

CARACTERIZAÇÃO DA URBANIZAÇÃO E SEU IMPACTO NAS VARIÁVEIS SOCIOAMBIENTAIS: Guamá e Nazaré em Belém, Pará

CHARACTERIZATION OF URBANIZATION AND ITS IMPACT ON SOCIO-ENVIRONMENTAL VARIABLES: Guamá and Nazaré in Belém, Pará

CARACTERIZACIÓN DE LA URBANIZACIÓN Y SU IMPACTO EN LAS VARIABLES SOCIOAMBIENTALES: Guamá y Nazaré en Belém, Pará

Fernanda da Silva de Andrade Moreira

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido da Universidade Federal do Pará – PPGDSTU/NAEA/UFPA.
fsamoreira@hotmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-7426-1604>

Gustavo Francesco de Moraes Dias

Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido da Universidade Federal do Pará – PPGDSTU/NAEA/UFPA. Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Pará – IFPA.
gustavo_dias01@hotmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-7681-2318>

Maria Isabel Vitorino

Doutorado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Professora do Departamento de Meteorologia e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará – UFPA.
vitorino@ufpa.br / <http://orcid.org/0000-0003-3253-5301>

Jéssica Cristina Conte da Silva

Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará – PPGCA/IG/UFPA.
jessicacris07@hotmail.com / <http://orcid.org/0000-0001-7686-572X>

Bruno Silva de Holanda

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pará – PPGCA/IG/UFPA.
bruno.s.holanda@gmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-6599-3723>

Recebido para avaliação em 05/07/2019; Aceito para publicação em 02/08/2019.

RESUMO

O presente trabalho vem contribuir com a relação entre a urbanização e os dados de renda entre dois bairros, Guamá e Nazaré, na cidade de Belém, localizada na Amazônia. Foram analisados dados do IBGE, INMET, BNDO, CPRM, LANDSAT 8 e RapidEye para análise ambiental dos bairros. Os resultados indicaram que o Guamá possui 81,58% dos seus habitantes nas classes D e E. Essa configuração influencia nas variáveis físicas: possui 7,40% de áreas verdes e 92,60% de solo exposto do seu território, temperaturas da superfície na faixa predominante de 30°C a 32°C, além de a maior parte do bairro se encontrar nas cotas mais baixas, variando de <4,43 m a 13,72 m, sujeitando-o a maiores riscos de inundações. Em oposição, em Nazaré, 59,89% dos seus habitantes são das classes A e B, o que reflete na sua configuração ambiental: o bairro possui 10,70% de áreas verdes e 89,30% de solo exposto do seu território, temperaturas da superfície estão predominantemente na

faixa de 28°C a 30°C e a maior parte da sua área situa-se nas cotas acima de 17,45m, o que torna praticamente nulo os riscos de inundações. Desse modo, o Guamá possui as condições socioambientais mais desfavoráveis em relação ao bairro de Nazaré, o que determina uma configuração urbano-espacial marcada pela segregação.

Palavras-chave: Ocupação; Variáveis Físicas; Segregação Socioespacial.

ABSTRACT

The present study contributes to the relationship between urbanization and the income data between two neighborhoods, Guamá and Nazaré, in the city of Belém, located in the Amazon rainforest. Data from (IBGE, INMET, BNDO, CPRM, LANDSAT 8 e RapidEye) were used for environmental analysis of the neighborhoods. The results indicate that Guamá has 81.58% of its inhabitants in the social classes D and E, this setting influences the physical variables, it has 7.40% of green areas and 92.60% exposed soil of its territory, surface temperatures, ranging predominantly from 30°C to 32°C, besides most of the neighborhood is in the lowest flood depths, ranging from <4.43 m to 13.72 m, subjecting it to greater flood risks. In contrast, at Nazaré 59.89% of its inhabitants are from social classes A and B, reflecting in its environmental setting, the neighborhood has 10.70% of green areas and 89.30% exposed soil of its territory, surface temperatures ranging predominantly from 28°C to 30°C and most of its areas flood depths are above 17.45m, making the risk of floods virtually zero. Thus, Guamá has the most unfavorable socio-environmental conditions when related to Nazaré, which determines an urban-spatial configuration marked by segregation.

Keywords: Occupancy; Physical Variables; Socio-spatial Segregation.

RESUMEN

Este documento contribuye a la relación entre la urbanización y los datos de ingresos entre dos barrios, Guamá y Nazaré, en la ciudad de Belém, ubicada en la Amazonía. Utilizamos los datos de IBGE, INMET, BNDO, CPRM, LANDSAT 8 y RapidEye para el análisis ambiental de los barrios. Los resultados indicaron que Guamá tiene 81.58% de sus habitantes en las clases D y E, esta configuración influye en las variables físicas, tiene 7.40% de áreas verdes y 92.60% de suelo expuesto de su territorio, temperaturas superficiales, en el rango predominante de 30°C a 32°C, además de que la mayor parte de los barrios se encuentra en los niveles más bajos, que van desde <4.43 m a 13.72 m, lo que expone a mayores riesgos de inundación. En contraste, en Nazaré el 59.89% de sus habitantes son de las clases A y B, lo que refleja en su configuración ambiental, el vecindario tiene el 10.70% de las áreas verdes y el 89.30% del suelo expuesto de su territorio, las temperaturas El área de superficie está predominantemente en el rango de 28°C a 30°C y la mayor parte de su área tiene cotas mayores de 17,45 m, lo que hace que los riesgos de inundación sean prácticamente nulos. Así, Guamá tiene las condiciones socioambientales más desfavorables en relación con Nazaré, que determina una configuración urbano-espacial marcada por la segregación.

Palabras clave: Ocupación; Variables Físicas; Segregación Socio-espacial.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, em nível de Brasil, foi um reflexo das transformações estruturais de ordens política, econômica e social pelas quais o país tem se desenvolvido, principalmente no início das décadas de 1960 e 1970, quando se iniciou um processo de ordenamento e integração social do país voltado à política de desenvolvimento econômico-social com base no crescimento das cidades.

Ribeiro et al. (2008) esclarecem que esse processo é singular, segundo demonstraram diversos autores, como os geógrafos Milton Santos (1990 e 1993) e Ana Fani Carlos (2001). Para o primeiro, esse processo é marcado pela aceleração e pelo ritmo intenso. A outra autora afirma que é produto da lógica especulativa, que resultou em vazios urbanos, concentração de áreas nobres em meio à pobreza e na ocupação de sítios urbanos indevidos, que se tornaram áreas de risco ambiental e social.

A ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis por população pobre ocorre com frequência nas cidades brasileiras, sendo reflexo do padrão de urbanização incoerente. Esse tipo de ocupação revela nuances ainda mais críticas quando se observa o espaço de fronteira na periferia do capitalismo, como é o caso da Amazônia (MELO; CARDOSO, 2014). Aqui, a situação se torna mais difícil, pois nas cidades Amazônicas a precariedade é mais acentuada, com forte degradação ambiental, o que gera distorções na sua dimensão social. Esse mesmo padrão é observado em Belém.

Pimentel et al. (2012) afirmam que sendo Belém uma cidade banhada por rios, é constituída por inúmeros afluentes conhecidos mais popularmente como igarapés. A grande maioria deles foram aterrados e retificados, em decorrência do processo de ocupação urbana de Belém e perderam com isso sua importância social anterior, que era de lazer, retirada de recursos naturais para subsistência, tráfego, entre outros.

Essa característica física foi determinante para o processo de formação da cidade. A porção continental sempre exigiu uma mediação do sítio físico, com etapas sucessivas de ocupação de cotas mais altas, seguidas por drenagem das áreas alagadas existentes nos interstícios entre as áreas ocupadas (CARDOSO et al., 2016).

Assim, devido ao processo de abertura de novos caminhos dentro da mata virgem, foram se formando novos bairros em épocas diferentes. Esse fenômeno favoreceu o processo de urbanização da cidade de Belém (RODRIGUES et al., 2014). Nesse momento, começa a se estabelecer a área conhecida como Primeira Légua Patrimonial¹, a qual atualmente abriga a mancha urbana da cidade, bem como todos os problemas advindos dessa urbanização desordenada.

O bairro de Nazaré começa a ser estruturado em 1619, quando um caminho aberto na mata passou a ser conhecido por estrada Real de Bragança (RODRIGUES et al., 2014). No entanto, a partir da segunda metade do século XIX, a Avenida Nazaré torna-se o principal eixo da cidade. Esse modelo de urbanização atraiu os moradores de maior poder

¹ A 1ª Légua Patrimonial foi demarcada oficialmente em 1703, obedecendo ao traçado de uma légua em arco de quadrante, das margens dos rios Pará em direção sul, e Guamá em direção norte, sido estabelecida em 1881, com extensão de 4.110 ha (MEIRA FILHO, 1976).

aquisitivo.

Tal modelo contribuiu para provocar o direcionamento do vetor de ocupação para o interior de Belém, restando as áreas de várzeas aos sujeitos mais pobres, que tinham essas áreas como única alternativa de moradia no centro da cidade (PIMENTEL et al., 2012). Segundo Trindade Júnior (2016), de 1960 a 1990 foram, aproximadamente, um milhão de pessoas que passaram a incrementar a dinâmica do espaço urbano de Belém. Num primeiro momento do processo de metropolização, grande parte desse contingente se concentrou nas áreas centrais da metrópole, em espaços sem infraestrutura e de péssima qualidade ambiental, as chamadas áreas de baixadas.

Trindade Júnior (2016) define tais áreas como sítios urbanos, cujas curvas de nível não ultrapassam a cota de quatro metros e que cheguem a compor cerca de 40% da área da primeira légua patrimonial da cidade. Essas áreas de baixada são áreas inundadas ou sujeitas à inundação, decorrentes, em especial, dos efeitos de maré, ficando conhecidas a partir da década de 1960 como espaços de moradias de camadas sociais de baixo poder aquisitivo.

Como reflexo dessa ocupação de áreas desestruturadas, tem-se o bairro do Guamá. Segundo Rodrigues et al. (2014), esse bairro não recebeu a mesma atenção e cuidados em sua infraestrutura, e foi desenvolvido em um processo de ocupação desordenado, tendo seu processo de ocupação no final do século XVIII. Além disso, nesse local se instalou uma olaria, com o objetivo de fornecer materiais para a cidade de Belém.

O bairro surgiu no contexto da expansão urbana de Belém a partir dos anos 40 do séc. XX pela população que ocupava as áreas de baixadas, sem qualquer planejamento urbano. Nesse sentido, estruturou-se um bairro desorganizado do ponto de vista do planejamento, com alta densidade populacional, vias estreitas, com pouca ou nenhuma arborização, falta de espaços públicos e infraestrutura (RODRIGUES et al., 2014).

Segundo Negri (2008), para um espaço urbano em crescimento acelerado, a homogeneização social de alguns bairros forma identidades próprias, marcadas no espaço pelo nível de renda, criando uma forte disparidade com relação a outros bairros do espaço intraurbano, tanto social, como cultural, espacial e ambiental.

Há diversas formas de segregação socioespacial. Segundo Marcuse et al. (2008), historicamente existe um padrão geral de segregação das classes sociais, que podem ser divididas da seguinte maneira: 1. Divisão cultural – realiza-se por meio da língua, da religião, das características étnicas, estilo arquitetônico, por país ou nacionalidade; 2. Divisão funcional – resultado da lógica econômica, resultando na divisão entre bairros residenciais e comerciais, divisão do espaço pela função exercida para cada atividade; 3.

Divisão por Diferença no Status Hierárquico – divisão por poder na cidade, como por exemplo um condomínio fechado totalmente diferente do um bairro de periferia. Na cidade de Belém, são vistas as três formas de segregação socioespacial, potencializando os problemas presentes. Gonçalves et al. (2014) comprovam em seu estudo que os grupos mais pobres são os mais vulneráveis, devido às condições ambientais e sociais mais precárias.

Nesse contexto de áreas antagônicas, o tipo de segregação manifesta na 1ª Léngua Patrimonial de Belém é diferente daquela que se constrói hoje na periferia metropolitana: a presença das baixadas. Assim, a flexibilidade espacial criou uma segregação fortemente ligada à degradação ambiental (CARDOSO; FERNANDES; LIMA, 2015), que modifica os elementos naturais, como solo, temperatura, umidade, nebulosidade, mecanismos do vento, pluviosidade, flora e fauna, os quais, na maioria das vezes, são responsáveis pelas condições de conforto ambiental.

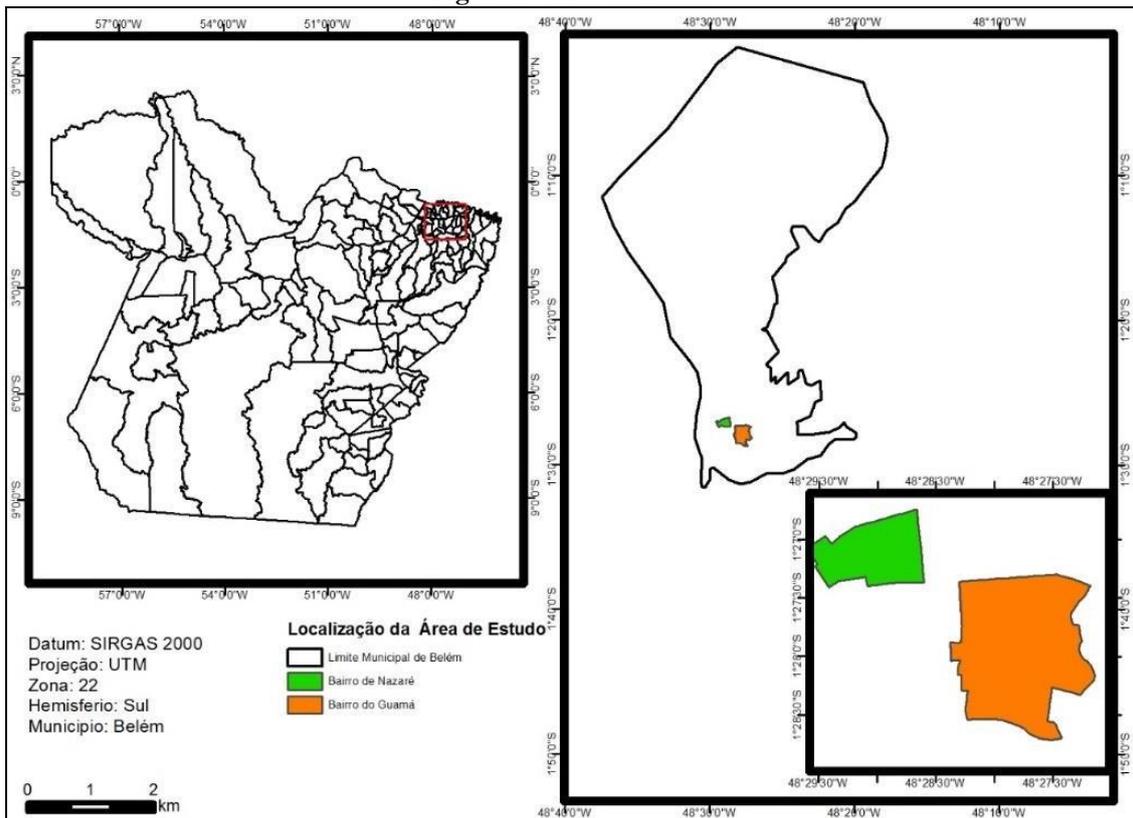
Orientada por essa transformação da paisagem a partir da segregação socioespacial, a presente pesquisa teve como objetivo mapear dois bairros com trajetórias opostas: Guamá, o bairro mais populoso e com menor poder aquisitivo; e Nazaré, com alto poder aquisitivo. Os aspectos mapeados foram a urbanização e os dados sociais e ambientais. Com esse levantamento, fez-se uma análise comparativa desses opostos, em termos de planejamento, e se buscou mostrar como essas variáveis se relacionam formando um círculo vicioso que determina a configuração urbano-espacial.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo são os bairros de Nazaré e Guamá (Figura 1), localizados na primeira léngua patrimonial da cidade de Belém, capital do estado do Pará, com uma população, respectivamente, de 20.504 e 94.610 habitantes (IBGE, 2016). Essa área situa-se na mancha urbana da cidade e mostra um recorte, em uma escala micro, dos contrastes sociais e como os problemas ambientais os atingem de maneira diversa. O primeiro está localizado sob as coordenadas 1° 26' 45.16" e 1° 27' 25.61" de latitude e 48° 28' 35.37" e 48° 29' 38,77" longitude e o segundo 1° 27' 17.78" e 1° 28' 43.56" de latitude e 48° 27' 09.19" e 48° 28' 24.51" longitude.

Figura 1 – Área de Estudo



Fonte: Os autores.

Análise dos Dados Sociais e de Sensoriamento Remoto

Foi utilizada uma base georreferenciada a partir de dados e informações cartográficas e de sensoriamento remoto, que foram processados com o suporte do software Quantum Gis (QGIS). As imagens de sensoriamento remoto são do ano de 2015 (LANDSAT 8 e RapidEye) e de 2014 (SRTM), devido à melhor qualidade e às informações mais atualizadas. Já os dados sociais são quantificados de 10 em 10 anos; assim, se usou os do CENSO 2010, por serem os mais próximos e disponíveis. Ressalta-se que essa variação na escala temporal não interfere na análise.

Para o cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), a base foi uma imagem RapidEye ortorretificadas com resolução espacial de 5 metros, do dia 05 de outubro de 2015, que está disponível no site do Ministério do Meio Ambiente – MMA. Segundo Galvão et al. (2015), para gerar o NDVI, usou-se as bandas 4 e 5, conforme equação 1:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + \rho_{red}} \quad (1)$$

Em que: ρ_{NIR} e ρ_{red} correspondem aos valores de reflectância de superfície das bandas 5 e 3 do RapidEye, respectivamente.

A correção de ajustes de imagens foi feita por meio do software Quantum Gis (QGIS), que permitiu visualizar e classificar os elementos urbanos. A partir da imagem raster, foi possível convertê-la em shapefile, tipo polígono, para assim quantificar, em quilômetros quadrados, a cobertura de água, solo exposto e vegetal dos bairros estudados. Na análise de temperatura da superfície, usou-se a banda 10 da imagem do LANDSAT 8 do dia de 22 de outubro de 2015, com resolução espacial de 30 metros, disponível no site do Serviço de Levantamento Geológico dos Estados Unidos – USGS. Segundo Coelho e Correa (2013), a organização e o tratamento do dado raster iniciaram-se com o recorte da imagem infravermelha termal (banda 10) na área desejada, seguido do uso dos parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin, fundamentado nas equações 2 e 3 abaixo.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Em que: L_{λ} : Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/(m² sr μ m); M_L : Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04; A_L : Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000; Q_{cal} : Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10.

Conforme exposto, após a transformação dos valores em radiância da equação 2, aplicou-se a equação 3 com a finalidade de transformar os valores obtidos na primeira, em temperatura de valor em Kelvin, a qual será subtraída pelo seu valor absoluto (273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C) (COELHO; CORREA, 2013):

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (3)$$

Em que: T: Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K); K₂: Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K); K₁: Constante de calibração 1 = 774.89 (K); L_{λ} : Radiância espectral em Watts/(m² sr μ m).

Para a análise do relevo, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE), tendo como base a imagem do dia 23 de setembro de 2014 do LANDSAT 8 disponível no USGS a

partir de uma cena SRTM 1 Arc-Second Global. A área de estudo foi recortada com suporte do software Quantum Gis (QGIS). Segundo Andrade (2008), essa técnica é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. Os arquivos MDE (modelos digitais de elevação), gerados a partir de radar, têm resolução 30x30 metros (FERREIRA et al., 2011).

A mancha de inundação foi gerada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2017) e está disponível no seu site por meio das Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. A partir desse dado e com suporte do software Quantum Gis (QGIS), foi possível fazer o recorte da área de estudo.

Para a análise de marés, foram coletados os dados de tábuas de marés dos meses de janeiro a dezembro de 2015 e foi feita a média das marés mais altas, para cada mês, sob a influência das luas nova e cheia. Esses dados estão disponíveis no Banco Nacional de Dados Oceanográficos – BNDO da estação Porto de Belém (Estado do Pará), no site da Marinha do Brasil.

Para a análise da escala de clima, foram coletados dados de precipitação da Estação Convencional de Belém/PA do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET dos meses de janeiro a dezembro de 2015, para gerar o acumulado mensal. Esses dados foram comparados com a Normal Climatológica de 1961 a 1990 do INMET, apontando as anomalias positivas e negativas para o período estudado.

Para a análise da escala de tempo, foram coletados dados de precipitação da Estação Meteorológica Automática de Belém/PA do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET dos meses de janeiro a dezembro de 2015, para gerar o ciclo diurno da precipitação em horário UTC para cada mês. A rosa dos ventos foi gerada com dados da Estação Meteorológica Automática de Belém/PA do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para o ano de 2015, por meio do software de código aberto, o R Project, em conjunto com um pacote de dados denominado OpenAir (CARSLAW; ROPKINS, 2012), em que foi possível demarcar uma variação de intensidade e direção sazonal do vento, das 09-21 UTC e 21-09 UTC.

Os dados sociais foram levantados da Tabela 3345 pela variável classe de rendimento nominal mensal domiciliar do CENSO 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Este mesmo órgão classifica os dados de renda em cinco classes sociais (Tabela 1). A partir desses dados, foi possível plotar um gráfico com o percentual de cada classe nos bairros de análise.

Tabela 1 – Classes Sociais no Brasil

Classes Sociais	Quantidade de Salários Mínimos
A	Acima de 20 SM
B	De 10 a 20 SM
C	De 5 a 10 SM
D	De 2 a 5 SM
E	Até 2 SM

Fonte: IBGE (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Condições Sociais

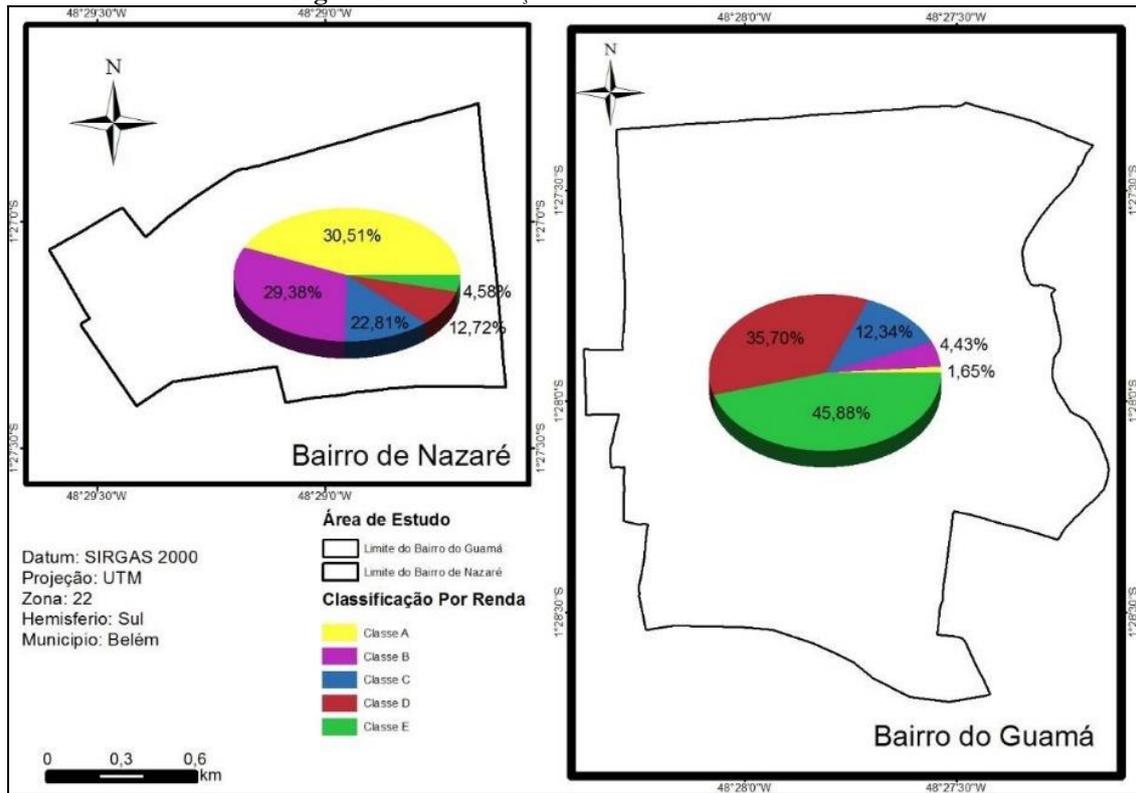
A ocupação das melhores áreas, Nazaré, foi feita pela população de alta renda, enquanto as baixadas foram ocupadas pela população de baixa renda, Guamá. Esse processo de segregação socioespacial se revela por meio desses níveis de renda. O bairro de Nazaré tem 20.504 habitantes (IBGE, 2016), dos quais: 30,51% pertencem à classe A; 29,38% à classe B; 22,81% à classe C; 12,72% à classe D; e 4,58% à classe E (Figura 2). Em oposição, o bairro do Guamá tem 94.610 habitantes, dos quais: 1,65% pertencem à classe A; 4,43% à classe B; 12,34% à classe C; 35,70% à classe D; e 45,88% à classe E.

Corroborando com os resultados, Cardoso et al. (2015) afirmam que a ocupação das melhores (e mais altas) porções territoriais de Belém foi feita pela população de maior poder aquisitivo, enquanto que as baixadas foram ocupadas pela população com baixa qualificação.

Assim, a ocupação de áreas alagadas, localizadas nas baixadas, foi uma alternativa de moradia na área central, mesmo sendo inadequadas à ocupação. Tanto que, num primeiro momento, elas não foram alvo de interesse do Estado, nem dos demais sujeitos sociais. Porém, no decorrer das duas últimas décadas, essas áreas vêm despertando interesses imobiliários, sendo notória a implantação de serviços infraestruturais nelas e a consequente impossibilidade de seus antigos moradores continuarem a viver lá após seu processo de valorização (PIMENTEL et al., 2012).

Os bairros apresentam organização e extrato social diferentes, o que se revela por meio da análise das variáveis ambientais, ficando a população do Guamá mais vulnerável social e ambientalmente, seja pela situação física ou pelas suas condições precárias, decorrentes de ações antrópicas. Nazaré, ao contrário, está menos sujeito aos riscos.

Figura 2 – Concentração de Renda na Área de Estudo



Fonte: Os autores.

Características da Cobertura da Superfície

O NDVI (Figura 3) revelou altos índices de urbanização para a área de estudo. Esses valores são resultado da forma de ocupação em cada um dos bairros. O bairro de Nazaré tem uma área total de 1,51 km² (Tabela 2), dos quais 89,30% correspondem a solo exposto e 10,70% são de áreas verdes. O bairro do Guamá tem 4,27 km², com 92,60% de solo exposto e 7,40% de áreas verdes. Ressalta-se que essas áreas são importantes para a qualidade ambiental das cidades, já que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente (LIMA; AMORIM, 2006).

Nazaré, por ter uma ocupação mais antiga e planejada, possui 59,89% dos seus habitantes nas classes A e B. Quanto às áreas verdes, apresenta apenas 10,70% do seu território; entretanto, percebe-se nesse bairro grandes corredores de árvores nas suas principais avenidas, além da área do Museu Emílio Goeldi (Figura 4 e Figura 5). Segundo Andrade (2008), essa situação decorre do planejamento realizado para o bairro de Nazaré, e de outros bairros de Belém nos quais o processo de arborização das vias, por meio dos túneis de mangueiras, foi realizado devido a uma questão estética, de embelezamento e também pelo conforto térmico.

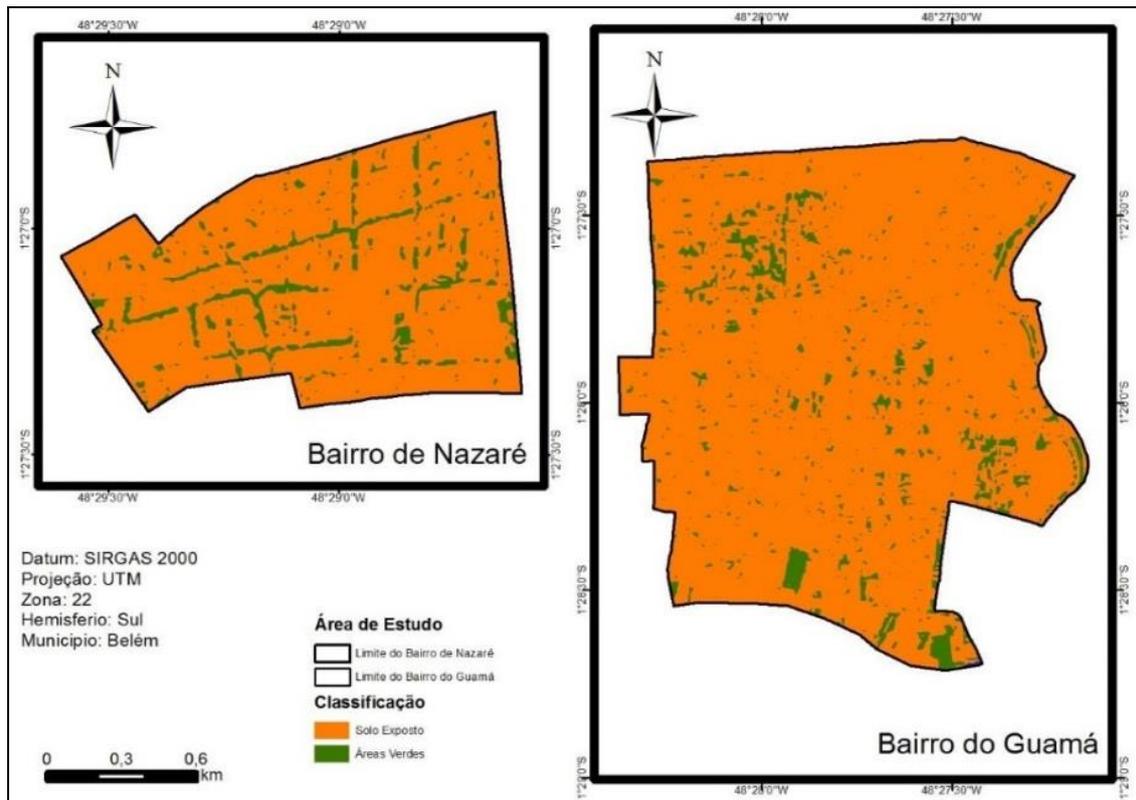
O Guamá, por ter uma ocupação mais recente, apresentou um baixo planejamento por parte do Poder Público, isso pode ser percebido na análise das áreas verdes, que

representam 7,40% do seu território. É importante destacar que essas áreas são pontuais e estão localizadas no cemitério de Santa Isabel, em uma área abandonada da Avenida Bernardo Sayão e na área do Espaço Náutico, atrás do Restaurante Universitário da Universidade Federal do Pará (Figura 4 e Figura 5). Essa ausência está relacionada ao modo de ocupação desordenada do seu espaço. O Guamá é o bairro mais populoso de Belém e concentra 81,58% dos seus habitantes nas classes D e E.

No que diz respeito aos índices de áreas verdes adequados, estima-se que um índice de cobertura vegetal na faixa de 30% seja o recomendável para proporcionar um adequado balanço térmico em áreas urbanas, sendo que áreas com índice de arborização inferior a 5% determinam características semelhantes a um deserto vegetal (OKE, 1973). No caso desse autor, a sua área de estudo é o hemisfério norte; no entanto, podemos fazer uma analogia para o município de Belém, sempre levando em conta as suas peculiaridades.

Destaque-se que a supressão de áreas verdes ocasiona alterações no meio físico e, conseqüentemente, na sustentabilidade da cidade e na qualidade de vida da população. Silva Júnior et al. (2013) afirmam que vários estudos indicam a forte influência positiva da vegetação, tanto sobre o clima como sobre a qualidade do ar. Desta forma, as áreas verdes tendem a reduzir a temperatura do ar, amenizando o aquecimento excessivo do solo e das estruturas nele instaladas, pois equilibram as taxas de evapotranspiração e os níveis de vapor d'água na atmosfera próxima (STULPNAGEL et al., 1990; JÁUREGUI, 1992; MATTELLI et al., 1991; HASENACK; BECKE, 1991; BRASIL, 1995).

Figura 3 – Classificação do NDVI da Área de Estudo



Fonte: Os autores.

Tabela 2 – Quantitativo da Classificação na Área de Estudo

Bairros	ÁGUA		SOLO EXPOSTO		ÁREAS VERDES	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Guamá	0	0	3,95	92,60	0,32	7,40
Nazaré	0	0	1,36	89,30	0,15	10,70

Fonte: Os autores.

Com o crescimento populacional das áreas urbanas, em que muitas vezes sua infraestrutura já está no limite, as condições ambientais ficaram esquecidas, pois a luta cotidiana pela sobrevivência tinha mais importância. Isso causa um declínio na qualidade de vida e no ambiente urbano, e diversos desses problemas estarão ligados, diretamente ou indiretamente, ao clima dessas áreas (SILVA JÚNIOR, 2013).

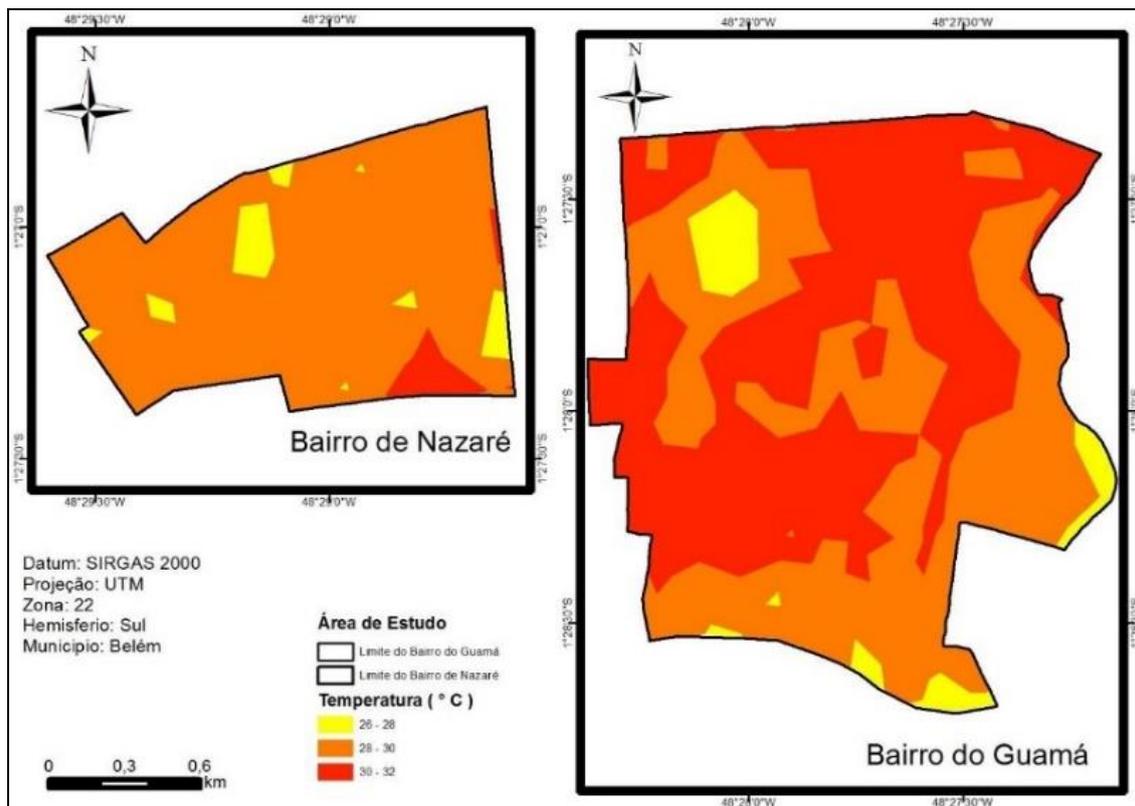
Um dos reflexos desse problema é percebido na temperatura da superfície. Desse modo, após a análise do NDVI, que revela altos índices de urbanização, é possível visualizar que os maiores picos de temperatura da superfície na área de estudo concentram-se no bairro do Guamá, com temperaturas na faixa de 28°C a 32°C (Figura 6). Apenas pontos específicos, com presença de áreas verdes (Figura 6), apresentam temperaturas na faixa de 26°C a 28°C. Esse aumento na temperatura da superfície se justifica pela alta densidade populacional e vias estreitas, com pouca ou nenhuma arborização. Outro fator para esse aumento, conforme demonstrado por Rodrigues et al. (2014), está nas moradias, que são, predominantemente, de um a dois pavimentos, em função do baixo poder aquisitivo, o que impede a formação de sombras na área.

O bairro de Nazaré também apresenta temperaturas de superfície elevadas, entretanto, a faixa predominante é a de 28°C a 30°C. Há alguns pontos coincidentes com áreas verdes, conforme demonstrado na análise do NDVI, que têm temperaturas na faixa de 26°C a 28°C. Aliado a esse fator, é bom lembrar que Nazaré teve uma ocupação mais antiga e planejada, o que possibilitou a verticalização, proporcionando sombra.

Nessas áreas, percebe-se o processo de formação de ilhas de calor urbano. Nos ambientes urbanos, ocorre maior armazenamento de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas e caloríficas dos materiais de construção urbana. Essas estruturas apresentam maior capacidade calorífica, o que proporciona uma maior absorção de energia durante os horários diurnos, liberando lentamente ao ambiente urbano esta energia na forma de calor sensível. Este fenômeno é mais perceptível durante os horários noturnos, pois estão fisicamente mais aquecidos que a periferia urbana (OKE, 1987; COSTA; MATTOS, 1998; BARBOSA et al., 2015).

Ressalta-se que o bairro de Nazaré, quanto à formação de ilhas de calor, apresenta vantagem em relação ao bairro do Guamá, justamente pela presença de árvores frondosas, as mangueiras (*mangifera indica*), próximas as avenidas, o que ajuda a amenizar tal efeito.

Figura 6 – Temperatura da Superfície obtida a partir do LANDSAT 8



Fonte: Os autores.

Parte desses problemas sociais e ambientais pode ser explicado por meio da análise da topografia da área de estudo. O MDE (Figura 7) mostrou que a maior parte do bairro do Guamá encontra-se nas cotas mais baixas, variando de <4,43m a 9,47m. Apenas uma pequena parte ao noroeste, próximo ao Cemitério de Santa Isabel, apresenta cotas variando de 13,73m a 17,44m. Isso é um reflexo claro do processo de ocupação do bairro que nos ajuda a entender processos ambientais.

O Guamá está situado em cotas entre 5 e 10 m. Esses locais eram caracterizados pela deficiência de drenagem pluvial e pela população muito pobre, que residia em casebres ou ‘barracas’ construídas em lotes muito pequenos localizados sobre áreas alagáveis, como os igapós e às margens de igarapés (PENTEADO, 1968 apud ARAÚJO, 2013). Com a evolução da ocupação dessa área, grande parte dos igapós foram aterrados e os igarapés transformados em canais de drenagem pluvial.

Percebe-se claramente que a população de menor poder aquisitivo ocupou o bairro de maneira irregular, colocando-os em situação de vulnerabilidade e sujeitos a grandes riscos de inundação e endemias provocadas por problemas de veiculação hídrica.

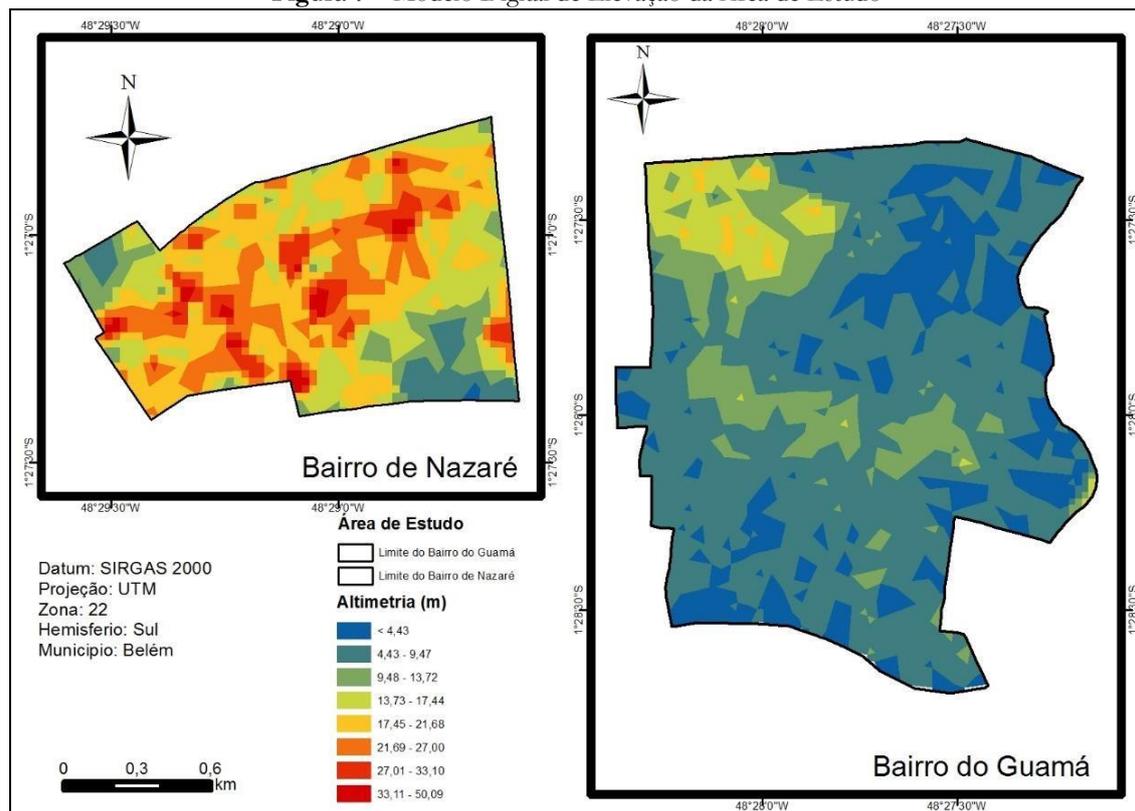
Esta situação é o inverso do que ocorre no bairro de Nazaré, que apresenta a maior parte da sua área nas cotas acima de 17,45m e apenas uma pequena parcela a sudeste e a

noroeste com cotas variando de 4,43m a 13,72 m, situando-se na área de terra firme da cidade. A ocupação mais antiga e ordenada permitiu que o bairro fosse povoado por pessoas de maior poder aquisitivo.

Destaca-se que nos dois bairros as taxas de urbanização são altas e as de áreas verdes baixas, o que causa a impermeabilização do solo. Tucci (2009) afirma ser essa uma das principais causas das inundações e deslizamentos em áreas urbanas, porque as áreas verdes são diminuídas gradualmente, reduzindo a propensão de infiltração de água na terra, aumentando consideravelmente a quantidade e a velocidades de água que percola pela superfície do solo.

Essa configuração topográfica, aliada aos fatores climáticos e à impermeabilização do solo, aumenta os riscos socioambientais, principalmente para a área mais desfavorável, que no caso é o bairro do Guamá.

Figura 7 – Modelo Digital de Elevação da Área de Estudo



Fonte: Os autores.

Aspectos Físicos da Superfície e da Atmosfera

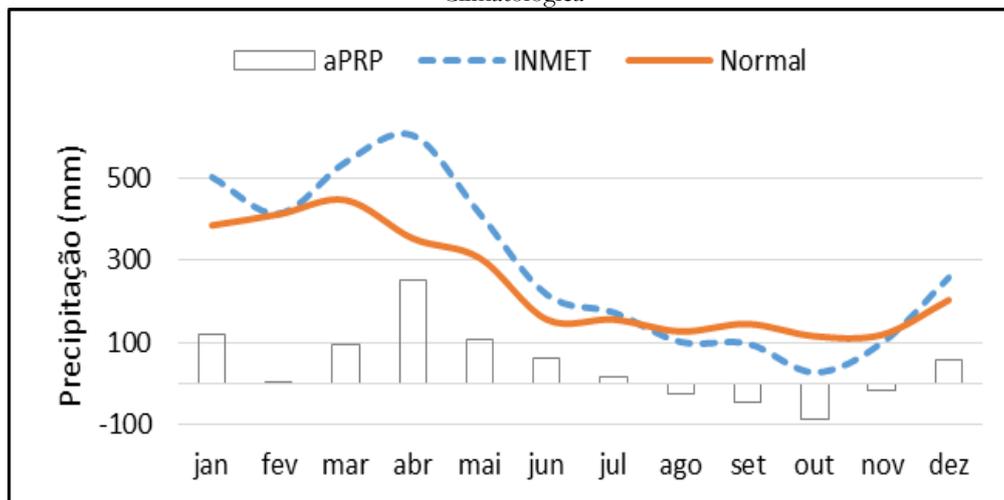
No período mais chuvoso, que ocorre nos trimestres de DJF e MAM, conforme dados da Estação Convencional do INMET (Figura 8), a precipitação variou de 413 mm a 604,90 mm, exceto no mês de dezembro, que teve uma precipitação de 258,20 mm. No

período menos chuvoso, JJA e SON, a precipitação variou de 98,3 mm a 216,2 mm. Essa intensa precipitação, quando associada a outros fatores, causa inundação nas partes mais baixas da cidade, como é o caso do Guamá.

Na análise da distribuição mensal da precipitação, o ano de 2015, dos doze meses, apresentou sete meses (janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e dezembro) com anomalias positivas em relação à Normal Climatológica de 1961 a 1990, tendo seu máximo no mês de abril, com uma precipitação de 251,50 mm. Os outros meses (julho, agosto, setembro, outubro e novembro) apresentaram anomalias negativas, tendo seu máximo em outubro. É importante destacar que o ano em questão esteve sob influência do *El Niño*, conforme o trabalho de Medeiros et al. (2016). O *El Niño* é a fase positiva do El Niño-Oscilação do Sul (ENOS), que nos Trópicos ocasiona uma redução das chuvas, podendo causar anomalias negativas de precipitação.

Apesar desse fenômeno, o observado na área de estudo foi o oposto. Isto pode decorrer da formação de ilhas de calor urbano, pois nos ambientes urbanos ocorre maior armazenamento de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas e caloríficas dos materiais de construção urbana, o que, conforme Freitas et al. (2005), ocasiona um aumento na precipitação, por conta do aumento das correntes convectivas sobre o centro urbano.

Figura 8 – Distribuição Mensal da Precipitação em Belém: Anomalia de 2015, Acumulado de 2015 e Normal Climatológica

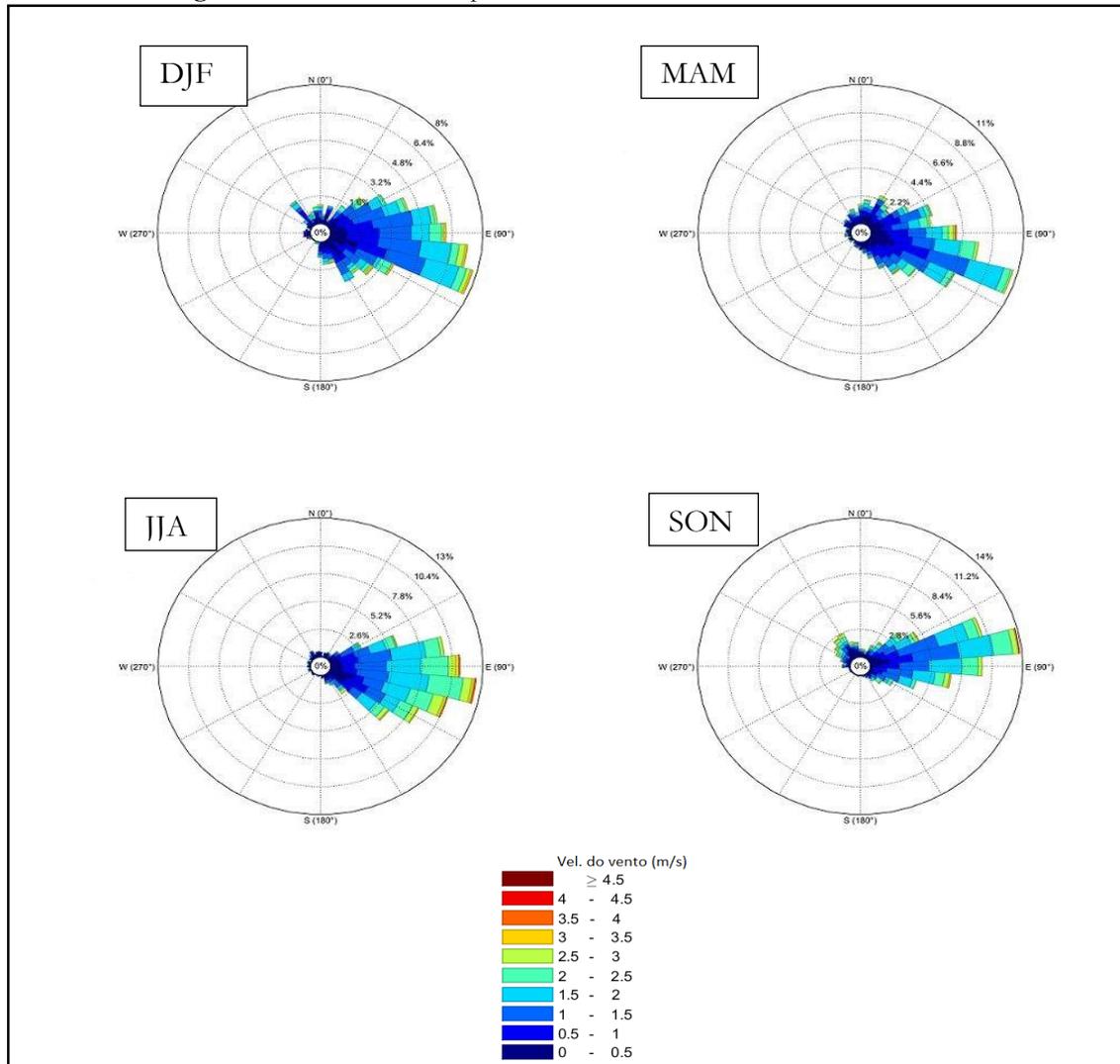


Fonte: Os autores.

Partindo da análise mensal das condições anômalas da precipitação, pode ser observado na escala horária a atuação do vento horizontal (Figura 9 e Figura 10) associada à ocorrência das chuvas locais. No trimestre DJF, durante o dia, a direção varia de 90° a 120°, SE, com uma velocidade média de 1,5 m/s; à noite, a direção varia de 30° a 90°, NE, com uma velocidade média de 0,75 m/s. O trimestre MAM, para o dia, tem uma variação

na direção de 90° a 120°, SE, com velocidade média de 1 m/s; para a noite, tem uma variação na direção de 30° a 120°, NE/SE, com velocidade média de 0,5 m/s.

Figura 9 – Rosa dos Ventos para Belém de 0900 a 2100 UTC do ano de 2015



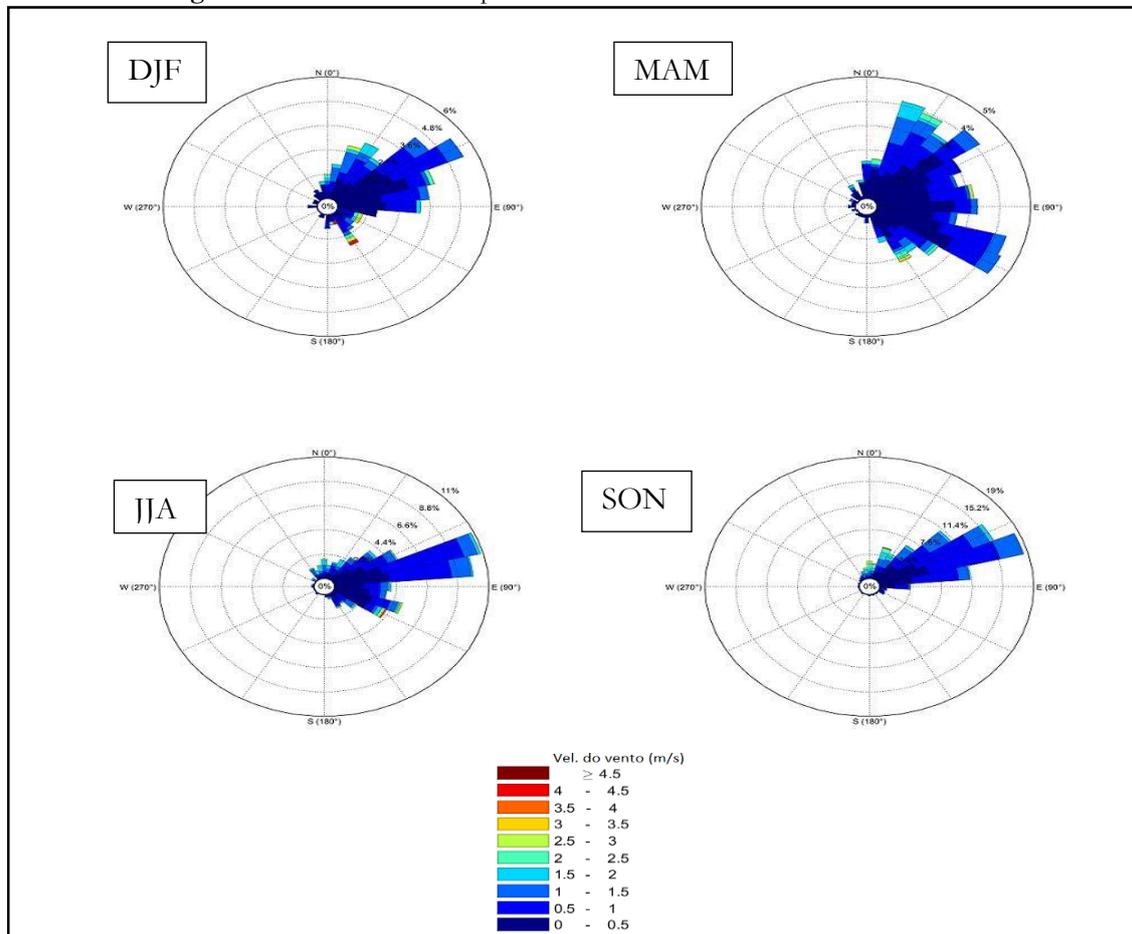
Fonte: Os autores.

No trimestre JJA, durante o dia, a direção varia de 90° a 120°, SE, com uma velocidade média de 2,5 m/s; durante a noite, a direção varia de 60° a 90°, NE, com uma velocidade média de 1 m/s. O trimestre SON, para o dia, tem uma variação na direção de 60° a 90°, NE, com velocidade média de 2 m/s; para o período da noite, tem uma variação na direção de 60° a 90°, NE, com velocidade média de 1 m/s.

Germano et al. (2017) apontam que em Belém, localizada mais para o interior da costa, não é possível identificar a brisa terrestre no trimestre MAM, devido à intensa convecção associada à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante este período, o que reduz a intensidade do vento que entra na costa. Já a brisa fluvial tem ocorrência durante todos os meses do ano, e a brisa marítima é mais forte no trimestre JJA. Em geral, o

ciclo diurno de direção do vento apresenta um máximo principal do Nordeste (NE) na cidade de Belém, com a ocorrência da brisa marítima na mesma direção dos ventos alísios.

Figura 10 – Rosa dos Ventos para Belém de 2100 a 0900 UTC do ano de 2015



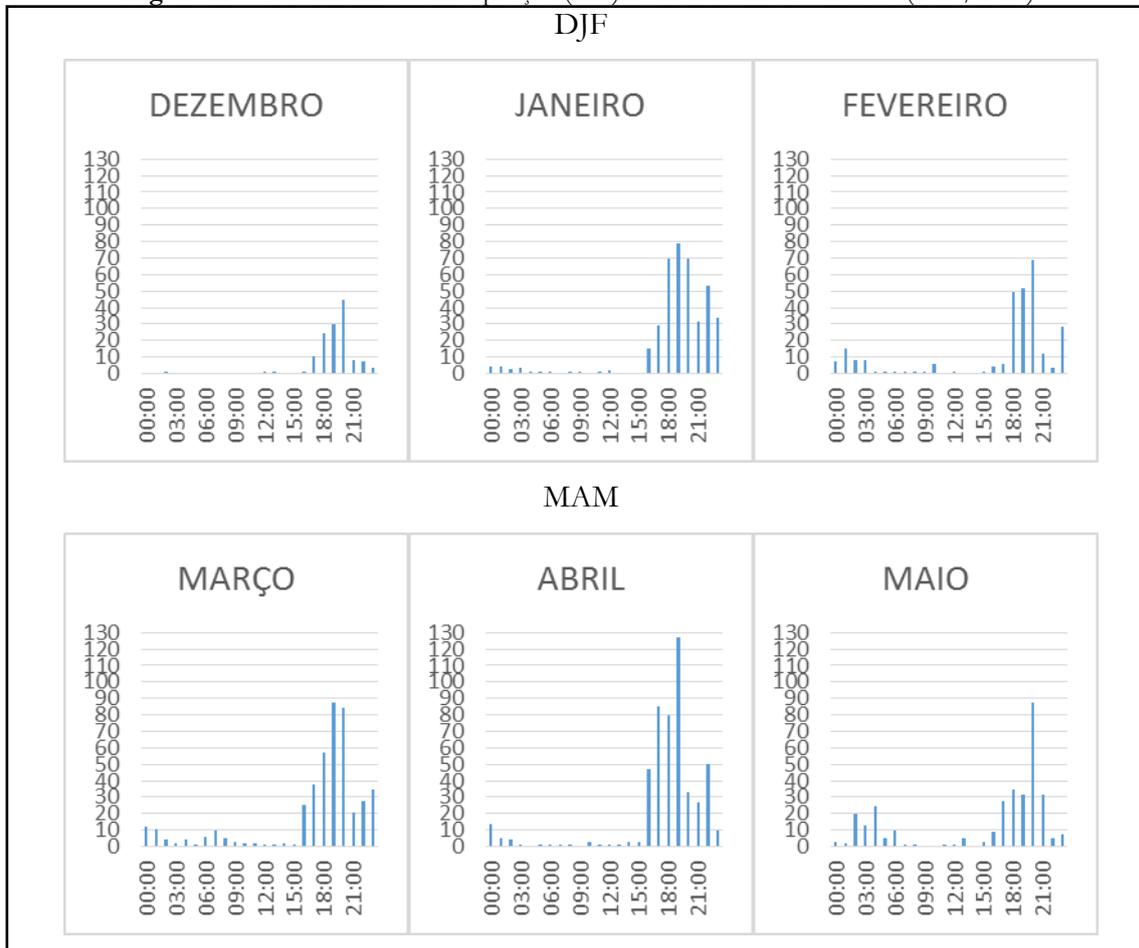
Fonte: Os autores.

A atuação da brisa fluvial reflete na escala de tempo, pois o horário de atuação daquela coincide com os horários de chuva. O ciclo diurno das chuvas é altamente influenciado pelas circulações da brisa, tendo seu máximo pronunciado quando ocorrem essas circulações (GERMANO, 2017). O ciclo diurno da precipitação para 2015 apresentou o seguinte comportamento: no período mais chuvoso, DJF e MAM (Figura 11), a ocorrência das chuvas se concentra de 1600 às 2300 UTC, com máximo observado em abril, com 127mm, e a partir de janeiro inicia a ocorrência das chuvas da madrugada no horário de 0000 às 0900 UTC. No trimestre MAM, esse aumento da precipitação é provocado pela combinação do aquecimento diferencial com a ZCIT.

No período menos chuvoso, JJA e SON (Figura 12), de madrugada, em geral, não há ocorrência de chuvas, sendo observada mais à noite, de 1900 às 2300 UTC e de pouca intensidade. Esse padrão está associado ao aquecimento diferencial, que induz a formação de

Linhas de Instabilidade (COHEN et al., 1995) e de Sistemas Convectivos de Mesoescala Circular (SODRÉ et al., 2015).

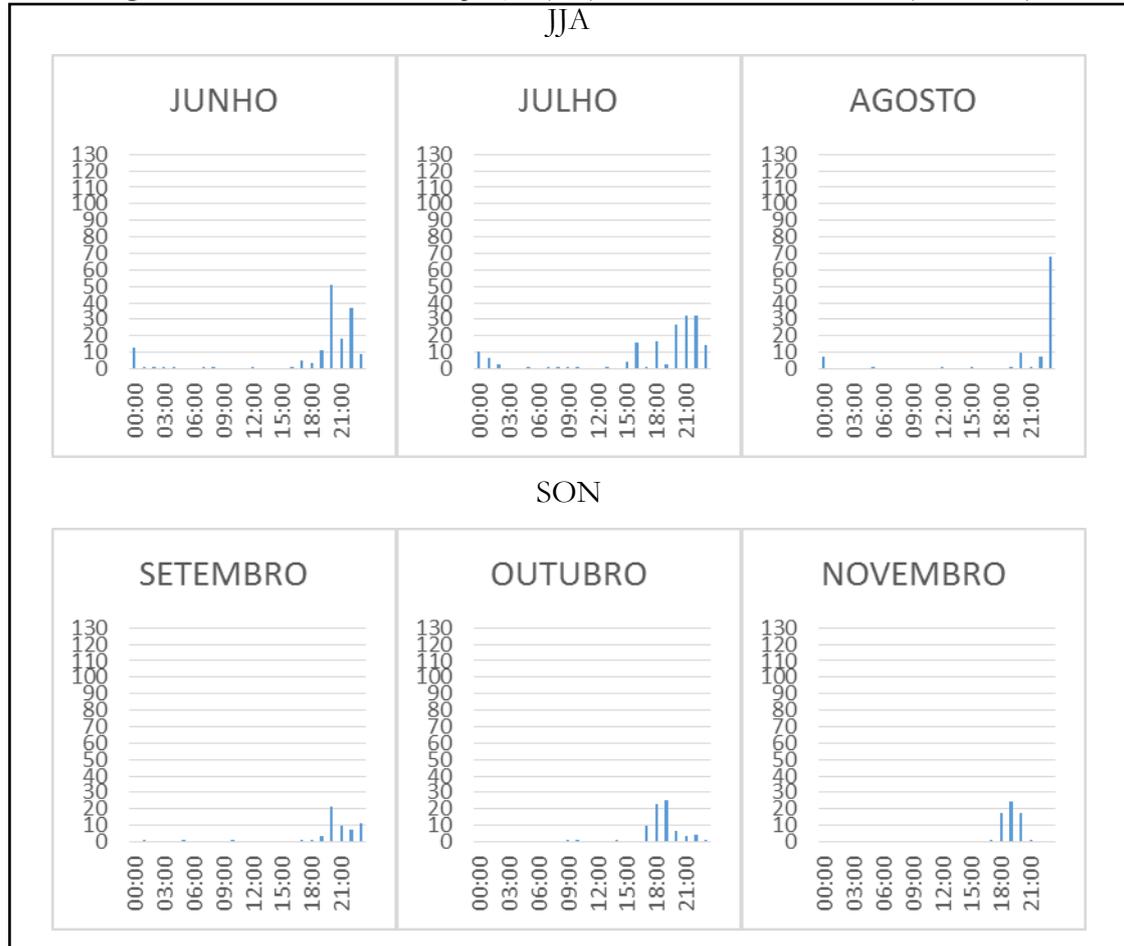
Figura 11 – Ciclo Diurno da Precipitação (mm) no Período Mais Chuvoso (2014/2015)



Fonte: Os autores.

Ressalta-se ainda que, paralelo à influência das circulações locais, a intensidade das chuvas no período de 24 horas (Chuva Máxima) vem aumentando ao longo dos anos e isso pode ser relacionado às alterações locais ocorridas devido ao processo de urbanização, que implicou em maior aquecimento da superfície ao nível do solo, maior convecção e, conseqüentemente, em maior aumento de chuvas por efeito local (PONTES et al., 2017).

Figura 12 – Ciclo Diurno da Precipitação (mm) no Período Menos Chuvoso (2014/2015)



Fonte: Os autores.

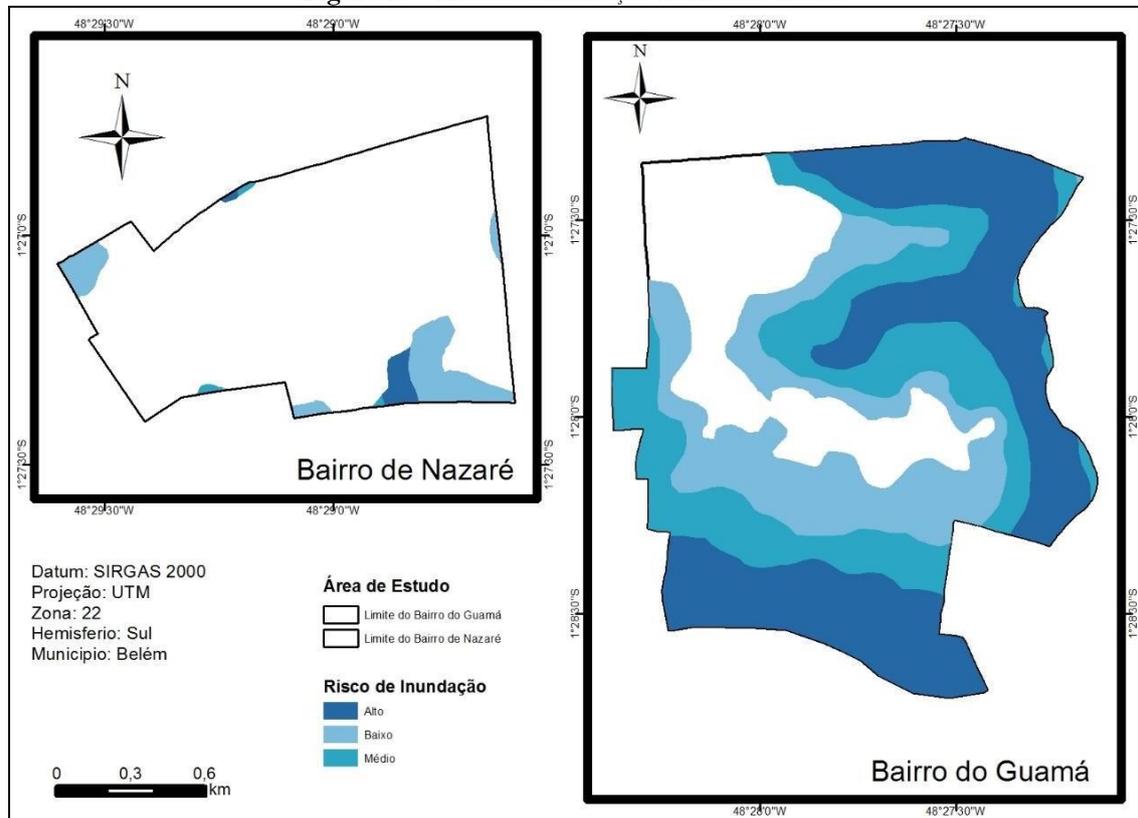
Para além dessas características da atmosfera, é preciso analisar os aspectos geomorfológicos da área de estudo. O bairro de Nazaré apresenta dois pontos com riscos de inundações: um mais ao norte, com risco baixo; e outro ao sul, com risco alto e baixo. No caso do Guamá, o bairro apresenta uma grande área com risco alto e médio de inundação e uma área mais ao centro apresentando risco baixo (Figura 13). Corroborando com esses resultados tem-se o trabalho de Campos et al. (2015).

Ressalte-se que nos dois casos esses pontos são coincidentes com as áreas topográficas mais baixas (Figura 18). Assim, ao analisar as áreas de inundação (Figura 13) propostas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2017), percebe-se que as variáveis de renda, NDVI, precipitação e topografia determinam uma susceptibilidade maior ou menor à inundação.

A área de estudo situa-se em um ambiente em que os aspectos geomorfológicos e climáticos convergem para uma situação constante de risco ambiental: a ocorrência de inundações. As áreas de várzea associadas a um índice pluviométrico em torno de 3000

mm/ano e as modificações decorrentes da urbanização (impermeabilização, alteração topográfica, problemas de saneamento básico) favorecem a ocorrência de alagamentos, principalmente durante a estação mais chuvosa (PONTES et al., 2017).

Figura 13 – Riscos de Inundação na Área de Estudo



Fonte: Os autores.

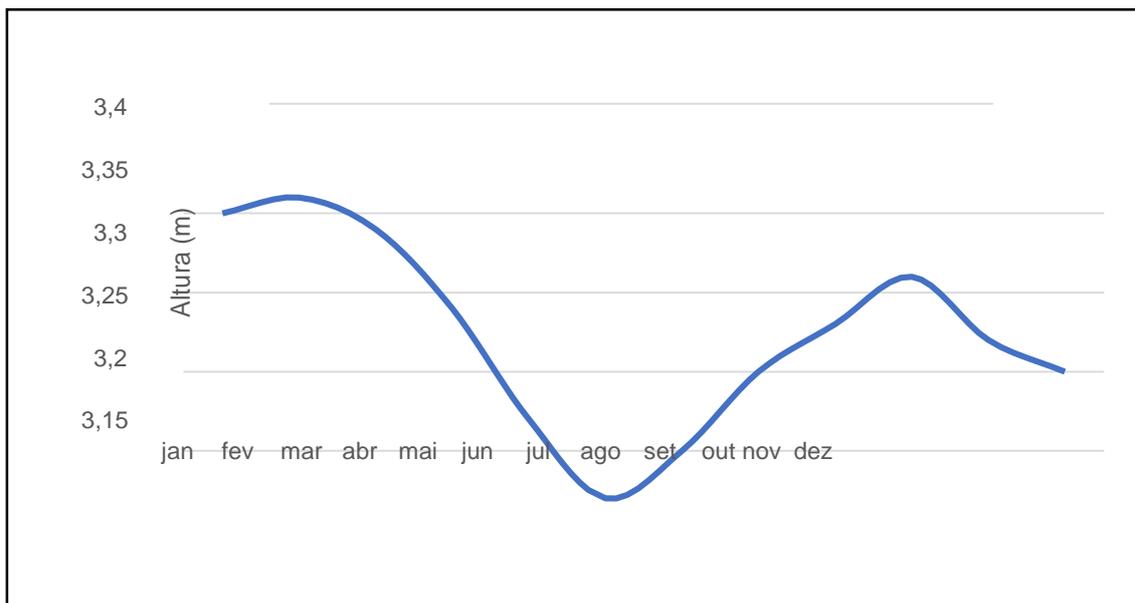
Não são somente o relevo e a precipitação que contribuem para os eventos de inundação. As marés também contribuem, sobremaneira, para esse cenário de riscos. Para o ano em questão, as marés mais altas coincidiram com o período chuvoso (Figura 14), tendo seu ápice no mês de fevereiro, com uma altura de 3,36m seguida dos meses de janeiro com 3,35m e março com 3,34m. Martins (2015) afirma que a coincidência das estações chuvosas com o período de cheia do Rio Guamá tem levado ao agravamento das inundações ao longo do Igarapé Tucunduba, em função do remanso ocasionado pela entrada das águas de maré altas no canal.

O fenômeno das marés contribui muito para a ocorrência das inundações em Belém, seja pela própria inundação de áreas ribeirinhas pelas águas da baía do Guajará e do rio Guamá, ou pela obstacularização das águas drenadas pelos canais e igarapés (ARAÚJO, 2013).

Essa situação reforça o apontado acima: as porções mais altas do bairro de Nazaré

tornam-se áreas nobres e concentram as melhores condições de vida. No entanto, o Guamá, por se situar nos lugares mais baixos, com uma alta taxa de urbanização, que dificulta a impermeabilização do solo, tem maiores riscos de inundação. Aliado a esses fatores físicos, destaca-se que a maior parte da sua população é de pessoas com baixo poder aquisitivo, as quais vivem sem o mínimo de planejamento urbano por parte do Poder Público.

Figura 14 – Tábuas de Maré para o Município de Belém em 2015



Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

A partir da análise comparativa de variáveis físicas entre dois bairros com trajetórias opostas - Guamá, o bairro mais populoso e com menor poder aquisitivo, e Nazaré, com alto poder aquisitivo -, foi possível demonstrar como uma variável depende da outra em uma relação de causa e efeito, determinando a configuração urbano-espacial. Para isso, tópicos como a urbanização, dados de renda, distribuição de áreas verdes, temperatura da superfície, cotas altimétricas, escala de clima e de tempo, vento horizontal, tábuas de marés e mancha de inundação foram analisados e quantificados.

Os resultados apontaram que o bairro do Guamá, já em desvantagem pela ocupação recente e sem planejamento, possui 7,40% de áreas verdes e 92,60% de solo exposto do seu território. Isso reflete nas temperaturas da superfície, na faixa predominante de 30°C a 32°C. Indo além, a maior parte do bairro do Guamá encontra-se nas cotas mais baixas, variando de <4,43m a 13,72 m, sujeitando-o a maiores riscos de inundações. Ressalte-se,

por relevante, que 81,58% dos seus habitantes são das classes D e E. Nesse cenário desfavorável, quando se observa o padrão de precipitação, os seus efeitos atingem escala maior aqui, justamente para a população de baixa renda.

Em oposição, o bairro de Nazaré, que teve uma ocupação mais antiga e planejada, possui 10,70% de áreas verdes e 89,30% de solo exposto do seu território. As temperaturas da superfície estão predominantemente na faixa de 28°C a 30°C. A maior parte da sua área situa-se nas cotas acima de 17,45m, o que reduz os riscos de inundações. Aproximadamente 60% dos seus habitantes são das classes A e B. Aqui se encontra um cenário mais favorável quando se observa o padrão de precipitação, pois os seus efeitos são sentidos em menor intensidade.

Dessa forma, percebe-se que o espaço construído sem planejamento, que no caso em estudo é ocupado pela população de baixa renda, sofre mais com os efeitos ambientais, revelando um padrão de segregação socioespacial dentro de um círculo vicioso imposto há muito tempo. Para romper essas barreiras, é preciso atentar para a criação de Políticas Públicas que sejam capazes de atenuar esses efeitos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, I. R. A. **O uso de técnicas de sensoriamento remoto na identificação de formas na região de Porto Rico, planície de inundação do Alto Rio Paraná, MS/PR.** 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá, 2008.

ARAÚJO, A. N. B. **Análises de medidas adaptativas autônomas usadas pela população em caso de inundações:** estudo dos bairros de Batista Campos e Cremação em Belém, Pará. 2013. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Universidade Federal do Pará, 2013.

BARBOSA, P. H. D.; COSTA, A. C. L.; CUNHA, A. C.; SILVA JUNIOR, J. DE A. Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 98-118, jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v17i0.43048>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

CAMPOS, T. L. O. B.; MOTA, M. A. S.; SANTOS, S. R. Q. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, p. 182-194, 2015.

CARDOSO, A. C. D.; LIMA, J. J. F.; SILVA NETO, R. V.; RODRIGUES, R.; PONTE, J. P. X.; GOMES, T. Forma urbana de Belém e seus desdobramentos para a formação de um sistema de espaços livres acessível à população. **Paisagem e Ambiente**, v. 37, p. 11-34, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i37p11-34>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

CARDOSO, A. C. D.; FERNANDES, D. A.; BASTOS, A. P. V. A inserção da RMB na Amazônia e na rede urbana brasileira. In: CARDOSO, A. C.; LIMA, J. J. (Org.). **Belém: transformações da ordem urbana**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. v. 1.

CARDOSO, A. C. D.; FERNANDES, D. A.; LIMA, J. J. Região Metropolitana de Belém: um balanço de quatro décadas. In: Cardoso, A. C.; Lima, J. J. (Org.). **Belém: transformações na ordem urbana**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. v. 1.

CARSLAW, D. C.; ROPKINS, K. Openair - an R package for air quality data analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 27-28, p. 52-61, 2012.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de superfície celsius do sensor Tirs/Landsat- 8: Metodologia e Aplicações. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 7, n. 1, 2013.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A.; NOBRE, C. A. Environmental conditions associated with Amazonian squall lines: a case study. **Monthly Weather Review**, 1995.

COSTA, A. C. L.; MATTOS, A. Estudo da ilha de calor urbana na cidade de Belém - PA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 1998, Salvador - BA, 1998.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações. **Documento Cartográfico**. Brasil, 2017.

DAGNINO, R. S.; CARPI, S. J. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-87, jul./dez. 2007.

FERREIRA, G. F.; COSTA, A. P. R.; CANDEIAS, A. L. B. Análise comparativa de Modelos Digitais de Elevação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2011.

FREITAS, E. D.; MARTINS, L. D.; DIAS, P. L. S.; ANDRADE, M. F. A simple photochemical module implemented in RAMS for tropospheric ozone concentration forecast in the metropolitan area of São Paulo, Brazil. **Coupling and validation Atmospheric Environment**, v. 39, n. 34, p. 6352-6361, 2005.

GUIVANT, J. S. A Teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 95-112, abr. 2001.

GALVAO, L. S.; BREUNIG, F. M.; SANTOS, J. R.; TELES, T.S.; GAIDA, W.; MOURA, Y.M. Uso de imagens RapidEye no estudo das variações sazonais de índices de vegetação no Parque Estadual do Turvo (PET). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 16., 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015.

GERMANO, M. F.; VITORINO, M. I.; COHEN, J. C. P.; COSTA, G. B.; SOUTO, J. I. O.; REBELO, M. T. C.; DE SOUSA, A. M. L. Analysis of the breeze circulations in Eastern Amazon: an observational study. **Atmospheric Science Letters**, v. 18, 2017.

GONÇALVES, K. S.; SIQUEIRA, A. S. P.; CASTRO, H. A. de; HACON, S. S. Indicador de vulnerabilidade socioambiental da Amazônia Ambiental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3809-3817, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232014199.14272013>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Pesquisa de Orçamentos Familiares. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/de_fault.s.htm>. Acesso em: 08 ago. 2019.

KOUSKY, V. E. Diurnal rainfall variation in northeast Brazil. **Monthly Weather Review**. 1980.

LIMA, V. AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Formação** (Presidente Prudente), v. 13, p. 139-165, 2006.

MARCUSE, Peter. Enclaves, sim; guetos, não: a segregação e o Estado. In: **Espaço e Debates**, São Paulo: NERU, v. 24, n. 45, p. 24-33, jan./jul. 2004.

MARTINS, V. C. D. Avaliação de sistemas de prevenção e contenção de inundações em Bacia de drenagem urbana. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

MEDEIROS, R. M.; BRITO, J. I. B.; SILVA, V. M. A.; MELO, V. S.; COSTA NETO, F. A. El Niño/La Niña e sua influência no número de dias com chuva em Bom Jesus, Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 16-23, 2016.

MEIRA FILHO, A. **Evolução histórica de Belém do Grão-Pará**. Belém: Grafisa, 1976.

MELO, A. C.; CARDOSO, Ana Cláudia. Cidades para quem? Descompasso entre políticas ambientais e urbanas na periferia do capitalismo. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo** (PUCMG), v. 21, p. 83-103, 2014.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Second Edition. London & New York: Routledge, 1987. 435 p.

_____. City size and urban heat island. **Atmospheric environment**, New York, v. 7, n. 8, 1973. p. 769-779.

PIMENTEL, M. A. S.; SANTOS, V. C.; SILVA, F. A. O.; GONCALVES, A. C. A ocupação das várzeas na cidade de Belém: causas e consequências socioambientais. **Revista Geonorte**, v. 2, p. 34-45, 2012.

PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M.; SILVA JÚNIOR, J. A.; SADECK, C. C. A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos de alagamentos. **Caderno de Geografia**, v. 27, 2017.

RIBEIRO, W.C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. **Parcerias**

Estratégicas, v. 27, p. 297-321, 2008.

RODRIGUES, J. E. C.; LUZ, L. M.; SARAIVA, J. S. Análise morfológica dos bairros de Nazaré e Guamá no processo de redução das áreas verdes urbanas no município de Belém-PA. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE ESTUDOS TERRITÓRIAIS E AMBIENTAIS, 6., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2014. v. 1.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: HUCITEC, 1993.

_____. **São Paulo: metrópole fragmentada corporativa**. São Paulo: Nóbél, 1990.

SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F.; CARVALHO, S. P. Eventos de precipitação e alagamentos na cidade de Belém-Pa. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 4., 2011, João Pessoa. **Anais – João Pessoa: SBMET**, 2011.

SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 4, 2013.

SODRÉ, G. R. C.; VITORINO, M. I.; COHEN, J. C. P.; MORAES, B. C. Estudo observacional da convecção de mesoescala em diferentes superfícies no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 8, p. 45-55, 2015.

TRINDADE JÚNIOR, S-C. C. **Formação metropolitana de Belém (1960-1997)**. Belém: Paka-Tatu, 2016.

TUCCI, C. E. M. Aspectos institucionais no controle de inundações. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CENTRO-OESTE, 1., 2009, Brasília. **Anais do I Seminário de Recursos**. Brasília, 2009.