

# Geotecnologias aplicadas à análise de risco a desastres ambientais de um conjunto habitacional

Pauline Lima de Brito <sup>[1]</sup>, Arilde Franco Alves <sup>[2]</sup>, Hamilcar José Almeida Figueira <sup>[3]</sup>

[1] pauline.brito11@gmail.com. [2] alves@ifpb.edu.br. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

[3] hfigueira@gmail.com. Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

## RESUMO

A falta de planejamento urbano tem propiciado o aumento do uso e ocupação do solo de áreas ambientalmente inadequadas, o que deixa sua população residente vulnerável a risco de desastres. A análise de risco define condições espaciais e temporais e indica a probabilidade de danos, além de contribuir para a redução e controle, por meio do gerenciamento de risco. Este trabalho teve por objetivo fazer a análise de risco a desastres no Conjunto Habitacional Monte Cassino, localizado no bairro Jaguaribe, em João Pessoa- PB, a partir de visitas in loco e do uso de geotecnologias. A metodologia utilizada se fundamentou no Roteiro de Cadastro Emergencial de Riscos de Deslizamentos, proposto pelo Ministério das Cidades, e na Norma de Inspeção Predial, do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. Para a confecção dos mapas temáticos, foram realizados: levantamento dos dados topográficos, coletas de dados descritivos de cada lote e residência, consultas informais com moradores e processamento e análise espacial dos dados digitais. Os principais resultados obtidos apontaram que, dos 250 lotes, 48 apresentaram grau de risco “Muito alto”, havendo a necessidade de remoção imediata de 190 pessoas; e 12 lotes apresentaram grau de risco “Alto”, os quais precisam ser monitorados constantemente. O estudo mostrou-se, portanto, bastante eficaz para o diagnóstico dos impactos ambientais regidos pela legislação de ordenamento territorial municipal.

**Palavras-chave:** Uso e ocupação do solo. Habitação Popular. Gerenciamento de Risco. Desmoronamento.

## ABSTRACT

*The lack of urban planning has led to increased land use and occupation of environmentally inadequate areas, leaving the resident population vulnerable to disaster risk. The risk analysis defines spatial and temporal conditions and indicates the probability of damages, besides that it contributes for the reduction and control of risks through risk management. The objective of this work was to carry out disaster risk analysis at the Monte Cassino Housing Complex, located in the Jaguaribe neighborhood, in João Pessoa city, Paraíba State, based on on-site visits and the use of geotechnologies. The methodology was based on the Guide for Emergency Registry of Landslide Risks, proposed by the Ministry of Cities, Brazil Government, and on the Property Inspection Standard of the Brazilian Institute of the Engineering Assessments and Expertise of São Paulo State. For the preparation of the thematic maps, we used: survey of the topographic data, descriptive data collection of each lot and residence, informal interviews with residents, and processing and spatial analysis of digital data. The main results obtained indicated that 48 out of the 250 lots presented a VERY HIGH degree of risk, requiring the immediate removal of 190 people. Also, 12 housing lots presented a HIGH degree of risk, which need to be constantly monitored. Therefore, the study proved to be very effective for the diagnosis of the environmental impacts governed by municipal spatial planning legislation.*

**Keywords:** Land use and occupation. Popular Housing. Risk Management. Collapse.

## 1 Introdução

O processo de industrialização no Brasil estimulou o inchaço das cidades por meio da emigração da mão de obra campo-cidade. Com a ausência de infraestrutura para comportar estes novos residentes, ocorreu a expansão de imóveis irregulares, causando o crescimento urbano desordenado.

O Censo 2010 registra 11,4 milhões de brasileiros (6% da população brasileira, o que equivale à população da Grécia), vivendo em “aglomerados subnormais”, termo utilizado para definir áreas ocupadas irregularmente por população de baixa renda, com carência de serviços públicos e urbanização, e normalmente não seguindo o Plano Diretor (PD) da cidade.

O PD foi criado e definido, segundo o Estatuto das Cidades (Lei Nº 10.257/2001), como um conjunto de princípios e regras orientadoras da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano.

Milaré (2009) explica que o PD não se restringe a normas e práticas de uso e ocupação do solo, nem mesmo se volta especialmente para este último aspecto.

É verdade que parte substancial da Política Nacional Urbana centra-se sobre o uso do solo e a propriedade; porém, ela o faz para acentuar a função social dessa mesma propriedade (MILARÉ, 2009, p. 557).

Por esta razão, o PD precisa ser revisto periodicamente, a fim de conciliar o fator jurídico com o fator social, e é natural que essa revisão se verifique atendendo às necessidades concretas de cada zoneamento urbano municipal.

A Lei Nº 10.257/2001 enfatiza o sistema de acompanhamento e controle.

Não nos esqueçamos de que é a gestão ambiental municipal que está em jogo, não apenas um documento legal – daí a necessidade de severa vigilância sobre os rumos do Plano Diretor e a sua aplicação: este é um dos papéis da comunidade local (MILARÉ, 2009, p. 559).

O zoneamento urbano é um instrumento do planejamento urbano, caracterizado pela aplicação de um sistema legislativo (geralmente em nível municipal), que busca regulamentar o uso e ocupação do solo e também é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981).

Milaré (2009) trata o zoneamento, em síntese, como um disciplinamento de ocupação e destinação de áreas geográficas para que elas atendam à sua vocação geoeconômica e ecológica.

No Brasil, existem políticas que buscam solucionar as questões relativas aos aglomerados subnormais, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Os governos municipal, estadual e federal, a partir do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), constroem as casas populares, após uma análise de quais áreas poderão receber essas obras. Essa análise é atribuição do PD municipal, que estabelece as zonas de interesse social, as quais devem apresentar acesso fácil e que não demandem grande mobilização de recursos financeiros.

O artigo 47 da Lei Nº 11.977/2009, que dispõe sobre o PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, define Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) como:

Parcela de área urbana instituída pelo Plano Diretor ou definida por outra lei municipal, destinada predominantemente à moradia de população de baixa renda e sujeita às regras específicas de parcelamento, uso e ocupação do solo (BRASIL, 2009).

Quando o PD é alterado, transformam-se áreas de preservação em Zeis, as quais ocupam áreas inadequadas e ambientalmente frágeis; tal processo causa uma deterioração desses espaços, além de expor pessoas a um futuro risco de desastres.

A situação se torna mais preocupante quando as áreas irregulares são ocupadas com o “consentimento” da gestão municipal e estadual, transformando-as em Zeis. Observa-se, então, que há negligência dos setores técnicos responsáveis por essa liberação, desconsiderando o impacto ambiental causado pelo processo de uso e ocupação do solo.

Silva (2007, p. 01) afirma que:

O critério de “menor custo” para escolha dos terrenos destinados à habitação de interesse social é identificado como um dos principais fatores da opção por áreas inadequadas, com a agravante de que os recursos financeiros limitados destinados para implantação da infraestrutura desses empreendimentos implicaram na adoção de soluções técnicas que não reverteram os problemas originais dos sítios resultando em sérios danos ambientais.

O cenário acima descrito revela aspectos comuns observados nas grandes capitais do país. E isto vem acontecendo também no município de João Pessoa.

Os conjuntos habitacionais – que antes eram construídos em localidades não urbanizadas e necessitavam de investimento maior para implantação da infraestrutura – estão atualmente sendo construídos próximos ou dentro de espaços vazios das cidades, com o intuito de minimizar esses custos.

O dano ocorre apenas quando as áreas escolhidas para estas construções não são as indicadas pelas legislações, em especial as ambientais. Não sendo respeitados parâmetros legais, é provável que se gerem danos ao meio ambiente.

Para corrigir/coibir eventuais ameaças ou lesões ao ambiente, o art. 225, §3º, da Constituição (1988) prevê que:

As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas e jurídicas, a sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar os danos causados.

De fato, o que constantemente vem acontecendo é a falta do cumprimento da Lei Federal de Uso e Parcelamento do Solo (Lei Nº 6.766/1979) e demais leis ambientais, ou PD baseado em especulações imobiliárias, com irregularidades, desacatando os limites dos recursos naturais pertencentes aos espaços municipais. Essa prática define o crime de ordenamento urbano.

A forma desigual de apropriação dos solos urbanos inadequados acrescida da falta de planejamento têm causado modificações no ecossistema, acelerando o processo de riscos ambientais e comprometendo a segurança da população.

A ocupação de terrenos inadequados é um atrativo para acomodar aqueles sem condições financeiras de alugar/comprar uma casa, pois não há custo do lote e são isentos de impostos.

Esse tipo de moradia configura uma situação bastante favorável para a ocupação das áreas vetadas pela Lei Nº 6.766/1979, acarretando problemas socioambientais por vezes irreversíveis, expondo a vulnerabilidade dessas áreas, as quais a literatura brasileira chama erradamente de “áreas de risco”.

Segundo Brasil (2008), “Áreas de risco” nada mais são do que áreas passíveis de serem atingidas por fenômenos ou processos naturais e ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam

essas áreas estão vulneráveis a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais.

A definição proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU) para “riscos naturais” diz que são processos naturais que ocorrem na biosfera e podem resultar em danos; são classificados de acordo com sua origem em: geológicos, hidrometeorológicos, climatológicos, biológicos e cósmicos.

Ainda existem os riscos tecnológicos que são associados a acidentes industriais, falhas estruturais ou humanas que possam causar danos ambientais.

Segundo Mesquita (2012, s. p.), em entrevista à Geógrafa e Coordenadora do Programa Geodestas-Sul do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE):

No Brasil se vive a cultura do desastre, na qual se corre atrás do prejuízo. Passada a catástrofe, as preocupações das pessoas desaparecem. Não há uma cultura de prevenção, só de previsão. Mas se previsão do tempo bastasse para resolver problemas, o Brasil teria a situação sob controle, pois os Sistemas de Tecnologias evoluíram muito nos últimos 40 anos. Vale ressaltar que o satélite que passava sobre o país a cada quatro dias foi substituído por 60 satélites que passam diariamente e às vezes mais de uma vez por dia, garantindo, segundo a Coordenadora, 95% de probabilidade de acerto.

De acordo com o levantamento realizado pelo Instituto de Pesquisas e Tecnologias do Estado de São Paulo (IPT), os acidentes graves relacionados com deslizamento de encostas atingem em torno de 150 dos 5.563 municípios do Brasil, que se destacam por possuírem vítimas fatais nos últimos 17 anos (CARVALHO; MACEDO; ORGURA, 2007). Os 699 registros oficiais de movimentos de massa no país, durante o período analisado (1991-2012), afetaram, de alguma forma, em torno de cinco milhões e meio de pessoas, com um total de 535 mortes (UFSC, 2013).

Conforme Mesquita (2012, s. p.):

Os principais agentes causadores das ‘catástrofes naturais’, como inundações e deslizamentos de encostas, não ocorrem devido às forças incontroláveis da natureza, mas sim pela própria população e governos. Caso existisse planejamento urbano adequado e minimamente respeitado, os volumes de chuvas não causariam estes danos.

Alheiros (BRASIL, 2008, p. 26) acrescenta que:

Além da intensidade das chuvas, das características do relevo e dos tipos de solos, outro fator que aumenta ainda mais a frequência dos deslizamentos é a ocupação das encostas por assentamentos precários, favelas, vilas e loteamentos irregulares. A remoção da vegetação, a execução de cortes e aterros instáveis para construção de moradias e vias de acesso, a deposição de lixo em encostas, a ausência de sistemas de drenagem e coleta de esgotos, a elevada densidade populacional e a fragilidade das moradias aumentam a frequência das ocorrências e a magnitude dos acidentes.

Para a identificação de áreas propensas a risco de desastres, o geoprocessamento proporciona uma integração de dados das diferentes áreas do conhecimento reunidos em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Aliado a uma metodologia de uma avaliação de risco, os dados são analisados individualmente e, posteriormente, inter-relacionados, provendo grau de probabilidade de ocorrência. Por conseguinte, oferece suporte aos gestores nas tomadas de decisões.

As geotecnologias podem ser úteis em vários momentos de aplicação do Modelo para o Gerenciamento do Risco proposto pelo United Nations Disaster Relief Organization (UNDRO – sigla em inglês para o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres), que inclui os seguintes procedimentos: identificação; análise de riscos; medidas Preventivas Estruturais: urbanização e obras; Não-estruturais: defesa civil; planejamento para situações de emergência; informações públicas e treinamento (UNDRO 1991 *apud* CUNHA, 2006).

De acordo com o modelo proposto pelo UNDRO (1991 *apud* CUNHA, 2006), descrevem-se etapas com algumas aplicações do geoprocessamento para o gerenciamento de risco ambiental: (i) coleta de informações provenientes de mapas geológicos, litológicos, representação do sistema hídrico, e modelos 3D de terreno; (ii) utilização de SIG para registro espacial das situações de risco, caracterizando-as, quantificando os moradores expostos e hierarquizando o risco por grau; (iii) as informações armazenadas no SIG podem subsidiar a definição de prioridades, o mapeamento das obras executadas e em execução, possibilitando acompanhar a manutenção, os prazos e os investimentos; e, é bastante utilizado no mapea-

mento dos pontos de monitoramento e remoção; (iv) a espacialização das estruturas e meios disponíveis bem como a localização dos eventos, pode ser muito útil, tanto no planejamento quanto na ação emergencial.

Para Cunha (2006), quando não existir uma relação de pontos de monitoramento já consolidada, o Modelo Digital do Terreno (MDT) associado com o SIG, pode ser muito útil na produção de um pré-mapeamento a partir da identificação das áreas de alta declividade e do cruzamento dessas informações com outras camadas, tais como: mapa de solos, mapa geológico, adensamento urbano, etc. O mesmo MDT ainda pode ser utilizado para identificação dos baixos e dos vales que, sobrepostos às camadas da hidrografia e do adensamento urbano, podem servir para zonear áreas alagadas e passíveis de alagamento.

Esta pesquisa se pauta no “cadastro de risco” a desastres de um conjunto habitacional, construído pela Prefeitura Municipal de João Pessoa, para abrigar a comunidade Paulo Afonso em área de preservação (Figura 01). Segundo o IBGE (2000), havia 1.400 pessoas e 260 domicílios.

**Figura 01** – Localização da área de estudo:

Conjunto Habitacional Monte Cassino em destaque vermelho que recebeu a comunidade erradicada Paulo Afonso em destaque amarelo



Fonte: Imagem editada de satélite (Google, 2008).

De acordo com informações passadas pela Coordenadoria Municipal de Proteção de Defesa Civil de João Pessoa (COMPDEC/JP), a comunidade Paulo Afonso possuía risco de desmoronamento. Por este motivo, o Conjunto Habitacional Monte Cassino foi projetado, para remover seus moradores dessa área,

na tentativa de resolver o problema socioambiental. Essa antiga comunidade, hoje erradicada, ficava próximo do Jardim Botânico Benjamim Maranhão, popularmente conhecido como “Mata do Buraquinho”, e também próxima ao vale do rio Jaguaribe, configurando assim, de acordo com o artigo 39 do PD Municipal (2009), uma Zona Especial de Preservação (ZEP).

A área destinada à realização do Conjunto Habitacional Monte Cassino é um talude de aterro, em uma superfície inclinada originada pelo aporte de materiais tais como solo, rocha e rejeitos industriais ou de mineração. Esses materiais de aterro são, porém, de qualidade duvidosa, pois continham resíduos sólidos diversos e de caráter argiloso, além de indicar uma instabilização maior que um talude natural. A alteração do talude tornou a inclinação possível para construção do conjunto habitacional, de acordo com o Código Ambiental Municipal de João Pessoa (2002), artigo 136, inciso III. De acordo com a COMPDEC/JP, algumas das suas casas apresentam, no entanto, risco de desabamento.

A pesquisa buscou, via análise ambiental, caracterizar a área do Conjunto Habitacional Monte Cassino, em João Pessoa (PB), identificar as condições das casas presentes e classificar o grau de probabilidade de ocorrência de risco por meio de mapas temáticos, para apresentar as vulnerabilidades das construções quanto ao risco de segurança de habitabilidade e informar os possíveis desmoronamentos, com a finalidade de antever o desastre e evitar mortes e perdas.

## 2 Materiais e métodos

O desenvolvimento desta pesquisa envolveu estudo teórico-prático e levantamento de campo, para que fosse realizado o mapeamento da área propensa a risco de desastres.

Para o levantamento topográfico foi utilizado o equipamento TOPCON, modelo HIPER LITE, de dupla frequência L1/L2.

Para o levantamento descritivo elaborou-se um roteiro de identificação dos processos destrutivos, adaptado de Brasil (2008), além de câmera fotográfica digital.

Para complemento dos dados que auxiliaram o levantamento da área, foram utilizados: arquivo no formato .tiff da ortofoto 292-209 da cobertura aerofotogramétrica de João Pessoa, realizada em 2012, cedido pela Secretaria de Planejamento (SEPLAN); arquivo no formato .dwg do loteamento e arruamen-

to do conjunto habitacional, cedido pela Secretaria Municipal de Habitação (SEM HAB).

Para o processamento dos dados, utilizaram-se os softwares: TOPCON TOOLS, TOPOGRAPH 98 SE, AUTOCAD 2012, ARCGIS 10.3, além de um editor de texto e uma planilha digital.

O modelo de gerenciamento de risco abordado pela ONU recomenda: identificação dos riscos; análise (e mapeamento) dos riscos; medidas de prevenção (estruturais e não estruturais); planejamento para situações de emergência; e informações públicas e treinamento. Lembrando que essas atividades devem ser consideradas para prevenção e preparação, ajustando-se a qualquer município diante das suas necessidades e características.

A análise dos riscos se refere ao reconhecimento de ameaças ou perigos e da identificação das respectivas áreas vulneráveis a esses riscos. Devem-se descrever os fatores condicionantes, os agentes deflagradores e os elementos sob-risco.

O mapeamento das áreas vulneráveis se inicia depois dos riscos identificados, sabendo-se qual o processo destrutivo e como ele ocorre, buscando informações e elementos para avaliação das consequências e a hierarquização das diferentes situações encontradas.

O método e técnica de mapeamento podem ser realizados de duas formas: “zoneamento de risco” ou “cadastramento de risco”. No “zoneamento”, os setores (com várias moradias) são delimitados, podendo considerar que há uma generalização de características da área como um todo, enquanto no “cadastramento” é avaliado, pontualmente, moradia por moradia (BRASIL, 2008). A técnica de mapeamento escolhida para a realização deste trabalho foi o “cadastramento de risco”.

O critério de análise do grau de risco pode ser realizado por meio de dois tipos: análise probabilística (quantitativa) e análise relativa (qualitativa). A diferença é que na análise quantitativa, o risco é determinado por meio da probabilidade de ocorrência do acidente em um determinado intervalo de tempo, necessitando de um banco de dados consistente sobre os deslizamentos ocorridos ao longo do tempo, o que dificulta a sua aplicação. Por sua vez, na análise qualitativa, o risco é determinado por meio da comparação entre as situações de riscos identificadas, sem cálculo probabilístico. Esse tipo de análise é também utilizado no levantamento preliminar para hierarquizar os setores para implantação de ações

não-estruturais e é recomendada pelo Ministério das Cidades para avaliação de riscos municipais (BRASIL, 2008). A análise do grau de risco escolhida para a realização desta pesquisa foi a análise qualitativa.

Para o desenvolvimento metodológico da pesquisa, buscou-se definir: quais parâmetros seriam necessários considerar – quais os dados precisariam obter – como consegui-los, se não os encontrar, como criá-los e como processá-los.

Em seguida, foi realizada a busca dos dados para alcançar o objetivo do estudo. Como se tratava de um conjunto habitacional, procurou-se os órgãos públicos competentes para coletar os dados necessários. Após a implantação do conjunto habitacional, porém, as secretarias municipais de planejamento e habitação não possuíam o levantamento topográfico da área de estudo, fazendo-se necessário originá-lo.

Como se trata de um trabalho teórico-prático, para melhor organizar a parte prática da metodologia, esta foi dividida em quatro etapas, conforme descrito a seguir:

#### **Etapa 1 – Levantamento dos dados topográficos.**

Esta etapa foi designada, após o reconhecimento da área estudada, para adquirir as informações planialtimétricas (base cartográfica) e gerar o MDT, georreferenciar os dados descritivos e completar informações da tabela de atributos (banco de dados geográficos).

Reconhecida a área do conjunto habitacional e considerando o comprimento da linha de base a ser medida e ou a precisão requerida, escolheu-se a técnica de Posicionamento Relativo Cinemático em Tempo Real (RTK, sigla em inglês).

No RTK são utilizados dois receptores coletando dados continuamente: um deles é denominado estação de referência (base) e fica posicionado sobre um ponto de coordenadas conhecidas e o outro receptor (rover), localizado nas proximidades, coletando dados nos pontos de interesse do usuário para determinação da posição em tempo real. Esta diferença entre as observações recebidas, simultaneamente, pelos receptores que ocupam duas estações, minimizam as fontes de erro.

O levantamento topográfico foi obtido em junho de 2012 em duas etapas: na primeira, feita pela manhã, posicionou-se o receptor-base na Estação Geodésica SAT 92442 (IBGE), localizada no IFPB (Campus João Pessoa), e fez-se o transporte de uma nova

base de referência, com coordenadas conhecidas, para o conjunto habitacional; a outra, feita na tarde do mesmo dia, quando se adquiriram todos os pontos necessários para a produção da topografia.

**Etapa 2 – Coleta dos dados descritivos da Comunidade e consultas informais com os moradores locais.**

Para fazer esta coleta, foi realizada uma adaptação no Roteiro de Cadastro Emergencial de Riscos de Deslizamentos, mencionada no referencial teórico, utilizada no Sudeste, o qual se baseia em oito passos: dados gerais; caracterização do local; água; vegetação no talude ou proximidade; sinais de movimentações; processo de instabilização; determinação do grau de risco; e, necessidade de remoção (BRASIL, 2008).

A partir deste roteiro, foi adaptado um questionário, baseado no Boletim de Cadastro de Risco (BCR), segundo Brasil (2008), o qual foi aplicado com os moradores locais. No questionário foram dispostas informações, como: número dos lotes e casas; nome do morador consultado; quantidade de moradores na casa; patologias presentes na moradia; e problemas no terreno.

**Etapa 3 – Processamento dos dados e análise espacial.**

Etapa efetivada após os levantamentos in loco (topográfico e descritivo) e a junção destes com os dados complementares, adquiridos nos órgãos públicos.

Após o levantamento topográfico em campo, realizou-se a descarga dos dados, utilizando-se o software do mesmo fabricante, gerando-se uma lista com as coordenadas dos pontos levantados.

Esta lista de coordenadas foi levada para uma planilha digital e, posteriormente, importaram-se esses dados no software topográfico, para originar as curvas de nível e perfis longitudinais do terreno.

As curvas de nível serviram para gerar o MDT do terreno.

As informações extraídas dos perfis longitudinais do talude foram: distância horizontal (do eixo do lote até o início do talude) e o nível (distância vertical do eixo do lote até o início do talude). Esses dados servem para calcular a declividade do terreno em porcentagem e ou a inclinação em grau.

Após a confecção dos dados de superfície e relevo, exportaram-se as informações no formato *.dxf*, para uni-lo ao arquivo do loteamento cedido pela SEMHAB, por meio do software *Computer Aided Design (CAD)*.

Por fim, na edição do desenho, importou-se o arquivo de formato *.dwg* no SIG para gerar um *shapfile* (arquivo *.shp*) dessa mesma edição (desse mesmo desenho).

Quando o arquivo *.shp* dos dados cartográficos foi gerado, o software de SIG criou uma coluna-identidade, denominada "FID".

Esta coluna-identidade, foi igualmente inserida na planilha digital, que continha os dados descritivos para realizar sua junção no SIG, possibilitando a análise especial e originando vários mapas.

A partir desta etapa (Etapa 3), foi iniciado o sétimo passo do roteiro citado na etapa anterior (Etapa 2), pois as informações foram completadas em planilha digital, com a finalidade de unir os dados descritivos com os dados topográficos, para a hierarquização do nível de risco e a análise espacial e, posteriormente, se produzirem os mapas.

#### Etapa 4 – Confecção de mapas temáticos.

Depois de tratados, unidos e transformados em arquivos *.shp*, os dados geraram uma tabela de atributos referente à área de estudo, que permitiu consultas diversas e a espacialização dessas informações por meio de mapas temáticos, como o oitavo passo do mapeamento de "risco de encostas" (BRASIL, 2008).

O oitavo passo identifica a quantidade de moradias que estava na situação de risco "Muito Alto" e estima o número de pessoas para remoção. Estas informações só foram obtidas depois de se gerar o mapa do "cadastro de risco", onde se indicaram os imóveis em risco "Muito Alto" e se somaram todos os moradores contidos nas residências, dado este levantado no primeiro passo do BCR, durante a consulta informal com o morador de cada casa.

### 3 Resultados e discussões

De acordo com o levantamento realizado em 2012, o Conjunto Habitacional Monte Cassino possuía cinco casas interditas pela COMPDEC/JP. As edificações foram entregues em 2010, sem as plenas condições de uso, conforme consultas realizadas no local. Este conjunto habitacional é constituído por

quatro ruas, quatro quadras, comportando, no total, 250 imóveis, cada um medindo 40,5 m<sup>2</sup> de área construída, edificados em dois pavimentos (térreo e superior), geminados, com: sala, banheiro, cozinha e área de serviço no térreo e no primeiro andar dois quartos.

Alguns elementos coletados eram comuns para toda a área de estudo, pois se tratava de dados um conjunto habitacional como: tipo e acesso à moradia, pavimentação, tipo de vegetação, tipo de talude e material do aterro.

O intento fora juntar os elementos necessários para concluir os oito passos do roteiro e ter informações suficientes para identificar os processos destrutivos, analisar e validar o grau de risco nos 250 imóveis do Conjunto Habitacional Monte Cassino.

Para identificar os problemas patológicos das casas (na construção civil, pode-se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações) e descrevê-los corretamente no BCR, se fez necessário buscar informações sobre o assunto, as quais foram encontradas em Claro *et al.* (2009).

O estudo dessas manifestações patológicas teve o intuito de identificar os problemas presentes nos imóveis do conjunto habitacional, já que a situação da edificação é relevante para determinar o grau de risco e agregar dados à técnica do levantamento escolhida. É importante analisar as causas, os agentes causadores e, principalmente, saber como detectar problemas patológicos, para fazer os registros adequadamente.

De acordo com os dados descritivos coletados e seguindo os passos do BCR, o Conjunto Habitacional Monte Cassino apresenta acesso fácil por uma via principal asfaltada para as áreas dos lotes e todas as moradias são de alvenaria (Figura 02).

**Figura 02** – Acesso ao conjunto habitacional.  
No detalhe, casas de alvenaria



Fonte: Acervo pessoal.

A comunidade foi construída sobre um talude de aterro de material do tipo argiloso, apresentando em sua composição resíduos sólidos domésticos e de construção civil (Figura 03).

**Figura 03** – Material de aterro argiloso e presença de resíduos sólidos domésticos lançados pelos moradores em volta do talude



Fonte: Acervo pessoal.

O abastecimento de água é feito pela Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), existe rede de esgoto, mas apresentava vazamentos em algumas tubulações e também possuía águas residuais a céu aberto, causadas pelos moradores (Figura 04); não apresentava afloramentos de água no terreno, porém havia concentração de água na superfície, problema gerado precário sistema de drenagem local.

**Figura 04** – Terreno sem drenagem. No detalhe, rede de esgoto também ineficaz



Fonte: Acervo pessoal.

Apresentava árvores de grande porte localizadas em parte da periferia do talude de aterro bem como áreas também desprotegidas, sem vegetação rasteira tanto em volta quanto no talude e sem presença de qualquer tipo de cultivo. Boa parte da área do talude foi desmatada, aterrada e, posteriormente, pavimentada.

Foram verificadas rachaduras e fissuras nas paredes de algumas casas e no terreno, abatimento nas pavimentações das ruas e algumas árvores e postes de iluminação pública apresentavam inclinações, tudo isto indicando que estava ocorrendo movimentação de massa. Os processos de instabilização do terreno também estavam presentes no talude de aterro, nas ruas pavimentadas e em volta do aterro (Figuras 05, 06, 07, 08 e 09).

**Figura 05** – Rachadura da cobertura à fundação



Fonte: Acervo pessoal.

**Figura 06** – Indicativo de movimentação de massa



Fonte: Acervo pessoal.

**Figura 07** – Pavimentação da rua cedendo



Fonte: Acervo pessoal.

**Figura 08** – Ruas pavimentadas e mata atlântica em parte do contorno do talude. A seta mostra o poste inclinado, indicando instabilidade do solo



Fonte: Acervo pessoal.

**Figura 09** – Situação do terreno na base do talude. No detalhe, fenda vista de cima



Fonte: Acervo pessoal.

Depois dos dados descritivos serem passados para a planilha, as informações mais relevantes foram as patologias encontradas em cada edificação e a situação do terreno. Houve, porém, uma grande quantidade de classes patológicas geradas, necessitando encontrar na literatura uma forma de aglutiná-las hierarquicamente, de modo que originasse quatro classes, atendendo à composição formal de um mapa de risco

Para cada classe, as patologias teriam que pertencer à mesma divisão, apesar de serem diferentes lesões da edificação, assim, os danos ficariam agrupados de maneira homogênea. Este foi o meio encontrado para reduzir todas as patologias levantadas em quatro categorias distintas.

Desta forma, a Norma de Inspeção Predial, criada pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE-SP, 2011), foi utilizada como parâmetro e se baseia na análise do risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, diante das condições técnicas, de uso, operação e manutenção da edificação bem como da natureza da exposição.

A Norma explica que a análise do risco consiste na classificação das anomalias e falhas identificadas nos diversos componentes de uma edificação, tanto com relação ao seu grau de urgência, quanto aos fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho. Essa Norma fixa as diretrizes, conceitos, terminologias, convenções, notações, critérios e procedimentos relativos à inspeção predial, cuja realização é de responsabilidade e da exclusiva competência dos profissionais, engenheiros e arquitetos, de acordo com a Lei Federal Nº 5.194/1966 (*apud* IBAPE-SP, 2011) e resoluções do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), que: classificam a sua natureza; instituem a terminologia, as convenções e as notações a serem utilizadas; definem a metodologia básica aplicável; estabelecem os critérios a serem empregados nos trabalhos e prescrevem diretriz para apresentação de laudos e pareceres técnicos. Sendo assim, estes critérios foram determinados por um profissional da área.

O grau de risco foi identificado nesta etapa, em que foram inseridas informações sobre o grau de risco, conforme a Norma de Inspeção Predial (2011), e os intervalos dos ângulos de inclinações do terreno, conforme Augusto Filho (1992) *apud* Brasil (2008), que trata dos processos de instabilização. Ambos os

parâmetros sofreram adaptações. No caso do grau de inclinação foram retiradas a última e a quinta classe, com intervalo de 60° a 90°. Relembrando a existência de quatro classes para o mapeamento do “cadastro de risco”, assim se distribuem: BAIXO – 0° a 10°; MÉDIO – 11° a 17°; ALTO – 18° a 30°; e, MUITO ALTO – 31° a 60°.

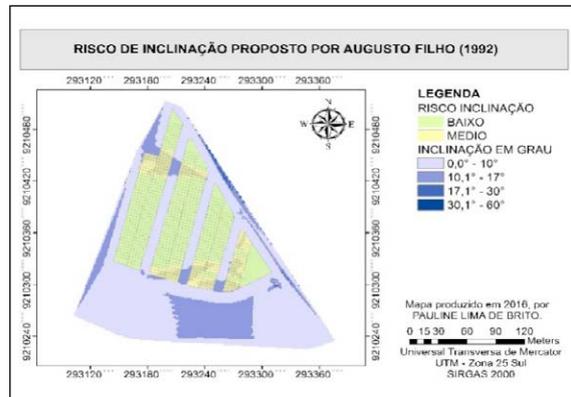
Quanto ao grau de risco da Norma de Inspeção Predial (2011), que possui três classes, teve que ser criada mais uma delas, ficando assim:

- **Nenhum** - não há indício de danos e não se espera que aconteçam em um ano: ausência de patologias construtivas;
- **Mínimo** - pequenos danos sem comprometimento, espera-se não haver ocorrência de risco por um ano: goteiras e ou fissuras (inferior a 0,5mm);
- **Regular** - danos mais relevantes, deterioração precoce: infiltração nas paredes e ou trincas (entre 0,5 e 1mm);
- **Crítico** - provoca danos à saúde e segurança das pessoas e meio ambiente: Infiltração no piso (incluindo terreno), piso cedendo e ou rachaduras (superior a 1mm). Lembrando que esses critérios foram definidos por um profissional da área.

Diante do exposto, o grau de risco de desabamento das residências da área de estudo, de acordo com Brasil (2008), foi determinado pelos resultados gerados anteriormente, dando ênfase na inclinação do terreno e nas patologias encontradas nas edificações. Estes dois parâmetros foram fundamentais para avaliar cada imóvel, pois possibilitaram as divergências do grau de risco.

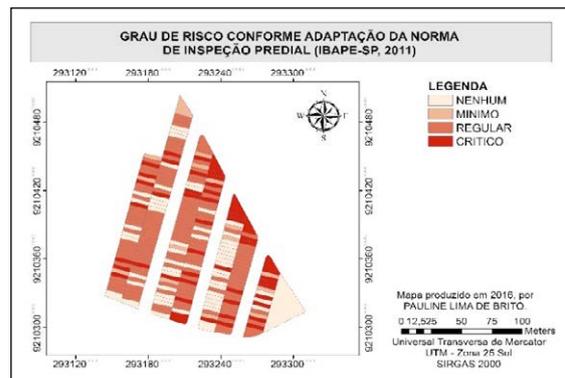
A partir das curvas de nível, foi gerada a declividade em grau do terreno. Depois de gerado o MDT, foram identificados os lotes que pertenciam ao “risco de inclinação “BAIXO” e “MÉDIO”, de acordo com os intervalos definidos por Augusto Filho (1992) *apud* Brasil (2008). Essa informação foi inserida na tabela de atributos do arquivo .shp criado e agregada ao mapa de inspeção predial para ser feita a análise do grau de risco de cada lote (Figuras 10 e 11).

Figura 10 – Lotes propensos a risco de inclinação BAIXO e MÉDIO



Fonte: Autoria própria.

Figura 11 – Mapa do grau de “risco patológico” construtivo das edificações



Fonte: Autoria própria.

As patologias construtivas encontradas nas edificações, distribuídas em quatro classes, de acordo com adaptação da Norma de Inspeção Predial (2011), permitiu uma melhor análise do grau de risco. Quanto maior a declividade, maior o risco; quanto maiores os danos patológicos da edificação, maior será o grau de risco, portanto, fez-se a seguinte relação apresentada na Tabela 01:

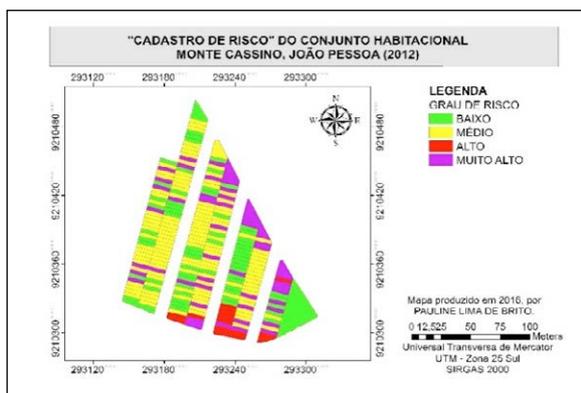
**Tabela 01** – Relação do grau de inclinação com o grau de risco patológico

PATOLOG. / INCLINAÇ.	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
NENHUM	R1	R1	R3	R4
MÍNIMO	R1	R1	R3	R4
REGULAR	R2	R2	R3	R4
CRÍTICO	R4	R4	R4	R4

Fonte: Autoria própria.

As classes do grau de risco patológico e a análise do grau de risco foram também inseridas na tabela de atributo do arquivo .shp criado, originando o mapeamento dos lotes propensos a risco de desastres por desmoronamento do Conjunto Habitacional Monte Cassino (Figura 12).

**Figura 12** – Mapeamento dos lotes propensos a risco de desastres por desmoronamento do Conjunto Habitacional Monte Cassino



Fonte: Autoria própria.

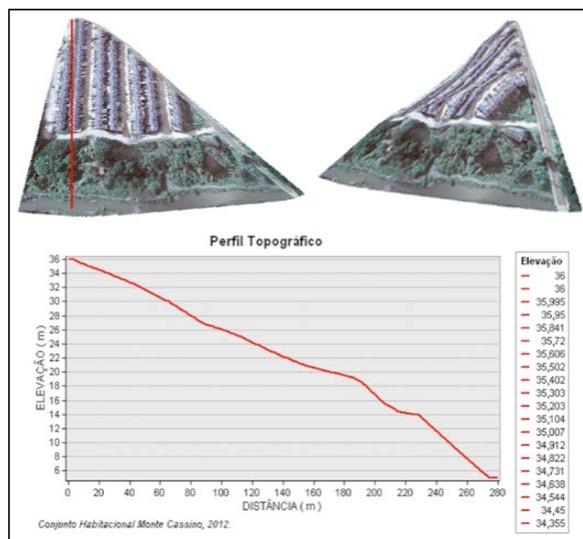
Sobre a necessidade de remoção, a qual está prevista no BCR, o estudo pode mostrar que 48 imóveis (19,2%) se encontravam em nível de risco MUITO ALTO, incluindo as famílias retiradas das casas interdadas, levando 190 pessoas à necessidade de remoção. Verificou-se ainda a existência de 12 imóveis (4,8%) em nível de risco ALTO, o que exige um monitoramento constante. Este levantamento, além prevenir o desastre e evitar mortes e perdas, permite que seja gerado um monitoramento espaço-temporal por meio de novos registros na base de dados.

Ainda sobre a análise espacial da área de estudo, realizando o recorte da ortofoto de acordo com o MDT gerado, foi possível aplicá-lo à elevação do

recorte da ortofoto, criando dessa forma o MDT com a ortofoto.

A partir das curvas de nível, criou-se uma linha do topo à base do talude (na vertical, como mostra a Figura 13), gerando assim um dos perfis topográficos que o levantamento cartográfico nos permitiu criar.

**Figura 13** – Modelo Digital do Terreno com ortofoto. A linha vermelha mostra a localização de extração do perfil topográfico logo abaixo



Fonte: Autoria própria.

Antes da intervenção no terreno, o local apresentava declividade inadequada, floresta ombrófila densa, além de ser uma área de preservação por também estar próxima ao rio Jaguaribe e de uma nascente de cursos de água de encosta.

Durante as consultas informais, teve-se o conhecimento de uma nascente de encosta próxima ao conjunto habitacional. Segundo uma moradora, quando as casas foram entregues, estava sem água encanada, então era da nascente de encosta que se retirava água para cozinhar e beber. “Bebia a água direto da fonte e nunca passei mal, nem minha família”, informou a moradora.

Lamentavelmente, esta nascente encontra-se poluída, tendo em vista a ocupação em volta, resíduos sólidos e drenagem pluvial feita pela prefeitura, muitas vezes afetada por águas servidas, lançadas pela população local. Acima da encosta passa a rede de esgoto (Figura 14).

**Figura 14** – A seta indica drenagem pluvial com presença de águas servidas. No detalhe, tubulação de esgoto sobre o topo da encosta



Fonte: Acervo pessoal.

Foram criados dois arquivos *.shp*, um de ponto, para mostrar o local da nascente; e outro de polígono, para marcar a área de inundação pelo rio Jaguaribe, que fica próximo da área estudada.

Foram dados dois “buffers” de 50 metros para delimitar as APP: uma para mata ciliar e outro em volta do curso de água do rio Jaguaribe (área de inundação) que foi definida pela largura do leito do rio no período de inundação máxima atingida, máxima esta informada pelos moradores local e pela COMPDEC/JP. Estas demarcações foram realizadas de acordo com o novo Código Florestal, referentes às APP e o Artigo 3 mais os incisos I, IV e V da Resolução CONAMA (2012). Todas essas informações orientaram a elaboração do mapa APP e de inundação do rio Jaguaribe (Figura 15).

A Figura 15 mostra a localização da nascente e, no detalhe, há uma foto da nascente de encosta identificada no local. Nota-se que a APP em volta da nascente de encosta e da mata ciliar não foi respeitada, pois parte da área está habitada.

**Figura 15** – Mapeamento da área de proteção permanente e de inundação do rio Jaguaribe



Fonte: Autoria própria.

Quanto à permissão e ou proibição da construção de edificações em áreas inclinadas, segundo o PD de João Pessoa (2009), percebe-se na Figura 16, que dentro do loteamento existem situações que não poderiam ser admitidas.

**Figura 16** – Mapa de inclinação do terreno de acordo com o Plano Diretor de João Pessoa (2009)

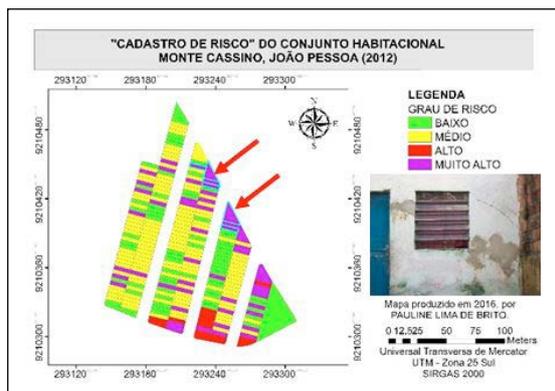


Fonte: Autoria própria.

O mapa da Figura 16 exhibe na cor vermelha que as áreas mais íngremes pertencem aos lotes próximos à rua paralela ao rio Jaguaribe.

Observa-se, no mapa da Figura 17, que os cinco imóveis interditados (destacados em azul, indicados pelas setas) estão próximos à via principal, onde o fluxo de veículos é maior, mostrando a possível deficiência na compactação do aterro.

**Figura 17** – Mapa do “cadastro de risco” com os imóveis interditados pela COMPDEC/JP em destaque. No detalhe, a parede com rachaduras de uma das casas interditadas



Fonte: Autoria própria.

As rachaduras em diagonal confirmam que está havendo movimentação do terreno, afetando a fundação.

As inspeções prediais, realizadas pela COMPDEC/JP entre março de 2012 e abril de 2013, apontaram que o número de moradias comprometidas aumentou, passando de oito para 17. Em maio de 2015, foram vistoriadas 166 residências. Do total de residências (250), não foi possível verificar 84, devido à ausência dos proprietários. Entre as vistoriadas, constatou-se que 39 (23,5%) apresentam fissuras e rachaduras com gravidade e 127 (76,5%) com menor gravidade. No entanto, oito delas (4,8%) foram condenadas e 65 (39,2%) foram orientadas a uma completa restauração.

Os resultados da pesquisa permitiram delinear um quadro de como a regularidade das intervenções governamentais, em programas habitacionais públicos, extrapola os interesses exclusivos dos adquirentes dos imóveis. Diante dos problemas apresentados, estes foram encaminhados ao Ministério Público, por meio da COMPDEC/JP para maiores providências.

Vale ressaltar que a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), para liberar a construção de um conjunto habitacional, como o que aqui foi apresentado – enquanto órgão encarregado da preservação ambiental – deveria verificar in loco a instalação de qualquer obra, conduta que teria dado a perceber que se tratava de uma área de preservação.

A SEPLAN e a SEMHAB não dispunham de dados cartográficos quanto à implantação do conjunto habitacional, sequer os projetos arquitetônicos e estruturais das casas, mesmo se tratando de um

conjunto habitacional municipal. Por este motivo, foi necessário coletar e gerar os dados topográficos.

A prefeitura não possuía o cadastro do conjunto habitacional, pois a área estava passando pelo processo de regularização fundiária. Os moradores não tinham os registros das suas residências nem as ruas estavam oficializadas. Isso implica que o conjunto habitacional encontra-se “irregular”.

Um conjunto habitacional é tido como “regular” quando segue as normas estabelecidas e obedece a várias tramitações jurídico-administrativas, como as que envolvem a regularidade dos títulos de propriedade da área onde serão implantadas as obras. A junção desses fatores possibilita o registro imobiliário dos imóveis, consequentemente, a regularidade do conjunto habitacional.

## 4 Conclusão

As residências do Conjunto Habitacional Monte Cassino apresentam diversas patologias, que vão de simples goteiras até as que precisam de maior atenção, como é o caso das infiltrações. Há também as rachaduras, de caráter estrutural, que culminaram na interdição de algumas casas e na retirada urgente dos moradores, pois havia o risco iminente de desmoronamento das edificações. Dos 250 imóveis pesquisados, apenas 22,8% não apresentaram problemas patológicos.

A pesquisa apresenta ainda que 19,2% dos imóveis levantados se encontram em grau de risco de desmoronamento “MUITO ALTO”, e 4,8% das edificações em grau de risco “ALTO”, demandando a necessidade de um constante monitoramento.

Tais problemas são decorrentes de “vícios construtivos” (termo usado na construção civil, para definir anomalias ou imperfeições do imóvel que afetam o seu uso e finalidade a que se destina) e da execução da obra sobre um talude de aterro, cuja composição apresenta resíduos sólidos impróprios além de sua má compactação.

O Conjunto Habitacional Monte Cassino situa-se em área declivosa que remeta à preservação ambiental, por estar próxima de uma nascente e leito de rio. Estas informações mostram que os órgãos públicos responsáveis deveriam ser mais cautelosos na determinação da localização de conjuntos habitacionais evitando optar, equivocadamente, por áreas inadequadas com o propósito de reduzir maiores investimentos na implantação da infraestrutura, consequentemente, não solucionam o problema inicial

(de moradia) e ainda resultam em sérios danos ambientais por vezes irreversíveis, por não respeitarem a lei de uso e ocupação do solo e demais leis ambientais. Assim, a gestão municipal é movida a cometer o crime de ordenamento urbano.

Os mapas temáticos aqui elaborados forneceram informações para a identificação dos aspectos físico-territoriais da área e podem subsidiar o desenvolvimento de outros estudos e de projetos locais, além de servir de apoio para possíveis tomadas de decisões.

O trabalho em pauta propõe uma atualização no banco de dados, para criar um monitoramento que pode ser usado no âmbito acadêmico ou por órgãos da administração pública, como por exemplo, a COM-PDEC/JP, cujas informações poderão servir para uma futura análise de risco de desastres com parâmetros quantitativos.

Recomenda-se ainda a elaboração de um SIGWEB, que permitirá à população ter acesso às informações apresentadas nesta pesquisa e ao conhecimento das restrições do uso e ocupação do solo e dos devidos motivos dessas restrições, facilitando então o próprio controle, fiscalização, condicionando o melhor uso e ocupação do solo urbano e, conseqüentemente, colaborando com os órgãos e gestores municipais, por intermédio de informações geográficas especializadas também por meio de mapas disponíveis na internet para consultas rápidas.

## REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M. M. Políticas Públicas em Prevenção de Riscos Socioambientais. In.: BRASIL, Ministério das Cidades. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais**: Curso de Capacitação. Brasília, 2008.

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Casa Civil, 1988.

\_\_\_\_\_. Leis e Decretos. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Brasília: Casa Civil, 1981.

\_\_\_\_\_. Leis e decretos. **Lei nº 12.727**, de 17 de Outubro de 2012. Brasília: Casa Civil, 2012.

\_\_\_\_\_. Leis e decretos. **Lei nº 6.766**, de 19 de Dezembro de 1979. Brasília: Casa Civil, 1979.

\_\_\_\_\_. Leis e decretos. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Brasília: Casa Civil, 2001.

\_\_\_\_\_. Leis e decretos. **Lei nº 11.977**, de 07 de julho de 2009. Brasília: Casa Civil, 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Guia para regulamentação e implementação de Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS em Vazios Urbanos**. Brasília, 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais**: Curso de Capacitação. Brasília, 2008.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; ORGURA, A. T. (orgs.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Brasília, 2007.

CLARO, A. *et al.* **Patologia das edificações**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Brasília: Edição Especial, 2012.

CUNHA, J. G. D. da. **O uso de Tecnologias da geoinformação no apoio às ações estruturais de redução de risco em encostas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Departamento de Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

IBAPESP. INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Normas de Inspeção Predial IBAPE-SP**. 2011.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor de João Pessoa**, 2009.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Código Ambiental Municipal de João Pessoa, 2002.

MESQUITA, R. V. ...E a água levou. **Planeta**, São Paulo, 3ª ed., a. 40, n. 474, mar., 2012. Disponível em: <<https://www.revistaplaneta.com.br/e-a-agua-levou/>>. Acesso em: 31 jan. 2018.

MILARÉ, E. Direito do ambiente. 6ª ed. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2009.

SILVA, M. da G. P. **A utilização de áreas vedadas ao parcelamento do solo para implantação de conjuntos habitacionais de interesse social.** (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – FAUUSP, São Paulo), 2007. Disponível em: < <http://ibdu.org.br/eficiente/repositorio/Projetos-de-Pesquisa/congressos-e-seminarios/sao-paulo-2007/24.pdf> >. Acesso em: 02 de fevereiro de 2018.

CEPED. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed., **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012.** Volume Brasil. Florianópolis: UFSC, 2013.