

Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação

Evaluation of flood damage on buildings and calculation of recovery costs

Cristiane Machado Parisi Jonov
Nilo de Oliveira Nascimento
Adriano de Paula e Silva

Resumo

O presente artigo descreve uma metodologia de desenvolvimento de curvas de danos de inundação (FDC) na Região do Barreiro, no Município de Belo Horizonte, Minas Gerais. Foi realizado um estudo de caso a partir de dados de danos causados a edificações atingidas pelas enchentes de 31 de dezembro de 2008 e 22 de janeiro de 2009 nessa região. Embora o tema venha sendo bastante pesquisado em âmbito internacional, não existem ainda no Brasil estudos de avaliação do efeito da inundação sobre as construções e da extensão dos danos provocados pela ação da água. Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas vistorias a 62 edificações e identificadas as manifestações patológicas provocadas pelas inundações. Isso possibilitou o levantamento dos serviços necessários para recuperação das patologias observadas e a elaboração de orçamentos para a obtenção dos custos de sua recuperação. Os custos finais para recuperação das 62 casas foram obtidos considerando-se a profundidade da água de inundação, a tipologia de projeto adotada e os custos indiretos e margem de lucro. As curvas obtidas indicam que, para o padrão construtivo normal, o aumento da profundidade de inundação não tem impacto significativo nos danos causados às edificações e que, para os padrões construtivos baixo e proletário, observa-se uma tendência de aumento dos custos de recuperação dos danos na medida em que se aumenta a profundidade da inundação.

Palavras-chave: Inundação. Danos. Edificações. Manifestações patológicas. Custos de recuperação.

Abstract

This article describes a methodology for developing flooding damage curves (FDC) in the region of Barreiro, Belo Horizonte city (Minas Gerais State). A case study was conducted based on data of damages caused by the floods of 31 December 2008 and January 22, 2009 in that region. Although this theme has been widely investigated internationally, there are no studies evaluating the effect of flooding on buildings and the extent of the damage caused by water in Brazil. This research has used data from inspection surveys conducted on 62 buildings, in which the pathological manifestations caused by the floods were identified. The necessary repair measures were assessed and their costs estimated. The total costs for repairing those 62 homes were obtained by taking into account the depth of the floodwater, the type of building, and the indirect costs and profit margin. The curves indicate that, for middle-class building, the depth of the flooding does not have a significant impact on the cost of damages, while for lower middle-class and poor households it has a significant influence on the extent of the damage and, consequently, of repair costs.

Keywords: Flooding. Damage. Buildings. Pathologies. Repair costs.

Cristiane Machado Parisi Jonov
Departamento de Engenharia de
Materiais e Construção Civil, Escola
de Engenharia
Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627 Bloco 1 Sala
3317, Pampulha
Belo Horizonte - MG - Brasil
CEP 31270-901
Telefone: (31) 3409-1850
E-mail: cparisijonov@demc.ufmg.br

Nilo de Oliveira Nascimento
Departamento de Engenharia
Hidráulica e Recursos Hídricos, Escola
de Engenharia
Universidade Federal de Minas Gerais
E-mail: niloon@ehr.ufmg.br

Adriano de Paula e Silva
Departamento de Engenharia de
Materiais e Construção Civil, Escola
de Engenharia
Universidade Federal de Minas Gerais
Tel.: (31) 3409-1850
E-mail: apsilva@demc.ufmg.br

Recebido em 11/08/11

Aceito em 07/02/13

Introdução

Atualmente, as inundações das cidades brasileiras têm sido objeto de inúmeros estudos, dado o aumento de sua ocorrência e agressividade. As inundações provocam impactos sociais e econômicos como a exigência de grandes e onerosos trabalhos de recuperação das edificações nas áreas atingidas, bem como a perda de bens móveis e imóveis.

A inundação urbana é uma ocorrência tão antiga quanto a existência das cidades ou qualquer aglomeração urbana. Esse evento ocorre quando as águas dos rios ou galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um desses sistemas e ocupa áreas que a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros (TUCCI, 1995).

Esses eventos podem ocorrer devido ao comportamento natural dos rios ou são ampliados pelo efeito de alteração produzida pelo homem na urbanização, pela impermeabilização das superfícies e canalização dos rios. Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação da área de várzea pela população, da impermeabilização e canalização da rede de drenagem, bem como da vulnerabilidade e resiliência das edificações.

Devido a seu comportamento repetitivo, a maioria das inundações tem risco conhecido. As inundações ribeirinhas são restritas às planícies de inundação. Já as inundações rápidas (*flash floods*) são comuns em áreas montanhosas da bacia do rio quando ocorrem chuvas torrenciais em áreas limitadas. Isso traz perigo e dificuldades, mesmo que as áreas de risco desses eventos repentinos possam ser identificadas através de estudos prévios (WISNER *et al.*, 2003).

As inundações podem também estar associadas com as barragens, eventualmente projetadas para ajudar na redução do risco de inundações, podendo em algumas situações ser inadequadas. Os mais trágicos exemplos são de barragens construídas com especificações ou capacidades inadequadas, e/ou em locais inseguros, com falha repentina e ocorrência de inundações rápidas em suas vizinhanças.

Outra causa de inundações é o colapso de barragens naturais. Essas barragens são, em geral,

formadas no deslizamento de terra que bloqueia um vale, criando assim um reservatório de água que pode correr vale abaixo quando o bloqueio natural é erodido. Devido ao fato de o fluxo subsequente ser rápido, ele cria uma inundação rápida (similar à falha de barragem), que é de difícil escape para a população. Ainda assim, em muitos casos, é possível a adoção de medidas preventivas.

Dessa maneira, as causas dos desastres de inundações são várias, envolvendo o meio ambiente físico, a economia local e o desempenho das instituições e agentes públicos. A inadequada ação desses agentes acarreta sistemas de alerta contra inundações, bem como proteção social ineficientes.

Adicionalmente, as águas de inundação trazem também um aumento do risco de doenças, tais como o cólera e a diarreia provenientes da contaminação da água potável pelo esgoto. Pode também haver um rápido crescimento na incidência de malária e febre amarela, devido à multiplicação de vetores de insetos na água estagnada, que permanece empoçada após a enchente. Essa água deve ser canalizada para os rios através de dutos, mas estes ficam frequentemente sem manutenção. Em muitas inundações eles podem estar também obstruídos pela presença de areia. Frequentemente ocorrem doenças respiratórias, especialmente entre crianças mais novas e bebês (WISNER *et al.*, 2003).

As consequências das inundações são inúmeras. As inundações danificam as construções de diversas formas, e os danos causados podem ser classificados em tangíveis e intangíveis, e, em um segundo nível, em diretos e indiretos. Danos tangíveis são aqueles possíveis de mensuração em termos monetários, o que não se aplica para os bens intangíveis. Os danos que resultam do contato físico da água de inundação com bens e pessoas são considerados diretos, e os outros, decorrentes de interrupções e perturbações das atividades sociais e econômicas durante e após as inundações, são classificados como danos indiretos.

O Quadro 1 mostra tipologias de danos tangíveis e intangíveis decorrentes de inundações, e, em um segundo nível, em diretos e indiretos.

DANOS TANGÍVEIS	
Danos Diretos	Danos Indiretos
<p>Danos físicos aos domicílios: construção e conteúdo das residências.</p> <p>Danos físicos ao comércio e serviços: construção e conteúdo (mobiliário, estoques, mercadorias em exposição, etc.).</p> <p>Danos físicos aos equipamentos e plantas industriais.</p> <p>Danos físicos à infraestrutura.</p>	<p>Custos de limpeza, alojamento e medicamentos.</p> <p>Realocação do tempo e dos gastos na reconstrução.</p> <p>Perda de renda.</p> <p>Lucros cessantes, perda de informações e base de dados. Custos adicionais de criação de novas rotinas operacionais pelas empresas. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados.</p> <p>Interrupção da produção, perda de produção, de receita e, quando for o caso, de exportação. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados.</p> <p>Perturbações, paralisações e congestionamento nos serviços, custos adicionais de transporte, efeitos multiplicadores dos danos sobre outras áreas.</p>
DANOS INTANGÍVEIS	
Danos Diretos	Danos Indiretos
<p>Ferimentos e perda de vida humana.</p> <p>Doenças pelo contato com a água, como resfriados e infecções.</p> <p>Perda de objetos de valor sentimental.</p> <p>Perda de patrimônio histórico e cultural.</p> <p>Perda de animais de estimação.</p>	<p>Estados psicológicos de estresse e ansiedade.</p> <p>Danos de longo prazo à saúde.</p> <p>Falta de motivação para o trabalho.</p> <p>Inconvenientes de interrupção e perturbações nas atividades econômicas, meios de transporte e comunicação.</p> <p>Perturbação no cotidiano dos moradores.</p>

Quadro 1 - Tipologias de danos decorrentes de inundações em áreas urbanas

Fonte: Cançado (2005), Machado (2005) e Parker, Green e Thompson (1987).

Os materiais de construção, quando submersos em água de inundação, podem deteriorar-se, expandir ou empenar. A umidade favorece a deterioração dos materiais de construção, o crescimento de mofo, que descolore as superfícies dos materiais, e causa odores desagradáveis (PENNING-ROUSELL; CHATTERTON, 1977). Os danos físicos à construção decorrentes de uma inundação são frequentemente estimados por meio de orçamentos de reforma, sendo os prejuízos ao conteúdo avaliados através dos preços de mercado de móveis e eletrodomésticos novos. Esse tipo de abordagem é adequado principalmente para o cálculo de danos diretos.

Embora o tema venha sendo bastante pesquisado em âmbito internacional, os estudos no Brasil encontram-se ainda incipientes relativamente à avaliação do efeito da inundação sobre as construções e a extensão dos danos provocados pela ação da água.

Um grupo de pesquisadores dos Departamentos de Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos e Engenharia de Materiais e Construção da UFMG vem desenvolvendo nos últimos anos estudos relativos aos danos causados pela ação da água de inundação sobre as construções, bem como a correlação entre os custos de recuperação desses

danos e as profundidades e tempos de submersão atingidos durante as inundações. Uma parte dos estudos desse grupo foi desenvolvida com base em dados de campo obtidos em áreas inundáveis nas cidades de Itajubá e Santa Rita do Sapucaí, localizadas no Vale do Rio Sapucaí, com caracterização das patologias nas construções sinistradas mediante visitas técnicas e coleta de informações através da aplicação de questionários. Além das patologias, foram coletados dados relativos às características da inundação (profundidade de submersão e duração da inundação), a qualidade das edificações e os reparos realizados. Esses estudos proporcionaram a obtenção de curvas de custo de recuperação dos danos à construção em função da profundidade de submersão, estabelecidas através de orçamentos para reforma de cada residência, de acordo com as informações fornecidas pelos entrevistados sobre os danos ocorridos. Para tanto, foram estabelecidos custos unitários de recuperação dos danos à construção provocados pela inundação. Cada orçamento para recuperação dos danos em uma edificação gerou um ponto da curva de danos de inundação (FDC), o que pode ser construído a partir da síntese de dados reais de danos e questionários de eventos históricos (MACHADO, 2005).

Como continuidade das pesquisas realizadas anteriormente, o presente trabalho dá prosseguimento aos estudos, propondo uma metodologia de desenvolvimento e obtenção de curvas de danos diretos de inundação na Região do Barreiro no Município de Belo Horizonte, Minas Gerais. Para tanto, é feito um estudo de caso a partir da síntese de dados reais de danos causados a edificações atingidas pelas enchentes de 31 de dezembro de 2008 e 22 de janeiro de 2009 nessa região. Tais curvas indicam a evolução dos custos de recuperação dos danos causados às edificações com o aumento da profundidade da inundação. Posteriormente, os resultados obtidos podem ser utilizados na análise de custos e benefícios da recuperação das edificações, da utilização de medidas de proteção das edificações a serem adotadas e do custo de investimentos do poder público em medidas estruturais de controle de inundações.

Características e propriedades dos materiais de construção

Dada a influência das características dos materiais de construção na extensão dos danos causados pelas inundações, apresentam-se a seguir as propriedades dos principais tipos de revestimentos dos componentes das edificações.

Revestimentos argamassados

As argamassas de revestimento podem ser definidas como a mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento (CARVALHO JÚNIOR., 2005). Os revestimentos argamassados são uma das partes integrantes das vedações dos edifícios e apresentam importantes funções, tais como proteger os elementos de vedação dos edifícios dos agentes agressivos, auxiliar as vedações no cumprimento das funções de isolamento termoacústico e na estanqueidade à água e aos gases, regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos (pintura, papel de parede, revestimentos cerâmicos, rochas ornamentais e outros), constituir-se no acabamento final e contribuir para a estética da fachada (SABBATINI; BAÍA, 2000).

Os revestimentos argamassados devem apresentar um conjunto de propriedades específicas relativas à argamassa, tanto no estado fresco como no endurecido, para que possam cumprir adequadamente suas funções.

Sistema de pintura

O que se denomina pintura não deve ser entendido apenas como a tinta de acabamento. O sistema de pintura é composto de fundos, líquidos preparadores de paredes, massas e tinta de acabamento. Cada um desses produtos possui uma função definida. Fundos são produtos que funcionam como uma ponte entre o substrato e a tinta de acabamento, tendo como característica principal promover a coesão de partículas soltas do substrato. As massas servem para correção de irregularidades da superfície já selada. Finalmente, a tinta de acabamento é a parte visível do sistema de pintura e apresenta as propriedades necessárias para o fim a que se destina, inclusive cor. A tinta é um material que serve a diversos usos e funções. A função decorativa existe desde os tempos pré-históricos; a função protetora, entretanto, aparece mais recentemente.

As tintas são constituídas pelos componentes resina ou polímero, pigmento, solvente e aditivos, cuja composição e cujo proporcionamento determinam as diversas tipologias de tinta (UEMOTO, 2002).

A execução de sistemas de pintura deve seguir alguns princípios e recomendações, visando reduzir a ocorrência de falhas. As falhas em pintura geralmente se manifestam na interface da película com o substrato, ou na própria película de pintura. As principais causas dessas falhas ocorrem devido a problemas com o substrato, tais como a presença de umidade ou sua baixa resistência mecânica, ou ainda pela preparação inadequada, falta de preparação do substrato, especificação incorreta da tinta, condições inadequadas para aplicação dos produtos ou má qualidade desses produtos.

Revestimentos cerâmicos

Os revestimentos cerâmicos são elementos que compõem o edifício juntamente com a estrutura, as vedações verticais e horizontais, demais revestimentos e sistemas prediais.

Para o adequado desempenho do edifício como um todo, é necessário que esses revestimentos apresentem propriedades específicas e cumpram suas funções, tais como proteger os elementos de vedação do edifício, auxiliar as vedações no cumprimento de suas funções (isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases), regularizar a superfície dos elementos de vedação e proporcionar acabamento final aos revestimentos de pisos e paredes.

A execução dos revestimentos cerâmicos envolve um conjunto de atividades, desde a correta seleção

das placas cerâmicas até o preenchimento das juntas entre componentes (rejunte). Esse conjunto de atividades compreende adequado planejamento, verificação da qualidade do substrato e execução da camada de acabamento.

Propriedades higroscópicas dos materiais de construção

A quantidade de água absorvida por um material de construção depende dos fatores porosidade e capilaridade. As variações no teor de umidade de um material provocam movimentações irreversíveis e reversíveis. As movimentações irreversíveis são aquelas que ocorrem geralmente logo após a fabricação do material e originam-se pela perda ou ganho de água, até que se atinja a umidade higroscópica de equilíbrio do material fabricado. As movimentações reversíveis ocorrem por variações do teor de umidade do material, ficando delimitadas a certo intervalo, mesmo no caso de secar-se ou saturar-se completamente o material. A Figura 1, a seguir, ilustra as movimentações reversíveis e irreversíveis devidas à variação do teor de umidade.

Manifestações patológicas nas edificações

Patologias de umidade

Os problemas de umidade, além de ser frequentes, representam um dos maiores problemas de uma edificação durante sua vida útil. A frequência da ocorrência da patologia de umidade está associada à idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas aplicadas e ao nível de controle de qualidade realizado nas construções.

As patologias de umidade apresentam diversas formas de manifestação, entre as quais se pode citar:

(a) manchas: as manchas podem manifestar-se acompanhadas ou não da formação de eflorescências ou vesículas. Segundo Uemoto (2002), nas edificações, o termo “eflorescência” significa “a formação de depósito salino na superfície de alvenarias, como resultado da exposição às intempéries”. Para ocorrer a eflorescência, é determinante haver a presença e a ação dissolvente da água (FIORITO, 1994). As vesículas podem ser causadas por uma série de fatores, tais como a existência de pedras de cal não completamente extintas, matérias orgânicas contidas nos agregados, torrões de argila dispersos na argamassa e outras impurezas. No caso de tintas impermeáveis, a eflorescência (Figura 2) deposita-se entre a camada de tinta e a camada de reboco, dessa forma comprometendo a aderência entre ambas. Essas tintas são também responsáveis pela formação de bolhas (Figura 3), que resultam da percolação da água através da alvenaria, acumulando-se entre o revestimento e a tinta;

(b) formação do bolor ou mofo: o bolor é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se inclusive as argamassas inorgânicas (SHIRAKAWA *et al.*, 1995). O desenvolvimento desses micro-organismos em revestimentos internos ou de fachada causa alterações estéticas de tetos e paredes pela formação de manchas escuras – pretas, marrons e verdes – ou, ocasionalmente, manchas claras – esbranquiçadas ou amareladas; e

(c) aparecimento de fissuras e trincas: as trincas provocadas por variação de umidade dos materiais de construção, entre um caso e outro, podem apresentar variação de abertura em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade (THOMAZ, 1989).

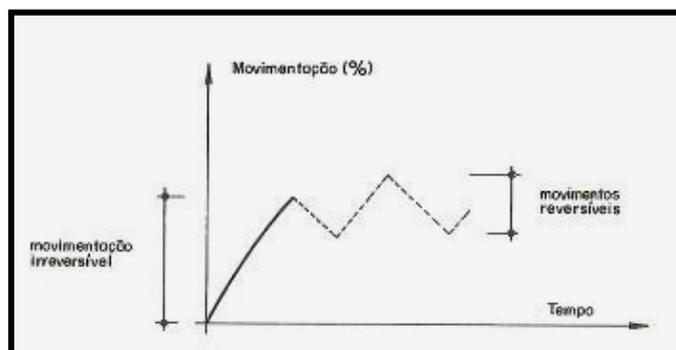


Figura 1 - Movimentações reversíveis e irreversíveis devidas à variação do teor de umidade

Fonte: Thomaz (1989).

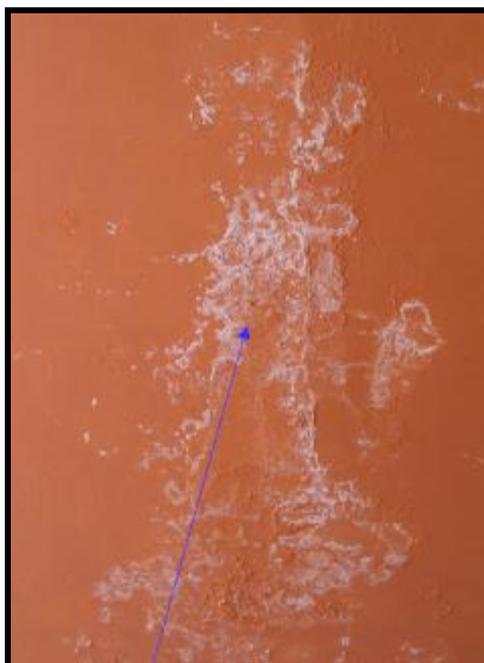


Figura 2 - Formação de eflorescência

Fonte: Sabbatini *et al.* (2006).

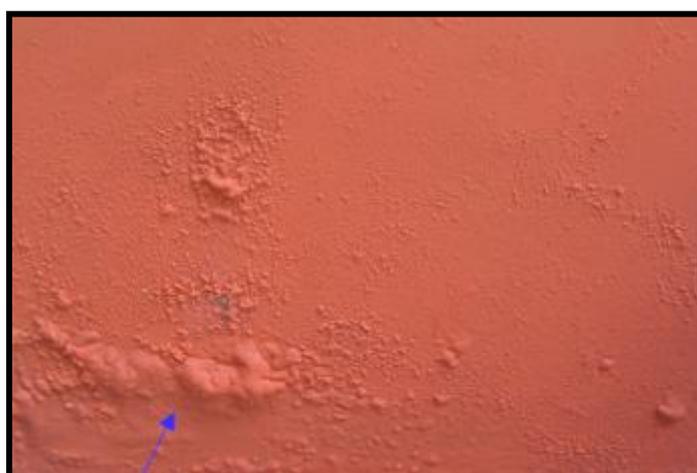


Figura 3 - Formação de bolhas

Fonte: Sabbatini *et al.* (2006).

Ações das águas de inundações

O conhecimento das ações das águas de inundações sobre as edificações bem como o estudo das patologias através de suas manifestações características oferecem subsídios e informações para os trabalhos de proteção e manutenção das edificações (SILVA *et al.*, 2006).

As ações das águas de inundações sobre as edificações são descritas a seguir (ZEVENBERGEN *et al.*, 2007):

(a) ações hidrostáticas: pressão lateral da água devido a diferenças de profundidades de

submersão dentro e fora da edificação, e ascensão capilar nos componentes da edificação, provocando danos além dos níveis de inundações;

(b) ações hidrodinâmicas: velocidade da água, turbulência e ondas de alteração da pressão hidrostática;

(c) erosão: as águas de inundações podem causar erosão do solo, principalmente em regiões de encostas, podendo ainda comprometer os elementos de fundação das edificações;

(d) ação de flutuabilidade: causada pela força de flutuação. A elevação dessa força pode causar

danos às edificações, portanto é importante a ancoragem adequada da edificação através da alternativa correta dos elementos de fundação;

(e) ação dos detritos: detritos se referem aos sólidos presentes nas águas de inundação, que podem danificar as edificações;

(f) qualidade da água: a qualidade da água (salinidade e água contaminada) em contato com a edificação pode alterar as propriedades dos materiais de construção e danificá-los; e

(g) gelo: a água pode ser absorvida pelos materiais de construção e congelar durante o inverno. A expansão da água e o consequente aumento de pressão podem causar fissuras e trincas, e eventualmente rachaduras nos componentes da edificação.

Patologias causadas pelas ações das águas de inundações

O BRE (*Building Research Establishment*) descreve os possíveis efeitos de uma inundação sobre os materiais e estrutura de uma edificação, bem como os vários tipos de danos que podem ser causados, incluindo uma indicação dos pontos a serem checados quando é necessário lidar com edificações danificadas por inundação. Entre os principais efeitos citados pode-se destacar (PENNING-ROWSELL; CHATTERTON, 1977):

(a) as alvenarias porosas absorvem até 55 litros de água por metro quadrado. Apesar de a secagem poder se estender durante meses, é improvável que haja danos, a não ser que a inundação seja acompanhada de geada. Nesse caso, a alvenaria em contato com a água pode se esfacelar, e o reparo torna-se muito oneroso;

(b) nos rebocos internos de paredes de tijolos ou blocos, o efeito de inundações é motivo de controvérsias. Uma imersão por um período reduzido (minutos) não causa danos graves se a condição pré-inundação do reboco for adequada (por exemplo, forte aderência do reboco à base e ausência de trincas). Uma argamassa de qualidade deve resistir à água por períodos mais longos. Entretanto, o contato prolongado irá saturar a massa e, uma vez que isso ocorra, a aderência pode eventualmente ser comprometida, não deixando alternativa, a não ser a restauração. Quando as águas de inundação estiverem contaminadas por efluentes e estes tiverem tempo de penetrar o reboco, provavelmente será também necessária a confecção de novo reboco;

(c) inundações de duração curta (horas) causam entre 10% e 50% menos danos do que inundações de duração longa (dias), uma vez que a água não tem tempo de penetrar o reboco e os tijolos.

Inundações de longa duração causam o esfacelamento do rejunte, principalmente em prédios antigos, onde ele é à base de cal; e

(d) pintura de paredes exteriores sofrerá danos sob inundações de durações curtas ou longas. Certa quantidade de água penetra na tinta, causando descoloração ou esfacelamento durante a secagem.

Materiais e métodos

Coleta de dados na municipalidade

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram inicialmente realizadas visitas a regiões de Belo Horizonte, Minas Gerais, atingidas pelas enchentes de 31 de dezembro de 2008 e 22 de janeiro de 2009 (Figura 4). Essas visitas foram realizadas com o acompanhamento de assistentes sociais da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PMBH) e tiveram como objetivo a definição da região de estudo. As regiões atingidas foram (Figura 5):

- (a) Região do Barreiro;
- (b) Região Oeste;
- (c) Região da Pampulha; e
- (d) Região de Venda Nova.

Após as visitas, optou-se pela Região do Barreiro em virtude tanto da ocorrência de inundações recentes como da existência de uma vasta base de dados relativa aos eventos ocorridos.

As famílias atingidas pelas citadas inundações foram cadastradas pela Secretaria de Políticas Sociais do Município de Belo Horizonte, para fins de concessão de auxílio financeiro. O cadastro das famílias atingidas foi elaborado a partir de questionários aplicados aos moradores dos domicílios. Com base nas informações apuradas nos questionários, foram definidos critérios para a tipificação do dano aos domicílios, para posterior concessão do benefício. Na definição desses critérios foram considerados:

- (a) a capacidade de resolução do problema pela família, em função da renda;
- (b) a intensidade da inundação no imóvel; e
- (c) o grau de prejuízo material.



Figura 4 - Avenida Tereza Cristina na cidade de Belo Horizonte durante as inundações de 31 de dezembro de 2008

Fonte: Jornal Estado de Minas (2009).

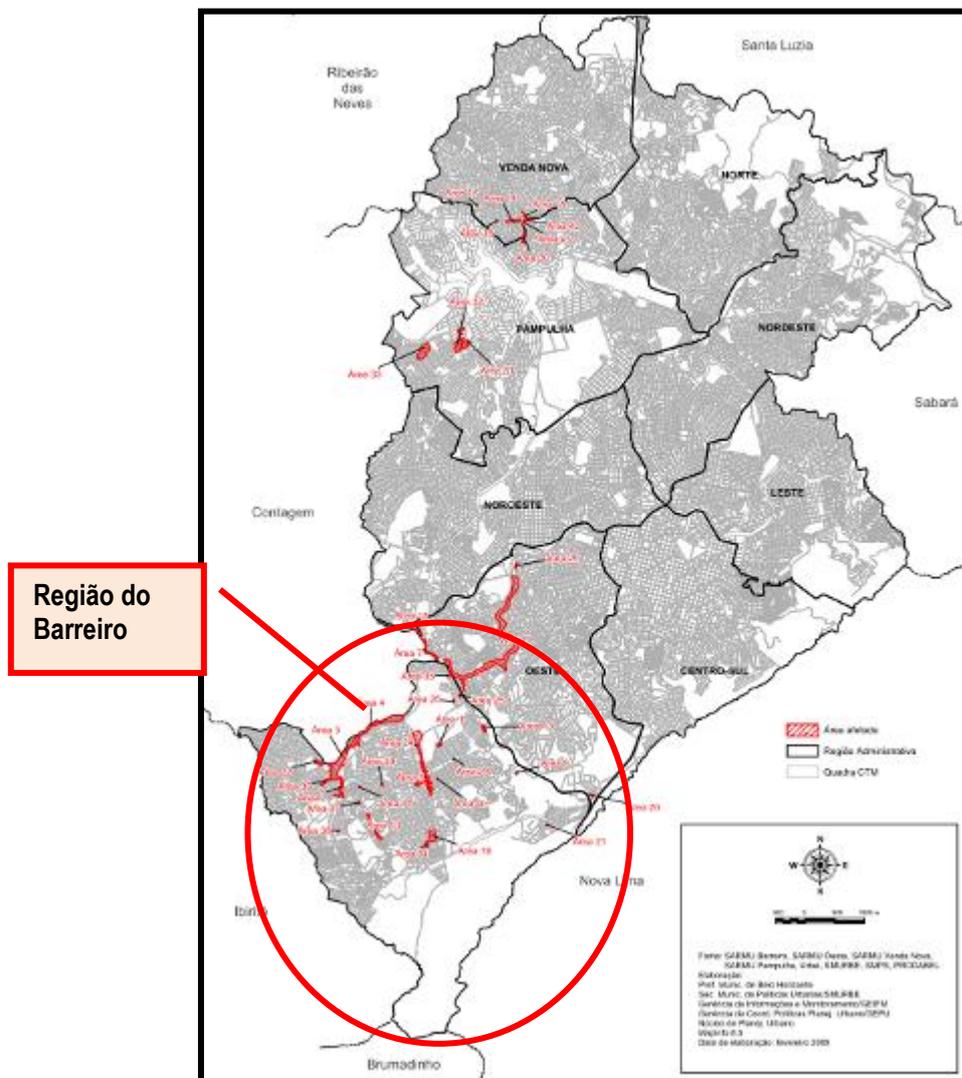


Figura 5 - Mapa das regiões administrativas de Belo Horizonte e indicação das áreas afetadas pelas inundações (PMBH)

O enquadramento dos domicílios nas categorias de auxílio financeiro foi definido a partir de nota obtida por meio do somatório de pesos estabelecidos para os critérios mencionados anteriormente:

- (a) famílias *levemente* atingidas: pontuação de 2 a 4;
- (b) famílias *moderadamente* atingidas: pontuação de 5 a 6; e
- (c) famílias *severamente* atingidas: pontuação de 7 a 8.

A Tabela 1 mostra os valores totais dos auxílios financeiros concedidos para as famílias na Região do Barreiro, considerando a classificação da gravidade da situação.

População e formação da amostra

Em consulta individual aos questionários aplicados pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte a 941 domicílios situados na Região do Barreiro foram coletadas informações relativas aos endereços dos domicílios, classificação da gravidade da situação em cada um deles, características socioeconômicas das famílias e altura da água de inundação.

A partir da população de domicílios atingidos na Região do Barreiro, foi possível o cálculo do tamanho mínimo da amostra de domicílios a serem vistoriados individualmente.

Tal cálculo foi efetuado através da Equação 1:

$$n = \frac{s^2}{(\bar{y} - \mu)^2} \cdot (t_{\alpha;gl}) \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

n = número de elementos da amostra;

s = desvio padrão amostral das profundidades de inundação;

$t_{\alpha;gl}$ = coeficiente de Student para o nível de significância α e n-1 grau de liberdade;

\bar{y} = média aritmética da amostra; e

μ = média aritmética da população.

Em função dos cálculos efetuados, adotou-se uma amostra composta de 62 domicílios escolhidos aleatoriamente, mantendo-se proporcionalidade da amostra com as classes de classificação da gravidade da situação da população. Tal amostra foi obtida após algumas tentativas, que resultaram inicialmente em um número de 98 domicílios e um erro de 0,08 m. Em uma função de dificuldades na realização de todas as vistorias correspondentes a essa amostra, optou-se por adotar um erro de 0,10 m, o que resultou nos cálculos mostrados a seguir.

$$n = \frac{(0,56)^2}{0,10^2} \cdot (t_{5\%;60})$$

$$n = 62,72$$

Vistorias aos domicílios

A vistoria aos 62 domicílios foi realizada no período entre novembro de 2009 e janeiro de 2010. Nas vistorias foram observadas características das edificações tais como idade, padrão construtivo, estado de conservação, manifestações patológicas e eventuais medidas de proteção existentes, bem como realizados registros fotográficos.

Tipologias de projetos adotadas

Foram adotadas três tipologias de projetos arquitetônicos, I, II e III, sendo os tipos I e II projetos do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (SINDUSCON-MG), e o tipo III, projeto da Companhia de Habitação do Estado de Minas Gerais (COHAB-MG).

Tabela 1 - Valores de auxílios financeiros concedidos para as famílias (PMBH)

REGIÃO DO BARREIRO		
Gravidade da situação	Número de famílias contempladas	Valor total (R\$)
Leve	337	182.000,00
Moderado	329	343.000,00
Severo	275	508.000,00
Total	941	1.033.000,00

As tipologias de projeto foram adotadas de forma a melhor representar os projetos das edificações objeto do estudo, uma vez que não foi possível obter os projetos de tais edificações. Além disso, o enquadramento das casas nas tipologias de projetos adotadas foi necessário para a posterior elaboração de orçamentos e quantificação dos custos de recuperação das patologias observadas. A elaboração desses orçamentos foi baseada nas dimensões contidas nas plantas baixas dos projetos arquitetônicos I, II e III adotados. As características dos projetos arquitetônicos são apresentadas a seguir:

(a) Tipo I:

- sala/quarto, banheiro, cozinha e área de serviço;
- área total de 21,84 m²;
- piso cimentado liso;
- pintura em tinta PVA; e
- esquadrias de aço (metalon).

(b) Tipo II:

- sala, 2 quartos, banheiro, cozinha e área de serviço;
- área total de 49,38 m²;
- piso da sala em tacos de madeira;
- piso cerâmico no banheiro e na cozinha;
- paredes azulejadas no banheiro;
- pintura em tinta PVA; e
- esquadrias de aço (metalon).

(c) Tipo III:

- sala, 3 quartos, sendo 1 suíte, 1 banheiro social, circulação, cozinha, área de serviço, banheiro de empregada e garagem;
- área total de 106,44 m²;
- piso da sala em tacos de madeira;
- piso cerâmico no banheiro e na cozinha;
- paredes azulejadas no banheiro e na cozinha;
- pintura em tinta PVA; e
- esquadrias de aço (metalon).

Custos para recuperação das patologias observadas

Foi feito o levantamento dos quantitativos a partir dos projetos arquitetônicos, e elaborados os orçamentos para a obtenção dos custos de recuperação das patologias observadas. Os custos finais para recuperação das 62 casas foram obtidos considerando-se os custos de recuperação das patologias observadas, a profundidade da água de inundação, a tipologia de projeto adotada e os custos indiretos e lucro representados por Bonificações e Despesas Indiretas (BDI). Como os valores de BDI praticados pelas construtoras variam de acordo com as características da construção, foram adotados valores distintos de BDI conforme as tipologias de projeto adotadas:

(a) Tipo I: BDI = 10%;

(b) Tipo II: BDI = 20%; e

(c) Tipo III: BDI = 25%.

Resultados

Mapa da área de estudo e das edificações

O mapa a seguir mostra a distribuição dos 62 domicílios na Região do Barreiro de acordo com sua localização (Figura 6).

Vistorias realizadas

Das vistorias foi elaborado relatório técnico contendo os formulários com as informações coletadas e registros fotográficos das 62 casas componentes da amostra. A seguir são mostrados registros fotográficos ilustrativos de edificações vistoriadas (Figuras 7 a 11).

Enquadramento das casas e patologias observadas

A seguir é apresentado um quadro com o enquadramento das 62 casas nas tipologias de projetos adotadas (Quadro 2). Nesse quadro-resumo consta também a caracterização das casas, bem como a relação das patologias observadas.

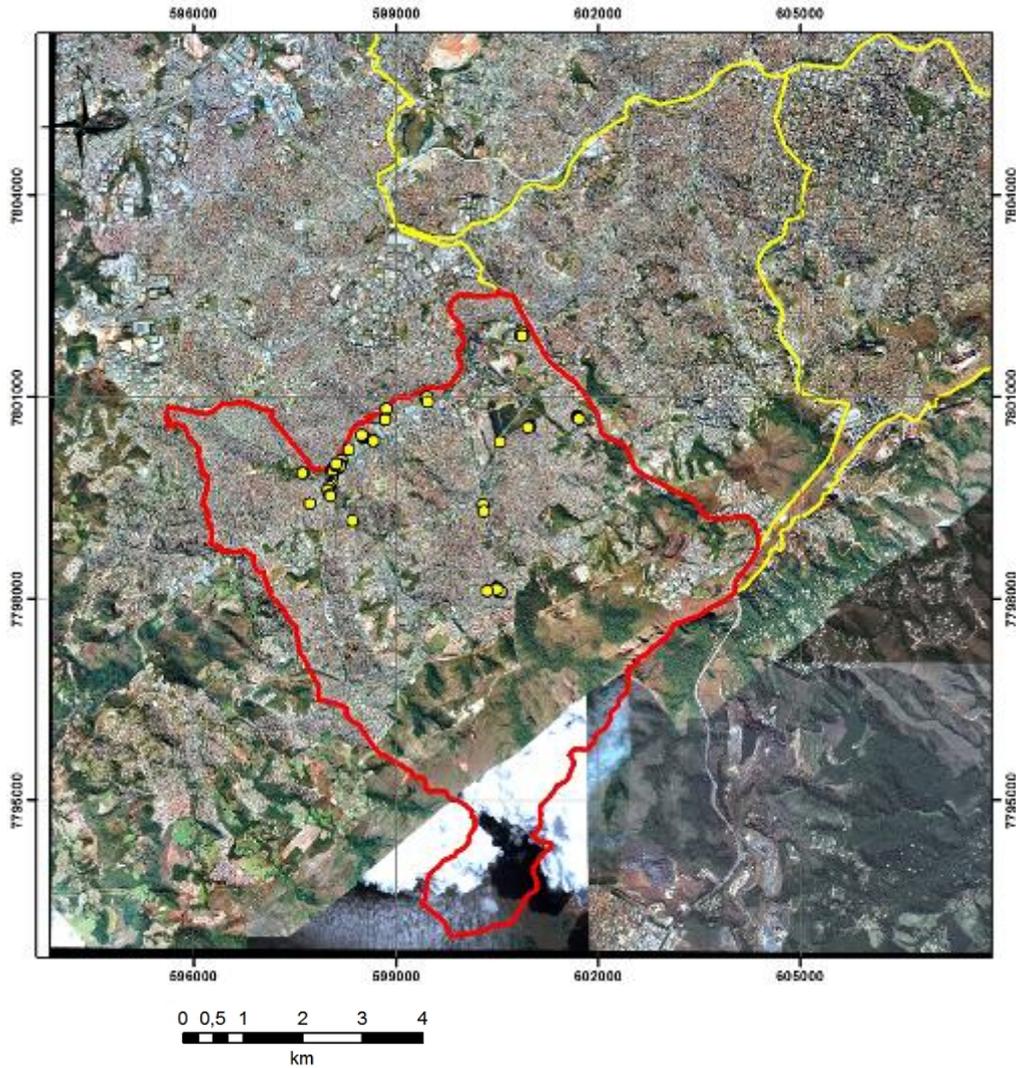


Figura 6 - Mapa de localização dos 62 domicílios na Região do Barreiro

Nota: elaboração própria sobre base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.



Figura 7 - Porta de madeira danificada na parte inferior (Registro fotográfico próprio)



Figura 8 - Presença de rachaduras em paredes de edícula existente



Figura 9 - Vista aproximada de uma rachadura



Figura 10 - Indicação da altura atingida pela água



Figura 11 - Edificação demolida

Quadro 2 - Quadro-resumo da caracterização e enquadramento das 62 casas

AMOSTRA VISTORIADA						
62 DOMICÍLIOS ATINGIDOS PELAS INUNDAÇÕES DE 31 DE DEZEMBRO DE 2008 E 22 DE JANEIRO DE 2009						
Casa	Tipologia de projeto	Profund. (m)	Padrão construtivo	Estado de conservação	Idade aparente	Patologias
1	II	0,12	Baixo	Entre novo e regular	15 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; rodapés danificados; tacos de madeira soltos em alguns locais
2	II	1,20	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Manchas de umidade nas paredes; porta de entrada danificada (a porta foi arrombada)
3	II	0,70	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Tacos de madeira danificados em alguns locais; pintura danificada
4	II	0,30	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Tacos de madeira soltos em alguns locais
5	II	1,00	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Revestimento argamassado das paredes danificado; pintura danificada (destacamento e bolhas)
6	II	1,10	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	15 anos	Destacamentos do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; tacos de madeira soltos e mofados; portas de madeira danificadas
7	II	0,20	Normal	Entre novo e regular	10 anos	Obstrução de tubulações hidráulicas; bases das portas de madeira e dos armários danificadas
8	III	0,60	Baixo	Entre necessitando de reparos simples e importantes	35 anos	Destacamentos do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; portas de madeira danificadas; tacos de madeira soltos em alguns locais
9	III	0,40	Normal	Novo	35 anos	Não houve danos
10	II	0,35	Proletário	Entre regular e necessitando de reparos simples	40 anos	Destacamentos do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada
11	II	0,30	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	15 anos	Pintura danificada
12	II	1,50	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Presença de água nas tubulações elétricas; tacos de madeira danificados e soltos em alguns locais
13	II	1,00	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Esfacelamentos do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada
14	II	0,15	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; esquadria de aço danificada
15	II	1,20	Baixo	Necessitando de reparos simples	15 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; portas de madeira danificadas na parte inferior
16	II	0,40	Proletário	Entre necessitando de reparos simples e importantes	30 anos	Pintura danificada; porta metálica danificada portas de madeira danificadas; presença de rachaduras em edícula existente junto ao rio

Quadro 2 - Quadro-resumo da caracterização e enquadramento das 62 casas (continuação)

17	III	0,14	Normal	Entre novo e regular	30 anos	Portas de madeira danificadas na parte inferior
18	II	0,15	Baixo	Necessitando de reparos simples	30 anos	Pintura danificada (destacamentos e bolhas); tacos de madeira soltos em alguns locais; piso cerâmico danificado
19	I	1,20	Proletário	Necessitando de reparos simples	30 anos	Casa 1: Porta rompeu - Casa 2: Parede rompeu - Casa 3: Edificação demolida devido ao risco - Casa 4: Pintura de paredes, piso e porta metálica danificados; muro de divisa rompeu
20	II	0,10	Proletário	Entre regular e necessitando de reparos simples	15 anos	Não houve danos
21	III	0,20	Normal	Entre regular e necessitando de reparos simples	35 anos	Não houve danos
22	II	0,05	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	20 anos	Não houve danos
23 e 23A	III	1,1	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	20 anos	Piso do passeio danificado; esfacelamentos do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; portas de madeira danificadas na parte inferior; fechaduras de portas metálicas danificadas; presença de trincas no muro; tomadas elétricas baixas sem funcionamento
	I	1,1	Baixo	Necessitando de reparos simples	20 anos	Esfacelamentos do revestimento argamassado nas paredes; manchas de umidade nas paredes pintura danificada; piso danificado
24	II	0,50	Proletário	Necessitando de reparos simples	50 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; manchas de umidade nas paredes; pintura danificada; tacos de madeira soltos em alguns locais
25	II	0,50	Proletário	Regular	15 anos	Não houve danos
26	II	1,90	Proletário	Necessitando de reparos importantes	20 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; parede interna rompeu; muros de alvenaria romperam
27	II	1,20	Baixo	Necessitando de reparos simples	30 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; portas de madeira danificadas na parte inferior
28	II	1,00	Baixo	Necessitando de reparos simples	25 anos	Esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada (destacamento e bolhas); portas de madeira danificadas na parte inferior
29	II	1,20	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	30 anos	Esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; portas de madeira danificadas na parte inferior; tomadas elétricas s/ funcionamento
30	II	0,82	Baixo	Regular	30 anos	Não houve danos
31	II	0,90	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	30 anos	Esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada (destacamentos e bolhas); portas de madeira danificadas
32	II	1,00	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	30 anos	Pintura danificada (bolhas)
33	III	1,52	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	35 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; destacamento de azulejos; pintura danificada; portas de madeira danificadas; tomadas elétricas s/ funcionamento
34	III	0,20	Normal	Regular	30 anos	Não houve danos
35	I	1,00	Proletário	Entre necessitando de reparos simples e importantes	20 anos	Não houve danos
36	II	0,70	Proletário	Entre necessitando de reparos simples e importantes	30 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; piso danificado instalações elétricas e hidrossanitárias apresentando problemas; portão metálico de entrada danificado

Quadro 2 - Quadro-resumo da caracterização e enquadramento das 62 casas (continuação)

37	II	1,00	Baixo	Entre necessitando de reparos simples e importantes	30 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada (manchas e mofo); trincas no piso cimentado; trinca em alvenaria
38 e 38A	I	0,3	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	30 anos	Barbearia – destacamento do revestimento argamassado; manchas de umidade nas paredes
	I	0,3	Baixo	Entre novo e regular	30 anos	Sorveteria – não houve danos
39	II	1,00	Baixo	Regular	30 anos	Porta metálica de entrada danificada; pintura danificada (manchas); danos no piso cimentado de área externa (abertura com 1,80 m de extensão)
40	II	1,50	Proletário	Necessitando de reparos simples	30 anos	Pintura danificada
41	III	0,60	Normal	Entre regular e necessitando de reparos simples	40 anos	Não houve danos
42	III	0,40	Normal	Entre novo e regular	30 anos	Não houve danos
43	II	0,30	Proletário	V	20 anos	Esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; portas de madeira danificadas; porta metálica danificada; rodapés de madeira soltos; trincas em azulejos
44	III	0,10	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	8 anos	Pintura danificada
45	II	1,00	Baixo	Entre necessitando de reparos simples e importantes	10 anos	Infiltração de água na parte inferior das paredes
46	III	0,20	Baixo	Regular	15 anos	Pintura danificada; portas de madeira danificadas
47	II	0,15	Normal	Entre regular e necessitando de reparos simples	8 anos	Piso em pedra ardósia danificado na entrada da casa; esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; portas de madeira danificadas
48	I	0,20	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	20 anos	Muro frontal danificado; edícula demolida
49	II	0,80	Baixo	Necessitando de reparos simples	25 anos	Queda de muro lateral; pintura danificada
50	II	0,40	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	25 anos	Abatimento de piso lateral da casa; destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada; piso cerâmico da cozinha danificado; abatimento do piso de banheiro; piso cimentado danificado
51	III	1,00	Normal	Entre novo e regular	10 anos	Não houve danos
52	I	0,30	Baixo	Regular	10 anos	Não houve danos
53	II	1,00	Baixo	Regular	25 anos	Não houve danos; presença de manchas de umidade nas paredes da garagem onde funciona um ferro velho
54	II	1,20	Baixo	Regular	30 anos	Destacamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada
55	II	0,80	Baixo	Necessitando de reparos simples	25 anos	Esfacelamento do revestimento argamassado nas paredes; pintura danificada (manchas); portas de madeira danificadas
56	II	1,00	Baixo	Entre regular e necessitando de reparos simples	10 anos	Piso cerâmico externo danificado
57	I	1,60		Sem valor		Perda total
58	I	2,00	Proletário	Necessitando de reparos simples	15 anos	Infiltração de água na parte inferior das paredes
59	II	0,22	Proletário	Necessitando de reparos simples	15 anos	Não houve danos
60	II	1,70	Proletário	Necessitando de reparos simples	25 anos	Pintura danificada (manchas)

Custos finais para a recuperação das edificações

Com base nas patologias observadas em cada casa vistoriada, foram relacionados os serviços de engenharia necessários para a recuperação das patologias (Quadro 3).

A partir dos orçamentos realizados foi elaborada a tabela a seguir, que mostra um resumo dos custos para recuperação das patologias observadas para as 62 edificações estudadas (Tabela 3).

Curvas de danos de inundação (FDC)

Considerando os custos para recuperação das patologias observadas para as 62 edificações estudadas, foram elaboradas curvas dos custos unitários de recuperação *versus* profundidade de inundação para as casas de cada padrão construtivo. A seguir são mostradas essas curvas (Figuras 12 a 14).

O gráfico a seguir mostra em conjunto as curvas dos custos unitários de recuperação *versus*

profundidade de inundação para os padrões construtivos normal, baixo e proletário (Figura 15).

Análise e conclusões

As curvas obtidas mostram que, para o padrão construtivo normal, o aumento da profundidade de inundação não tem impacto significativo nos danos causados às edificações e que os custos de recuperação desses danos são baixos em relação aos demais padrões construtivos. Já para os padrões construtivos baixo e proletário observa-se uma tendência de aumento dos custos de recuperação dos danos na medida em que se aumenta a profundidade da inundação. Além disso, para esses padrões os custos de recuperação dos danos são mais elevados que aqueles obtidos para o padrão normal. Isso significa que, se a qualidade da edificação na condição pré-inundação é boa, os impactos sobre a edificação serão reduzidos.

Quadro 3 - Patologias observadas e serviços de engenharia para recuperação

<i>Patologias Observadas</i>	<i>Recuperação das Patologias</i>
Destacamento do revestimento argamassado das paredes	Reconstituição do revestimento argamassado das paredes
Pintura danificada (manchas, bolhas, destacamentos)	Execução de nova pintura
Rodapés de madeira danificados	Substituição de rodapés de madeira
Tacos de madeira soltos em alguns locais	Substituição de tacos madeira
Portão metálico de entrada danificado	Substituição de portão metálico de entrada
Porta metálica de entrada danificada	Substituição de porta metálica de entrada
Porta de madeira de entrada danificada	Substituição de porta de madeira de entrada
Porta de madeira danificada	Substituição de porta de madeira
Obstrução tubulações hidráulicas	Desobstrução e limpeza das tubulações hidráulicas
Danos nas instalações elétricas	Revisão das instalações elétricas
Esquadrais metálicas danificadas de janelas	Substituição de esquadrias metálicas de janelas
Presença de rachaduras e trincas	Fechamento de rachaduras e trincas com material adequado
Abatimento de piso	Adição de solo / compactação / execução de novo sistema de piso
Piso cerâmico danificado	Execução de novo piso cerâmico
Peças de pedra ardósia de piso danificadas	Substituição de peças de pedra ardósia danificadas
Piso cimentado danificado	Execução de novo piso
Ruptura de parede e/ou muro	Execução de nova parede
Destacamento de azulejos e peças cerâmicas de paredes	Substituição de azulejos e peças cerâmicas de paredes

Tabela 3 - Custos finais para recuperação das edificações

Casa	Padrão Construtivo	Média dos Custos Finais de Recuperação (R\$)	Desvio Padrão dos Custos Finais de Recuperação (R\$)
1	Baixo		3.210,94
2	Baixo		2.204,20
3	Baixo		2.825,94

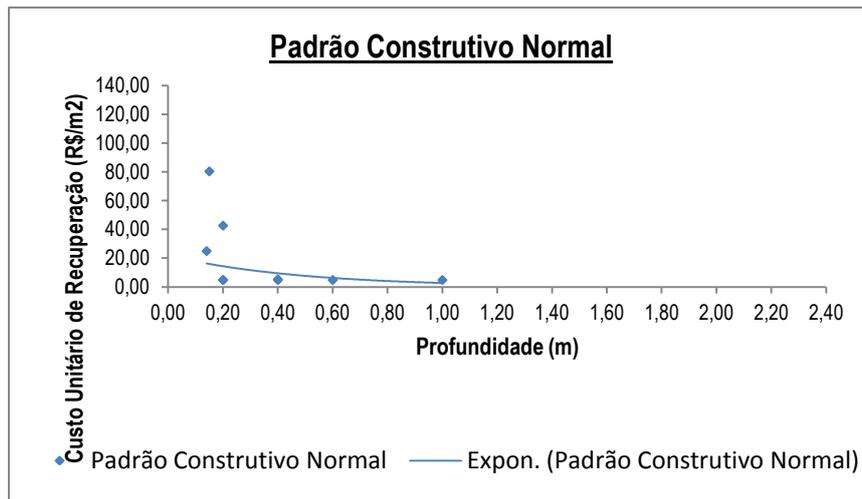


Figura 12 - Curva custo unitário para recuperação versus profundidade de inundação para as casas de padrão construtivo normal

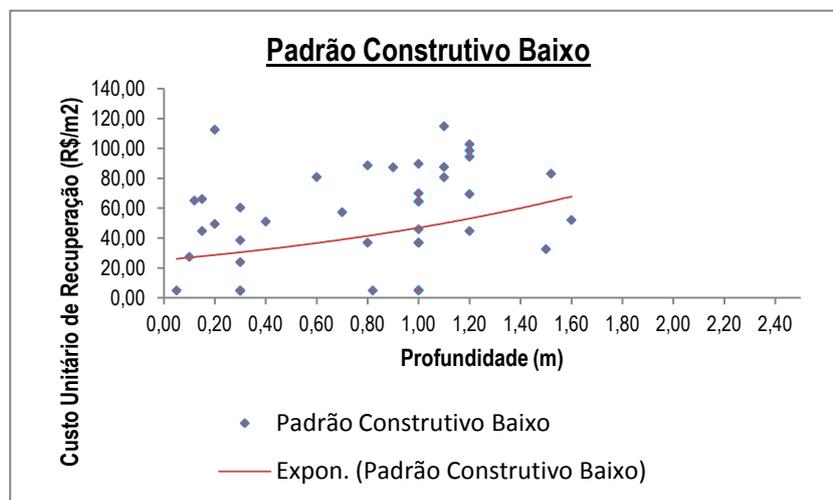


Figura 13 - Curva custo unitário para recuperação versus profundidade de inundação para as casas de padrão construtivo baixo

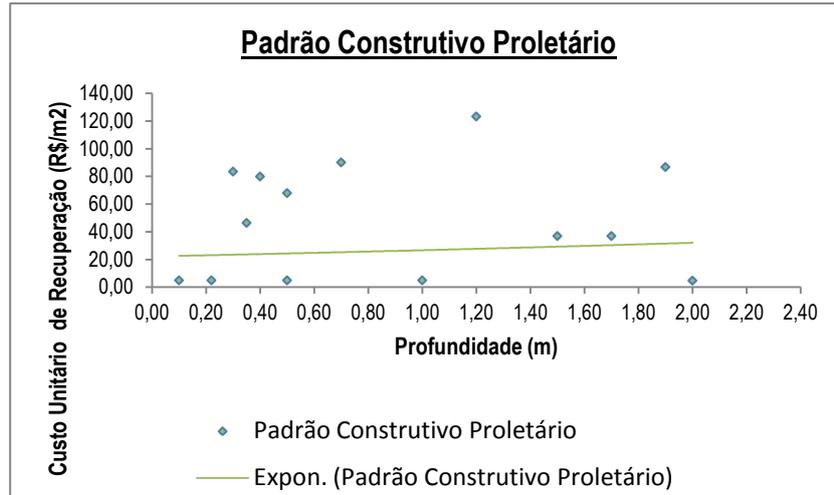


Figura 14 - Curva custo unitário para recuperação versus profundidade para as casas de padrão construtivo proletário

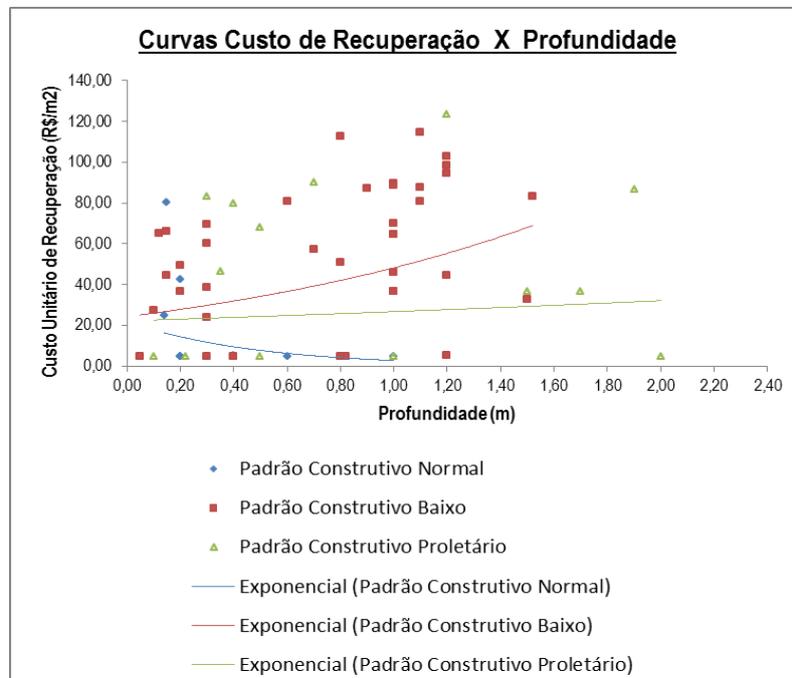


Figura 15 - Curva custo unitário para recuperação versus profundidade de inundação para as casas de padrão construtivo normal, baixo, proletário

Os resultados obtidos mostram que as curvas de danos de inundação (FDC) são uma importante ferramenta para a estimativa dos custos de recuperação dos danos diretos provocados pelas inundações, podendo ser utilizadas na análise de custos e benefícios do controle desses eventos. As curvas podem também ser um indicador da vulnerabilidade das edificações, contribuindo para o desenvolvimento de formas de intervenção na edificação (*retrofitting*), para protegê-la do efeito das inundações, ao torná-la mais resiliente. A adoção de medidas de proteção nas edificações

constitui um meio de reduzir o potencial de danos às edificações em áreas sujeitas a inundações.

Como perspectivas para trabalhos futuros sugerem-se a proposição de medidas de proteção para redução dos prejuízos causados pelas inundações e de adaptações das edificações, tornando-as mais resilientes, e a avaliação dos custos de recuperação dos danos causados às edificações com as alternativas de proteção implantadas.

Referências

- CANÇADO, V. L. **Impactos Econômicos das Inundações**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia, UFMG, [2005]. 14 p. Projeto de Pesquisa.
- CARVALHO JÚNIOR., A. N. **Avaliação da Aderência dos Revestimentos Argamassados: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico**. 331 f. Belo Horizonte, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- FIORITO, A. J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 1994.
- JORNAL ESTADO DE MINAS. [Foto]. 1º de jan. 2009. Disponível em: <www.em.com.br>. Acesso em: 12 dez. 2012.
- MACHADO, M. L. **Curvas de Inundação versus Profundidade de Submersão: desenvolvimento de metodologia, estudo de caso da Bacia do Rio Sapucaí, Itajubá – MG**. Belo Horizonte, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Área de Concentração em Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. 2 v.
- PARKER, D. J.; GREEN, C. H.; THOMPSON, P. M. **Urban Flood Protection Benefits: a project appraisal guide**. England: Gower Technical, 1987.
- PENNING-ROUSELL, E. C.; CHATTERTON, J. B. **The Benefits of Flood Alleviation: a manual of assessment techniques**. Aldershot: Gower Technical, 1977. 297 p.
- SABBATINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 82 p.
- SABBATINI, F. H. *et al.* **Tecnologia Construtiva Racionalizada Para Produção de Revestimentos Verticais**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, 2006. Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil – GEPE-TGP.
- SHIRAKAWA, M. A. *et al.* Identificação de Fungos em Revestimentos de Argamassa Com Bolor Evidente. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Goiânia, 1995. **Anais...** Goiânia, 1995.
- SILVA, A. P. *et al.* Avaliação de Danos Provocados por Inundação às Estruturas e Construções. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., Rio de Janeiro, 2006. **Anais...** Rio de Janeiro, 2006.
- THOMAZ, H. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 194 p.
- TUCCI, C. E. M. (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Editora da Universidade; ABRH; Edusp, 1995.
- UEMOTO, K. L. **Projeto, Execução e Inspeção de Pinturas**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002. 111 p.
- WISNER, B. *et al.* **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2. ed. Londres; Nova York: Routledge Taylor & Francis, 2003. 471 p.
- ZEVENBERGEN, C. *et al.* **Economic Feasibility Study of Flood Proofing Domestic Wellings: advances in urban flood management**. London: Taylor & Francis, 2007.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e à Secretaria de Políticas Sociais da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

Revista Ambiente Construído
Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro
Porto Alegre - RS - Brasil
CEP 90035-190
Telefone: +55 (51) 3308-4084
Fax: +55 (51) 3308-4054
www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido
E-mail: ambienteconstruido@ufrgs.br