Verificação automática de projectos: para além da desmaterialização de processos

João Poças Martins

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

# Resumo

A verificação automática de projectos é um objectivo ambicioso para a tecnologia BIM, sendo previsível um desenvolvimento significativo nesta área ao longo da próxima década [1, 2]. Com efeito, regista-se um interesse crescente neste tema, em particular nos últimos cinco anos e com maior ênfase na área específica da verificação automática para validação da conformidade regulamentar de modelos [3].

Embora a verificação automática surja frequentemente associada ao processo de licenciamento de projectos, deve ser entendida também como uma ferramenta poderosa à disposição dos projectistas, desde as primeiras fases de projecto.

Embora subsistam ainda obstáculos críticos à sua implementação efectiva, a verificação automática de projectos e modelos deverá ser uma função cada vez mais integrada nas ferramentas e plataformas BIM à disposição dos profissionais do sector da construção.

# Licenciamento automático de projectos

O licenciamento automático de projectos é associado ao BIM desde os primeiros anos de vida desta tecnologia. Regista-se um número relevante de iniciativas nesta área a nível internacional [4] com destaque para o projecto CORENET em Singapura que permite a submissão e verificação automática de projectos de edifícios [5].

O projecto para licenciamento é, por norma, a primeira entrega formal de documentos efectuada para o exterior do grupo formado pelas partes envolvidas nas primeiras fases do processo construtivo. Até esta fase, a generalidade dos documentos é trocada entre projectistas e dono de obra, com um nível de desenvolvimento e um grau de formalismo relativamente diminutos. A existência de regras de representação formais reduz a variabilidade dos conteúdos e respectivos formatos apresentados para licenciamento. Este elevado grau de formalismo, característico do projecto para licenciamento (ver Fig. 1), torna este processo particularmente apto para ser automatizado [6].



Fig. 1 - Produção de informação e sua formalização ao longo das fases de projecto [6]

Para além das vantagens associadas à desmaterialização e à maior celeridade de processos, bem como à clarificação de responsabilidades, o licenciamento automático pode ser visto como uma oportunidade para promover a utilização de BIM e de regras de modelação formais. Com efeito, ao proporcionar vantagens imediatas aos intervenientes que voluntariamente adoptarem o BIM para efeitos de licenciamento, as entidades públicas estarão simultaneamente a especificar formatos de entrega para modelos BIM, que poderão ser adoptadas também em obras privadas.

Sublinha-se a importância de garantir que a adopção de processos administrativos com base em BIM não exclua os profissionais do sector que optem por não utilizar esta tecnologia. Com efeito, embora a directiva europeia 2014/24/UE para a contratação pública inclua já uma referência à possibilidade de “*os Estados-Membros [poderem] exigir a utilização de instrumentos electrónicos específicos, tais como instrumentos de modelização electrónica de dados de construção ou similares*” em contratos de empreitada de obras públicas e concursos de concepção, prevê igualmente que possam ser utilizados meios alternativos “*enquanto esses instrumentos não estiverem geralmente disponíveis*”.

Apesar das vantagens apontadas ao processo de licenciamento automático como instrumento de promoção do BIM, importa referir os obstáculos que inviabilizam a sua adopção a curto prazo. Um processo de verificação regulamentar bem sucedido depende de três pilares essenciais, ainda insuficientemente desenvolvidos para o efeito: (1) regulamentos, (2) tecnologia e (3) modelos.

1. Os regulamentos existentes para a construção, nos seus vários domínios, não se encontram preparados para servirem de base a processos de verificação automática. Assim, qualquer processo deste tipo deve ser precedido por uma avaliação do regulamento cujo cumprimento se pretende validar. Durante este processo é possível distinguir as disposições regulamentares nos seguintes grupos: (i) as que são susceptíveis de verificação conforme estão redigidas, (ii) as que não podem ser verificadas de uma forma objectiva por dependerem da validação de parâmetros qualitativos (como "perto de", "local de fácil acesso", etc.) e (iii) as que não constituem proposições lógicas, pelo que a sua validação não é possível nem relevante (é o caso das disposições onde são definidos conceitos). Embora uma disposição possa ser alvo de verificação, pode não ser viável fazê-lo pelo facto de exigir um modelo com um nível de desenvolvimento (LOD, ou *Level of Development*) considerado excessivo. Ilustra-se na Fig. 2, de forma esquemática, o acréscimo no esforço de modelação resultante de um aumento do nível de desenvolvimento. Assim, ainda que seja tecnicamente possível validar uma determinada disposição regulamentar de forma automática, isto poderá resultar na substituição de um problema - um problema da entidade responsável pelo licenciamento - por um outro mais significativo - para o projectista - pelo que o impacto global líquido da automatização do processo tenderá a ser negativo. É possível encontrar na literatura exemplos de avaliações efectuadas a regulamentos nacionais na área das instalações prediais de abastecimento de água [6, 7] e das acessibilidades [8].



Fig. 2 - Relação entre o Nível de Desenvolvimento de um modelo e o esforço de modelação requerido [9]

1. O software e o hardware devem ser compatíveis com a operação de verificação a efectuar. A capacidade dos computadores actuais é adequada ao processamento da informação associada à generalidade dos modelos de edifícios de dimensão corrente - nomeadamente modelos de LOD 300 ou inferior - podendo surgir dificuldades e demoras na avaliação de modelos de grandes dimensões. Já no que diz respeito ao software, as aplicações disponíveis apresentam limitações de âmbito - ao serem aplicáveis apenas a um domínio específico [10] - ou por não permitirem uma edição livre das regras a verificar (como sucede com as aplicações Solibri Model Checker [11] ou ePlanCheck, por exemplo).
2. Foi referida anteriormente a importância de adequar a natureza dos modelos BIM à tarefa de verificação a efectuar. Para além das questões relacionadas com os requisitos de modelação (incluindo o nível de desenvolvimento do modelo), é ainda importante garantir a validade semântica e sintática do modelo [12] de modo a assegurar que as entidades e relações que o compõem tenham o significado pretendido. Erros no desenvolvimento de um modelo, ainda que não detectáveis visualmente na aplicação de modelação, podem resultar na sua interpretação indevida por parte do software de verificação automática. A obtenção de modelos válidos depende do estabelecimento de regras de modelação BIM, decorrendo actualmente esforços de normalização a nível nacional e internacional para o efeito.

# Verificação automática durante a elaboração do projecto

Para além dos processos de licenciamento, as rotinas de verificação automática podem contribuir para o desenvolvimento do projecto ao validar as opções dos projectistas, verificando o seu impacto no que diz respeito ao cumprimento de regulamentos ou no desempenho do edifício projectado. Assim, o software de verificação torna-se num sistema pericial que apoia a decisão dos projectistas, avaliando o impacto das suas opções de projecto.

Ao contrário da verificação automática para efeitos de licenciamento, um processo deste tipo não tem consequências legais – é meramente informativo, acompanhando o desenvolvimento do projecto, em particular nas suas fases iniciais. Assim, será admissível a sua aplicação a processos de verificação parcial do regulamento, isto é, a apenas algumas das suas disposições.

Para além de verificações de conformidade regulamentar, é possível, por exemplo, automatizar a aplicação de metodologias de avaliação da qualidade de projectos [11].

As aplicações de modelação BIM actuais não dispõem de rotinas de verificação automática, pelo que é utilizado para o efeito software específico, como o Solibri Model Checker. Este processo não pode ser considerado óptimo, encerrando desafios e limitações relevantes:

1. Um desafio a considerar prende-se com a questão da interoperabilidade. O conceito de interoperabilidade é inerente à metodologia BIM uma vez que esta não se confina à utilização de um único software, ou família de softwares. Assim, torna-se necessário estabelecer um conjunto de formatos padrão que suportem a troca de informação entre as aplicações utilizadas. É possível, por exemplo, utilizar o formato IFC (*Industry Foundation Classes*) para trocar modelos entre as aplicações de modelação e as de verificação automática, ou o formato BCF (*BIM Collaboration Format*) para suportar a troca de mensagens, com contexto BIM associado, entre os utilizadores de cada uma destas aplicações. Estes formatos mantêm-se em evolução contínua, não sendo ainda integralmente compatíveis com os modelos nativos de cada aplicação de modelação, exigindo-se aos modeladores o respeito por regras de modelação ainda por estabelecer.
2. Uma limitação importante é a falta de flexibilidade dos programas de verificação actualmente disponíveis, que dificulta a sua aplicação para além dos regulamentos para os quais foram desenvolvidos. O Solibri Model Checker, por exemplo, contém definições de regras correspondentes a regulamentos de diferentes países (não incluindo Portugal). As regras são paramétricas, podendo ser modificadas tendo em conta as disposições a verificar. Ainda assim, as regras não podem ser criadas livremente uma vez que não existe acesso aberto à API (*Application Program Interface*) necessária, pelo que nem sempre é possível definir as condições desejadas.

Uma solução alternativa, que permitiria contornar as questões expostas anteriormente, passa pelo desenvolvimento de *plug-ins* que seriam acedidos a partir da interface do software de modelação. Seria assim possível verificar o impacto de decisões de projecto em tempo real, tendo em conta disposições aplicáveis localmente e que seriam disponibilizadas com recurso a serviços *Web* [1].

# Conclusões

A verificação automática de projectos não se esgota na área do licenciamento automático. Apesar das limitações tecnológicas actuais, é de esperar que nos próximos anos se venha assistir à integração de rotinas de verificação no software de modelação BIM. Esta evolução permitirá ao projetista avaliar em tempo real o impacto das suas decisões no desempenho do projecto e na sua conformidade com os regulamentos aplicáveis.

Assim, mais do que agentes de uma evolução no sentido da desmaterialização de processos administrativos, as aplicações de verificação automática de modelos BIM podem ser vistas como sistemas periciais (*expert systems*) para os projectistas, permitindo-lhes uma visão multidisciplinar, informada e detalhada sobre as consequências das suas decisões de projecto.

# Referências bibliográficas

[1] C. M. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, and K. Liston, *BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2011.

[2] J. P. Poças Martins and V. Abrantes, "Automated code-checking as a driver of BIM adoption," *Int. Journal for Housing Science and its Applications,* vol. 34, pp. 287-295, 2010

[3] M. Yalcinkaya and V. Singh, "Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis," *Automation in Construction,* vol. 59, pp. 68-80, 11// 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.012>.

[4] C. Eastman, J.-m. Lee, Y.-s. Jeong, and J.-k. Lee, "Automatic rule-based checking of building designs," *Automation in Construction,* vol. 18, pp. 1011-1033, 2009. doi: DOI: 10.1016/j.autcon.2009.07.002.

[5] buildingSMART, "The CORENET project in Singapore," *buildingSMART Case Studies,* 2006

[6] J. P. Poças Martins, "Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção - Aplicação ao Licenciamento Automático de Projectos," PhD Thesis, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009.

[7] A. Monteiro, "Avaliação da aplicabilidade do modelo IFC ao licenciamento automático de projectos de redes de distribuição predial de água," Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2010.

[8] J. Rodrigues, "Utilização de Modelos BIM para a Verificação Automática de Projetos - Plano de Acessibilidades," Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2015.

[9] J. S. Silva, "Princípios para o Desenvolvimento de Projetos com Recurso a Ferramentas BIM," Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2013.

[10] J. P. Poças Martins and A. Monteiro, "LicA: a BIM based automated code-checking application for water distribution systems," *Automation in Construction,* vol. 29, pp. 12-23, January 2013. doi: 10.1016/j.autcon.2012.08.008.

[11] R. Moço, "Verificação Automática de Modelos com Recurso a Ferramentas BIM - Aplicação à Avaliação de Qualidade de Projetos de Edifícios de Habitação," Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2015.

[12] Y.-C. Lee, C. M. Eastman, and J.-K. Lee, "Validations for ensuring the interoperability of data exchange of a building information model," *Automation in Construction,* vol. 58, pp. 176-195, 2015