



IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS INUNDÁVEIS NO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES – REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE/PE

Rodrigo Santos de França

Universidade Federal de Pernambuco

Oswaldo Girão

Universidade Federal de Pernambuco

Marcelo Ricardo Bezerra de Miranda

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

Larissa Monteiro Rafael

Universidade Federal de Pernambuco

Resumo

A dinâmica climática, associada ao relevo e à ocupação urbana no município de Jaboatão dos Guararapes, localizado na Região Metropolitana do Recife – Pernambuco, revela um problema de interesse geral e existente em várias cidades brasileiras: as inundações. O objeto de estudo desta pesquisa são as áreas inundáveis localizadas nos bairros de Barra de Jangada, Guararapes e Marcos Freire, os bairros foram escolhidos graças às suas singularidades topográficas e ocupacionais como fatores desencadeadores de tais eventos. Buscou-se analisar e relacionar a ocorrência destes eventos com as características físicas e a influência da urbanização como potencializadores do problema das inundações urbanas. Para esta análise foi realizada a coleta de dados na prefeitura do município referente ao cadastro de imóveis em áreas inundáveis; posteriormente, foi realizada a espacialização destes imóveis buscando a relação das ocorrências com a proximidade aos canais de drenagem, além de observar, através de pesquisas bibliográficas, as características do município referentes ao relevo, dinâmica climática, presença de corpos e cursos hídricos, vegetação local e a participação destes fatores na ocorrência das áreas inundáveis. Foi constatado que nos bairros pesquisados o surgimento de áreas inundáveis tem a influência direta do relevo, principalmente em Marcos Freire e Guararapes, onde as cotas altimétricas possuem uma maior amplitude; da presença dos corpos e cursos hídricos e da vegetação, além da ocupação urbana está diretamente relacionada com a potencialização destes eventos.

Palavras-chave: Dinâmica climática; Ocupação urbana; Relevo; Jaboatão dos Guararapes.

FLOODING AREAS IDENTIFICATION IN THE CITY OF JABOATÃO DOS GUARARAPES - METROPOLITAN REGION OF RECIFE/PE

Abstract

The climate dynamics, associated with the relief and the urban settlement in Jaboatão dos Guararapes, in the metropolitan region of Recife - Pernambuco, reveals a general interest and existing problem in several Brazilian cities: the floods. The study of this research object are the flooding areas located in the neighborhoods of Barra de Jangada, Guararapes and Marcos Freire the neighborhoods were chosen thanks to its topographic and occupational singularities as triggered factors of these events. It sought to analyze and relate the occurrence of these events with the physical characteristics and the influence of urbanization as boosters' problem of urban flooding. For this analysis was realized the collection on the municipal council related to the real estate registry in flood areas; afterward, was held the spatial of these properties searching for the ratio of occurrences having the proximity to drainage channels, above observing, through bibliographic researches, the municipality of features for the relief, climate dynamics, presence of bodies and water courses, local vegetation and the participation of these factors in the occurrence of the wetlands. It was found that in the neighborhoods surveyed the emergence of wetlands has a direct influence of relief, especially in Marcos Freire and Guararapes, where the elevations have a greater range; the presence of bodies and water courses and vegetation, as well as urban settlement is directly related to the enhancement of these events.

Keywords: Climate dynamics; Urban occupation; Relief; Jaboatão dos Guararapes.

INTRODUÇÃO

O impacto dos fenômenos climáticos no perímetro urbano tem sido tema de bastante discussão e interesse devido às consequências trazidas por estes fenômenos e seus decorrentes prejuízos para a população das cidades. Um destes fenômenos dependentes da dinâmica climática, principalmente da dinâmica sazonal das precipitações pluviométricas, que atingem principalmente os países localizados entre os trópicos, como é o caso do Brasil, são as inundações.

Neste sentido, faz-se necessário reconhecer a dinâmica climática regional e os efeitos do processo de urbanização a partir das formas de crescimento urbano, assim como suas consequências impactantes ao ambiente físico/natural, tendo como objetivo o entendimento dos efeitos decorrentes de intensas e recorrentes chuvas e a capacidade antrópica de potencializar as inundações nos espaços urbanos.

No litoral brasileiro, onde as áreas urbanas estão em constante crescimento horizontal (parcialmente urbanizadas) e as que estão em estado de urbanização consolidada acirram os processos de impermeabilização dos solos, os transtornos relacionados à dinâmica da água são latentes devido ao regime climático desta região e às grandes alterações ao meio ambiente natural.

O município de Jaboatão dos Guararapes, inserido na Região Metropolitana do Recife, destaca-se pela ocorrência de inundações em diversas áreas devido às singularidades topográficas e ocupacionais. Ademais, a dinâmica climática do município, regida por precipitações intensas e recorrentes no período de outono-inverno (março-setembro), condiciona um regime pluviométrico abundante, que é potencializada por uma extensa área urbana, que vem levando a uma crescente impermeabilização do solo em áreas suscetíveis a estes eventos.

Assim, neste artigo, buscou-se identificar estas áreas suscetíveis às inundações, com foco e três bairros do município: Barra de Jangada, Marcos Freire e Guararapes, selecionados graças às singularidades de cada um dos referidos bairros. Para a identificação destas áreas, utilizou-se a localização dos imóveis cadastrados pelo município em áreas alagáveis, realizando a espacialização destes imóveis, objetivando relacionar a concentração destes imóveis e os processos de natureza fluvial, além de analisar as condições referentes ao relevo e impermeabilização do solo como fatores desencadeadores da ocorrência desta problemática cada vez mais comum não apenas no município como em grande parte das cidades brasileiras.

Processos desencadeadores de eventos de inundações

A inundação constitui-se em um fenômeno que ocorre quando o transbordamento ultrapassa o canal de drenagem, atingindo locais que normalmente não são submersos (planície de inundação e o leito maior excepcional). No perímetro urbano as inundações estariam intimamente relacionadas, portanto, com a proximidade aos canais artificiais de drenagem e aos corpos hídricos.

De uma forma geral, segundo (NOTT, 2010; AYALA e GOUDIE, 2010), as inundações são caracterizadas por serem desencadeadas por chuvas intensas e concentradas em curto espaço de tempo, ocasionando o aumento súbito e violento do nível das águas; possuem uma magnitude e frequência, a princípio baixa, e ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem; produzem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa, daí seu potencial destrutivo como evento natural.

Como um evento dependente do clima, as inundações estão associadas a dinâmica climática, especificamente aos eventos pluviais extremos, aspectos de grande importância no estudo do clima das cidades, já que seu acontecimento pode acarretar problemas econômicos e sociais, como é o caso das inundações dentro do perímetro urbano.

Para Ayoade (1996), as chuvas nos locais próximos à linha do Equador tendem a ser abundantes. Esta afirmação do autor pode ser aplicada para o município de Jaboatão dos Guararapes, objeto de estudo desta pesquisa, onde os eventos pluviais que ocorrem no município estão concentrados no período de outono-inverno (março-setembro) devido à dinâmica climática mencionada anteriormente acerca dos sistemas secundários atuantes.

Os eventos pluviais ocorrem de forma natural e seus efeitos também são fenômenos naturais, independente da interferência humana.

Contudo, a de se considerar que a dinâmica climática pode sofrer alterações de cunho natural e artificial, esta última através das intervenções humanas. Os processos de urbanização, industrialização, desmatamento, entre outros, afetam diretamente o clima de determinada localidade, e tais alterações no clima interfere diretamente na periodicidade dos eventos pluviais que podem ser prejudiciais à população das cidades. Essas alterações do meio por parte da humanidade ocorrem, principalmente, nas áreas urbanas criando o chamado “clima urbano” (AYOADE, 1996).

Com o crescimento urbano, houve o aumento horizontal das cidades, levando à ocupação de forma desordenada e em áreas de risco por parte da população mais carente, caracterizada principalmente pela ausência de infra-estrutura adequada, alterando, assim, a dinâmica natural pela ocupação antrópica. Tais alterações geram novos padrões de comportamento morfodinâmico, tendo destaque para os arruamentos que transformam as ruas em leitos pluviais já que ocorre um recorte dos fluxos fluviais direcionando resultando numa nova drenagem; a impermeabilização e as canalizações das águas pluviais (FUJIMOTO, 2005).

Todos estes fatores mencionados decorrentes da expansão urbana prejudicam não só a população das cidades como também a dinâmica do meio ambiente físico/natural. Ayoade (1996) demonstra que os impactos causados pela humanidade nas áreas urbanas são intensos, e dentre esses os impactos da impermeabilização do solo que, acelera o processo de escoamento superficial que, muitas, vezes excede a capacidade de vazão das redes de drenagem naturais e aquelas construídas nas cidades.

A canalização dos cursos d’água e mesmo o aterramento destes, são outros impactos causados pela presença antrópica na área urbana, sendo uma prática comum para resolver os problemas relacionados ao saneamento e às inundações, porém essa ação agravou esta problemática, pois com a canalização, por exemplo, dos rios, geralmente em linha reta (retificação), a velocidade do fluxo de água cresce, aumentando também, o risco de inundações a jusante dos trechos canalizados.

Além da drenagem dos rios através de sua canalização, a impermeabilização do solo ocorre através da construção de estruturas residenciais, comerciais, industriais e vias pavimentadas, que diminuem as áreas de infiltração, majorando os índices de escoamento superficial nos interflúvios e, por conseguinte, nos cursos hídricos.

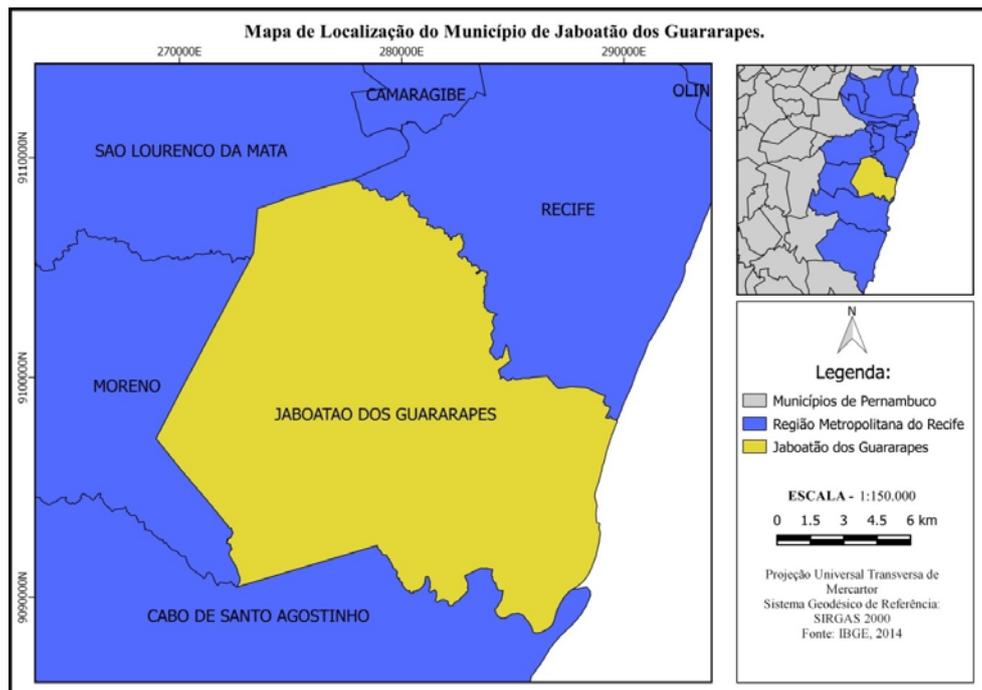
Ademais, a substituição da superfície natural pelo asfalto das vias e pelo concreto dos prédios e casas aumenta a capacidade de absorção da radiação solar, aumenta, conseqüentemente, a temperatura e também a umidade, este aumento da umidade tem como conseqüência a maior ocorrência dos eventos pluviais.

Caracterização do município de Jaboatão dos Guararapes-PE

O município de Jaboatão dos Guararapes está localizado na Região Metropolitana do Recife (RMR), tendo como limites ao norte com a cidade do Recife e o município de São Lourenço da Mata, a oeste com o município de Moreno, ao sul

com o município do Cabo de Santo Agostinho e a Leste com o Oceano Atlântico (Figura 1). Segundo o Censo Demográfico do IBGE de 2010, o município possuía naquele ano uma população de 644.620 habitantes, sendo 630.595 na área urbana e apenas 14.025 na área rural, distribuídos em uma área territorial de 258, 694 km².

Figura 1: Localização do município de Jaboatão dos Guararapes.

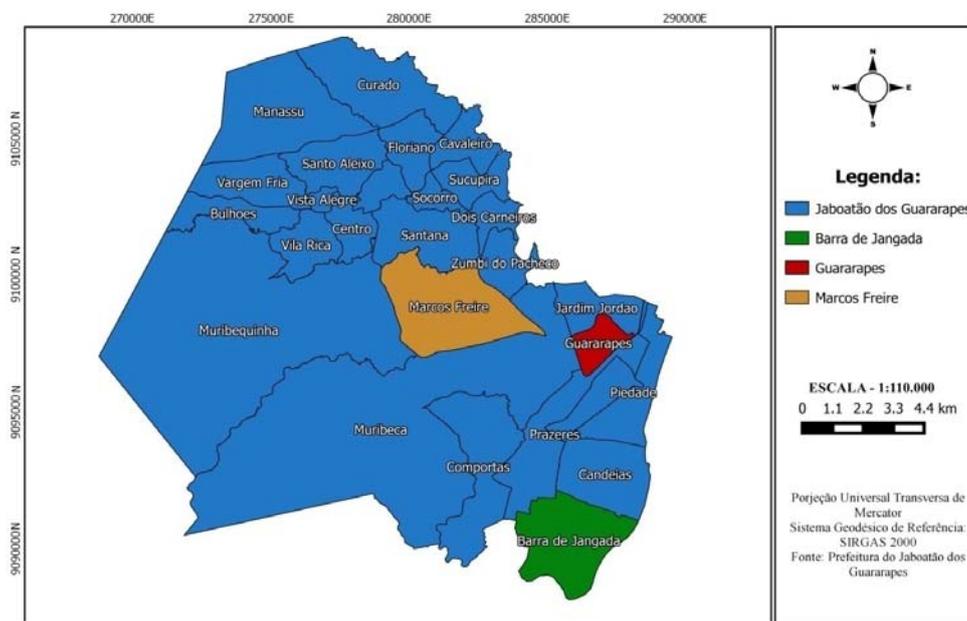


Fonte: Os autores.

Para efeitos dos estudos acerca das áreas inundáveis presentes no município em foco, serão considerados os seguintes bairros, caracterizados abaixo, e localizados no território municipal de acordo com a Figura 2.

- ❖ Barra de Jangada: localizado na porção Sul do Município de Jaboatão, fazendo limite com o município do Cabo de Santo Agostinho ao Sul, com o bairro de Candeias ao Norte, Prazeres a Oeste e com o Oceano Atlântico a Leste. Ressalta-se nesta área a presença de mangue e parte da Lagoa do Náutico.
- ❖ Guararapes: está localizado na porção Norte do Município de Jaboatão limitando-se com o bairro de Jardim Jordão ao Norte, Prazeres a Leste e Sul e Muribeca a Oeste.
- ❖ Marcos Freire: situa-se na porção centro-norte do município, tendo como limites os bairros de Muribequinha a Oeste, Muribeca ao Sul, Zumbi do Pacheco a Nordeste e Santana e Dois Carneiros ao Norte.

Figura 2: Localização dos bairros de Barra de Jangada, Guararapes e Marcos Freire.



Fonte: Os autores.

De acordo com o Plano Diretor Participativo do Jaboatão dos Guararapes (2006), o relevo do município foi modelado em dois tipos de terrenos: os terrenos sedimentares, depositados ao longo dos últimos 120 milhões de anos e os terrenos cristalinos com idade superior a 500 milhões de anos. Inseridos nestes dois tipos de terrenos apresentam-se seis unidades de relevo, sendo os terrenos recentes englobando sete unidades de relevo: recifes de arenito, praias, terraços marinhos, mangues, planícies flúvio-lagunares, planícies aluviais e colinas; enquanto que os terrenos antigos englobam a unidade das colinas.

Para efeito do estudo, é de interesse a caracterização do domínio das planícies, que englobam as planícies flúvio-lagunar, a planície aluvial e as áreas de mangue ou planícies de maré. Quanto às planícies flúvias, estas correspondem a morfoestruturas que ocorrem em áreas restritas, associadas aos depósitos a montante de níveis de base locais e regionais, corresponde às áreas essencialmente planas, geradas por deposição de origem fluvial, onde atualmente predominam os processos agradacionais, sendo, portanto, áreas de várzea, às margens dos rios e riachos do município. Nas áreas de planícies, a topografia é caracterizada por apresentar superfícies pouco acidentadas, sem grandes desnivelamentos relativos (GUERRA, 1993; ROSS e MOROZ, 1996)).

A planície flúvio-lacustre, ou flúvio-lagunar, é representada pela região do baixo rio Jaboatão e da Lagoa do Náutico, já que este tipo de planície tem como característica os sedimentos flúvias que são detritos depositados por correntes de água doce (GUERRA, 1993). Esta planície está, em Jaboatão dos Guararapes, dividida em dois trechos: um a leste da rodovia BR-101 sul, no entorno da Lagoa do Náutico, entre as áreas de mangue ao sul e nas imediações do bairro de

Muribeca e Marcos Freire, ao Norte. Esta planície apresenta altitudes inferiores a 5 metros e possui trechos sujeitos a inundações e alagamentos.

As planícies aluviais, semelhante à planície flúvio-lagunar, possuem formas alongadas, quando em nível de base local, e são produzidas pelos depósitos deixados pelos rios (GUERRA, 1993). Em Jaboatão dos Guararapes, de acordo com o Plano Diretor do Município (2006), apresenta altitudes entre 5 e 10 metros e ocupa grandes áreas nas duas margens do rio Jaboatão, entre a planície flúvio-lagunar (ao sul) e as colinas (ao norte e oeste). Esta planície também engendra o bairro de Marcos Freire.

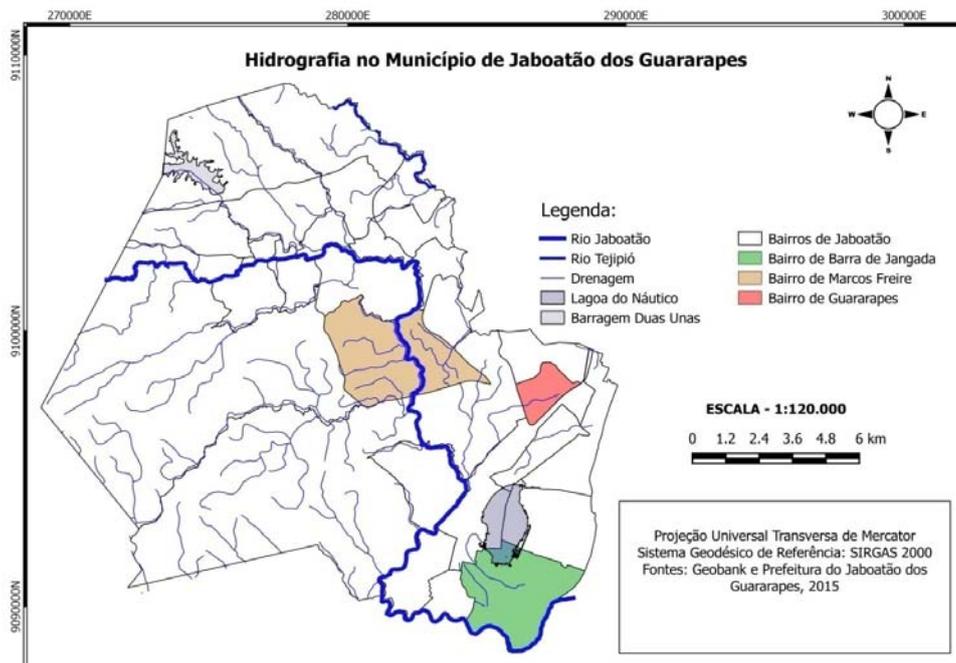
Os mangues, ou planícies de maré é um terreno baixo, junto à costa, sujeito a inundações das marés. Esses terrenos são na quase totalidade, constituídos de vasas (lamas) de depósitos recentes (GUERRA, 1993) que em Jaboatão dos Guararapes localizam-se nas margens do baixo curso do rio Jaboatão, a noroeste, a oeste e ao sul da localidade de Pontezinha, no município do Cabo de Santo Agostinho, ao longo do canal Olho D'água e ao longo da Estrada de Curcurana, abrangendo principalmente, o bairro de Barra de Jangada em Jaboatão dos Guararapes.

Quanto aos aspectos hidrográficos, o município de Jaboatão dos Guararapes está inserido no Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos 2 (GL-2), de acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC), limitando-se ao norte com a bacia do rio Capibaribe, ao sul com a bacia do Rio Ipojuca, a leste com o oceano atlântico e a oeste com as bacias do rio Capibaribe e do rio Ipojuca. Este grupo é constituído, principalmente, pelos rios Jaboatão e Pirapama.

No município em questão destaca-se o rio Jaboatão, o mais importante do grupo, que tem como afluentes os rios Muribequinha, Pico, Uninha, Suassuna, Manassú, Mussaíba e o rio Duas Unas, onde está localizada a barragem Duas Unas, uma das que abastece a Região Metropolitana do Recife. Com nascente em Vitória de Santo Antão, 90% do rio Jaboatão está inserido na RMR, sendo 47,4% do mesmo no município de Jaboatão dos Guararapes. Sua extensão aproximada é de 72 quilômetros, possui uma drenagem dendrítica bastante densa principalmente na região do alto Jaboatão, onde o relevo é mais acentuado, com ramificações em todos os sentidos.

Apesar de maior parte do município está inserido neste grupo, também há a presença da Bacia do rio Capibaribe no limite de Jaboatão com a cidade do Recife, em que se encontra o rio Tejipió. Outro importante corpo d'água inserido no município de Jaboatão é a Lagoa do Náutico, que possui cerca de 5 Km² de área (Figura 3).

Figura 3: Hidrografias no município de Jaboatão dos Guararapes.



Fonte: Os autores.

Jaboatão dos Guararapes, assim como toda a Região Metropolitana do Recife (RMR), está inserido em área de abrangência do tipo climático As' segundo a classificação de Köppen-Geiger, com chuvas de inverno antecipadas no outono (NETTO, 2009).

Quanto a atuação de massa de ar, a massa Tropical atlântica (mTa) tem grande influência sobre o litoral leste do Nordeste brasileiro, principalmente no período de outono-inverno, quando a mesma avança de SE para NE. Segundo Sant'anna Neto e Nery (2005), inicialmente esta massa de ar tem característica quente e úmida, porém ao encontrar-se com massas de relevo continentais próximas a costa leste brasileira, torna-se instável ocasionando em chuvas orográficas no litoral leste da região.

A Região Metropolitana do Recife (RMR) recebe a influência, principalmente, da mTa e dos sistemas atmosféricos secundários atuantes na costa leste do Nordeste do Brasil, sendo estes: a Zona de Convergência Intertropical, os Vórtices Ciclônicos de Alta Troposfera, ou Altos Níveis, durante o período de primavera-verão, e os Distúrbios Ondulatórios Tropicais (Ondas de Leste) e incursões da Frente Polar Atlântica quando do outono-inverno.

O período de maio a julho na RMR caracteriza-se como os meses de maiores precipitações do ano graças a esta interferência das Ondas de Leste. Porém além desse sistema secundário, ocorre também a participação da Frente Polar Atlântica (FPA), quando esta consegue chegar ao litoral nordestino, neste mesmo período do ano.

No município, assim como em todo o litoral pernambucano, as temperaturas médias anuais registram uma variação entre 25º e 30ºC, elas em geral não

apresentam variações expressivas, de maneira que sua amplitude térmica anual aproxima-se a 5°C (MANSO *et al.*, 2006). O litoral oriental compreende a zona de maior pluviosidade do litoral do Nordeste, com precipitação média anual de 2050 mm, nos anos considerados normais. Em Jaboatão dos Guararapes no ano de 2014, por exemplo, a precipitação anual no município foi de 2.457,9 milímetros, de acordo com o Boletim do Clima da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), de Dezembro de 2014.

Em Jaboatão dos Guararapes a cobertura vegetal natural é representada por resquícios de Mata Atlântica restrita a poucas áreas, manguezais e pelos tipos designados como capoeira, denominação utilizada para definir um tipo de vegetação de menor porte que a da Mata Atlântica (SANTOS, 2008).

A vegetação do tipo ombrófila, caracteriza-se por florestas densas, altas e ricas em espécies vegetais, sendo esta vegetação mais visível na região do alto Jaboatão. De acordo com Brasil (1983), a vegetação litorânea, por sua vez, está representada pelas comunidades pioneiras arbóreas, arbustivas e herbáceas da restinga, pelos manguezais e pela vegetação arbustiva e herbácea das áreas deprimidas sob influência fluvial.

Na região oeste do município, atenta-se para a presença da vegetação ombrófila, com florestas densas. Nas áreas sobre influência direta das marés, desenvolve-se uma vegetação típica de solos orgânicos classificados como mangues (MANSO *et al.*, 2006), esta vegetação de mangues é encontrada na porção sul de Jaboatão, principalmente no litoral do bairro de Barra de Jangada.

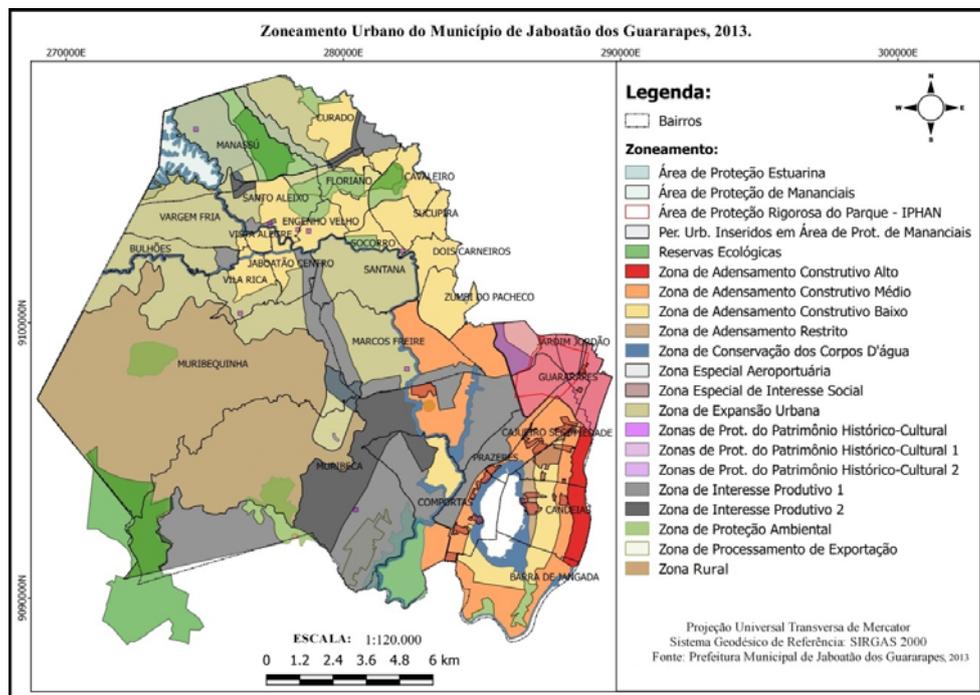
Atualmente a vegetação encontra-se majoritariamente devastada, tendo a sua área diminuída em função da expansão da cultura canavieira e para os usos diversos, tais como: lenha, cabos de implementos, madeira para construção etc. (OLIVEIRA, 1996), a supressão da vegetação natural é reforçada por Oliveira (1996), através do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da Bacia do Rio Jaboatão, elaborado pela Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos (CPRH), em que se afirma que no período de 10 anos praticamente 80% da vegetação nativa foi devastada. No município a área de Mata Atlântica ocupa atualmente pouco mais de 3% do território municipal, mas com essa área de cobertura vegetal sendo substituída gradualmente pela cultura canavieira e também de subsistência.

Quanto ao uso e ocupação, cerca de 85% da população jaboatonense reside em zona urbana, com destaque para a faixa litorânea do município densamente povoada, em que ocorre uma ocupação mista do solo, com áreas residenciais e comerciais. Além da faixa litorânea, os três grandes corredores viários (BR-101, Eixo da Integração e PE-07) também possuem uma ocupação urbana significativa. A área rural do município tem como característica do uso do solo o cultivo, principalmente da cana-de-açúcar, além da agricultura de subsistência.

O zoneamento de Jaboatão dos Guararapes, através da lei nº 972/2013, estabelece o uso, parcelamento e ocupação do solo do município (Figura 4). Este zoneamento divide o município em áreas de proteção, definidas por lei, zonas de adensamento, zonas especiais, zona de expansão, zonas de interesse produtivo e zona rural, conforme caracterização abaixo:

- Áreas de proteção de mananciais – Definidas através da lei estadual nº 9.860/1986;
- Áreas de Proteção Estuarina – Definidas pela lei estadual nº 9.931/1986;
- Área de Proteção Rigorosa do Parque Nacional dos Guararapes – Definido através do decreto federal de nº 68.527/1971.
- Áreas de proteção que tem como definição as leis estaduais e federais, o município é dividido em zonas, sendo elas:
- Zona de Adensamento Construtivo Alto (ZAA) – Caracteriza-se pelas áreas de potencial construtivo de alta densidade, correspondente aos edifícios localizados, principalmente na orla do município, sendo um fator de incremento das atividades turísticas e habitacionais;
- Zona de Adensamento Construtivo Médio (ZAM) – Apresenta como característica a ocupação de baixa densidade, mas com capacidade para dispor de ocupações mais verticalizadas, tendo esta zona por finalidade a correlação entre o crescimento urbano e a necessidade da conservação da qualidade ambiental e valorização da paisagem local;
- Zona de Adensamento Construtivo Baixo (ZAB) – Corresponde às ocupações situadas em áreas alagáveis e em áreas de morro, tendo como característica a presença de ocupações irregulares;
- Zona de Adensamento Restrito (ZAR) – Caracteriza-se pela presença de ocupações irregulares em condição crítica de riscos ambientais e sociais, em que destina-se o reordenamento da ocupação atual;
- Zonas Especiais – Compreendem as áreas que podem se sobrepor às zonas estabelecidas pelo município em seu zoneamento. Estas zonas classificam-se em: Zona de Processamento de Exportação (ZPE), Zona Especial Aeroportuária (ZEA), Zona de Proteção Ambiental (ZPA), Zona de Conservação dos Corpos D'Água (ZCA), Zona Especial de Proteção do Patrimônio Histórico-Cultural (ZHC) e as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS);
- Zona de Expansão Urbana (ZEU) – Caracteriza-se por apresentar pouca ocupação urbana, com a presença de grandes vazios;
- Zona de Interesse Produtivo 1 e 2 (ZIP 1 e ZIP 2) – Possui como característica a importância industrial pela sua localização, concentrando empreendimentos industriais e de logística;
- Zona Rural (ZR) – Corresponde à porção do território que possui características rurais, como a presença das atividades do setor primário (monocultura da cana-de-açúcar) e onde incidem de forma mais incisiva as restrições ambientais.

Figura 4: Zoneamento Urbano de Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Os autores.

Procedimentos Metodológicos

A coleta dos dados foi feita através da utilização da imagem SRTM, disponível no *website* da EMBRAPA, que traz os aspectos de relevo do estado de Pernambuco; deste produto foram extraídas as curvas de nível no software *Global Mapper* e feito o recorte para os limites do município de Jaboatão no software *ArcGis 10.3* (versão de teste), posteriormente a confecção dos mapas foram realizadas no software *QuantumGis 2.8 Wien*.

Ademais, foram coletados, na Prefeitura Municipal do Jaboatão dos Guararapes e na página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dados vetoriais referentes ao zoneamento, limite dos bairros e limite municipal. Os pontos coordenados com a identificação dos imóveis em áreas alagáveis e inundáveis foi coletado também na prefeitura do município, através do Sistema Integrado de Administração Tributária (SIAT). Estes pontos, apesar de indicar também os imóveis em áreas alagáveis, foram importantes para a interpretação das áreas inundáveis, já que os pontos próximos aos canais de drenagem e os corpos hídricos se constituem em áreas inundáveis, possibilitando um entendimento geral dos condicionantes e dos fatores potencializadores para a ocorrência das inundações no perímetro urbano.

Os dados coletados para embasamento teórico foi necessário para a compreensão da dinâmica climática, da questão da urbanização e seus efeitos e dos riscos e vulnerabilidades associados a alagamentos, sendo todos estes fatores necessários para a análise das áreas passíveis às inundações nos bairros de Barra de Jangada, Marcos Freire e Guararapes, no Município de Jaboatão. Os referidos bairros foram destacados na pesquisa devido às singularidades de cada um, o

bairro de Barra de Jangada se difere de Guararapes e Marcos Freire, no que diz respeito à sua forma de relevo já que se insere na unidade das planícies e apresenta cotas altimétricas mais baixas, além disso, a presença de mangue, de canais de drenagem, do Rio Jaboatão e da Lagoa do Náutico interferem na ocorrência das áreas inundáveis; o bairro de Guararapes, no entanto, possui cotas altimétricas maiores devido à presença do Monte dos Guararapes, este relevo mais acidentado contribui para a maior velocidade da água nos canais de drenagem neste bairro. Além disso, a impermeabilização do solo é outro fator a ser discutido como potencializador da identificação de áreas inundáveis no bairro; o bairro de Marcos Freire por outro lado, possui as maiores cotas altimétricas dentre os três bairros e tem como principal característica a presença do Rio Jaboatão que corta o bairro se caracterizando em um agente importante para o aparecimento das áreas inundáveis.

Foi utilizada a imagem de satélite com dados de relevo (SRTM) do estado de Pernambuco, sendo esta imagem coletada na página eletrônica “Brasil em relevo” disponível no website da Embrapa. A partir desta imagem foi realizado o recorte espacial, através do software ArcGis 10.3 (versão de teste), delimitando o município de Jaboatão, também foi realizada a extração das curvas de nível de Jaboatão com o auxílio do software Global Mapper (versão de teste). No presente trabalho foi utilizado, também, o software Google Earth Pro para auxílio na análise dos pontos e para o registro de imagens, buscando ilustrar as questões dos eventos pluviais extremos no município.

Com relação aos dados vetoriais, foram coletados arquivos no formato Shapefile referentes ao zoneamento e ao limite municipal e de bairros do município, na Prefeitura Municipal do Jaboatão dos Guararapes, para identificar as áreas em que os imóveis localizados e as especificações das zonas em que os mesmos se encontram através da análise do Plano Diretor do Município, além disso, os limites de bairro e municipal foram importantes na confecção e delimitação dos bairros a serem trabalhados nesta pesquisa. Também foram coletados dados vetoriais relacionados à hidrografia, advindos do banco de dados da CPRM (Geobank), disponível no site da instituição, além dos dados referente às bacias hidrográficas, retirada do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE).

Os pontos identificando os imóveis em áreas alagáveis e inundáveis foi gerado a partir do banco de dados do Sistema Integrado de Administração Tributária de Jaboatão dos Guararapes. Estes imóveis são georreferenciados por funcionários e estagiários da prefeitura, sendo este georreferenciamento feito por face de quadra, mostrando a localização do imóvel e a localização do que seria a face da quadra, desta forma, o georreferenciamento de um imóvel é feito a partir da identificação de sua respectiva face de quadra.

Todos os dados descritos acima foram fundamentais na confecção desta pesquisa, pois com a análise e associação dos dados e espacialização dos pontos através do *software* QuantumGis 2.8 Wien, foi possível encontrar padrões e confirmar os objetivos da pesquisa juntamente com o embasamento nas bibliografias utilizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto aos resultados alcançados em relação ao bairro de Barra de Jangada, notaram-se vários pontos em áreas passíveis a inundações, isso ocorre principalmente pela característica física do bairro e pelas ações antrópicas impetradas nestas localidades.

Do ponto de vista físico-natural, o bairro situa-se em uma área entre o rio Jaboatão e a porção sul da Lagoa do Náutico, corpos d'água de grande importância no município; situado numa área de mangue, estando suscetível ao regime das marés. Aliado à presença da planície de maré e a presença de mangue, atenta-se também para o fato do bairro estar situado numa região de planície flúvio-lacustre, que tem como principal característica os detritos depositados por correntes de água doce, neste caso do rio Jaboatão e a Lagoa do Náutico, com base na unidade geomorfológica em que se enquadra, é notável que o bairro não possui grandes altitudes, variando as cotas entre 0 e 10 metros de altitude.

Na questão relacionada à interferência antrópica, no bairro há a presença de canais artificiais e a ocupação do solo nas margens destes canais, que apresentam-se retificados, sendo uma razão para a grande concentração de imóveis em áreas marginais destes que se encontram concretados.

Outra questão importante no sentido das inundações é a impermeabilização do solo no bairro, com a presença de ocupações nas proximidades da lagoa do Náutico e dos canais Olho D'Água e Curcurana (Figura 5), dificultando a infiltração da água no solo e potencializando o escoamento superficial para os canais de drenagem, aumentando a ocorrência de inundações em níveis de base locais.

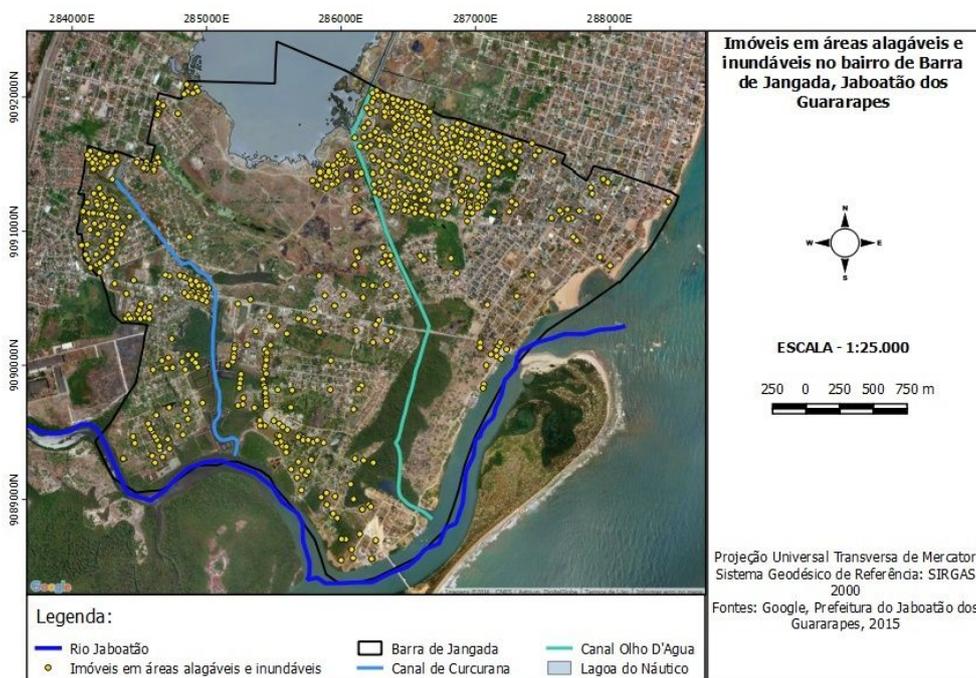
No que diz respeito ao zoneamento, o bairro engendra as zonas de adensamento alto, médio, baixo, zona de conservação dos corpos d'água e a zona de proteção ambiental. No sentido das inundações, percebe-se a ocupação urbana na Zona de Conservação dos Corpos D'Água (ZCA), que compreende as margens dos corpos d'água do município, de acordo com a lei complementar nº 17/2013.

Analisando a imagem da Figura 6, juntamente com as características físicas do bairro, nota-se, de uma forma geral, que a geomorfologia do bairro de Barra de Jangada concorre para a distribuição das áreas inundáveis nas proximidades com os canais de drenagem, com o rio Jaboatão e com a Lagoa do Náutico.

Ressalta-se a maior concentração destes imóveis principalmente na região próxima à Lagoa do Náutico e nas proximidades dos canais Olho D'Água e Curcurana. No referente à proximidade das moradias à Lagoa e aos canais, a influência da forma retilínea do canal e a proximidade com a Lagoa, com imóveis ocupando os limites da ZCA, atrelado também à impermeabilização do solo, potencializam os riscos de inundações nestes locais.

Na porção oeste do bairro, os imóveis encontram-se nas proximidades do canal de Curcurana, aumentando os riscos de inundações nesta área. Na porção sul do bairro percebeu-se a presença de áreas já alagadas, devido às características das áreas de mangue, e devido à proximidade ao rio Jaboatão, enquanto que na parte mais próxima do litoral os pontos são identificados devido à proximidade dos imóveis com o encontro do rio com o oceano.

Figura 5: Imóveis em áreas alagáveis e inundáveis no bairro de Barra de Jangada.



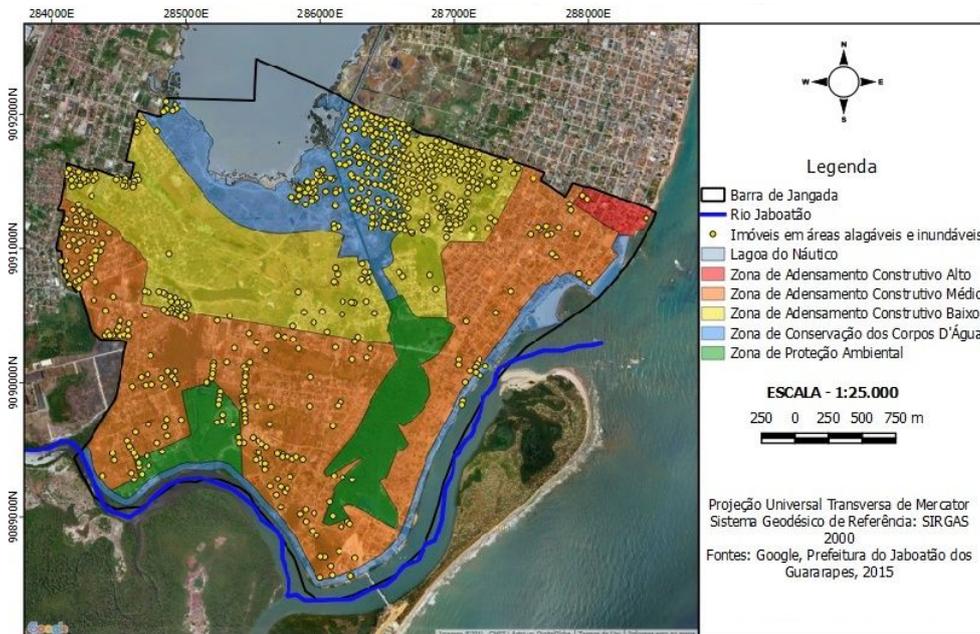
Fonte: Os autores.

Quanto ao bairro de Guararapes, na porção noroeste do município, este possui particularidades importantes na análise dos pontos em áreas inundáveis, a começar pelo relevo mais acidentado na porção norte do bairro, devido à presença do Monte dos Guararapes, e uma topografia mais plana na parte sul, característico da presença do terraço marinho superior, gerando cotas altimétricas que variam de 10 a 55 metros (Figura 10).

Outra questão importante em Guararapes é a impermeabilização do solo, que ocorre no fragmento sul do bairro, principalmente pela existência do Parque Histórico Nacional dos Guararapes (PHNG), área com as maiores cotas altimétricas do bairro e na região de proteção federal de acordo com o decreto nº 68.527/1971. Neste sentido, o zoneamento do bairro de Guararapes abrange a Zona de Adensamento Construtivo Médio (ZAM), que engendra todo o perímetro do bairro e a Zona Especial Aeroportuária (ZEA), devido à presença do Aeroporto Internacional dos Guararapes na área limítrofe com a cidade do Recife (Figura 7).

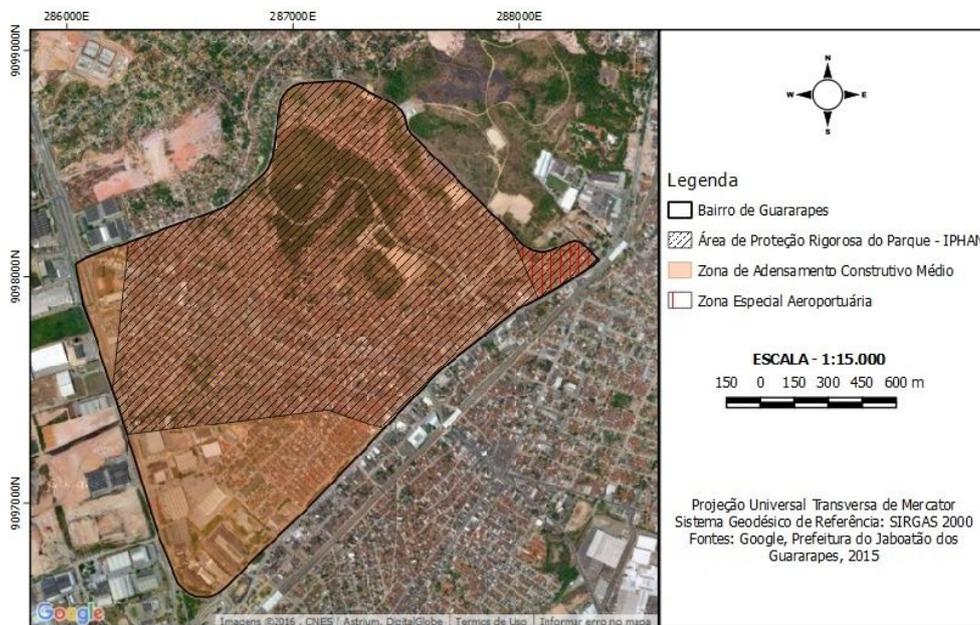
Analisando de uma forma geral a presença de imóveis em áreas inundáveis, se percebe que na região mais alta, não ocorre a presença destes imóveis devido à existência de um relevo acidentado, apresentando, por conseguinte, uma ocupação do solo menor, principalmente por ser uma área de proteção federal, o que contribui para uma plena infiltração da água.

Figura 6: Zoneamento no Bairro de Barra de Jangada.



Fonte: Os autores.

Figura 7: Zoneamento no bairro de Guararapes.



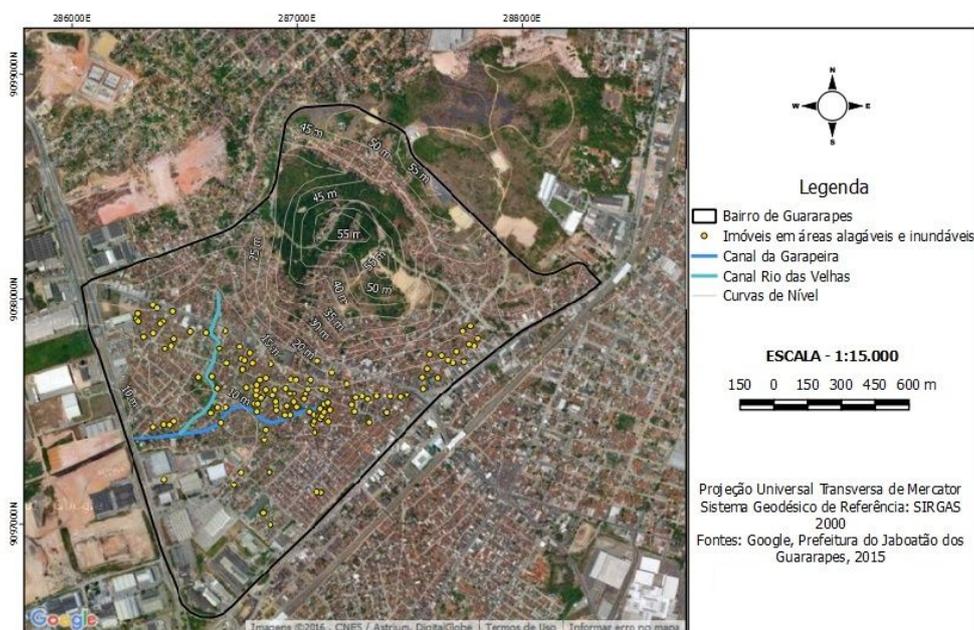
Fonte: Os autores.

Na parte mais baixa do bairro, nota-se a “criação” de um “corredor” de pontos, indicando que as áreas passíveis a inundações aumentam devido, também, à característica do relevo, sendo uma região mais baixa que as circunvizinhas, além da impermeabilização do solo que atua como potencializador do escoamento da água superficial para os canais. Com relação aos canais, percebe-se a

concentração dos pontos nas regiões próximas ao canal do rio das Velhas e ao canal da Garapeira (Figura 8), ressaltando a influência da hidrodinâmica dos canais de drenagem na ocorrência das áreas inundáveis.

Na Figura 9 são apresentadas duas ações que agravam as problemáticas das inundações no bairro, sendo estas as ações de retificação dos cursos d'água e o revestimento dos mesmos, acarretando no aumento da velocidade da vazão fluvial e impedindo a infiltração da água no solo devido à estrutura concretada do canal, enquanto que na Figura 10, com a obra do canal do rio das Velhas já concluída, percebe-se o surgimento de ocupações nas margens deste canal, sendo um fator potencializador para o aumento no número de áreas inundáveis no bairro.

Figura 8: Imóveis em áreas alagáveis e inundáveis no bairro de Guararapes.



Fonte: Os autores.

Figura 10: Obra de retificação e revestimento no canal rio das Velhas, Guararapes.



Fonte: Google Street View, 2011.

Figura 11: Canal rio das Velhas, Guararapes.



Fonte: Os autores.

No bairro de Marcos Freire o relevo apresenta-se acidentado, com cotas altimétricas variando entre 0 e 110 metros, com presença de colinas na porção norte, onde predominam as altas altitudes, além da planície flúvio-lacustre e da planície aluvial. Apesar de semelhantes, essas planícies diferem com relação às suas altitudes, visto que a planície flúvio-lagunar possui cotas altimétricas inferiores a 5 metros e tem característica de possuir áreas sujeitas a inundações e alagamentos; enquanto que a planície aluvial tem suas cotas altimétricas variando de 5 a 10 metros. Em Marcos Freire a planície aluvial encontra-se próxima as colinas, enquanto que a planície flúvio-lacustre situa-se à sudoeste do bairro, limite com o bairro de Muribeca.

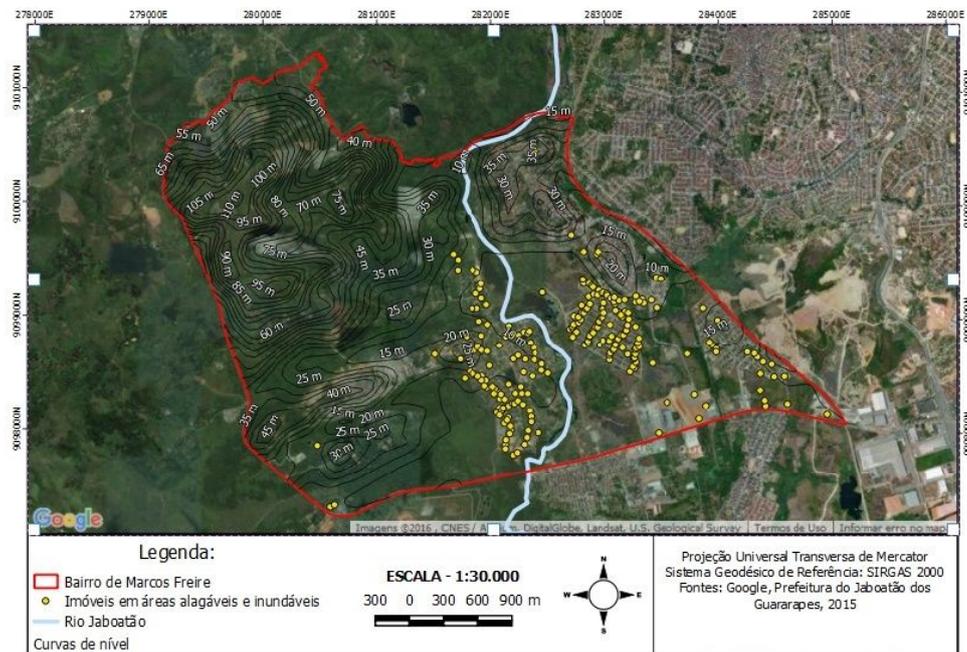
Com relação ao zoneamento, o bairro de Marcos Freire engendra, como mostra a figura 16, as seguintes zonas: Interesse Produtivo (ZIP), Expansão Urbana (ZEU), Conservação dos Corpos D'Água (ZCA), Adensamento Construtivo Médio (ZAM), Adensamento Construtivo Baixo (ZAB), Proteção do Patrimônio Histórico-Cultural (ZHC); além da Área de Proteção de Mananciais (APM).

Analisando as Figuras 11 e 12, percebe-se que o relevo, mais uma vez, concorre para a questão das inundações, já que nas áreas limítrofes aos bairros de Zumbi do Pacheco, Santana e Muribequinha existem poucos registros de áreas suscetíveis a inundações, sendo ainda, a região com as maiores cotas altimétricas do bairro; enquanto que na área com menores altitudes do bairro, onde ocorre a predominância das planícies, existe o maior número de imóveis.

Outro fator que influencia para o aumento no número de imóveis em áreas inundáveis na região ao sul de Marcos Freire é a presença do rio Jaboatão, que cruza o bairro e apresenta imóveis construídos próximos as margens do rio. No que diz respeito aos riscos desta área, tem-se como exemplo o evento pluvial extremo ocorrido no ano de 2010 em Jaboatão, que acarretou na inundação do rio Jaboatão, inundando uma grande área do município e um dos bairros que mais sofreu com este evento foi o de Marcos Freire, que teve uma grande área inundada.

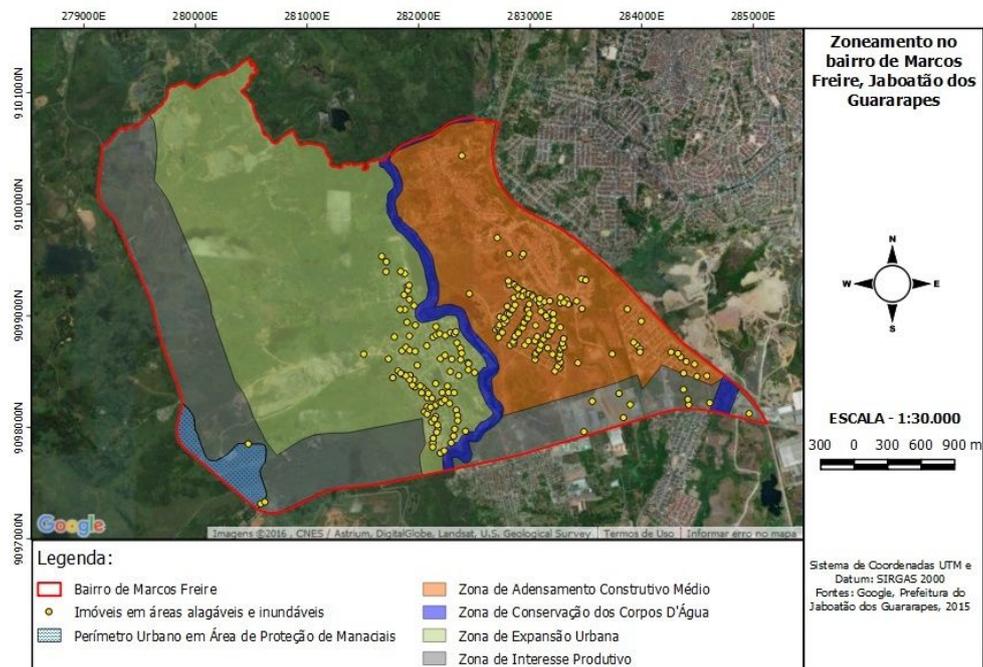
Percebe-se ainda que o bairro de Marcos Freire possui uma grande área a ser ocupada, pertencente a Zona de Expansão Urbana, o que pode-se interferir nesta zona é que ainda existe uma área considerável a ser urbanizada, o que pode acarretar uma maior impermeabilização do solo neste bairro no futuro, agravando os eventos de inundações e mesmo de alagamentos.

Figura 11: Imóveis em áreas alagáveis e inundáveis no bairro de Marcos freire, Jaboatão dos Guararapes.



Fonte: Os autores.

Figura 12: Zoneamento no bairro de Marcos Freire.



Fonte: Os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados coletados e analisados, temos uma visão geral dos riscos e vulnerabilidades às inundações nos bairros de Barra de Jangada, Marcos Freire e Guararapes, notando-se que apesar de possuírem características geomorfológicas

distintas, o relevo tem grande participação na distribuição destas áreas nestes bairros, já que em Marcos Freire e Guararapes, por exemplo, as áreas inundáveis são distribuídas nas áreas com menores cotas altimétricas, enquanto que em Barra de Jangada, estas áreas distribuem-se por todo o bairro, que possui característica de relevo plano, com cotas altimétricas mais baixas.

Ademais, além da influência topográfica, a impermeabilização do solo associado à dinâmica climática no município surge como fatores importantes na potencialização das inundações, visto que nos bairros de Marcos Freire e Barra de Jangada a ocupação nas margens dos cursos e corpos hídricos se constituem em um fator significativo na análise das áreas inundáveis, enquanto que no bairro de Guararapes, a impermeabilização do solo, diminuindo a superfície natural para a infiltração da água precipitada e potencialização do escoamento das águas pluviais para os canais de drenagem, principalmente na região com menores cotas altimétricas, contribui para a recorrente ocorrência de eventos de inundações urbanas, principalmente no período de outono-inverno austral.

Assim, a dinâmica climática e o relevo são fatores naturais importantes na identificação das áreas inundáveis nos referidos bairros de Jaboatão dos Guararapes, enquanto que a interferência humana surge como potencializador destas áreas durante os eventos pluviais. De maneira geral, percebe-se a importância da identificação de áreas inundáveis, sendo necessário o entendimento das características físicas que interferem e contribuem para a ocorrência das inundações urbanas no município e nas localidades em questão, para que possam ser efetuadas, a partir da gestão municipal, ações que visem a diminuição dos riscos e das vulnerabilidades, como é o caso da implantação do Plano Diretor de Drenagem Urbana, citado no Plano Diretor do Município de Jaboatão dos Guararapes.

REFERÊNCIAS

AYALA, I. A. e GOUDIE, A. **Geomorphological Hazards and Disaster Prevention**. Cambridge: Cambridge University Press, 291. 2010.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria-geral. **Projeto RADAMBRASIL Folhas SC.24/25 Aracaju/Recife: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983.

FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura. Considerações sobre o ambiente urbano: Um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. In: **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 16, p.76-80, 2005.

GUERRA, Antônio José Teixeira. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

JABOATÃO DO GUARARAPES. **Plano Diretor Participativo do Jaboatão dos Guararapes: Relatório Final**. Jaboatão do Guararapes, 2006.

MANSO, Valdir do Amaral Vaz *et al.* Pernambuco. In: BRASÍLIA. Dieter Muehe. Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. 2. ed. Brasília, 2006.

NETTO, Acácio Martins Pereira. **Análise da Atividade Pesqueira e da Degradação Ambiental no Estuário dos rios Jaboatão e Pirapama, Jaboatão dos Guararapes - PE**. 2009. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

NOTT, Jonathan. **Extreme Events: A physical reconstruction and risk assessment**. Cambridge University Press, 2006.

OLIVEIRA, Marcos Vinícius Barros de. **Impactos Ambientais no rio Jaboatão**. 1996. 125f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 1996.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches; MOROZ, Isabel Cristina. Mapa Geomorfológico Do Estado de São Paulo. In: **Revista de Geografia – Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 10, n. 3, p.41-58, 1996.

SANT'ANNA NETO, João Lima; NERY, Jonas Teixeira. Variabilidade e Mudanças Climáticas no Brasil e seus impactos regionais. In: SUGUIO, Kentiro *et al.* **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. Cap. 2. p. 28-51.

SANTOS, Mical Salvina dos. **Expansão Urbana e a Poluição do Rio Jaboatão - Jaboatão dos Guararapes - PE**. 2008. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

Contato com o autor: Osvaldo Girão <osgirao@gmail.com>

Recebido em: 27/01/2016

Aprovado em: 20/06/2016