 15 de fevereiro de 2016 às 12:41.

Imagem 3a: Pistas expressas instaladas na Avenida Almirante Barroso - Belém - PA.



Fonte: www.belem.pa.gov.br. Acessado em 15 de fevereiro de 2016 às 12:41.

P

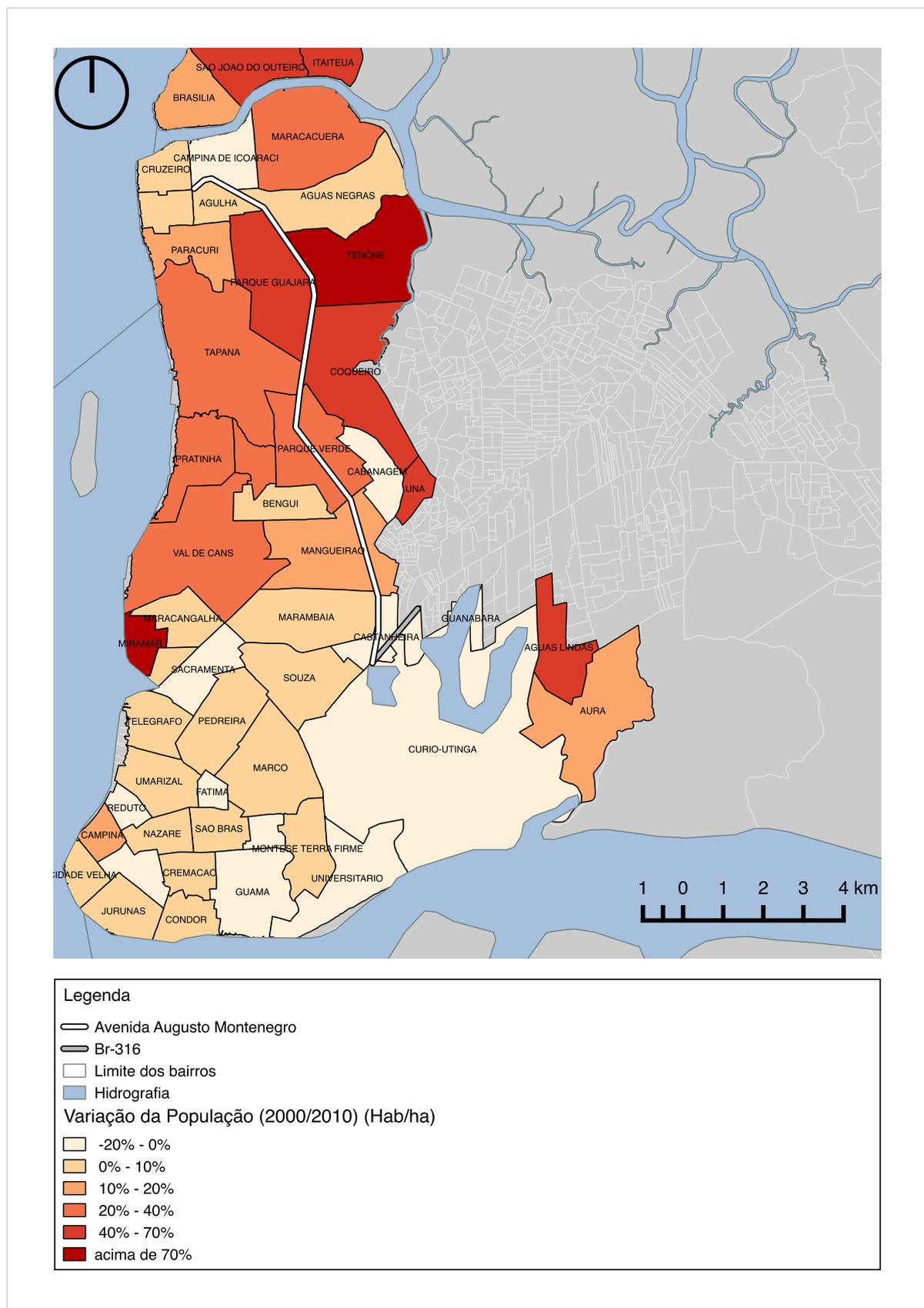
Imagem 3b: Construção de pistas expressas do BRT no entroncamento - Belém - PA.



Fonte: www.belem.pa.gov.br. Acessado em 15 de fevereiro de 2016 às 12:45

Para Lima (2002), a identificação da acessibilidade é crucial para o entendimento do grau de segregação sócio espacial, possibilitando ao indivíduo o acesso a diferentes partes da cidade. A segregação sócio espacial é vista em termos de vantagens e desvantagens locacionais que estão associadas a distribuição dos grupos sociais (*idem. op.cit.*). As melhorias viárias no eixo da Avenida Augusto Montenegro surgiram após a área ter despertado o interesse da população de alta renda, atraídos pelos condomínios de luxo instalados na região. Esta área tem passado por alterações sucessivas que tem sido articuladas com a concentração desses novos habitantes, melhorando as condições de acesso a facilidades. Com isso, tem sido observado entre os anos de 2000 e 2010 o aumento do crescimento populacional ao longo da Avenida Augusto Montenegro, e a estabilização ou redução da população residente nas áreas centrais. Tal fato é justificado pelo adensamento e consolidação do centro (o que limita sua expansão) e o possível deslocamento da população moradora da primeira légua patrimonial para a segunda légua patrimonial, ao longo do eixo da Avenida Augusto Montenegro, numa alternativa aos altos preços dos aluguéis do centro (Ver Imagem 4).

Imagem 4: Variação Populacional por bairro, Belém – PA (2000/2010)

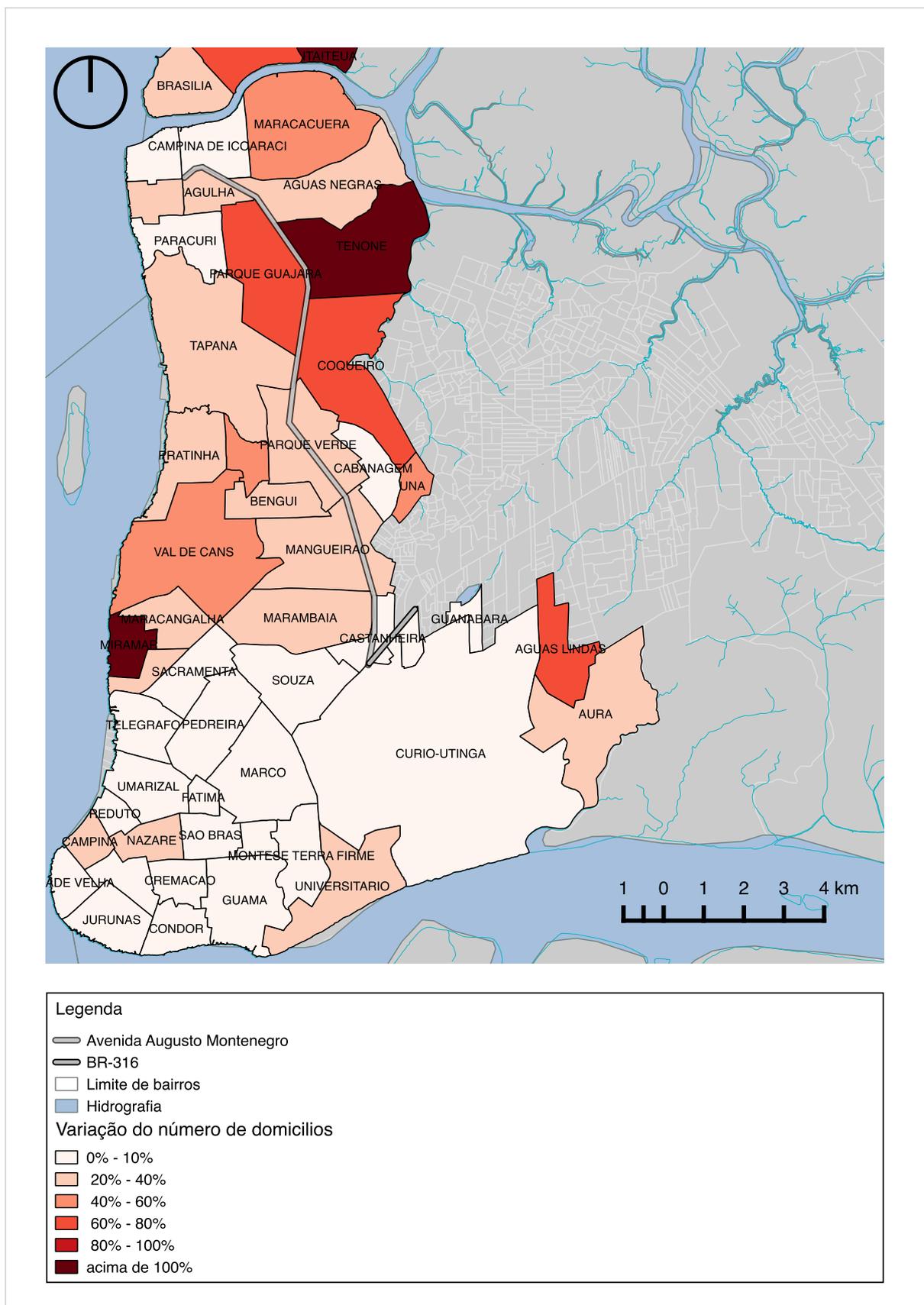


Fonte: IBGE (2000/2010).

Dentre os bairros localizados na área de expansão de Belém, observamos que tanto o Parque Guajará quanto o Tenoné apresentaram um crescimento populacional intenso em relação aos demais bairros, tal fato se deve ao adensamento das favelas localizadas no bairro Parque Guajará e a presença de terras disponíveis no bairro Tenoné, tornando-o alvo do mercado imobiliário que visam a construção de novos empreendimentos imobiliários. Em contrapartida, observamos que o bairro da Cabanagem apresentou a redução da população, possivelmente pela migração para outros bairros em desenvolvimento da região e que o bairro do Benguí, já consolidado, apresentou uma variação muito baixa.

A imagem 5, apresentam os dados do Censo 2000 e 2010 referente a variação do número de domicílios na cidade de Belém, entre os anos 2000 e 2010.

Imagem 5: Variação do número de domicílios Belém – PA (2000/2010).



Fonte: IDESP, 2009.

Com base nos dados apresentados, pode-se afirmar que houve um crescimento significativo do número de domicílios na área de expansão da cidade de Belém. Tal fato se deve aos investimentos ocorridos na região pelo capital privado e as facilidades de financiamentos para a aquisição de novos imóveis entre 2003 e 2008. Além disso, havia se estabelecido um arcabouço institucional, financeiro e jurídico que estimulou a abertura de linhas de crédito imobiliário pelas principais instituições bancárias do país, especialmente para as empresas (VENTURA NETO, 2012). O impacto desse novo cenário aparece no ano de 2005 quando se verifica um aumento no número de contratações no âmbito do SFH que apresenta um expressivo crescimento se comparado aos anos anteriores, em uma escala que não era vista desde o BNH (ROYER, 2009 apud VENTURA NETO, 2012). O período compreendido entre 2009 e 2011 é marcado pelo programa Minha Casa Minha Vida, citado anteriormente, que criou condições para a consolidação da homogeneização do território para a valorização do capital financeiro imobiliário de Belém, através da entrada de grandes incorporadoras na cidade.

Ademais, o crescimento do número de domicílios não se limitou ao mercado formal. Como ocorrido anteriormente com o BNH e atualmente com o MCMV, os programas governamentais de habitação tem sido voltados para atender a classe média/alta, não havendo nenhuma ação voltada para a população de baixa renda. Como consequência disso, observamos cada vez mais o aumento do número de assentamentos precários na área de expansão.

2.3 | O Crescimento da Cidade Informal

A significativa concentração de pobreza nas metrópoles brasileiras é identificada nos processos sócio-espaciais da construção da metrópole contemporânea como uma dualidade entre a cidade “formal” e a cidade “informal”, onde a cidade “formal”, reconhecida pelo poder público, recebe investimentos urbanos, enquanto, a cidade “informal” é excluída dos benefícios equivalentes e que cresce substancialmente na

ilegalidade urbana e na segregação sócio-espacial (GROSTEIN, 2001). A reprodução e permanência desse padrão de urbanização apontam a tolerância e muitas vezes a incapacidade por parte do Estado em controlar e fiscalizar o uso e a ocupação do solo. O que em certas circunstâncias beneficia ao empresariado, uma vez que a falta de fiscalização, controle e regulação do Estado mantém a propriedade privada mais valorizada e os lucros mais altos.

A tolerância por parte do Estado da ocupação ilegal, pobre e predatória de áreas de proteção ambiental ou de outras áreas públicas por setores das camadas populares está longe de significar uma política de respeito aos carentes de moradia ou aos direitos humanos, como poderia ser argumentado. A população que ali se instala não compromete apenas recursos fundamentais a todos os moradores da cidade, caso dos mananciais de água, mas se instala sem contar com qualquer serviço público ou obras de infraestrutura urbana; em muitos casos os problemas de drenagem, risco de vida por desmoronamento e os obstáculos à instalação de rede de água e esgoto tornam-se inviáveis ou extremamente cara a urbanização futura. (VIANA; SILVA E DINIZ, 2001, p.224 apud PIOLI; ROSIN, 2005)

No caso da cidade de Belém, a valorização e o intenso processo de ocupação recente na Avenida Augusto Montenegro vem provocando grandes conflitos entre o ambiente natural e o desenvolvimento urbanístico, uma vez que a inexistência de políticas urbano-ambientais tem resultado em graves consequências para a área de expansão. Tal fato se deve as incansáveis ações do mercado para atender a demanda solvável, eximindo-se de qualquer estudo que preveja uma possível restrição ambiental. Ademais, após o processo de valorização dos terrenos ao longo da avenida, passou a haver uma certa dificuldade por parte das classes mais pobres em conseguir moradias de qualidade a um preço acessível, que sem outra alternativa, passaram a instalar-se em áreas informais e precárias. Grostein (2001) alerta que a ausência de uma política urbano-ambiental gera distúrbio no crescimento urbano, consentindo expansões desnecessárias da malha urbana guiada pelo interesse dos diferentes mercados imobiliários (formal ou informal); dissocia a expansão urbana da oferta de transporte público e torna possível a construção aleatória e por vezes inadequada do sistema

viário, ocupando fundos de vale e impermeabilizando áreas de várzea. Grostein (2001) ainda acrescenta:

Os problemas ambientais urbanos dizem respeito também aos processos de construção da cidade e, portanto, às diferentes opções políticas e econômicas que influenciam as configurações do espaço, quanto às condições de vida urbana e aos aspectos culturais que informam os modos de vida e as relações inter-classes, [...] a combinação dos processos de construção do espaço com as condições precárias de vida urbana gera problemas socioambientais e situações de risco, que afetam tanto o espaço físico quanto a saúde pública: desastres provocados por erosão, enchentes, deslizamentos; destruição indiscriminada de florestas e áreas protegidas; contaminação do lençol freático ou das represas de abastecimento de água; epidemias e doenças provocadas por umidade e falta de ventilação nas moradias improvisadas, ou por esgoto e águas servidas que correm a céu aberto, entre outros. A escala e a frequência com que estes fenômenos se multiplicam nas cidades revelam a relação estrutural entre os processos e padrões de expansão urbana da cidade informal e o agravamento dos problemas socioambientais. (GROSTEIN 2001, p.15)

A estrutura social-econômica da sociedade belenense tem definido os mecanismos de produção e apropriação do espaço, resultando em diferentes formas de acesso à cidade. O capital imobiliário transforma o solo em um produto, beneficiando através de áreas bem localizadas e dotadas de melhor infraestrutura as classes privilegiadas. Desta forma, restam para a população de baixo poder aquisitivo áreas com condições geográficas menos vantajosas ou com restrições ambientais, sem infraestrutura ou equipamentos urbanos, áreas destinadas à proteção ambiental, resultando em um modelo irracional de uso e ocupação do solo, agravando ainda mais os problemas ambientais na cidade.

As áreas ambientalmente frágeis – beira de córregos, rios e reservatórios, encostas íngremes, mangues, áreas alagáveis, fundos de vale – que, por essa condição, merecem legislação específica e não interessam ao mercado legal, são as que sobram para a moradia de grande parte da população. As consequências são muitas: poluição dos recursos hídricos e dos mananciais, banalização de mortes por desmoronamentos, enchentes, epidemias etc. (MARICATO, 2000. p.163).

Na medida em que as cidades crescem, é inevitável a modificação do meio natural, todavia, com a urbanização desenfreada, a ocupação de áreas de risco tem afetado bens naturais e de difícil mensuração. É o caso dos recursos hídricos. Os corpos d'águas urbanos têm sido negligenciados para a produção da cidade capitalista. A ausência de um controle de uso e ocupação do solo, além do lançamento indiscriminado de esgoto nos afluentes urbanos tem causando a contaminação do sistema hídrico, o que contribui para o agravamento de diversos problemas. Além disso, como mencionado anteriormente, os processos de deterioração socioambiental ocasionados por rotinas públicas e privadas permitem a ocupação de áreas tradicionais de risco⁸ como também permitem a reprodução de risco além dos lugares pré-avaliados. A inserção ou a permanência da população em determinado lugar, isenta de riscos, pode vir a se tornar uma área de risco devido às transformações ocorridas na bacia hidrográfica⁹, portanto, se faz importante o estudo e a análise das bacias hidrográficas para definição de parâmetros para o planejamento urbano.

Cunha e Guerra (2003, p. 352 apud DIBIESO; LEAL, 2013) afirmam que os desequilíbrios ambientais originam-se, muitas vezes, da visão setorializada dentro de um conjunto de elementos que compõe a paisagem. Para os autores, a bacia hidrográfica deve ser analisada como uma unidade integradora desses setores, tanto naturais quanto sociais e deve ser administrada com essa função, a fim de que os impactos ambientais sejam minimizados.

⁸ Áreas de risco para a ocupação humana não são dadas apenas por circunstâncias naturais prévias – como susceptibilidades geomorfológicas de terrenos com acentuada acividade, ou fundos de vale – que encontram fenômenos naturais sazonais – as chuvas. Também são construídas pela ação social (como através da impermeabilização dos terrenos); pela decisão econômica (como pela formação de loteamentos clandestinos ou irregulares); e pelo lastro político (como forma de enquadrar as praticas individuais e/ou coletivas, o que ocorre seja através incentivo, do endosso, ou da omissão do poder político) (VALENCIO, et al, 2003 p.85).

⁹ As bacias hidrográficas se caracterizam por serem constituídas por um rio principal e seus afluentes, que transportam água e sedimentos, ao longo dos seus canais. Elas são delimitadas pelos divisores de águas, que separam uma bacia da outra e, internamente, existem elevações que são denominadas de interflúvios, que dividem sub-bacias (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2014).

3 | ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS LOCALIZADAS NA ÁREA DE ESTUDO

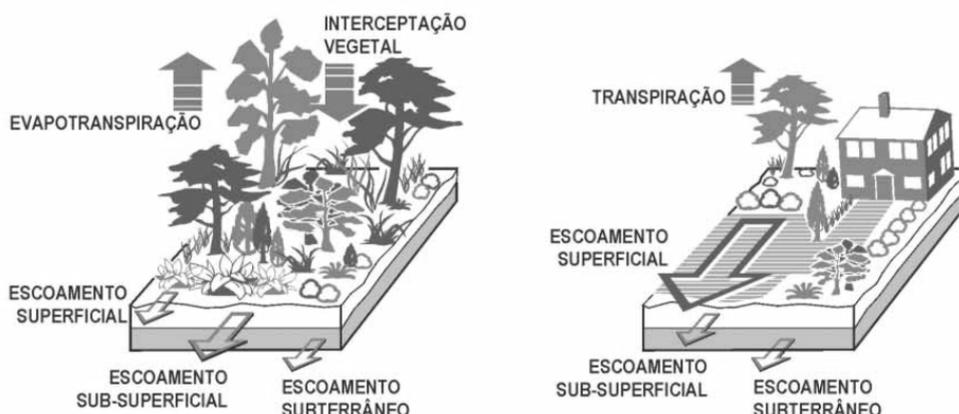
3.1 | A Dinâmica dos Recursos Hídricos

Sendo a urbanização uma das ações do homem que mais geram impactos ambientais, a expansão urbana de Belém para a Avenida Augusto Montenegro não poderia ser diferente. Tal fato, provocou deterioração sobre os recursos hídricos e os aspectos naturais da região na medida em que promoveu o aumento da densidade demográfica, e conseqüente remoção da cobertura vegetal original, além do aumento da impermeabilização através de novas construções que passaram a ocupar o solo da avenida. Tucci (1999) explica que durante o processo de urbanização, a cobertura vegetal da bacia hidrográfica é alterada, o que interfere na evapotranspiração (uma vez que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal) e na sua capacidade de infiltração. Isto resulta no aumento do escoamento superficial e na diminuição do nível do lençol freático por falta de alimentação do aquífero, reduzindo desta forma o escoamento subterrâneo.

Além disso, com o desenvolvimento da região, canais de drenagem são instalados para facilitar a drenagem urbana, provocando o escoamento pluvial, estes provocam o aumento da velocidade das águas e a redução do tempo de escoamento, resultando em vazões finais ainda maiores, antecipando seus picos (*idem*, op.cit.). Dentre as conseqüências dessas ações, destacam-se o aumento da temperatura, fruto da substituição de vegetação natural por superfícies impermeáveis, estas absorvem parte da energia solar, aumentando a temperatura ambiente; o aumento da absorção da radiação solar por parte da superfície; a contaminação de aquíferos devido a existência de aterros sanitários que contaminam as águas subterrâneas pelo processo natural de precipitação e infiltração e a contaminação da parte superior dos aquíferos podendo comprometer o abastecimento de água urbana, devido a utilização de fossas sépticas como destino final de esgoto (TUCCI, 1999).

De uma maneira geral, o processo de urbanização atinge diretamente os processos hídricos naturais, tendo como seqüela o desequilíbrio¹⁰ do balanço hídrico¹¹ das bacias hidrográficas (ver imagem 6), além de alterar suas características físicas, químicas e biológicas¹². À esquerda, tem-se a superfície coberta pela vegetação original. Neste caso, a interceptação vegetal ameniza os impactos da água da chuva na superfície, impedindo a compactação do solo, além de permitir a absorção de água pelo solo, resultando no processo de evapotranspiração. À esquerda, tem-se a superfície já impermeabilizada. Neste caso, a água da chuva sofre o processo de escoamento superficial, o que reduz a quantidade de água infiltrada pelo solo.

Imagem 6: Balanço Hídrico.



Fonte: SCHUELER, 1987.

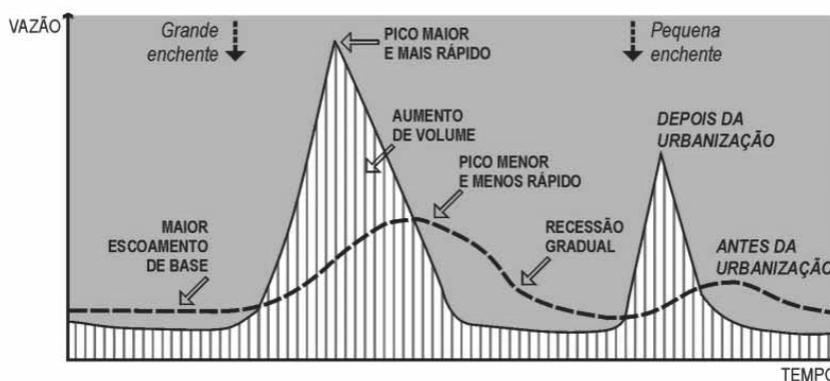
¹⁰ A concepção do equilíbrio do balanço hídrico é discutível. Segundo alguns autores, esse desequilíbrio de escoamento final não é um problema, uma vez que é possível para o planejamento ambiental deslocar esse fluxo para a bacia seguinte, mais a jusante.

¹¹ Resultado da quantidade de água que entra e sai de certa porção do solo em um determinado intervalo de tempo.

¹² Os poluentes tóxicos despejados por descargas industriais, atingem os cursos d'água durante o escoamento de águas pluviais. Com a existência de aterros sanitários, estes poluentes tóxicos se infiltram nos lençóis freáticos. Spin (1987) afirma que quando grandes quantidades de nutrientes como fósforo e nitrogênio atingem os corpos d'água, provocam a proliferação de algas, que entopem cursos d'água com plantas vivas e em putrefação. Durante a putrefação, as algas consomem oxigênio da água, causando a morte de peixes e plantas, e exalam um odor desagradável.

A capacidade do solo, da vegetação e dos microrganismos em absorver água previne enchentes, assegura a qualidade da água e recupera os mananciais. Desde modo, o balanço hídrico é um processo inerente ao meio em que vivemos, portanto, no ambiente urbano também se faz presente. As alterações das características naturais do solo, causadas pela ocupação humana exercidas pelo homem afetam sua forma de ocorrência (BARROS, 2014). Tucci (1999) alerta para o planejamento urbano no Brasil, através do Plano Diretor Urbano que não tem considerado aspectos de drenagem urbana e qualidade da água, trazendo com isso, grandes transtornos e custos para a sociedade e para o meio ambiente. Na imagem 7, observa-se um hidrograma padrão de uma bacia hidrográfica urbana (linha cheia), ou seja, de condições naturais alteradas, em contrapartida, é possível identificar (linha tracejada) o hidrograma anterior à urbanização, com picos menores e mais lentos se comparados ao hidrograma da bacia urbanizada. Seguida da imagem 8 que representa a várzea imediata¹³ (à cima) e a várzea expandida¹⁴ (à baixo).

Imagem 7: Efeito da urbanização no hidrograma da bacia.



Fonte: SCHUELER, 1987.

¹³ Região à margem de um curso d'água que fica inundada durante as cheias

¹⁴ É o espaço do vale que é inundável durante as cheias. Uma inundação ocorre quando o nível das águas ultrapassam os limites da várzea imediata.

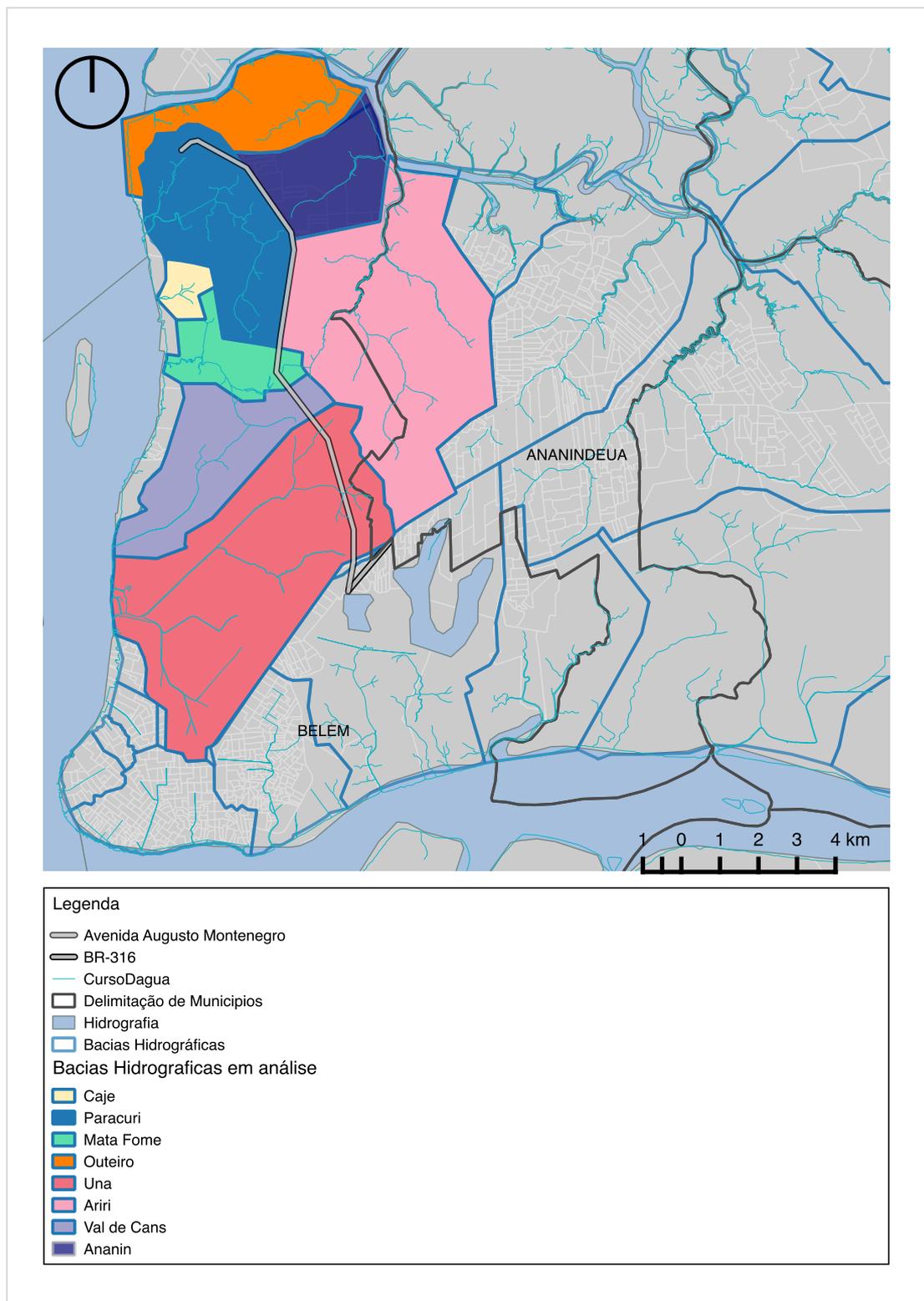
Imagem 8: Resposta da geometria do escoamento.



Fonte: SCHUELER, 1987.

Como pode ser observado, os efeitos da urbanização são agravados pela presença ocupações irregulares em áreas de várzeas e fundos de vale. Essa forma de ocupação é caracterizada pela precariedade das ocupações, pelo sistema viário sem conexões, ausência de serviços básicos, e *deficit* de infraestrutura, resultando em uma forma urbana desordenada que gera graves consequências ao meio-ambiente urbano, como ocorrido no processo de ocupação urbana ao longo da Avenida Augusto Montenegro. Isto posto, a imagem 9, seguida da Tabela 1 identificará o recorte escolhido das oito bacias hidrográficas que compõe a área de expansão de Belém, sendo elas: Una, Val-de-Cans, Ananin, Ariri, Mata-Fome, Paracuri, Outeiro e Cajé.

Imagem 9: Bacias hidrográficas presentes na Avenida Augusto Montenegro. Belém - PA.



Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

TABELA 1: Dados das Bacias Hidrográficas Estudadas.

BACIA	ÁREA (ha)	POPULAÇÃO (Estimada - 2014)	DENSIDADE (hab/ha)
Cajé	223	33,134	148,58
Paracuri	1824	134,763	73,88
Mata-Fome	559,55	35.375	62,11
Outeiro	852,77	36,958	43,37
Una	3607,77	505,447	140,1
Ariri	3727,74	259,255	69,55
Val de Cans	1081,11	74,358	68,78
Ananin	916,15	25,689	28,04

Fonte: IBGE (2010). Elaborada pela Autora, 2017.

Dispondo de parâmetros para as densidades médias por bacia hidrográfica brasileira, considera-se densidade média baixa, até 75 hab/ha; densidade média, entre 76 hab/ha e 150 hab/ha; densidade média-alta, entre 151hab/ha e 240 hab/ha e densidade alta, a partir de 300 hab/ha. No entanto, após a análise da Tabela 1, foi necessário estabelecer parâmetros específicos para as bacias de Belém, portanto, serão consideradas: densidades baixas para as bacias com até 60 hab/ha; densidades médias para as bacias entre 61 hab/ha e 139 hab/ha e densidades altas para bacias que possuírem mais que 140 hab/ha. Estes valores e definições serão utilizados ao longo do presente trabalho.

No processo de produção da cidade, o homem se apropria do espaço natural, transformando e adaptando o meio ambiente as suas necessidades. Os elementos que compõem o espaço urbano têm relação com a densidade populacional, podendo esta condicionar ou ser condicionada pela configuração espacial (BARROS,2014. p.3). As modificações produzidas pela intervenção da população no espaço natural poderão resultar em aspectos agressivos à região habitada, necessitando de ações de planejamento que estabeleçam medidas capazes de promover a utilização correta e sustentável dos recursos naturais existentes no território urbanizado (idem, op.cit).

Deste modo, a densidade não deve ser tomada como um elemento meramente estatístico, é preciso articulá-la a análise do espaço urbano.

Densidade é um dos mais importantes indicadores e parâmetros de desenho urbano a ser utilizado no processo de planejamento e gestão dos assentamentos humanos. Ela representa o número total da população de uma área urbana específica, expressa em habitantes por uma unidade de terra ou solo urbano [...]

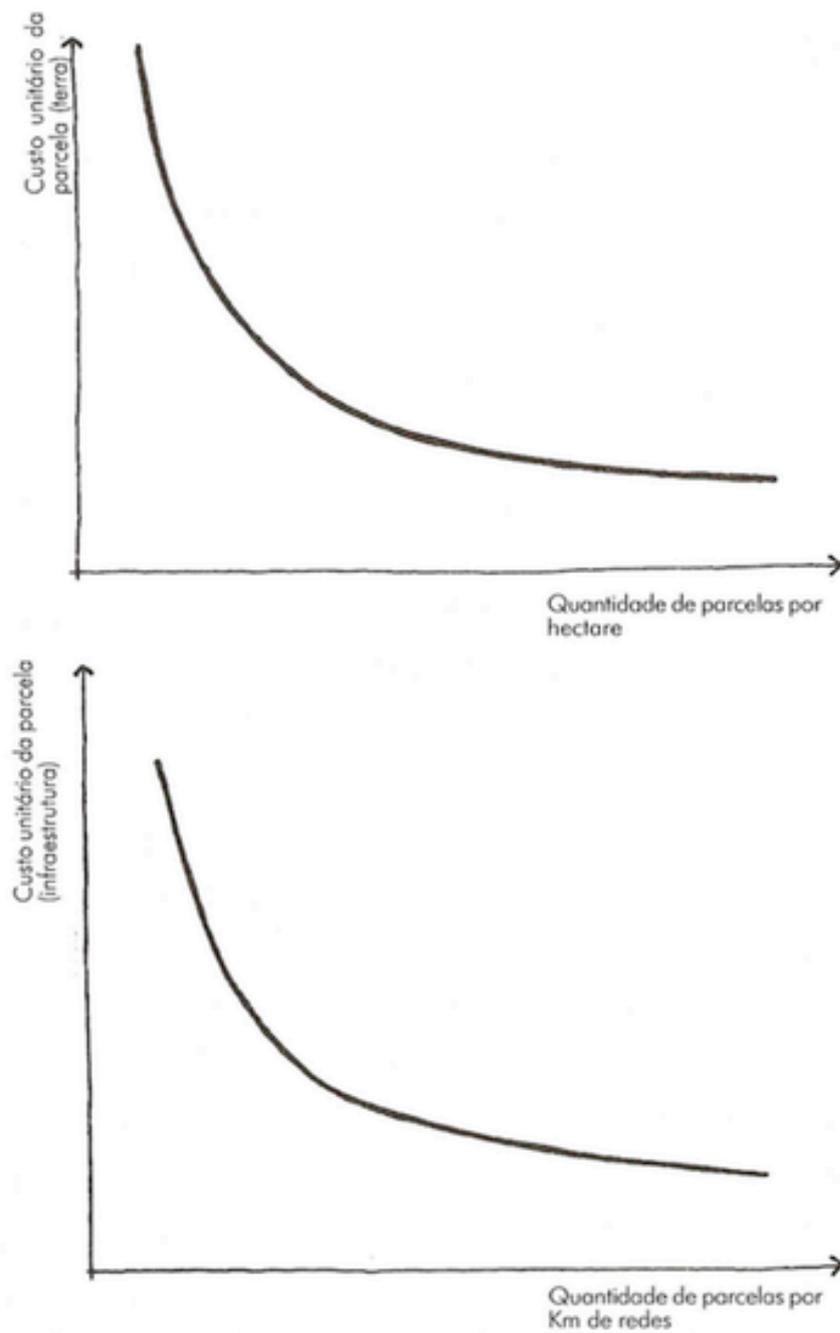
Densidade torna-se um referencial importante para se avaliar tecnicamente e financeiramente a distribuição e consumo de terra urbana, infraestrutura e serviços públicos em uma área residencial. Em princípio, especialistas em habitação têm assumido que, quanto maior a densidade, melhor será a utilização e maximização da infraestrutura e solo urbano (ACYOLY; DAVIDSON, 1998. p16).

A suposição de que altas densidades garantem a maximização dos investimentos públicos deve ser avaliada, pois assentamentos humanos de alta densidade podem sobrecarregar e mesmo causar saturação das redes de infraestrutura e serviços urbanos, colocando uma maior pressão de demanda sobre o solo urbano, terrenos e espaço habitacional, o que produzirá um ambiente superpopuloso e inadequado ao desenvolvimento humano (ACYOLY; DAVIDSON, 1998). Ademais, a densidade também influencia nos custos do parcelamento do solo e infraestrutura urbana. Mascaró (2003) explica que a maioria dos loteadores privados tenta minimizar a área da parcela de forma a maximizar a quantidade de parcelas e, aparentemente, maximizar o rendimento econômico do parcelamento. No entanto, o custo do loteamento não decorre apenas da área da terra a ser loteada, este custo surge do somatório do preço da terra acrescido aos gastos com infraestrutura. Dependendo do caso, um dos termos pode assumir uma expressão maior que o outro, fazendo com que o mais importante seja a maximização da quantidade de parcelas ou a minimização da infraestrutura necessária (idem, op.cit)

Como poderá ser observado na Imagem 10, o primeiro gráfico indica que quanto maior o custo unitário da parcela (terra), menor será o custo da terra, seguindo uma hipérbole. O segundo gráfico indica que na medida que aumenta a quantidade de

parcelas por km de rede, o custo para a implantação da infraestrutura diminui, seguindo uma curva hiperbólica.

Imagem 10: Condições de Otimização de Custos dos Loteamentos.



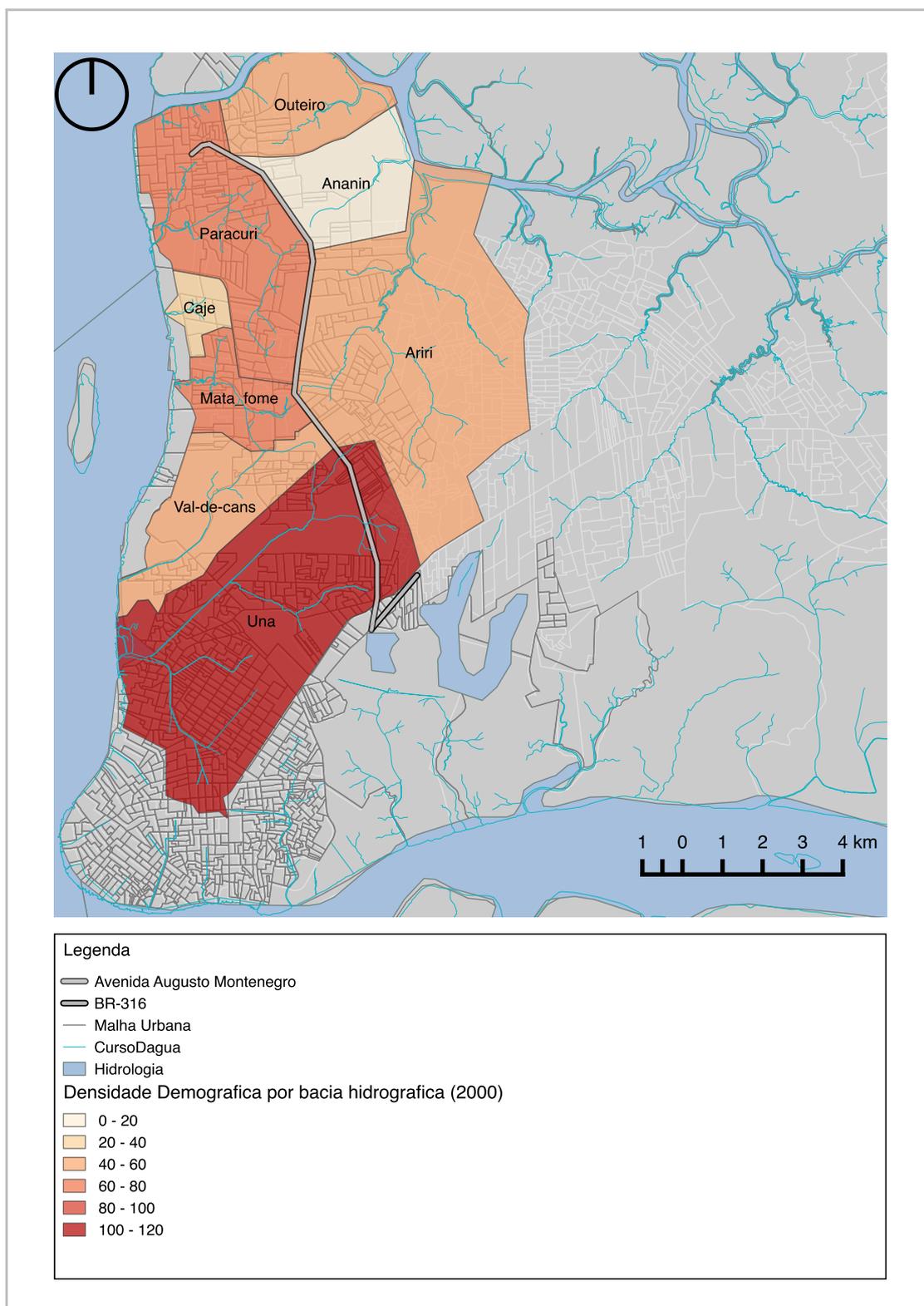
Fonte: Mascaró, 2003.

3.2 | Formas e Transformações

As relações sociais que ocorrem nas cidades dependem da qualidade de seus espaços, sendo um importante objeto de estudo para a compreensão de como os processos sociais e a forma espacial, estão interligados (CRUZ, 2013). Por não ter havido um plano de alinhamento e expansão urbana como ocorrida no centro, a Avenida Augusto Montenegro tornou-se o único acesso ao vetor noroeste da área de expansão da cidade, rumo a Icoaraci, formando um traçado semelhante a uma espinha de peixe, pela falta de alças de articulação lateral. Como descrito anteriormente, as primeiras formas de ocupação que se desenvolveram na região foram conjuntos habitacionais, conectados ao eixo da avenida. Posteriormente, com a intensa atuação do mercado imobiliário, diferentes tipologias passaram a ocupar a região, tais como conjuntos habitacionais, condomínios de luxo, condomínios verticais, favelas, loteamentos regulares e irregulares. Como consequência tem-se a descontinuidade do tecido urbano devido a segregação de algumas tipologias, o que é reforçado pela existência de barreiras físicas, tais como os grandes muros que cercam os grandes condomínios de luxo, por exemplo, que interrompem a continuidade e a falta de fluidez e continuidade da malha urbana, resultando em um espaço fragmentado, desarticulado espacialmente (GUIMARÃES, 2013 apud CRUZ, 2013).

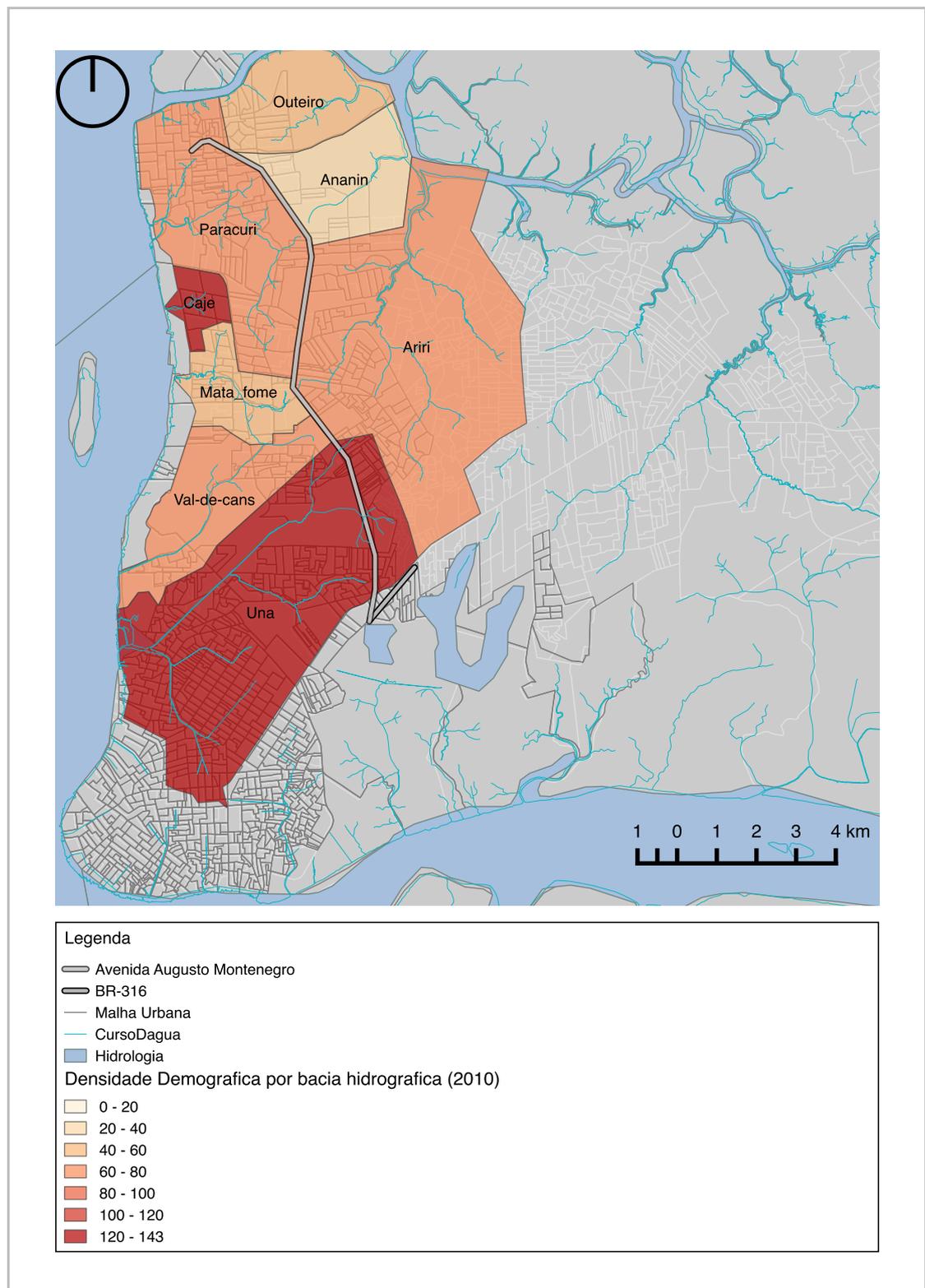
Portanto, as diferentes tipologias encontradas na Avenida Augusto Montenegro têm influenciado as densidades demográficas na área de expansão, bem como refletem deficiências e potenciais do traçado urbano. Nas imagens 11 e 12, seguidas da Tabela 2, poderá ser feita a comparação entre as densidades demográficas encontradas nas bacias Hidrográficas localizadas na Avenida Augusto Montenegro no ano de 2000 e no ano de 2010.

Imagem 11: Densidade Demográfica por Bacia Hidrográfica de Belém - PA (2000).



Fonte: IDESP (2009)/IBAMMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

Imagem 12: Densidade Demográfica de Belém - PA (2010)



Fonte: IDESP (2009)/IBAMMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

TABELA 2: Percentual de Variação – Densidade Demográfica por Bacia.

BACIAS	DENSIDADE 2000 (hab/ha)	DENSIDADE 2010 (hab/ha)	%
Cajé	37	148,58	302
Paracuri	75	73,88	-1
Mata-Fome	62	62,11	0
Outeiro	48	43,37	-10
Una	116	140	21
Ariri	59	69,55	18
Val de Cans	51	68,78	35
Ananin	19	28,4	18

Fonte: Censo 2000 e Censo 2010 (IBGE). Elaborado pela autora.

Observamos que a bacia do Una durante o Censo 2000 já apresentava uma densidade demográfica média (116 hab/ha), se comparada às demais bacias, tal fato se deve a grande parte desta bacia estar inserida em áreas centrais da cidade já consolidadas. O aumento de sua densidade demográfica para 140,1 hab/ha no ano de 2010 se deve a grande quantidade de empreendimentos imobiliários verticais construídos nos últimos dez anos no centro da cidade; Outra bacia que apresentou um crescimento elevado foi a bacia do Cajé, de 37 hab/ha para 148,48 hab/ha, por se tratar de uma bacia muito pequena (223 ha) em uma área extremamente adensada, acaba destacando-se em relação às demais. No caso da bacia do Val de Cans, a presença de condomínios de luxo e conjuntos habitacionais instalados nesta área garantiu a mesma o aumento de sua densidade demográfica de 51 hab/ha para 68,78 hab/ha.

A bacia do Ariri e a bacia do Ananin não apresentaram um aumento na densidade demográfica significativo em dez anos, ambas tiveram um crescimento demográfico de apenas 18%. Nestas bacias ainda é possível encontrar áreas livres, além disso, a bacia Ariri é marcada por grandes lotes de fazendas e sítios existentes no município de Ananindeua, portanto, ainda há muitos lotes sem edificações na região. Já a bacia Ananin, ainda possui muitas áreas livres e grandes áreas destinadas à construção de condomínios verticais, estes ainda em construção no período em que foi

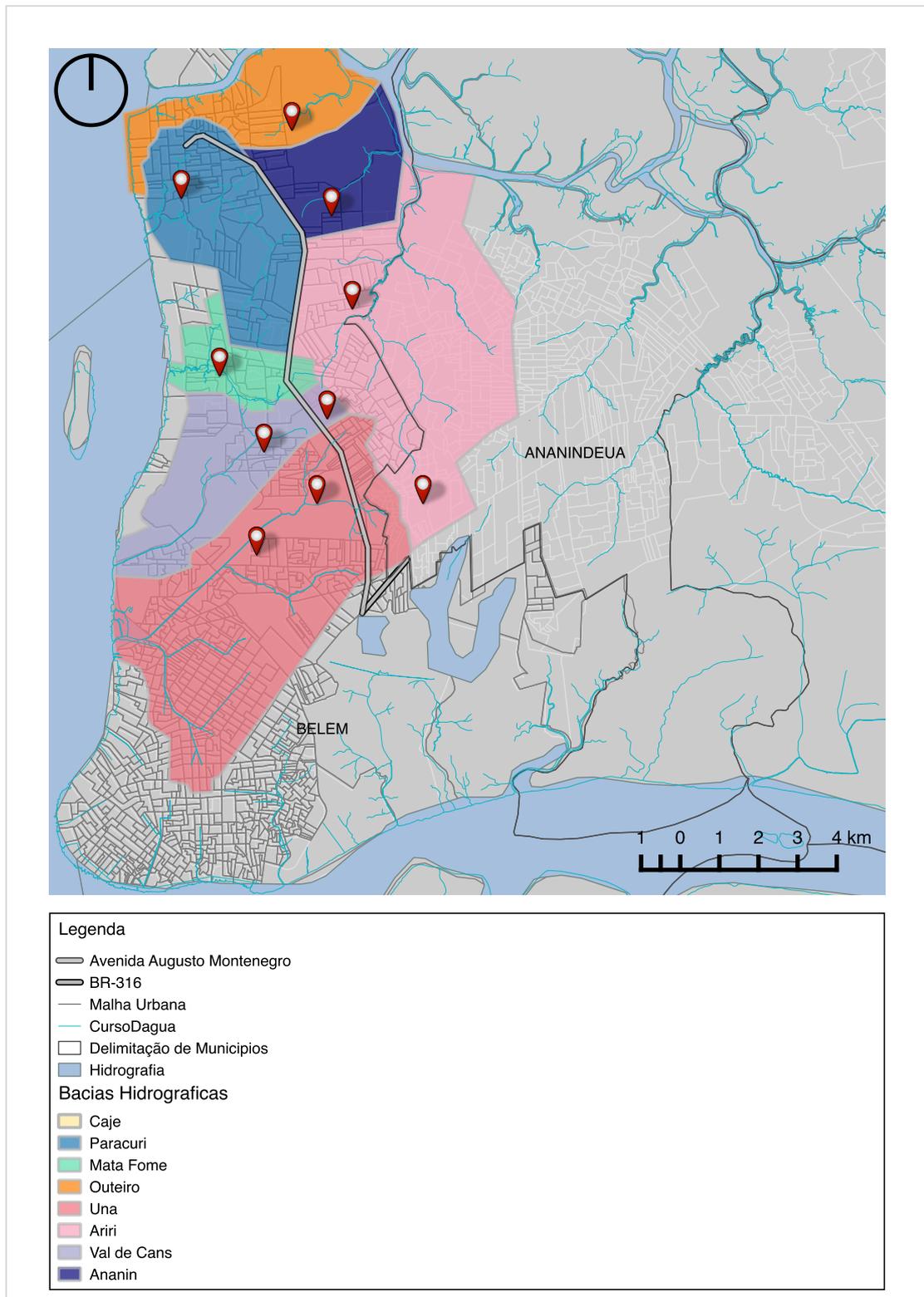
realizado o último Censo (2010), portanto, apresentavam uma população relativamente baixa. Por outro lado, as bacias do Mata-fome, do Paracuri e do Outeiro tiveram seu crescimento reduzido, -1%, 0% e -10%, respectivamente, o que é justificado pela bacia do Mata-fome e bacia do Paracuri apresentarem boa parte do seu território próximo ao eixo da Avenida Augusto Montenegro, onde ao longo dos anos, muitas habitações foram substituídas por comércio e serviços.

Como explicado anteriormente, ao tratarmos de densidade, estamos levando em consideração os aspectos da morfologia urbana, pois as formas de distribuição das ocupações urbanas influenciam a densidade na área estudada. As redes de infraestrutura quando não são capazes de atender a população, provocam grandes impactos nas bacias hidrográficas, como extrapolação das redes de esgoto, por exemplo, o que contaminará os cursos d'água, por outro lado, densidades baixas implicam em carência de infraestrutura e altos custos. Para impedir que isso ocorra de maneira prejudicial à qualidade e disponibilidade dos mesmos, faz-se necessária a adoção de medidas de planejamento adequadas a forma de produção do espaço da cidade (BARROS, 2014). O planejamento de redes e sistemas de infraestrutura não deve, necessariamente, seguir manuais técnicos inflexíveis quanto à relação entre densidade demográfica e capacidade de atendimento, ou, em outros termos, entre população e capacidade-suporte. Há níveis de adensamento toleráveis, e essas situações podem reduzir o custo de infraestrutura, o que seria socialmente interessante.

Dando continuidade ao estudo, serão feitas as análises de parcelamento do solo urbano das bacias hidrográficas localizadas na área de expansão da cidade de Belém (Imagens 14 e 15). Para isso, na imagem 13, foram demarcados alguns pontos em cada bacia hidrográfica estudada onde estabeleceram-se recortes buscando englobar os diferentes tipos de ocupação existentes nestas bacias. Com isso, é possível concluir que a diversidade de ocupações na área de estudo tornam a malha desarticulada e desconectada, o que acarreta no alto custo em infraestrutura para construção de vias que permitam a conexão do viário, sendo agravado pelo fato da única conexão entre a

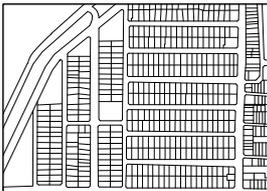
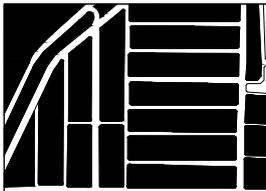
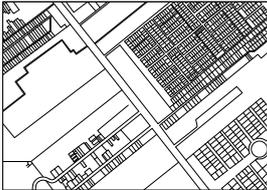
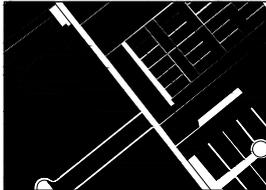
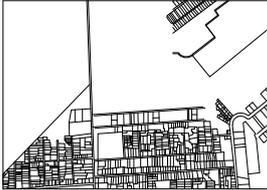
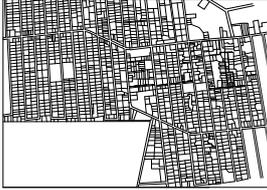
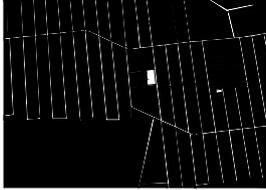
área de expansão e o centro da cidade depender de uma única via, a Avenida Augusto Montenegro.

Imagem 13: Parcelamento do Solo nas Bacias Localizadas na Área de Expansão de Belém.



Fonte: IDESP (2009). Alterado pela autora, 2016

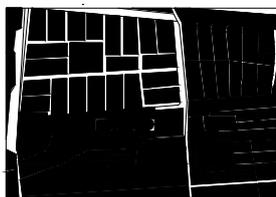
Imagem 14: Análise do Parcelamento do Solo nas Bacias Localizadas na Área de Expansão de Belém – 1ª parte.

UNA		
		<p>Presença da Tipologia Favela. Quadras orgânicas, com dimensões variáveis determinadas pelo acesso às habitações, o que dificulta o estabelecimento de uma proporção de quadra média, esta gira em torno de 1:2. As quadras apresentam lotes médios de 110m²</p>
		<p>Presença de loteamentos irregulares. Apesar da ortogonalidade, apresentam quadras com proporção média de 1:5, o que indica quadras muito extensas, o que dificulta a circulação do pedestre, além disso, possui lotes médios de 180m².</p>
VAL DE CANS		
		<p>Presença de áreas livres, condomínios de luxo e conjuntos habitacionais. Os condomínios de luxo estão instalados em grandes terrenos, apresentando uma malha reticular ortogonal, formando quadras regulares com proporção média de 1:2 e lotes médios de 455m². Os conjuntos habitacionais apresentam malhas regulares e ortogonais, com proporção de quadra média equivalente a 1:2 grandes lotes com média de 210m².</p>
		<p>Presença de áreas livres e loteamentos irregulares. Com um traçado ortogonal que indica a intensão de futuras conexões viárias, os loteamentos irregulares apresentam uma proporção média de quadra que varia entre 1:2 e 1:3 e lotes médios de 150m².</p>
ARIRI		
		<p>Presença de conjuntos habitacionais. Os conjuntos apresentam quadras ortogonais, com proporção de quadra média que varia entre 1:7 e 1:3 e lotes médios de 435m².</p>
		<p>Presença de favelas. As favelas apresentam quadras orgânicas, com variações que dificultam a definição da proporção de quadra média, esta gira em torno de 1:4, com lotes relativamente pequenos com média de 115m².</p>

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016.

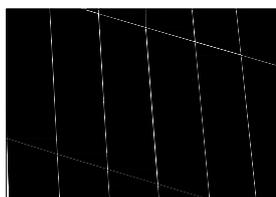
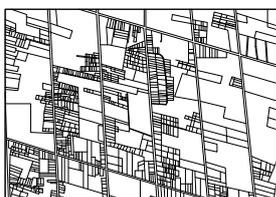
Imagem 15: Análise do Parcelamento do Solo nas Bacias Localizadas na Área de Expansão de Belém – 2ª parte.

MATA FOME



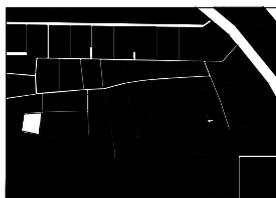
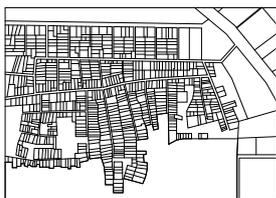
Presença de condomínios de luxo, loteamento irregular e favela.
Com quadras ortogonais, os condomínios de luxo seguem um padrão e apresentam quadras com proporção média de 1:2 e lotes médios de 200m². Os loteamentos irregulares apresentam um traçado ortogonal e quadras com proporção média equivalente a 1:2 e lotes médios de 100m².

CAJÉ



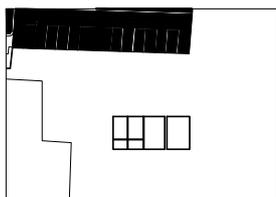
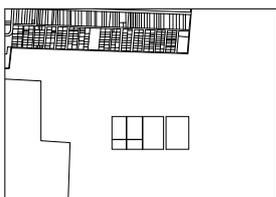
Presença de áreas livres, galpões e loteamentos irregulares.
Apesar do traçado ortogonal, os loteamentos irregulares, como dito anteriormente, possuem quadras muito extensas, com proporção 1:3 e lotes médios de 85m².

PARACURI



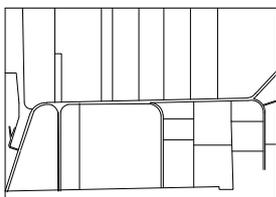
Presença de áreas livres e loteamentos irregulares.
No recorte, a proporção de quadra média varia entre 1:5 e 1:2 e os lotes médios giram em torno de 110².

ANANIN



Presença de áreas livres, loteamentos irregulares e condomínios verticais, estes ocupam grandes lotes (média de 28000m²) e possuem um parcelamento interno. Os loteamentos irregulares apresentam proporção média de quadra de 1:2 e lotes médios de 100m².

OUTEIRO



Presença de áreas livres, galpões e loteamentos irregulares.
No recorte, a proporção de quadra média varia entre 1:1 e 1:8. Essa discrepância se dá devido a presença de zonas industriais e grandes quadras residenciais com lotes médios de 100m² instaladas na mesma bacia.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2016.

Quadras com proporções de 1/1, por exemplo, possibilitam a maior acessibilidade, entretanto acarretam um maior custo em infraestrutura urbana devido a maior quantidade de vias. Quadras com proporções de 1/3 e 1/5, por exemplo, indicam acessibilidade e custo de infraestrutura urbana moderados, com favorecimento da redução de custo de infraestrutura em detrimento da acessibilidade. Quadras com proporção de 1/10, por exemplo, indicam uma acessibilidade ruim, provavelmente, caracterizando favelas e ocupações informais. Com essas informações concluímos que infelizmente as regiões com um parcelamento regular e melhor acessibilidade são áreas onde estão instaladas a população de maior poder aquisitivo, enquanto regiões com o parcelamento irregular e com a malha viária desconexa ou descontínua geralmente são aquelas em que está instalada a população de baixa renda, devido à presença de ocupações informais.

3.3 | Espaço e Serviços Urbanos

As desigualdades de Belém são expressas por meio da desigualdade de distribuição de usos, infraestrutura e condições de acesso entre centro e periferia, além da desigualdade de renda *per capita* e domiciliar. “A localização específica de concentrações privilegiadas de quantidade e qualidade de serviços no espaço urbano define quem são e onde ficam os incluídos na cidade moderna” (SILVA, 2015. p.407). A população de baixa renda é beneficiada apenas indiretamente pela infraestrutura quando estes se estabelecem em áreas bem servidas (GILBERT; GUGGLER, 2000; LIMA, 2000 apud CARDOSO, 2007). A análise que Lima (2000) faz da configuração da cidade mostra que há problemas na infraestrutura e na acessibilidade devido à descontinuidade da malha entre o centro e a área de expansão, afetando negativamente a capacidade do espaço de oferecer melhores perspectivas de vida aos seus habitantes. Existem poucas ligações entre o centro e o resto da cidade, e estas ligações não são bem integradas à malha, ou ao desenho de parcelamento, não

importando se foi ou não projetado, e que se formou com a aglutinação dos novos conjuntos, condomínios e ocupações na área de expansão.

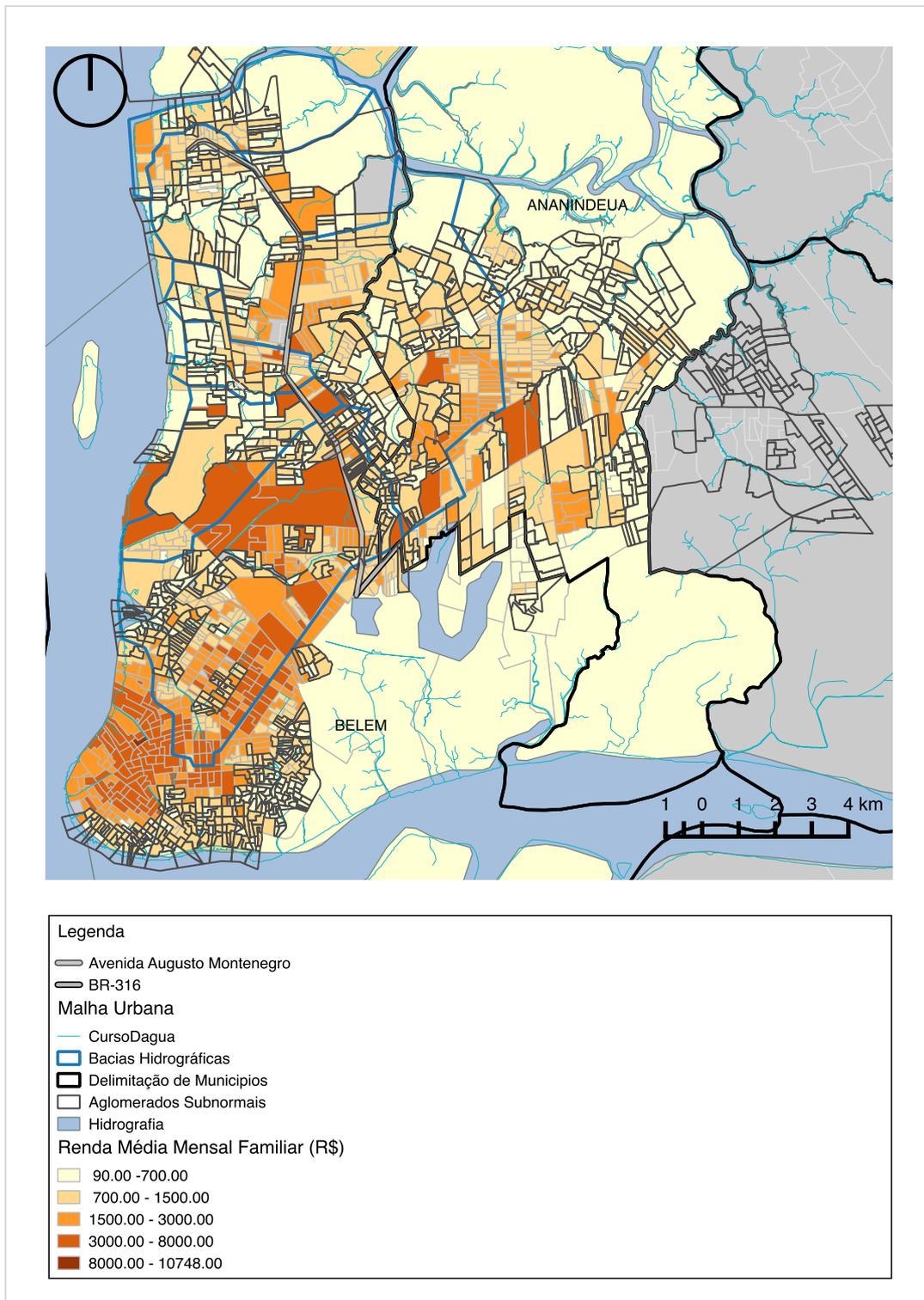
A provisão de infra estrutura cria vantagens locacionais que agravam a segregação sócio espacial ou a reduzem. Esta é manifestada no centro e na área de expansão; dentro da área de expansão, renda e educação são sinônimos de infraestrutura e quantidade de espaço de moradia, indicando limitações de provisão (LIMA, 2000), habitantes mais educados normalmente possuem renda maior e melhores condições de moradia. Enquanto isso, no centro existe uma segregação menos perceptível, graças às “compensações” entre a acessibilidade e as condições ambientais praticadas por aqueles que vivem nas áreas anteriormente alagáveis. A configuração densa e compacta do centro permite uma utilização mais efetiva da infraestrutura disponível e sua malha oferece mobilidade aos diversos grupos sociais (idem, op cit).

Segundo dados do IBGE (2011), com a maior proporção de população residente em Aglomerados Subnormais¹⁵ dentre as Regiões Metropolitanas e Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno do País, destaca-se a metrópole de Belém, com 52,5% dos domicílios, ou 54% da população. Isto Posto, a Imagem 16 relaciona a renda média mensal da população com a localização dos aglomerados subnormais, por Setor Censitário, sendo possível associar as menores rendas à condição habitacional da população que reside nessas áreas. Os Setores Censitários do IBGE são um arquivo digital e vetorial dos setores referentes aos Censos, no caso, para os anos de 2000 e 2010. O objetivo é oferecer uma malha que viabilize as análises estatísticas e o mapeamento temático de dados sócio-econômicos e demográficos do município de Belém. Portanto, a partir desta etapa, serão utilizados como base cartográfica os Setores Censitários do IBGE, sendo estes sobrepostos por variáveis.

¹⁵ É o conjunto constituído por 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e pelo menos uma das características abaixo:

- irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).

Imagem 16: Renda Média Mensal por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua – PA.



Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

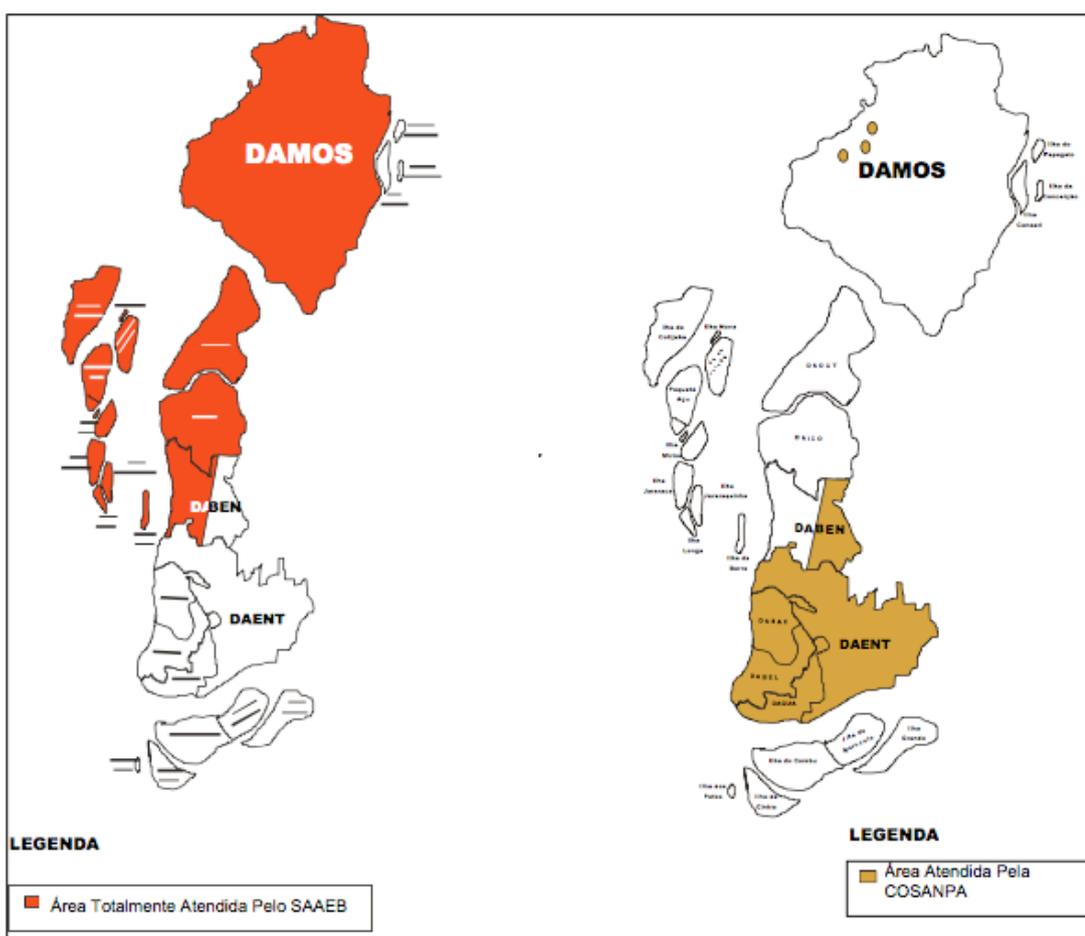
A partir da imagem 16, identificamos que os domicílios localizados em aglomerados subnormais na área de expansão da cidade possuem dois tipos de renda média mensal familiar entre R\$90,00 e R\$700,00 e entre R\$700,00 e R\$1500,00, as mais baixas em toda a RMB. Com isso, é possível concluir que esta região, em sua maioria, é composta por famílias relativamente pobres, com nível de escolaridade baixo ou sem instrução. O que justifica a instalação dessa população, sem alternativas, em áreas distantes e carentes em infraestrutura. Silva (2015) afirma que a exclusão social envolve não só o acesso direto a bens e serviços cuja falta indica pobreza, mas também o acesso a condições que possibilitam a sobrevivência econômica dos mais vulneráveis, tais como abastecimento de água e tratamento de esgoto.

Ponte (2003) explica que o processo de ocupação territorial na área de expansão da cidade, não garantia o atendimento com água potável a toda área metropolitana de Belém, por se tratar de um padrão de investimento que não priorizava a classes de baixa renda. Entretanto, tal fato era justificado pelo alto custo da adução de água para percorrer grandes distâncias e bombear grandes volumes de água para atender núcleos urbanos dispersos e não consolidados, do ponto de vista urbano. Em 1987, ações foram voltadas para a estruturação do sistema de esgotamento sanitário em Belém, tendo a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) elaborado o Plano Diretor de Esgotamento Sanitário e solicitado o financiamento para programas isolados de esgotamento sanitário (*idem, op.cit.*). O distrito de Icoaraci foi o primeiro a ser atendido com sistema de água isolado construído pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB) cuja captação provinha de aquíferos subterrâneos.

Segundo Ponte (2003), ainda existem muitas dificuldades enfrentadas pela COSANPA com relação à prestação de serviços de saneamento, apresentando frequentes interrupções de fornecimento e altos índices de perdas de água, devido à má conservação da rede de distribuição. Isto posto, é possível concluir que as redes COSANPA e SAAEB não garantem um atendimento total a RMB. O que em si não é um problema; outros prestadores de serviços e concessionários atuam na RMB, mas

mesmo em municípios onde a COSANPA, é a concessionária, por outro lado, podemos ver a falta de cobertura de redes de água e, mais gravemente, de esgoto sanitário. sendo necessário recorrer à outras alternativas. A imagem 17 indica a divisão entre as áreas atendidas pelo SAAEB e pela COSANPA em 2003. Hoje, essas áreas são atendidas exclusivamente pela COSANPA

Imagem 17: Áreas Atendidas pelo SAAEB e pela COSANPA.

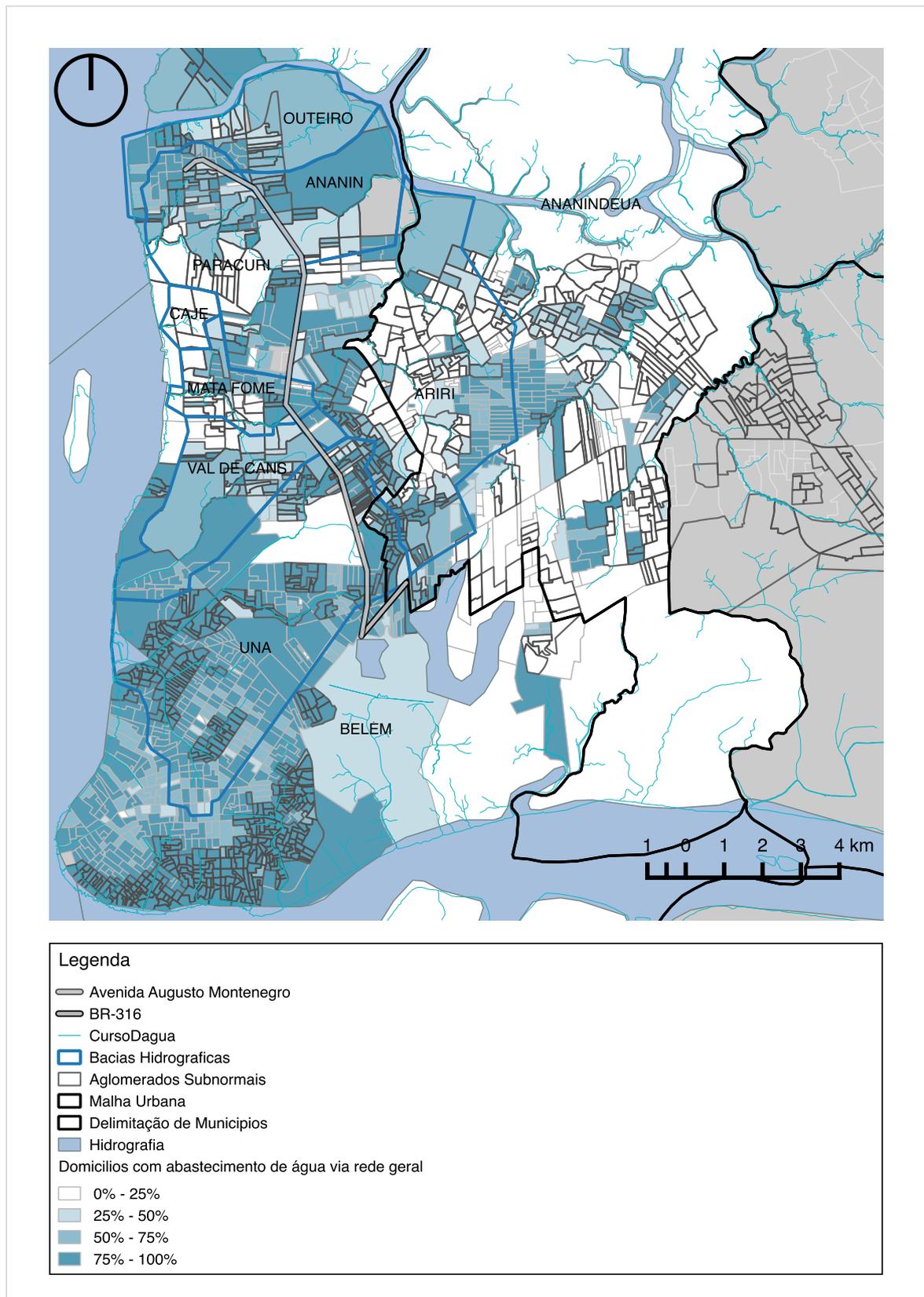


Fonte: Prefeitura Municipal de Belém/Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém: *saneamento*, 2003. CD-ROM. Extraído de: PONTE, M. 2003.

Nas imagens 18, 19 e 20 serão abordadas as características dos domicílios referentes ao abastecimento de água.

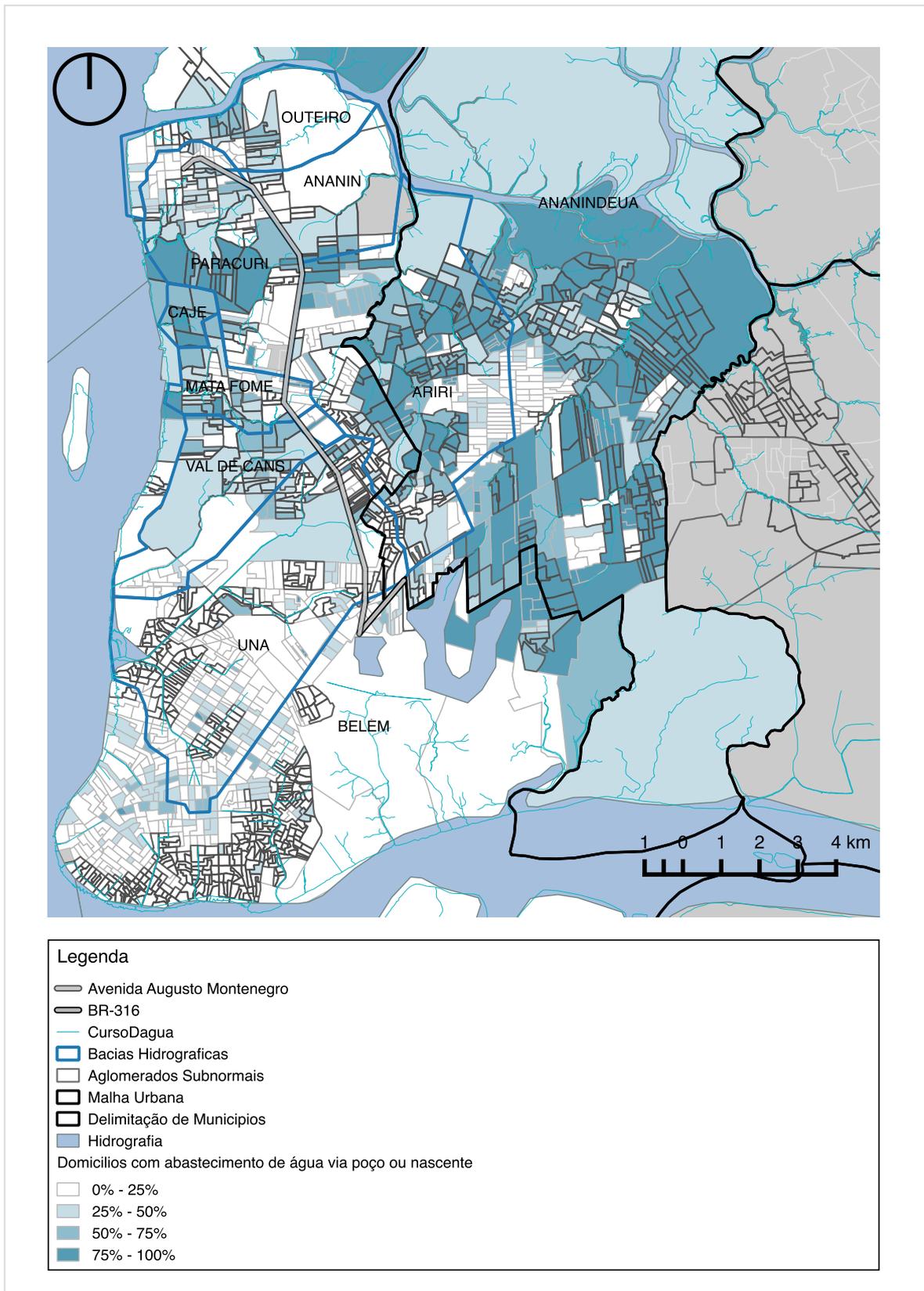
Imagem 18:

Percentual de Domicílios com Abastecimento de água por Rede Geral de Água Potável por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.



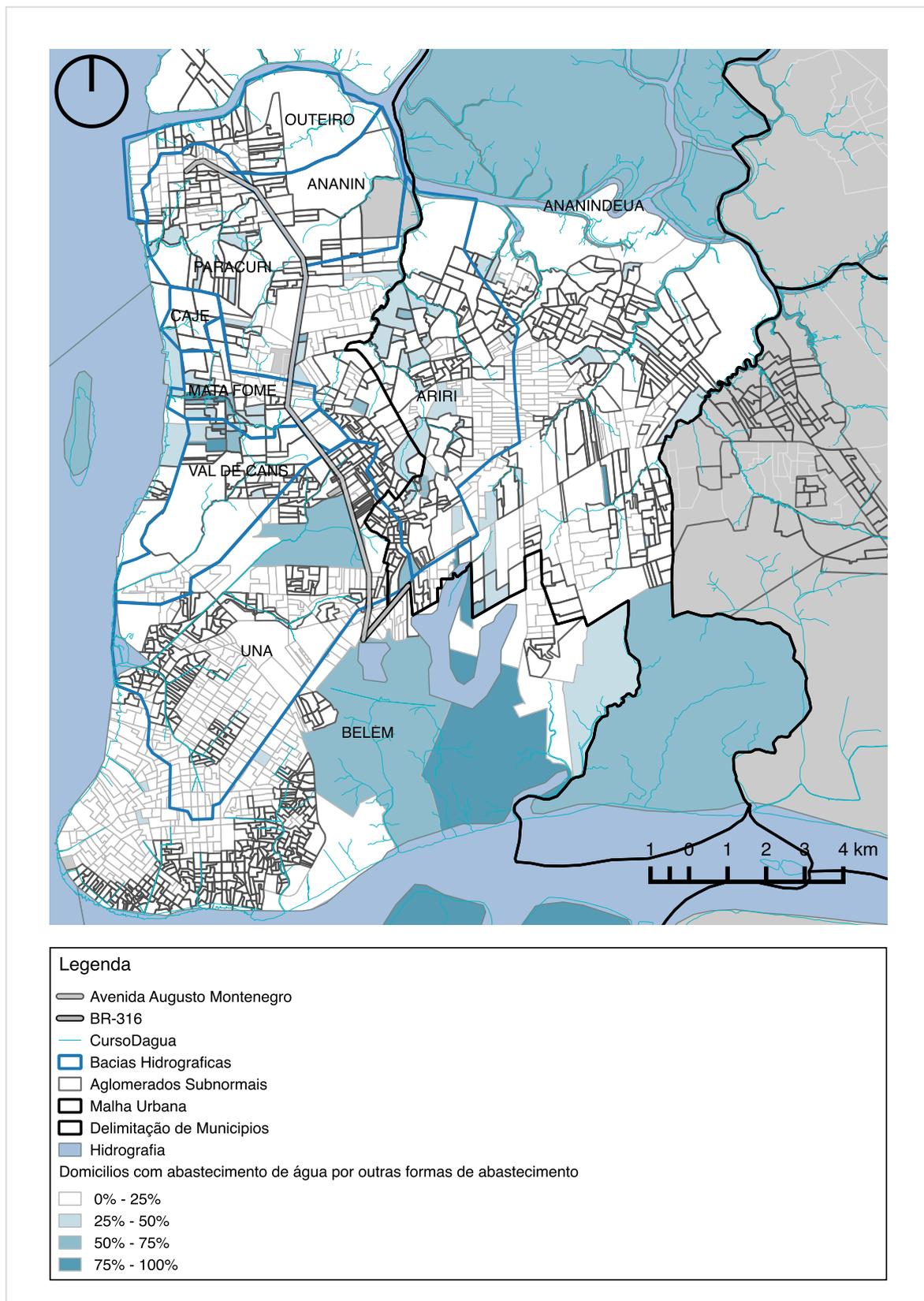
Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

Imagem 19:— Percentual de Domicílios com Abastecimento de Água por Poço ou Nascente por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.



Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

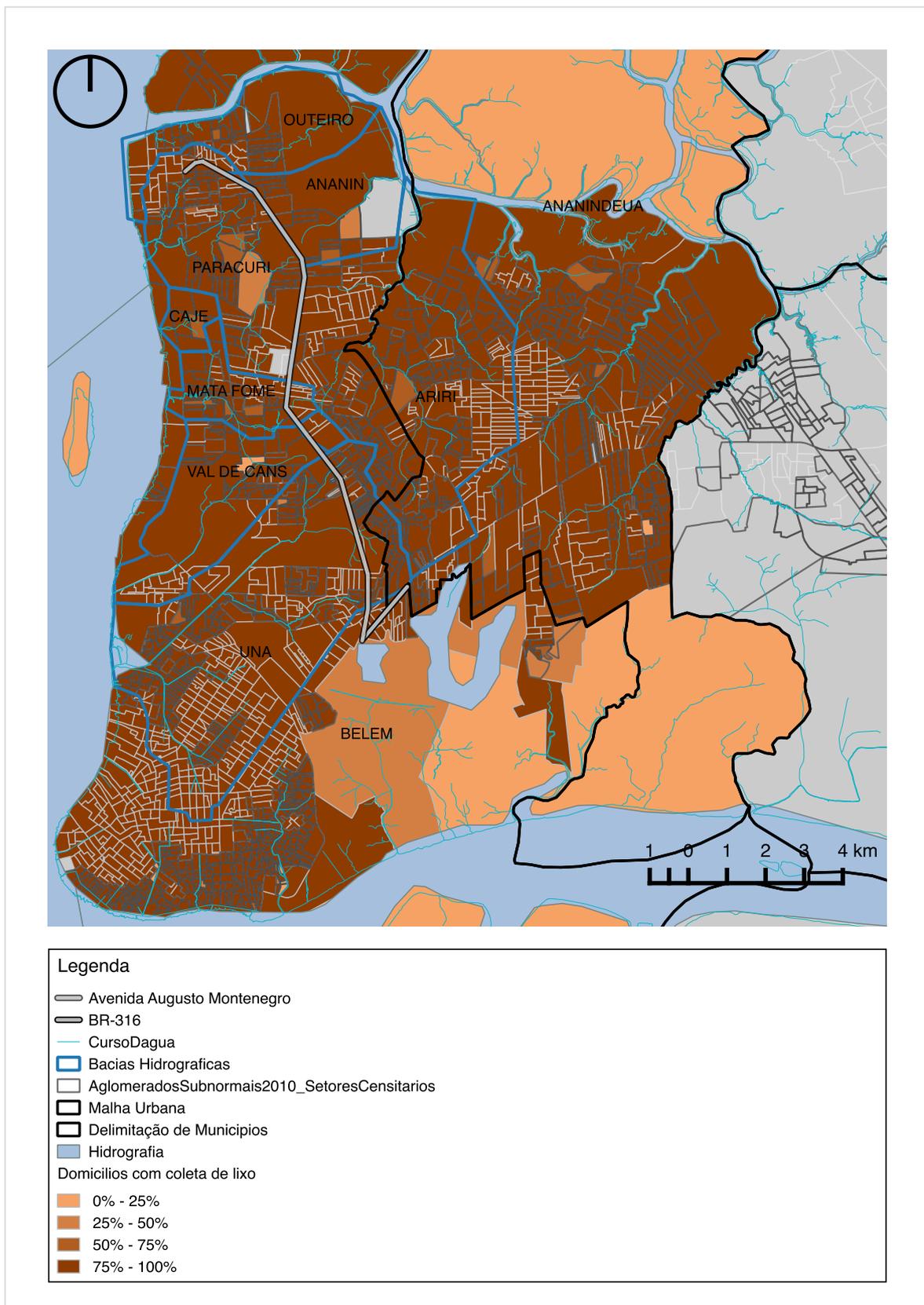
Imagem 20: Percentual de Domicílios com outra forma de abastecimento por Setor Censitário (2010)
- Belém e Ananindeua - PA.



Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

Observa-se que apesar de grande parte dos domicílios ser abastecido por redes gerais de água, ainda existe um número significativo de domicílios abastecidos por poços ou nascentes na área de expansão da cidade e um número muito pequeno de domicílios com outra forma de abastecimento. Tal fato se deve a estas regiões localizarem-se ao término da rede de abastecimento da COSANPA e do SAAEB onde possivelmente existe a dificuldade de bombear água para núcleos mais distantes e dispersos. Além disso, a lógica de atendimento da COSANPA, historicamente, não prioriza ocupações pobres, precárias ou irregulares, apesar deste tipo de assentamento caracterizar as maiores carências de saneamento básico das cidades brasileiras. Com relação à coleta de lixo, um fato curioso chama a atenção, diante da discrepância infraestrutural em todo o território belenense, a RMB, de uma maneira geral, é bem atendida neste quesito, com o percentual que varia de 75% a 100%, como pode ser visto na imagem 21. Contudo, é desejável a cobertura de 100%. Apesar dessa abrangência, a coleta diária é realizada apenas no centro, em bairros periféricos ou na área de expansão ocorre apenas duas ou três vezes na semana, tornando-se uma reclamação frequente da população. A má gestão de resíduos ocasiona a obstrução de redes de drenagem e da hidrologia em geral.

Imagem 21: Percentual de domicílios com coleta de lixo porta a porte, porta por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.

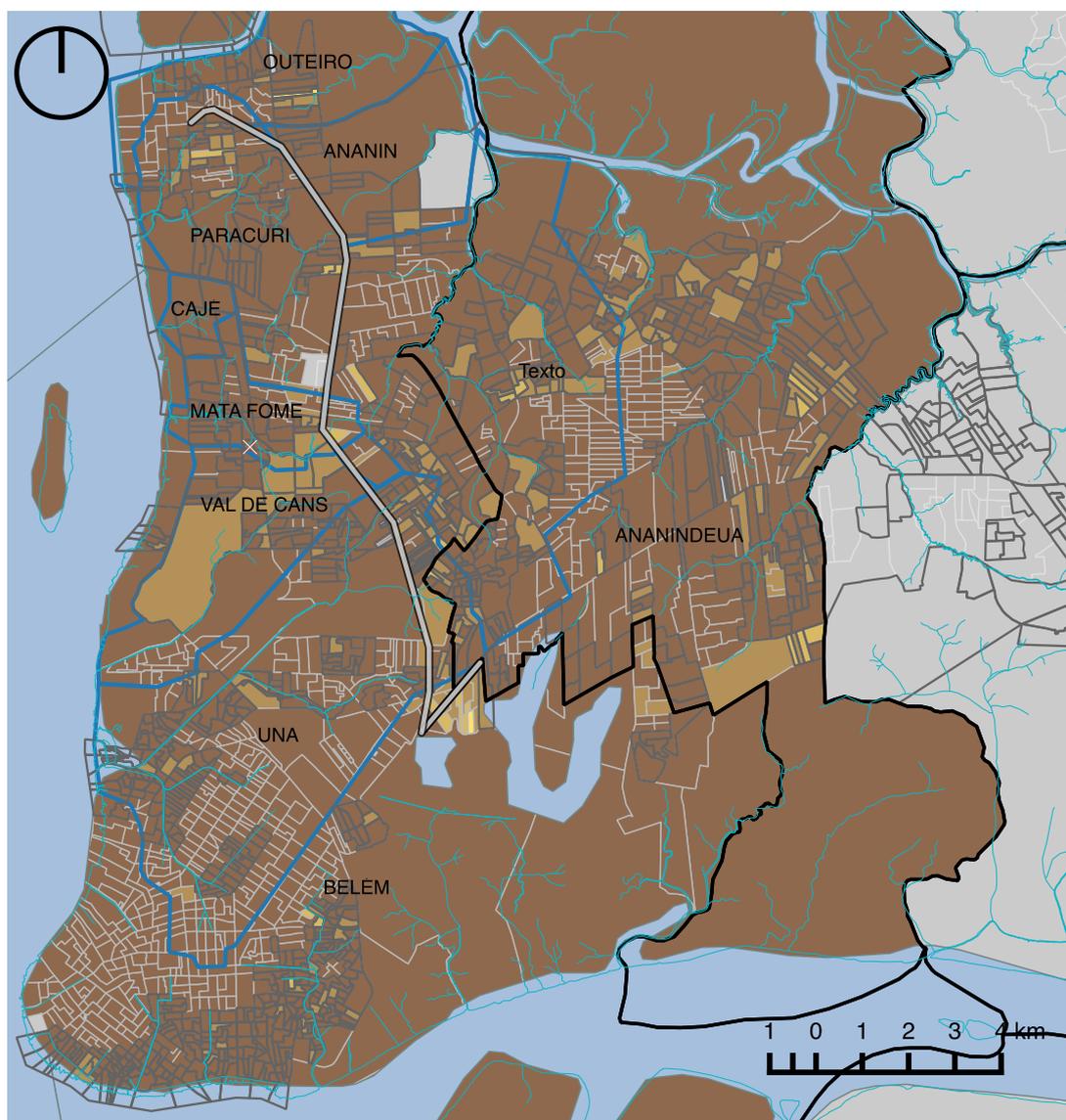


Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

A imagem 22 refere-se aos domicílios com banheiros de uso exclusivo dos moradores e esgotamento sanitário via rede geral e pluvial. Analisando a imagem, de uma maneira geral, a RMB ainda é carente de tratamento de esgoto até mesmo nas áreas centrais da cidade, onde há o maior atendimento em infraestrutura. Segundo o diretor-técnico da COSANPA, Wady Homci (2000) apenas 6% da população, cerca de 72 mil pessoas, possui rede de esgoto. Dados da Prefeitura de Belém indicam que 91% dos domicílios tinham fossas artesanais durante o Censo 2000 e cerca de 7% das casas jogavam a céu aberto fezes e urina. A existência de fossas, mesmo aquelas que se autodeclaram sépticas, não significa o tratamento adequado de esgoto. Em muitos domicílios, as fossas contaminam o lençol freático e as camadas superficiais de solo. Além disso, a maioria das fossas artesanais retém apenas 20% ou 30% do que é jogado no encanamento da residência. O restante dos detritos segue diretamente para a rede de drenagem da cidade (*Folha de SP In:* <http://www1.folha.uol.com.br>, 2000)¹⁶, o que permaneceu praticamente inalterado durante o Censo 2010.

¹⁶ Disponível em :<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1607200006.htm>. Acessado em 27 de março de 2017 às 01:38h.

Imagem 22: Percentual de domicílios com banheiro de uso exclusivo dos moradores e esgotamento sanitário via rede geral ou pluvial por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.



Legenda

— Avenida Augusto Montenegro

— BR-316

— CursoDagua

— Bacias Hidrográficas

— Malha Urbana

— Aglomerados Subnormais

— Delimitação dos municípios

— Hidrografia

Domicílios com despejo de esgoto via rede geral ou pluvial

0% - 10%

10% - 20%

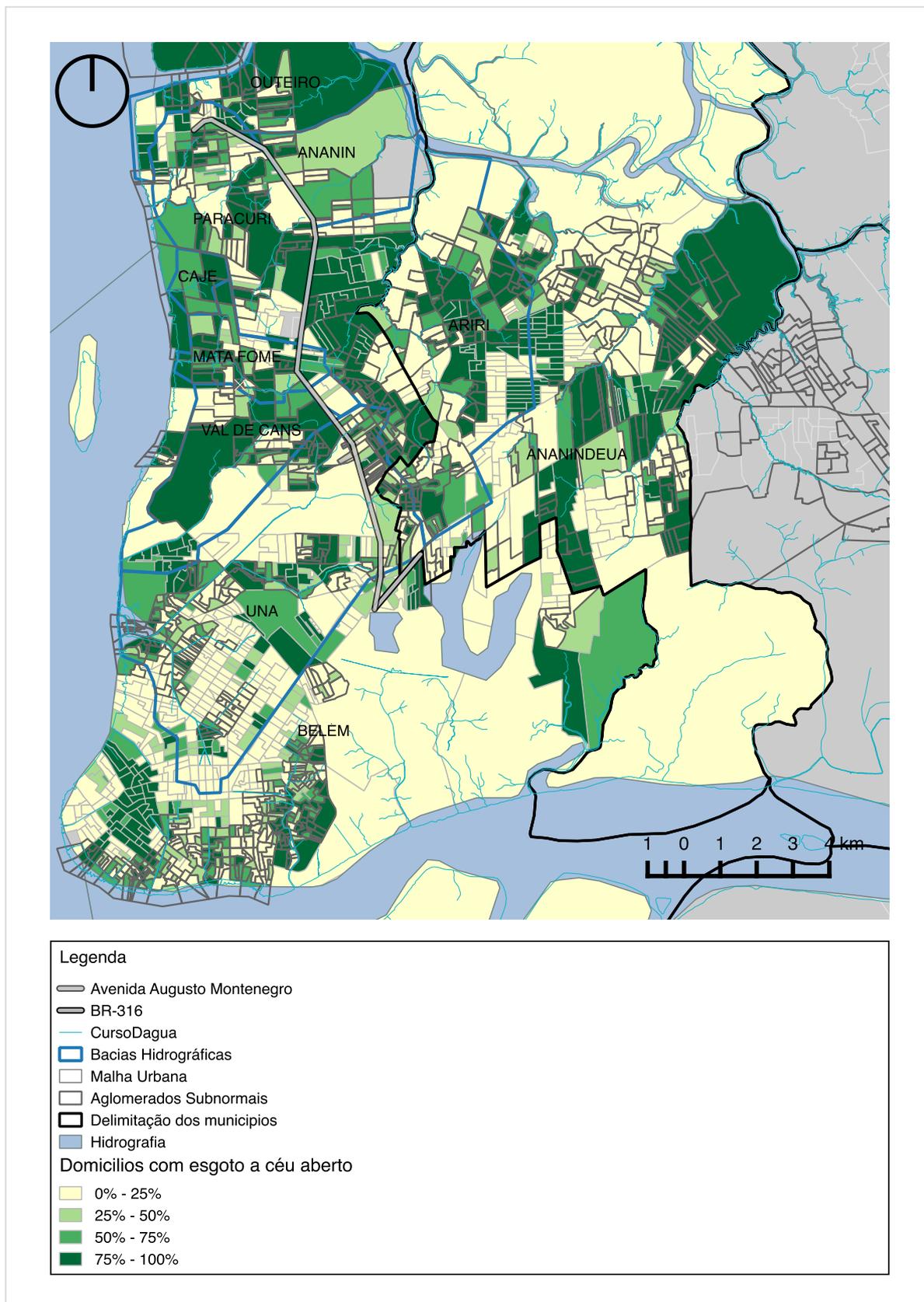
20% - 30%

30% - 40%

Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

Com relação às características de entorno dos domicílios, é possível observar a na imagem 23, a quantidade significativa de áreas com esgoto à céu aberto principalmente em aglomerados subnormais localizados na área de expansão. Segundo o IBGE (2010), Belém esta a frente dos municípios com o maior percentual de esgoto a céu aberto entre quinze cidades com mais de um milhão de habitantes. Entre as quinze citadas, Belém é a cidade com mais lixo acumulado em vias públicas, estando o percentual da cidade paraense bem acima do total do país.

Imagem 23: Percentual de domicílios com esgoto a céu aberto em seu entorno por Setor Censitário (2010) – Belém e Ananindeua - PA.



Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

A partir das análises de parcelamento do solo e socioambientais realizadas nesse trabalho, é notório que a produção de novos empreendimentos imobiliários e de serviços não foi acompanhada de melhorias em infraestrutura de uma maneira uniforme, no que diz respeito ao saneamento e à urbanização, em toda a área de expansão da cidade. Além disso, as mudanças de uso do solo na área de expansão têm afetado a distribuição da população, uma vez que a população com maior poder aquisitivo concentra-se no entorno imediato do eixo da Avenida Augusto Montenegro, onde ocorre o maior investimento em infraestrutura. Deste modo, observa-se a apropriação cada vez mais exclusiva dos espaços mais valorizados pelas elites urbanas em relação aos espaços exclusivos da pobreza e a conformação da população de baixa renda em relação a esses espaços, carente de infraestrutura (SASSEN, 1991; CASTELLS, 1992 apud LAGO, 2000). O resultado disso é a instalação da população de baixa renda em locais onde há insuficiência ou ausência de saneamento ambiental, onde a qualidade de vida é muito baixa.

Dentre os principais obstáculos que podem interferir na qualidade de vida de uma determinada camada da população, está a escassez de investimento público em serviços urbanos básicos, destacando-se o abastecimento de água, a coleta de lixo, o tratamento de esgoto e o maior controle e respeito à legislação de uso e ocupação do solo. O componente da renda per capita, dos preços do solo urbano e do acesso à terra são um pano de fundo desta problemática. Apresentando, então, como consequência incalculáveis riscos ambientais e alterações no meio-físico, tais como contaminação do lençol freático, impermeabilização e compactação do solo, alagamentos, dentre muitas outras. Com isso, a fim de tentar minimizar os riscos, sugere-se um estudo abordando as condições do local, o percentual de permeabilidade, sua topografia e a pré-disposição do local à situações de riscos ou vulnerabilidade social¹⁷.

¹⁷ 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

A incorporação temática da vulnerabilidade na pesquisa contribui para tornar visíveis os obstáculos que certas regiões e determinadas populações tem em relação aos problemas ambientais. Isto posto, a seguir, será feita uma análise urbanístico-ambiental, o que possibilitará a avaliação frente aos impactos decorrentes do processo de desenvolvimento urbano e os possíveis riscos a que a população está sujeita.

3.4 | O Meio Ambiente Urbano

3.4.1 | Permeabilidade

A existência de água em condições sanitárias adequadas à utilização para abastecimento humano está relacionada à manutenção das condições do ciclo hidrológico e impedimento de qualquer contaminação: a precipitação deve alcançar a cobertura vegetal, chegando à superfície sem provocar erosão, penetrar o solo e, através de lenta percolação, chegar aos lençóis freáticos e profundos que vão alimentar os cursos d'água e suas nascentes. Para isso, é necessário manter a permeabilidade do solo sem deixá-lo exposto, evitar concentração de escoamentos, evitar erosão e impedir lançamentos de poluentes (BUENO, 2005.p.13).

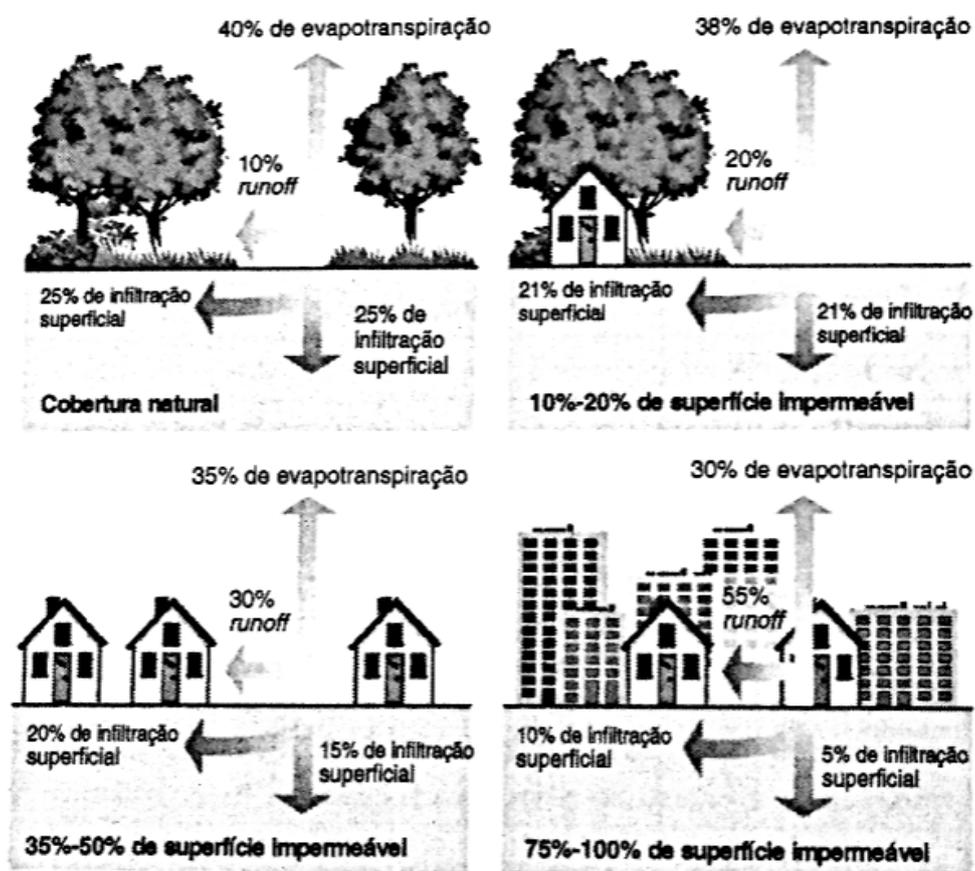
Durante o processo de ocupação urbana, as áreas livres são convertidas para usos que tornam a superfície impermeável, tais como construção de vias de transporte, quadras, edificações e etc. Primeiramente a cobertura vegetal é retirada, posteriormente ocorrem atividades de corte e aterro com o objetivo de nivelamento do espaço, aumentando o potencial de desenvolvimento da área. No entanto, algumas depressões naturais que se tratavam originalmente de reservatórios temporários de água são niveladas, aumentando o volume de escoamento superficial da água da chuva (SCHUELER, 1987 apud ARAUJO;ALMEIDA;GUERRA, 2014). Schueler (1987) alerta que dependendo do grau de impermeabilização da bacia hidrográfica, o volume anual de

capacidade de um sistema para se adaptar aos 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.

escoamento superficial (*runoff*) pode aumentar de duas a dezesseis vezes, com reduções proporcionais na recarga subterrânea.

A imagem 24, ilustra as modificações nas características do escoamento superficial resultante do aumento das áreas impermeáveis. Com a cobertura vegetal original, sem que haja áreas impermeáveis, é possível obter o máximo da infiltração do solo e da evapotranspiração. Assim, 50% da água é infiltrada, parte abastece os aquíferos subterrâneos e parte é absorvida pelo solo; 40% da água sofre processo de evapotranspiração enquanto apenas 10% escoam superficialmente. Por outro lado, com a superfície parcialmente ou totalmente impermeável (75% - 100%), como ocorre nas grandes metrópoles brasileiras, a maior parte da água oriunda das chuvas escoam superficialmente, enquanto o mínimo de água é infiltrada, reduzindo completamente o abastecimento dos aquíferos subterrâneos. Portanto, a permeabilidade ideal seria até 50%, mas considerando o crescimento urbano das últimas décadas e a impossibilidade de ser mantida a cobertura vegetal original de todas as bacias hidrográficas onde há muitos assentamentos precários e onde a urbanização é feita sem considerar a regulação urbanística, ou mesmo dentro do padrão contemporâneo ocidental considera-se como aceitável a permeabilidade em torno de 20% a 25% para bacias hidrográficas metropolitanas. Como pode ser observado na imagem a seguir, esse valor ainda permite com que o escoamento superficial seja menor do que a quantidade de água infiltrada pelo solo.

Imagem 24: Superfície impermeável e escoamento superficial.



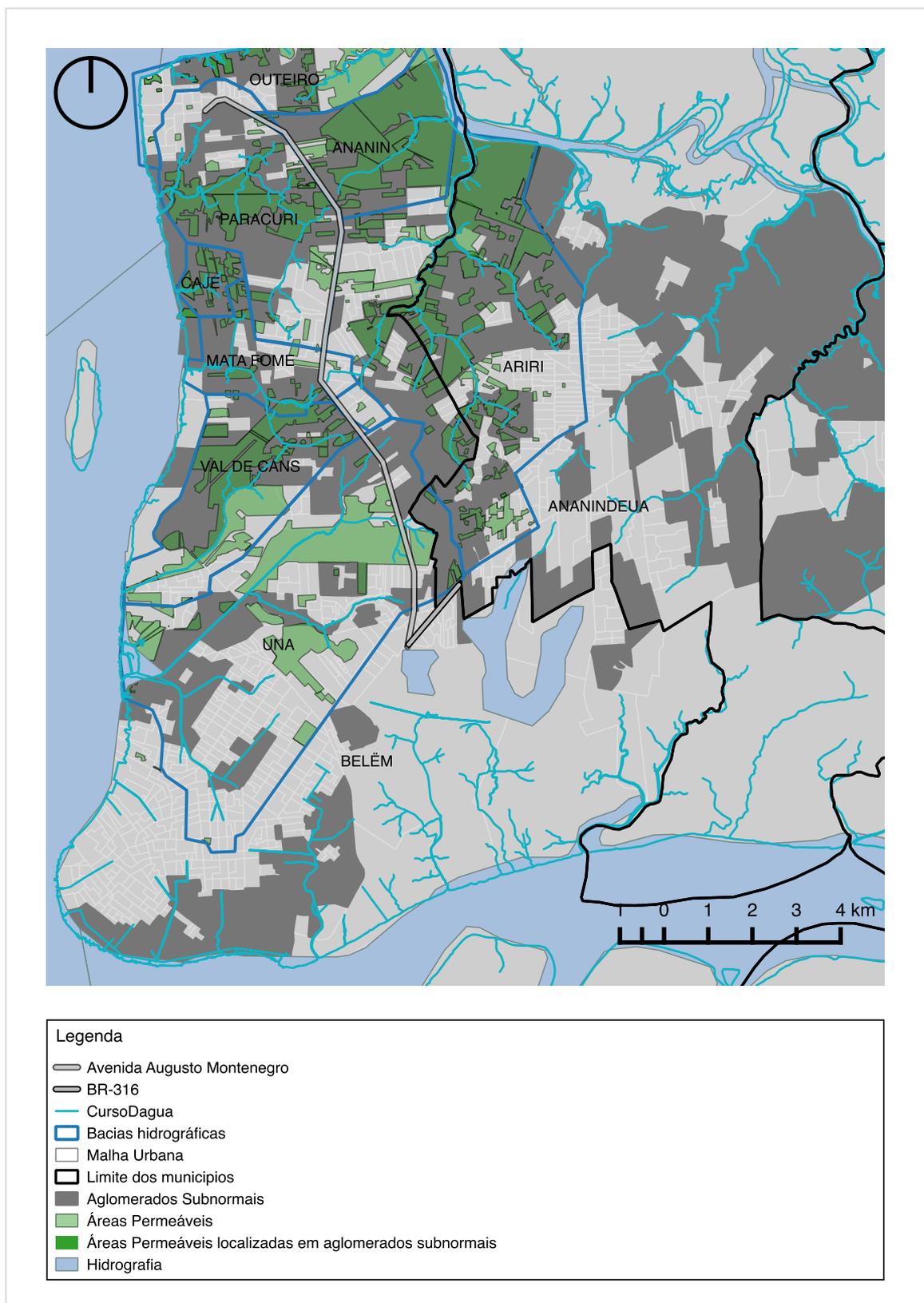
Fonte: Extraído de ARAUJO;ALMEIDA;GUERRA, 2014.

Na área de expansão da cidade, apesar de ainda ser possível encontrar bastante áreas permeáveis, como veremos adiante, o crescimento dos assentamentos precários próximos à cursos d'água e em Áreas de Proteção Permanente (APP) tem preocupado os urbanistas. Decorrente do baixo preço da terra e da omissão dos órgãos de fiscalização, além da notável falta de política habitacional para as camadas de baixa renda e baixa inserção no mercado de trabalho, essa situação tem trazido graves consequências aos moradores destas comunidades e também para toda a sociedade, tais como a exposição dos moradores ao contato direto com esgoto e outros vetores de doenças; maior ocorrência de inundações, colocando a população em contato direto com a água contaminada; despejo indevido de esgoto nos cursos d'água,

disposição de lixo as margens dos rios urbanos, inclusive com contaminantes químicos de produtos (BUENO, 2005).

Nestes territórios, o solo encontra-se fortemente compactado pela disposição de aterros e entulhos provenientes das construções irregulares, e pela deposição de lixo por moradores do entorno. Na imagem 25, é possível identificar a densidade demográfica relativamente alta nos Aglomerados Subnormais localizados em áreas ainda permeáveis nas bacias hidrográficas localizadas na Avenida Augusto Montenegro. A instalação informal nessas áreas logo tornará a superfície totalmente impermeável, isso se deve à precariedade de infraestrutura e ao fato da população de baixa renda usar o espaço disponível para a construção da habitação, ocupando áreas inapropriadas para moradia em regiões sujeitas a alagamentos, sobrantes no mercado imobiliário formal.

Imagem 25: Aglomerados Subnormais Instalados em Áreas Permeáveis– Belém e Ananindeua.



Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009)/Censo 2010 (IBGE).

A partir das informações apresentadas anteriormente, foi possível calcular a permeabilidade de cada bacia estudada. Primeiramente, foram identificadas as áreas permeáveis localizadas nas bacias de estudo, estas consistem em áreas que não possuem revestimento de piso, permitindo que a água penetre do solo. Posteriormente, foi feito o cálculo de permeabilidade a partir da área total de cada bacia, dividindo a área superficial da mancha permeável da área da bacia hidrográfica.

TABELA 3: Permeabilidade das bacias hidrográficas da área de estudo em 2015.

BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA DA BACIA (ha)	ÁREA PERMEÁVEL (ha)	PERMEABILIDADE
Una	3.607,7	673,278	18,7%
Val de Cans	1.081,1	462,751	42,8%
Mata Fome	569,6	140,631	24,7%
Cajé	223,0	853,90	38,29%
Paracuri	1.824,0	443,781	24,33%
Ariri	3.727,7	1156,464	31,02%
Ananin	916,1	611,133	66,71%
Outeiro	852,8	405,410	47,54%

Fonte: PONTE et al (2015).

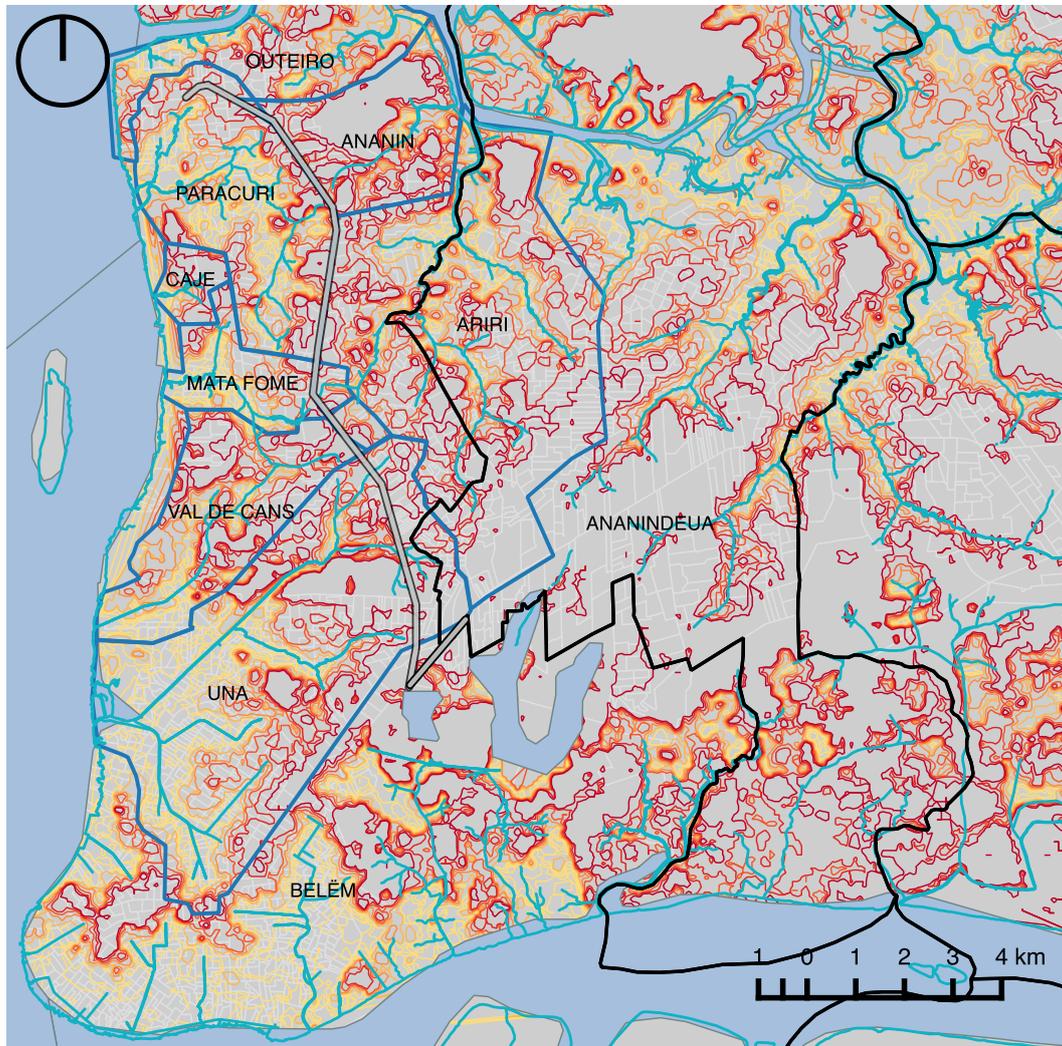
Todas as bacias localizadas na área de expansão de Belém possuem a permeabilidade superior a 20% (considerada aceitável), com exceção da Bacia do Una. Tal fato é justificado por ser a maior e mais populosa bacia de toda a RMB, ocupando parte da área de expansão da cidade e parte da área central, já adensada e totalmente urbanizada. Entretanto, se a área permeável da bacia estiver descoberta, sem vegetação, passará a ser uma área sujeita a degradação ambiental, pois trata-se de um solo desprotegido. Quando a chuva cai, se o solo não estiver protegido pela cobertura vegetal, sua camada superficial se comprime pelo impacto das gotas de chuva, reduzindo a infiltração e aumentando a velocidade do escoamento superficial.

Neste contexto, a topografia do terreno passa a exercer grande influencia sobre a dinâmica hídrica da bacia. Tal fato se deve a quantidade de material em suspensão deslocado pelo escoamento superficial, podendo resultar no processo erosivo do solo e o volume de água que chega aos cursos d'água e aos canais de drenagem, podendo resultar em alagamentos.

3.4.2 | Topografia

Para se avaliar os possíveis desenhos da paisagem utiliza-se uma planta de curvas de nível que segundo Mascaró (2008) é uma abstração geométrica que une todos os pontos que possuem o mesmo nível. Em terrenos com declividade baixa, as linhas estarão espaçadas e paralelas, distantes quando o terreno for acidentado, as curvas estarão irregulares e mais próximas, quando o terreno apresentar uma depressão ou morro, as curvas estarão fechadas em torno de um só ponto. Quando as curvas vão e voltam, sem padrão definido, o sítio tende a ser pantanoso (*idem, op.cit*). A imagem 26 representa as formas de relevo pelas curvas de nível da área de expansão da cidade que nos permitirá posteriormente a quantificação das declividades. Como pode ser observado, há uma variação de 2 metros entre as curvas de nível, onde as cores mais quentes representam as curvas mais altas.

Imagem 26: Hipsometria - RMB



Legenda

-  Avenida Augusto Montenegro
-  BR-316
-  Curso Dagua
-  Bacias Hidrográficas
-  Malha Urbana
-  Limite dos municípios
-  Hidrografia

Hipsometria (M)

-  0-2
-  2-8
-  8-10
-  10-12
-  12-14
-  14-16
-  16-18

Fonte: IDESP (2009)/IBAMA-MMA (2013)/COSANPA (2009).

A pequena amplitude altimétrica encontrada no sítio de Belém, facilitou a expansão urbana, entretanto, contribuiu para o surgimento de problemas no que diz respeito a rede de água e esgoto da cidade e no escoamento de águas pluviais. Isto se deve a aglomeração urbana sujeita a um clima úmido com alta pluviosidade onde as águas da chuva desempenham um papel de extrema importância (PENTEADO, 1968). A pequena amplitude altimétrica ocasiona a desaceleração do escoamento superficial, o que propicia no acúmulo de sedimentos, resultando no entupimento dos canais de drenagem, um assunto que abordaremos adiante.

3.4.2.1 | Parâmetros Meteorológicos

A análise dos três parâmetros meteorológicos – temperatura, umidade e precipitação – permite observar que existe uma reação direta entre o nível de umidade e 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 (FARIAS, 2012.p.37).

Belém se caracteriza por apresentar temperaturas sempre altas, forte convecção, ar instável e alta umidade do ar favorecendo a formação de nuvens convectivas. As temperaturas altas estão associadas ao elevado potencial de radiação solar incidente, embora grande parte da energia seja convertida em calor latente de evaporação e outra parte convertida em calor sensível que é destinado ao aquecimento do ar. A forte convecção, a instabilidade e a alta umidade do ar favorecem a formação de nuvens convectivas, dando origem a uma grande incidência de precipitação na forma de pancadas, principalmente à tarde, situação característica de regime de chuva do tipo continental (Nechet, 1997 apud BASTOS et al, 2002. p.14).

As temperaturas mais elevadas estão associadas a áreas com alto grau de poluição do ar e conseqüentemente, com áreas mais densas como o centro da cidade (SPIRN, 1984). Os edifícios altos e próximo uns dos outros, em ruas estreitas bloqueiam a circulação dos ventos; a radiação térmica nessas áreas se acumulada, não dispersa pela evaporação, aumentando o aquecimento dos espaços; os materiais usados na pavimentação da superfície do solo, tais como concreto, pedra e asfalto,

absorvem calor durante o dia, eliminando-o durante a noite; Além disso, as atividades urbanas são uma fonte de calor, através da combustão dos automóveis e geração de energia (*idem, op.cit.*). Essas transformações provocadas pelo processo de urbanização são responsáveis pelo aumento da temperatura do ar. Tal fato tem como resultado temperatura maiores nos centros das cidades do que nas áreas circundantes formando as chamadas ilha de calor (LOMBARDO, 1985).

As temperaturas anuais em Belém, apresentam pouca variabilidade térmica durante o ano, mantendo-se em torno de 25oC e 27oC (2015), com média anual de 26oC. conforme pode ser visto no Gráfico 1. Sua baixa altitude e sua posição geográfica, localizada próxima à linha do Equador, permite com que a cidade de Belém permaneça com temperatura sempre elevada.

Gráfico 1: Temperatura anual de Belém – PA (2015).



Fonte: INMET – 2016.¹⁸

¹⁸ Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso: 26 de março de 2016 às 21:29hrs.

O clima tropical quente-úmido favorece processos como os de evapotranspiração, porém lentamente, fazendo com que a sazonalidade pluviométrica seja pouco variável no decorrer do ano (cerca de 2.700 mm/ano pelo INMET nos últimos 5 anos), atingindo valores mais elevados entre os meses de janeiro e maio (ARAUJO JR. 2013), os quais, em associação com a instalação de assentamentos precários em áreas de risco e grande densidade ocupacional próxima a canais de drenagem, agravam os problemas de alagamento. A umidade relativa do ar, superior a 82% (Ver Gráfico 2) favorece a formação de chuvas de convecção que são provocadas pela intensa evapotranspiração de superfícies úmidas e aquecidas, cuja queda ocorre após a insolação máxima diurna (PENTEADO, 1968). Os valores mais elevados de umidade do ar ocorreram nos meses de maior pluviosidade, entre os meses de fevereiro a maio, conforme pode ser visto nos Gráficos 2 e 3.

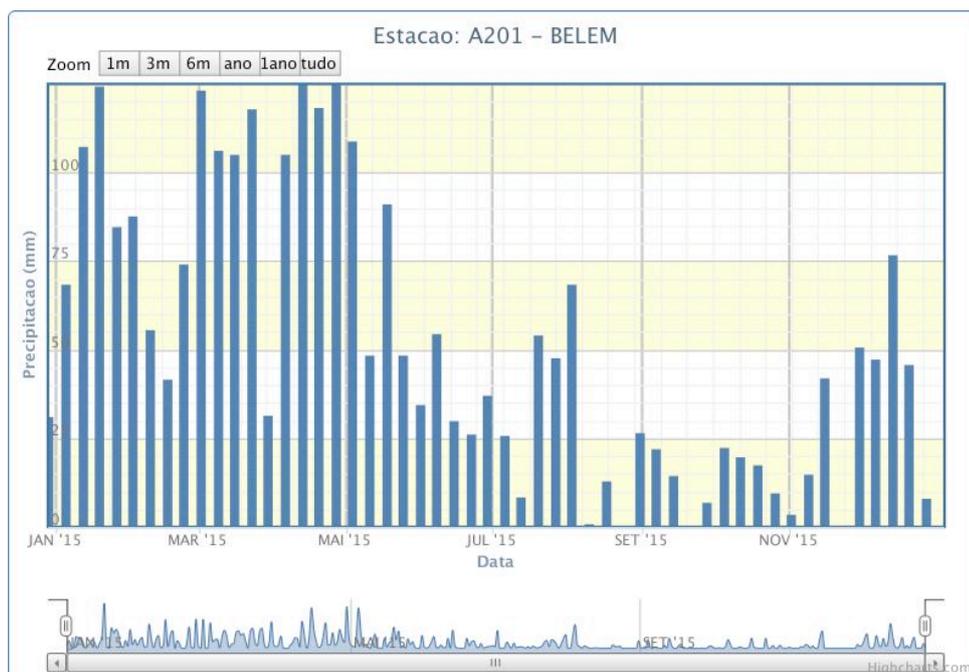
Gráfico 2: Umidade relativa do ar. Belém – PA (2015).



Fonte: INMET -2016¹⁹.

¹⁹ Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso: 26 de março de 2016 às 21:36hras

Gráfico 3: Precipitação anual de Belém (2015).



Fonte: INMET - 2016.²⁰

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 apud FARIAS, 2014).

A variabilidade climática contribui diretamente para a intensificação dos alagamentos e do processo de erosão do solo. A forma mais comum de erosão é a perda da camada superficial do solo pela ação do vento ou da água. O deslocamento de partículas pelo vento é mais habitual em climas árido e semi-árido, do que sob condições úmidas, como no caso da cidade de Belém. Outra forma de erosão consiste na perda da camada superior e de nutrientes do solo, além do desgaste do terreno, proveniente da erosão hídrica. Isto se deve, principalmente, ao alto índice de precipitação somado à remoção da cobertura vegetal que atua como uma camada

²⁰ Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso: 26 de março de 2016 às 21:31hras.

protetora, podendo resultar na destruição das margens de rios e deslizamentos. A respeito dos alagamentos, estes podem ser provenientes de chuvas intensas e prolongadas, bem como a elevação do nível das marés, e por vezes da combinação destes dois fatores.

Apesar de as mudanças climáticas exercerem grande 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 (FARIAS, 2012.p.46).

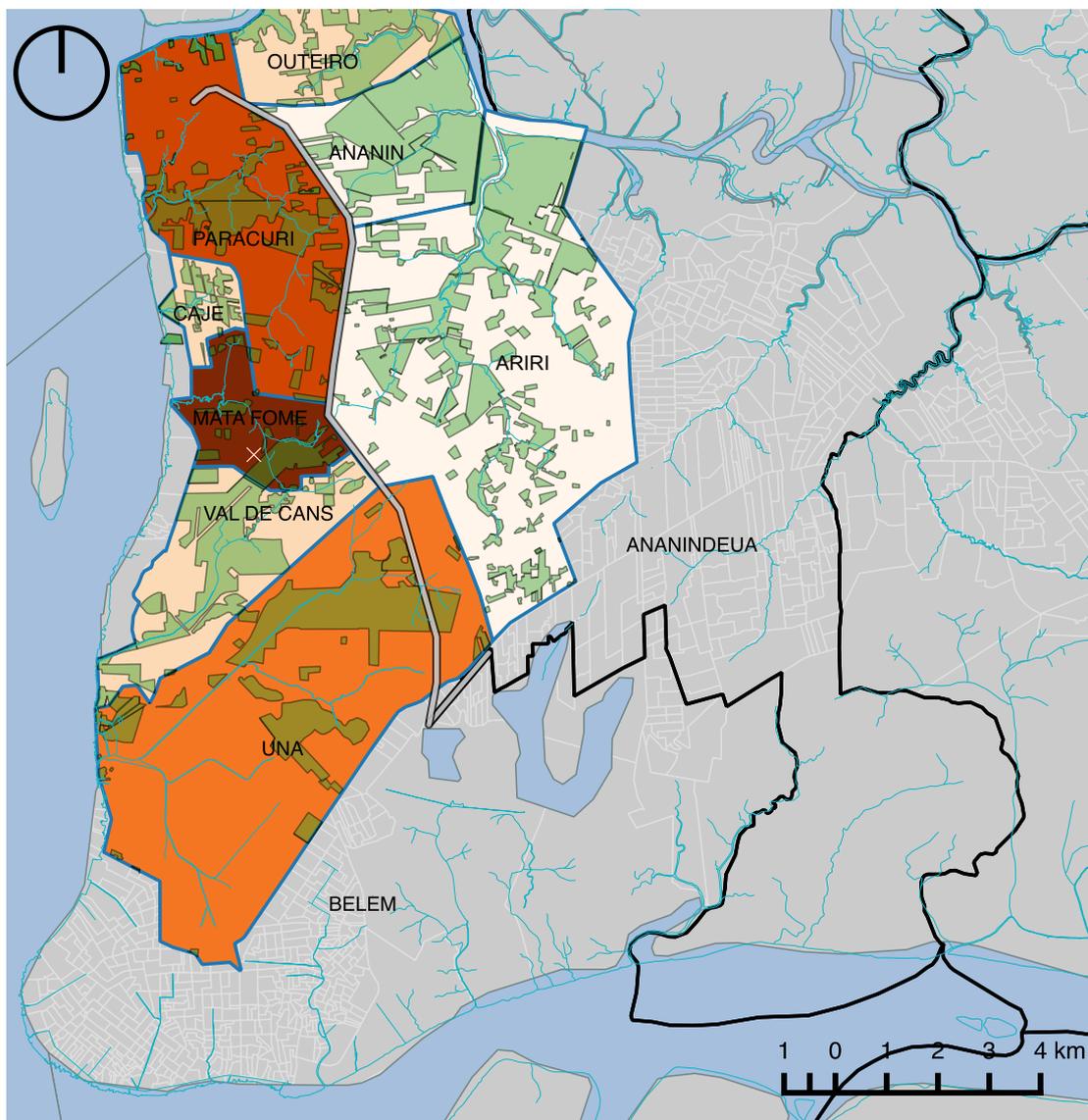
No caso da área de expansão da cidade de Belém, quando a precipitação é intensa, o solo fica saturado perdendo a capacidade de infiltrar a água, parte do volume escoar para o sistema de drenagem, o qual muitas vezes não consegue suprir a demanda, o volume de água que não é drenado ocupa a várzea alagando as áreas próximas aos rios. Estas áreas, geralmente apresentam como agravante a elevada concentração populacional e habitações muito precárias. Na medida em que a população impermeabiliza o solo para a construção dessas habitações, ocorre o aumento do volume da água através de dutos e canais devido a impermeabilização do solo. Dependendo da declividade do relevo, ocasiona o aumento da velocidade de água que chega ao sistema de drenagem, resultando no aumento da frequência dos alagamentos. Isto posto, o relevo passa a exercer grande influência no escoamento das águas pluviais, sendo a declividade um dos principais responsáveis pelas perdas de solo e pelo alagamento de determinadas áreas.

3.4.2.2 | Declividade

A declividade é expressa normalmente como porcentagem (%), como uma razão entre a variação da altitude e a distância horizontal que há entre dois pontos, ou um ângulo (MASCARO, 2008. p.39)

Mascaró (2008) explica que as declividades ideais são as de níveis médios, situam-se 2% e 8%. Declividades menores, que aliás são amplamente encontradas nas bacias hidrográficas da RMB criam problemas de sedimentação pela baixa velocidade das águas, alagando facilmente enquanto declividades maiores que 8% aumentam a velocidade, resultando em um processo erosivo ou em fonte de descargas, como impacto sobre terras a jusante. O alagamento e a erosão terão como condicionante sua declividade, sua permeabilidade e o revestimento do solo. Em contrapartida, em sua pesquisa na bacia do rio Potomac, McHarg (1971) determina parâmetros adequados para a urbanização. Para o autor, o relevo deve ter inclinação inferior a 5%, não deve estar localizado em planícies de inundações de 50 anos e não deve localizar-se em uma área importante de recarga de aquífero, dentre outros. Ademais, McHarg (1971) classifica um relevo com baixa declividade quando este apresenta uma inclinação inferior a 5%, um relevo com uma declividade moderada quando este apresenta uma inclinação entre 5% e 15% e um relevo com declividade elevada quando este apresenta uma inclinação entre 15% a 25%. Isto posto, para essa pesquisa serão utilizados valores médios, levando em consideração as análises dos dois autores, classificando a declividade inferior a 5% como baixa, entre 5% e 12% como moderada e a partir de 20% como elevada. A imagem 27 e a Tabela 4 apresentam a declividade por bacia hidrográfica.

Imagem 27: Declividade por bacia hidrográfica.



Legenda

— Avenida Augusto Montenegro

— BR-316

— CursoDagua

■ Áreas Permeáveis

□ Malha Urbana

▭ Delimitação dos municípios

■ Hidrografia

Declividade por bacia hidrográfica

■ 0.16% - 0.50%

■ 0.50% - 1.0%

■ 1.0% - 1.5%

■ 1.5% - 2.0%

■ 2.0% - 2.5%

■ 2.5% - 2.9%

TABELA 4: Declividade média das bacias hidrográficas localizadas na Avenida Augusto Montenegro, Belém - PA.

BACIA HIDROGRÁFICA	DECLIVIDADE MÉDIA
Una	1,80%
Val de Cans	0,62%
Mata Fome	2,90%
Cajé	0,61%
Paracuri	2,30%
Ariri	0,16%
Ananin	0,45%
Outeiro	0,65%

Fonte: PONTE et al (2015).

Após analisarmos em conjunto a permeabilidade e a declividade de cada bacia estudada, foi possível ter uma visão minuciosa sobre suas características individuais e estabelecer o padrão de escoamento e Infiltração de água. Com isso, foi possível elaborar a Tabela 5.

TABELA 5: Análise do escoamento e infiltração de água.

Bacia	Densidade	Permeabilidade	Áreas Permeáveis	Declividade Média	Disposição	Escoamento de água	Infiltração de água
Una	140,1	18,70%	Dispersas	1,80%	Cristas	Dificuldade	Dificuldade
Val de Cans	68,78	42,80%	Concentrada	0,62%	Vales	Dificuldade	Facilidade
Mata Fome	62,11	24,70%	Dispersa	2,90%	Cristas	Facilidade	Dificuldade
Cajé	148,58	38,29%	Concentrada	0,61%	Cristas	Dificuldade	Dificuldade
Paracuri	73,88	24,33%	Concentrada	2,30%	Vales	Facilidade	Dificuldade
Ariri	69,55	31,02%	Dispersa	0,16%	Média	Dificuldade	Dificuldade
Ananin	28,4	66,71%	Concentrada	0,45%	Cristas	Dificuldade	Facilidade
Outeiro	43,37	47,54%	Dispersa	0,65%	Vales	Dificuldade	Facilidade

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Em um primeiro momento, observou-se que a grande maioria de suas áreas permeáveis, correspondem a várzeas, estas estão demasiadamente ocupada por aglomerados subnormais, um fator preocupante.

A bacia do Una, a mais populosa da região metropolitana, com mais de 500 mil habitantes possui aproximadamente 19% de áreas permeáveis, dispersas e fragmentadas que se dispõem em cotas mais elevadas (cristas). Esta bacia apresenta áreas planas extensas, o que é justificado pelas obras de aterramento ocorridas na bacia com o objetivo de “criar” espaço urbano, mencionado anteriormente. A sua densidade demográfica, somada a às poucas áreas permeáveis disponíveis, impedem a infiltração da água no solo. Tal fato é agravado pela existência de áreas planas extensas e uma declividade não-funcional de 1,8%, resultando em dificuldades no escoamento de água. A bacia de Val-de-Cans possui uma declividade baixa de 0,62%, cerca de 43% de áreas permeáveis próximas uma das outras que se dispõem em vales, além de possuir grande parte de seus terrenos planos, esta caracterização se dá pela presença do aeroporto de Belém que restringe tanto edificações de entorno quanto estabelece uma área verde de proteção ao seu redor. Estes fatores restringem a densidade demográfica da região de aproximadamente 70 hab/ha. Portanto, por ter uma declividade média relativamente baixa, pode ocorrer dificuldades no escoamento da água, por outro lado, sua baixa densidade demográfica somado ao percentual de áreas permeáveis concentradas em vales próximo à 50%, resulta em uma boa infiltração próximos a várzea,.

Dentre as bacias estudadas, a bacia do Mata-Fome possui a maior declividade média, 2,9%, entretanto, possui áreas planas extensas, onde se aponta a presença de construções de conjuntos habitacionais. Além disso, possui cerca de 25% de área permeável dispersa, disposta em cristas. Sua densidade populacional média, de 62,11 hab/ha somada à declividade considerada funcional e a uma permeabilidade considerada aceitável (superior a 20%) permite com que a água escoe sem maiores dificuldades, entretanto, o fato das áreas permeáveis estarem dispostas em cristas, podem dificultar o processo de infiltração. A bacia do Cajé possui uma densidade

relativamente alta de 148 hab/ha. Possui aproximadamente 38% de área permeável concentrada, disposta em cristas. Sua declividade é relativamente baixa, 0,61%. Apesar de ter uma permeabilidade considerada aceitável, sua disposição em cristas, a densidade demográfica e a declividade baixa do relevo resulta em dificuldades de escoamento.

A bacia do Paracuri possui cerca de 24% de área permeável concentrada, disposta no vale da bacia, isto é, sua porção mais baixa. A área paralela ao rio é considerada APP. Segundo o Código Florestal (Lei no 12.651/2012), trata-se de área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Entretanto é tomada por aglomerados subnormais. Apesar de ter uma declividade alta em relação as demais bacias, de aproximadamente 2,3% e uma densidade populacional mediana, de 73,88 hab/ha, a proximidade do corpo d'água torna-se um problema, pois as cheias são inevitáveis, o que é agravado pela presença de aglomerados subnormais ocupando a várzea, resultando em muitos prejuízos a população devido ao alagamento; A bacia do rio Ariri possui cerca de 31% de área permeável dispersas em cotas medianas. Localizada em dois municípios, Belém e Ananindeua. A densidade populacional é de 69,5 hab/ha, considerada média para o padrão metropolitano de Belém. Entretanto, possui declividade muito baixa, 0,16% resultando em dificuldades no escoamento e alagamentos potenciais.

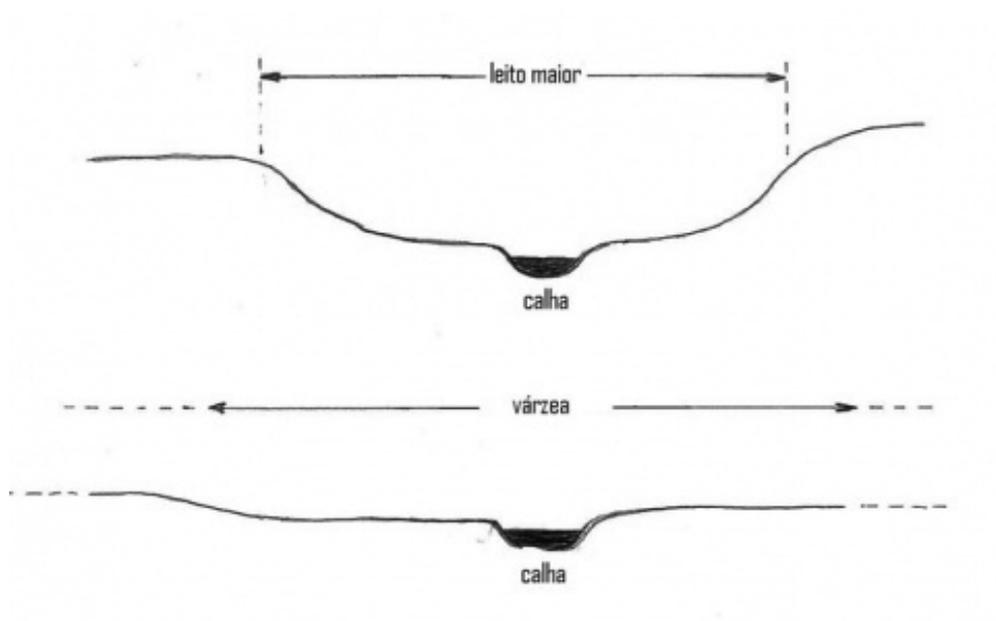
A bacia do rio Ananin com densidade demográfica baixa de 28,4 hab/ha possui aproximadamente 66% de áreas permeáveis dispersas localizadas na crista. A bacia do Outeiro com densidade demográfica baixa de 43,37 hab/ha possui cerca de 48% de áreas permeáveis dispersas localizadas no vale, é cortadas pelo Rio Maguari. Por terem uma declividade relativamente baixa, 0,45% e 0,65%, respectivamente, ambas as bacias podem ter dificuldades de escoamento, todavia, a presença de áreas permeáveis próximas ou superiores a 50% somada à baixa densidade demográfica, resulta na infiltração da água da superfície rapidamente.

Para melhor compreensão do tema, o esquema elaborado por Valente (2009) evidencia o comportamento hídrico durante o aumento das vazões do rio (ver imagem 28). Nas regiões que apresentam uma declividade média (entre 5% e 12%) tem-se a calha do rio, por onde a água circula na maior parte do tempo, e uma área adjacente denominado leito expandido ou leito maior. Nas regiões planas ou com uma declividade pequena (abaixo de 5%) o leito expandido é menos definido. Valente (2009) explica:

Quando o aumento de vazões ficam restritos a calha, temos as cheias. Quando extravasam a calha, ocupando, em parte ou no todo, o leito maior ou várzea, temos as enchentes. Até ai estamos diante de fenômenos naturais. Mas o que faz o homem? Ocupa leitos maiores e as várzeas com construções e plantações. As enchentes vêm e cobrem tudo com água, são as inundações [...].

Pelo dito até aqui, cheias, enchentes e inundações são resultados de comportamentos de cursos d'água (córregos, ribeirões e rios). Já em relação aos alagamentos, preferimos defini-los como acúmulos de água formados pelas enxurradas, que são escoamentos superficiais provocados por chuvas intensas e em áreas total ou parcialmente impermeabilizadas.

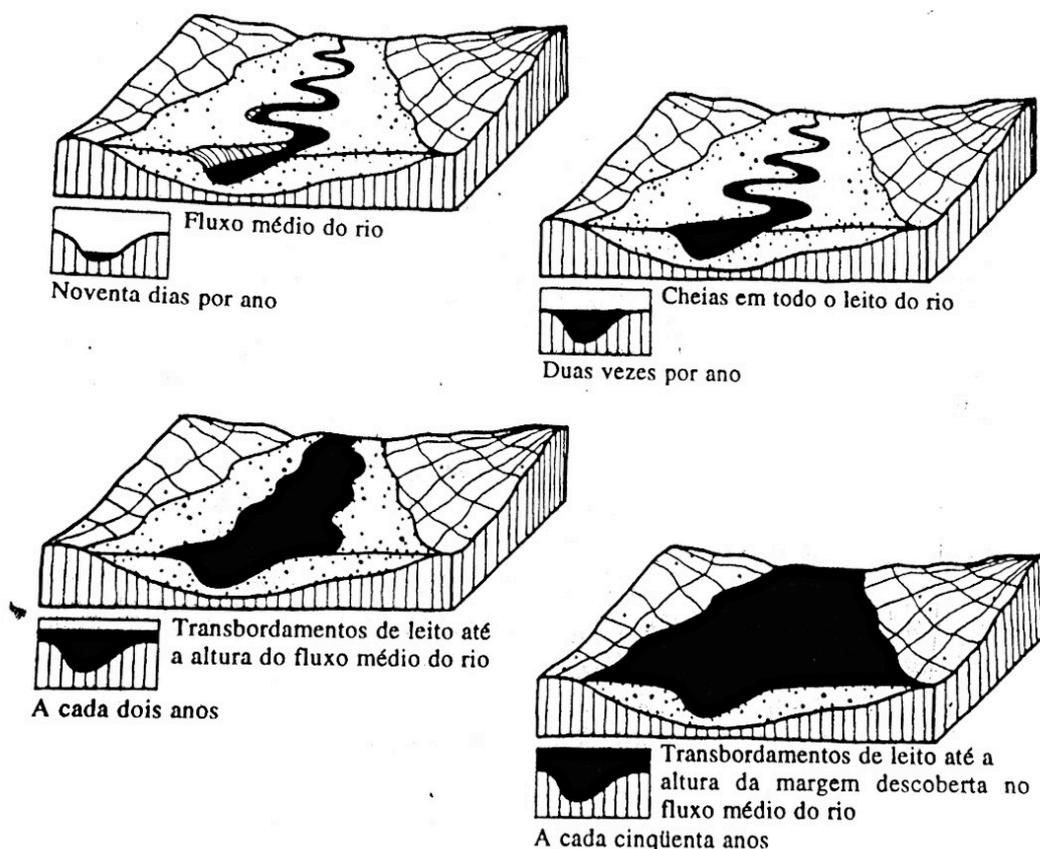
Imagem 28: Comportamento hídrico em regiões com diferentes declividades.



Fonte: Extraído de VALENTE, 2009.

Spirn (1984) explica que o rio e a várzea são uma unidade. A várzea é uma área relativamente plana na qual o rio se movimenta, e na qual transbordam regularmente quando ocorrem as inundações. A forma e o tamanho do leito do leito natural de um rio refletem o tamanho e a frequência das inundações aos quais ele está sujeito (idem, op.cit). Conforme veremos a diante (imagem 29), na maior parte do ano, o rio restringe-se ao fluxo médio, duas vezes por ano, geralmente no período de chuvas mais intensas, o rio preenche seu leito, transbordando suas margens, ocasionando em cheias. A cada dois anos, o rio transborda até a altura do fluxo médio do rio, resultando em enchentes e a cada cinquenta anos, o rio transborda até a altura da margem descoberta.

Imagem 29: A dinâmica de uma várzea.

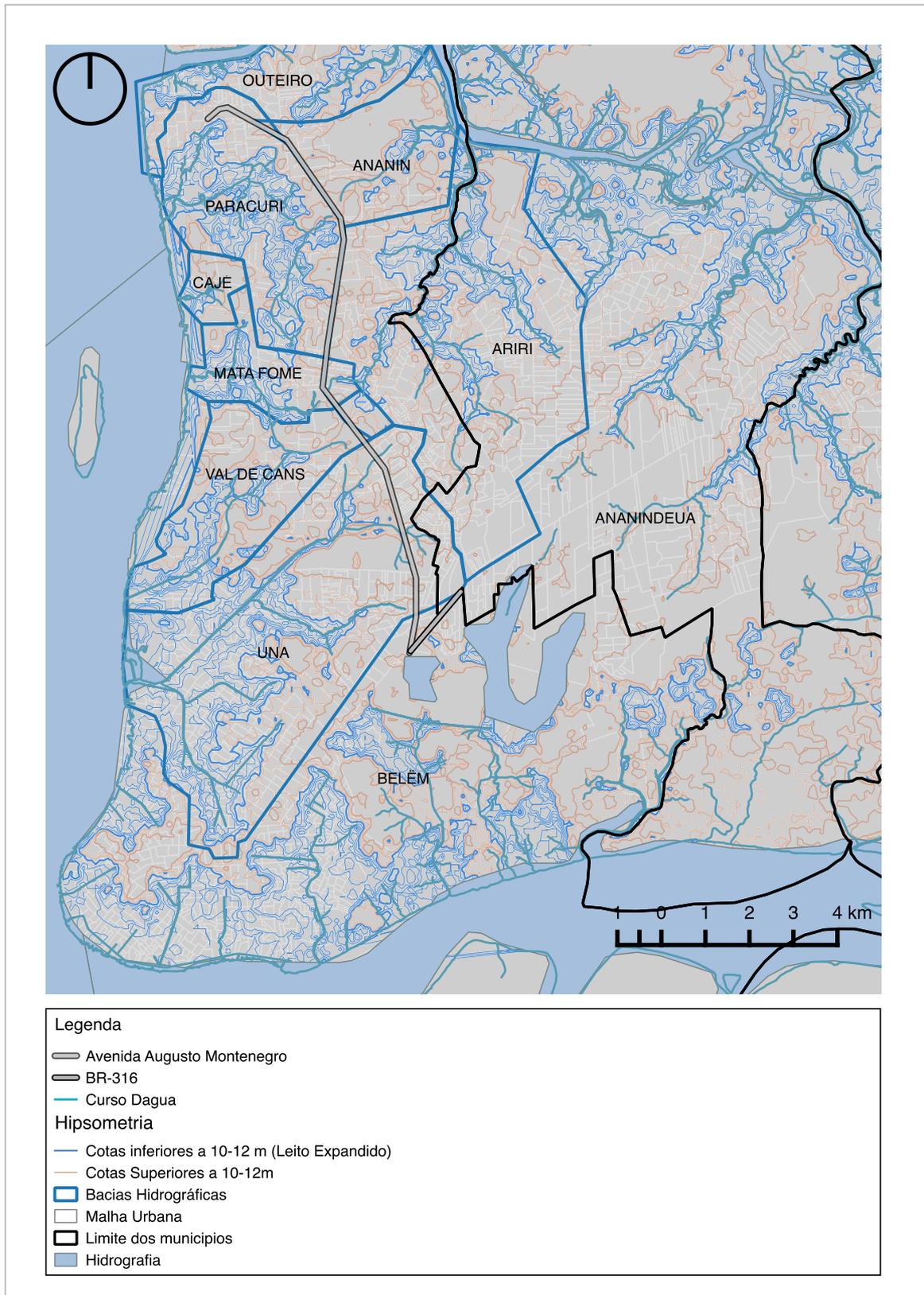


Fonte: Extraído de SPIRN, 1984

As cheias são fenômenos naturais e sazonais, entretanto, o adensamento das cidades interferem nos padrões naturais de inundação, alterando-os de forma a ampliar sua magnitude e frequência, resultando em maiores riscos (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011). Quando ocorre a retirada da vegetação nativa de várzea, geralmente por ocupações informais, a capacidade de conter as águas das cheias é comprometida. Spirn (1984) explica que muitas vezes a população instalada nas margens dos rios constrói estruturas de proteção e controle de cheias. As represas e diques construídos minimizam frequentemente os danos das enchentes, o que acaba dando uma ilusão de segurança à população que passa a adensar ainda mais a área. Quando essas obras de proteção falham, ou são ultrapassadas por grandes tempestades, a população ali instalada sofre grandes perdas e danos materiais.

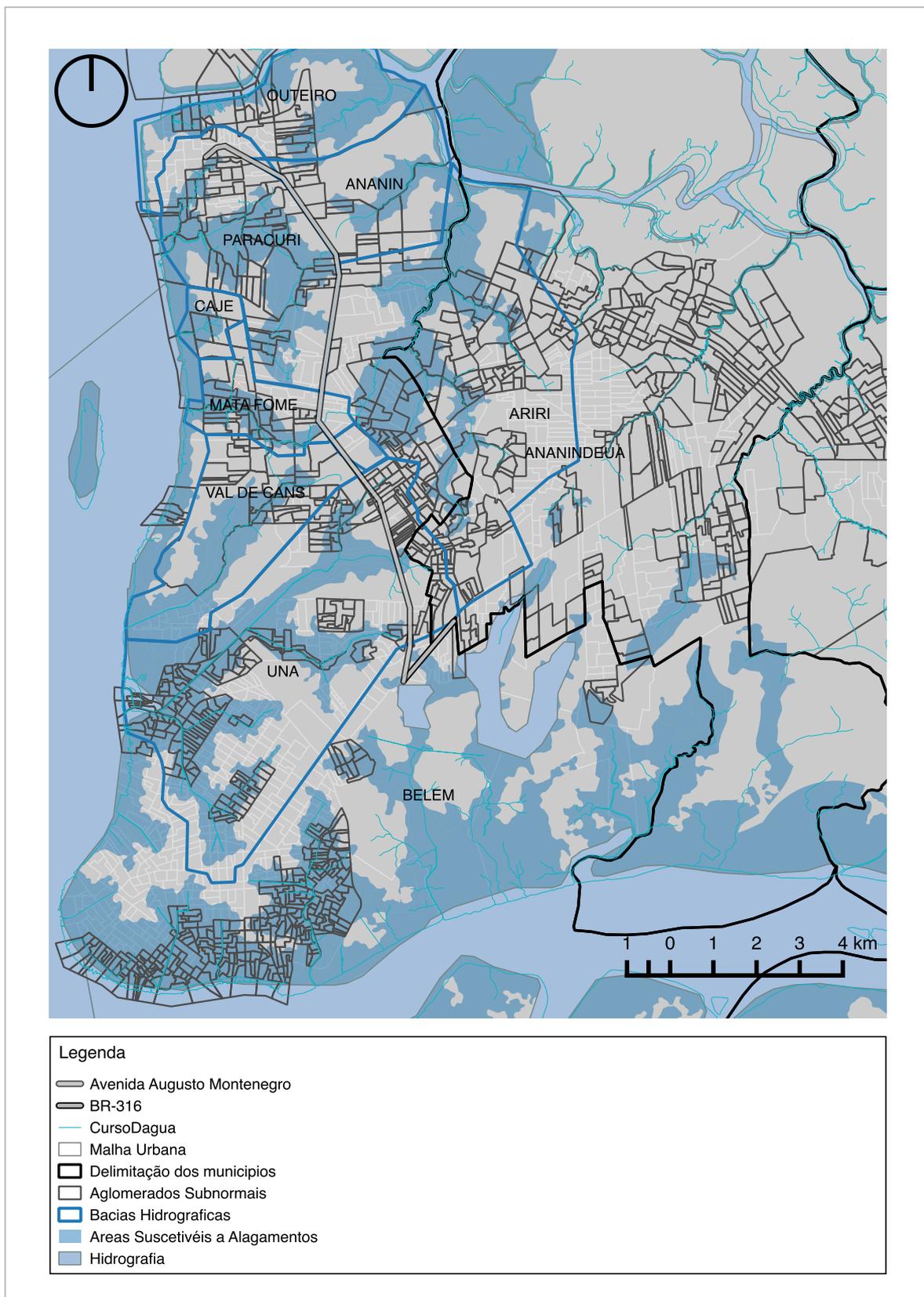
Com base nos parâmetros usados por Spirn (1984) (*O jardim de granito*) e Mascaró (2008) (*infraestrutura da paisagem*) é possível detectar a mancha de alagamento dos rios localizados na RMB (Ver imagem 30). Considerando a função da impermeabilização em áreas urbanas, em áreas com declividades inferiores a 0,5% a água da chuva não escoar, empoça; em áreas com declividades entre 0,5% e 1,9%, por serem declividades pequenas, só terão escoamento de águas de chuva se pavimentadas ou adequadamente drenadas e em áreas com declividades superiores a 2%, as declividades escoam bem. Na imagem 31, foram identificadas as cotas inferiores a 10m -12m de altitude média em relação ao nível do mar como suscetíveis a alagamentos no que diz respeito à área de expansão da cidade de Belém, onde é possível encontrar um número significativo de aglomerados subnormais.

Imagem 30: Análise da Mancha de alagamento RMB - PA.



Fonte: IDESP (2009)/CPMR(2015).

Imagem 31: Áreas Susceptíveis a Alagamentos. Belém - PA.



Fonte: IDESP (2009)/CPRM(2015).

Após as alterações de uso do solo causadas pela ocupação urbana, a canalização é adotada como uma medida mitigadora aos efeitos da urbanização sobre as bacias hidrográficas metropolitanas (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011). Com o objetivo de escoar rapidamente as águas pluviais, substituindo caminhos naturais, acaba por vezes apenas transferindo a inundação de um lugar para outro (*idem*, op.cit). Entretanto, com o passar do tempo, a urbanização toma conta das bacias, tornando-as impermeáveis. Essa expansão sobrecarrega o sistema como um todo e a rede de drenagem começa a falhar. A partir deste momento, a transferência de escoamentos já não pode ser feita sem afetar parte das águas e a própria urbanização limita o alagamento dos canais (*idem*, op.cit). Os alagamentos são resultado de falhas na rede de drenagem, quando ocorre o acúmulo de água formado pelo escoamento superficial provocado por chuvas intensas em áreas total ou parcialmente impermeabilizada (VALENTE, 2009).

[...] o processo de urbanização resulta em taxas muito altas de impermeabilização e de densidade demográfica, com a ocupação generalizada da bacia, inclusive de áreas naturalmente sujeita a enchentes." (CARNEIRO;MIGUEZ, 2011.p.17).

Tal fato tende a resultar na redução da capacidade de infiltração superficial e profunda da bacia e aumento do fluxo e da velocidade do escoamento artificial, o que é agravado pela retirada da cobertura vegetal. Nestes casos, o quadro de alagamento é crítico, a ausência de áreas livres e a carência de infraestrutura em áreas adensadas sobrecarregam a infraestrutura urbana e aumentam os custos referente a intervenções corretivas (CARNEIRO;MIGUEZ, 2011). Como consequência, o leque de medidas para controle de cheias torna-se limitado, tanto sob o ponto de vista de disponibilidade de áreas físicas adequadas para edificação como em termos de capacidade de investimento pelo poder público (*idem*, op.cit).

Durante os episódios de alagamentos, há outro impacto que vem preocupando as autoridades, a ocorrência de casos de doenças de veiculação hídrica, tais como cólera, leptospirose, e febre tifoide. Durante esses eventos, resíduos sólidos e dejetos são transportados pela água até os cursos d'água, tornando a água imprópria

para consumo. A ausência ou ineficácia do sistema de saneamento contribui para o agravamento do quadro. Embora os impactos dos alagamentos 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 distintas em função: das características do território em que vivem. Também são fatores influentes, os de impactos específicos sobre um determinado recurso natural, pelas desigualdades sociais e, pelo acesso a serviços básicos, tais como saúde, segurança, educação e infraestrutura (MILANEZ; FONSECA, 2010 apud FARIAS, 2012).

A elevada concentração populacional e desigualdades sociais em áreas suscetíveis a problemas ambientais que são frequentemente ocupadas pela população mais pobre e carente de serviços básicos contribui para a elevação da vulnerabilidade e limitam a capacidade de resposta adaptativa da população aos impactos (NOBRE et al., 2010; MILANEZ; FONSECA, 2010; MARTINS, 2010 apud FARIAS, 2012). A redução da vulnerabilidade e a amenização do grau de degradação precisa envolver reformas culturais, institucionais e a efetiva utilização de técnicas de engenharia sanitária e ambiental articuladas com iniciativas integradas de planejamento e uso do solo e gestão de recursos hídricos, o que poderia representar enormes avanços na conservação e proteção de mananciais, no controle de inundações (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011) e redução da frequência dos alagamentos. A ausência de política social e habitacional que priorize as populações menos assistidas tende a agravar o quadro.

4 | PLANOS E MEDIDAS

4.1 | Medidas de Controle de Cheias Urbanas

Os alagamentos representam um grave problema para a população residente na cidade de Belém, principalmente para os habitantes da periferia, ou denominada área de expansão da cidade. Como foi visto no capítulo anterior, um conjunto de fatores está relacionado à ocorrência de alagamentos, entretanto, destaca-se a concentração de terras, resultante da falta de regulação às propriedades privadas; o descaso do governo que permite com que a população mais pobre more precariamente, além dos baixos salários somado ao alto preço do aluguel das moradias, o que impossibilita o acesso desta mesma população, restando apenas áreas inadequadas e sem infraestrutura para habitação, resultando na ocupação de margem de rios. A prevenção da ocorrência de alagamentos é um problema complexo pois envolve ações integradas e multidisciplinares sobre as bacias hidrográficas. Diversas medidas de controle de cheias urbanas são adotadas, em geral, com caráter corretivo. Isto implica em medidas a *posteriori*, pós evento. Tais medidas são classificadas, em termos de sua concepção básica em medidas estruturais e não-estruturais. As medidas estruturais correspondem a obras que visem a correção/prevenção dos problemas decorrente de enchentes, criando na cidade um ambiente previsível de fluxos de drenagem artificializados, amplamente dependentes de sistemas estruturais de retenção, escoamento, barramento, armazenamento; cria-se uma espécie de “novo” regime hidrológico nas bacias urbanas quando se implanta um sistema convencional, estrutural.

As medidas não estruturais visam a prevenção através da introdução de normas e regulamentos, tais como o zoneamento de áreas de inundação, educação ambiental, lei de parcelamento e uso do solo; são usualmente classificadas como medidas não-estruturais o emprego, também apelidado de “compreensivo”, de pedra, madeiras, vegetação, lonas e mantas e tirantes metálicos como emuladores de redes de infraestrutura convencionais, ou como forma de prover um regime hidrológico urbano alterado, porém menos impactante para a escala geral das bacias.

4.1.1 | Medidas estruturais

As medidas estruturais podem ser classificadas como intensivas e extensivas (CANHOLI, 2014). As medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamento dentro das bacias, com recomposição da cobertura vegetal e controle da erosão do solo ao longo da bacia de drenagem (idem, op.cit). As medidas chamadas intensivas, de acordo com seu objetivo, podem ser de quatro tipos: aceleração do escoamento, armazenamento, Infiltração e desvio de escoamento.

4.1.1.1 | Aceleração do escoamento

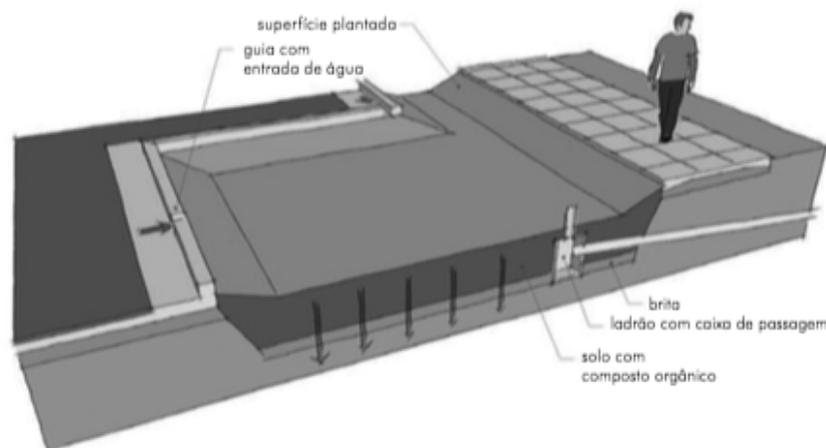
A canalização é a medida tradicional de controle das cheias, ampliando a capacidade do rio, ou condutor em transportar uma determinada vazão, através do aumento da seção transversal do escoamento, do aumento da declividade, com a retificação dos cursos d'água e diminuição da rugosidade de fundo, pela diminuição das irregularidades, remoção da vegetação e etc (CARNEIRO;MIGUEZ, 2011). Trata-se de uma medida eficaz, entretanto tende a transferir os alagamentos de uma área para outra, além disso a canalização pode perder a eficiência em casos de problema de restrição de escoamento, tal como obstrução da rede de drenagem.

4.1.1.2 | Armazenamento

Existem diversos tipos de reservatórios para fins de armazenamento de águas, dentre eles estão os reservatórios de detenção. Seu funcionamento depende da capacidade de armazenamento do reservatório, de modo que parte do volume da cheia é temporariamente detido, sendo drenado por um dispositivo de descarga que restringe a vazão de saída (CARNEIRO;MIGUEZ, 2011). Os reservatórios de detenção (neste caso, em oposição aos de retenção) são originalmente secos, acumulando água apenas durante a passagem das cheias e esvaziam em um momento posterior. Não ocorre

redução total do volume, entretanto, a redistribuição temporal é responsável pela diminuição da vazão de pico (Idem,op.cit) (ver imagem 24). De acordo com Carneiro e Miguez (2011), este armazenamento artificial substitui o que ocorria naturalmente na bacia, pela interceptação vegetal e pelo armazenamento no solo após infiltração, e foi eliminado ou reduzido pelo processo de urbanização. Áreas de estacionamento e parques esportivos podem ser utilizadas para reter parte do volume superficial da área ou suas adjacências, funcionando também como detenções temporárias, desde que no projeto se levem em consideração os critérios de frequência com que se formam as lâminas nas superfícies, o tempo de esvaziamento e altura da lâmina²¹ (Idem, op.cit). (ver imagem 32)

Imagem 32: Reservatório de detenção.



Fonte: Pellegrino, 2008.²²

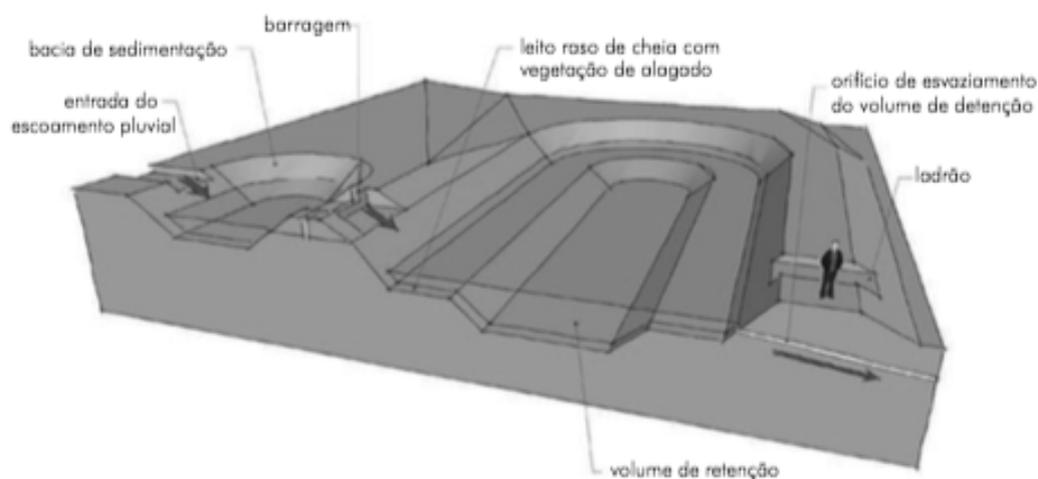
Diferente do reservatório de detenção, o reservatório de retenção é dimensionado para manter uma lâmina d'água mínima permanente, tal característica

²¹ Deve-se evitar que a lâmina seja superior a 20 cm para uma cheia de dez anos de retorno, com esvaziamento de até 30 minutos. A área de armazenamento deve ter uma declividade mínima de 0,5% no sentido do dispositivo de saída, garantindo a total drenagem após a precipitação (AMEC, 2011 apud CARNEIRO; MIGUEZ, 2011. p.124).

²² Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>. Acessado em 25/03/2017 às 21:07h.

permite associar uma função paisagística ao reservatório além de evitar a ocupação indevida da área de armazenagem por habitações subnormais. Entretanto, este reservatório tende a ter menos capacidade de amortecimento pela manutenção de um lago, que diminui os volumes disponíveis (ver imagem 33). O reservatório de retenção tem a função de controlar a vazão máxima, de modo a redistribuir o volume de água no tempo, de forma a tentar manter as condições de vazão máxima pré-existentes na área desenvolvida, regularizando o escoamento (CARNEIRO;MIGUEZ, 2011). Além disso, teria a atribuição de controlar o volume, sendo utilizado para a deposição de sedimentos, diminuindo o risco de assoreamento o sistema de drenagem (idem, op.cit).

Imagem 33: Reservatório de retenção.



Fonte:: Pellegrino, 2008.²³

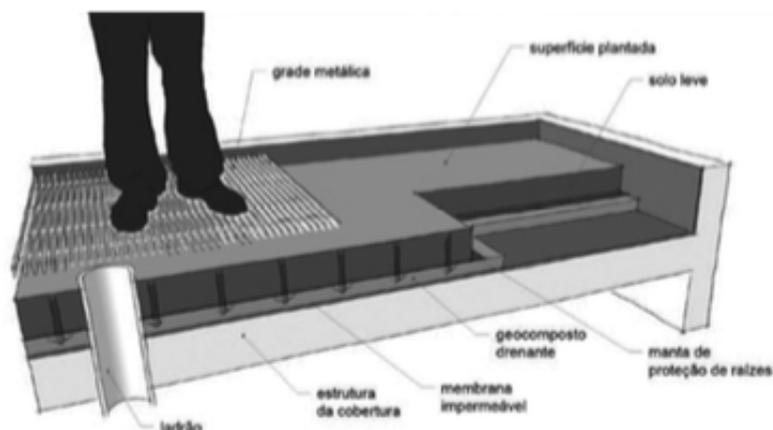
Outro método de armazenamento é o reservatório de lote, dispositivos posicionados de forma distribuída e regular na bacia hidrográfica. Consistem em pequenos “reservatórios de detenção” em lotes urbanizados, que, em conjunto buscam restaurar as condições de escoamento de pré-desenvolvimento da bacia (CANEIRO;MIGUEZ, 2011). Das vantagens dos reservatórios de lote estão o fato de não

²³ Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>. Acessado em 25/03/2017 às 21:01h.

transferirem para a jusante o impacto da urbanização e o fato do sistema ser equitativo, já que coloca a responsabilidade do controle para quem implementa a urbanização. As desvantagens estão no fato dos armazenamentos exigirem manutenção frequente, além de estarem localizados nas partes baixas da bacias, o que sob algumas condições hidrológicas podem aumentar vazão a jusante com hidrogramas retardados (idem, op.cit).

Ademais, o armazenamento de água em telhados pode ser uma alternativa viável, pois funciona como um sistema de amortecimento, reduzindo o escoamento superficial em áreas densamente ocupadas. O armazenamento de água pode ser feito sob o próprio telhado, através da elaboração de um “telhado verde”, onde parte da água fica retida e a outra parte da água é drenada para algum dispositivo auxiliar de infiltração. No entanto, urbanisticamente não produz tanto efeito, a menos que todos sejam ligados em cisternas (Ver imagem 34).

Imagem 34: Telhado Verde.



Fonte: Pellegrino, 2008.²⁴

²⁴ Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>. Acessado em 25/03/2017 às 21:09h.

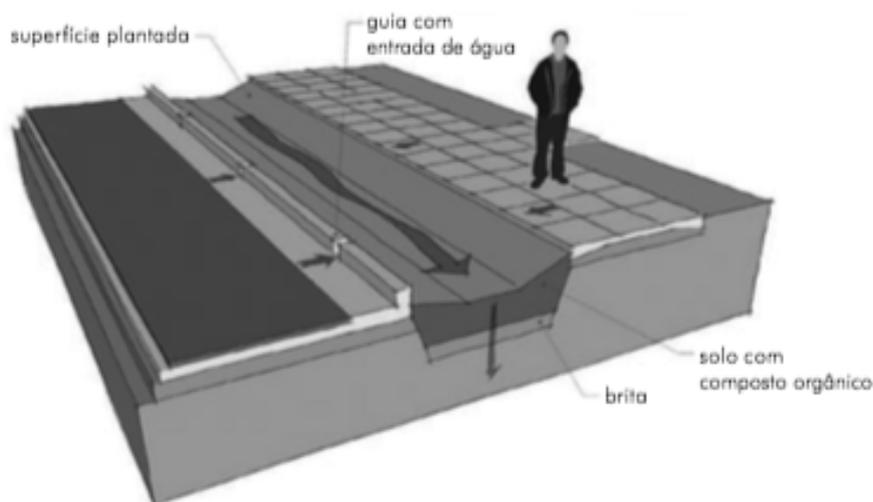
4.1.1.3 | Infiltração

Dentre as medidas de infiltração, destaca-se a revegetação, por demandar uma medida concreta de caráter estruturante. Carneiro e Miguez (2011) afirmam que se essas ações forem executadas em áreas estratégicas, bons resultados poderão ser atingidos na diminuição do escoamento superficial, tais como o consequente aumento da vazão de base da bacia hidrográfica e a redução do processo de erosão do solo da bacia, diminuindo o transporte de sólidos para a macrodrenagem e minimizando o assoreamento, causador de perda de capacidade de descarga da rede de macrodrenagem. Sobretudo nos vales das bacias, onde o arrasto do escoamento costuma ser mais intenso e, portanto, constitui a região de maior criticidade da bacia hidrográfica.

Ações de reflorestamento trazem inúmeros benefícios, como melhoria na qualidade e distribuição da quantidade de água no meio urbano, atenuação do microclima local, aumento de áreas de recreação e lazer, e manutenção de recursos genéticos de flora e fauna (CARNEIRO;MIGUEZ, 2011.p.127).

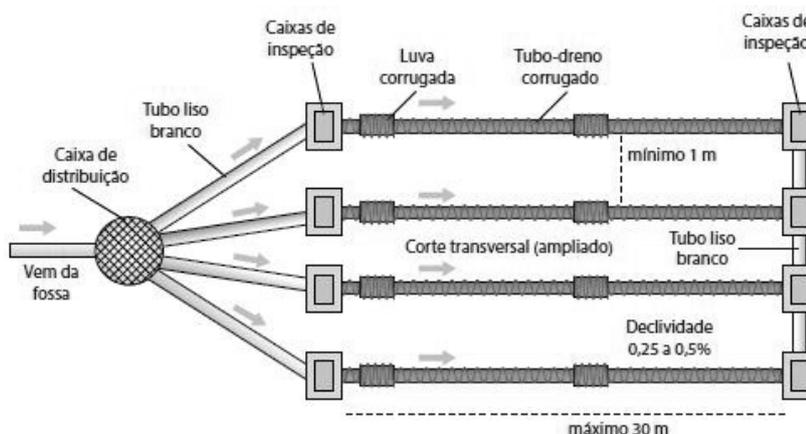
Prosseguindo, outra alternativa bastante utilizada é a vala de infiltração, um dispositivo de drenagem utilizado em seções paralelas às ruas, responsável por concentrar o fluxo de áreas adjacentes permitindo a infiltração ao longo do seu comprimento, funcionando como um reservatório de detenção (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011). Ou as trincheiras de infiltração (imagem 35), constituída por valetas e preenchida por um material granular com porosidade em torno de 35% a 40%, utilizadas com a finalidade de armazenar água por tempo suficiente para a infiltração do solo (ver imagens 35 e 36). Amec (2001 apud CARNEIRO; MIGUEZ, 2011) explica que ao interceptar o escoamento superficial, a trincheira de infiltração propicia a recarga do lençol freático, ajudando a preservar a vazão e a qualidade de água do escoamento superficial, permitindo a remoção de até 80% dos sólidos em suspensão.

Imagem 35: Trincheiras de Infiltração.



Fonte: Pellegrino, 2008.²⁵

Imagem 36: Trincheiras de Infiltração - Engenharia.



Fonte: www.tratamentodeefluentes.wordpress.com, 2014.²⁶

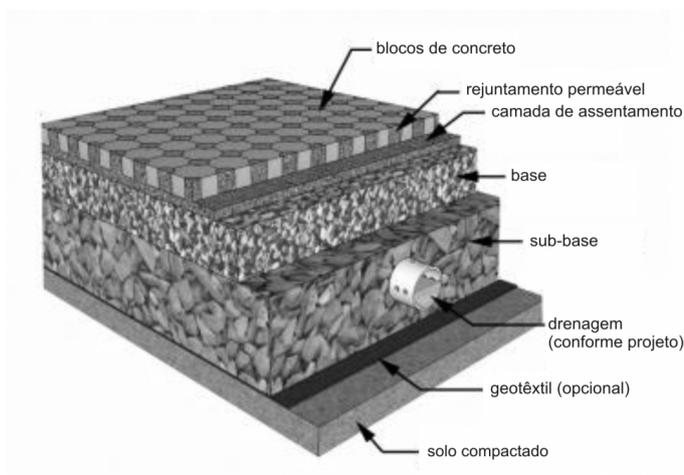
Ademais, o uso de pavimentos permeáveis, tais como asfalto e concreto poroso, blocos de concreto vazado revestidos com material granular, areia ou grama, é uma outra alternativa, tratando-se de dispositivos de infiltração onde o escoamento ocorre pelo revestimento poroso, passa por uma espécie de filtro mecânico e é direcionado

²⁵ Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>. Acessado em 25/03/2017 às 21:10h.

²⁶ Disponível em: <https://tratamentodeefluentes.wordpress.com/tag/vala-de-infiltracao/> Acessado em 20 de março de 2017, às 8:46h.

para um reservatório de pedras (Ver imagem 37). Dentre os benefícios para a aplicação deste dispositivo está o aumento da permeabilidade do solo, podendo ser inseridos em parques, passeios, estacionamentos, quadras e etc. Entretanto, por se tratar de uma alternativa que requer um grande investimento, no Brasil acaba sendo utilizado apenas em condomínios fechados.

Imagem 37: Pavimentos Porosos.



Fonte: www.rhinopisos.com.br, 2017.²⁷

4.1.1.4 | Desvio de Escoamento

Como medidas de desvio de escoamento, destacam-se duas, a instalação de diques marginais e obras de desvio. Os diques marginais, como o nome já diz, margeia o rio, impossibilitando o alagamento das várzeas. De acordo com Carneiro; Miguez (2011) eles podem ser de dois tipos:

- Podem oferecer proteção contra inundações de uma determinada região, sem que haja confinamento do escoamento no rio principal, protegendo-se apenas uma margem do curso d'água, sem elevação do nível d'água.

²⁷ Disponível em : http://www.rhinopisos.com.br/site/instrucoes_de_colocacao/ Acessado em: 24 de março de 2017 às 22:51h.

- Proteção de contra inundações de uma determinada região com confinamento do escoamento e elevação do nível d'água, através do estreitamento da seção transversal do rio.

O projeto e a construção do dique devem ser criteriosos. No caso de ruptura as consequências podem ser desastrosas. Onde há riscos de vida para a população como em bacias urbanizadas, a segurança deve ser associada a medidas não-estruturais como um sistema de previsão e alerta de cheias (idem, op.cit). As obras de desvio tem como objetivo desviar parte do escoamento do curso d'água, em algum ponto, para a proteção de uma região. Esta solução podem ser associadas a diques, sua funcionalidade depende da capacidade da bacia de destino em receber os acréscimos de escoamento (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011). Por se tratar de obras de desvio, questões associadas ao meio-ambiente devem ser cuidadosamente avaliadas (idem,op.cit).

4.1.2 | Medidas Não-Estruturais

As medidas não-estruturais procuram disciplinar e estabelecer limitações para o comportamento da população e atividades econômicas (CANHOLI, 2014). Tais como: Limpeza de logradouro e coleta de lixo regular, capazes de eliminar resíduos sólidos, impedindo que estes sejam carregados durante o escoamento superficial, causando obstrução dos canais; Educação ambiental, sendo vinculada à escolas, centros comunitários, instituições governamentais, pode ser aplicada como uma estratégia de minimização de danos; Sistemas de alerta de enchentes, esta medida que deve ser utilizada de forma complementar às medidas estruturais uma vez que o sistema de alerta de enchentes deve ser utilizado quando as medidas estruturais falham (CARNEIRO; MIGUEZ, 2011); Prevenção contra enchentes, consiste na realização de mudanças em estruturas visando à redução dos danos das enchentes (idem, op.cit);

Além do seguro contra inundações, este permite com que o segurado obtenha proteção econômica para eventuais perdas.

Além das medidas citadas, existem as medidas de caráter urbanístico, tais como o Zoneamento, uma das mais importantes medidas não-estruturais, pois evita ou restringe a ocupação de áreas alagáveis através do mapeamento e delimitação de áreas sujeitas à risco de inundações e vulnerabilidade social, no entanto deve ser acompanhada da observância do direito à moradia digna; Ações de regulamentação de uso e ocupação do solo, que visam prevenir a impermeabilização intensiva da bacia hidrográfica e ocupação de áreas alagáveis; Elaboração de um Plano Municipal de Drenagem. Para a elaboração de um Plano Municipal de Drenagem, deve ser levado em consideração que a unidade de gerenciamento é a bacia hidrográfica, podendo transcender limites administrativos do município (CANHOLI, 2014). A macrodrenagem faz parte da infraestrutura urbana: seu planejamento deve ser multidisciplinar e compatibilizado com outros planos e projetos dos demais serviços públicos, principalmente voltados à gestão das águas urbanas, incluindo abastecimentos públicos e sanitários (CANHOLI, 2014. p.27). O que envolve canais de drenagem naturais e artificiais, ainda que se trate de rios que foram posteriormente retificados.

No que se refere às regiões metropolitanas, o Plano Diretor da macrodrenagem deve uniformizar os procedimentos de análise hidráulico-hidrologica, possibilitando a harmonização das intervenções realizadas pelos órgãos das administrações estadual e municipal e pelas concessionárias, visando alcançar maior eficácia econômica (Canholi, 2014. p.30).

Segundo Wanielista e Yousef (1993 apud CANHOLI, 2014), um abrangente plano de drenagem urbana deve compreender o levantamento das características físicas da bacia de drenagem, a formulação de planos alternativos de controle ou correção de sistemas de drenagem; análise de viabilidade técnica e econômica das alternativas, considerando também os aspectos sociopolíticos e ambientais. Para isso, é

de suma importância a consolidação de um planejamento integrado que englobe políticas preventivas e corretivas de toda a bacia, independente da delimitação do município. Ademais, é preciso dispor de critérios gerais de projetos, operação e manutenção a serem seguidas para o estabelecimento/instalação de sistemas de controle de drenagem urbana. Como os critérios variam de região para região, seria indispensável a prévia consulta dos critérios gerais bem como as legislações pertinentes (CANHOLI, 2014).

Para cada bacia hidrográfica estudada neste trabalho existem alternativas de intervenções específicas. Como será observado na TABELA 6.

TABELA 6: Soluções para minimização das enchentes por bacia hidrográfica.

Bacia	Densidade	Permeabilidade	Declividade Média	Soluções para minimizar as enchentes
Una	140,1	18,70%	1,80%	Revegetação de áreas estratégicas, uso de pequenos reservatórios de retenção em lotes urbanos, substituição de pavimentação por parques ou áreas gramadas. Além de medidas de apoio a população, sistema de alerta de cheias e atendimento a população atendida.
Cajé	148,58	38,29%	0,61%	
Ananin	28,4	66,71%	0,45%	Medidas de caráter preventivo, na intenção de evitar a ocupação de várzeas. Estabelecer o zoneamento de áreas ainda não ocupadas, adotar medidas preventivas a fim de evitar a ocupação de áreas de risco e instalar programas de educação ambiental. Além disso, deve-se aplicar o uso de medidas para a retenção de águas pluviais, tal como valas de infiltração.
Outeiro	43,37	47,54%	0,65%	
Val de Cans	68,78	42,80%	0,62%	
Mata Fome	62,11	24,70%	2,90%	Revegetação de áreas estratégicas e substituição de áreas impermeáveis por áreas verdes e o Uso de trincheiras de infiltração
Paracuri	73,88	24,33%	2,30%	
Ariri	69,55	31,02%	0,16%	O controle institucional de drenagem deve ser realizado através da legislação municipal, sendo estabelecidos padrões mantidos de forma que não sejam transferidos impactos de um município para outro. Ademais devem ser usadas ações conjuntas entre municípios para se manter o planejamento da bacia como um todo.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Para as bacias urbanizadas e consolidadas como o caso da bacia do Una que possui densidade demográfica de 140 hab/ha e permeabilidade em torno de 18%, e da bacia do Cajé, com densidade demográfica de 148,58 hab/ha e permeabilidade em torno de 40%, as alternativas são limitadas. Como não há a possibilidade de renaturalizar a bacia, as soluções para minimizar as enchentes devem ser voltadas para a revegetação de áreas estratégicas; usos pequenos reservatórios de retenção em

lotes urbanos ou em condomínios distribuídos na bacia hidrográfica; substituição de pavimentação por parques ou áreas gramadas; além de medidas de apoio a população, sistema de alerta de cheias e atendimento a população atingida.

Todavia, apesar de ser uma bacia urbanizada, assim como as bacias do Una e do Cajé, na bacia do Mata-Fome, entretanto, com densidade demográfica considerada média, de 62,11 hab/ha, devem ser utilizadas diferentes estratégias, pois a bacia apresenta uma taxa de permeabilidade considerada funcional, em torno de 25%. Nesta bacia, conforme o processo de ocupação urbana foi se consolidando, um dos principais problemas foi a destruição das matas ciliares do rio Mata Fome, resultando no assoreamento no leito do rio. Portanto, para esta bacia, recomenda-se a revegetação da mata ciliar, seguido da limpeza dos canais de drenagem. Do mesmo modo, a bacia do Paracuri, que também possui uma densidade demográfica considerada média, de 73,88 hab/ha e taxa de permeabilidade no limite do aceitável, em torno de 25% apresenta uma condição específica, pois existe a possibilidade de aumentar a permeabilidade da bacia caso houvesse planejamento, com isso seria possível melhorá-la ambientalmente e também em termos habitacionais. Portanto, recomenda-se o uso de trincheiras de infiltração, revegetação de áreas estratégicas e substituição de áreas permeáveis por áreas verdes, parques e praças.

Para as bacias parcialmente urbanizadas como o caso das bacias de Val de Cans com densidade demográfica de 68,78 hab/ha e permeabilidade em torno de 43%, do Ananin, com densidade demográfica de 28,04 hab/ha e permeabilidade em torno de 67% e do Outeiro, com densidade demográfica de 43,37 hab/ha e permeabilidade de 48%, ainda há a possibilidade de se aplicar medidas de caráter preventivo, na intenção de evitar a ocupação de várzeas. Deste modo, deve-se estabelecer o zoneamento de uso e ocupação do solo de áreas ainda não ocupadas, adotar medidas preventivas a fim de evitar a ocupação de áreas de riscos e instalar programas de educação ambiental. Além disso, deve-se aplicar medidas para a retenção de águas pluviais.

No caso específico da bacia do Ariri com densidade demográfica de 69,55 hab/ha e permeabilidade em torno de 31%, por se tratar de uma bacia urbana comum

entre o município de Belém e Ananindeua, esta bacia precisa de uma atenção diferenciada. Em primeiro lugar, o controle institucional de drenagem deve ser realizado através da legislação municipal, sendo estabelecidos padrões a serem mantidos de forma que não sejam transferidos impactos de um município para outro. Ademais, devem ser usadas ações conjuntas entre os municípios para se obter o planejamento da bacia como um todo.

4.2 | Análise da Legislação Urbanística Incidente sobre a Área de Estudo

Para melhor compreensão da realidade encontrada na área de expansão da cidade de Belém, faremos um breve esclarecimento sobre as alterações ocorridas na legislação que regulamenta o controle de uso do solo na área de estudo.

Com a criação das Regiões Metropolitanas em 1973, foi elaborado o Plano de Desenvolvimento da Grande Belém (PDGB) em 1974 e posteriormente, em 1980 o Plano de Estruturação Metropolitana (PEM); o primeiro tinha por objetivo avaliar e propor alternativas a orientação do desenvolvimento e ocupação da área de expansão da Região Metropolitana de Belém, e o segundo, objetivava orientar a estruturação urbana visando gerar empregos e a produção habitacional. A partir do PEM, foi elaborada a lei que regulamentou o domínio municipal, a Lei de Desenvolvimento Urbano (Lei n 7.401/1988). Contudo, deve-se deixar claro que os primeiros planos de desenvolvimento para a RMB tiveram caráter genérico, apesar disso, tiveram importância para futuras leis que viriam a surgir.

O Art. 30 da Constituição de 1988, designou aos municípios a responsabilidade de legislar sobre os assuntos de interesse local, promover adequado ordenamento territorial, mediante ao planejamento e controle de uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Em 1993, foi instituído o Plano Diretor de Belém (Lei no 7.603/1993), este plano atribuía a Avenida Augusto Montenegro a categoria de núcleo expandido que funcionaria como um núcleo embrionário a ser intensificado no sentido de se consolidar um “novo centro” de comércio e serviços. Deste modo, foi definido um

zoneamento especial que estipulava as Zonas Especiais de Interesses Sociais (ZEIS), Zonas Especiais de Preservação (ZEP) e Zonas Especiais Industriais (ZEI). Na área estudada situavam-se cinco ZEIS que deveriam ser destinadas à produção de habitação de interesse social. Estas caracterizavam-se pela precariedade de infraestrutura, padrão socioeconômico de baixa renda, ilegalidade na propriedade ou informalidade na posse da terra e déficit de equipamentos urbanos. De acordo com o Art. 166 da referida lei:

Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), são aquelas destinadas primordialmente à produção e manutenção de habitação de interesse social e serão, pelo menos de 3 tipos:

I – ZEIS-1, onde estão localizadas invasões em áreas de terra firme ou de alagados em terrenos públicos ou particulares;

II – ZEIS-2, onde estão localizados loteamentos privados irregulares;

III – ZEIS-3, localizadas em terrenos vazios, que constituir-se-ão em estoques estratégicos de terras.

Parágrafo 1º – Nas ZEIS-1 há o interesse público de fazer urbanização, regularização jurídica da posse da terra e programas de habitação popular.

Parágrafo 2º – Nas ZEIS-2 há o interesse público de fazer urbanização jurídica do parcelamento e a complementação da infra-estrutura urbana e dos equipamentos comunitários.

Parágrafo 3º – Nas ZEIS-3 há o interesse público de fazer programas habitacionais de interesse social.

O zoneamento especial estipulou coeficientes máximos de aproveitamento, o que foi regulamentado em 1999, com a Lei Complementar de Controle Urbanístico (LCCU) (Lei n 02/1999). Em 2008 foi aprovada a nova Lei do Plano Diretor (Lei no 8655/2008) que instituiu no Art.28:

Lei específica deverá criar instrumento próprio para garantir o direito à moradia da população que habita áreas onde não for viável a regularização urbanística e jurídico-fundiária, como as áreas de

preservação ambiental, de risco, destinadas a usos públicos imprescindíveis e *non aedificandi*, como o leito de cursos d'água, além de instituir um plano de reassentamento, prevendo:

I – as etapas necessárias à recuperação do ambiente desocupado e o processo de reassentamento desta população, assegurando os laços socioeconômicos e de vizinhança da população afetada;

II – a participação dos reassentados em todo o processo de planejamento e implementação da intervenção;

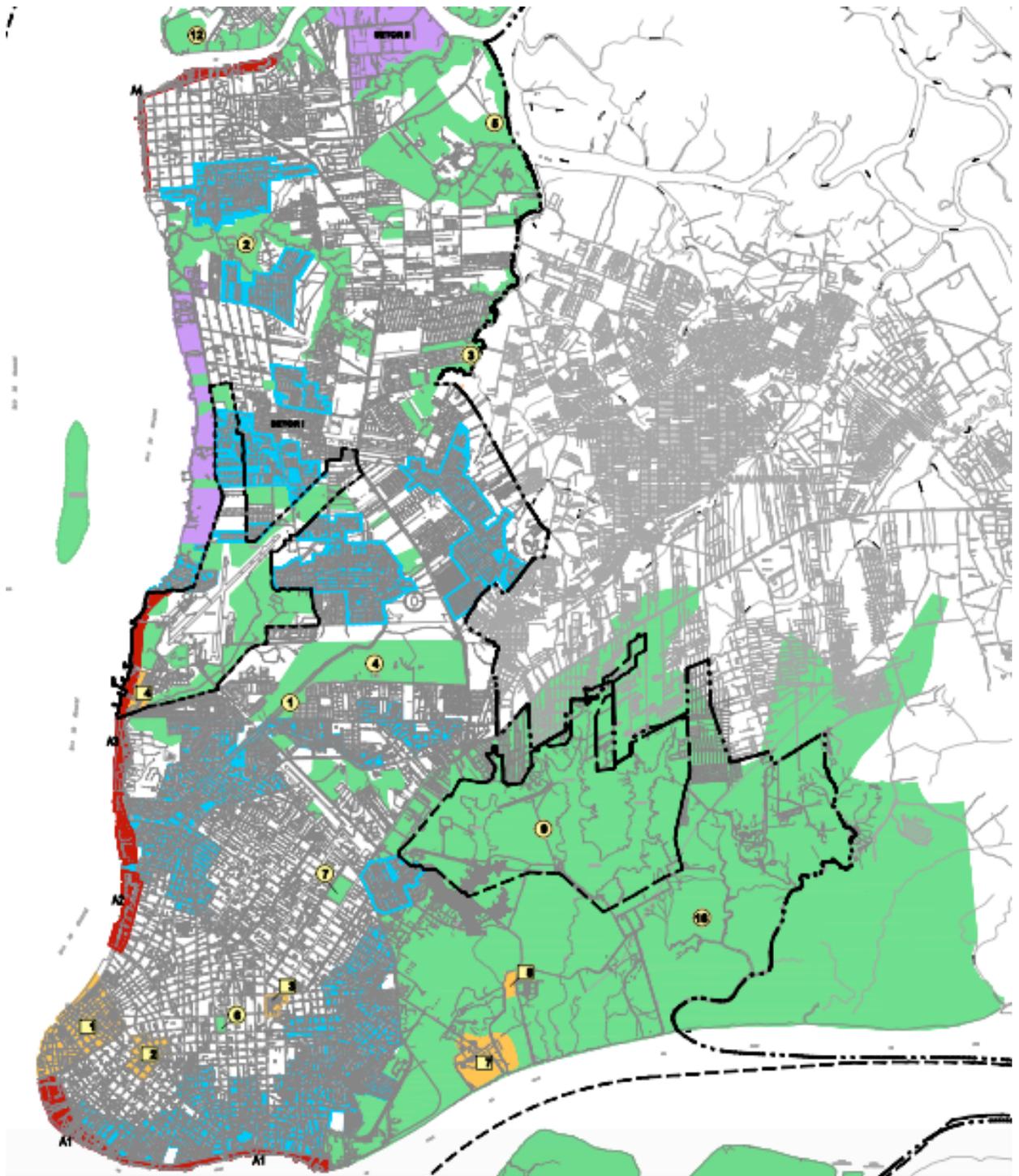
III – a instituição de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS).

Deste modo, o Plano Diretor de 2008 reafirma no Art. 101 a importância das ZEIS:

As Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) são porções do território que devem receber tratamento diferenciado, para viabilizar ações de urbanização, regularização fundiária e habitação, e permitir a melhoria das condições para a permanência da população local [...].

Na imagem 38, as ZEIS são representadas pela cor azul, a cor verde indica a Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA), a cor vermelha indica as Zonas Especiais de Interesse do Patrimônio Histórico Cultural (ZEIP) e a cor lilás indica as Zonas Especiais de Promoção Econômica (ZEPE)..

Imagem 38: Zoneamento Especial.



Fonte: Anexo VI - Belém, Lei n 8.655, de 30 de julho de 2008. Alterado pela autora.

A expansão e o adensamento de assentamentos de baixa renda na Avenida Augusto Montenegro, sem planejamento e sem condições adequadas de infraestrutura tem agravado os problemas ambientais, aumentando as situações de risco. Sendo as ZEIS instrumentos de regulação e controle do uso e ocupação do solo, a partir da previsão de parâmetros urbanísticos e delimitação de áreas para novos parcelamentos, há a possibilidade de regularização de assentamentos precários, o que trará benefícios para os moradores de baixa renda através da consolidação das ocupações, permanência dos moradores e investimentos em infraestrutura urbana, valorizando as áreas adjacente ao eixo da avenida e conseqüentemente a área de expansão da cidade como um todo.

Isto posto, se prevê a necessidade de haver uma subdelimitação de ZEIS, um detalhamento e regulação administrativa, urbanística e jurídica, uma vez que a delimitação estabelecida pelo Plano Diretor de 2008 fora superficial levando em consideração apenas o parcelamento e uso do solo, desconsiderando qualquer estudo e desenvolvimento contínuo, baseado em informações reais sobre as especificidades de cada zona, além de discussões e estratégias para intervenção. Neste sentido, é necessário no Plano de ZEIS que sejam evidenciadas as prioridades políticas e governamentais de planejamento. É preciso trabalhar as ZEIS de forma articulada a outros instrumentos urbanísticos de planejamento e gestão, para tornar mais efetivo a regularização dos assentamentos de interesses sociais. As ZEIS possibilita não apenas consolidar a permanência de populações moradoras de áreas ocupadas informalmente, mas integrar esses processos ao planejamento e controle do solo urbano, com direito a moradia.

Ademais, o Plano Diretor de Belém definiu o zoneamento da cidade em duas macrozonas: sete ZAU (Zonas de Ambiente Urbano) e três ZAN (Zona de Ambiente Natural) (ver imagem 39, 40 e 41). Segundo o Plano Diretor de Belém:

Art. 88 A Zona do Ambiente Urbano 1 (ZAU 1) apresenta ocupação

rarefeita, inexistência de infra-estrutura e presença de vegetação significativa.

[...] Art. 89 A Zona do Ambiente Urbano 2 (ZAU 2) caracteriza-se por apresentar ocupação primordialmente habitacional, infra-estrutura consolidada em parte da zona e inexistente em outra, núcleo habitacional com utilização sazonal, ocupado predominantemente nos finais de semana e férias.

[...] Art. 90 A Zona do Ambiente Urbano 3 (ZAU 3) está dividida nos setores I e II.

§1º. A ZAU 3 – Setor I caracteriza-se pelo traçado regular, com vias largas, grandes lotes, pouca verticalização, eixo comercial e de serviços desenvolvidos ao longo da via principal, potencial turístico e cultural, orla parcialmente urbanizada com atividades portuárias, de lazer e turismo, ocupações irregulares, habitações precárias, tendência para o fracionamento do lote, presença de patrimônio imaterial e material marcante.

[...] §4º. A ZAU 3 – Setor II caracteriza-se pela presença significativa de conjuntos residenciais populares, eixos de comércio e serviços, e infra-estrutura precária.

[...] Art. 91 A Zona do Ambiente Urbano 4 (ZAU 4) caracteriza-se por ter uso predominantemente residencial, atividades econômicas dispersas, presença de núcleos industriais, carência de equipamentos públicos, infra-estrutura não consolidada, terrenos subutilizados ou não utilizados, com ociosidade de grandes áreas, incidência de loteamentos destinados à classe média alta e ocupações precárias.

[...] Art. 92 A Zona do Ambiente Urbano 5 (ZAU 5) caracteriza-se pelo uso predominantemente residencial, com alta densidade populacional, ocupação de comércio e serviço nos principais eixos viários, edificações térreas ou de dois pavimentos, carência de infra-estrutura e equipamentos públicos, alta incidência de ocupação precária, núcleos habitacionais de baixa renda e risco de alagamento.

[...] Art. 93 A Zona do Ambiente Urbano 6 (ZAU 6) divide-se nos setores I, II, III, IV e V.

§1º. A Zona do Ambiente Urbano 6 (ZAU 6) Setor I caracteriza-se por possuir infra-estrutura consolidada e estar em processo de renovação urbana, com inexistência de uso predominante, grande incidência de atividades econômicas, grande número de terrenos ocupados com verticalização, remembramento de lotes e congestionamento do sistema viário.

[...] §4º. A ZAU 6 - Setor II caracteriza-se por ter uso predominantemente

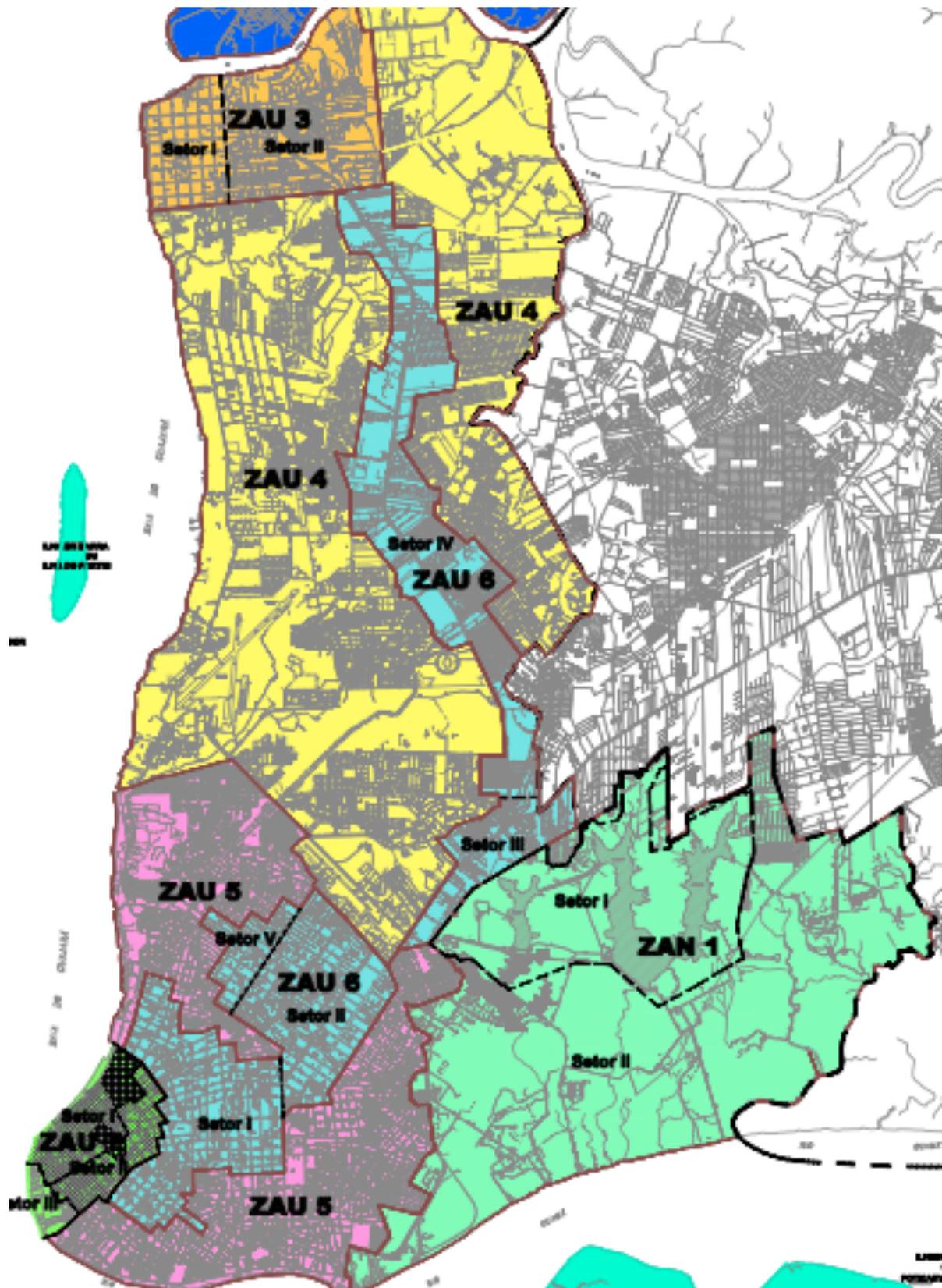
residencial, presença de edificações de interesse histórico e ambiental, atividades econômicas concentradas nos principais eixos de circulação, infra-estrutura consolidada e lotes desocupados ou subutilizados.

[...] §7º. A ZAU 6 - Setor III caracteriza-se pela não predominância de uso, presença de núcleos comerciais diversificados, com alta atratividade e forte tendência ao adensamento, com infra-estrutura e equipamentos públicos insuficientes.

[...] §10. A ZAU 6 - Setor IV caracteriza-se por apresentar predominância de uso residencial, com tendência à verticalização de até quatro pavimentos, condomínios horizontais e por atividades econômicas de porte médio.

[...]§13. A ZAU 6 - Setor V caracteriza-se por apresentar predominância de uso residencial, atividades econômicas concentradas nos principais eixos de circulação, infra-estrutura consolidada e tendência à ocupação de média densidade. [...]

Imagem 39: Zoneamento - Belém PA.



Fonte: Anexo V - Belém, Lei n. 8.655, de 30 de julho de 2008. Alterado pela autora.

Imagem 40: Quadro de Aplicações de Modelos Urbanísticos.

USOS	ZAU1	ZAU2	ZAU3		ZAU4	ZAU5	ZAU6					ZAU 7 Centro Histórico
			SETOR I	SETOR II			SETOR I	SETOR II	SETOR III	SETOR IV	SETOR V	
HABITAÇÃO UNIFAMILIAR	M0 ⁽⁷⁾⁽¹²⁾ M1 ⁽⁷⁾⁽¹²⁾	M0 ⁽⁷⁾⁽¹²⁾ M1 ⁽⁷⁾⁽¹²⁾	M0 ⁽³⁾ M1 ⁽³⁾	M0 ⁽³⁾ M1 ⁽³⁾	M0 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M1 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾	M0 M1	M0 M1	M0 M1	M0 M1	M0 M1	M0 M1	*
HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR	M2 ⁽¹²⁾	M2 ⁽¹²⁾	M2 ⁽³⁾ M3 ⁽³⁾ M4 ⁽³⁾	M2 ⁽³⁾ M3 ⁽³⁾ M4 ⁽³⁾	M2 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M3 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M4 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾	M2 ⁽¹³⁾ M3 ⁽¹³⁾ M4 ⁽¹³⁾	M4 M5	M2 M3 M4 M5 M6	M4	M4	M4	*
COMÉRCIO VAREJISTA/COMÉRCIO ATACADISTA E DEPOSITO	M7 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾ M9 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾ M11 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾	M7 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾ M9 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾ M11 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾ M17 ⁽⁸⁾⁽¹²⁾	M0 ⁽³⁾ M8 ⁽³⁾⁽⁸⁾ M9 ⁽³⁾⁽⁸⁾ M13 ⁽³⁾⁽⁸⁾ M15 ⁽³⁾⁽⁸⁾	M0 ⁽³⁾ M8 ⁽³⁾⁽⁸⁾ M9 ⁽³⁾⁽⁸⁾ M13 ⁽³⁾⁽⁸⁾ M15 ⁽³⁾⁽⁸⁾	M0 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M8 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M9 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M13 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M15 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾	M0 ⁽¹⁾ M8 ⁽¹⁾ M9 ⁽¹⁾⁽²⁾ M13 ⁽¹⁾⁽²⁾ M16 ⁽¹⁾⁽⁴⁾	M0 ⁽⁸⁾ M8 ⁽⁸⁾ M9 ⁽⁸⁾ M14 ⁽⁸⁾ M16 ⁽⁸⁾	M0 M8 M9 M14 M16	M0 ⁽⁸⁾ M8 ⁽⁸⁾ M13 ⁽⁸⁾	M0 M8 M13 M15 M16	M0 ⁽⁸⁾ M8 ⁽⁸⁾ M9 ⁽⁸⁾ M14 ⁽⁸⁾ M16 ⁽⁸⁾	*
SERVIÇOS "A", "B" E "C"	M7 ⁽¹²⁾ M9 ⁽¹²⁾ M11 ⁽¹²⁾	M7 ⁽¹²⁾ M9 ⁽¹²⁾ M11 ⁽¹²⁾ M17 ⁽¹²⁾	M0 ⁽³⁾ M7 ⁽³⁾ M10 ⁽³⁾ M11 ⁽³⁾ M15 ⁽³⁾ M16 ⁽³⁾	M0 ⁽³⁾ M7 ⁽³⁾ M9 ⁽³⁾ M11 ⁽³⁾ M15 ⁽³⁾ M16 ⁽³⁾	M0 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M7 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M9 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M11 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ M15 ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾	M0 M7 M8 M9 M11 M16 M17	M0 M7 M10 M12 M16	M0 M7 M10 M11 M12 ⁽⁵⁾ M16 ⁽⁵⁾ M18 ⁽⁵⁾	M0 M7 M10 ⁽⁶⁾ M11 ⁽⁶⁾	M0 M7 M9 M11 M15	M0 M7 M10 M12 M16	
INDÚSTRIA	M19 ⁽³⁾	M19 ⁽³⁾	M19 ⁽³⁾	M19 ⁽³⁾	M19 ⁽¹⁰⁾ M20 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ M20A ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ M21 ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	M19 ⁽³⁾	M19	M19	M19	M19	M19	*

Fonte: Anexo X - Lei n 8.655, de 30 de julho de 2008.

SERVIÇOS "A": hotelaria, cultural, lazer, esportes, diversão, academia de ginástica, restaurantes, bares e lanchonetes;

SERVIÇOS "B": educação, saúde, institucionais, comunitários e religiosos;

SERVIÇOS "C": técnicos, financeiros, pessoais, de reparo, comunicação, profissionais, autônomos e transportes

Imagem 41: Quadro de Modelos Urbanísticos.

CATEGORIA DE USO	MODELO	ÁREA DO LOTE m ² mín./máx.	TESTADA DO LOTE M Mínima	AFASTAMENTOS			COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO máximo	TAXAS			OBSERVAÇÕES		
				FRONTAL m mínimo	LATERAL m mínimo	FUNDOS m mínimo		OCUPAÇÃO P/ SEÇÃO TRANSVERSAL máxima	OCUPAÇÃO máxima	PERMEABILIZAÇÃO mínima			
#	M0	- / < 125	-	-	-	-	1.8	-	0.9	-	Permitido compor os usos habitacionais, de comércio varejista e de serviço.		
Habitação	M1	125 / -	-	-	-	-	1.4	-	0.70	-	Permitir compor com comércio varejista e serviço.		
	M2	360 / -	12	5	2.5 para H _≤ 13.00m; 3.0 para H _≤ 22.00m; 3.5 para H>22.00m	3	1.4	0.70	0.50	0.20	Obrigatório o pavimento térreo em pilotis, admitindo-se a vedação de no máximo 50% da área de projeção. Permitido compor com comércio varejista e serviço até a altura de 5.00m para M2, M3 e M4 e até a altura de 7.00m para M5 e M6.		
	M3 (*)	400 / -					2.0						
	M4	450 / -					2.5						
	M5	600 / -	5			3.3							
	M6	750 / -				3.5							
Comércio e Serviço	M7	125 / 375	-			5	2.5 para H _≤ 13.00m; 3.0 para H _≤ 22.00m; 3.5 para H>22.00m, observado que até a altura de 7.00m não será exigido afastamento					3	livre até H=7.00m, depois 0.70
	M8	125 / 500	5	-	1.4			-					
	M9	250 / 1000	10	3	2.0			0.70 até H=7.0m, depois 0.50					
	M10	250 / 1000			1.4								
	M11	250 / 2000			2.0								
	M12	250 / 2000			1.4								
	M13	500 / 1500			2.0								
	M14	500 / 1500			1.4								
	M15	1000 / -	20	5	1.4			0.70 até H=7.0m, depois 0.50					
	M16	1000 / -			3.0								
	M17	2000 / -			1.4								
	M18	2000 / -			3.0								
Indústria	M19	250 / 500	8	-	1.5	3	1.0	0.70	0.70 até H=7.0m, depois 0.50	0.20	Permitido compor com: • Comércio/Serviço; • Habitação, quando Indústria Artesanal.		
	M20	500 / 2000	12	5	2	5	0.7						
	M20A	2000/20000	20	10	3	10	0.7					0.50	0.25
	M21	2000 / -	20	10	3	10	0.5					0.30	
													0.25

Fonte: Anexo X - Lei n 8.655, de 30 de julho de 2008.

As bacias do Ariri (69,55 hab/ha) e do Mata Fome (62,11 hab/ha) estão inseridas nas ZAU 4 e ZAU6 (Setor IV). Nestas bacias encontramos os mais diversos usos do solo: habitação, comércio, indústria, além de ser caracterizada por zonas com déficit de equipamentos públicos, infraestrutura não consolidada, ao mesmo tempo que são encontradas ocupações precárias. A presença de conjuntos habitacionais na ZAU 6 e a presença de núcleos industriais na ZAU 4 são responsáveis pela ocupação de grandes lotes, sendo que o Plano Diretor define para essas zonas permeabilidade mínima de 20% para habitações, 10% para comércio e serviços e de 20% a 30% para indústrias. Por se tratar de tipologias que, devido a sua dimensão, impermeabilizam boa

parte da bacia, fato que é agravado pela infraestrutura não consolidada, considera-se essa taxa insuficiente, uma vez que fora considerada aceitável a permeabilidade em torno de 20% a 25% para as bacias hidrográficas metropolitanas, neste trabalho. Levando em consideração que o Plano Diretor também define taxas de ocupação máxima de 50% a 70% para habitações, comércio, serviços e indústrias, questiona-se o porquê do Plano em questão estabelecer valores tão baixos de permeabilidade quando há a possibilidade de fixar uma taxa aceitável para a área em questão.

No caso específico da bacia do Ariri, por se encontrar na divisa de dois municípios, Belém e Ananindeua, no entanto, o Plano Diretor de Ananindeua carece de maiores definições de uso e ocupação do solo, o que acaba o desempenho ambiental da ocupação. A bacia do Cajé (148,58 hab/ha), localizada na ZAU 4 caracteriza-se pela presença de indústrias, habitações destinadas à classe média e habitações precárias, ao mesmo tempo que carece de infraestrutura e a bacia do Una (140,1 hab/ha), localiza-se na ZAU 4, ZAU 5, ZAU 6 (Setor II, III, IV e V). A diversidade de usos do solo encontrados na bacia do Una faz com que parte da bacia se caracterize tanto por infraestrutura consolidada, comércio e ocupação de média densidade quanto por habitações precárias, carência de infraestrutura e serviços públicos e alagamentos. As taxas definidas pelo plano diretor se mostram insuficientes para ambas as bacias. Por se tratar de bacias bastante adensadas, com 75% a 100% de impermeabilização, a maior quantidade do volume de água é escoado superficialmente, enquanto pouquíssima água é infiltrada (ver imagem 24). As taxas de permeabilidade definidas pelo Plano Diretor de Belém para essas zonas de 10% para comércio e serviços, 20% para habitações e 20% - 30% para indústria também não condiz com a realidade encontrada nessas bacias. Se não fosse por todos os problemas relacionados à infraestrutura na cidade de Belém, esses valores atenderiam a zonas menos adensadas, com 35% a 50% de impermeabilização, o que não é o caso das bacias mencionadas, tornando a permeabilidade definida pelo plano, insuficiente.

A bacia do Val de Cans esta inserida na ZAU 4, ZAU 5 e ZAU 6 (setor IV), com densidade demográfica de 68,78 hab/ha, caracteriza-se por grandes lotes ocupados

por condomínios verticais e horizontais, industriais, além da carência em infraestrutura e risco de alagamentos. A bacia do Paracuri com a densidade populacional de 73,88 hab/ha também é caracterizada tanto por grandes lotes ocupados por condomínios horizontais e verticais, indústrias quanto por pouca verticalização, eixo comercial de comércio e serviços e potencial turístico. Com densidades demográficas medianas, grandes lotes ocupados por galpões, somado a presença de habitações precárias em um ambiente que carece de infraestrutura, estas zonas precisariam de um aumento significativo na taxa de permeabilidade para o funcionamento adequado das bacias.

A bacia do Outeiro, com 43,37 hab/ha, localizada na ZAU 3 (setor 2) e ZAU 4 caracteriza-se pelo uso predominantemente residencial, atividades dispersas, indústrias, infraestrutura não consolidada, ocupação precária, além de conjuntos populares, comércio e serviços. A bacia do Ananin, localizada na ZAU 3 (setor 2) ZAU 4 e ZAU 6 (setor 4) com densidade demográfica de 28,4 hab/ha, é caracterizada pela presença de grandes lotes ocupados por condomínios fechados, conjuntos populares, habitações precárias, indústrias, comércio, serviços e *déficit* de infraestrutura. Por se tratar de bacias ainda pouco adensadas, os valores definidos pelo plano poderiam estabilizá-las, havendo um valor tecnicamente aceitável de permeabilidade, onde a quantidade de água infiltrada é maior do que a água escoada superficialmente, entretanto, a carência de infraestrutura nessas zonas e ausência de serviços básicos podem tornar esses valores deficientes.

Em todas as zonas analisadas não há taxa de permeabilidade definida para os usos de Habitação Unifamiliar, ou áreas inferiores a 125 m², além disso, para comércio e serviços a taxa de permeabilidade é de apenas 10%, considerada insuficiente. Para os demais usos, foram adotadas taxas de 20% para habitações e de 20% a 30% para indústrias. Esses valores se mostraram insuficientes para todas as bacias estudadas. Paralelamente, tanto para uso de Habitações Unifamiliares quanto para indústrias, comércio e serviços, o Plano Diretor estipula taxas de ocupação que variam entre 50% a 70%. Questiona-se o porquê de não ser destinado à áreas permeáveis o percentual de áreas não ocupáveis.

A área de expansão, de uma maneira geral, carece de serviços básicos, o que é agravado pelo ineficiente sistema de drenagem urbana. Logo, as taxa de permeabilidade desta área não deveriam ser estabelecidas por usos e zonas que sequer foram definidos levando em consideração as características físicas das bacias hidrográficas. Nestas circunstâncias, uma análise da área vegetada por bairro já resultaria em um indicador de deficiência semelhante, uma vez que a retirada da vegetação original para usos urbanos deixa o solo desprotegido contra a ação de chuvas, resultando na redução da infiltração e aumento do escoamento superficial, o que aliás, também foi feito tardiamente em Belém.

O ideal seria a elaboração de um Plano Municipal de Drenagem Urbana, articulado a um Plano Metropolitano, como mencionado anteriormente, onde a taxa de permeabilidade fosse estabelecida a partir de um estudo do sítio físico e da densidade demográfica por bacia hidrográfica, sendo condicionado à avaliação de impactos ambientais e metropolitanos. O Plano Municipal de Drenagem Urbana se fundamentaria no estudo da bacia hidrográfica, com cadastro de macrodrenagem e inventário das ocorrências de inundações, estabeleceria normas e critérios de projetos para toda a bacia hidrográfica como uma única unidade de planejamento, Identificaria Áreas de Preservação Permanente, elaboraria o zoneamento de várzeas e fundos de vale, Integraria o curso d'água na paisagem urbana, faria articulação com os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e sistema viário e priorizaria a adoção de medidas preventivas ao invés de corretivas.

De uma maneira geral, os Planos Diretores aprovados em toda a RMB têm se apresentado bastante limitados em sua principal função, a elaboração do zoneamento de uso e ocupação do solo urbano. Tal fato se deve à falta de detalhamento das situações tratadas e, por serem bastante genéricos, dificultando a aplicação de instrumentos necessários ao controle da valorização imobiliária, a destinação de terras vazias para interesse social e a indução de ocupação de forma planejada de áreas de expansão urbana, de modo a não comprometerem as funções urbanas e recursos naturais, apresentando consideráveis lacunas relativas ao uso do solo e seus

mecanismos de controle (IPEA, 2016). Além disso, a ausência de articulação entre os planos municipais e a delimitação territorial na gestão municipal tem dificultado a integração dos mesmos.

A maior dificuldade para a implementação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos municípios para enfrentar problemas complexos e interdisciplinares e a forma setorial como a gestão municipal é organizada (Tucci 2004 apud CARNEIRO; MIGUES, 2012. p 58).

A delimitação do espaço político local entra em conflito com temas cuja territorialidade ultrapassa os limites do município, como os temas relacionados a infraestrutura urbana, tais como saneamento, abastecimento de águas, energia, dentre outros. Rolnik e Somekh (2000) explicam que a maior parte das redes de infraestrutura está hoje sob a esfera do poder estadual ou federal. Por se tratar de redes que ultrapassam as fronteiras de um município, dificilmente um município isoladamente tem força política para determinar a estratégia de investimentos e gestão destas infraestruturas. As autoras acrescentam que a presença ou ausência dessas redes de serviços, sua qualidade e disponibilidade no território municipal são absolutamente determinantes do próprio modelo de gestão territorial, com enormes impactos na economia das cidades.

No caso da cidade de Belém, a precariedade urbana e habitacional é clara, principalmente se comparada ao centro da cidade de Belém, tendo 52% de seus domicílios particulares permanentes localizados em Aglomerados Subnormais segundo o Censo 2010 (IBGE, 2010). O que é justificado pela diferenciação nas oportunidades de promoção social e segregação do espaço metropolitano, onde a expressiva carência de serviços básicos, tais como tratamento de esgoto, saneamento, abastecimento de água, dentre outros, expõe a população a péssimas condições de salubridade e qualidade de vida. Apesar da Região Metropolitana de Belém ser extremamente rica em recursos hídricos, constata-se a incapacidade dos órgãos reguladores em fornecer um

sistema de abastecimento de água que atenda a população como um todo. Entretanto, segundo o Plano Diretor de 2008:

Art. 33 O serviço de abastecimento de água deverá assegurar oferta domiciliar de água para consumo residencial e outros usos com regularidade, a todo habitante do Município, em quantidade suficiente para atender às necessidades básicas e qualidade compatível com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Da mesma forma que o sistema de saneamento é precário e não atende as áreas mais necessitadas. Ocasionalmente em transtornos para a população, principalmente instaladas em áreas precárias e carente de infraestrutura. A ausência desses serviços podem interferir no sistema de drenagem da região. Todavia, segundo a referida lei:

Art. 30 A Política Municipal de Saneamento Ambiental Integrado tem como objetivos manter o meio ambiente equilibrado, alcançando níveis crescentes de salubridade, e promover a sustentabilidade ambiental do uso e ocupação do solo, visando à melhoria das condições de vida da população.

Parágrafo único. O modelo de intervenção adotado pela Política Municipal de Saneamento Ambiental Integrado deve associar as atividades da gestão ambiental, o abastecimento de água potável, o uso racional da água, a coleta e o tratamento de águas residuárias, a drenagem de águas pluviais, o manejo dos resíduos sólidos e a educação sanitária e ambiental.

De uma maneira geral, o diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água da RMB aponta a necessidade de expansão para fins de universalização; necessidade de modernização do parque tecnológico da COSANPA; a regularização das concessões municipais e a incorporação de outros municípios metropolitanos nos seus sistemas integrados para atingir os objetivos atualmente exigidos pela lei (Pereira, 2006 apud IPEA, 2016). As exigências do Plano Nacional de Saneamento (PLANSAB) e da política

nacional de saneamento condicionaram o governo do estado do Pará, à elaboração do Plano Estadual de Saneamento Básico (PESB), este ainda em desenvolvimento que deve estabelecer as diretrizes de dimensionamento da demanda, a estimativa de custos, decisão técnica sobre soluções, visando a universalização dos serviços, conforme exigido pelo PLANSAB. Entretanto este já há evidências de grandes dificuldades de obtenção de recursos e extensão da cobertura de serviços essenciais, como os de água, esgoto e drenagem urbana (IPEA, 2016).

No caso específico da gestão de recursos hídricos, atualmente, o município tem sido a única forma de interação entre os atores públicos e privados relacionados à água. Todavia, diversos fatores têm dificultado sua atuação na gestão das águas, dentre eles está o fato de os municípios terem autonomia para gerenciar apenas os recursos hídricos contidos no seu território, por determinação constitucional. Além disso, não existe uma ligação institucional intensa e eficaz entre as secretarias municipais e estaduais do meio-ambiente ou saneamento.

Apesar de ser a esfera administrativa mais próxima das realidades sociais, o município não está preparado para assumir esse papel de gestor isoladamente, porque a partir do recorte espacial de um município é possível apenas uma percepção fragmentada da realidade. (Castro, Alvarenga e Magalhães Junior 2005 apud CARNEIRO; MIGUEZ, 2011. p.56).

A falta de orçamento e gestões mal aparelhadas, sem contar que as elites econômicas exercem muita influência sobre todos os governos do país, impedindo políticas redistributivas que aparentemente contrariem seus interesses imediatos, somada à reduzida autonomia orçamentária do município, tendo em vista que dependem dos outros níveis de governo dificulta ou por vezes inviabiliza a participação mais efetiva na gestão das águas. Essas questões tendem a piorar em áreas metropolitanas, onde as administrações possuem interesses e prioridades divergentes. É importante considerar o fato de que a bacia hidrográfica é a principal forma terrestre

dentro do ciclo hidrológico, responsável pela captação e armazenamento de água provenientes das precipitações, o que implica na necessidade de se haver interrelações e interdependência entre os usos e usuários (idem, op.cit).

“A água, nesse contexto, pode ser visualizada como uma clara representação dessa interdependência. Não podendo pensa-la de forma fragmentada, ignorando a situação dos demais fatores ambientais ou suas relações” (CASTRO, ALVARENGA E MAGALHÃES JUNIOR, 2005 apud CARNEIRO; MINGUEZ, 2011.p.57).

Neste sentido, Rolnik e Somekh (2000) propõem a criação de um espaço institucional de negociação e acordo político, em que as representações municipais estejam contempladas, respeitando proporcionalidades numéricas e político-partidárias e articulações territoriais. Para as autoras, um parlamento metropolitano poderia servir como um elemento para formalizar esse espaço. O modelo de gestão horizontal e não hierarquizado, deve incluir a sociedade e suas representações regionais. O controle social da destinação de recursos e dos processos decisórios é um importante campo para a participação destas entidades no modelo de gestão.

É impossível existir uma política metropolitana sem uma política nacional e estadual de desenvolvimento regional que evite a guerra fiscal e estabeleça um fundo específico para financiar as prioridades estratégicas da região. A destinação e a gestão desses recursos é que deverão ser objeto de negociação e acordo. Por esta razão, o modelo político-institucional deve superar a informalidade dos exemplos atuais [...].

A construção de uma institucionalidade metropolitana não pode invalidar as formas de articulação e associações supramunicipais existentes. Pelo contrário, como não se trata de reconstruir uma entidade tecnocrática abstrata, as articulações políticas e técnicas estabelecidas devem ser respeitadas, valorizadas e incorporadas (ROLNIK; SOMEKH, 2000. p.89).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação foi fundamentada no processo acelerado de ocupação urbana ocorrido sem regulamentação e controle urbanístico em direção ao principal eixo de expansão da cidade de Belém, a Avenida Augusto Montenegro e nos impactos fomentados à população e ao meio-ambiente. Utilizou-se o recorte de oito bacias hidrográficas inseridas na área de estudo a fim de delimitar o *locus* de observação e definir de forma clara a abrangência da pesquisa.

As alterações do uso e ocupação do solo sofridas nos últimos anos pela Avenida Augusto Montenegro tem representado o interesse do Poder Público e das Incorporadoras, restando a população mais pobre instalar-se em habitações precárias com déficit de serviços básicos, tais como saneamento, abastecimento de água, coleta de lixo e em áreas de risco, próximo a cursos d'água e várzeas, trazendo graves consequências à população e ao meio-ambiente, tais como contaminação do lençol freático, inundações, alagamentos, dentre outros. A ausência de infraestrutura ligada às habitações precárias provocam uma intensa depreciação dos seus aspectos naturais, o que maximiza os riscos de degradação ambiental de suas bacias hidrográficas. Considerando que a bacia hidrográfica é responsável pela captação e concentração das águas residuais e provenientes da precipitação, compondo o sistema de drenagem da RMB, a contaminação desses corpos d'água por lixo doméstico e esgoto representam sérios riscos à saúde pública.

Sendo a urbanização uma das ações do homem que mais trazem impactos ambientais, a própria expansão urbana já é uma ameaça o ecossistema, através da retirada da cobertura vegetal original e impermeabilização do solo para construção de vias, pavimentação e empreendimentos, além disso, durante o processo de ocupação urbana áreas livres são convertidas para usos que tornam a superfície impermeável. Apesar de ainda ser possível encontrar um percentual alto de áreas vegetadas

permeáveis na área de expansão - visto a importância de que não exista apenas áreas permeáveis, mas que estas estejam protegidas pela vegetação original - a presença de aglomerados subnormais na área de expansão logo tornará a superfície permeável em impermeável. Este fato somado ao elevado índice pluviométrico característico da cidade de Belém, resulta em inundações/alagamentos, o que é agravado pela natureza do relevo marcado por declividades relativamente baixas, de uma maneira geral.

No Brasil, a grande maioria dos Planos Diretores Urbanos não contemplam aspectos de prevenção contra a ocupação de áreas de risco. Os impactos decorrentes de inundações são causados pela ocupação inadequada do solo urbano, essas condições ocorrem devido ao Plano Diretor não restringir o loteamento de áreas de risco de inundação além da ocupação de áreas de risco, pertencentes ao poder público pela população de baixa renda. Há certamente dificuldades em sistematizar a gestão dos recursos hídricos uma vez que sua administração exige a gestão compartilhada de diferentes setores da administração pública. O Plano Diretor, onde se inserem as diretrizes de uso e ocupação do solo, de competência municipal é o meio indiscutível para a proteção ambiental na esfera municipal, desde que se incorpore uma conduta interdisciplinar, de caráter social, ambiental e sanitário no ordenamento do uso do solo, havendo uma articulação clara entre essas diretrizes.

Somado à isso, é de suma importância a formulação de um Plano Municipal de Drenagem Urbana que tenha como principais diretrizes a regulamentação de novos empreendimentos com o objetivo de evitar impactos indesejáveis na avenida, como impermeabilização excessiva do solo e drenagem inadequada; Um plano de controle estrutural e não-estrutural para controlar os impactos de cada bacia e reduzir a incidência de alagamentos e a criação de um manual de drenagem urbana, com o objetivo de orientar a instalação de projetos de drenagem na área de expansão. Além disso, este plano deverá atuar observando as particularidades de cada bacia, estabelecendo estratégias de intervenção por tipo de ocupação, em bacias caracterizadas pela densidade alta ou média, como o caso da bacia do Una, da bacia do

Cajé, bacia do Mata-Fome, bacia do Val de Cans, bacia do Ariri e bacia do Paracuri o plano precisará elaborar um estudo específico visando o planejamento de medidas necessárias para o controle dos impactos dentro das bacias, sem que haja transferência de impactos para outras áreas. Neste planejamento, seriam priorizados os usos de armazenamento temporários por detenções. No caso de bacias menos adensadas, como a bacia do Ananin e bacia do Outeiro deverão ser priorizadas as medidas não estruturais atreladas a regulamentação da drenagem urbana e ocupação de áreas de risco.

Ademais, fundamental que haja um planejamento integrado envolvendo regularização fundiária, políticas habitacionais e desenvolvimento sócio-ambiental. Para isso, é imprescindível a participação efetiva do poder público e dos órgãos responsáveis pela gestão ambiental. Com isso, busca-se criar leis de restrição a ocupação de áreas de risco e regularização política e fundiária de assentamentos precários, o que traria infraestrutura e serviços básicos para essas áreas, resultando na melhoria da qualidade de vida à população em paralelo à preservação do meio-ambiente e dos recursos hídricos. Para equacionar as questões da delimitação do poder dos municípios, uma alternativa é o planejamento e gestão urbana a partir de instrumentos que usem as bacias hidrográficas como estratégia administrativa para serviços básicos tais como saneamento, abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Este trabalho sugere fundamentos que contribuam para a construção de uma proposta de planejamento de gestão e ação integrada, intergovernamental como uma alternativa para os problemas que ultrapassam as instâncias municipais. Isto posto, os resultados obtidos nessa pesquisa podem contribuir de forma significativa para processos que envolvam estudos sobre inundação urbana, podendo ser úteis aos órgãos públicos responsáveis pelo planejamento e gerenciamento de projetos que envolvam bacias hidrográficas, o que demanda cada vez mais reflexões a respeito dos danos e riscos de impacto ambiental. Ademais, o material produzido poderá servir como mapeamento básico para estudos posteriores a serem realizados visando o melhor

detalhamento de informações existentes.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO JUNIOR, Antonio Carlos Ribeiro. **Planejamento urbano-ambiental na cidade de Belém (PA): reflexes sobre o PROMABEN**. In: Desenvolvimento e Meio Ambiente. Jan./jun. 2013. V.27, Editora UFPR, 2013. P.179-192.

ARAUJO, Gustavo; ALMEIDA, Josimar; GUERRA, Antonio. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

ACIOLY, Claudio. **Densidade Urbana: um Instrumento de Planejamento e Gestão Urbana/** Claudio Acioly e Forbes Davidson; (Tradução Claudio Acioly) – Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

BARROS, Nayara. Densidade e Morfologia Urbana como parâmetro para o Planejamento de Bacias Hidrográficas. In: **Anais III Seminário sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do solo, Belém, 10 a 13 de setembro de 2014**. [organizado por] Ana Cláudia Cardoso – Belém: Universidade Federal do Pará, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2014.CD-ROM.

BASTOS, Therezinha Xavier; PACHECO, Nilza; NECHET, Dimitrie; Sá, Tatiana. **Aspectos Climáticos de Belém nos últimos cem anos**. ISSN1517-2201- Embrapa, Belém, 2002.

BONDUKI, Nabil. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. In: **Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo**. São Paulo, n. 1, p. 70–104, 2008. Disponível em <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_05_180908.pdf>. Acesso em: 03 de maio de 2016 às 11:29hrs.

BUENO, Laura Machado de Mello. O tratamento especial de fundos de vale em projetos de urbanização de assentamentos precários como estratégia de recuperação das águas urbanas. In: **Anais: I Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental de Cidades: Águas Urbanas**, Rio de Janeiro, 5 a 8 de dezembro de 2005; [organizado por] Vera Regina Tângari, Mônica Bahia Schlee, Rubens de Andrade. – Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2005.1 CD-ROM.

CANHOLI, Aluisio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes/** Aluisio Pardo Canholi. 2.ed. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CARDOSO, Ana Cláudia Duarte. **O espaço alternativo. Vida e forma urbana nas baixadas de Belém**. Belém: EDUFPA, 2007.

CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira; MIGUEZ, Marcelo Gomez. **Controle de inundações em bacias hidrográficas metropolitanas**. – São Paulo: Annablume, 2011. 300 p.

COSANPA (Companhia de Habitação do Estado do Pará). Delimitação das Bacias Hidrográficas do da Região Metropolitana de Belém. Cartografia Digital, formato *shapefile*, 2009.

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais; Ministério de Minas e Energia). Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. Rio de Janeiro: CPRM, 2015. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html>. Acesso em: 16 jun. 2016 .

CRUZ, Camila; LIMA, José Júlio. **Estudo morfológico utilizando a sintaxe espacial nas escalas de bairro e dos assentamentos na área da Rodovia Augusto Montenegro, Belém-PA**. Belém, 2013.

DIBIESO, E. P.; LEAL, A. C.; SILVA, P. A. R. Subsídios para planejamento da área de proteção e recuperação do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio, São Paulo – Brasil. In: OLIVEIRA, J. M. G.C. (org). *Espaço, Natureza e Sociedade*. Belém: GAPTA/UFPA, 2013.

Disponível em:

<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/10.109/1839>>. Acessado em 24/05/2016 às 12:39 hras.

FARIAS, Glorgia. **Cidades, Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças Climáticas: Um estudo na Região Metropolitana de Belém**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Umido.

GROSTEIN, Marta Dora. **Metrópole E Expansão Urbana: A Persistência De Processos "Insustentáveis"**. São Paulo Perspec. [online]. 2001, vol.15, n.1, pp. 13-19. ISSN 1806-9452. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392001000100003>. Acesso em :03 de maio de 2016.

IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio-Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) vinculada ao MMA (Ministério do Meio-Ambiente). Hidrografia da Região Metropolitana de Belém. Cartografia Digital, formato *shapefile*, 2013.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo demográfico 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 23 de agosto de 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: www.censo2010.ibge.gov.br. Acesso em 23 de agosto de 2015.

IDESP (Instituto de Desenvolvimento Economico Social e Ambiental do Estado do Pará; Governo do Estado do Pará). Hipsometria da Região Metropolitana de Belém. Cartografia Digital, formato *shapefile*. Belém: IDESP – PA, 2009. [Malha digital extraída de imagem SRTM de 2009, vetorizada pela geografa Patricia Pinheiro.]

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Estações Automáticas – Gráfico. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em 26 de março de 2016.

IPEA. Governança Metropolitana no Brasil. Relatório de Pesquisa. Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: análise comparativa das funções públicas de interesse comum (componente 2). 2016.

LAGO, Luciana Corrêa do. *O que Há de Novo na Clássica Núcleo-Periferia: a metrópole do Rio de Janeiro*. In: RIBEIRO, Luiz César de Queiroz (Org.). **O Futuro das Metrópoles: desigualdade e governabilidade**. Observatório IPPUR/UFRJ – Fase. Editora Revan. Rio de Janeiro. 2000. P. 207-222

Lei no 02/1999, de 19 de julho de 1999. Dispõe sobre o parcelamento, ocupação e uso do solo urbano do Município de Belém e dá outras providências. 1999. 82 f.

Lei no 7401/88, de 29 de janeiro de 1988. Dispõe sobre a política municipal de desenvolvimento urbano, de acordo com as diretrizes de estruturação espacial da região metropolitana de Belém (rmb).

Disponível em: <https://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/588919/lei-7401-88>. Acessado em 12/12/2016 às 13:02h.

Lei no 8.655, de 30 de julho de 2008. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém, e dá outras providências. 2008. 122 f.

Lei no 12.651/2012 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre o Novo Código Florestal.

LIMA, J; PONTE, J; RODRIGUES, R; VENTURA NETO, R; MELO, A. *A promoção habitacional através do Programa Minha Casa Minha Vida na Região Metropolitana de Belém*, In: **O programa Minha Casa Minha Vida e seus efeitos territoriais** / Adauto Lucio Cardoso (org.). Rio de Janeiro : Letra Capital , 2013. P.161-185.

LIMA, José Júlio. **Conjuntos habitacionais e condomínios de luxo em Belém: duas tipologias em confronto**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 03, n. 027.07, Vitruvius, ago. 2002. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.027/763>>. Acesso em: 15 de maio de 2016 às 23:34hrs.

LIMA, José Julio. **Regulatory instruments and urban form searching for social equity**. In Belém, Brazil, 2000. 309p. Thesis (Ph.D.) – Oxford Brookes University, Oxford, 2000.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor na metrópole: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MARICATO, Ermínia. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias. Planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, Otilia; VAINER, Carlos; MARICATO, Ermínia. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis: Vozes, 2000. P. 121-192.

MASCARÓ, Juan Luís. **Loteamentos urbanos**. Porto Alegre: L, Mascaró, 2003. 210p.

MASCARÓ, Juan Luís (org.) **Infra-estrutura da paisagem**. Porto Alegre: Masquatro, 2008.

MCHARG, Ian L. **Design with nature**. Nova Iorque: Doubleday/National History Press, 1971.

MELO; Wanderson. A ditadura, a questão da moradia e a modernização excludente: Roberto Campos em defesa do Sistema Financeiro da Habitação. In: **Verintio – revista on-line de filosofia e ciências humanas. Espaço de interlocução em ciências humanas**. N.17, 2013.

PENTEADO, A. R. *Belém – Estudo de Geografia Urbana*. 183f. Rio de Janeiro: Tese (Livre-docência na cadeira de Geografia do Brasil) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, 1968. 183 p.

PIOLI, Maria; ROSSIN, Antonio Carlos. O MEIO AMBIENTE E A OCUPAÇÃO IRREGULAR DO ESPAÇO URBANO. In: **Revista brasileira de ciências ambientais/publicação do Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da Universidade de São Paulo e do Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável – n.3, (2005) – São Paulo: NISAM: ICTR, 2005.**

PONTE, Manfredo Ximenes. **Rede intra-urbana de água e esgotamento sanitário na cidade de Belém: aspectos históricos, políticos e econômicos da estruturação sanitária**. 118 f. Rio de Janeiro, 2003. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) — Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

PONTE; Juliano; MADEIRA, Camila; SANTA BRÍGIDA, Juliane; AVELAR, Wallace. **Subsídios Urbanísticos para a Construção de Plano Metropolitano de Drenagem Urbana, Região Metropolitana de Belém, Pará**. Relatório Parcial de Pesquisa Financiada pelo Edital Universal do cnpq, 2015.

Prefeitura Municipal de Belém. **Plano Diretor do Município de Belém**. Lei No 7.603, de 13 de janeiro de 1993. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém, e dá outras providências.

RODRIGUES, Roberta; PONTE, Juliano; LIMA, José Júlio; LOPES Rebeca, BARROS, Nayara. Urbanização Das Baixadas De Belém – Pará: Transformações Do Habitat Ribeirinho No Meio Urbano. In: **Anais: XV Encontro da ANPUR – ENANPUR**, Recife, 20 a 24 de maio de 2013; [org.] – Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Geografia, 2013.

ROLNIK, Raquel; SOMEKH, Nadia. **Governar as Metrópoles: dilemas da recentralização**. São Paulo em Perspectiva, 14(4), 2000.

RUBIN, Graziela; BOLFE, Sandra. O desenvolvimento da habitação social no Brasil. In: **Ciência e Natura, Santa Maria**, v.36. N.2 mai-ago.2014, p.201-213. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM.

SCHUELER, T.R. **Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban bmps**. Metropolitan Washington Council of Governments, Washington, 1987.

SILVA, Ricardo. A conectividade das redes de infra-estrutura e o espaço urbano de São Paulo. In: RIBEIRO, Luis Cesar (org.) **O FUTURO DAS METROPOLES** desigualdades e governabilidade. 2.ed – Rio de Janeiro: Letra capital, 2015. P.407-432.

SPIRN, Anne Whiston. *The granite garden. Urban nature and human design.* La Verne/TN (EUA): Basic Books, 1984.

TRINDADE Jr, Saint-Clair Cordeiro. **Produção do espaço e uso do solo urbano em Belém.** Belém: NAEA/UFPA, 1997. 395 p.

TUCCI, C.E.M. **Aspectos Institucionais no Controle de Inundações.** I Seminário de Recursos Hídricos do Centro- Oeste. Brasília. 1999.

VALENTE, Osvaldo Ferreira. **Reflexões hidrológicas sobre inundações e alagamentos urbanos.** *Minha Cidade*, São Paulo, ano 10, n. 109.01, Vitruvius, ago.2009.

VENTURA NETO, Raul da Silva. **Circuito imobiliário e a cidade: coalizões urbanas e dinâmicas de acumulação do capital no espaço intraurbano de Belém.** 2012. 256 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade