

Revista Brasileira de Cartografia (2017), Nº 69/4, Edição Desastres Naturais e Impactos Ambientais: 635-646  
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto  
ISSN: 1808-0936

## **GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO EM ÁREAS DE INUNDAÇÃO URBANA EM PINHAIS, PARANÁ – BRASIL**

*Disaster Risk Management and Adaptation Measures in Urban  
Flood Areas in Pinhais, Paraná - Brazil*

**Elaiz Aparecida Mensch Buffon, Gabriela Goudard &  
Francisco de Assis Mendonça**

**Universidade Federal do Paraná - UFPR  
Laboratório de Climatologia – LABOCLIMA**

Ed. João José Bigarella, 210, Centro Politécnico, 81531-970, Curitiba/PR, Brasil  
{eambuffon, gabigoudard.ufpr}@gmail.com, chico@ufpr.br

*Recebido em 22 de Abril, 2016/ Aceito em 21 de Novembro, 2016  
Received on April 22, 2016/ Accepted on November 21, 2016*

### **RESUMO**

A cidade de Pinhais, localizada no Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC), apresenta a sua história de urbanização permeada por ocupações em áreas ribeirinhas, especialmente aquelas associadas ao Rio Atuba, na divisa com a cidade de Curitiba. Esse crescimento urbano desordenado configurou-se como um dos potencializadores de impactos ligados às inundações, sobretudo, nas porções periféricas da cidade. Em face disso, foram realizadas algumas medidas de adaptação por parte do poder público municipal, de modo a subsidiar mitigações (redução) e prevenções (erradicação) dos impactos adversos atrelados a estes desastres naturais. Neste contexto, o presente estudo coloca em evidência reflexões sobre intervenções espaciais urbanas, a partir da caracterização de medidas de adaptação às inundações no município supracitado, especificamente, no que se refere aos processos de remoção e realocação das populações nos bairros Emiliano Pernetá e Alto Tarumã. Para tanto, o estudo sustentou-se na plataforma de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tendo como base dados matriciais (imagens de satélite) e vetoriais (base cartográfica municipal), bem como dados empíricos, obtidos por meio de registros fotográficos coletados em campo. Os resultados alcançados demonstraram a efetivação do processo de adaptação urbana, por meio de medidas estruturais, bem como a necessidade e os desafios atrelados à gestão pública integrada, no que se refere à implantação de medidas de adaptação urbana às inundações em contextos de territórios metropolitanos.

**Palavras chave:** Desastres Naturais, Geotecnologias, Intervenção Urbana, Gestão de Risco, Pinhais.

### **ABSTRACT**

The city of Pinhais, located in Urban Agglomeration of the Metropolitan Region of Curitiba (AU-RMC), has its history of urbanization permeated by occupations of riverine areas, especially those associated with the River Atuba found on the border with the city of Curitiba. This disorganized urban growth has configured itself as one of the improvers of impacts related to flooding, especially in the peripheral portions of the city. In view of this, we carried out some measures of adaptation on the part of the municipal public power, to subsidize mitigations (reduction) and prevention (elimination) of adverse impacts coupled to these natural disasters. In this context, the present study highlights reflections on interventions in urban space, from the characterization of adaptation to flooding in the city limit, specifically with

regard to the processes of removal and relocation of populations in neighborhood Emiliano Perneta and Alto Tarumã. For both, the study was sustained on the platform of Geographic Information Systems (GIS), taking as a basis raster data (satellite images) and vector (cartographic base hall), as well as empirical data, obtained by means of photographic records collected in the field. The results obtained demonstrated the effectiveness of the process of adaptation urban through structural measures, as well as the need and the challenges linked to public administration, regarding the implementation of measures to adapt to urban flooding into territories metropolitan.

**Keywords:** Natural disasters, Urbanization, Geotechnologies, Urban Intervention, Risk Management, Pinhais.

## 1. INTRODUÇÃO

As inundações configuram-se como o principal desastre natural do Brasil, e, embora sejam fenômenos de cunho natural, vem causando impactos com elevados prejuízos socioeconômicos nas sociedades (SILVEIRA *et al.*, 2009). Tucci (2002) as qualificou em dois principais tipos, a saber: inundações ribeirinhas e inundações devido à urbanização. As inundações ribeirinhas derivam de fenômenos naturais e sazonais de cheias, os quais se agravam, bem como modificam seus padrões naturais quando ocorrem em áreas urbanas desprovidas de infraestrutura adequada (TUCCI, 2002 e 2003b). Dessa forma, é no âmbito das cidades que estes processos são mais expressivos, sobretudo, em face do crescimento desordenado e pouco planejado, cujos efeitos combinados, se refletem em retrospectos negativos de toda a ordem (MENDONÇA *et al.*, 2015).

No contexto da cidade de Pinhais, localizada no Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC) (Figura 1), a ocupação urbana em planícies de inundação (rios Palmital, Atuba e Irai), configurou-se como potencializadora destes desastres, sobretudo, no âmbito da década de 2000.

Partindo-se destes pressupostos, evidencia-se que os impactos decorrentes de inundações se intensificaram a partir do crescimento urbano acelerado e desordenado, principalmente após a metade do século XX (MENDONÇA *et al.*, 2015). Atualmente, se observa que o crescimento incentivou a ocupação de áreas de risco e condicionou uma grande parcela da população às condições de elevados graus de vulnerabilidade socioambiental.

Nesse sentido, no bojo das ações frente à problemática das inundações urbanas, iniciou-se um processo de intervenção urbana atrelada ao Estado, por meio de remoção das populações situadas em áreas de risco de inundações e realocação das mesmas, efetivando assim, o que considerou-se neste trabalho, como adaptação

urbana à inundação. Esse processo associa-se diretamente as estruturas (física, social e econômica) da cidade, uma vez que a adaptação configura-se como ajustamentos de sistemas naturais e humanos, visando reduzir os impactos (SULLIVAN & HUNTINGFORD, 2009).

Diferentes trabalhos, como os de Cutter (2003), Mendonça (2004); Marandola e Hogan (2005), Veyret (2007), Nobre (2008) e Porto (2012), dentre outros, têm discutido e proposto conceitos de desastres, suscetibilidade, risco, vulnerabilidade e adaptação com fins específicos para os objetivos de seus estudos.

Assim, em face deste estudo, compreende-se por desastre natural, os eventos perigosos que ocorrem em um tempo limitado e em uma área geográfica definida, tornando-se desastres na medida em que impactam populações (BOTKIN & KELLER, 2011). Estas dinâmicas encontram-se fortemente imbricadas à dimensão dos riscos, os quais expressam-se como a probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso (hazard natural ou perigo/ameaça) e causador de danos, cujas consequências encontram-se atreladas à suscetibilidade das áreas e a vulnerabilidade dos indivíduos (MARANDOLA JUNIOR & HOGAN, 2005; VEYRET, 2007; ALMEIDA, 2010).

A suscetibilidade refere-se aos fatores naturais que favorecem a ocorrência de riscos, ao passo que a vulnerabilidade explicita as diferentes condições de exposição de indivíduos e/ou grupos sociais a estes processos (MENDONÇA, 2010). Dessa forma, constatam-se exposições e fragilidades diferenciadas frente aos riscos, os quais podem ser os mesmos, mas atingem os lugares (suscetibilidade) e as populações (vulnerabilidade) neles inseridas de maneiras distintas.

Além disso, tendo como base o estado da arte destes conceitos, entende-se, neste trabalho, as medidas de adaptação como ajustes condicionados à prevenção de impactos das inundações urbanas, podendo ser originadas

de duas maneiras: 1) adaptação autônoma, com respostas automáticas de um sistema em relação aos impactos; 2) adaptação planejada, implantada por um conjunto de estratégias e ações com o objetivo de minimizar os impactos (KRUG, 2008; NOBRE, 2008). Assim, o termo aqui utilizado corresponde a um ajuste urbano planejado por meio de estratégias e ações frente ao controle de impactos das inundações.

Considerando essa abordagem, o presente trabalho visa apresentar uma reflexão sobre intervenções espaciais urbanas que podem ser discutidas como exemplos de medidas de adaptação às inundações. Neste sentido, adotou-

se como recorte espacial da pesquisa o município de Pinhais, especificamente, os bairros Emiliano Pernetta e Alto Tarumã (Figura 1).

Para atender ao objetivo proposto, dividiu-se o texto em quatro partes: sendo a primeira descritiva relacionada aos dados utilizados; a segunda e terceira etapas buscam ressaltar uma discussão teórica sobre a urbanização e as inundações, bem como uma análise empírica sobre o processo que aqui denominou-se de adaptação urbana à inundação; e a última seção é dedicada às conclusões sobre o tema a partir da cidade de Pinhais. Por fim, citam-se perspectivas futuras de pesquisa no que se refere à temática supracitada.

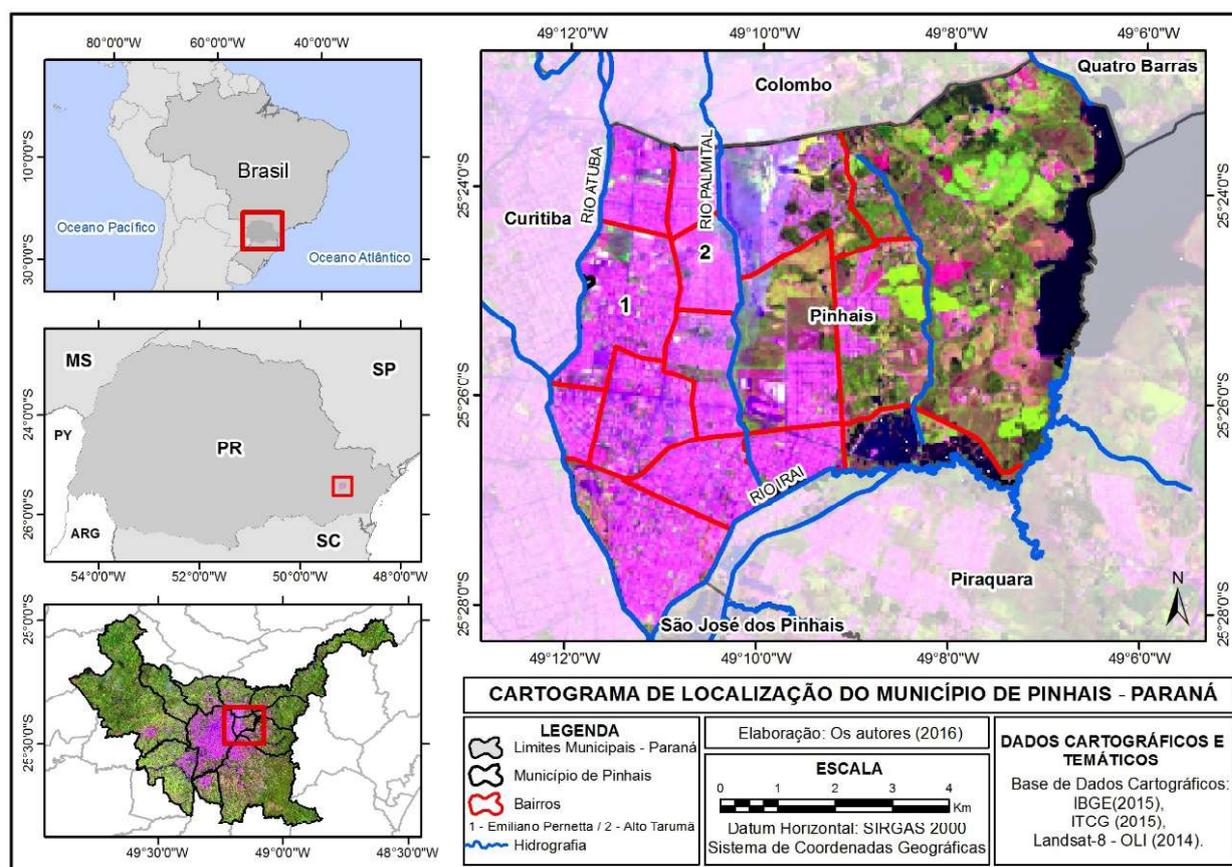


Fig. 1 - Pinhais (PR): Localização da área de estudo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atender ao objetivo deste trabalho, buscou-se aliar dados de fontes secundárias com dados primários. Para isso, foram elaborados mapeamentos temáticos, em ambiente SIG, que permitiu obter tanto uma caracterização da problemática, seja através de variáveis de mensuração ou de ortofoto. A seguir é descrito cada uma das etapas, de modo a detalhar os dados e os passos metodológicos adotados.

### 2.1 Dados cartográficos e temáticos – construção dos mapeamentos

Os dados cartográficos utilizados referem-se aos formatos matriciais (imagens de satélites) e vetoriais (base cartográfica), bem como dados temáticos no que concerne à dimensão social (densidade demográfica). Estes foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Pinhais (PMP), ao Ministério de Meio Ambiente (MMA), ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE), Instituto das Águas do Paraná, e de trabalhos de Silva (2012). O conjunto de dados utilizados neste estudo encontra-se apresentado detalhadamente na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos dados utilizados na pesquisa

DADOS CARTOGRÁFICOS	ANOS	FONTES	RESOLUÇÃO ESPACIAL / ESCALA
Imagens de satélite	2012	PMP – World View (2012)	0,5 x 0,5 metros
	2015	PMP – Pleiades (2015) e MMA	0,5 x 0,5 metros
Limite municipal e de bairros	2015	PMP	Sem informação
Zoneamento	2015	PMP	Sem informação
<b>Áreas de inundação</b>	2012	PMP	Sem informação
Hidrografia	2000	SUDERHSA - AGUASPARANÁ	Sem informação
Limite de setores censitários	2010	IBGE	Sem informação
DADO TEMÁTICO	ANO	FONTE	TIPO
Densidade demográfica	2010	IBGE	Quantitativo

Para o tratamento dos dados utilizados nesta pesquisa, bem como a construção dos mapeamentos, utilizou-se a plataforma de Sistema de Informações Geográficas, com auxílio do software ArcGIS Esri 10.1. As análises pautaram-se nas técnicas de sensoriamento remoto, no que concerne à verificação de modificações espaço-temporais das áreas de remoção/relocação em planícies de inundação no município de Pinhais.

Neste sentido, Freitas *et al.*, (2015) cita que o uso de SIG na análise de riscos e vulnerabilidades para elaboração de produtos, especialmente, os mapeamentos, têm auxiliado para a realização de intervenções locais, estaduais e nacionais frente aos riscos socioambientais em áreas urbanas, refletindo assim, a pertinência da abordagem adotada neste estudo.

## 2.2 Levantamento de campo – registros fotográficos

Os registros fotográficos das áreas de remoção e relocação foram levantados a partir de trabalhos de campo realizados nos dias 22 de janeiro e 27 de agosto de 2015 e, também no dia 11 de abril de 2017. De acordo com Justiniano (2009, p.187) a técnica da fotografia na análise geográfica “ilustra e documenta eventos naturais e sociais que ocorrem num determinado tempo e lugar”. Assim, partindo-se destes apontamentos,

adotou-se diferentes temporalidades para a realização dos trabalhos de campo, visando identificar possíveis mudanças na paisagem ao longo do período de estudo.

## 3. PINHAIS (PR) – A URBANIZAÇÃO E AS INUNDAÇÕES

As cidades contemporâneas brasileiras parecem estar assumindo uma forma que produzem risco de toda ordem para a sociedade que ali vive. Isso se deve em razão do seu processo de crescimento e expansão urbana, que se desencadeou a partir da segunda revolução industrial com um constante aumento demográfico, gerando um crescimento espacial acelerado e desordenado, especialmente, em regiões metropolitanas.

A cidade de Pinhais se insere nesta dinâmica, de crescimento e expansão urbana baseada no processo de metropolização de Curitiba. Deschamps (2004) e Buffon (2016) concluíram que o contexto de periferização da metrópole de Curitiba revela também um padrão de segregação socioespacial da vulnerabilidade social atrelada ao risco de inundação. Esse padrão segue a espacialidade de que nas regiões de centralidade intraurbana e intrametropolitana identificam-se os menores índices de vulnerabilidade e risco, enquanto que, nas porções periféricas, os índices são os mais elevados.

Ao analisar a Figura 2, constata-se a existência de uma concentração demográfica espacial na cidade, que se localiza nas porções de conurbação com as demais cidades do Aglomerado Urbano Metropolitano de Curitiba e/ou nas áreas ribeirinhas (Rios Atuba, Palmital e Iraí).

Portanto, estas condições corroboram com algumas conclusões de Mendonça *et al.* (2015), ao afirmarem que as parcelas mais densas demograficamente da cidade de Pinhais estão localizadas em áreas de risco, as quais são ocupadas por populações mais vulneráveis do ponto de vista social.

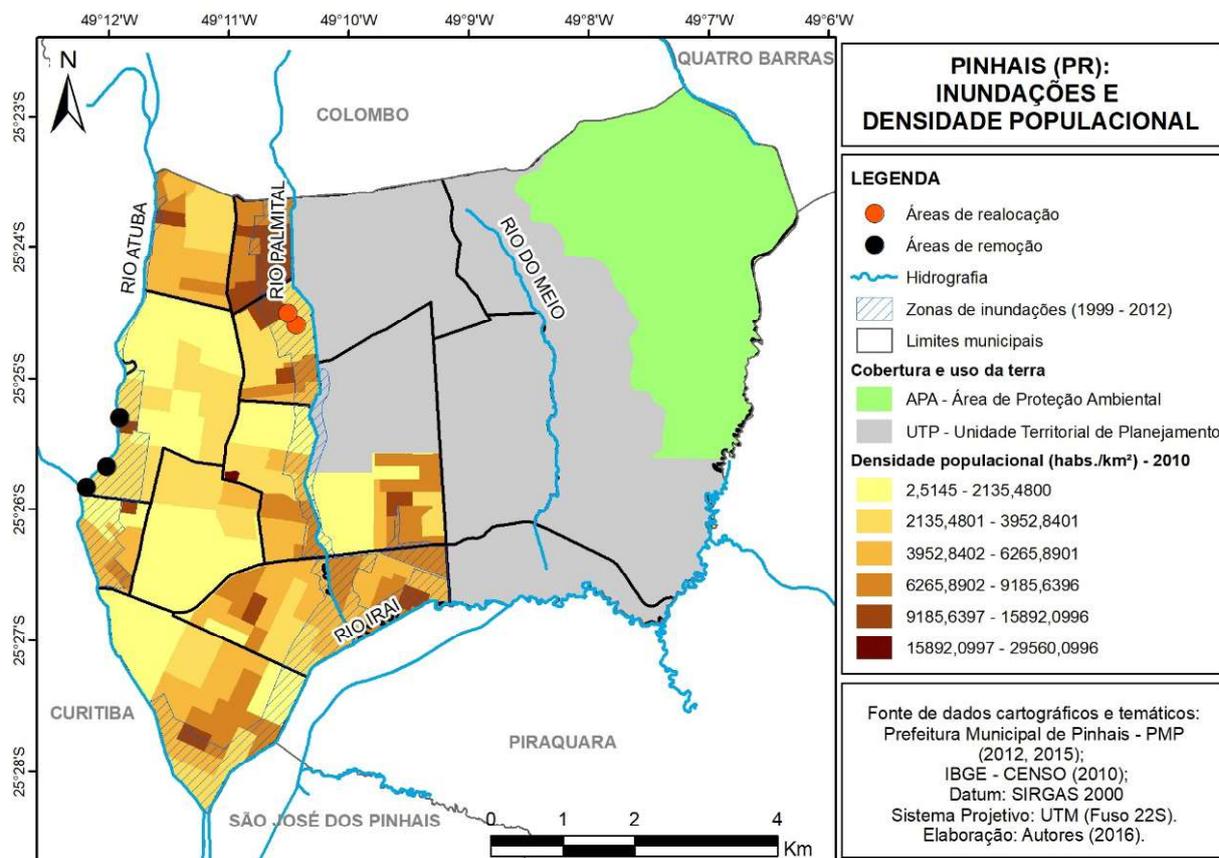


Fig. 2 - Pinhais/PR: caracterização ambiental e social e identificação das áreas de inundação

Neste viés, entende-se que os impactos da expansão urbana sobre a magnitude e frequência das ocorrências de inundações em Pinhais são complexos e recorrentes na história da cidade. Dentre os vários processos associados ao meio urbano e que intensificam as inundações citados por Tucci (2002) e (2003), atualmente, destacam-se como relevantes no contexto de Pinhais os seguintes: (I) a remoção da vegetação natural, (II) a ocupação de áreas de planícies de inundação e, (III) a favelização, processos esses, que outrora, foram desconsiderados na elaboração do planejamento urbano, e, dessa forma, configuram-se como potencializadores dos impactos de inundações identificados no município em análise, bem como, no âmbito de grande parte das cidades brasileiras.

#### 4. A PROPOSTA DE INTERVENÇÃO URBANA EXECUTADA EM ÁREAS DE INUNDAÇÃO NA CIDADE DE PINHAIS (PR)

No contexto brasileiro, a gestão de risco de desastres é apresentada a partir de ações executadas, principalmente, pela defesa civil. Essas ações são diversas e estão diretamente associadas aos tipos de desastres, mas de acordo com Gregorio *et al.*, (2015) faz-se possível realizar um agrupamento a partir de cinco grandes processos, quais sejam: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Os conceitos de cada um desses processos apresentado por Gregorio *et al.*, (2015) foram embasados na proposta da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (Erid), e são explorados na Figura 3.



Fig. 3 - Macroprocessos da gestão de risco de desastres naturais e suas respectivas ações. Fonte: Gregorio *et al.*, (2015, p.45).

Esses processos estão inter-relacionados e visam no objetivo final a gestão do risco de desastres, tanto no nível de mitigação (redução), como de prevenção (erradicação) dos impactos adversos. Com isso, na cidade de Pinhais se identificou um processo de intervenção urbana frente aos impactos decorrentes de inundação, por meio das medidas de remoção e realocação da população de áreas de risco. De acordo com as fases da gestão de risco de desastres naturais apresentadas na Figura 3, as ações de remoção e realocação são parte do processo de medidas estruturais que visam em sua execução a mitigação (redução) e prevenção (erradicação) de impactos.

De acordo com informações levantadas nos trabalhos de campo realizados, esse processo tem sido desenvolvido em diversas áreas na cidade desde o ano de 1998, através do Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (PROSAM) (PMP, 2015). A proposta de intervenção urbana realizada em Pinhais, que é objeto de

análise desse estudo, faz parte de um convênio estabelecido no ano de 2008 entre a Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR) e a Prefeitura Municipal de Pinhais (PMP, 2015). Esse convênio teve por objetivo estabelecer o compromisso para implementação de obras e serviços previstos no projeto PAC-Pinhais.

Dentre essas obras e serviços, encontra-se o processo de intervenção urbana, por meio de remoção e realocação das populações de áreas de risco à inundação. Uma das áreas de remoção da população encontra-se localizada no bairro Emiliano Pernetá, especificamente, na porção inserida dentro da Área de Preservação Permanente (APP) do rio Atuba (Figura 4). A área destinada para realocação dessa população foi o loteamento Jerivá (Figura 4). Conforme observa-se na Figura 4, considerando a espacialização das áreas de inundações, ambas as áreas (remoção e realocação) apresentam suscetibilidades à ocorrência de inundações.

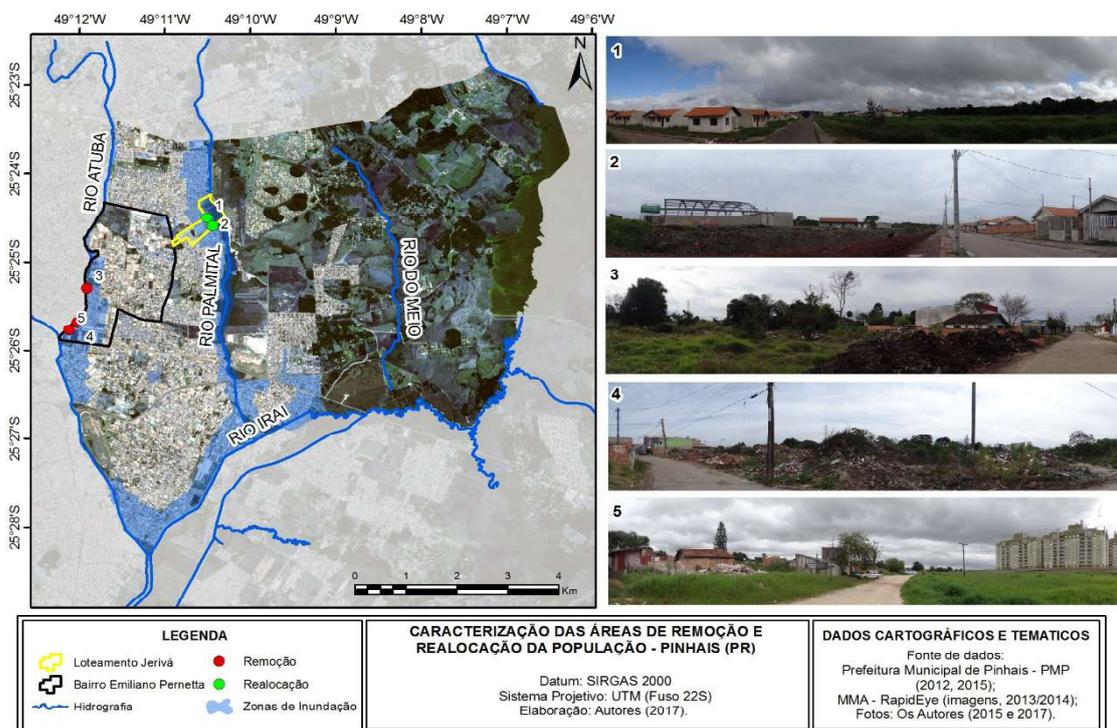


Fig. 4 - Áreas de inundações em Pinhais/PR: localização e ilustração das áreas remoção e realocação.

Ainda na Figura 4, é possível observar registros fotográficos destas áreas, a fim de auxiliar na compreensão da medida de adaptação estrutural efetivada. As fotos 1 e 2 (Figura 4) permitem observar que a área de realocação não está localizada na APP do Rio Palmital, e uma intervenção de planejamento urbano está sendo realizada na área, sendo esta a implantação de um parque linear, que visa ocupar a área da APP

com obras destinadas para atividades de lazer. As fotos 3, 4 e 5 (Figura 4) demonstram exemplos de áreas nas quais foi realizado o processo de remoção da população. A foto 3 indica uma área em que os entulhos da remoção estão sendo retirados, por outro lado a foto 4 representa um contexto em que os entulhos, ainda estão espalhados, e por fim, a foto 5 caracteriza o processo de remoção de fato acontecendo.

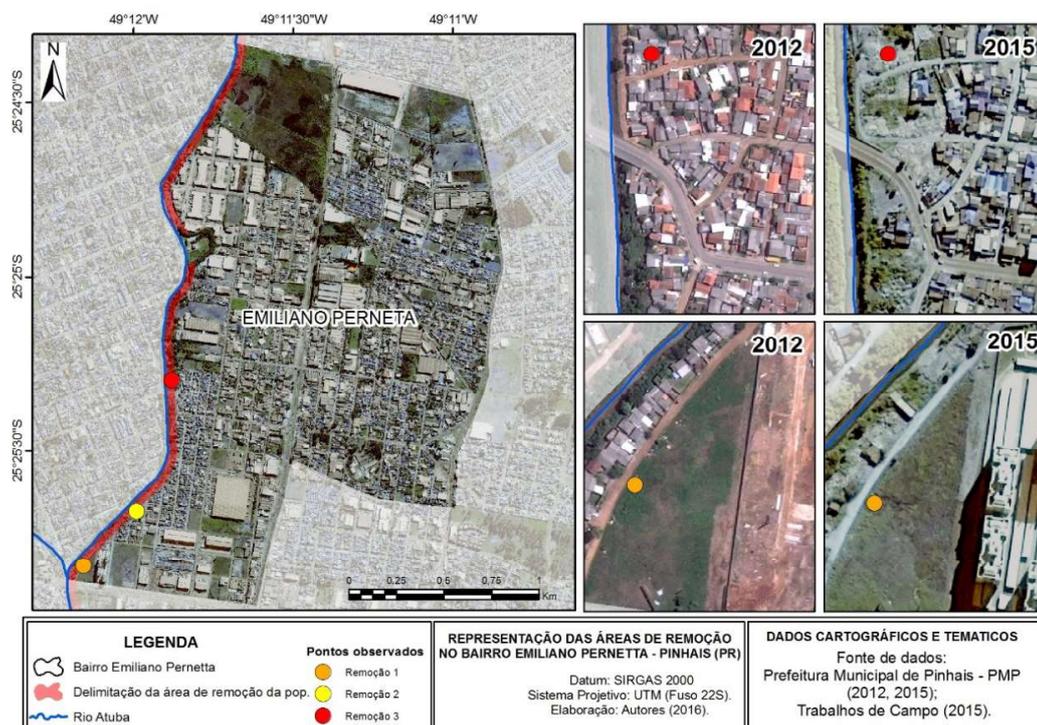


Fig. 5 - Bairro Emiliano Pernetta - Pinhais/PR: ortofotos das áreas de remoção da população – 2012 e 2015

Neste sentido, como forma de melhor caracterizar as ações de intervenção urbana realizadas em Pinhais, o presente trabalho, apoiou-se nas geotecnologias, especificamente, o sensoriamento remoto e geoprocessamento, permitindo a caracterização das áreas a priori e a posteriori às ações. A Figura 5 possibilita visualizar a área a partir de ortofotos dos anos de 2012 e 2015, demonstrando assim, a alteração realizada na paisagem por meio do processo de remoção da população localizada em áreas de risco associadas ao rio Atuba.

A Figura 6 foi elaborada com o propósito de demonstrar alterações ocorridas na área após o processo de remoção. A foto 1 (Figura 6) corresponde a área identificada como remoção 1 (pontos observados – Figura 5) sendo revitalizada, e a foto 2 (Figura 6) representa a remoção 3 (pontos observados – Figura 5) em que a vegetação adentrou-se aos entulhos. Esses registros permitem identificar que o processo de recuperação da APP não foi integralizado na área total de remoção.



Fig. 6 - Área de remoção da população da APP do rio Atuba (Pinhais): registros fotográficos de abril de 2017.

A fim de caracterizar a área de realocação da população que foi removida das áreas de risco supracitadas, elaborou-se a Figura 7. As ortofotos referentes aos anos de 2012 e 2015, permitem observar que a área, embora esteja localizada próxima do rio Palmital, evidencia um outro contexto de planejamento urbano. É perceptível a preservação da APP e da planície de inundação com áreas de vegetação, aspecto primordial na mitigação de inundação.

No intuito de elucidar a área de realocação, com base no contexto atual, elaborou-se a Figura 8 que apresenta registros fotográficos da área após a efetivação do processo em questão. A foto 1 (Figura 8) demonstra o exemplo de obra pública (Ginásio de Esportes) do parque linear do Rio Palmital, a qual ainda não foi finalizada. Conforme foto 2 da Figura 4 essa obra está no mesmo patamar do registro obtido em 2015. Na visualização in loco foi perceptível constatar que as residências mais próximas do início da área do parque apresentam marcas de água (decorrente de inundação). Também, a foto 2 (Figura 8) permite concluir que a área do parque está sendo utilizada para depósito

de lixo, indicando assim a falta de constante fiscalização da área e das obras supracitadas.

Dessa forma, as reflexões interpretativas sobre as ações de intervenção urbana identificadas em Pinhais, demonstram a efetivação do processo de adaptação urbana por meio de medidas estruturais que visam a mitigação e erradicação dos impactos de inundação. Assim, depreende-se que, para um eficiente e eficaz processo de adaptação são necessárias uma série de atividades integradas e contínuas no tempo.

Essas ações perpassam, em um primeiro momento, necessariamente pela elaboração de estudos das ameaças, vulnerabilidades e cenários de risco e a estruturação de medidas (conhecimento e parcerias estratégicas), que posteriormente, possibilitam, firmar planos de recuperação de áreas de risco, visando implantar medidas de prevenção e mitigação do problema. Essas atividades permitem alcançar a efetivação de medidas locais de estratégias proativas e planejadas, integrando ações públicas (a nível nacional, estadual e local) e particulares na redução do risco de impactos decorrentes de inundações urbanas.

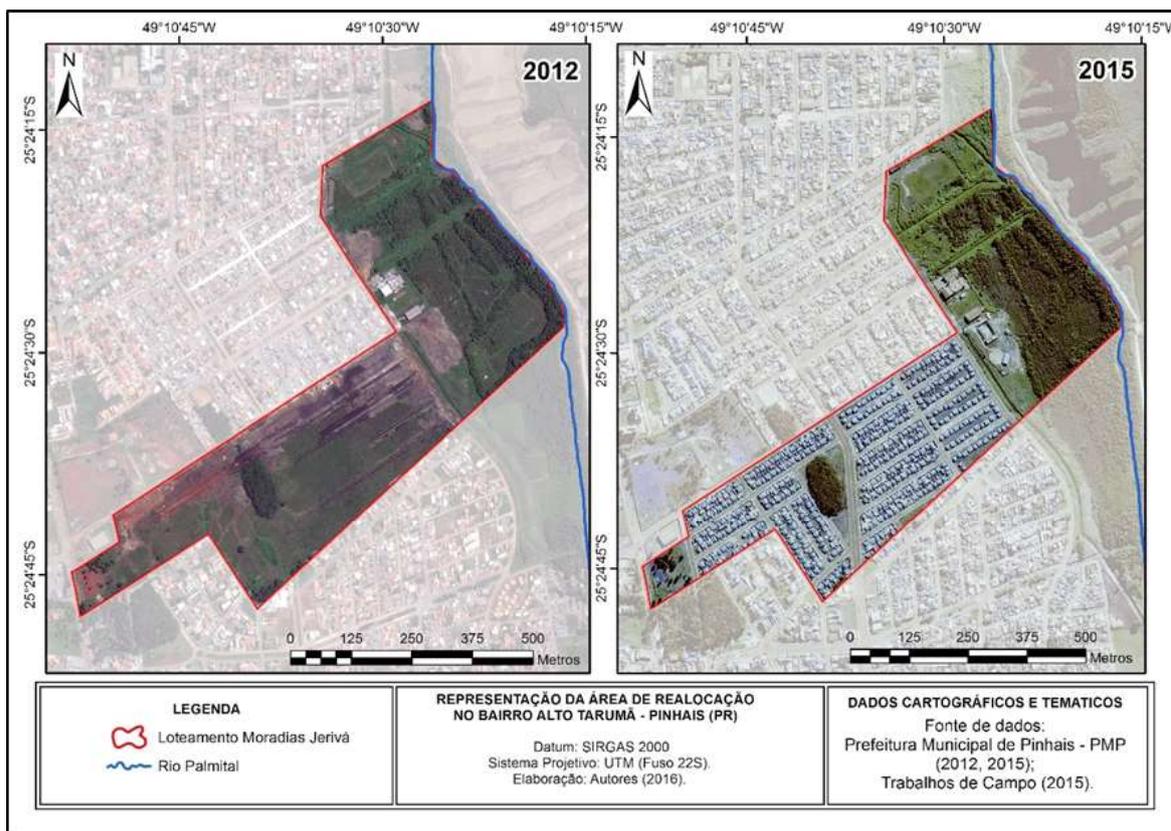


Fig. 7 - Loteamento Moradias Jerivá - Pinhais/PR: ortofotos da área de realocação da população – 2012 e 2015.



Fig. 8 - Pinhais: registros fotográficos da área de realocação (Loteamento Moradias Jerivá) e do Parque Linear do Rio Palmital.

Assim, a gestão de riscos, tal como o de inundação, faz referência a um processo político e social. Nesse contexto, Vargas (2010, p.28) cita que a gestão de risco “também é reflexo do desempenho da gestão pública, em forma de ações integradas nos diferentes temas e instrumentos de desenvolvimento municipal;

ações que compreendem o conhecimento e gerenciamento de risco, assim como o gerenciamento de desastre”.

Com isso, medidas que visam a redução do risco necessariamente devem buscar alterar os contextos de ameaças e vulnerabilidades, integrando o ambiente natural com o social.

Entretanto, como citado por Vargas (2010), muitas dessas medidas remetem a uma ordem espacial do território municipal, mas tal como observado neste trabalho, a problemática é contínua e não obedece aos limites territoriais de uma cidade, fato bastante observado em aglomerados urbanos metropolitanos.

A Figura 9 ilustra a situação apresentada, em que as áreas ribeirinhas (Rio Atuba) situadas no território de Curitiba em conurbação urbana contínua com Pinhais, também se caracterizam pelo iminente processo de risco à inundação, mas que não foram palco de ações de intervenção urbana a fim de promover a redução do risco.



Fig. 9 - APP do Rio Atuba: caracterização da ocupação urbana no território de Curitiba e do processo de remoção da população no território de Pinhais.

As conclusões tratadas por Lefèvre (2009) ao abordar as questões, desafios e limitações para a constituição de novos territórios políticos em metrópoles, são altamente relevantes para a situação aqui mencionada. De acordo com Lefèvre (2009, p.304) “a metrópole não é uma entidade política, mas é um território que faz sentido para inúmeros atores e atividades. É também um território que faz sentido para algumas políticas públicas, como os transportes ou a moradia. A literatura econômica e geográfica está repleta de análises mostrando e demonstrando a pertinência da escala metropolitana para abordar e resolver certo número de problemas econômicos, mas também sociais”.

As reflexões apresentadas até o momento, destacam uma proposta de intervenção urbana realizada na cidade de Pinhais com bastante êxito frente ao objetivo de prevenção e mitigação dos impactos decorrentes de inundação no território municipal. Ao explorar as áreas de remoção e realocação foi perceptível a necessidade de se pensar propostas, como essas, integradas em distintos territórios municipais que compõem o aglomerado urbano contínuo de uma metrópole. Assim, como maior desafio coloca-se a questão de como integrar medidas de adaptação à inundação, que estão intrinsecamente ligadas à gestão pública, em um território metropolitano (aglomerado urbano), o qual não é uma entidade política.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho, colocou em evidência reflexões em face de intervenções espaciais urbanas, a partir dos processos de remoção e realocação da população situada em áreas de risco à inundação no município de Pinhais (PR), como forma de melhor compreender a aplicação da gestão de risco. Essas reflexões permitiram constatar os seguintes aspectos:

Os resultados alcançados corroboraram com estudos anteriores de Mendonça *et al.* (2015), ao evidenciarem sobreposições entre lugares de riscos (áreas susceptíveis a inundação) e lugares em risco (áreas que demonstram fragilidades sociais), sobretudo, nas margens dos rios Atuba, Palmital e Iraí, nas quais verifica-se, também, uma expressiva densidade demográfica;

As medidas de adaptação estruturais identificadas (remoção e realocação), denotaram que mesmo diante das mesmas condições de suscetibilidade às inundações, a execução de ações de planejamento urbano (implantação de um parque linear) podem prevenir e mitigar os impactos decorrentes destes desastres naturais;

Para que medidas de adaptação, como as abordadas neste trabalho, sejam bem sucedidas em ambientes urbanos, faz-se necessário estudos integrados no que se refere às dimensões de riscos, suscetibilidades e vulnerabilidades, de modo a subsidiar a tomada de decisão do poder público, objetivando a redução de desastres naturais;

Políticas públicas e os investimentos de recursos financeiros públicos e privados necessitam superar a visão estanque adotada em planejamento urbano, buscando desde a delimitação das áreas de intervenção, abrangendo para além de uma única cidade, até o detalhamento integrado de sistemas que influenciam na produção dos riscos;

O uso do SIG e suas geotecnologias, no âmbito do domínio espacial, para avaliação do risco de desastres possibilita monitorar e entender a distribuição espacial de atributos observados, bem como, auxiliar no gerenciamento de operações de intervenção espacial urbana;

Em contextos metropolitanos, os desafios de gestões de risco, pautadas em medidas de adaptação integradas, ganham maiores complexidades, principalmente, diante da multiplicidade de atores envolvidos e da gestão pública em território metropolitano não efetivar-se de modo a promover a redução de riscos de maneira articulada e contínua. Dessa forma, os desafios em curso, no que se refere à temática supracitada, perpassam não apenas pelas dimensões naturais e sociais ligadas às inundações urbanas, mas também pelas esferas políticas dos aglomerados urbanos metropolitanos, visto que, neste contexto, os processos atrelados às inundações não obedecem aos limites territoriais de uma cidade, tal como o caso de Pinhais;

Como perspectiva futura de pesquisa, cita-se a avaliação quantitativa das modificações de uso e cobertura da terra na cidade, que denotam ações voltadas para a redução do risco de desastres associados a inundação.

## AGRADECIMENTOS

A Prefeitura Municipal de Pinhais, aqui representada pelo funcionário Rodrigo Lacerda, que auxiliou no conhecimento da área de estudo e na disponibilização de dados cartográficos e temáticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010, 278 p.

BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. *Ciência*

*Ambiental. Terra, um Planeta Vivo*. 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011, 716 p.

BUFFON, E. A. M. **A leptospirose humana no AU-RMC (Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba/PR) – risco e vulnerabilidade socioambiental**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016, 171f.

CUTTER, S. L. The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability. In: **Anais of American Geographers**, p. 1-12, 2003.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004, 155 p.

FREITAS, M. I. C. de. ROSSETTI, L. A. F. G.; OLIVEIRA, R. B. N. de. Risk mapping in urban areas: methodological essay for sample area of Santos, São Paulo – Brazil. **Brazilian Journal of Cartography**, Rio de Janeiro, Nº 67/5 p. 953-962, Aug/2015.

GREGORIO, L. T.; SAITO, S. M.; SAUSEN, T. M. Sensoriamento remoto para a gestão de risco de desastres naturais. In: SAUSEN, T. M. & LACRUZ, M. S. P. **Sensoriamento Remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, p. 43-67.

JUSTINIANO, E. F. Registro fotográfico. In: VENTURI, L. A. B. (org.) **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 187-195.

KRUG, T. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das florestas à mudança do clima. In: **Parcerias Estratégicas**, n. 17 – edição especial – Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impacto e adaptação. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2008, p. 43-72.

LEFÈVRE, C. Governar as metrópoles: questões, desafios e limitações para a constituição de novos territórios políticos. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 11, n. 22, pp. 299-317, jul/dez 2009.

MARANDOLA, E. J.; HOGAN, D. J.

- Vulnerabilidade e Riscos: entre a geografia e a demografia. In: **XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais da Abep**, 20-53, 2005.
- MENDONÇA, F. A. **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004, 328p.
- MENDONÇA, F. A. Riscos e Vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator**, v 9, n.1, p.153-163, dez/2010.
- MENDONÇA, F. A.; BUFFON, E. A. M.; GOUDARD, G. L'adaptation urbaine au changement climatique global: les inondations à Curitiba et Pinhais (Brésil) In: **XXVIII Colóquio de l'Association Internationale de Climatologie**. Liège (Sart-Tilman)/Belgique, 2015a, p. 200-205.
- NOBRE, C. A. Mudanças climáticas e o Brasil – contextualização. In: **Parcerias Estratégicas**, n. 17 – edição especial – Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impacto e adaptação. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2008, p. 7-18.
- PORTO, M. F. de S. **Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2012, 270p.
- SILVA, M. N da. **A dinâmica de produção dos espaços informais de moradia e o processo de metropolização em Curitiba**. 259 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- SILVEIRA, W. N.; KOBAYAMA, M.; GOERL, R. F.; BRANDENBURG, B. **História das inundações em Joinville (1851-2008)**. Curitiba, PR: Organic Trading, 2009. 153 p.
- SULLIVAN, C.A.; HUNTINGFORD, C. Water resources, climate change and human vulnerability. In: **18 Word Imacs/ Modis Congress**, Cairns, Austrália, p.13-17, 2009.
- TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. In: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V.7 n.1. Jan/Mar. p. 5-27, 2002.
- TUCCI, C.E.M. Inundações e Drenagem Urbana. In: TUCCI, C.E.M. & BERTONI, J.C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 1.ed, 2003, p.45-129.
- VARGAS, H. R. A. Guia municipal para la gestión del riesgo. **Programa de Reducción de la vulnerabilidad fiscal del Estado frente a Desastres Naturales**. Banco Mundial. Bogotá, 2010, 125p.
- VEYRET, Y & RICHEMOND, N. M. Os tipos de riscos. In: VEYRET, Y. **Os riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p.63-76.