

A ENGENHARIA DIANTE DOS DESASTRES NATURAIS NA CIDADE DE CURITIBA – RESULTADOS PRELIMINARES¹

Breno de Mello Dal Bianco/Gabriel Vitor Klaumann Gubert
Giuliano Camati Dourador/Willian Henrique Simon de Lima²

Bárbara Ançai³

Bianca de Castro Silva Rebolho⁴

Roberto Tadeu Berro⁵

Adalberto Scortegagna⁶

RESUMO

A pesquisa consiste na análise de três locais de grande incidência de alagamentos e inundações repentinas na cidade de Curitiba, entre os anos de 2009 e 2011. A escolha dos locais visitados pautou-se por características geográficas e socioeconômicas. Visitou-se a área central, um bairro no entorno do centro e um bairro na periferia da capital paranaense. As causas dos fenômenos estudados têm relação direta com a ação humana em ambientes urbanos, tais como impermeabilização do solo, canalização de córregos, deposição inadequada de lixo e ocupação irregular. As ações humanas variam nos três locais estudados, sendo que na área central destaca-se a impermeabilização e a canalização dos córregos, enquanto nas áreas mais afastadas observa-se a ocupação irregular e a deposição inadequada do lixo. Diversas ações, tanto do poder público como da sociedade, podem minimizar os problemas detectados. Entre as ações, pode-se sugerir, para a área central, mecanismos de retenção da água de chuva abrangendo os moradores à montante da área afetada. Já para as áreas periféricas, a ação do poder público visando reorganizar a ocupação do espaço, poderia obter resultados satisfatórios.

Palavras-chave: Áreas de Risco. Desastres Naturais. Curitiba.

¹ Esta pesquisa é financiada por Centro de Estudos e Pesquisas Bom Jesus - CEP, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, VALE. CNPq/VALE S.A - Forma-Engenharia - projeto nº 454846/2012-6.

² Alunos de Iniciação Científica – Ensino Médio (Colégio Bom Jesus).

³ Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (FAE Centro Universitário).

⁴ Pós-Graduanda em Gestão de Projetos pela FAE Business School.

⁵ Professor do Colégio Bom Jesus e FAE Centro Universitário.

⁶ Coordenador de Geografia (CEP Bom Jesus) e professor da FAE Centro Universitário. *E-mail:* adalbertogeo@bomjesus.br.

INTRODUÇÃO

Os desastres naturais se diferenciam nas diversas regiões do planeta. Enquanto em países como Japão, Estados Unidos e Nova Zelândia, os desastres têm origem principalmente devido aos fatores tectônicos, no Brasil, eles se caracterizam por fatores climáticos.

A urbanização acelerada, a ocupação irregular em encostas de morros e fundos de vale, entre outros fatores, acentuam os problemas relacionados ao clima no país e evidenciam um grave problema social e ambiental.

O crescimento desordenado nas regiões urbanas tem evidenciado o consequente aumento das áreas de risco “ – aquelas onde existe a possibilidade de ocorrência de eventos diversos –, demandando uma ação mais efetiva tanto do poder público quanto da sociedade para a prevenção a desastres naturais, e uma maior capacidade de resposta frente a sua ocorrência” (SCORTEGAGNA; REBOLHO, 2010).

Scortegagna e Rebolho (2010) observam que, no Brasil, entre os desastres naturais mais comuns, destacam-se os deslizamentos de encostas, os alagamentos e o vendavais, que trazem, por consequência, inúmeros prejuízos de ordem econômica, além de inúmeras perdas humanas.

Em 2009, os autores constataram que mais de 70% dos desastres naturais na cidade de Curitiba referem-se aos alagamentos. Cabe portanto, à sociedade, compreender os desastres e adotar estratégias que possibilitem mitigar ou adaptar-se a esses fenômenos, reduzindo os prejuízos associados.

Nesse contexto, a pesquisa se propõe, com base nas áreas de maior ocorrência de alagamentos na cidade de Curitiba-PR, apontadas nas pesquisas desenvolvidas por Scortegagna e Rebolho (2010) e Rebolho e Scortegagna (2012, 2012a, 2013), vistoriar alguns locais na cidade, pontos atingidos frequentemente por alagamentos, compreender as causas e propor soluções de engenharia para encontrar soluções para evitar futuros alagamentos, a fim de minimizar os problemas detectados.

1 DESASTRES NATURAIS

No Brasil, segundo Kobiyama et. al (2006), o desastre natural que mais causa danos e vítimas fatais são as inundações. Isso se repete também em outros países, nos quais se observa que, das perdas humanas causadas por desastres naturais, 95% estão em países do Terceiro Mundo ou em desenvolvimento.

Nesse sentido, cabe o questionamento: o que são os desastres naturais? Para Tominaga et al. (2009), os fenômenos naturais passam a se chamar desastres naturais quando atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhes danos. Kobiyama (2006) afirma que podem advir tanto de fenômenos internos quanto externos da Terra. São exemplos de desastres naturais as tempestades que, por meio das fortes chuvas e ventos, causam grandes prejuízos sociais e materiais (SCORTEGANA; REBOLHO, 2010), e podem ser incrementados pelas ações humanas, intensificando de maneira inadequada esses eventos.

Ainda, para a Defesa Civil Nacional, “desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (CASTRO, 1999), e sua intensidade depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado.

Dessa forma, além da preocupação já existente em relação aos desastres, deve-se associar ainda a vulnerabilidade existente nas áreas urbanas, uma vez que não será toda a população afetada de mesma forma (REBOLHO; SCORTEGAGNA, 2012).

Todavia, é preciso observar que nem todas as pessoas são afetadas da mesma forma por desastres. A combinação de fatores naturais e sociais é que definem o desastre, ou seja, se são as características físicas do evento que determinam a probabilidade de ocorrência do fenômeno, são as condições sociais de vulnerabilidade que determinam o grau do impacto. Os desastres são, pois parte do contexto e se modificam quando algum elemento natural ou social é alterado (HAYAKAWA; ULTRAMARI, 2008, p. 3).

No Brasil, os desastres naturais apresentam relação direta com o clima. Marcelino (2007), por meio dos dados do EM-DAT (*Emergency Disasters Database*), observa que no país mais de 80% dos desastres está associado às questões climáticas, isto é, instabilidades atmosféricas severas típicas de regiões tropicais e subtropicais. Nesse patamar, as inundações representam, em média, 59% dos desastres naturais, seguido dos deslizamentos de encostas, que representam 14%.

Atualmente, a ocorrência e os danos causados pelos fenômenos decorrentes das precipitações hídricas, como os alagamentos, tem se acentuado, sendo que o homem contribui para o aumento tanto da intensidade quanto da frequência dos desastres naturais. No caso de inundações repentinas e alagamentos, a ação humana é evidenciada na impermeabilização do solo, nos desmatamentos, no assoreamento dos rios e a na deposição irregular do lixo.

O acúmulo de resíduos e a disposição em locais inadequados contribui de forma significativa para o entupimento de bueiros e outras passagens de água, evitando o escoamento das águas pluviais. Assim, áreas que normalmente não são alagadas por rios também passam a sofrer com o problema.

2 O MUNICÍPIO DE CURITIBA E OS DESASTRES NATURAIS

Geissler (2004), após um levantamento histórico das enchentes que ocorreram em Curitiba, constatou que em diversos bairros da cidade, as ocupações estavam em áreas de risco e, portanto, sujeitas às inundações; além de o crescimento da cidade de Curitiba estar ocorrendo ao longo dos vales de confluência de diversos afluentes do Rio Iguazu, aliado ao desmatamento intenso da região.

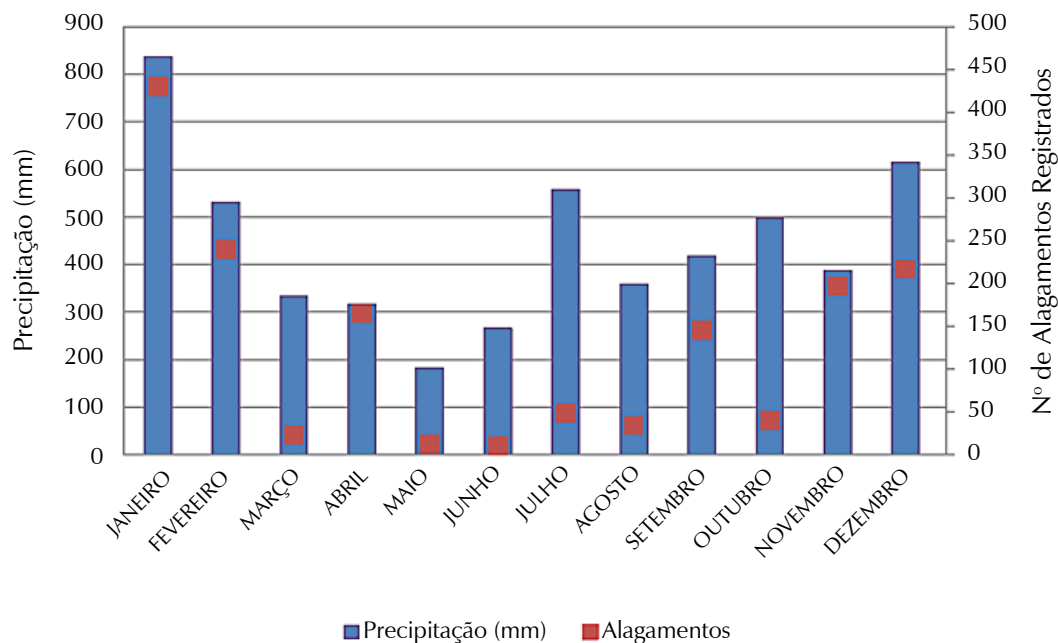
Para o estudo das inundações, Geissler (2004) observa que as chuvas convectivas são as que mais interessam. Essas chuvas, também conhecidas como “chuvas de verão”, embora não ultrapassem 40 minutos, são de grande intensidade, podendo vir acompanhadas de granizo. Segundo a autora, o Rio Belém é um dos principais rios que inundam periodicamente a cidade.

Scortegagna e Rebolho (2010) confirmam a associação dos desastres naturais na cidade de Curitiba ao clima úmido da região, pois como se situa em uma região de clima subtropical úmido, a cidade está sujeita a precipitações decorrentes tanto da dinâmica de convecção como das chuvas frontais, resultantes do choque entre as massas de ar polar e tropical que atuam na região ao longo do ano. Os autores também evidenciaram que a ocupação humana ao longo dos fundos de vale tem contribuído para alguns desastres, em especial os alagamentos e as inundações repentinas, principalmente nas áreas mais carentes de infraestrutura e habitada por famílias com poder aquisitivo menor, como a região sul do município, que mais sofre com esses desastres.

Essas ocupações irregulares, associadas ao desmatamento e à impermeabilização do solo, contribuíram para que os alagamentos e inundações atingissem bairros, como Pilarzinho, Santa Cândida e Santa Felicidade, situados à montante das áreas mais suscetíveis a esses fenômenos (SCORTEGAGNA; REBOLHO, 2010).

O GRÁF. 1 demonstra a ocorrência de alagamentos na cidade de Curitiba entre os anos de 2009 e 2011 e a quantidade de precipitação mensal.

GRÁFICO 1 – Comparativo entre a ocorrência de alagamentos e a precipitação (mm) – de janeiro de 2009 a dezembro de 2011.



FONTE: Rebolho e Scortegagna (2013)

3 METODOLOGIA

Este estudo utilizou-se da pesquisa de Scortegagna e Rebolho (2010) e Rebolho e Scortegagna (2012a, 2012 e 2013), a qual baseou-se em informações existentes no Banco de Dados da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Curitiba (COMDEC Curitiba) e do 4º Grupamento do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, para identificação das principais áreas de ocorrência de alagamentos no município de Curitiba. Paralelamente, efetuou-se uma pesquisa bibliográfica de teses, dissertações, artigos e outros documentos pertinentes ao tema, com vistas à fundamentação da pesquisa, para embasamento técnico-científico dos resultados obtidos.

Além dessa base bibliográfica, realizou-se investigação *in loco*, a fim de investigar as causas desses alagamentos. A investigação consistiu de três visitas de campo a locais com grande número de ocorrências de alagamentos e/ou inundações repentinas. Os locais escolhidos foram: área central, bairro no entorno do centro e bairro na periferia, conforme detalhado a seguir.

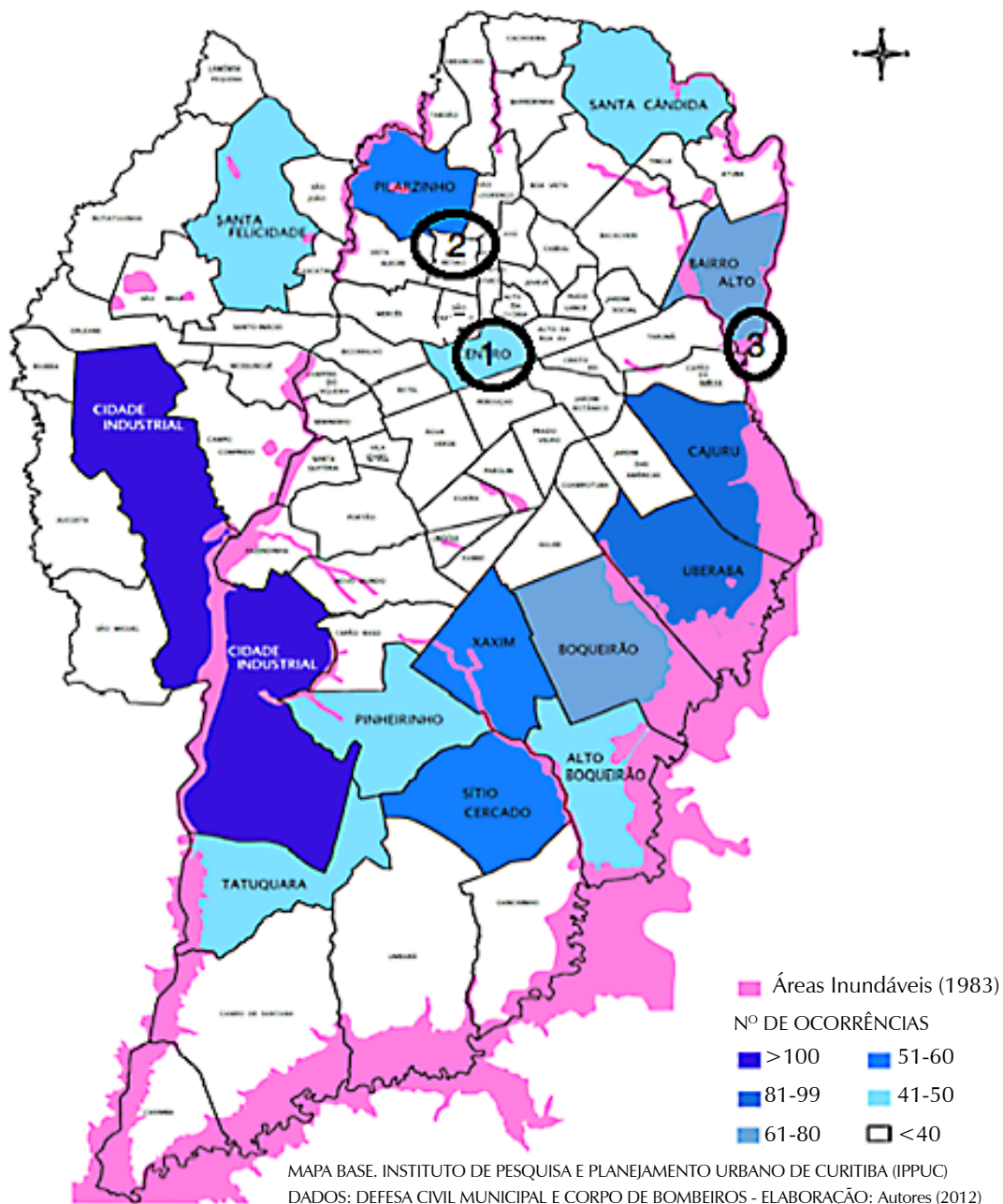
Ao identificar três áreas com grande ocorrência de alagamentos, realizou-se visita a esse locais, identificando as possíveis causas dos alagamentos e/ou inundações repentinas, discutindo possíveis ações tanto do poder público como da sociedade, com o objetivo de minimizar o problema detectado, do ponto de vista da engenharia.

4 OS LOCAIS VISITADOS

Foram realizadas três saídas de campo. Os critérios para a escolha dos locais foram: grande número de ocorrências de alagamentos, posição geográfica em relação à área central, isto é, um ponto central (1), um ponto no entorno do centro (2) e um ponto no limite do município (3). Essa escolha geográfica coincide com outro parâmetro, o socioeconômico, visto que, à medida que ocorre o afastamento do centro da cidade, verifica-se a redução do poder aquisitivo da população e a modificação dos problemas geradores dos desastres naturais.

Os locais escolhidos para a investigação são apresentados na FIG. 1, onde são destacados os bairros com maior ocorrência de alagamentos e inundações repentinas na cidade de Curitiba.

FIGURA 1 - Principais áreas de risco de alagamentos em Curitiba/PR, 2009 a 2011



FONTE: Rebolho e Scortegagna (2010), Adaptado

As áreas visitadas são descritas a seguir.

4.1 ÁREA CENTRAL DE CURITIBA

Data do trabalho de campo: 21/06/2013

A área visitada refere-se ao cruzamento das ruas Visconde de Nacar e Cruz Machado. O córrego que passa por essa área está retificado até esse cruzamento. A partir desse ponto, até sua desembocadura no Rio Belém, encontra-se totalmente canalizado.

4.2 BAIRRO BOM RETIRO (REGIÃO NO ENTORNO DO CENTRO DE CURITIBA)

Data do trabalho de campo: 21/06/2013

O bairro Bom Retiro é localizado no entorno da área central de Curitiba e se caracteriza pela ocupação de famílias de classe média, apresentando uma boa infraestrutura urbanística. Nesse bairro, há a presença do Rio Pilarzinho – parcialmente canalizado – afluente do Rio Belém. Na área onde o Rio Pilarzinho aflora, a ocupação humana em sua margem é intensa.

4.3 BAIRRO ALTO (LIMITE COM O MUNICÍPIO DE PINHAIS)

Data do trabalho de campo: 23/08/2013

Localizado em umas das partes mais elevadas da cidade, é limitado pelos bairros Tarumã e Atuba. A região visitada no Bairro Alto é habitada principalmente por famílias com baixo poder aquisitivo, tendo a presença de inúmeras moradias irregulares no entorno do Rio Atuba, além do esgoto ser direcionado diretamente ao rio, juntamente com a presença de lixo, também disposto irregularmente.

5 RESULTADOS

Os resultados da investigação *in loco*, realizada em três locais do município de Curitiba, com base nos levantamentos bibliográficos realizados, são apresentados a seguir.

5.1 ÁREA CENTRAL DE CURITIBA

Verifica-se, na região central de Curitiba, um alto índice de impermeabilização, considerado um dos principais agravantes antrópicos que contribuem para desencadear desastres naturais nas áreas urbanas. Esse processo de impermeabilização, no qual o solo é recoberto com cimento e asfalto, impede a infiltração da água da chuva e sua absorção pelo solo; neste caso, ocorre o escoamento diretamente para os rios, elevando rapidamente seu nível.

A existência de construções sobre córrego canalizado eleva significativamente a probabilidade de ocorrência de desastres, e por sua disposição no local, dificulta ações que a solucionem.

As constatações realizadas na visita de campo são ilustradas nas FIG. 2 e FIG. 3 apresentadas a seguir.

FIGURA 2 - Rio Ivo



FIGURA 3 - Cruzamento Visconde de Nacar com Cruz Machado



5.2 BAIRRO BOM RETIRO (REGIÃO NO ENTORNO DO CENTRO DE CURITIBA)

Na investigação realizada no bairro Bom Retiro (região no entorno do centro de Curitiba), percebe-se que as ocupações humanas ocorrem à margem do córrego Pilarzinho. Verifica-se ainda a existência de um estreitamento do córrego em terreno privativo, o que certamente influencia na retenção da água em momentos de grande precipitação que, ao extravasar, atinge inúmeras residências.

As constatações realizadas na visita de campo são ilustradas nas fotos 3 e 4 apresentadas a seguir.

FIGURA 4 - Bairro Bom Retiro



FIGURA 5 - Canal do rio Pilarzinho em terreno privado



5.3 BAIRRO ALTO (LIMITE COM O MUNICÍPIO DE PINHAIS)

No Bairro Alto, foram identificados diversos fatores que agravam a ocorrência de alagamentos, relacionados às ações antrópicas, conforme relatado a seguir.

- Ocupações irregulares na margem do rio Atuba.
- Depósito irregular de resíduos.
- Descarga de esgoto no rio.
- Assoreamento do rio Atuba.

Tais constatações são ilustradas nas fotos 5 e 6, que comprovam as situações evidenciadas no local.

FIGURA 6 - Ocupações irregulares ao longo do rio Atuba.



FIGURA 7 - Rio Atuba



5 O OLHAR DA ENGENHARIA

De acordo com Tucci (1997), os problemas de alagamentos e enchentes em áreas urbanas brasileiras têm na sua essência causas muito semelhantes. Um mau planejamento urbano, o assoreamento de rios, o lixo urbano e o descaso das autoridades são algumas razões que podem ser enumeradas.

No estudo das inundações e alagamentos, alguns fatores devem ser levados em consideração no que diz respeito às consequências das precipitações, entre eles figura a intensidade, a duração e a frequência com que as chuvas ocorrem. Estes aspectos são os primeiros a serem analisados para se projetar o efeito das chuvas sobre o solo – urbano ou rural.

Segundo Cruciani (2002), em áreas urbanas, chuvas intensas provocam cheias nos sistemas de drenagem naturais e causam picos de escoamento nas galerias pluviais cujo estudo é fundamental para a determinação da chuva de projeto para esses sistemas. Além de dimensionar a intensidade média, pode-se buscar modelos matemáticos que forneçam a velocidade de escoamento da água da chuva numa superfície urbana. Em seu estudo na cidade do estado de São Paulo, na região de Piracicaba, Cruciani (2002) estimou a velocidade de escoamento da água, obtendo como resultado o valor de 15 mm/h, em média.

Nas três áreas visitadas pode-se constatar que as causas dos alagamentos e inundações repentinas têm origem na ação do homem, porém em diferentes níveis de intervenção.

Na área central, a impermeabilização do solo e a canalização do Rio Ivo contribuem de forma significativa para os problemas detectados, sendo que ações que visem a aumentar a permeabilidade do solo e retenção da água de chuva devem ser tomadas em conjunto com o poder público e as pessoas que vivem à montante da área afetada.

No Bairro Bom Retiro, a questão envolve a ocupação na beira do Rio Pilarzinho, a canalização e o estreitamento do canal em área privada. Nesse caso, pode-se reordenar a ocupação dessa área e buscar identificar os pontos de estrangulamento do córrego.

Na região da divisa de Curitiba com Pinhais, o problema das inundações repentinas e alagamentos estão relacionadas às questões sociais, visto que há a ocorrência de ocupações irregulares com esgoto a céu aberto e deposição irregular de lixo. Nesse caso, ações do poder público e da sociedade se tornam mais fáceis, visto que a área ainda não está impermeabilizada e nem ocupada de forma intensiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento populacional e a urbanização desenfreada têm agravado e acelerado a ocorrência de desastres naturais, sobretudo nas últimas décadas, em função da ocupação das áreas de risco, estando cada vez mais presentes no dia a dia das populações, tanto em função do aumento da frequência e intensidade, como dos impactos associados.

Com base nos estudos levantados, principalmente nos trabalhos de Scortegagna e Rebolho (2010) e Rebolho e Scortegagna (2012a, 2012 e 2013), nos quais foram identificadas as principais áreas de risco para alagamentos no município, a investigação *in loco* de três locais de maior ocorrência de desastres possibilitou buscar as causas da intensidade dos desastres, bem como propor soluções, do ponto de vista da engenharia, para a redução dos impactos e prejuízos dos desastres naturais.

Na região central de Curitiba, o principal problema identificado relacionado aos alagamentos se refere ao alto índice de impermeabilização, considerado um dos principais agravantes antrópicos que contribuem para desencadear desastres naturais nas áreas urbanas. Isso se deve ao fato do processo de ocupação urbana da cidade, fazendo com que grande parte dos rios fossem canalizados e cobertos.

Nos demais pontos visitados (bairros Bom Retiro e Bairro Alto), um dos principais problemas verificados diz respeito às ocupações irregulares a margem de rios e córregos. No Bairro Alto, destaca-se ainda a deposição irregular de resíduos nos rios e em terrenos baldios que, com as chuvas, acabam entupindo bueiros e elevando rapidamente o nível d'água dos corpos hídricos da região. Os rios são ainda utilizados indiscriminadamente como receptáculos de esgotos não tratados, lançados diretamente das residências, causando além da poluição hídrica a possibilidade de assoreamento e, conseqüentemente, os riscos de alagamentos.

Demonstrou-se, na pesquisa, o fato de os desastres naturais, em sua maioria, estarem associados à ocupações em áreas de risco, reforçando a ideia de que a recorrência dos desastres é oriunda da combinação de fatores naturais e antrópicos.

Por meio da pesquisa, evidenciaram-se ainda algumas fragilidades no que se refere à ausência de conhecimento da própria população quanto às medidas e ações a serem tomadas para reduzir a probabilidade de ocorrência dos desastres na região e, em alguns casos, mesmo sabendo dos riscos associados à ocupação de áreas irregulares, a ocupação e permanência nesses locais ainda é verificada.

Verifica-se que a cidade de Curitiba carece de planejamento e investimento na prevenção desses desastres. Cabe ao poder público fiscalizar a ocupação das regiões na cidade e a impermeabilização do solo; deve-se ainda adotar estratégias para informação

e alerta aos moradores quanto aos riscos associados à ocupação de áreas irregulares, à necessidade da destinação adequada dos resíduos sólidos e à ligação da canalização às redes de tratamento de esgoto.

Quanto às ações de engenharia para a redução dos desastres, e conseqüentemente de seus impactos, em ambientes altamente impermeabilizados, ressalta-se a construção de pequenos reservatórios para captação de parte da água da chuva, além de aumentar as áreas permeáveis, evitando-se assim o escoamento superficial em momentos de alta pluviosidade.

REFERÊNCIAS

CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil**. Ministério da Integração Nacional. Departamento de Defesa Civil. v.1. Brasília (DF), 1999.

CRUCIANI D.E. *et. al.* **Modelos de distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.6. n.1. p. 76-82, Campina Grande – PB, 2002.

GEISSLER, H. J.; LOCH, R. E. N. Análise histórica das enchentes em Curitiba-PR: medidas propostas e conseqüências observadas. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., Anais...* Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.507-523. (CD-ROM).

HAYAKAWA, I F; ULTRAMARI, C. **Situações de risco como definidoras de inflexões no planejamento e na gestão urbana: um estudo em Curitiba**. ABEP, 2008. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2008/docsPDF/ABEP2008_1248.pdf>

KOBIYAMA, M. (Org.). **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Ed. Organic Trading. Curitiba, 2006.

MARCELINO E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: INPE, 2007.

REBOLHO, B. C. S.; SCORTEGAGNA, A. Principais áreas de risco para desastres naturais na cidade de Curitiba-PR, no ano de 2009. **Anais do 6º Seminário sobre Sustentabilidade**: artigos selecionados. Org. por Neves, L.S. Ed. CRV, Curitiba, PR, 1.ed., 2012a. pp. 69-83.

REBOLHO, B. C. S.; SCORTEGAGNA, A. Mapeamento das principais áreas de risco de alagamentos no município de Curitiba/PR no ano de 2010. **III SIMPEC - Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XXVIII Semana de Geografia da UEL**. Universidade Estadual de Londrina/UEL. 22 a 26 de outubro de 2012.

REBOLHO, B. C. S.; SCORTEGAGNA, A. (no prelo). Principais áreas de risco para alagamentos na cidade de Curitiba/PR, no período de 2009 a 2011. **14º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**. IV SIBRADEN - Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais. 01 a 06 de dezembro de 2013. No prelo. Rio de Janeiro – RJ, 2013.

SCORTEGAGNA, A; REBOLHO, B. C. S. Principais áreas de risco para desastres naturais na cidade de Curitiba-PR no ano de 2009. **12º. PAIC**. Caderno de Iniciação Científica. FAE. Núcleo de Pesquisa Acadêmica. Curitiba, 2010.

TOMINAGA L. K. *et al.* (Org.) TOMINAGA L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUCCI C.E.M. **Água no meio urbano**. Instituto de Pesquisa Hidráulica – UFRGS. Cap. 14. Livro **Água doce**, 1997.