

A ENGENHARIA DIANTE DOS DESASTRES NATURAIS NA CIDADE DE CURITIBA: OS ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES REPENTINAS NO BAIRRO ALTO

Breno de Mello Dal Bianco , Giuliano Camati Dourado, Gabriel Vitor Klaumann Gubert, Wilian Henrique Siman de Lima¹, Bárbara Lorena Ançay², Roberto Tadeu Berro³.
Professor Orientador: Adalberto Scortegagna⁴

RESUMO

Esse trabalho é um desmembramento de uma pesquisa patrocinada pelo Projeto Forma Engenharia – parceria da Vale/CNPq, na qual definiu-se três locais na cidade de Curitiba com elevada ocorrência de alagamentos e/ou inundações repentinas entre os anos de 2009 e 2011. O artigo destaca o Bairro Alto, situado na periferia da cidade. As causas diante dos desastres naturais na cidade de Curitiba têm a ação direta do homem, destacando-se a impermeabilização do solo, a canalização de córregos, destinação inadequada de resíduos sólidos e ocupação irregular. Para o Bairro Alto, foco desse estudo, constatou-se que a principal causa refere-se à ocupação irregular, deposição inadequada de resíduos sólidos e o assoreamento do rio Atuba. Para que sejam minimizados os problemas, há a necessidade de se pensar na bacia hidrográfica do rio Atuba e dos moradores envolvidos. Dessa forma, a comunidade e o poder público devem trabalhar em conjunto, para que consigam obter resultados satisfatórios. Medidas de melhorias urbanas, educação ambiental, desassoreamento dos rios e repovoamento da mata ciliar se tornam necessárias.

Palavras-Chave: Áreas de risco. Desastres naturais. Bairro Alto - Curitiba.

¹ Alunos de Iniciação Científica – Ensino Médio (Colégio Bom Jesus)

² Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária (FAE Centro Universitário)

³ Professor do Colégio Bom Jesus e FAE.

⁴ Coordenador de Geografia (CEP Bom Jesus) e professor da FAE. E-mail: adalbertogeo@bomjesus.br

INTRODUÇÃO

Em todas as regiões do planeta os desastres naturais acontecem, mudando apenas as causas. Enquanto em países como Japão e Nova Zelândia os desastres têm origem principalmente devido aos fatores tectônicos, como movimento das placas tectônicas, no Brasil estes se caracterizam por fatores climáticos que podem ser acentuados pela ação do homem.

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 e inundações. 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 dá sequência ao trabalho desenvolvido por Scortegagna et. al (2013) na qual os autores selecionaram três locais na cidade de Curitiba com grande incidência de alagamentos e inundações repentinas. Nesse artigo, a região estudada é o Bairro Alto. Foram realizadas visitas ao local, buscando compreender as causas e propor soluções para minimizar os problemas em questão.

A área de estudo situa-se no Bairro Alto, nas proximidades da divisa com o município de Pinhais, nas margens do Rio Atuba, afluente do Rio Iguaçu, um dos principais rios do Estado do Paraná.

1 DESASTRES NATURAIS

No Brasil, segundo Kobiyama et al (2004a), o desastre natural que mais causa danos e vítimas fatais são as inundações. Isso se repete também em outros países, nos quais observa-se que, das perdas humanas causadas por desastres naturais, 95% estão em países e terceiro mundo ou em desenvolvimento (ALEXANDER, 1995; DEGG, 1992; TOBIN E MONTZ, 1997).

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.

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.

Se em diversas regiões do Brasil os desastres naturais vinculados ao clima são principalmente inundações e movimentos de massa, na cidade de Curitiba, devido ao relevo aplainado na maior parte de seu território, as ocorrências de alagamentos e inundações repentinas predominam.

Cabe, nesse artigo, diferenciar os termos “alagamentos”, “inundações repentinas ou bruscas” e “enchentes”. Para Kobiyama et al (2006) a inundação, popularmente tratada como enchente, é o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele. Quando não ocorre o transbordamento, apesar de o rio ficar praticamente cheio, tem-se uma enchente e não uma inundação. Os autores observam que, por esta razão, no mundo científico os termos “inundação” e “enchente” devem ser usados com diferenciação. Já os alagamentos, de acordo com a Defesa Civil, ocorrem quando há o acúmulo de água nas ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes. Portanto, pode-se considerar as inundações e alagamentos como desastres naturais.

Segundo estudos feitos por Tucci (1997), o processo de urbanização resulta em impactos no aumento das vazões máximas devido ao aumento de capacidade de escoamento através de condutos e canais, além da impermeabilização das superfícies, aumento da produção de sedimentos, devido à retirada da vegetação, e a produção de resíduos sólidos.

Ainda segundo Tucci (1997), os alagamentos e inundações repentinas ocorrem devido a dois processos, um deles relacionado à ocupação do espaço urbano e consequente impermeabilização do solo, e o outro relacionado com as áreas ribeirinhas, que têm relação com as enchentes naturais que ocorrem pelo processo no qual o rio ocupa o seu leito maior, de acordo com os eventos extremos que ocorrem na ordem de dois anos.

Constata-se que, além da preocupação existente em relação aos desastres, deve-se associar esta à vulnerabilidade existente nas áreas urbanas, uma vez que não será toda a população afetada da 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).

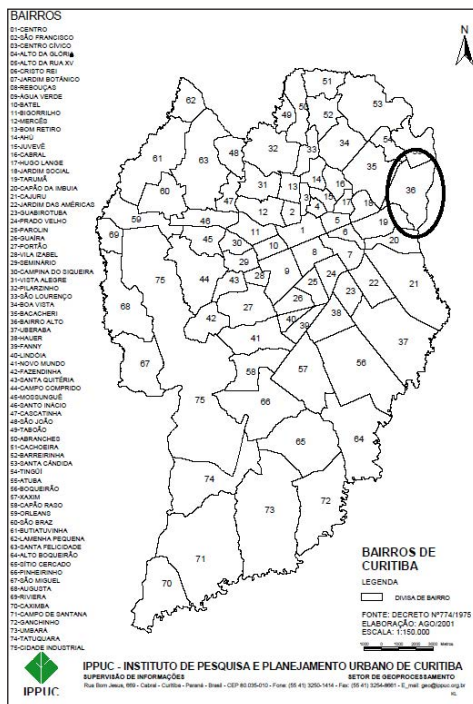
Atualmente, a ocorrência e os danos causados pelos fenômenos decorrentes das precipitações hídricas, como os alagamentos e inundações repentinas, em áreas urbanas, têm se acentuado, sendo que o homem contribui para o aumento tanto da intensidade quanto da frequência dos desastres naturais. No caso de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

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.

1.1 A REGIÃO DO BAIRRO ALTO

Segundo o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), o Bairro Alto ocupa uma área de 7,20 km² na região nordeste de Curitiba, exatamente na divisa com o município de Pinhais. A FIG. 1 mostra um mapa da região de Curitiba, destacando a localização do Bairro Alto

FIGURA 1-Localização do Bairro Alto



O Bairro Alto é cortado por vários riachos, sendo o rio Atuba o mais importante. Não é um bairro planejado, apresentando uma ocupação recente com carência de infraestrutura urbana, constatando-se inúmeras moradias em área de risco, isto é, ao longo dos rios que cortam a região.

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 estar ocorrendo ao longo dos vales de confluência de diversos afluentes do rio Iguaçu, aliado ao desmatamento intenso da região.

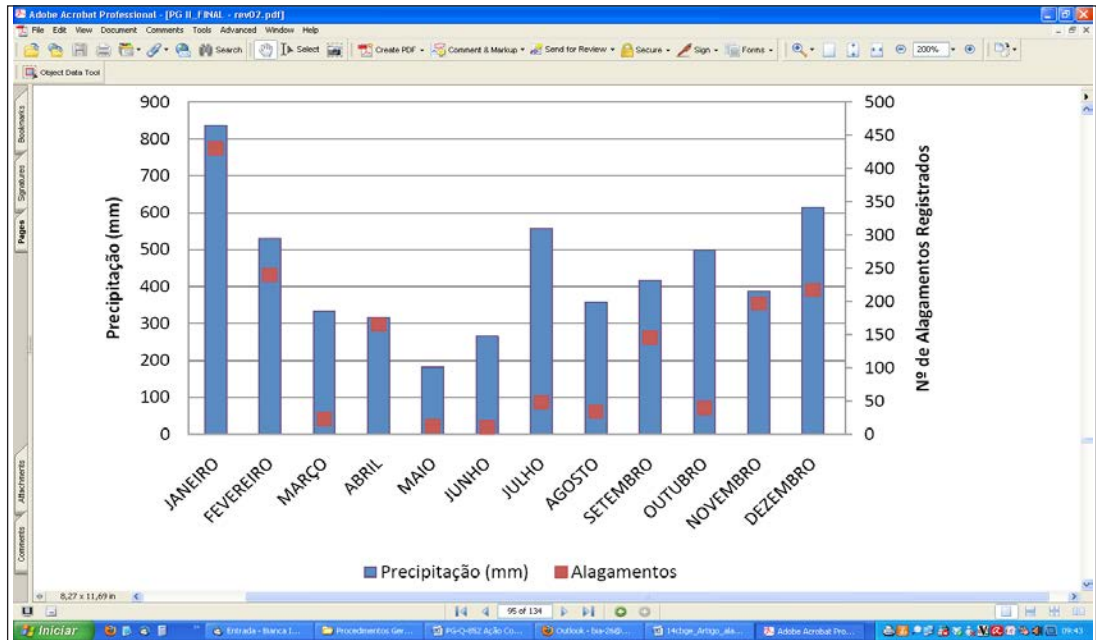
Para o estudo das inundações, Geissler (2004) observa que as chuvas convectivas são as que mais interessam. Essas chuvas, também conhecidas como “chuvas de verão”, embora não ultrapassem 40 minutos são de grande intensidade, podendo vir acompanhadas de granizo.

Scortegagna e Rebolho (2010) confirmam a associação dos desastres naturais na cidade de Curitiba ao clima 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, estas 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 inundações repentinas, especialmente nas áreas mais carentes de infraestrutura e habitadas por famílias com poder aquisitivo menor, como os bairros mais ao Sul e à Leste de Curitiba, tais como o Bairro Alto.

A FIG. 2 demonstra a ocorrência de alagamentos na cidade de Curitiba entre os anos de 2009 e 2011 e a quantidade de precipitação mensal.

FIGURA 2 - Comparativo entre a ocorrência de alagamentos e a precipitação (mm) - 2009 a 2011



FONTE: Rebolho e Scortegagna (2013)

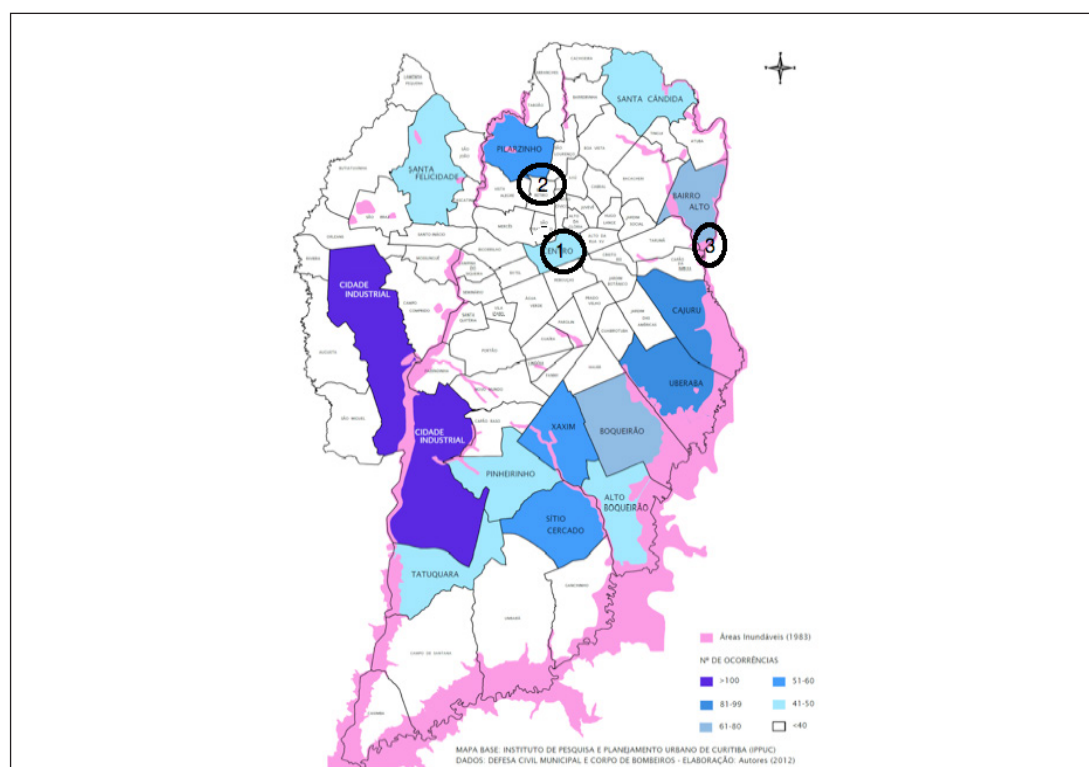
2 METODOLOGIA

Este estudo utilizou-se da pesquisa de Scortegagna e Rebolho (2010) e de Rebolho e Scortegagna (2012; 2013), a qual baseou-se em informações existentes no Banco de Dados da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Curitiba (COMDEC) 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. Também, destaca-se o trabalho de Scortegagna et al (2013), no qual realizou-se investigação *in loco* a fim de investigar as causas dos alagamentos e inundações repentinas em três locais na cidade de Curitiba com grande incidência desses fenômenos. 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.

Os critérios utilizados por Scortegagna et al (2013) para a escolha dos locais foram: grande número de ocorrências de alagamentos, posição geográfica em relação à área central, isto é, um ponto central - centro da cidade de Curitiba (1), um ponto no entorno do centro – Bairro Bom Retiro (2) e um ponto na periferia do município - Bairro Alto (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. 3, onde são destacados os bairros com maior ocorrência de alagamentos e inundações repentinas na cidade de Curitiba.

FIGURA 3 - Principais áreas de risco de alagamentos em Curitiba/PR (2009 a 2011)



FONTE: Rebolho e Scortegagna (2013, adaptado)

Nesse artigo se dará destaque às observações no Bairro Alto, situado na periferia da cidade de Curitiba, sendo habitado 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 no rio, juntamente com a presença de resíduos sólidos, também dispostos irregularmente. O local pesquisado situa-se na Latitude 25.º 25' 43,57''S e Longitude 49.º 12' 04,68' W.

3 RESULTADOS E ANÁLISE

A partir das visitas de campo, observou-se que a ocupação sem planejamento do Bairro Alto, bem como o regime de chuvas na região metropolitana de Curitiba culminaram no grande índice de ocorrências de alagamento e inundações repentinas na região.

A desenfreada ocupação das margens do rio trouxe ainda consequências mais drásticas, como o depósito irregular de resíduos sólidos, que reduzem a velocidade de escoamento do rio, aumentando o tempo de escoamento do canal. Como se já não fosse suficiente citar esses problemas para se entender o alto índice de alagamentos e inundações na região, é visível a quantidade de ligações irregulares de esgoto diretamente no rio. Tudo isso vai diminuindo o talvegue do rio, aumentando o assoreamento, impedindo que a água flua de forma a permitir que tais inundações não ocorram.

Tais constatações são ilustradas nas FOTOS 1, 2, 3 e 4 a seguir, que comprovam as situações evidenciadas no local.



FOTO 1: Ocupações irregulares ao longo do rio Atuba.



FOTO 2: Rio Atuba.



Foto 3: Resíduos sólidos jogados no leito do rio Atuba.



Foto 4: Lixo na encosta do rio Atuba.

3.1 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 figuram 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. O autor sugere buscar modelos matemáticos que forneçam a velocidade de escoamento da água da chuva numa superfície urbana.

Quando há uma inundação o tempo de escoamento total da água é a soma do tempo de concentração de água no plano e o tempo de escoamento da água no canal. Segundo Tucci (1998), há equações que permitem mensurar o tempo de concentração da água no plano de acordo com a declividade, a rugosidade do terreno e o tempo de escoamento da água no canal, este inversamente proporcional à velocidade de escoamento; é aí reside o maior problema que ocasiona as inundações repentinas e alagamentos no Bairro Alto. Se a velocidade com que a água flui no canal do rio Atuba está longe de ser o desejado para que os alagamentos e inundações sejam evitados, o principal fator é a ação antrópica.

A presença de ocupações irregulares nas margens do rio extinguiu a maior parte da mata ciliar que protegeria o rio e evitaria o assoreamento do seu leito, o que, conseqüentemente, diminui a velocidade de escoamento da água no canal, aumentando seu tempo de escoamento e causando os alagamentos.

Portanto, na região da divisa de Curitiba com Pinhais, o problema das inundações repentinas e alagamentos está relacionada, em especial, às questões sociais, visto que há a ocorrência de ocupações irregulares com esgoto a céu aberto e deposição irregular de resíduos sólidos. 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.

CONCLUSÕES

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.

No Bairro Alto, um dos principais problemas verificados diz respeito às ocupações irregulares à margem do rio Atuba. 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 de 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 inundações. Uma política pública voltada á ocupação urbana planejada se faz necessária.

Demonstrou-se na pesquisa o fato de os desastres naturais, em sua maioria, estarem associados a ocupações em áreas de risco e atingirem principalmente as populações de menor poder aquisitivo, reforçando a ideia de que a recorrência dos desastres é oriunda da combinação de fatores naturais e antrópicos, além da falta de planejamento do poder público e da sociedade.

As ações governamentais podem, além de oferecer um planejamento urbano e melhores condições de saneamento básico, reforçar a educação ambiental, a fim de mostrar que todos são responsáveis em manter os rios limpos e que as ações inadequadas, no que tange ao assoreamento dos rios, atinge a todos, diminuindo a qualidade de vida das pessoas. Possíveis parcerias com organizações não governamentais seriam soluções de baixo custo para promover esse tipo de ação.

Cabe ao poder público, e à sociedade como um todo, fiscalizar a ocupação das regiões na cidade e adotar estratégias para informação e alerta aos moradores quanto aos riscos associados à ocupação de áreas irregulares, á necessidade da destinação adequada dos resíduos sólidos e à ligação da canalização às redes de tratamento de esgoto.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional. Departamento de Defesa Civil. v.1. 1999.
- CRUCIANI D.E. et. Al. Modelos de distribuição temporal de chuvas intensas em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande – PB v.6. n.1. p. 76-82, 2002.
- GEISSLER, H. J.; LOCH, R. E. N. Análise histórica das enchentes em Curitiba-PR: medidas propostas e consequências observadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. **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**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.
- MARCELINO E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Santa Maria: INPE, 2007.
- REBOLHO, B.C.S.; SCORTEGAGNA, A. Mapeamento das principais áreas de risco de alagamentos no município de Curitiba/PR no ano de 2010. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE ESTUDOS CLIMÁTICOS E XXVIII SEMANA DE GEOGRAFIA DA UEL, 3., 2012, Londrina. **Anais...** Universidade Estadual de Londrina (UEL), 2012.
- _____. Principais áreas de risco para alagamentos na cidade de Curitiba/PR, no período de 2009 a 2011. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. 14., IV SIBRADEN - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. 14., 2013., Rio de Janeiro - RJ. **Anais...** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 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, v.12, 2010.
- SCORTEGAGNA, A et. al. A Engenharia diante dos desastres naturais na cidade de Curitiba – Resultados preliminares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA, 1., E 7º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2013, Curitiba. **Anais..** FAE - Centro Universitário Franciscano, 2013.
- TOMINAGA L. K. et al. (Org.) **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- TUCCI C.E.M. Água no meio urbano. In: **Livro Agra Doce**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisa Hidráulica – UFRGS, 1997. cap.14
- TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e Controle de Erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSIÃO 6., 1998, Presidente Prudente. **Anais...** Sonopress Indústria Brasileira. 1998.
- ULTRAMARI, C.; HUMMELL, B. M. L. Espacializações das vulnerabilidades socioambientais no sul brasileiro. **REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 1, p. 5-31, jan./abr. 2010.

