

University of Cantabria / University of Granada

Organizers:



# REHABEND 2020

## Euro-American Congress

CONSTRUCTION  
PATHOLOGY,  
REHABILITATION  
TECHNOLOGY AND  
HERITAGE MANAGEMENT

Granada (Spain) - March 24<sup>th</sup>-27<sup>th</sup>, 2020

Sponsor entities:



# **REHABEND 2020**

**CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND  
HERITAGE MANAGEMENT**

*(8<sup>th</sup> REHABEND Congress)*

**Granada (Spain), March 24<sup>th</sup>-27<sup>th</sup>, 2020**

PERMANENT SECRETARIAT:

**UNIVERSITY OF CANTABRIA**

Civil Engineering School

Department of Structural and Mechanical Engineering

Building Technology R&D Group (GTED-UC)

Avenue Los Castros s/n 39005 SANTANDER (SPAIN)

Tel: +34 942 201 738 (43)

Fax: +34 942 201 747

E-mail: [rehabend@unican.es](mailto:rehabend@unican.es)

[www.rehabend.unican.es](http://www.rehabend.unican.es)

## REHABEND 2020

ORGANIZED BY:



UNIVERSITY OF CANTABRIA (SPAIN)  
[www.unican.es](http://www.unican.es) // [www.gted.unican.es](http://www.gted.unican.es)



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

UNIVERSITY OF GRANADA (SPAIN)  
[www.ugr.es](http://www.ugr.es)

CO-ORGANIZERS ENTITIES:



CHILE-UNIVERSIDAD AUSTRAL  
DE CHILE



ITALY-POLITECNICO DI BARI



MEXICO-UNIV. MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO



PERU-UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO



PORTUGAL-UNIVERSIDADE  
DE AVEIRO



PORTUGAL-INSTITUTO SUPERIOR  
TÉCNICO | UNIV. DE LISBOA



SPAIN-TECNALIA RESEARCH &  
INNOVATION



SPAIN-UNIVERSIDAD DEL  
PAÍS VASCO



SPAIN-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE CATALUÑA



SPAIN-UNIVERSIDAD DE BURGOS



SPAIN-UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID



SPAIN-UNIVERSIDAD DE SEVILLA



SPAIN-UNIVERSIDAD EUROPEA  
MIGUEL DE CERVANTES



UNITED STATES OF AMERICA-  
UNIVERSITY OF MIAMI



URUGUAY-UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA

CONGRESS CHAIRMEN:

**IGNACIO LOMBILLO**  
**MARIA PAZ SÁEZ**

CONGRESS COORDINATORS:

**HAYDEE BLANCO**  
**YOSBEL BOFFILL**

EDITORS:

**IGNACIO LOMBILLO**  
**HAYDEE BLANCO**  
**YOSBEL BOFFILL**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE:

**HUMBERTO VARUM – UNIVERSITY OF AVEIRO (PORTUGAL)**  
**PERE ROCA – TECHNICAL UNIVERSITY OF CATALONIA (SPAIN)**  
**ANTONIO NANNI – UNIVERSITY OF MIAMI (USA)**

The editors does not assume any responsibility for the accuracy, completeness or quality of the information provided by any article published. The information and opinion contained in the publications of are solely those of the individual authors and do not necessarily reflect those of the editors. Therefore, we exclude any claims against the author for the damage caused by use of any kind of the information provided herein, whether incorrect or incomplete.

The appearance of advertisements in this Scientific Publications (Printed Abstracts Proceedings & Digital Book of Articles - REHABEND 2020) is not a warranty, endorsement or approval of any products or services advertised or of their safety. The Editors does not claim any responsibility for any type of injury to persons or property resulting from any ideas or products referred to in the articles or advertisements.

The sole responsibility to obtain the necessary permission to reproduce any copyright material from other sources lies with the authors and the REHABEND 2020 Congress can not be held responsible for any copyright violation by the authors in their article. Any material created and published by REHABEND 2020 Congress is protected by copyright held exclusively by the referred Congress. Any reproduction or utilization of such material and texts in other electronic or printed publications is explicitly subjected to prior approval by REHABEND 2020 Congress.

ISSN: 2386-8198 (printed)

ISBN: 978-84-09-17871-1 (Printed Book of Abstracts)

ISBN: 978-84-09-17873-5 (Digital Book of Articles)

Legal deposit: SA - 132 - 2014

Printed in Spain by Círculo Rojo

110	SUSTAINABLE MASONRY MORTARS BASED ON LADLE FURNACE SLAGS FROM THE STEEL-MAKING INDUSTRY <i>Santamaria, Amaia; Fiol, Francisco; García, Veronica; Setién, Jesús; González, Javier-Jesús</i>	1535
113	DURABILITY OF ETICS INCORPORATING HIGH REFLECTANCE PIGMENTS IN FINISHING COATINGS <i>Ramos, Nuno M. M.; Maia, Joana; Almeida, Ricardo M. S. F.; Souza, Andrea R.</i>	1543
136	SELF-COMPACTING CONCRETE MANUFACTURED WITH RECYCLED CONCRETE AGGREGATE <i>Revilla-Cuesta, Víctor; Fiol, Francisco; Skaf, Marta; Serrano, Roberto; Manso, Juan Manuel; Ortega-López, Vanesa</i>	1551
224	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF EXPANSIVE GROUTS FOR CRACK SEALING <i>García Calvo, José Luis; Pedrosa, Filipe; Carballosa, Pedro; Revuelta, David</i>	1559
242	CONSOLIDATION OF LIME MORTARS WITH Ca(OH) <sub>2</sub> NANOPARTICLES AND TRADITIONAL COATINGS <i>Martínez-Arredondo, Ana; García-Vera, Victoria E.; Navarro, David; Lanzón, Marcos</i>	1567
300	<b>USE OF BUILDING INFORMATION MODELING IN BUILDING MANAGEMENT RETROFITTING PROJECTS: CASE STUDIES</b> <i>Pinto, Rodrigo; Oliveira, Rui; Lopes, Jorge</i>	1575
336	DESIGN OF NEW MATERIALS FOR THE PROTECTION OF CONSTRUCTION UNITS OF RESIDENTIAL BUILDINGS AGAINST FIRE ACTION <i>Rodríguez Saiz, Angel; Santamaría-Vicario, Isabel; Alonso Díez, Álvaro; Gutiérrez-González, Sara; Calderón Carpintero, Verónica</i>	1583
367	DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE MORTARS THROUGH THE VALORIZATION OF CUPOLA SLAG <i>Sosa, Israel; Thomas, Carlos; Polanco, Juan Antonio; Setién, Jesús; Tamayo, Pablo; Gonzalez, Laura</i>	1592
382	TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION OF A DARK ETICS COATING FORMULATED WITH CONVENTIONAL PIGMENTS VERSUS COOL PIGMENTS <i>Sambento, Filipe; Curado, António</i>	1600
390	AN INNOVATIVE DUCTILE MORTAR TO IMPROVE THE SEISMIC RESPONSE OF MASONRY STRUCTURES <i>Laghi, Vittoria; Palermo, Michele; Incerti, Andrea; Gasparini, Giada; Trombetti, Tomaso</i>	1609
419	PRECAST CONCRETE MODULE FOR STRUCTURAL AND ENERGY REHABILITATION OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS <i>Martiradonna, Silvia; Fatiguso, Fabio; Lombillo, Ignacio</i>	1618
490	BIM METHODOLOGY TO SUPPORT THE FUNCTIONAL REHABILITATION OF A BUILDING <i>Lopes, João; Falcão Silva, Maria João; Couto, Paula; Pinho, Fernando</i>	1627
553	ACCEPTANCE OF BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAIC (BIPV) IN HERITAGE BUILDINGS AND LANDSCAPES: POTENTIALS, BARRIERS AND ASSESTMENT CRITERIA <i>Polo López, Cristina S.; Lucchi, Elena; Franco, Giovanna</i>	1636

#### **2.4.- Sustainable design and energy efficiency.**

36	FACING CLIMATE CHANGE OVERHEATING IN CITIES THROUGH MULTIPLE THERMOREGULATORY COURTYARD POTENTIAL CASE STUDIES APPRAISAL <i>Diz-Mellado, Eduardo M.; Galán-Marín, Carmen; Rivera-Gómez, Carlos; López-Cabeza, Victoria Patricia</i>	1645
74	ACTIVE RENOVATION STRATEGIES WITH BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV). APPLICATION ON AN EARLY 20TH CENTURY MULTI-FAMILY BUILDING <i>Aguacil Moreno, Sergi; Rey, Emmanuel</i>	1653
88	MID-TWENTIETH CENTURY HERITAGE HOUSING'S THERMAL ENVELOPE ASSESSMENT: EL CARMEN NEIGHBOURHOOD CASE STUDY <i>Roa-Fernández, Jorge; Galán-Marín, Carmen; López-Martínez, José A.; Rivera-Gómez, Carlos; Ponce, Mercedes; Romero-Odero, José Antonio</i>	1662
91	SOCIAL HOUSING RETROFIT IN BEIRA INTERIOR FOR PRESENT AND FUTURE CLIMATE SCENARIOS <i>Brandão, Pedro; Lanzinha, João C. G.</i>	1670
103	ENERGY REHABILITATION OF SCHOOLS IN SPAIN. ENERGY STRATEGIES FOR NEARLY ZERO ENERGY BUILDING IN DIFFERENT CLIMATE ZONES <i>Castro Vázquez, José Manuel</i>	1678
141	A MULTI-LEVEL STRATEGY FOR THE SUSTAINABLE RECOVERY OF HISTORIC CENTRES <i>Losco, Giuseppe; Pierleoni, Andrea; Roncaccia, Elisa; Gialluca, Silvia</i>	1686

## CODE 300

### USE OF BUILDING INFORMATION MODELING IN BUILDING MANAGEMENT RETROFITTING PROJECTS: CASE STUDIES

### *UTILIZAÇÃO DE BUILDING INFORMATION MODELING NA GESTÃO DE OBRAS DE REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS: CASOS DE ESTUDO*

**Pinto, Rodrigo<sup>1</sup>; Oliveira, Rui<sup>2</sup>; Lopes, Jorge<sup>3</sup>; Abreu, Maria Isabel<sup>4</sup>**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Instituto Politécnico de Bragança (IPB)

1: e-mail: [rodrigop@alunos.utfpr.edu.br](mailto:rodrigop@alunos.utfpr.edu.br)

Instituto Politécnico de Bragança (IPB)

2: e-mail: [roliveira@ipb.pt](mailto:roliveira@ipb.pt)

3: e-mail: [lopes@ipb.pt](mailto:lopes@ipb.pt)

4: e-mail: [isabreu@ipb.pt](mailto:isabreu@ipb.pt)

#### RESUMO

A reabilitação de edifícios é uma prática diferente de novas obras, envolvendo a caracterização prévia dos elementos existentes e seu estado das condições de conservação. Toda a coleta de dados existente, a análise de projetos e o gerenciamento de projetos podem estar em uma dimensão em que o manuseio não digital é um fator de dificuldade para o projeto. Isso pode contribuir para a perda de dados importantes relacionados com aspetos técnicos e com a gestão de decisões das partes interessadas. As tecnologias Building Information Modeling (BIM) são conhecidas por serem uma excelente opção para lidar com informações de novos projetos. No entanto, seu uso e potencial em trabalhos de reabilitação, em geral, permanecem desconhecidos ou não utilizados por várias razões.

O principal objetivo desta pesquisa é determinar, usando a ferramenta de análise SWOT, as várias fases dos projetos de reabilitação de edifícios conectados ao potencial do BIM. Além disso, espera-se determinar se essa tecnologia é uma solução viável para esses casos e quais são as restrições envolvidas. Por meio de coleta de dados em fase de projeto e entrevistas após a pesquisa e análise BIM, foram efetuados três estudos de caso. Paralelamente à análise do BIM, a metodologia SWOT foi aplicada com o objetivo de entender as vantagens, restrições e também identificar oportunidades.

A metodologia BIM foi aplicada a 3 projetos estudados nas dimensões 3D e 4D. A análise 3D teve como objetivo detetar incompatibilidades entre as diversas disciplinas dos projetos e informações relacionadas aos elementos existentes. Na análise 4D consistiu em associar todos os elementos construtivos de acordo com o plano de trabalhos e analisar o comportamento de sequenciamento da construção.

A utilização do BIM comprovou a existência de diversas falhas e incompatibilidades entre as diferentes disciplinas de projetos de cada edifício estudado, sendo difícil detetá-las sem esse uso. Essas falhas geram problemas na fase de construção, cujas entrevistas esperam desmistificar. Por outro lado, a aplicação do BIM em um estágio inicial do projeto leva à resolução de alguns desses problemas que surgem posteriormente.

**PALAVRAS CHAVE:** BIM; Building Information Modeling; gestão de obras; reabilitação de edifícios; SWOT;

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão de projetos de reabilitação de edifícios apresenta dificuldades específicas quando comparados às obras novas. A execução das obras, estimativas de custo, prazos, e estudos de viabilidade podem, em alguns casos, tornar-se mais trabalhosos. A implementação de estratégias de gestão que definam e otimizem procedimentos em fase de projeto e que sirvam de apoio à tomada de decisão contribuem para auxiliar na redução de imprevistos e de incertezas frequentes em cada intervenção.

A reabilitação de edifícios, ao se diferenciar das obras novas, envolve a caracterização prévia dos elementos existentes e do seu estado de conservação. Toda a coleta de dados existente, a análise de projetos e o gerenciamento de projetos podem estar em uma dimensão em que o manuseio não digital é um fator de dificuldade para o projeto. Esse fato pode contribuir para a perda de dados importantes relacionados com aspetos técnicos e à decisão das partes interessadas.

As tecnologias de Building Information Modeling (BIM) são conhecidas por serem uma excelente opção para lidar com informações de novos projetos. No entanto, o seu uso e o seu potencial em trabalhos de reabilitação em geral, permanecem desconhecidos ou não utilizados por várias razões.

## 2. GESTÃO DE PROJETOS E PRÁTICAS DE BIM

### 2.1 Gestão de projetos

A Gestão de Projetos consiste na aplicação de habilidades, técnicas e de conhecimentos para a execução de projetos de forma efetiva e eficaz. Trata-se de uma competência estratégica para organizações, permitindo com que elas orientem os resultados dos projetos com os objetivos do negócio, aumentando seu potencial de competição nos mercados [1].

A indústria da construção, quando comparada às demais indústrias, apresenta fatores de complexidade elevados. As variáveis dinâmicas tornam a padronização, organização e otimização mais trabalhosas. Em outras indústrias, devido ao seu modo de produção seriado, existe um maior investimento na fase de projeto ou “*design*”. Os investimentos não contemplam somente a parte de recursos humanos e equipamentos, mas também um esforço direcionado no planeamento das operações, eliminando erros, falhas e imprevistos. A detecção de problemas em fases posteriores a de projeto pode produzir efeitos indesejáveis, especialmente na esfera econômica, viabilidade, qualidade e refletindo-se posteriormente na imagem da empresa [1]. Na figura 1, é possível observar que o custo de mudanças no projeto cresce à medida que o tempo avança. Também aumenta, de maneira inversamente proporcional, a incapacidade de impactar o custo e o desempenho quando alterações são feitas em fases mais avançadas do ciclo de vida de um edifício.

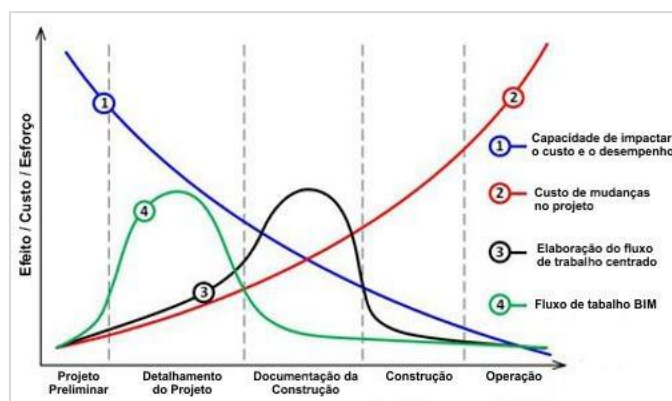


Figura 1: Interação entre efeito, custo e esforço nas fases do ciclo de vida de um edifício [2].

Especificamente, nos casos de reabilitação de edifícios, os erros e falhas são ainda mais comuns, isso é devido em parte ao conjunto de incertezas originários de particularidades e especificidades das próprias

preexistências e do seu desconhecimento, bem como do insuficiente tratamento em projeto. Cada edifício existente tem características de singularidade e de unicidade, exigindo um rigoroso esforço de controlo em projeto das variáveis que influenciam o sucesso da gestão, minorando problemas e maximizando benefícios para a intervenção [3].

## 2.2 Reabilitação de edifícios

A vida útil de uma edificação pode ser definida como a expectativa de duração, dentro dos limites de projeto admissíveis, durante o seu ciclo de vida. Pode também ser entendida como “[...] o período de tempo compreendido entre o início de operação e uso de uma edificação até o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário, sendo diretamente influenciada pelas atividades de manutenção e reparo e pelo ambiente de exposição.”[3].

Com a passagem do tempo, as edificações começam a apresentar degradações nos materiais e surgem problemas relacionados à estética, segurança, utilização e durabilidade. Esses efeitos podem ser mitigados pelas ações de manutenção e reparação, as quais são necessárias para prolongar a vida útil e aumentam o desempenho da edificação. No entanto, mesmo seguindo-se o plano de manutenções e reparação, uma edificação acaba por reduzir seu nível de desempenho abaixo do mínimo esperado pelo utilizador. Além disso, com o surgimento de novas tecnologias, materiais e leis, o desempenho mínimo esperado pode aumentar com o passar do tempo. As condições de uso e degradação e o aumento das expectativas fazem com que o desempenho mínimo esperado chegue a um nível que somente intervenções de reabilitação podem conferir essa qualidade às edificações existentes.

Os constrangimentos presentes na indústria da construção são dependentes de diversos aspetos, informações e variáveis. Particularmente, para a reabilitação de edifícios, os fatores condicionantes aumentam em complexidade. Analogamente às fases do ciclo de vida de uma edificação (viabilidade; planeamento e projeto (*design*); produção; adaptação e lançamento), esses constrangimentos podem ser agrupados em: as condições e características da envolvente e da própria localização, as considerações na etapa de conceção, a execução da obra e relativos à propriedade e utilização [3].

## 2.3 BIM

BIM (Building Information Modeling), que tem por tradução a Modelagem da Informação da Construção, é uma tecnologia que associa, a um projeto de construção, todas as informações necessárias para análises em um único modelo digital. Também consiste em todos os processos para produzir, comunicar e analisar esse modelo. O modelo do projeto é feito a partir de componentes, que são objetos que carregam a informação do que são, de como se comportam e regras paramétricas que definem os seus limites de comportamento [4].

A aplicação do BIM é dividida em escopos definidos como dimensões. Dimensão é o termo que descreve os diferentes tipos de informação adicionada aos modelos BIM. Essas dimensões podem ser entendidas como camadas de dados que permitem a extração de funcionalidades do modelo paramétrico. Uma vez que existe um número infinito de possibilidades de camadas de dados que podem ser incorporadas ao modelo de construção, as dimensões do BIM podem ser referenciadas como 'nD', onde n é o número que representa a dimensão definida [5]. Não existe uma entidade oficial que determine a nomenclatura e o escopo de cada uma das dimensões, porém existe um consenso na indústria da AEC (*Architecture, Engineering and Construction*) sobre 3D (Espacial), 4D (Tempo) e 5D (Custo) [6][7]. Outra classificação importante dentro de uma análise BIM é a especificação do nível de desenvolvimento (LOD), sendo uma referência que permite aos profissionais da Indústria de AEC especificar, com assertividade, o conteúdo e o nível de informação dos modelos BIM, em vários estágios do processo de projeto e construção. A Especificação LOD, que varia de uma faixa de 100 a 500, define e ilustra as características dos elementos do modelo em diferentes níveis de desenvolvimento. Essas definições permitem que os autores de modelos definam o escopo, nível de detalhe e nível de informação dos modelos[8]. Em sua aplicação em projetos de construção, o BIM apresenta capacidades correspondentes

às áreas do conhecimento em gestão de projetos, sendo uma ferramenta eficaz e poderosa no gerenciamento de projetos na indústria da construção [9].

### 3. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo, representada esquematicamente na Figura 2, consistiu em 3 estudos de caso de projetos com a componente de reabilitação de edifícios antigos, onde 2 das obras não haviam sido ainda realizadas e uma das obras encontrava-se em fase final de execução (Caso de Estudo 2). Utilizando o software Autodesk REVIT, fez-se a modelação em BIM 3D (LOD 300) dos projetos disponíveis. Durante a modelação todos os pontos de inconsistência nos projetos e/ou falta de informação foram registrados para posterior avaliação. O conjunto desses registros foi denominado relatório de discussões. A partir do modelo tridimensional, fez-se a compatibilização, utilizando-se o software Autodesk Navisworks, a fim de evidenciar os problemas e constrangimentos existentes, originando um relatório de interferências. Paralelamente fez-se a modelação 4D, utilizando-se os cronogramas de atividades, com o auxílio dos softwares MS Project e Autodesk Navisworks que deram origem às simulações 4D.

A partir dos resultados das modelações 3D e 4D, analisaram-se detalhadamente todos os dados disponíveis e resultados obtidos. Elencaram-se constrangimentos e diversos problemas em cada projeto estudado, detetados logo em fase de projeto, o que evidenciaria problemas em obra. Deste modo, foram promovidas entrevistas aos *stakeholders* envolvidos, com intuito de averiguar a existência dos principais problemas apontados pelas análises BIM, assim como perceber seus potenciais impactos. Adicionalmente, os intervenientes foram questionados quanto as vantagens, desvantagens, restrições/problemas/ameaças e possibilidades da utilização de BIM em obras de reabilitação possibilitando o desenvolvimento de uma análise SWOT com base na percepção dos próprios intervenientes.

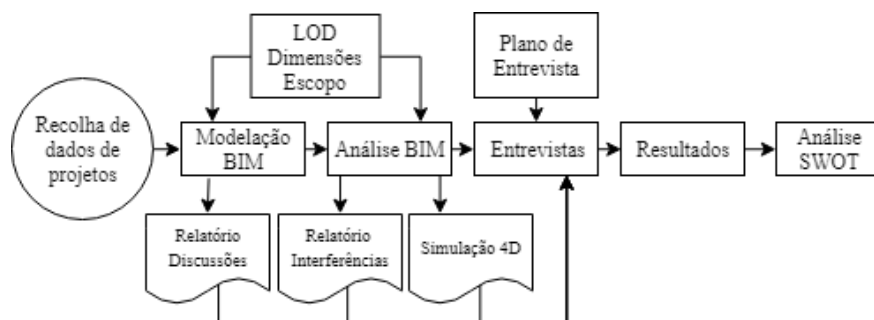


Figura 2: Representação esquemática da metodologia aplicada.

### 4. ESTUDOS DE CASO

Foram utilizados para este trabalho três estudos de caso distintos, sendo selecionados de acordo com a localização e tamanho da obra a ser realizada. Todos os casos são enquadrados como reabilitação e tiveram seus pré-requisitos mínimos analisados para serem considerados aptos à presente análise. Optou-se por escolher-se obras residenciais de pequeno porte para, justamente, avaliar a utilização de BIM nesse contexto. Todos os casos encontram-se em Portugal, na região de Trás os Montes. A documentação utilizada para os estudos foi fornecida pelos intervenientes e foram modelados os projetos disponibilizados que apresentavam detalhamento mínimo para que fosse possível avaliar as interferências espaciais.

#### 4.1 Estudo de caso 1 – Obra em Campeã (Vila Real)

O Estudo de caso 1 consiste numa intervenção de reconstrução e ampliação de uma habitação unifamiliar (Figura 3), que não aparenta condições de utilização, em Campeã, concelho de Vila Real.



Figura 3: Estudo de caso 1 - Edificação existente.

Os projetos disponibilizados foram: estabilidade; arquitetura; redes hidráulicas; térmico e instalações de gás. Na Figura 4 pode-se ver o resultado da modelação destes projetos em 3D.

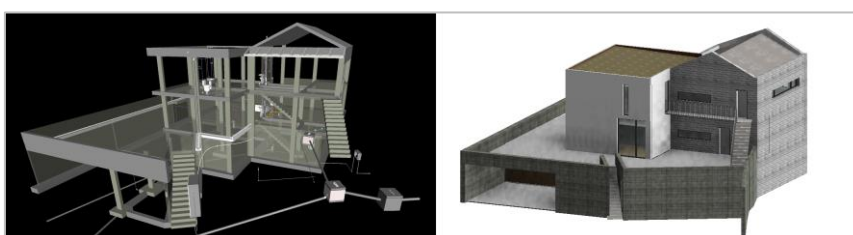


Figura 4: Estudo de caso 1 - Resultados da Modelação.

No total, foram criados 1516 elementos distribuídos entre os diferentes modelos. Durante o processo de modelação, foram feitos 20 apontamentos de discussão referentes a informações de projeto. A análise de interferências resultou num total de 24 interferências, distribuídas conforme a Tabela 1. As principais interferências, questionadas ao interveniente na entrevista, são exibidas na Figura 5. A primeira, refere-se à incompatibilidade do tamanho da laje entre os projetos de estabilidade e arquitetónico. A segunda, refere-se à sobreposição de sapatas da fundação com tubulação de esgoto. A terceira, refere-se ao posicionamento de tubulação de abastecimento de água que coincide com o percurso da escada. Por último, o posicionamento de escada obstruindo uma janela.

Tabela 1: Caso de Estudo 1 - Discussões e Interferências.

Modelo/Projeto	Quantidade Discussões / Interferências
Estabilidade	5 / 18
Arquitetura	7 / 22
Redes Hidráulicas	7 / 7
Instalações de Gás	1 / 1

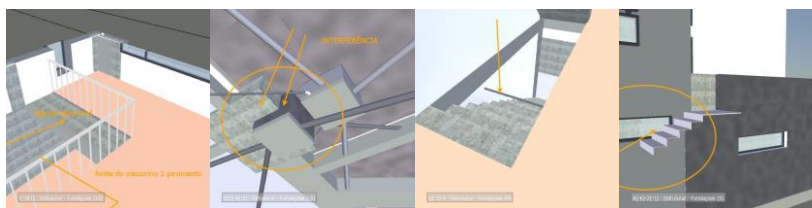


Figura 5: Estudo de caso 1 - Principais interferências.

Como resultado das entrevistas, obteve-se a validação de todos os problemas apontados pelas análises BIM. Alguns dos apontamentos estavam relacionados à falta de informação de projeto e, considerados relevantes na qualidade de execução da obra gerando demandas de maior detalhamento ou alterações. Outros, como a primeira interferência apresentada, demonstram falha na gestão documental entre os projetistas. O modelo 4D é considerado útil, mas a sua relevância foi condicionada ao custo e dimensão da obra.

## 4.2 Estudo de caso 2 – Obra em Formil (Bragança)

O Estudo de caso 2 consiste numa intervenção de reabilitação de uma habitação unifamiliar (Figura 6), atualmente sem condições de utilização, e sua posterior adaptação a Unidade de Alojamento Local e Estabelecimento de Bebidas, na localidade de Formil (Bragança).



Figura 6: Estudo de caso 2 - Edificação existente.

Os projetos disponibilizados foram: estabilidade; arquitetura; redes hidráulicas e instalações de telecomunicações. Na Figura 7 pode-se ver o resultado da modelação destes projetos em 3D.

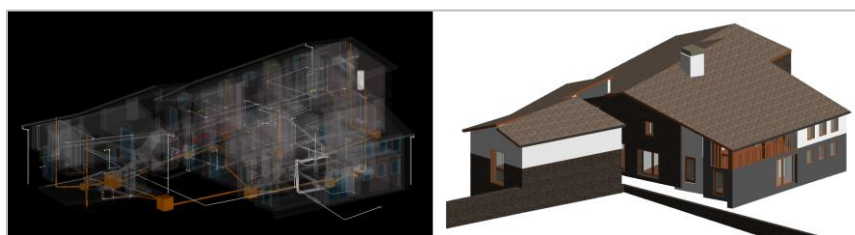


Figura 7: Estudo de caso 2 - Resultados da Modelação.

No total, foram criados 1786 elementos distribuídos entre os diferentes modelos. Durante o processo de modelação, foram feitos 25 apontamentos de discussão referentes a informações de projeto. A análise de interferências resultou num total de 16 interferências, distribuídas conforme a Tabela 2. As principais interferências, questionadas ao interveniente na entrevista, são exibidas na Figura 8. A primeira, refere-se à incompatibilidade entre uma viga estrutural em betão e o posicionamento de uma janela definida no projeto arquitetónico. A segunda, refere-se à interferência entre tubulação hidráulica e uma viga metálica. A terceira, refere-se à uma prumada de esgoto aparente. Por último, a passagem de tubulações de abastecimento coincidindo com o posicionamento de porta e janela.

Tabela 2: Caso de Estudo 2 - Discussões e Interferências.

Modelo	Quantidade Discussões / Interferências
Estabilidade	2 / 6
Arquitetura	5 / 11
Telecomunicações	3 / 1
Redes Hidráulicas	15 / 14

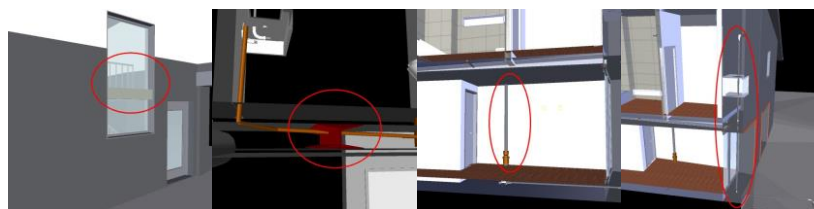


Figura 8: Estudo de caso 2 - Principais interferências.

Como resultado das entrevistas, obteve-se a validação dos problemas apontados. A primeira interferência existiu de fato, porém, é propositado e foi executado, como demonstrado na Figura 8, para permitir a passagem de luz para ambos os pavimentos. As demais interferências ocorreram em obra, sendo que em todos os casos foram feitos desvios nas instalações. Não foi possível estabelecer os custos destes desvios nem estimar seus impactos na eficiência hidráulica das tubulações alteradas. O modelo 4D apresentado foi considerado útil pelo interveniente, especialmente em casos onde o espaço de estaleiro é limitado, mas sua relevância foi condicionada ao orçamento e dimensão da obra.

### 4.3 Estudo de caso 3 – Obra em Almodena (Vila Real)

O Estudo de caso 3 consiste numa intervenção de reconstrução de uma habitação unifamiliar (Figura 9) atualmente habitada, em Almodena (Vila Real).



Figura 9: Estudo de caso 3 - Edificação existente

Os projetos disponibilizados foram: estabilidade; arquitetura; Redes hidráulicas; térmico e instalações de gás. Na Figura 10 pode-se ver o resultado da modelação destes projetos em 3D.

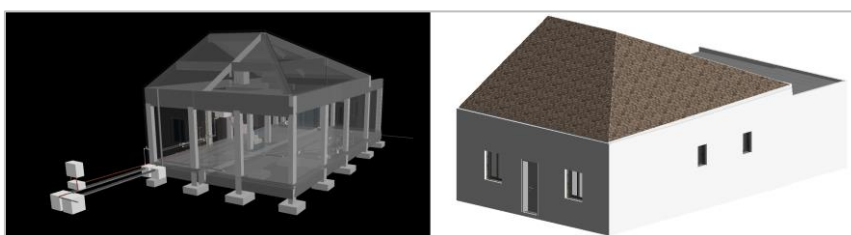


Figura 10: Estudo de caso 3 - Resultados da Modelação.

No total, foram criados 546 elementos distribuídos entre os diferentes modelos. Durante o processo de modelação, foram feitos 29 apontamentos de discussão referentes a informações de projeto. A análise de interferência resultou num total de 9 interferências, distribuídas conforme a Tabela 3. As principais interferências, questionadas ao interveniente na entrevista, são exibidas na Figura 11. A primeira, refere-se à sobreposição de escada com esquentador. A segunda, refere-se à interferência de tubulação de abastecimento hidráulica com escadas. A terceira, refere-se à passagem de tubulação de abastecimento de gás por um pilar estrutural de betão armado. Por último, a incompatibilidade referente ao posicionamento do esquentador entre os projetos de redes hidráulicas e instalações de gás.

Tabela 3: Caso de Estudo 3 - Discussões e Interferências.

Modelo	Quantidade Discussões / Interferências
Estabilidade	12 / 4
Arquitetura	4 / 4
Redes Hidráulicas	9 / 8
Instalações de Gás	4 / 2

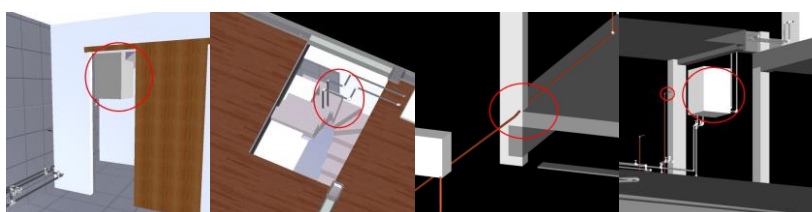


Figura 11: Estudo de caso 3 - Principais interferências.

Como resultado das entrevistas, obteve-se a validação de todos os problemas apontados. A maioria das incompatibilidades estão ligadas, à ausência de detalhamento da passagem dos elementos de redes hidráulicas e de instalações de gás. Foi afirmado, por parte do interveniente, que os projetos, nesse caso em específico, tem função de guiar, com certa margem para ajustes, a fase de obra. A utilização de BIM, no entanto, foi considerada como prática viável e benéfica para a gestão dos projetos. Para este estudo de caso não foi elaborado um modelo 4D, no entanto, o interveniente afirmou ser benéfico.

## 5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa explora, através de estudos de caso, a capacidade do BIM como uma ferramenta para melhorar a gestão de obras de reabilitação. Os resultados, para os três estudos de caso, comprovam a viabilidade técnica de detecção das diversas falhas e incompatibilidades entre as diferentes disciplinas. Através das entrevistas pôde-se comprovar, unanimemente, a relevância e fiabilidade dos resultados das análises 3D e 4D realizadas.

Através dos resultados obtidos nas análises, pôde-se concluir que a principal restrição da utilização de BIM está diretamente relacionada ao nível de detalhamento dos projetos. Para todos os casos houve um grande número de discussões, que em sua maioria faziam referência à falta de informação nos projetos. Outro ponto importante, e questionado por um dos intervenientes, é a necessidade de que o projeto seja extremamente preciso quanto ao posicionamento de elementos e estruturas. Observou-se, em todos os estudos de caso, que o projeto é utilizado somente como um referencial de execução e, nesse contexto, a utilização de BIM pode vir a resultar numa quantidade elevada de discussões e interferências que venham a ser considerados não significativas pelos intervenientes. Isso acontece principalmente porque o modelo de trabalho já está culturalmente acostumado com tomada de decisões em fase de obra, sendo que esta fase de “produção”, como nas outras indústrias, seria prioritariamente para execução fiel dos requisitos representados em projeto.

Os resultados compilados, para os três estudos de caso, da análise SWOT representam as impressões dos intervenientes quanto às forças, fraqueza, ameaças e oportunidades da utilização de BIM em obras de reabilitação. As principais forças da utilização de BIM em reabilitação estão relacionadas a áreas que vão além do projeto em si, incluindo não só a compatibilização, mas também: comunicação, interação com os clientes e simulações de cenários para estimativa de custos. Como principais fraquezas, foi apontado o custo alto de implementação e as limitações consoantes à representação gráfica de projetos no que tange a submissão para aprovações legais. As oportunidades identificadas estão relacionadas com modelação da envolvente, análises de desempenho térmico e acústico, classificação do existente e auxílio na preparação de obra. Os intervenientes definiram unanimemente como ameaça o risco de se cair num complexo processo de aprendizagem que consuma muito tempo e que não traga o retorno financeiro investido.

A utilização de BIM permitiu, ainda em projeto, a eliminação dos erros de projeto que, comprovado pelo estudo de caso 2, aparecem em fase de obra. A importância da resolução não se limita somente à interferência em si, pois as mudanças na fase de obra podem causar outros tipos de problemas e imprevistos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Project Management Institute, *Project Management Body of Knowledge: A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 2017.
- [2] Pro-Systems Informática Ltda ©, “Pro-Systems - BIM,” 2015. [Online]. Available: <https://www.prosystems.com.br>. [Acessado em: 16-Jul-2019].
- [3] R. A. F. Oliveira, “Metodologia de gestão de obras de reabilitação em centros urbanos históricos,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.
- [4] R. Sacks, C. Eastman, G. Lee, and P. Teicholz, *BIM Handbook*. 2018.
- [5] P. Smith, “BIM & the 5D Project Cost Manager,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 2014.
- [6] B. Succar, “Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders,” *Autom. Constr.*, 2009.
- [7] Secretaria de Infraestrutura e logística - DGPO, “Caderno BIM,” Curitiba, 2018.
- [8] BIMForum, “Level of Development (LoD) Specification Part I,” 2018.
- [9] S. Rokooei, “Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 2015.