

Interoperability Between Agisoft Metashape and Autodesk Revit Software

Gisele Martins, Giovana Ferreira, Gabriel Pazeti, Simone Helena Tanoue Vizioli

Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU USP)

giselewmartins@usp.br

giovana.fer@usp.br

gabrielp@usp.br

simonehtv@usp.br

Abstract. The 3D digital mapping to create models (Mesh) contributes to the documentation of the architectural heritage, by the accuracy of the details achieved. The documentation through Building Information Modelling (BIM) technologies is a current strategy to digitize the as-built information. Despite the potential for integrated use of these technologies, interoperability between them presents a gap involving complexity and operability in the work process. This research aims to investigate the interface and communication capabilities between Mesh models, generated by photogrammetry, and a BIM model, through the interoperability between Agisoft Metashape and Autodesk Revit software. By analyzing a new format for heritage documentation through digital technologies, using as object of study the façade of the Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP) in São Carlos, the results show that the joint use of technologies does not present great losses of information, unlike the techniques that are currently used.

Keywords: Interoperability, Photogrammetry, Mesh, RPAS, HBIM.

1 Introdução

Este trabalho é parte de um projeto de pesquisa do grupo N.ELAC do Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU USP). Tecnologias inovadoras incorporadas à Arquitetura, se revelam por meio de *softwares* que potencializam o processo projetivo. Aliado às premências da conservação do patrimônio cultural, vive-se hoje um momento de constante desenvolvimento de tecnologias expressado por métodos e técnicas no contexto da cultura digital. Estas, por sua vez, se

mostram capazes de auxiliar no processo de documentação, preservação e gestão patrimonial. Os procedimentos tradicionais ocorrem de forma complexa, envolvendo vários agentes especialistas, em decorrência das características dos objetos a serem registrados, dos diferentes requisitos de qualidade e de resolução. A seleção das tecnologias (*hardware* e *software*), a determinação dos procedimentos, *workflows* apropriados e a constatação de que os produtos finais apresentam semelhança em relação às especificações técnicas, representam dificuldade (Stylianidis; Patias; Quinteiro, 2011).

Encontrou-se nas tecnologias de sensoriamento remoto e varredura uma alternativa para os métodos de levantamento manuais, já que possibilitam reunir grande densidade de informações de forma rápida, compilando com precisão a configuração real dos objetos, contendo suas irregularidades e imperfeições decorrentes do processo construtivo, e as deformações e desgastes decorrentes do ciclo de vida da edificação (Groetelaars; Amorim, 2012). Segundo Simon, 2000, a fotogrametria vem em auxílio da preservação, para preencher a lacuna entre a documentação, planejamento e implementação de novas intervenções na arquitetura, independente da característica conservadora ou inovadora. Os modelos Mesh gerados pela fotogrametria (*Agisoft Metashape*) apresentam riquezas de detalhes e texturas. A partir de métodos de varredura, como a fotogrametria digital, o *DSM (Dense Stereo Matching)* e o *3D Laser Scanning*, é possível extrair informações de maneira rápida e precisa, produzindo a modelagem de nuvens de pontos e modelos *Mesh* por processamento digital utilizando o software *Agisoft Metashape*, por exemplo. Incorpora-se aos recursos da tecnologia o uso de *Remotely Piloted Aircraft System (RPA)*, os popularmente chamados drones, que possuem diversas vantagens por permitirem uma documentação sem perdas de qualidade em regiões de difícil acesso e com extrema velocidade de varredura de áreas extensas como sítios arqueológicos, fachadas e detalhes de objetos (Campos, Cattani, da Silva, 2020).

A produção de documentação por meio de tecnologias como as plataformas *Building Information Modelling (BIM)* mostra-se como uma estratégia atual para digitalizar as informações referentes ao *as-built*. O principal avanço em um modelo *BIM* é a parametrização e a incorporação de informações ao modelo, nível de Informação (*LoI*). Tem-se utilizado modelos *Mesh*, gerados a partir de mapeamento digital 3D, para remodelagem geométrica manual em *softwares* de modelos *BIM*, como o *Autodesk Revit* e esse processo além de moroso, apresenta perdas de informação e representação (Manferdini, Remondino, 2012; Dezen-Kempton et al., 2015; Tang et al., 2010).

Existem no mercado programas capazes de criar um modelo *Mesh* dos mapeamentos tridimensionais, como por exemplo, o *Blender*, *3D Studio Max* e *Sketchup*. A questão é que esses aplicativos impossibilitam a inserção de informações e parametrizações, ou seja, o modelo é somente visual gráfico

3D. Mesh é um conceito para descrever e gerar geometria 3D em um computador; já o BIM é uma tecnologia para produzir informações geométricas, documentação, coordenação, e é capaz de criar modelos Mesh, contudo, produzir geometria é apenas uma parte própria desta tecnologia. Embora o software fotogramétrico e o BIM usem diferentes tipos de tecnologias para desenvolver o Mesh, a abordagem da geometria é diferente.

De acordo com o guia de implementação *BIM* inglês (PAS 1192-2, 2013), modelos *BIM* podem apresentar diferentes níveis de desenvolvimento e os termos encontrados para eles são: *LOD* (nível de desenvolvimento), *LoD* (nível de detalhe gráfico) e *LOI* (nível de informação). O nível de desenvolvimento é o termo mais geral e é menos útil para acordos detalhados e divide-se em *LoD* e *LOI*. Uma família com um nível ou detalhe (*LoD*) baixo, por exemplo, possui uma forma geométrica simples, como um cubo ou cilindro, e não contém nenhum material especificado. O *LOI* é usado para indicar o nível de informação vinculado a uma família, desempenhando um papel importante em um modelo *BIM*. Uma família com um nível muito alto de informações inclui, por exemplo, folhas de dados específicas do fabricante e instruções de manutenção.

Desenvolvimento, Detalhe ou Informação é o quão básico para complexo os modelos BIM são construídos. Podendo variar do nível 100, básico para as 3 categorias até 500, onde o modelo apresenta mais detalhes gráficos e informações. Os três conceitos funcionam juntos e não como uma entidade independente, porém o LOI é o parâmetro que controla se a geometria é uma caixa pura ou mais detalhada, interferindo no LoD e no LOD. A imagem (Figura 1 e 2) apresentada na sequência exemplifica as diferenças entre os três termos.



Figura 1. LOD e LOI. Fonte: SPBIM, 2020.



Figura 2. Nível de Desenvolvimento LOD. Fonte: SPBIM, 2020.

Segundo Groetelaars e Amorim (2012), uma questão importante no emprego do paradigma do *BIM* para representar e gerenciar edificações existentes está relacionada ao modo como as informações geométricas (formas e dimensões) podem ser capturadas e introduzidas em uma ferramenta para a geração do modelo. Apesar dos benefícios apontados na utilização dessas metodologias, Tang et al. (2010) alertam sobre a criação do modelo *BIM* realizado por meio do resultado da digitalização do edifício existente por nuvem de pontos, ainda ser um processo fundamentalmente manual, moroso, de natureza subjetiva e sujeito a erros. Esta integração ainda motiva a necessidade de ferramentas de automação ou, pelo menos, semi-automatizadas de reconhecimento de componentes visando a modelagem.

Ainda em Dezen-Kempton, Soibelman et al., 2015, concluem que os desafios específicos à engenharia reversa diante das abordagens para o reconhecimento dos objetos utilizados para a modelagem *as-built* baseada em tecnologia *BIM*, diante de dados capturados pelas tecnologias de varredura, ainda não tem uma solução.

As dificuldades de operacionalidade dos modelos gerados a partir da fotogrametria e os modelos *BIM*, os quais requerem *hardwares* com maior memória e velocidade ao processarem modelos tridimensionais altamente detalhados está na interoperabilidade entre os mesmos, resultando em alguns casos, em modelos de alta resolução que demandam muita memória no *hardware*. Podemos dizer então que apesar do reconhecimento dos potenciais de utilização integrada dessas tecnologias (fotogrametria e *BIM*), a interoperabilidade entre as mesmas apresenta uma lacuna envolvendo a complexidade e a operacionalidade no processo de trabalho. A relevância desta pesquisa se dá no potencial de inovação tecnológica ao estabelecer relação entre estes métodos computacionais utilizando a exploração na comunicação de dois softwares específicos.

2 Objetivo

Esta pesquisa tem por objetivo analisar as capacidades de interface e comunicação entre modelos *Mesh*, gerados pela fotogrametria, e o modelo *BIM*, mediante a interoperabilidade entre os *softwares Agisoft Metashape* e *Autodesk Revit*, visando viabilizar e agilizar os processos de documentação patrimonial. Para o alcance deste objetivo, adotou-se como objeto de estudo a fachada do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo, (CDCC - USP), em São Carlos.

3 Metodologia

A pesquisa pauta-se na metodologia de investigação por *Design Science Research (DSR)*, que se dedica na identificação de um artefato ou problemática, aplicação de uma hipótese; avaliação e análise da mesma; conclusão e aprendizagem com o processo realizado. (Voordijk, 2009; Dresch, Lacerda & Antunes, 2015).

Localizado na cidade de São Carlos (SP/Brasil), o CDCC foi construído pela *Società Dante Alighieri* e inaugurado em 1908. A edificação é caracterizada pelo estilo eclético paulista que marcou a região no final do século XIX e início do século XX pela influência italiana, o estilo eclético é caracterizado pela mescla dos estilos gótico, neoclássico e *art nouveau*. O edifício foi adquirido em 1985 pela Universidade de São Paulo, concretizando a importante ligação entre a Universidade e a Comunidade facilitando o acesso da população aos meios e aos resultados da produção científica e cultural da Universidade (Esposito, Ippolito, Vizioli & Botasso, 2020; Conceição, 2020). Diante deste contexto, o CDCC foi selecionado como objeto de estudo para a aplicação da hipótese da pesquisa.

Os procedimentos metodológicos aqui apresentados referem-se à pesquisa de exploração das potencialidades da interoperabilidade entre o *software* de criação de nuvens de pontos, Agisoft Metashape, e o *software BIM*, Autodesk Revit. Para a fachada, foi planejada a captura e processamento de uma parte delimitada, abrangendo os arcos e a entrada principal do edifício. A tomada fotográfica foi realizada utilizando uma câmera fotográfica Nikon D3100 de lente DX SVM VR Aspherical 0.28m e foram obtidas 68 fotografias com grande sobreposição das áreas capturadas a fim de facilitar o reconhecimento do objeto a partir da técnica *DSM*.

Com a utilização do RPA, (Mavic 2 PRO da DJI com câmera Hasselblad L1D-20c. A L1D-20c), foi possível realizar a captura de fotos do coroamento do módulo central do edifício. Ao todo foram realizadas quatro missões com um total de 199 imagens, a fim de alcançar uma melhor resolução e uma

sobreposição adequada para o reconhecimento e triangulação dos pontos para a formação do modelo no *software Agisoft Metashape*, possibilitando um modelo verossímil da geometria e textura do ornamento.

Como já citado, a principal diferença entre maquetes virtuais tridimensionais e um modelo *BIM* é justamente a possibilidade de inserção da informação contida no *BIM*. Essas informações podem ser: tipos de componentes, materialidade, época e fases da construção, garantias do produto e outras características. Pensar além do nível de desenvolvimento sozinho impedirá que dados (gráficos ou informativos) sejam adicionados desnecessariamente ao modelo. Por exemplo, pode ser bastante útil para um projeto no qual o *LOD500* (em conexão com a manutenção) é solicitado, por exemplo, para sugerir a modelagem do nível ou detalhe em um nível inferior ao nível da informação. Por meio da conjunção das modelagens de nuvem de pontos e *BIM*, utilizando um modelo criado a partir da varredura digital 3D, de maneira pragmática, deduz-se que o mesmo não apresente grandes perdas da informação gráfica, se inserido na caixa dos parâmetros de informação (*LOI*) do modelo *BIM* no *Revit*. Contribuindo assim, para uma melhor solução de utilização dos modelos, destacando o ganho dos patrimônios culturais. Abaixo apresenta-se um diagrama (Figura 2) exemplificando a hipótese da pesquisa:

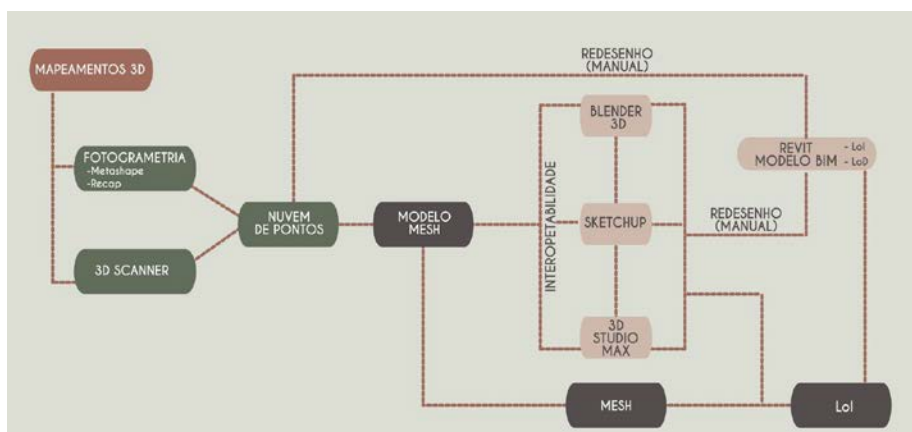


Figura 3. Diagrama da hipótese da pesquisa. Fonte: autores, 2021.

De acordo com a Figura 1, os balões em verde escuro caracterizam métodos de varredura de mapeamento 3D, em rosa estão os *softwares* para criação e edição de modelos *Mesh* e também o *Revit*, *software* utilizado para desenvolvimento de modelos *BIM*. Conforme indicado na parte superior do diagrama, o processo utilizado atualmente acontece de forma manual para interação e interoperabilidade entre os modelos com o redesenho a partir da nuvem de pontos ou *Mesh* dentro do *software Revit*. Esse método apresenta perda de informações gráficas e precisas, pois é muito difícil representar determinados detalhes, texturas, além do tempo e trabalho dobrado. Os balões

em cinza escuro trazem a hipótese da utilização do modelo *Mesh* gerado a partir da fotogrametria e inserido na caixa de parametrização e informação do modelo *BIM* já estabelecido, não necessitando de níveis gráficos (*LOD*) muito detalhados.

A partir do processo descrito acima obteve-se o modelo *Mesh* esperado por meio da tecnologia da fotogrametria, e então foi viável a exportação pelo próprio software *Metashape* do arquivo com extensão PDF 3D. Arquivos nesse formato propiciam a visualização de um modelo 3D em um formato PDF, no qual é plausível rotacionar e alterar o zoom do modelo. O PDF 3D é uma extensão que pode ser visualizada em leitores de PDF específicos que possuem tal função. Desta forma foi explorada a utilização da extensão FBX, que pode ser aberta em um visualizador 3D gratuito do Windows ou em sites leitores de arquivos 3D, possibilitando o mesmo efeito visual do PDF3D.

A Figura 3 apresenta um detalhe da fachada do imóvel reproduzido no *LoD* do modelo BIM do Revit e o acesso para o link do FBX dentro do *LoI* do modelo.

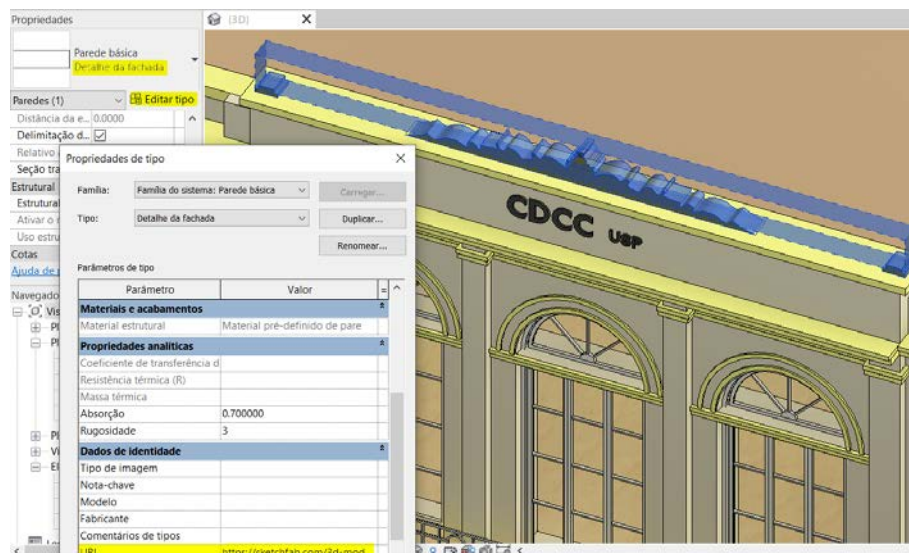


Figura 4. Detalhe da fachada no *LoD* e link do FBX no *LoI*. Fonte: autores, 2021.

A Figura 4 traz o processo desenvolvido e explorado como hipótese da pesquisa incorporada ao diagrama apresentado na Figura 2.

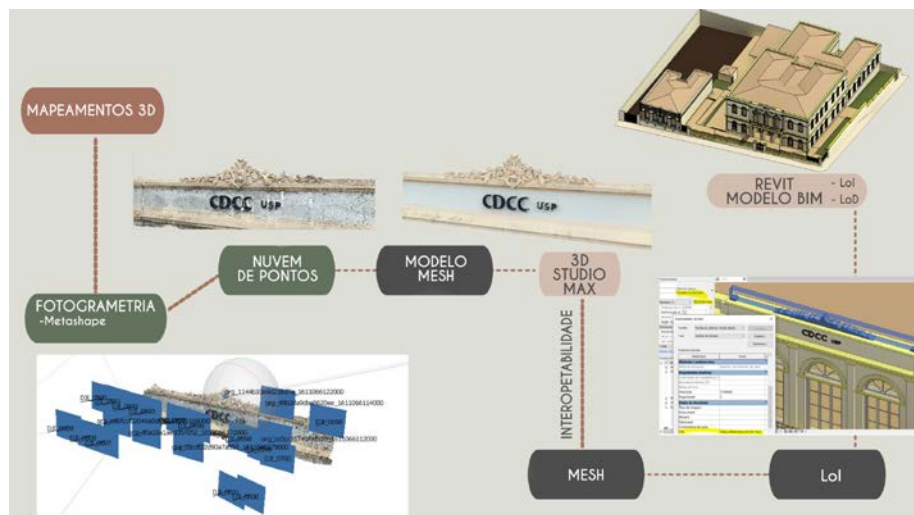


Figura 5. Desenvolvimento proposto na pesquisa .Fonte: autores, 2021.

4 Resultados e Discussão

A utilização conjunta das duas tecnologias permite uma documentação em níveis de detalhamentos superiores às atuais documentações. O modelo *BIM* é limitado quanto ao desenho preciso de ornamentos complexos, além de exigir boas configurações de *hardware*, contudo com o uso da fotogrametria, torna-se possível com a inserção das informações construtivas do patrimônio e de detalhamentos complexos dos ornamentos e texturas verossímeis dentro do nível de informação (*LoI*) do *Revit* contornando o uso de *hardwares* custosos. De acordo com o quadro 1 apresentado na sequência foi possível verificar as diferentes representações gráficas nos modelos.

	DETALHE ORNAMENTO	FACHADA
Modelo BIM		



Quadro 1. Comparação entre os modelos BIM, a nuvem de pontos e o resultado final em PDF 3D gerado a partir do FBX. Fonte: autores, 2021.

O quadro 2 apresenta as vantagens e desvantagens do uso do procedimento de interoperabilidade utilizado atualmente de forma manual e o processo proposto na pesquisa:

PROCESSO UTILIZADO ATUALMENTE		PROCESSO PROPOSTO NA PESQUISA	
Modelo <i>BIM</i> produzido manualmente a partir do <i>Mesh</i> gerado por meio da fotogrametria		Modelo <i>BIM</i> com modelos <i>Mesh</i> gerados por meio fotogrametria em <i>LOI</i> e <i>LoD</i>	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Fidelidade gráfica dos modelos <i>BIM</i> em relação ao real	Dificuldade em extrair textura e detalhes	Visualização de texturas e detalhes	Menor nível de detalhes gráficos no modelo BIM
	Processo moroso e manual	Inserção direta do modelo <i>Mesh</i> (sem redesenho)	Não possui o modelo gráfico BIM total detalhado e com textura real
	Tamanho do arquivo	Arquivo mais leve	

		Associar detalhes reais às informações do modelo (LOI)	
		Compreensão detalhada e verossímil	

Quadro 2. Comparação entre os processos. Fonte: autores, 2021.

5 Conclusão

Os resultados consistiram em vincular informações tridimensionais (modelos *Mesh* em extensão PDF 3D) aos modelos *BIM*, por meio da inserção no nível de informação *LOI* de uma modelagem *BIM* no *Revit*. Pode-se dizer que o *LOI* do modelo *BIM* do *Revit* ganhou um alto nível e o modelo *Mesh* gerado a partir da fotogrametria contribuiu com mais informações e detalhes gráficos. Sendo assim, o tempo e esforço para a modelagem gráfica do modelo *BIM* no campo do *LOD* foi menor e não necessitou de tantos detalhes gráficos. Por meio da conjunção das modelagens, de maneira pragmática, constata-se que o processo não apresenta grandes perdas da informação.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Pesquisa, de Ensino e de Extensão pela concessão de bolsas PUBs; ao IAU.USP pela infraestrutura e apoio; ao N.ELAC pelos equipamentos; à CPG (Comissão de Pós-Graduação) pelo auxílio financeiro para inscrição no evento científico; à equipe de design computacional; à Diretoria do CDCC, Profa. Salete Linhares Queiroz e Profa. Nelma Regina Segnini Bossolan, pelo trabalho conjunto; à Mayara Capistrano Costa Fook, que forneceu o modelo BIM; e à FAPESP, projeto no. 2018/18958-0.

Referências

Campos, S., Cattani, A., & Silva, F. (2020). Geração de conteúdo em realidade aumentada com o uso de drones na digitalização 3D por fotogrametria, caso da igreja do desterro em são luís maranhão, Brasil. In G. Nunez & G. Oliveira (Orgs.). *Design em pesquisa* (vol 3, pp. 534-545). Marcavizual.

- Conceição, C. (2020). Società Dante Alighieri: um estudo de caso sobre o associativismo étnico italiano em São Carlos/SP – 1902 a 1938. Universidade Federal de São Carlos.
- Dezen-Kempter, E., Soibelman, L., Chen, M., & Müller, A.V. (2015). Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>
- Dresch, A., Lacerda, D., & Antunes, J. (2015). *Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia*. Bookman.
- Esposito A. Ippolito, A. Vizioli, S. Botasso, G (2020). Italian's architecture from São Paulo state. In Biennale del restauro architettonico e urbano.
- Groetelaars, N. J.; Amorim, A. L. (2012). Um panorama sobre o uso de nuvens de pontos para criação de modelos BIM. In: Seminário Nacional de Documentação do Patrimônio Arquitetônico com o uso de tecnologias digitais, 2. Anais... Belém: UFPA, 2012.
- Manferdini, A.M., And Remondino, F. (2012). A Review of Reality-Based 3D Model Generation, Segmentation and Web-Based Visualization Methods. *International Journal of Heritage in the Digital Era* (vol. 1, pp.103–123).
- PAS 1192-2:2013 - (2013). Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. Standard. The British Standards Institute.
- Simon, L.M. - Documentação e monitoramento de sítios urbanos históricos com apoio do cadastro técnico multifinalitário e da fotogrametria digital – Estudo de Caso: Laguna. 2000 - repositório.ufsc.br, Acesso em: 26 set. 2018.
- Stylianidis, E., Patias, P., Santana Quintero, M., (2011). CIPA Heritage documentation - best practices and applications. CIPA. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/cddb/9d9dec8d69cc25668f01c7d2c0f910220477.pdf> Acesso em: 26 Set. 2018
- Voordijk, H (2009). Construction management and economics: The epistemology of a multidisciplinary design science. *Construction management and economics*, v. 27, Taylor & Francis, p. 713-720.
- Tang, P.; Huber, D.; Akinci, B.; Lipman, R.; Lytle, A., (2010). Automatic reconstruction of as-built building information models from laser-scanned point clouds: A review of related techniques. *Automation in Construction*, v. 19, n. 7, p. 829-843. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.06.007.
- SPBIM Arquitetura Digital. (2020). <https://spbim.com.br/o-que-e-lod/>