

RHAM: REPRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS TRADI- CIONAIS DO ALGARVE EM OPENBIM

Nuno Rio⁽¹⁾, Filipe Coutinho Quaresma⁽²⁾

(1) Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa, Terr.A.ID - Centro de Investigação em Território, Arquitetura e Ambiente, Lisboa e Instituto Superior Manuel Teixeira Gomes, CITAI_DATA - Centro de Inteligência Aplicada, Portimão, ID ORCID 0000-0002-3065-8036

(2) Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa, Terr.A.ID - Centro de Investigação em Território, Arquitetura e Ambiente, Lisboa, ID ORCID 0000-0003-3196-4200

Resumo

Partindo do caso da construção tradicional do Barlavento do Algarve enquanto exemplo de um contexto de construção tradicional em que as principais barreiras à adoção do BIM são principalmente as humanas, culturais e organizacionais, refletindo desigualdades na literacia digital e dificuldades na integração de conhecimento tradicional em processos computacionais. Este artigo apresenta um conjunto de modelos BIM orientados ao conhecimento vernacular. Desenvolvidos no âmbito do projeto de investigação RHAM (Rural Habitat Algarve Model), que privilegia a investigação em projeto com base no desenvolvimento de modelação baseada em processos paramétricos simples, regras geométricas simplificadas e fluxos de trabalho simplificados e acessíveis. Este artigo apresenta o resultado em ambiente BIM de um conjunto de modelos paramétricos desenvolvidos especificamente para paredes de taipa, adobes, pavimentos cerâmicos e coberturas tradicionais, demonstrando que um conjunto reduzido de parâmetros é suficiente para traduzir com rigor as lógicas construtivas locais e apoiar a documentação, a comunicação interdisciplinar e a prática de projeto. Os resultados mostram que esta abordagem permite ampliar o uso do BIM, contribuindo para o reforço da colaboração entre todos os intervenientes durante todas as fases do ciclo de vida de uma construção tradicional garantindo fluxos de trabalho digitais colaborativos alinhados com a filosofia openBIM.

1. Introdução

A crescente digitalização dos processos de projeto, construção e gestão tem vindo a transformar e ampliar a prática da arquitetura, introduzindo novas metodologias de representação, coordenação e partilha de informação. No entanto, este avanço tecnológico tem sido acompanhado por um progressivo afastamento entre as ferramentas digitais e os saberes construtivos tradicionais, particularmente em territórios onde técnicas vernaculares como a taipa, o adobe, os rebocos de cal ou as coberturas de telhados tradicionais continuam a constituir um património arquitetónico ativo e operacional. Este desfazamento manifesta-se não apenas ao nível tecnológico, mas sobretudo ao nível humano, cultural e organizacional, refletindo

desigualdades na literacia digital e dificuldades na integração do conhecimento construtivo tradicional em metodologias de projeto contemporâneas.

A literatura tem vindo a demonstrar que as principais barreiras à adoção do Building Information Modelling (BIM) não são, na maioria dos casos, de natureza tecnológica, mas antes relacionadas com pessoas, processos e culturas organizacionais. Em contextos de baixa maturidade digital, como é frequentemente o caso da construção tradicional, da reabilitação e da intervenção em património edificado, a utilização de ferramentas BIM excessivamente complexas tende a acentuar exclusões, em vez de promover colaboração. Torna-se, por isso, necessário ampliar o modo como a informação da construção é representada e estruturada em ambiente digital, privilegiando abordagens que valorizem a clareza, a legibilidade e a acessibilidade como princípios fundamentais da implementação BIM.

Neste enquadramento, o presente artigo propõe uma abordagem metodológica designada por BIM orientado ao conhecimento vernacular, desenvolvida no âmbito do projeto de investigação RHAM — Rural Habitat Algarve Model [1], [2]. Em vez de recorrer a sistemas computacionais sofisticados ou altamente automatizados, a investigação centra-se na utilização de desenho paramétrico simples, regras geométricas explícitas e fluxos de trabalho acessíveis, capazes de traduzir as lógicas construtivas tradicionais do Barlavento do Algarve (Figura 1) para o ambiente BIM. O objetivo não é substituir o saber artesanal, mas antes apoiar a sua documentação, transmissão e aplicação nas práticas de projeto de arquitetura contemporâneas.



Figura 1: Construção tradicional do Barlavento do Algarve. Casa na localidade de Maria Vinagre, Concelho de Aljezur. Imagem do Ano de 1955, proveniente de I.A.R.P. Fonte: OA PIX, Cód Ref. PT-AO-IARP-FAR-AJZ00-011.

O artigo apresenta um conjunto de modelos BIM desenvolvidos especificamente para técnicas construtivas tradicionais do Algarve, incluindo paredes de taipa, paredes de adobe, rebocos de cal, pavimentos cerâmicos e sistemas de cobertura com telha cerâmica tradicional [3], [4]. Através da utilização de formatos abertos e de fluxos de trabalho alinhados com a filosofia openBIM, demonstra-se que um conjunto reduzido de parâmetros é suficiente para representar com rigor as lógicas construtivas locais, apoiar o projeto de arquitetura, facilitar a documentação construtiva e reforçar a comunicação interdisciplinar entre diferentes intervenientes.

O contributo específico deste artigo consiste em demonstrar que a simplificação intencional dos processos computacionais, quando orientada pelo conhecimento vernacular, permite aproximar o BIM da prática arquitetónica real, promovendo a sua utilização em contextos de construção tradicional e reforçando o seu papel enquanto metodologia colaborativa no âmbito do projeto de arquitetura.

2. Revisão da Literatura

2.1 Desafios da adoção do BIM em contextos de baixa maturidade digital

A adoção do Building Information Modelling tem sido amplamente reconhecida como um fator determinante para a transformação digital do setor da construção. Contudo, diversos estudos demonstram que a implementação do BIM enfrenta obstáculos significativos que vão muito além das limitações tecnológicas. Em particular, a literatura identifica de forma consistente que as principais barreiras à adoção do BIM são de natureza humana, cultural e organizacional, refletindo resistências à mudança, lacunas de formação e dificuldades na adaptação de práticas consolidadas a novos paradigmas digitais.

Moradi e Sormunen (2023) [5] sublinham que a maioria dos desafios críticos associados ao BIM está direta ou indiretamente relacionada com as pessoas, destacando a necessidade de abordagens que considerem os diferentes níveis de literacia digital dos intervenientes. De forma semelhante, Salah et al. (2024) [6] referem, no âmbito dos desafios de implementação a fragmentação dos processos, a dificuldade de interoperabilidade e os custos associados à implementação como fatores que limitam a disseminação do BIM.

Estes constrangimentos tornam-se particularmente evidentes em contextos de reabilitação e arquitetura vernacular, onde o conhecimento construtivo é frequentemente transmitido de forma oral fundamentado pela experiência da prática especialmente em contextos onde predominam pequenas equipas e práticas construtivas tradicionais. Nestes casos, a introdução de ferramentas BIM excessivamente complexas pode agravar o afastamento entre o digital e a prática construtiva real, reforçando a necessidade de metodologias que privilegiem a clareza, a simplicidade e a acessibilidade como princípios fundamentais da implementação BIM.

2.2 Desenho paramétrico como instrumento de sistematização do conhecimento construtivo

O desenho paramétrico tem sido reconhecido como um meio eficaz para estruturar e formalizar princípios construtivos através de regras explícitas e relações geométricas controladas. Em vez de se limitar à geração formal, a parametrização pode funcionar como um mecanismo de tradução do conhecimento construtivo, permitindo converter saberes em estruturas digitais interpretáveis e reprodutíveis.

Mao et al. (2024) [7] demonstram que a utilização de parâmetros simples permite codificar princípios construtivos tradicionais, tornando explícitas relações que, de outro modo, permaneceriam implícitas na prática artesanal. No mesmo sentido, Liberotti e Gusella (2023) [8] evidenciam que um número reduzido de parâmetros pode ser suficiente para gerar modelos geométricos complexos em contextos de restauro de património, reforçando a pertinência de abordagens paramétricas simples e orientadas ao processo construtivo.

No domínio da arquitetura tradicional, esta capacidade de sistematização assume particular relevância, uma vez que permite documentar e transmitir conhecimento acerca do processo construtivo sem o descontextualizar. Ao privilegiar regras claras, legíveis e diretamente

associadas às técnicas construtivas, o desenho paramétrico torna-se um instrumento de apoio ao projeto de arquitetura, capaz de articular tradição e contemporaneidade no ambiente digital.

2.3 openBIM e interoperabilidade como suporte à colaboração

A interoperabilidade constitui um dos pilares centrais da metodologia BIM, sendo particularmente relevante em contextos caracterizados pela diversidade de intervenientes, ferramentas e níveis de maturidade digital. A abordagem openBIM, promovida pela buildingSMART, tem sido amplamente reconhecida como um enquadramento fundamental para garantir a troca consistente e durável de informação ao longo do ciclo de vida da construção, através da utilização de formatos abertos e independentes de plataformas proprietárias.

Jiang et al. (2019) [9] identificam o openBIM como uma solução estruturante para a interoperabilidade da informação na indústria da arquitetura, engenharia e construção, ao permitir a integração de dados entre diferentes sistemas e ao promover transparência, colaboração e consistência informativa. Esta perspetiva revela-se especialmente pertinente em contextos vernaculares e patrimoniais, onde coexistem arquitetos, técnicos e construtores com diferentes práticas e competências digitais.

De forma complementar, Muchla e Stefańska (2025) [10] demonstram que a adoção de standards openBIM, como o formato IFC e outros componentes do ecossistema buildingSMART, contribui para melhorar a eficiência dos processos colaborativos e reduzir erros associados à fragmentação da informação. Ao estabelecer uma linguagem comum entre técnicos e especialidades, o openBIM reforça a viabilidade prática do BIM enquanto metodologia inclusiva, capaz de apoiar o projeto de arquitetura, a documentação da construção e a comunicação interdisciplinar.

Neste enquadramento, a utilização de fluxos de trabalho baseados em formatos abertos assume particular relevância para a representação de técnicas de construção tradicional, permitindo que o conhecimento vernacular seja partilhado, interpretado e reutilizado em ambientes digitais diversos, sem dependência excessiva de software específico.

3. Metodologia

3.1 Enquadramento metodológico e caso de estudo RHAM

A metodologia adotada neste trabalho insere-se no âmbito da investigação aplicada em projeto de arquitetura, articulando representação digital, desenho paramétrico e metodologias BIM com o estudo das técnicas construtivas tradicionais do Barlavento Algarvio. O caso de estudo corresponde ao projeto RHAM — Rural Habitat Algarve Model [1], [2], desenvolvido com o objetivo de explorar formas acessíveis de tradução do conhecimento vernacular para ambientes digitais, sem recorrer a sistemas computacionais complexos ou excessivamente automatizados. O RHAM assume como princípio central a simplificação intencional dos processos digitais, privilegiando regras geométricas claras, parametrização leve e uma estrutura de informação orientada ao processo construtivo. Esta opção metodológica responde diretamente aos desafios identificados na literatura relativamente à adoção do BIM em contextos de baixa maturidade digital, procurando criar modelos compreensíveis e utilizáveis por diferentes perfis profissionais, desde arquitetos a técnicos e construtores.

O foco territorial no Barlavento do Algarve permite trabalhar com um conjunto coerente de técnicas construtivas tradicionais, documentadas na literatura e ainda presentes no dia a dia da

prática de construção regional, servindo como base para a construção de modelos digitais que articulam tradição e contemporaneidade digital.

3.2 Modelação paramétrica das técnicas construtivas tradicionais



Figura 2: Modelo BIM constituído por paredes de taipa e estrutura de cobertura tipo duas águas. Modelado em Revit.

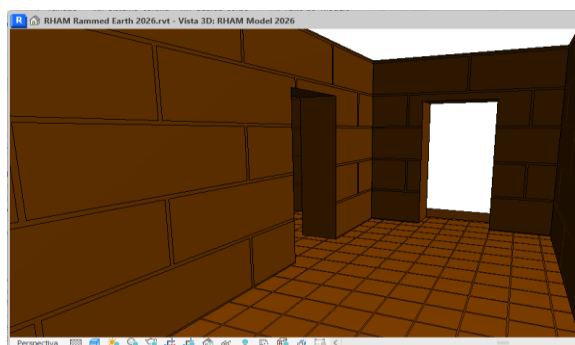


Figura 3: Contexto interior de paredes meirais de taipa e detalhe de transição para pavimento cerâmico. Modelado em Revit

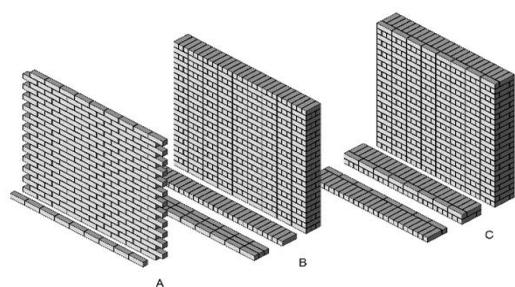


Figura 4: Biblioteca de Sistema de paredes em adobe, desdobrado em modelos de parâmetros variados. Modelado em Revit.

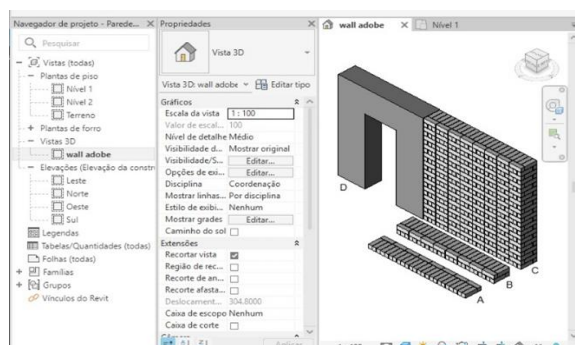


Figura 5: Estrutura de parâmetros em formatos de exportação aberto e interoperável. Modelado em Revit.

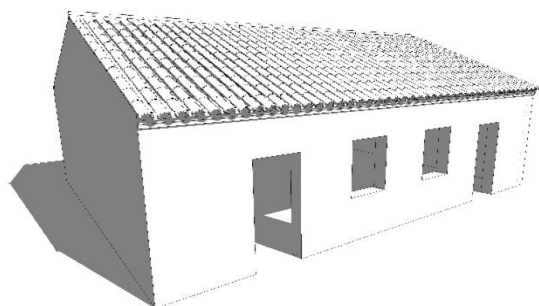


Figura 6: Modelo pronto para exportação para ficheiros de formatos abertos. Modelado em Revit.

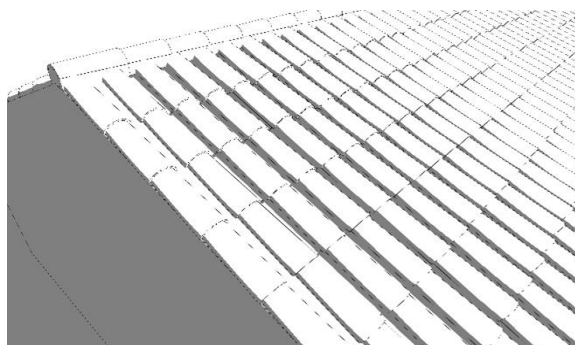


Figura 7: Modelação paramétrica do sistema de telhas canudo tradicionais. Modelado em Revit.

No âmbito do projeto RHAM foram desenvolvidas famílias BIM paramétricas específicas para um conjunto de técnicas construtivas tradicionais do Algarve, incluindo paredes de taipa (Figura

2), paredes de adobe (Figura 4), sistemas de reboco de cal (Figura 6), pavimentos cerâmicos tradicionais (Figura 2) e coberturas com telha cerâmica canudo tipo Santa Catarina (Figura 7). As paredes de taipa e de adobe foram modeladas com base em módulos construtivos e espessuras variáveis, permitindo ajustar o modelo a diferentes contextos e soluções arquitetónicas, mantendo coerência com as técnicas tradicionais. A decomposição paramétrica destes sistemas possibilita uma leitura clara do processo construtivo, tornando explícitas relações que na prática são frequentemente transmitidas em contexto de obra.

3.3 Estrutura de informação e organização dos modelos BIM

A estrutura de informação dos modelos desenvolvidos no âmbito do RHAM assenta na criação de bibliotecas BIM temáticas, organizadas por sistemas construtivos e orientadas ao conhecimento vernacular. Cada família paramétrica integra um conjunto reduzido de parâmetros, selecionados de forma a privilegiar a compreensão do processo construtivo em detrimento de uma descrição excessivamente detalhada ou abstrata (Figura 5).

Os parâmetros definidos incluem espessuras, módulos construtivos, composição material, ritmo de repetição, relações geométricas entre elementos e identificação do sistema construtivo representado. Nas paredes, a informação organiza-se a partir de parâmetros como espessura, módulo e composição construtiva; nos pavimentos e coberturas, privilegiam-se parâmetros associados à modulação, disposição dos elementos e relação entre suporte e acabamento.

A organização semântica procura manter compatibilidade com a lógica IFC, através da associação dos modelos a classes gerais, como paredes, pavimentos e coberturas, complementadas por propriedades específicas que descrevem características construtivas tradicionais não contempladas de forma explícita nas bibliotecas BIM convencionais. Esta opção preserva a legibilidade dos modelos em fluxos openBIM e facilita a sua reutilização em diferentes fases do projeto, mantendo a coerência técnica e construtiva.

4. Resultados

A aplicação da metodologia proposta no âmbito do projeto RHAM resultou num conjunto de modelos BIM que demonstram a viabilidade de uma abordagem orientada ao conhecimento vernacular, baseada em parametrização simples, estrutura de informação aberta e interoperabilidade em ambiente openBIM. Os resultados obtidos evidenciam que a simplificação da modelação não compromete a capacidade de representação das técnicas construtivas tradicionais, antes reforçando a sua legibilidade, adaptabilidade e utilidade prática no projeto de arquitetura.

Um primeiro resultado relevante prende-se com a clareza construtiva dos modelos desenvolvidos. A utilização de famílias paramétricas específicas para paredes de taipa, paredes de adobe, pavimentos cerâmicos e coberturas tradicionais permite uma leitura direta dos sistemas construtivos, tornando explícitas as relações geométricas, que caracterizam estas técnicas. As vistas gerais do modelo (Figura 2 e Figura 6) evidenciam que um número reduzido de parâmetros é suficiente para representar com rigor as lógicas construtivas locais, sem recorrer a descrições excessivamente complexas ou abstratas.

A representação dos espaços interiores (Figura 3) constitui um segundo resultado significativo, ao demonstrar que os modelos não se limitam à formalização da envolvente, mas integram efetivamente a dimensão habitável da arquitetura vernacular. A articulação entre paredes, pavimentos e vãos permite compreender o impacto das soluções construtivas na configuração

espacial, reforçando o papel do BIM como instrumento de apoio ao projeto de arquitetura e não apenas como ferramenta de coordenação técnica.

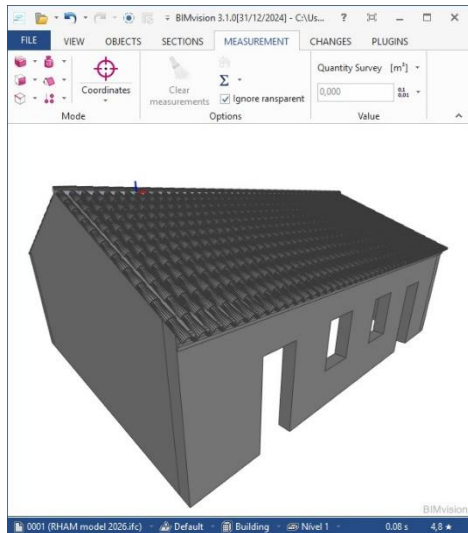


Figura 8: RHAM em ficheiro padrão .ifc, software BIMvision.

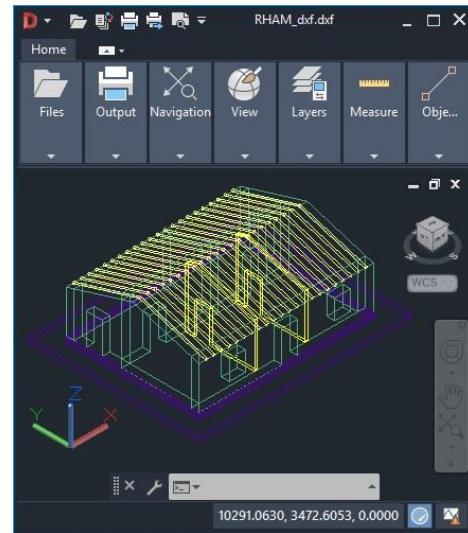


Figura 9: RHAM em ficheiro padrão .dxf, software Autodesk Design Review.

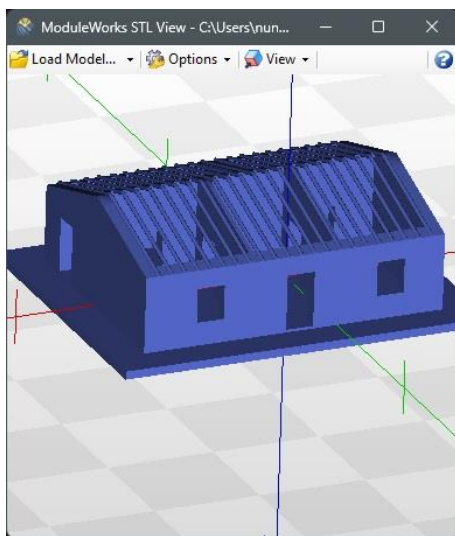


Figura 10: RHAM em ficheiro padrão .stl, software STLView.

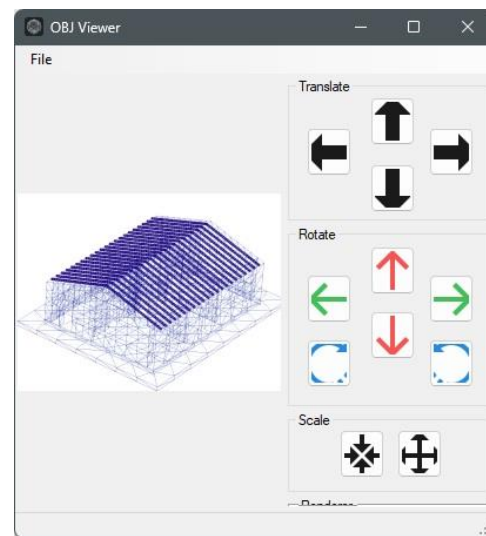


Figura 11: RHAM em ficheiro padrão .obj, software OBJ Viewer MSIX.

No que respeita aos sistemas de cobertura (Figura 6 e Figura 7), os resultados evidenciam a eficácia da parametrização modular na representação de soluções construtivas tradicionais. A modelação da telha cerâmica tipo Santa Catarina e da respetiva estrutura de apoio permite visualizar o ritmo construtivo e a organização do sistema, contribuindo para uma leitura didática e tecnicamente detalhada da cobertura enquanto elemento fundamental do edifício. Outro resultado central do trabalho relaciona-se com a interoperabilidade e acessibilidade da informação construtiva. A exportação dos modelos para formatos .ifc, .dxf, .stl, .obj e a sua visualização em ambiente digital (Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11) confirmam que a

informação estruturada no software de autoria (Figura 2e Figura 6) mantém legibilidade e coerência fora desse contexto.

5. Discussão

5.1. Utilidade prática dos modelos RHAM

Os resultados obtidos evidenciam que os modelos BIM orientados ao conhecimento vernacular desenvolvidos no âmbito do projeto RHAM possuem utilidade prática em diferentes contextos da atividade no âmbito do projeto e da construção. No domínio da formação, os modelos funcionam como instrumentos pedagógicos capazes de tornar explícitos processos construtivos tradicionalmente transmitidos de forma oral ou em obra. A decomposição paramétrica de sistemas como paredes de taipa ou de adobe permite compreender sequências construtivas, módulos e relações geométricas, facilitando a transmissão do conhecimento a estudantes, técnicos e profissionais em formação.

No projeto de arquitetura, a abordagem proposta revela-se particularmente relevante ao apoiar a conceção e a tomada de decisão em contextos que valorizam a continuidade com a arquitetura tradicional. A possibilidade de ajustar parâmetros essenciais como espessuras, módulos ou composições permite explorar soluções arquitetónicas coerentes com o contexto vernacular, sem recorrer a representações genéricas ou abstraídas da cultura construtiva. O BIM assume, assim, um papel ativo no processo de apoio ao projeto, reforçando a articulação entre desenho, construção e materiais.

No contexto da reabilitação, os modelos contribuem para a documentação do existente e para a comunicação entre diferentes intervenientes, incluindo arquitetos, técnicos e construtores. A clareza da informação construtiva e a sua disponibilidade em formatos abertos facilitam a interpretação do edifício e apoiam a definição de estratégias de intervenção fundamentadas, particularmente relevantes em contextos de património classificado e arquitetura tradicional.

5.2. Desafios da formalização do conhecimento construtivo vernacular

A tradução do conhecimento construtivo vernacular para o ambiente digital levanta desafios conceptuais e metodológicos que importa discutir criticamente. Uma parte significativa deste conhecimento reside na experiência, no gesto e na adaptação ao contexto específico, não sendo totalmente formalizado através de parâmetros ou regras geométricas. A abordagem proposta no âmbito do RHAM reconhece estas limitações e não pretende substituir o saber artesanal, mas antes apoiar a sua documentação e transmissão de forma consciente e crítica.

A parametrização simples adotada no projeto deve ser entendida como uma aproximação deliberada, que privilegia a legibilidade e a acessibilidade. Ao tornar explícitas determinadas relações construtivas, o modelo digital funciona como suporte ao projeto e à comunicação, mantendo o arquiteto como mediador fundamental entre tradição e tecnologia. Esta posição evita uma visão fanática da computação, reforçando o carácter interpretativo e disciplinar do projeto de arquitetura.

5.3. BIM orientado ao conhecimento vernacular e openBIM

A opção por fluxos de trabalho baseados em formatos abertos insere-se numa visão do BIM enquanto metodologia colaborativa e inclusiva. A utilização de exportação IFC e a visualização dos modelos em plataformas independentes do software de autoria demonstram que a

informação construtiva estruturada no âmbito do RHAM pode ser partilhada e interpretada por diferentes agentes, independentemente das ferramentas utilizadas.

Este posicionamento está alinhado com os princípios do openBIM, que promovem a interoperabilidade, a transparência e a integridade da informação ao longo do ciclo de vida da construção. No contexto do projeto RHAM, o openBIM não surge como um objetivo tecnológico em si mesmo, mas como uma consequência natural de uma abordagem orientada à acessibilidade e à colaboração. Ao reduzir dependências tecnológicas e ao criar uma linguagem comum entre intervenientes, o BIM orientado ao conhecimento vernacular reforça a viabilidade prática da metodologia em contextos de baixa maturidade digital e diversidade profissional.

6. Conclusão

O presente artigo demonstrou que é possível desenvolver uma abordagem BIM acessível e orientada ao conhecimento vernacular, capaz de representar técnicas construtivas tradicionais do Barlavento Algarvio em ambiente digital, sem recorrer a processos computacionais excessivamente complexos. Através do projeto RHAM, evidenciou-se que a utilização de desenho paramétrico simples, regras geométricas explícitas e uma estrutura de informação clara, permite traduzir de forma rigorosa e legível as lógicas construtivas associadas à taipa, ao adobe, aos rebocos de cal, aos pavimentos cerâmicos e às coberturas tradicionais.

Os resultados confirmam que a simplificação da modelação não compromete a qualidade da representação nem a utilidade prática dos modelos BIM. Pelo contrário, contribui para uma maior legibilidade da informação construtiva, facilitando a sua utilização no projeto de arquitetura, na formação e na reabilitação do edificado tradicional. A possibilidade de visualizar os modelos em formatos abertos reforça o carácter colaborativo e interdisciplinar da metodologia, permitindo a participação de diferentes intervenientes ao longo das várias fases do ciclo de vida da construção.

Embora profundamente enraizada num contexto territorial específico, a metodologia desenvolvida no âmbito do RHAM apresenta um modelo metodologicamente replicável. A sua aplicação a outros territórios e sistemas construtivos vernaculares é possível, desde que respeitada a articulação entre conhecimento local, parametrização e interoperabilidade. Esta distinção entre especificidade territorial e replicabilidade metodológica constitui um dos contributos centrais do trabalho.

Em alinhamento com os objetivos da Conferência ptBIM, o artigo reforça o potencial do BIM enquanto metodologia essencial para a transição digital no setor da construção, desde que aplicada de forma inclusiva, contextualizada e disciplinarmente equilibrada. O BIM orientado ao conhecimento vernacular afirma-se assim como uma via válida para aproximar o digital das práticas construtivas tradicionais, contribuindo para a preservação do património, para a sustentabilidade territorial e para o reforço da colaboração entre arquitetura, construção e tecnologia.

Agradecimentos

Este artigo é desenvolvido no âmbito do Programa de Doutoramento em Arquitetura da Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa. É apoiado pela bolsa de Doutoramento atribuída pela COFAC e pelo CITAI DATA - Centro de Inteligência Aplicada do ISMAT. Esta

investigação foi financiada, na totalidade ou em parte, pelo ALGARVE 2030 e pelo Portugal 2030, cofinanciados pela União Europeia

Referências

- [1] N. Rio and F. C. Quaresma, ‘RHAM – The computational emulator of the construction process of a typical Western Algarve house’, in *Proceedings of the European Conference on TRANS-CARBON HABITAT CONFERENCE*, J. Mourão and N. Bonaccorso, Eds., Lisbon: Ordem dos Arquitectos, Oct. 2025, pp. 124–137. Accessed: Nov. 30, 2025. [Online]. Available: <https://scholar.tecnico.ulisboa.pt/records/BHzCpHKANjX8IIm4SUzgTxe3DKq2460ggm>
- [2] N. Rio and F. C. Quaresma, ‘RHAM: Rural Habitat Algarve Model’, in *SIGraDi 2023 Accelerated Landscapes XXVII International Conference of the Ibero-American Society of Digital Graphics*, F. G. Amen, Á. A. Gentile, and A. L. Fitipaldo, Eds., Punta del Este | Maldonado: Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo (UdelaR), Nov. 2023, pp. 1585–1596. Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: www.sigradi.org/sigradi2023
- [3] F. C. K. do Amaral, A. P. Martins, C. Castro, and F. Torres, *Arquitectura Popular em Portugal*, 3ª Edição., vol. 3º Volume. Lisboa: AAP-CDN, 1988.
- [4] I. Sequeira, ‘O adobe na arquitectura do barlavento algarvio: um estudo para a sua recuperação como material de construção.’, Universidade de Évora, 2004. Accessed: Feb. 28, 2022. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10174/15617>
- [5] S. Moradi and P. Sormunen, ‘Integrating lean construction with BIM and sustainability: a comparative study of challenges, enablers, techniques, and benefits’, *Construction Innovation*, pp. 188–203, May 2023, doi: 10.1108/ci-02-2023-0023.
- [6] Salah, ‘An Investigation of Historic Transportation Infrastructure Preservation and Improvement through Historic Building Information Modeling’, *Infrastructures (Basel)*., 2024, doi: 10.3390/infrastructures9070114.
- [7] Y. Mao, H. Lu, Y. Xiao, Z. Lai, and L. Huang, ‘A Parametric HBIM Approach for Preservation of Bai Ethnic Traditional Timber Dwellings in Yunnan, China’, *Buildings*, pp. 1–26, Jun. 2024, doi: 10.3390/buildings14071960.
- [8] R. Liberotti and V. Gusella, ‘Parametric Modeling and Heritage: A Design Process Sustainable for Restoration’, *Sustainability*, pp. 1–15, Jan. 2023, doi: 10.3390/su15021371.
- [9] S. Jiang, L. Jiang, Y. Han, Z. Wu, and N. Wang, ‘OpenBIM: An enabling solution for information interoperability’, *MDPI Applied Sciences. BIM in the Construction Industry*, vol. 9, no. 24, pp. 1–27, Dec. 2019, doi: 10.3390/app9245358.
- [10] A. Muchla and A. Stefańska, ‘Exploring the benefits of open BIM standards for enhanced interoperability and efficiency in architecture, engineering, and construction projects’, *Acta Scientiarum Polonorum. Architectura*, vol. 24, pp. 245–260, Aug. 2025, doi: 10.22630/aspa.2025.24.17.