

POTENCIAL DA NUVEM DE PONTOS NA INTEGRAÇÃO GIS/BIM APLICADA À ANÁLISE DE IMPACTOS DE INUNDAÇÕES URBANAS

CAMILA FREITAS DA ROCHA¹; LAURA MARTINS BUENO²; EDUARDO LUCEIRO SANTANA²; RICARDO ALVES RODRIGUES²; SAMUEL BESKOW²; TAMARA LEITZKE CALDEIRA BESKOW³

¹Universidade Federal de Pelotas – camilafrch@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – lmartinsbueno9@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – eduardoluceirosantana@hotmail.com

²Empresa GeoSurvey – ricardo@gstecnologias.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – samuelbeskow@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – tamaraleitzkecaldeira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As inundações estão entre os desastres mais recorrentes ao longo da história, caracterizadas pelo transbordamento das águas dos rios além das planícies de inundação, sua frequência e intensidade têm aumentado devido às transformações antrópicas no ambiente.

No Brasil, entre 1991 e 2024, foram registradas 6.183 inundações, afetando mais de 21,8 milhões de pessoas e causando prejuízos econômicos superiores a R\$ 45 bilhões (MDR, 2025). O Rio Grande do Sul concentra 10,38% dessas ocorrências, sendo o segundo estado mais afetado, com cerca de 1,68 milhão de pessoas impactadas (MDR, 2025). Em 2024, o estado foi duramente atingido por inundações, revelando sua vulnerabilidade. Segundo o IPEA (2024), cerca de 143 mil residências foram afetadas, evidenciando a fragilidade estrutural diante de eventos extremos. Entre os 484 municípios impactados, destaca-se Pedro Osório, localizado na planície do rio Piratini, onde as inundações frequentes causam danos significativos à população e às edificações.

Diante dos impactos significativos provocados por inundações em áreas urbanas, aprimorar sua gestão tornou-se uma prioridade. Uma das abordagens mais promissoras nesse contexto é a integração entre a Modelagem da Informação da Construção (BIM) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que tem se mostrado eficaz na gestão de riscos e desastres urbanos (NAWARI e RAVINDRAN, 2019; SANI e ABDUL, 2018).

Um método que permite facilitar substancialmente esse processo é o escaneamento a laser, tecnologia capaz de gerar nuvens de pontos tridimensionais de alta densidade, permitindo modelar com exatidão superfícies edificadas e naturais (SILVA, 2018; MEDINA, 2012). Estes dados fundamentam a construção de modelos digitais integrados, nos quais informações geométricas e espaciais podem ser analisadas em sinergia. A nuvem de pontos, resultante do escaneamento a laser, agrega precisão geométrica ao modelo, permitindo representar com fidelidade o comportamento da água em relação ao entorno e às estruturas edificadas (SILVA, 2018; MEDINA, 2012).

Assim, ao unir a abrangência territorial do SIG, a riqueza de detalhes construtivos do BIM e a alta precisão da nuvem de pontos, constrói-se um ambiente digital integrado que não apenas representa o cenário atual, mas também projeta situações futuras, subsidiando ações preventivas voltadas à mitigação dos impactos das inundações urbanas (CAO et al., 2023; ZHU et al., 2021).

Este estudo tem como objetivo demonstrar como a incorporação do escaneamento a laser, em conjunto com a integração GIS/BIM, potencializa

análises urbanas e fortalece estratégias de gestão de cidades vulneráveis a inundações, oferecendo subsídios para um planejamento urbano resiliente e orientado por dados, bem como para a gestão de riscos e o planejamento de ações preventivas e emergenciais.

2. METODOLOGIA

O escaneamento a laser foi realizado na Prefeitura Municipal de Pedro Osório (Figura 1), localizada na região central do município homônimo, no estado do Rio Grande do Sul.



Figura 1: Prefeitura Municipal de Pedro Osório/RS

Fonte: Autores, 2025.

Um fator determinante para a seleção do local é a sua inserção em um contexto geográfico de risco, considerando que Pedro Osório está situado na planície de inundação do rio Piratini, região que registra inundações recorrentes.

A escolha dessa edificação como área de estudo deve-se a sua relevância histórica, institucional e a sua vulnerabilidade a eventos hidrológicos extremos. Trata-se de um prédio histórico, que preserva características arquitetônicas significativas e representa um importante patrimônio cultural da cidade. A prefeitura desempenha um papel central na gestão municipal, abrigando setores administrativos e documentos essenciais para o funcionamento da administração pública, podendo ainda servir como ponto estratégico para a instalação de um comitê de crises em situações de desastres.

Utilizou-se o Leica RTC360 um laser scanner terrestre, com precisão nominal de 1,9 mm a 10 metros, capaz de capturar até 2 milhões de pontos por segundo e com alcance máximo de 130 metros (LEICA GEOSYSTEMS, 2025). O equipamento conta com câmera HDR integrada, possibilitando a coleta simultânea de dados geométricos e fotográficos, e tecnologia VIS (*Visual Inertial System*), que automatiza o registro entre estações. Assim sendo, viabiliza-se a análise de cenários hipotéticos, como a elevação do nível da água e a identificação de pontos de acúmulo. Vale destacar que o levantamento e processamento foi realizado em conjunto com a empresa GeoSurvey de forma demonstrativa.

O levantamento foi realizado a partir de 44 estacionadas, posicionadas para assegurar sobreposição mínima de 30% entre as varreduras, facilitando o registro e garantindo a cobertura integral da edificação, incluindo áreas externas e internas. Cada estacionada realizou varreduras de 360°, complementadas por imagens HDR para a colorização da nuvem. O tempo médio de captura por estação foi de 3 a 5 minutos, totalizando 3 horas de trabalho de campo.

Para garantir a precisão posicional e a compatibilidade com sistemas geoespaciais, foram coletados pontos de controle, com tempo de coleta de 5 minutos, ao redor de toda estrutura utilizando receptor RTK GNSS RS2+, que garante alta precisão na coleta de dados de latitude, longitude e altitude.

Os dados foram processados no software Leica Cyclone REGISTER 360 PLUS, que realizou o registro automático das estacionadas e o ajuste fino com base nas sobreposições. As coordenadas obtidas via GNSS foram incorporadas para georreferenciamento do modelo.

O produto disso foi um arquivo no formato RCP que permite importação direta para softwares BIM, nesse caso o Revit onde foi possível iniciar o processo de modelagem detalhada a partir da base georreferenciada e o Recap, software voltado especificamente para a visualização, limpeza e organização de dados provenientes de escaneamento 3D.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O escaneamento a laser da Prefeitura Municipal de Pedro Osório resultou na geração de uma nuvem de pontos tridimensional georreferenciados de alta densidade importadas para o *Autodesk Revit* (Figura 2).

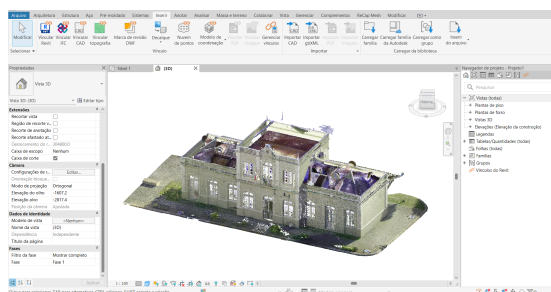


Figura 2: Nuvem de pontos em ambiente BIM

Fonte: Autores, 2025.

Além da integração com o *Revit*, a nuvem de pontos foi explorada no *Autodesk Recap* (Figura 3), onde foi possível navegar livremente pela edificação, realizar medições precisas, excluir pontos e visualizar diferentes ângulos.



Figura 3: Nuvem de pontos no *Autodesk Recap* (a) fachada diagonal (b) fachada frontal (c) ambientes internos

Fonte: Autores, 2025.

A visualização confirmou a elevada precisão do levantamento, possibilitando a identificação de elementos estruturais, assim como de detalhes construtivos. Tal fidelidade geométrica é fundamental para assegurar que análises futuras sejam estruturais, arquitetônicas ou relacionadas à simulação de inundações sejam conduzidas sobre uma base sólida e detalhada.

Diante disso, novas tecnologias aliadas à integração entre GIS e BIM ampliam as possibilidades de aplicação em diferentes contextos, desde o gerenciamento de bancos de dados até a utilização de métodos analíticos e a produção de informações geoespaciais. Essa convergência mostra-se relevante para o enfrentamento de problemas urbanos oferecendo suporte consistente às análises ambientais e ao planejamento territorial (SONG et al., 2017).

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o escaneamento a laser, aliado à integração entre SIG e BIM, torna-se uma ferramenta estratégica para a análise e gestão de áreas urbanas vulneráveis à inundações. A nuvem de pontos obtida a partir do levantamento da Prefeitura Municipal de Pedro Osório possibilitou a geração de modelos tridimensionais de alta precisão, capazes de subsidiar diagnósticos detalhados e simulações de cenários de risco. A combinação entre a abrangência espacial do GIS, o detalhamento construtivo do BIM e a acurácia geométrica do escaneamento a laser evidenciou-se como um caminho promissor para fortalecer o planejamento urbano, apoiar tomadas de decisão e ampliar a resiliência de cidades expostas a eventos hidrológicos extremos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAO, Y.; XU, C.; AZIZ, N. M.; KAMARUZZAMAN, S. N. **BIM–GIS integrated utilization in urban disaster management: the contributions, challenges, and future directions**. Remote Sensing, Basel, v. 15, n. 5, 2023.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **876 mil pessoas foram diretamente atingidas pelas enchentes no Rio Grande do Sul**. Portal de Notícias Ipea, Brasília, 17 jul. 2024. Acessado em 30 jun. 2025. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/15183-876-mil-pessoas-foram-diretamente-atingidas-pelas-enchentes-no-rio-grande-do-sul>.
- MEDINA, A. S. **Uma proposta de metodologia para a extração semiautomática de formas arquitetônicas planas utilizando dados provenientes de laser escaner terrestre**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. **Atlas digital de desastres no Brasil. Brasília, 2023**. Acessado em 16 jun. 2025. Online. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>
- NAWARI, N.; RAVINDRAN, S. **Blockchain and Building Information Modeling (BIM): Review and applications in post-disaster recovery**. Buildings, Basel, v. 9, p. 149, 2019.
- SANI, M.J.; ABDUL RAHMAN, A. **GIS and BIM integration at data level: A review**. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. 42, p. 299-306, 2018.
- SILVA, D. Q. **Viabilidade e acurácia de VANT para o monitoramento costeiro tridimensional**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
- SONG, Y. *et al.* **Trends and opportunities of BIM-GIS integration in the architecture, engineering and construction industry: A review from a spatio-temporal statistical perspective**. ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 6, n. 12, p. 397, 2017.
- ZHU, J.; TAN, Y.; WANG, X.; WU, P. **BIM/GIS integration for web GIS-based bridge management**. Annals of GIS, London, v. 27, n. 1, 2021.