

Análise de exposição da população do vale a jusante da barragem da Lagoa da Pampulha a inundações – Belo Horizonte/MG

*André Felipe Rocha da Silva*¹; *Julian Cardoso Eleutério*²; *Nilo de Oliveira Nascimento*³

Palavras-Chave – Avaliação de risco de inundações; Vulnerabilidade; Microescala.

INTRODUÇÃO

No processo de avaliação do risco de inundações, o mapeamento da análise de exposição da população é uma etapa que consiste na caracterização dos elementos em risco de áreas potencialmente impactadas pelos eventos de inundação considerados (Merz *et al.*, 2010). Essa análise de exposição da população pode ser conduzida em diferentes escalas, dependendo do nível de detalhe requerido na avaliação de risco. Geralmente, análises realizadas em macroescala almejam produzir resultados de maneira simplificada ou possuem a intenção de se obter ordens de grandeza dos riscos. Já análises em microescala são requisitadas em situações de otimização de investimentos por meio da avaliação da relação custo-benefício de medidas estruturais e/ou não-estruturais para redução do risco (de Moel *et al.*, 2015), de análises de perdas de vidas, de sistemas de alerta e evacuação de populações (Di Mauro *et al.*, 2012).

Com intuito de fornecer subsídios para posterior estimativa de perdas de vidas e concepção e avaliação de sistemas de alerta e evacuação (Silva *et al.*, 2020), o presente trabalho analisa a exposição da população em microescala da área potencialmente atingida por inundação potencialmente decorrente de uma ruptura da barragem da Lagoa da Pampulha. Ele integra resultados do projeto de extensão entre a UFMG e a Prefeitura de Belo Horizonte para desenvolvimento do Plano de Ações Emergenciais da Barragem da Pampulha. A Barragem da Pampulha forma um reservatório urbano de mesmo nome, com capacidade de 10 hm³, localizado em área densamente ocupada, ao norte de Belo Horizonte.

METODOLOGIA

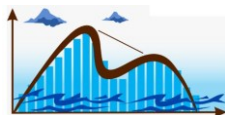
A análise de exposição da população no vale de jusante da barragem da Pampulha foi realizada exclusivamente com base em dados secundários. Foram realizadas análises das bases de dados do censo demográfico de 2010 e das bases de dados disponibilizadas pela empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (Prodabel).

Para o tratamento dos dados censitários, foi inicialmente utilizada a grade estatística (IBGE, 2016) para delimitação da área de interesse e para levantamento das populações em domicílios. A grade estatística é composta por um conjunto de áreas regulares que, por meio de processos

1) Universidade Federal de Minas Gerais, andre.felipe194@gmail.com

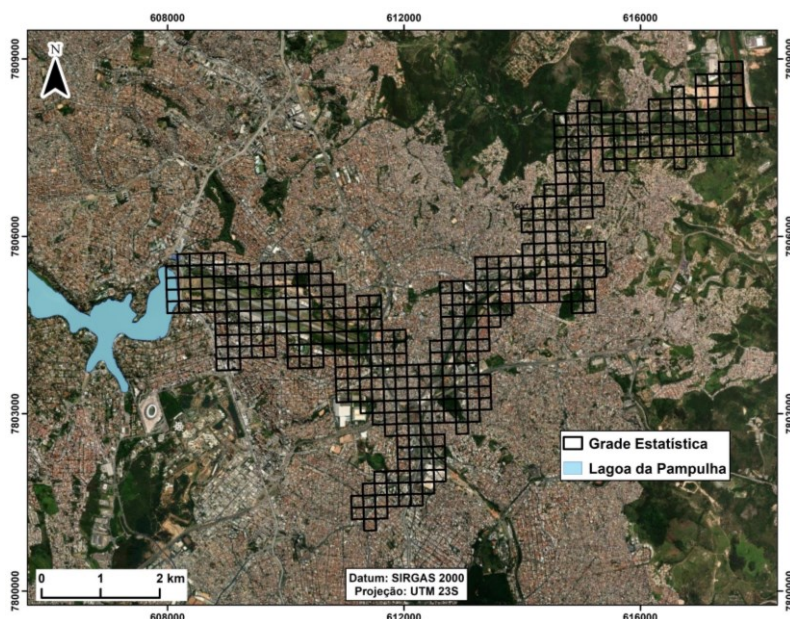
2) Professor pesquisador no Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, e no programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil; julian.eleuterio@gmail.com.

3) Professor pesquisador no Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, e no programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil; niloon@ehr.ufmg.br.



estatísticos de agregação e desagregação, melhor descritos por Bueno (2014), fornecem informações contidas (população e domicílios) em setores censitários em dimensões de 1 km x 1 km, em zonas rurais, e 200 m x 200 m, em zonas urbanas, homogêneas e sem variação ao longo do tempo. Foram selecionadas 428 grades estatísticas para a análise (Figura 1), abrangendo área superior à potencialmente atingida, segundo recomendações de Hill *et al.* (2018), pelo estudo hidráulico realizado com hidrograma de ruptura de Dinésio Franco (2015).

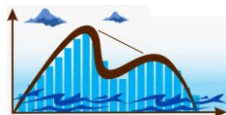
Figura 1: Grade estatística utilizada para levantamento e compilação de dados referentes à exposição da população



Também foram utilizadas amostras de domicílios e de pessoas dos microdados do censo demográfico de 2010 para caracterização das construções (tipologia de ocupação e material de construção) e da população (idade e presença em determinada construção em diferentes períodos do dia). Os microdados contêm todas as informações levantadas nas entrevistas feitas nos domicílios visitados, as quais podem ser encontradas no dicionário dos microdados do Censo (IBGE, 2010). Esses dados são agrupados em áreas de ponderação que são unidades geográficas, formadas por um agrupamento de setores censitários. Essa é a menor unidade geográfica disponível para identificação dos microdados da amostra, de maneira a preservar o sigilo em relação aos informantes da pesquisa. Desse modo, os resultados obtidos considerando as áreas de ponderação de interesse foram arranjados de maneira proporcional e distribuídos de forma homogênea na região afetada.

Para complementar e auxiliar a análise, foram selecionados diversos dados da Prodabel, pelo Portal de Geoprocessamento da Prefeitura de Belo Horizonte, que dispõe de diversos arquivos vetoriais contendo informações geoespacializadas sobre o município.

As análises de população realizadas consideraram as seguintes tipologias de construção: 1) construções consideradas como domicílios residenciais; 2) construções relacionadas ao ensino, saúde e assistência social; e 3) construções destinadas ao exercício de atividades comerciais/industriais. A caracterização da população na área de interesse considerou variáveis relevantes para formulação de



estratégias de alerta e evacuação, em caso de risco, tais como: faixa etária da população com distinção para o número de habitantes com mais de 65 anos (fator mobilidade) e os horários de permanência (diurno, às 14:00, e noturno, às 02:00) das pessoas nos edifícios segundo sua tipologia.

Para os domicílios, a localização foi definida de forma aleatória sobre as edificações em áreas residenciais respeitando o quantitativo de domicílios em cada grade. A população foi alocada de maneira homogênea também em cada grade. A presença nas residências durante o dia e a noite foi estimada por meio de hipóteses adotadas com as variáveis de educação e trabalho dos microdados.

Os equipamentos de ensino, saúde e assistência social foram obtidos por meio de dados da Prodabel. As variáveis de educação e trabalho dos microdados e áreas das construções foram utilizadas para determinação das populações em período noturno ou diurno, sendo a respectiva regional (Pampulha, Norte, Nordeste) definida como zona de abrangência dos equipamentos face às observações feitas por Nunes & Faria, (2015).

Por outro lado, para atividades econômicas, todo o município de Belo Horizonte foi adotado como zona de abrangência. Os dados também foram obtidos pela Prodabel, desconsiderando as atividades em zonas exclusivamente residenciais (para evitar dupla contagem, visto que na análise de domicílios já foram consideradas pessoas que trabalham em residências nessas áreas) e atividades semelhantes aos equipamentos tratados anteriormente. Variáveis de trabalho dos microdados e a área dessas construções foram utilizadas para quantificação das populações. As atividades foram ainda reagrupadas em duas categorias considerando as suas tipologias e prováveis horários de funcionamento, com intuito de distinguir as populações nesses locais durante o dia e a noite.

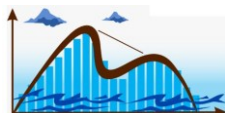
RESULTADOS

Por meio do mapeamento, foram estimadas 38.022 construções na área de interesse. As populações foram estimadas em 101.865 e 106.520 pessoas, em horários diurnos e noturnos, respectivamente. Na Tabela 1 são apresentados os resultados discretizados por tipologia de construção e pelo fator mobilidade.

Tabela 1: Estimativa da distribuição da população na região de interesse em horário diurno e noturno

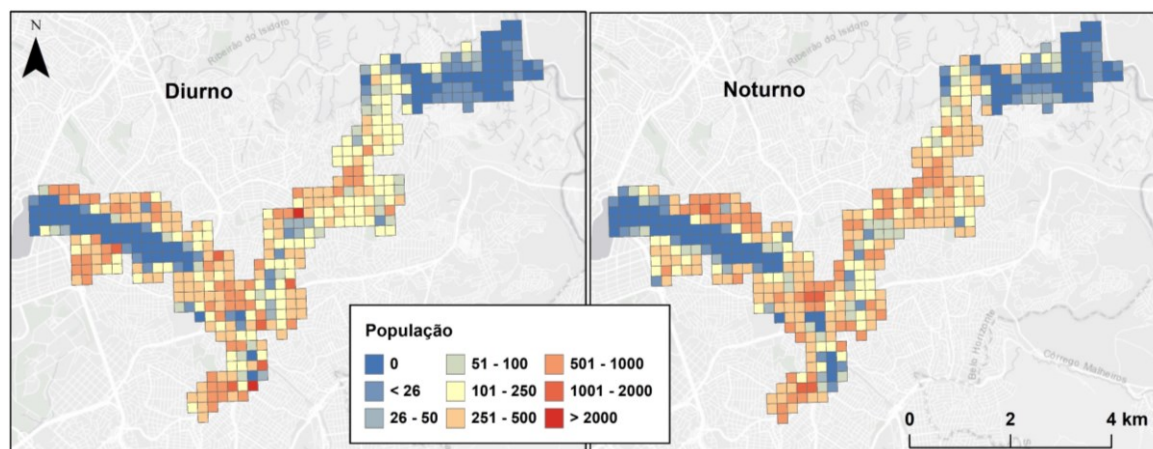
Tipo de ocupação	Nº de construções	População diurna		População noturna	
		<65 anos	>65 anos	<65 anos	>65 anos
Residencial	32.868	48.218	7.099	97.855	7.722
Equipamentos	84	18.051	180	696	7
Comerciais	5.070	27.687	630	232	8

Durante o período noturno, há predominância da população nos domicílios. Por outro lado, no período diurno, há um equilíbrio, com a população concentrada em equipamentos e em construções comerciais, demonstrando a tendência de aproximadamente 53% da população presente nos domicílios nesse período não estarem nessas residências durante o dia. A Figura 2 apresenta a população agregada em cada grade utilizada e demonstra que, para o período da noite, a população



se distribui de modo mais homogêneo no vale a jusante comparado ao período diurno, no qual há a concentração da população nos primeiros quilômetros logo a jusante da barragem.

Figura 2: Populações estimadas agregadas nos limites da grade estatística para períodos diurnos e noturnos.



CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados apresentados demonstram a importância da disponibilidade de bases de dados sobre populações e equipamentos urbanos para subsidiar a elaboração de estudos subsequentes. Um trabalho posterior em campo é necessário para confirmar as estimativas e identificar equipamentos em função de graus de sensibilidade. Populações transitando pelas vias públicas, bem como acréscimos de população relacionados a eventos isolados que possam ocorrer dentro da área de interesse, também devem ser objetos de trabalhos futuros mais aprofundados.

REFERÊNCIAS

- BUENO, M. C. D. (2014). *Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários*. 239f. Tese (Doutorado em Demografia) —UNICAMP.
- DI MAURO, M.; DE BRUIJN, K. M.; MELONI, M. (2012). “Quantitative methods for estimating flood fatalities: towards the introduction of loss-of-life estimation in the assessment of flood risk”. *Natural Hazards* 63, pp.1083-1113.
- DINÉSIO FRANCO ENGENHARIA/GEOTECNIA (2015). *Plano de Segurança, Relatório, Volume IV - Plano de Ação de Emergência – PAE*. P1503-SUDECAP-S-BA-RL-05-GE_r0.
- HILL, P.; KAVANAGH, C.; LANG, S.; NORTHFIELD, S. (2018). “Applications of Simulation Model to Estimate Potential Loss of Life”. In: ICOLD, 26.
- IBGE (2010). *Descrição das variáveis da amostra do Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro.
- IBGE (2016). *Grade Estatística*. Rio de Janeiro.
- MERZ, B.; KREIBICH, H.; SCHWARZE, R.; THIEKEN, A. (2010). “Review article 'Assessment of economic flood damage'”. *NHESS* 10(8), pp. 1697-1724.
- de MOEL, H.; JONGMAN, B.; KREIBICH, H.; MERZ, B.; PENNING-ROUSELL, E.; WARD, P. J. (2015). “Flood risk assessments at different spatial scales”. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20(6), pp. 865-890.
- NUNES, A. D. S. V.; FARIA, L. A. D. (2015). “ATLAS ESCOLAR: da jurisdição à região escolar”. *Revista do Instituto de Ciências Humanas* 10(13), pp. 66-79.
- SILVA, A. F. R.; ELEUTÉRIO, J. C.; NASCIMENTO, N. O.; PALMIER, L. R.. (2020). “Simulação de alerta, evacuação e perdas de vidas associadas à ruptura hipotética da barragem da Lagoa da Pampulha – Belo Horizonte/MG”. In: Encontro Nacional de Desastres, 2. ABRH.