

RHAM: Rural Habitat Algarve Model

Nuno Rio¹, Filipe Coutinho Quaresma²

¹ ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisbon, Portugal
p6247@ulusofona.pt

² ULHT - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisbon, Portugal
filipecq1@gmail.com

Abstract. This paper describes the creation of a representative digital model of a rural house in the Western Algarve in Portugal called RHAM (Rural Habitat Algarve Model). In this research we collected information from bibliography sources and from field studies, and compiled a digital model according to the BIM (Building Information Modelling) method. The aim is to anticipate automatically and predictively with the digital model the traditional construction process of rammed earth walls and roof according to the local rules of artisanal construction. With the aid of computational methods, this research aims to contribute to preserve a Portuguese culture of sustainable construction, which is currently at risk of being lost.

Keywords: Architecture Project, Rustic Construction Algarve, Sustainability, Heritage BIM, Digital Heritage.

1 Introdução

Neste artigo descrevemos o desenvolvimento de um modelo digital da Casa Rural do Barlavento do Algarve denominado por RHAM (Rural Habitat Algarve Model). O RHAM é um modelo tridimensional compilado tendo como base o processo de construção da casa rural do Barlavento do Algarve, i.e., casas construídas segundo técnicas de construção do Algarve representativas da cultura tradicional de construção local. O RHAM devolve informações automáticas em tempo real do processo de construção artesanal da parede de taipa e do telhado tradicional de acordo com os conhecimentos e cultura local deste tipo de construção artesanal.

O RHAM desenvolvido nesta investigação tem como objetivo propor um processo de projeto e construção apoiado na aprendizagem das técnicas de construção tradicional visando antecipar tridimensionalmente e de forma automatizada e preditiva o sistema de construção da casa rural do Barlavento

do Algarve. Neste artigo o RHAM é direcionado ao processo de construção da parede de taipa e do processo inicial de construção do telhado.

O método de modelação do RHAM é desenvolvido de acordo com a metodologia BIM, de modo a produzir uma virtualização tridimensional, interdisciplinar e em tempo real de um edifício (Aish & Bredella, 2017; Eastman et al., 2011).

2 Metodologia

A metodologia de investigação está assente na necessidade de estabelecer um paralelo entre o contexto bibliográfico e o contexto de pesquisa de campo, uma vez que o tema tem no seu contexto bibliográfico uma maior maturidade e no contexto de campo a sua principal oportunidade de estudo.

Com o objetivo definido de estudar o desenvolvimento de um modelo da casa rural do Barlavento do Algarve, tendo no método BIM (Building Information Modeling) um suporte de comunicação computacional, procurou-se compilar um conjunto de objetos computacionais providos de informação gráfica e de informação não gráfica ajustados às necessidades do estudo.

O processo de investigação é composto por três fases específicas e diferenciadas: a primeira fase centra-se na interpretação e análise de fontes secundárias de investigação, através de referências bibliográficas; a segunda fase centra-se na interpretação e análise das fontes primárias de investigação através do trabalho de campo realizado. Finalmente a terceira fase centra-se no desenvolvimento de uma proposta de um modelo tridimensional digital (RHAM) de acordo com as duas fases de investigação anteriores.

3 Contexto local da casa rural do Barlavento do Algarve.

A primeira fase de investigação desenvolve-se sob o tema da casa rural do Barlavento do Algarve. Esta construção com características próprias (Amaral et al., 1988; Oliveira & Galhano, 1994), surge predominantemente na paisagem rural na zona do Barlavento do Algarve, no Sul de Portugal. O Barlavento do Algarve é uma zona delimitada a poente na Região do Algarve, esta zona inclui os territórios de Vila do Bispo, Lagos, Portimão, Aljezur, Monchique, Silves, Lagoa e Albufeira, e engloba aproximadamente metade da área do território do Algarve, localizado no extremo sul de Portugal.

Este tipo de construção é abundante na paisagem, mas os exemplares atualmente existentes estão na sua maioria em ruína ou adulterados em relação à sua composição original, sendo raros ou inexistentes exemplares completos em estado original (Oliveira & Galhano, 1994).

Em termos de morfologia, na paisagem predominam exemplares constituídos por telhados de uma ou duas águas, construídos com telhas de

barro cozido produzidas em cerâmicas locais. O telhado é suportado por uma estrutura mista, constituída por vigas de madeira em tosco e forro de caniço. As paredes são a própria estrutura portante da casa e são construídas em taipa (Amaral et al., 1988).

Este tipo de casa é construído com materiais variados, desenvolvidos em conformidade com a cultura de construção local e de acordo com as técnicas de construção artesanais disponíveis em cada zona. As matérias primas são maioritariamente originárias do próprio local da construção, ou quando inexistentes no próprio local da construção são transportadas de locais próximos. Os processos de construção são apoiados por ferramentas e equipamentos rústicos, que foram desenvolvidos de forma artesanal de acordo com as disponibilidades e conhecimentos locais (Costa, 2008).



Figura 1. Taipal montado e execução de parede de taipa na zona de Silves. Fonte: (Amaral et al., 1988)

O termo taipa, designa a técnica construtiva que permite elevar paredes autoportantes, e que consiste na compressão de terra entre dois taipais (cofragens em madeira), por meio de um maço (pisão ou pilão). De uma forma geral, as paredes exteriores em taipa eram edificadas com espessuras variáveis entre 0.40m a 0.55m. Os taipais eram de madeira conforme está

ilustrado na Figura 1, no interior dos quais se elevam os muros em taipa. Os taipais eram desmontáveis e tinham em geral até 2m de comprimento, por 0.50m de altura. As juntas entre os blocos de taipa poderiam ser verticais ou inclinadas para melhorar o travamento dos mesmos (Correia, 2005; Ribeiro, 2017).

Relativamente ao tempo de construção médio, podemos considerar um valor de 1.74m² de parede de taipa por homem em cada dia de trabalho de 8 horas. Mas devemos ter presente que o mesmo pode variar em função de vários fatores, nomeadamente a dimensão do taipal utilizado, o rigor do método de controle efetivo do tempo de execução em fase de obra, a localização da obra, o tipo de terra, ou as características do projecto de arquitectura a executar (Braga, 2012).

Da primeira fase de estudo direccionada à interpretação e análise do estado da arte, no contexto nacional e local, resultaram os dados que sintetizamos na Tabela 1.

Elemento	Características típicas da casa rural do barlavento do Algarve.
Pavimentos	Construídos em terra batida com ou sem revestimento de cerâmica.
Paredes	Construídas em taipa, revestidas em reboco de cal e pintura de caiamento.
Cobertura	Telhado de duas águas, constituído por telha de canudo, com estrutura de madeira e forro de caniço.
Vãos	Constituídos por madeira e ferragem simples.
Chaminé	Chaminé simples sem elementos decorativos.

Tabela 1. Características típicas da casa rural do Barlavento do Algarve (Amaral et al., 1988; Correia, 2005; Costa, 2008; Oliveira & Galhano, 1994; Ribeiro, 2017).

3.1 A casa rural do Barlavento do Algarve adotada para amostra.

Na segunda fase da investigação, procedeu-se à identificação de uma casa rural para efeitos de a constituir como modelo de estudo. O exemplar adotado, ilustrado na Figura 2 é uma construção rústica abandonada, parcialmente em ruína, situada na zona de Portimão, nas coordenadas (Latitude 37,1817397° Longitude -8,6332542°).

O alçado principal da casa modelo está orientado a poente, apresenta-se parcialmente colapsado e estima-se que é composto por três vãos, incluem duas portas e uma janela, compostos na sequência, porta janela porta, estando uma das portas atualmente colapsada conforme se verifica pela Figura 2.



Figura 2. Exemplar adotado para estudo.

O alçado tardo, também parcialmente colapsado está orientado a nascente e apresenta-se encerrado sem a presença de vãos (Figura 3). Os alçados laterais compõem as empenas e ambos incluem uma porta estando ambas parcialmente colapsadas (Figura 3).

Quanto à organização interior, a casa é composta por uma planta retangular dividida ao centro no eixo longitudinal, que separa a zona de habitação na metade a poente, das zonas com funções de armazém e abrigo de animais na metade a tardo (Figura 3).

Em termos construtivos a casa apresenta um conjunto de pavimentos construídos em terra batida, paredes exteriores e interiores ambas portantes construídas em taipa. A cobertura é constituída por um telhado de duas águas construído em telha cerâmica rústica tipo canudo. O telhado está assente numa pré-estrutura de caniço que também assegura a função de forro interior, estando ambos assentes numa estrutura de barotes de madeira (Figura 3).



Figura 3. Alçado tardo e telhado do exemplar adotado.

Ao comparar as características típicas da casa rural do Barlavento do Algarve identificadas na fase de estudo anterior com as características da casa rural identificada para objeto de estudo, conforme Tabela 2, concluímos que a

casa objeto de estudo, dadas as semelhanças nos pavimentos, paredes, cobertura e vãos identificados reúne condições para objeto de estudo.

Elemento	Características típicas da casa rural do barlavento do Algarve.	Características da casa rural identificada para objeto de estudo.
Pavimentos	Construídos em terra batida com ou sem revestimento de cerâmica.	Construídos em terra batida.
Paredes	Construídas em taipa, revestidas em reboco de cal e pintura de caiamento.	Construídas em taipa, revestidos a reboco de cal em estado muito degradado.
Cobertura	Telhado de duas águas, constituído por telha de canudo, com estrutura de madeira e forro de caniço.	Telhado parcialmente em ruína, constituído por telha de canudo, com estrutura de madeira e forro de caniço.
Vãos	Constituídos por madeira e ferragem simples.	Em estado de ruína, constituídos por madeira e ferragem simples.
Chaminé	Chaminé simples sem elementos decorativos.	Não apresenta chaminé visível. Possivelmente colapsada.

Tabela 2. Estudo comparativo para avaliação exploratória da qualidade da amostra.

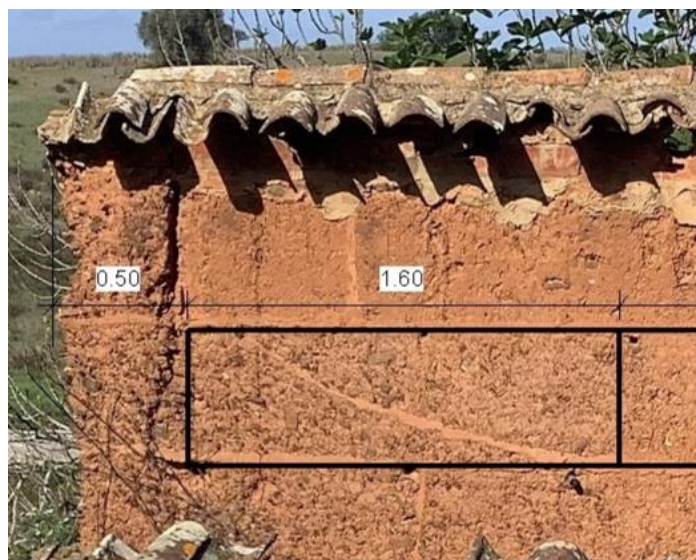


Figura 4. Parede de taipa, taipal e cumeeira.

Da recolha de dados e estudos de campo resultaram as informações acerca do processo construtivo ilustrado na Figura 4 e também uma síntese de medições apresentadas na Tabela 3.

Levantamento	Características construtivas.
Paredes interiores e exteriores.	Construídas em taipa, revestidas em reboco de cal e pintura de caiamento.
Cobertura	Telhado de duas águas, constituído por telha de canudo, com estrutura de madeira e forro de caniço.
Espessura da parede e características do taipal utilizado.	Espessura das paredes 0.50m. Taipal de 1.60x0.50x0.50 (comprimento x altura x espessura).
Alçado principal e Alçado tardoz.	Parede de taipa até 2.64m de altura medido até à linha do beirado.
Altura máxima dos alçados laterais medida pelas empenas.	Parede de taipa até 4.20m de altura medido até à linha da cumeeira.
Inclinação do telhado.	25%

Tabela 3. Características do processo construtivo e medições. Unidade de medida em metros (m).

3.2 Modelo da Casa Rural do Barlavento do Algarve (RHAM)

Na terceira fase de investigação procedeu-se à compilação do um modelo BIM representativo da casa rural do Barlavento do Algarve denominado por RHAM (Rural Habitat Algarve Model).

Nesta fase foram consideradas três etapas: a etapa 1 consistiu na parametrização de uma parede de taipa e de um telhado; a etapa 2 esteve centrada na compilação de um modelo tridimensional em BIM 3D representativo da morfologia da casa rural do barlavento do Algarve de acordo com as características identificadas na casa identificada como caso de estudo. Finalmente na etapa 3 compilaram-se os dados recolhidos na conformação de um modelo BIM 4D (Baratono et al., 2017; Eastman et al., 2011).

Na etapa 1, para a parametrização da parede de taipa e telhado (Figura 5) optou-se pela utilização do software Autodesk Revit 2024 versão para educação.

A sequência de comandos para a parametrização em Revit 2024 do modelo de parede de taipa e telhado da casa rural do Barlavento do Algarve foi:

```
Parametrização de uma parede de taipa e telhado de telha
canudo local em Revit 2024 versão educação {}
01 Comando parede arquitetónica
02 Editar tipo [Duplicar] Editar Nome [taipa 0.50]
```

```

03 Editar parâmetro função [tipo estrutura]
04 Editar material [taipa 0.50] [cor RGB85430]
05 Editar padrão de superfície em primeiro plano
06 Criar padrão preenchimento cruzado [1.60x0.50]
07 Editar padrão de corte [Areia-densa]
08 Editar espessura [0.50] material estrutural [ativar]
09 Comando [aplicar]
Parametrização de telhado {}
10 Criar modelo genérico adaptativo [telha RHAMwip]
11 Criar telhado por perímetro [tipo vidraça inclinada]
12 Editar propriedades [aplicar] [telha RHAMwip]
13 Editar espaçamentos [eixo 1:0.22] [eixo 2:0.28]
14 Comando [aplicar]
15 Fim

```

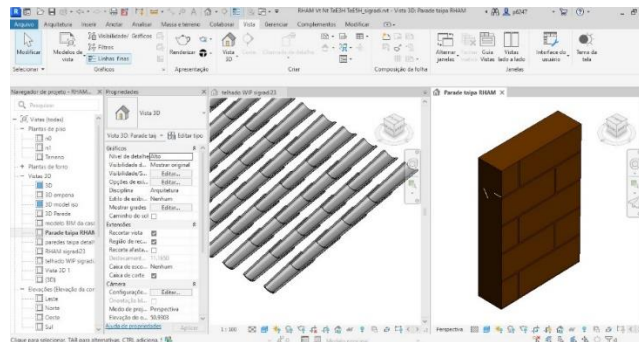


Figura 5. Parede de taipa e telhado.

Na etapa 2, tornou-se necessário compilar e classificar a informação de modo padronizado. Optou-se por compilar o modelo classificando-o seguindo as dimensões BIM 3D e BIM 4D. (Kreider & Messner, 2013)

A classificação de BIM 3D centrou-se na disseminação de pontos de controle geométrico em ambiente tridimensional no modelo de dados. Este processo de modelação permite a associação independente de vários modelos tridimensionais em simultâneo num só modelo (Messner et al., 2019).

Para a compilação do modelo RHAM da casa rural do Barlavento do Algarve (**Figura 6**), optou-se pelo software de modelação BIM da Autodesk, o Revit 2024, na versão para educação.

A sequência de comandos para a compilação do modelo da casa em Revit 2024 foi:

```

Compilação de modelo BIM 3D (RHAM) em Revit 2024 versão
educação {}

```

```

01 comando parede propriedades [taipa 0.50]
02 comando modificar altura [não conectada] [2.65]

```



```

03 criar linha de parede exterior
    04 Inserir valores [16][11][16][11]
05 criar linha de parede interior
    06 inserir valores [16][11]
07 comando desenhar telhado por perímetro
    08 propriedades [telhado RHAMwip]
    09 inserir altura [4.20]
10 definir [inclinação 25%] [anexar paredes ao topo]
11 comando inserir porta [ocultar portas]
12 comando inserir janelas [ocultar janelas]
13 Fim

```

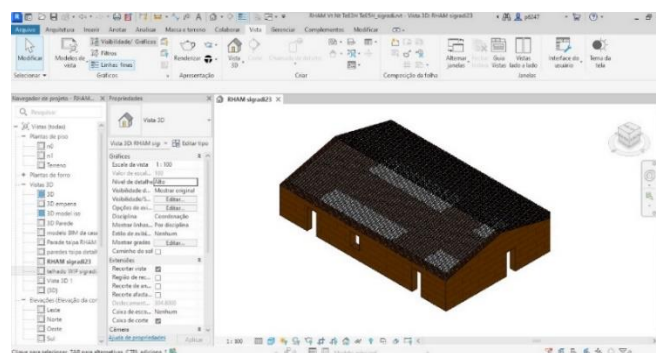


Figura 6. Modelo BIM 3D (RHAM) das paredes e telhado da casa de estudo.

Na etapa 3 procedeu-se à compilação do modelo BIM 4D. O processo de modelação consistiu em atribuir parâmetros adicionais aos objetos modelados tridimensionalmente na fase BIM 3D (Messner et al., 2019).

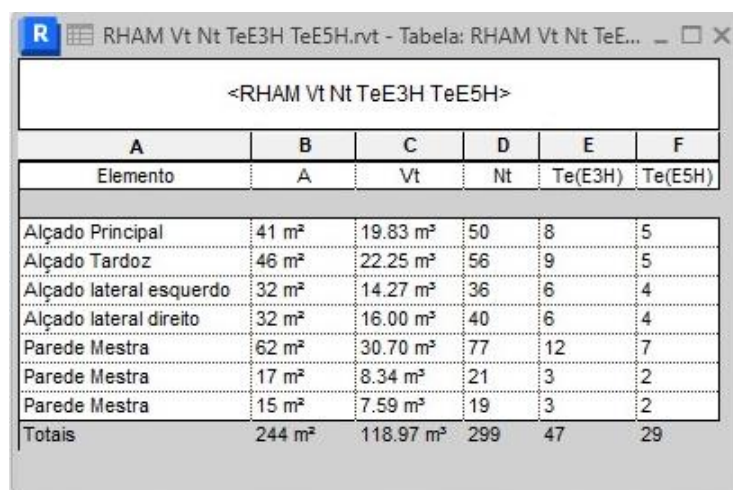
Para a compilação do RHAM em BIM 4D (Figura 7) foram acrescentados via Revit 2024 os parâmetros listados na Tabela 4 e posteriormente aplicados ao modelo BIM 3D compilado na etapa 2.

parâmetro	formula	função
A	Parâmetro nativo	Calcula a área da superfície das paredes
Vt	Parâmetro nativo	Calcula o volume das paredes
Nt	$\text{Volume} / 0.4 \text{ m}^3$	Calcula o número de taipais necessários para a construção
Te(E3H)	$(\text{Área} / 1.74 \text{ m}^2) / 3$	Calcula o tempo médio (em horas) de construção com uma equipa de três homens
Te(E5H)	$(\text{Área} / 1.74 \text{ m}^2) / 5$	Calcula o tempo médio (em horas) de construção com uma equipa de três homens

Tabela 4. Parâmetros associados ao modelo BIM 3D (RHAM)

Com a introdução dos parâmetros da Tabela 4 no modelo RHAM obtivemos em tempo real a informação paramétrica necessária para a construção total das paredes da casa em estudo, nomeadamente, a quantidade de tapais, e a previsão do tempo de construção em função da quantidade de recursos humanos associados ao processo de construção. Sendo a quantidade de tapais uma variável em função da forma tridimensional da casa, e o tempo de construção uma variável em função dos recursos humanos adotados.

Quanto ao telhado, os resultados tridimensionais do modelo digital apresentados em função das variáveis, inclinação, área e espaçamentos da telha, possibilitam a otimização da quantidade de telhas, na medida em que possibilitam aperfeiçoar a sobreposição de telhas de acordo com a inclinação e respetivas necessidades de ajuste em fase de construção das bases da parede para a execução dos beirados e cumeeiras, contribuindo para otimizar o consumo de um material artesanal pouco abundante.



The screenshot shows a software window titled "RHAM Vt Nt TeE3H TeE5H.rvt - Tabela: RHAM Vt Nt TeE...". Inside, there is a table with the following data:

<RHAM Vt Nt TeE3H TeE5H>					
A	B	C	D	E	F
Elemento	A	Vt	Nt	Te(E3H)	Te(E5H)
Alçado Principal	41 m²	19.83 m³	50	8	5
Alçado Tardoz	46 m²	22.25 m³	56	9	5
Alçado lateral esquerdo	32 m²	14.27 m³	36	6	4
Alçado lateral direito	32 m²	16.00 m³	40	6	4
Parede Mestra	62 m²	30.70 m³	77	12	7
Parede Mestra	17 m²	8.34 m³	21	3	2
Parede Mestra	15 m²	7.59 m³	19	3	2
Totais	244 m²	118.97 m³	299	47	29

Figura 7. RHAM BIM 4D

De acordo com os resultados determinados pelo RHAM (Figura 7), os trabalhos de construção das paredes de taipa de uma casa idêntica ao caso de estudo desta investigação (Figura 2), necessitarão de um volume total de 118.97m³ de terra compactada, será necessário produzir no mínimo 299 tapais, e o tempo de construção em horas estimado situa-se entre as 29 horas e as 47 horas, podendo o tempo de execução variar em função do número de trabalhadores envolvidos no processo e as condições de operação no local.

4 Discussão

O desenvolvimento do modelo RHAM direcionado ao processo de construção da parede de taipa e telhado desenvolvido a partir desta investigação visa contribuir para iniciar e antecipar uma aprendizagem automática e preditiva pela via computacional de todo o sistema de construção da casa rústica tradicional do Barlavento do Algarve que surge predominantemente em ruína na paisagem rural do Algarve.

Esta investigação visa contribuir também para a preservação deste processo de construção tradicional e sustentável que atualmente está em vias de desaparecer dado que são raros ou quase inexistentes mestres que o possam executar, bem como casas em estado original que possam servir de modelo, estando atualmente os poucos exemplares existentes em ameaça devido à acelerada erosão do território, provocada tanto por agentes da natureza como por intervenções de humanos.

O modelo RHAM das paredes de taipa e do telhado compilado, permite manipular em simultâneo os parâmetros de geometrias tridimensionais, geometrias bidimensionais e informações técnicas do processo de construção artesanal, contribuindo para reduzir os conflitos em projecto resultantes de geometrias incompatíveis aumentando assim a precisão e eficiência, porque permite programar trabalhos e projetos de construção de forma mais eficaz. O RHAM contribui ainda para alocar os recursos humanos, os materiais e os tempos de construção em cada projecto de forma mais individualizada e rigorosa permitindo diminuir desperdícios resultantes de excedentes, tornando os processos de construção artesanal mais sustentáveis e apelativos.

De futuro pretende-se que o resultado desta investigação possa ser ampliado com o enriquecimento do RHAM, dotando-o de capacidade para interpretar com mais eficiência e rigor todo o processo de construção da casa rural do Barlavento do Algarve, incluindo todos os procedimentos de construção destas casas típicas de construção artesanal.

De futuro, pretende-se também que o desenvolvimento do RHAM possa ter um impacto positivo não só no processo de construção, mas também na formação de quadros técnicos, no desenvolvimento de novas técnicas construtivas, novas ferramentas, bem como proporcionar suporte a aplicações direcionadas ao Heritage BIM (Pauwels et al., 2008).

Agradecimentos

O projeto RHAM é financiado pela Bolsa de Doutoramento em Arquitectura atribuída pela Universidade Lusófona. É apoiado pelo Arq.ID Unidade de Investigação e Desenvolvimento (I&D) da Universidade Lusófona, e é também apoiado pelo ISMAT - Instituto Superior Manuel Teixeira Gomes. Entidades às quais agradecemos todo o apoio e entusiasmo.

Referências

- Aish, R., & Bredella, N. (2017). The evolution of architectural computing: from Building Modelling to Design Computation. *Architectural Research Quarterly*, 21(1), 65–73. <https://doi.org/10.1017/S1359135517000185>
- Amaral, F. C. K. do, Martins, A. P., Castro, C., & Torres, F. (1988). *Arquitetura Popular em Portugal: Vol. 3o Volume (3a Edição)*. AAP-CDN.
- Baratono, P., Bew, M., Blackwell, B., Haug, D., Koehorst, B., Voort, H., Lane, R., Lewen, I., Carlstedt, J., Matthews, A., May, I., Soubra, S., Sulakatko, V., Torrico, J., & Sanchez, E. (2017). EUBIM TaskGroup. Manual relativo à aplicação da Modelação da Informação da Construção (BIM) no Setor Público Europeu. <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/03/GROW-2017-01356-00-00-PT-TRA-00.pdf>
- Braga, A. (2012). Las Construcciones de Tierra Cruda en el Algarve: potencialidades como Material Alternativo y Sostenible. *Construções em Terra Crua no Algarve I*. <https://hdl.handle.net/11441/72774>
- Correia, M. (2005). Taipa na arquitectura tradicional. Em *Arquitetura de Terra em Portugal*. Argumentum.
- Costa, M. R. L. (2008). Casas e montes da Serra entre as extremas do Alentejo e do Algarve. Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors Second Edition*.
- Kreider, R. G., & Messner, J. I. (2013). The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses, version 0.9, September. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. <https://bim.psu.edu/uses-of-bim/>
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C., & Zikic, N. (2019). *BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2*. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA. <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2>
- Oliveira, E. V. de, & Galhano, F. (1994). *Arquitetura Tradicional Portuguesa (2a Edição)*. Publicações Dom Quixote.
- Pauwels, P., Verstraeten, R., De Meyer, R., & Van Campenhout, J. (2008). Architectural Information Modelling for Virtual Heritage Application. International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM). <https://biblio.ugent.be/publication/434809>
- Ribeiro, F. (2017). Práticas de reabilitação em áreas rurais. Contributos para uma metodologia de intervenção a partir da experiência dos programas de revitalização de aldeias em Portugal. [Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa]. <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/14113>