



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luisa de Figueiredo e Silva

**BIM na Reabilitação de Edifícios Históricos:
Implementação em escritório de arquitetura.
Estudo de caso de edifício no Largo da
Oliveira, Guimarães**

Novembro de 2021



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luisa de Figueiredo e Silva

**BIM na Reabilitação de Edifícios Históricos:
Implementação em escritório de arquitetura.
Estudo de caso de edifício no Largo da
Oliveira, Guimarães**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis

Trabalho efetuado sob a orientação do
Prof. Doutor Miguel Ângelo Dias Azenha

E com tutor na empresa:

Arquiteto Filipe José Carvalho Vilas Boas Fernandes

Novembro 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Miguel Azenha, por todo o apoio, compreensão e paciência que me foram dados ao longo dessa trajetória.

Aos meus coorientadores, Filipe Vilas Boas e Pedro Vinagreiro, por abrirem as portas do escritório e me darem livre acesso a todos os documentos que eu julgasse necessários e pelos ensinamentos e partilha de conhecimento.

A minha família, principalmente minha mãe e companheira de profissão, que sempre me incentivou a ir em busca dos meus sonhos e mesmo longe se faz presente. Agradeço por mesmo sem entender muito sobre o assunto, tentar me ajudar e se mostrar interessada.

Aos meus amigos que sabendo que o meu dia a dia não é fácil e me incentivavam a trabalhar mais um pouco em busca de algo maior.

Ao Samuel, que deu apoio para seguir em frente e que me abriu os olhos algumas vezes para situações que eu não queria ver. Obrigada por estar ao meu lado.

O meu muito obrigada também aos meus companheiros de trabalho, que me motivavam e ajudaram no que podiam.

Agradeço muito por todo o apoio e carinho comigo.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não

recorri à prática de plágio, nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações

ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

A reabilitação de edifícios cresce cada dia mais no setor da construção devido a quase inexistência de espaços físicos para onde expandir os centros urbanos e à sustentabilidade, assunto cada vez mais importante e necessário na área, bem como a valorização pela história dos edifícios e seus métodos construtivos. Esses fatores juntos contribuem para a reutilização de edifícios em detrimento do projeto de novas construções.

Enquanto isso, os avanços tecnológicos na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção crescem cada dia mais e com isso a implementação do Building Information Modelling (BIM) nas metodologias de projeto e construção tem se tornado fundamental.

Ao falar sobre reabilitação de edifícios, BIM e arquitetura, é possível deparar-se com algumas problemáticas que envolvem os assuntos citados.

O objetivo principal dessa dissertação é dar início a implementação da metodologia BIM de forma prática dentro do escritório de arquitetura em um projeto de reabilitação funcional escolhido em conjunto com os arquitetos do gabinete de arquitetura Outrasformas.

Foi tido como base um estudo de caso no Largo da Oliveira em Guimarães, onde foram definidos alguns parâmetros como criação de fases de projeto, criação de folhas de impressão parametrizadas, definição de nomenclaturas de arquivos para dar início essa implementação através do software escolhido Autodesk Revit. Foi analisado o processo através das fases de projeto de acordo com a Portaria 701-H/2008 e foram extraídas com intenção de licenciamento peças desenhadas do projeto e algumas imagens tridimensionais para mostrar ao Dono de Obra.

PALAVRAS-CHAVE

BIM, Reabilitação , Fases de projeto, Arquitetura, modelação

ABSTRACT

Title: BIM in the Rehabilitation of Historic Buildings: Implementation in an architectural office – Case study of a building in Largo da Oliveira - Guimarães

Renovation buildings grows more and more in the construction sector due to the almost inexistence of physical spaces to expand urban centers and sustainability, an increasingly important and necessary subject in the area, as well as the appreciation of the history of buildings and their methods constructive. These factors together contribute to the reuse of buildings at the expense of new construction design.

Meanwhile, technological advances in the Architecture, Engineering and Construction industry are growing more and more and with this the implementation of Building Information Modeling (BIM) in design and construction methodologies has become fundamental.

When talking about building rehabilitation, BIM and architecture, it is possible to come across some issues that involve the aforementioned subjects.

The main objective of this dissertation is to start the implementation of the BIM methodology in a practical way within the architecture office in a functional rehabilitation project chosen together with the architects of the architecture office Outrosformas.

It was based on a case study in Largo da Oliveira in Guimarães, where some parameters were defined, such as the creation of project phases, creation of parameterized print sheets, definition of file nomenclatures to start this implementation through the chosen Autodesk Revit software . The process was analyzed through the project phases in accordance with “*Portaria 701-H/2008*” and drawings of the project and some three-dimensional images were extracted, with the intention of licensing, to show the Owner of Work.

KEYWORDS

BIM, Renovation , Project fases, Architecture, modeling

ÍNDICE

Agradecimentos	3
Resumo.....	6
Abstract	7
Índice de Figuras.....	10
Índice de Tabelas.....	13
1. Introdução.....	14
1.1 Enquadramento.....	15
1.2 Objetivos e metodologia da dissertação	17
2. Arquitetura e a reabilitação de edifícios:	19
2.1 A reabilitação de edifícios.....	19
2.1.1 Enquadramento.....	22
2.1.2 Níveis de intervenção.....	23
2.1.3 Reabilitação funcional	23
3. Evolução do setor da AEC e o uso BIM	26
3.1 Enquadramento.....	26
3.2 Conceito BIM	28
3.2.1 Modelação orientada por objetos	29
3.2.2 Level Of X (LOX)	30
3.3 Principais vantagens e limitações com implementação do BIM.....	32
4. Implementação do BIM no ateliê de arquitetura.....	34
4.1 Análise geral do gabinete e seu funcionamento atual.....	34
4.2 Proposta de metodologia de trabalho com BIM.....	38
4.2.1 Implementação do BIM em um gabinete de arquitetura com foco na reabilitação	38
4.2.2 Etapas e desenvolvimento desde o levantamento do existente até entrada do anteprojeto junto a entidade	40
5. Caso Prático	43
5.1 O edifício.....	43

5.1.1	O existente	47
5.1.2	A proposta	50
5.2	Técnicas utilizadas para levantamento do existente	52
5.3	O modelo	56
5.3.1	Definições para modelo e desenvolvimento.....	56
5.3.2	Criação de folhas	79
5.3.3	Desenhos técnicos.....	81
5.3.4	Imagens tridimensionais	81
6.	Conclusões	Erro! Marcador não definido.
	Referências Bibliográficas	87
	Anexo I – Plantas existente	88
	Anexo I I– Cortes existente.....	89
	Anexo III – Alçados existente	90
	Anexo IV – Plantas vermelhos e amarelos	91
	Anexo V – Cortes vermelhos e amarelos	92
	Anexo VI – Alçados vermelhos e amarelos	93
	Anexo VII – Plantas proposta	94
	Anexo VIII – Cortes proposta.....	95
	Anexo IX – Alçados proposta.....	96
	Anexo X – Pormenor construtivo	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases de evolução para BIM (fonte: Rozmanith, 2014)	28
Figura 2 Planta de localização fornecida pelo Município de Guimarães (Websig).....	44
Figura 3 Fachadas edifício Largo da Oliveira e Rua Alfredo Guimarães.....	45
Figura 4 Planta de Ordenamento em Vigor	46
Figura 5 Legenda para planta de ordenamento em vigor.....	47
Figura 6 conjunto de imagens históricas do conjunto do Largo da Oliveira retiradas do Arquivo	48
Figura 7 primeiro piso - atualmente arrendado por temporadas.....	49
Figura 8 Teto da cozinha no segundo piso	50
Figura 9 exemplo "triangulação"	53
Figura 10 Levantamento entrada edifício	54
Figura 11 levantamento piso 1.....	54
Figura 12 levantamento piso 2.....	55
Figura 13 levantamento escada	55
Figura 14 Croqui Arquiteto Filipe Vilas Boas	55
Figura 15 Croqui Arquiteto Filipe Vilas Boas	56
Figura 16 Plantas rés do chão e piso 1 - levantamento genérico	58
Figura 17 piso 2 e sótão - levantamento genérico.....	58
Figura 18 Planta de cobertura – Levantamento genérico.....	59
Figura 19 Cortes 1 e 2 - Levantamento genérico	59
Figura 20 Cortes 3, 4 e 5 - Levantamento genérico	60
Figura 21 vista 3D - Levantamento genérico fachadas	60
Figura 22 Vista 3D – corte esquemático genérico	61
Figura 23 pormenor - levantamento genérico.....	61
Figura 24 Escada entrada existente	62
Figura 25 Escada piso 1 - Piso 2 existente.....	62
Figura 26 plantas Rés do chão e Piso 1 - definição de materiais do existente	63
Figura 27 Plantas Piso 2 e Sótão - definição de materiais do existente	63
Figura 28 Planta de cobertura - definição de materiais do existente.....	64
Figura 29 Cortes 1 e 2 - definição de materiais do existente.....	64

Figura 30 Cortes 3, 4 e 5 - definição de material do existente	65
Figura 31 Vista 3D - Levantamento fachadas com massa envolvente.....	65
Figura 32 Vista 3D - corte esquemático com definição de materiais do existente	66
Figura 33 pormenor com especificação de materiais	66
Figura 34 Pormenor aproximado - solução parede existente com isolamento proposto (em vermelho: proposto; em verde: existente)	68
Figura 35 Caixilharia no modelo Revit.....	69
Figura 36 Caixilharia existente	69
Figura 37 Porta e guarda-corpo varanda no modelo Revit.....	70
Figura 38 Porta e guarda-corpo existentes	70
Figura 39 Plantas Piso 1 e 2 - modelo proposto.....	71
Figura 40 Plantas Piso 2 e sótão - modelo proposto.....	71
Figura 41 Planta cobertura - modelo proposto.....	72
Figura 42 Cortes 1 e 2 - modelo proposto	72
Figura 43 Cortes 3, 4 e 5 - modelo proposto.....	73
Figura 44 Modelo 3D proposto	73
Figura 45 Modelo 3D - Corte esquemático proposto	74
Figura 46 Plantas rés do chão - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos	75
Figura 47 Plantas piso 1 - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos	75
Figura 48 Plantas piso 2 - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos	76
Figura 49 Plantas sótão - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos.....	76
Figura 50 Plantas varandim - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos	77
Figura 51 Cortes 1 - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos.....	77
Figura 52 Corte 2 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos	77
Figura 53 corte 3 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos.....	78
Figura 54 Corte 4 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos	78
Figura 55 Corte 5 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos	78
Figura 56 cista 3D fachadas - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos	79
Figura 57 Vista 3D corte esquemático - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos.....	79
Figura 58 folha parametrizada	80
Figura 59 rótulo paramétrico	81
Figura 60 Imagem tridimensional exterior.....	82

Figura 61 imagem tridimensional interior 1	82
Figura 62 imagem tridimensional interior 2	82
Figura 63 imagem tridimensional interior 3	83
Figura 64 imagem tridimensional interior 4.....	83
Figura 65 imagem tridimensional interior 5.....	83
Figura 66 imagem tridimensional interior.....	83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 níveis de intervenção de Reabilitação em Edifícios (Paiva et al., 2006).....	23
Tabela 2 Level of Development - Nível de Desenvolvimento (LOD)	31

INTRODUÇÃO

A reabilitação é uma área que é de difícil desenvolvimento visto que engloba um vasto leque temático e, portanto, é uma área de intervenção pluridisciplinar. É necessário ter em consideração o máximo de informação face ao tipo de construção, face à sua geometria, à heterogeneidade e propriedades dos materiais tradicionais utilizados, ao deficiente conhecimento face às técnicas de construção tradicionais, à caracterização dos esforços aplicados e seu comportamento estrutural (Lourenço, 2001).

Os edifícios antigos, tanto em Portugal como no mundo, que chegaram aos dias de hoje, dando-nos a conhecer a sua autenticidade, são aqueles que tiveram uma manutenção contínua, executada com materiais e técnicas tradicionais originais/compatíveis. A manutenção dos edifícios correntes resultou da necessidade, de quem neles residia, de adaptar aos padrões e exigências da atualidade, mantendo a sua utilização. Estes foram construídos com os materiais existentes na região onde estão inseridos e só recentemente têm sido alvo de reabilitação e conservação, ao contrário do que prevaleceu até meados do século XX, onde edifícios considerados especiais e monumentos com interesse patrimonial apresentavam manutenção ao longo dos séculos. Com a ocupação destes edifícios antigos reabilitados, os centros das grandes cidades permitem que estes locais passem a ser zonas de residência além de locais de trabalho, rejuvenescendo-as. Esta situação faz com que haja uma redução de tráfego rodoviário, com recurso ao uso de transporte privado, sendo mais prático a utilização dos transportes públicos urbanos (metro, comboio, autocarro). Assim, é também benéfico a nível ambiental, com a redução da emissão de gases de estufa provenientes dos veículos particulares, sendo necessário dinamismo nos transportes públicos como alternativa viável ao recurso do transporte privado.

As intervenções que são realizadas no âmbito da reabilitação de edifícios devem ser devidamente ponderadas face às patologias apresentadas, com conhecimento das suas causas, tendo por base os princípios fundamentais da reabilitação: a autenticidade, compatibilidade e reversibilidade.

1.1 Enquadramento

A presente dissertação se enquadra no âmbito do Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentável. O tema abordado tem foco na reabilitação dos edifícios históricos, assunto com grande atualidade e em constante desenvolvimento no setor da construção civil.

Atualmente a reabilitação de edifícios é a opção mais adotada no setor da construção devido a inúmeros fatores, dentre eles: a quase inexistência de espaços físicos para onde expandir os centros urbanos, a sustentabilidade, assunto cada vez mais importante e necessário na área, bem como a valorização pela história dos edifícios e seus métodos construtivos. Esses fatores juntos contribuem para a reutilização de edifícios em detrimento do projeto de novas construções.

Paralelamente, os avanços tecnológicos na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) crescem cada dia mais e com isso a implementação do Building Information Modelling (BIM) nas metodologias de projeto e construção tem se tornado fundamental, mas por se tratar também de tecnologia surge a necessidade de aprofundar o conceito e analisar como pode ser aplicado para projetos de reabilitação, assunto com inúmeras especificidades.

Ao falar sobre reabilitação de edifícios, BIM e arquitetura, é possível deparar-se com algumas problemáticas que envolvem os assuntos citados. Quando se considera a reabilitação de um edifício pode-se tratar de uma construção atual, mas também é possível que seja uma construção muito antiga, com história e características que são necessárias e interessante preservar, seja por uma imposição da Câmara ou seja por sua importância arquitetónica de métodos construtivos. Sendo assim, cada caso é um caso e por isso é um assunto muito amplo e com inúmeras especificidades a explorar para cada situação. Ao considerar um edifício histórico por exemplo, é necessária uma maior atenção ao levantamento, visto que muitas vezes as paredes não são perpendiculares, possuem parte de sua estrutura em madeira, e possuem também elementos de época, como roda tetos rebuscados, balaustres diferenciados além de elementos específicos de cada época.

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) está em constantes mudanças e passa por desafios que envolvem a melhoria da produtividade e a aplicação apropriada de práticas mais sustentáveis, por exemplo. Vê-se também a necessidade de modificar o modelo de contrato de uma empreitada para que seja mais ágil, menos desorganizada e que gerem

menos erros de projeto que podem vir a gerar grandes diferenças nos orçamentos de uma empreitada.

A metodologia BIM é a melhor forma de trabalho atualmente na indústria AEC pois serve para partilhar informações e facilitar a comunicação entre todos os intervenientes da obra e também durante todas as fases do ciclo de vida da construção. A última ferramenta que mais revolucionou o trabalho do arquiteto era realizada com o “Autocad”, “software” que permite o desenho em duas ou três dimensões, sem distinguir os elementos. Era apenas um modelo composto por pontos, linhas e superfícies. A nova forma de trabalho, com programas como “Revit” e “Archicad”, permite a incorporação da quarta e quinta dimensões, sendo essas tempo e custo. Dessa forma permite o gerenciamento da informação de forma inteligente ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto, automatizando processos de programação, projeto conceitual, pormenores, análises, documentos, fabricações, logística de construção, operação e manutenção, renovação e/ou demolição. Para cada especialidade de projeto de uma construção existem softwares compatíveis com cada uma delas, podendo no entanto ser os mesmos. Esses programas têm função de simular digitalmente uma construção, manejando coordenadamente toda a informação de um projeto de arquitetura. Isso significa que possui características geométricas, mas também possui propriedades físicas e atributos físicos, de custo e de tempo. Cada especialidade trabalha no modelo base, fornecido pelo arquiteto, sem muitos pormenores, porém com as informações e geometrias necessárias para que todos consigam desenvolver parte do projeto e conforme o tempo vai sendo enriquecida com as contribuições de cada parte.

As maiores dificuldades encontradas em um projeto de reabilitação feito em BIM são inúmeras, porém as que são mais comuns são:

- Falta de informação digital, ou seja, falta de modelos com implementação BIM para utilização nos softwares;
- Preços altíssimos para utilização de métodos sofisticados para um levantamento de qualidade e mão de obra qualificada;
- Dificuldade de levantamentos de estruturas, hidráulica e elétrica pré-existentes;
- Presença de uma geometria irregular e complexa;
- Singularidade de cada projeto, o que impossibilita a criação de um modelo base geral. É sempre necessária a criação de um modelo novo com novos parâmetros e materiais.

- Elementos construtivos não presentes na plataforma BIM;
- Mão de obra qualificada nas empresas para utilização do software
- Quebra de produtividade no período de adaptação
- Definição de parâmetros de responsabilização
- Limitações de interoperabilidade

Em todos os projetos e obras de construção existem inúmeros participantes e interações entre as diversas partes. Os projetos são multidisciplinares e incluem informações que nem todos precisam gerenciar. Sendo assim, existem cargos a serem ocupados para uma maior agilidade e melhor funcionamento da metodologia, além de regras de contratação e planos de execução a serem seguidos. O princípio da interoperabilidade é fundamental para a metodologia pois é a capacidade de transmissão de dados entre aplicações e que permite que as mesmas trabalhem conjuntamente acelerando processos e minimizando os erros.

No presente trabalho será tratado o que é necessário em um projeto de reabilitação de edifícios, na perspectiva da arquitetura para que possua um nível de qualidade elevado e esteja dentro do conceito BIM, além do arquiteto como coordenador de projetos, frequentemente associado em projetos de escala reduzida. Em um momento mais adiante, pretende-se a criação de um plano de execução BIM para implementação em um escritório de arquitetura de pequeno porte.

1.2 Objetivos e metodologia da dissertação

O objetivo principal dessa dissertação é implementar a metodologia BIM de forma prática dentro do escritório de arquitetura em um projeto de reabilitação funcional e construtiva escolhido em conjunto para servir de modelo inicial para começar o desenvolvimento de um fluxo de trabalho. Além disso, inicialmente é necessário identificar as principais particularidades no que diz respeito a inspeção, diagnóstico e levantamento geométrico de projetos de reabilitação através de um estudo de caso específico dentro da especialidade de arquitetura, especificamente na implementação do BIM em obras de reabilitação. São necessários procedimentos específicos para a aplicação da metodologia por parte do utilizador, assim como detalhes relativos ao levantamento e modelação de objetos pré-existentes. A abordagem proposta demonstrará como poderá ser aplicado o BIM, desde a fase do levantamento e recolha de dados do existente, até a fase final, onde são definidos os

elementos a construir e demolir e a entrega e apresentação do projeto ao cliente. A dissertação terá como base um caso de estudo de um projeto de reabilitação onde será descrita a forma de aplicação da metodologia BIM e os resultados obtidos.

O desenvolvimento da presente dissertação baseou-se nos seguintes pontos, de forma a alcançar os objetivos propostos:

1. Limitação da área de estudo: definiu -se um foco de estudo com a escolha de um gabinete de arquitetura e um projeto a ser desenvolvido pois é um tema com elevada complexidade e abrangência;

2. Pesquisa bibliográfica: a pesquisa teve como foco a conjuntura atual do setor AEC ao nível da construção nova e reabilitação, reabilitação funcional de edifícios, automatização na construção e aplicação de novas tecnologias em projetos de reabilitação, metodologia BIM, técnicas de levantamento de edifícios e modelação de edifícios em softwares com base em BIM.

3. Revisão e análise da literatura: com intuito de suportar a aplicação pratica do tema da dissertação no caso de estudo, foi realizada uma revisão e análise da bibliografia recolhida. Além do mais, a análise realizada permitiu identificar lacunas na área de estudo, onde o presente trabalho poderá servir como contributo para novos desenvolvimentos futuros, principalmente no gabinete de arquitetura escolhido.

4. Aplicação prática no caso de estudo: terá como componente prática um trabalho de campo num projeto de reabilitação funcional e construtiva de um edifício no centro Histórico de Guimarães, no Largo da Oliveira, de modo a obter todos os elementos necessários para a realização de modelos digitais a apresentar para o cliente com o objetivo de licenciar o projeto junto a Camara de Guimarães, sem nenhuma ligação com as especialidades.

5. Análise de resultados e validação: São expostos os resultados obtidos através da implementação da metodologia BIM no gabinete de arquitetura para a criação de modelos digitais que facilitem o entendimento do cliente e que estejam prontos para ser entregues para o pedido de licenciamento para posterior entrega das especialidades onde o interesse é o alvará de construção. Estes resultados irão demonstrar de que forma o presente trabalho poderá contribuir para a área de estudo com o desenvolvimento de uma metodologia de abordagem de projetos de reabilitação funcional.

2. ARQUITETURA E A REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS:

2.1 A reabilitação de edifícios

A origem da palavra reabilitação vem do latim *re + habilito*, que significa voltar a tornar apto. É um conceito que, de acordo com Abreu e Lucas (2003), foi transportado da medicina, onde o termo se refere a uma intervenção destinada a proporcionar um desempenho compatível com as exigências ou condicionalismos atuais. A reabilitação tem como principal objetivo a recuperação de valores preexistentes em uma edificação específica, sendo ela histórica ou não, para a sua beneficiação geral, a níveis de desempenho e exigências funcionais nascidas em função da contemporaneidade. Sendo assim, é o processo de adaptação de uma construção a um novo uso, uma nova função, sem alterar os elementos da construção que possuem um significado para o valor histórico, mas que também inclua os elementos estruturais e construtivos. (Icomos, 2003)

O termo surgiu na Carta Europeia do Património Arquitetónico (Conselho da Europa, 1975) e na Resolução 76 (28), com o intuito de distinguir uma conservação em um monumento de uma intervenção em um edifício corrente, já que não podiam ser encarados da mesma forma. Dessa forma o conceito implicava em reabilitar edifícios, particularmente destinados a habitação, renovando as estruturas internas e as adaptando às necessidades da vida moderna, mas, preservando os seus valores históricos e culturais. Outro ponto importante é o significado e valor cultural que estão diretamente ligados aos conceitos de identidade e autenticidade e que não podem ser dissociados do conceito de reabilitação. O valor de um determinado património arquitetónico, não está ligado somente a sua aparência, mas também a integridades dos componentes, como um vestígio histórico da tecnologia de construção do seu tempo. Quanto ao valor cultural, vai muito além do estético ou técnico, fala sobre a importância social, histórica, científica e até mesmo espiritual que um determinado edifício representa para as todas as gerações, passadas, atuais e futuras. Esse significado se encontra incorporado na sua envolvente, na construção em si, nos registos, na utilização, nas associações, ou em outros sítios ou construções relacionadas podendo ter valores diferentes para cada indivíduo ou grupos (BURRA, 1999).

Sendo assim, ao reabilitar um edifício procura-se solucionar eventuais danos físicos, construtivos e ambientais que se não forem alvo de intervenção podem ser ocasionalmente

transformados em ruína, devido ao abandono (Göçer et al., 2016). Tais atitudes procuram assegurar a longevidade do património urbano e arquitetónico, para as futuras gerações, optando pela reutilização do que for possível de elementos estruturais e materiais existentes, tendo em vista os princípios de reabilitação ao nível da autenticidade, compatibilidade e reversibilidade das técnicas utilizadas (Appleton, J., 2003).

Um projeto de reabilitação deve respeitar diversos pontos e para isso define-se uma estratégia técnica. Dentre os principais pontos que devem ser levados em consideração, pode-se mencionar:

- As características tipológicas e morfológicas que refletem a arquitetura onde a construção está inserida;
- As condições de higiene e conforto requeridas pela vida contemporânea, não desprezando as condições de segurança tanto estruturais e construtivas como ao fogo e às intrusões;
- O máximo de utilização possível dos elementos e partes da construção antiga ao invés de se prever a sua substituição por materiais e técnicas modernas. Por vezes a deficiente combinação entre as técnicas modernas com as antigas pode conduzir ao aparecimento de patologias diferentes das que foram detetadas antes da ação de reabilitação;
- A reversibilidade, não comprometendo a possibilidade de intervenções futuras, permitindo obter as opções iniciais construtivas.

Em edifícios antigos as exigências de durabilidade nas intervenções são mais rigorosas, visto que possuem tempo de vida maior que os modernos. Sendo assim, à partida não se deve aplicar materiais que tenham um tempo de vida útil entre 10 e 20 anos em edifícios com um século de vida pois isso poderá acarretar problemas futuros (Paiva et al., 2006).

Para uma boa intervenção, é necessário um estudo prévio das patologias existentes e das características dos materiais escolhidos sendo elas: porosidade, permeabilidade ao vapor de água, características mecânicas, estabilidade físico-química, dentre muitas outras. Ao tomar essas precauções evita-se o aparecimento de outras anomalias devido a má seleção de materiais (Appleton, J., 2003).

Os monumentos e edifícios históricos não são apenas testemunhos do passado, refletem parte da história cultural, social e patrimonial de um local, mas também mostra a evolução construtiva de cada país, onde é possível analisar quais características perduraram com o tempo e fazer uma análise objetiva do que funciona ou não para cada população e local, de forma a evidenciar as boas soluções na construção, tendo como objetivo principal manter a autenticidade para o futuro, tendo por base os princípios da reabilitação.

Esta é uma área que possui grandes particularidades e por isso tem um desenvolvimento mais complexo e necessita de intervenção pluridisciplinar. Um levantamento bem feito e detalhado no que diz respeito ao tipo de construção, geometria, propriedade dos materiais tradicionais utilizados e heterogeneidade da construção, são de extrema necessidade a esses tipos de projetos, assim como saber sobre as técnicas construtivas tradicionais. (Lourenço, P.,2001).

Ao longo das últimas décadas, reabilitar edifícios ganhou muito mais importância que antigamente, quando viam apenas os monumentos e edifícios de grande importância, como elementos que possuem valor e por isso merecem passar por uma intervenção. Hoje, edifícios habitacionais correntes, indústrias e edifícios comerciais, também são vistos como elementos de importância e que estão aptos a reabilitação, não só pela construção em si, mas também em conjunto com a envolvente e a cultura. São edifícios que caracterizam locais e zonas da cidade, ao longo dos anos.

O uso cada vez mais intenso do betão na construção, foi aos poucos substituindo o uso dos materiais tradicionais como a madeira, areia, cal barro e pedra e também influenciou na redução da utilização de ferro e aço, que por sua vez começaram a ser usados apenas na construção de edifícios de grandes dimensões, principalmente industriais. Esses novos materiais permitem que a construção seja mais acelerada, no entanto a rapidez conduziu a erros de análise que prejudicaram muito a durabilidade das construções, mas mesmo assim, substituíram em grande parte as técnicas tradicionais, que até então eram imutáveis.

Essa substituição exacerbada, levou ao desconhecimento e abandono das técnicas e práticas antigas, o que por consequência, gerou por muitas vezes um diagnóstico incorreto das razões e patologias, acarretando em propostas de reabilitação deficientes ou até mesmo erradas. Para que possuam um bom resultado, é necessário conhecer bem os objetos que serão alvos de intervenção, tendo o máximo de informações da construção para poder buscar materiais e métodos compatíveis com os originais, e para isso, conhecer os materiais e as técnicas tradicionais é imprescindível.

2.1.1 Enquadramento

Apesar da recuperação económica após o período de crise que Portugal atravessou a partir de 2008, o setor da indústria AEC sofreu inúmeras consequências desse período. Fatores como a crise económica, o aumento da emigração, a especulação imobiliária e a redução da natalidade foram decisivos para o abandono do parque habitacional, principalmente nos centros urbanos. Dessa forma o número de edifícios degradados e que não satisfaziam as exigências mínimas de qualidade e conforto atuais aumentou bastante.

Como alternativa para dinamizar o setor, a reabilitação de edifícios aposta na recapitação das edificações existentes tanto a nível estrutural, mas também funcional, com objetivo de melhorar a sua qualidade levando em consideração princípios de sustentabilidade como preservação de valores culturais, proteção ambiental, consumo energético e também a valorização patrimonial. Nesses casos, é preciso considerar uma série de exigências, sendo elas operacionais e técnicas, que numa construção nova não existem e com isso desafios diferentes a todos os intervenientes do processo aparecem e precisam ser superados.

As sociedades atuais reconhecem cada vez mais o importante valor cultural e económico que o património arquitetónico possui e com isso optam pela adoção de políticas de sustentabilidade como forma de conservar este património. Na economia pós crise, a reabilitação é vista como uma atividade estratégica, representando grande parte da atividade da indústria da construção civil na Europa.

Portugal apresenta-se no conjunto dos países europeus, como o que menos usa o parque habitacional antigo, preferindo desconstruir para promover a construção nova. Apesar desta realidade, verifica-se um crescimento da atividade de reabilitação com a introdução de novas políticas de reaproveitamento do parque edificado existente e do património urbano e a criação de gabinetes técnicos locais (GTL) (Paiva et al., 2006).

A necessidade de reabilitar tem vindo a assumir uma relevância cada vez maior, podendo ser uma solução para atenuar diversos problemas económicos e ambientais, decorrentes das especificidades da atividade do sector da construção. Para além disso, com a crise foi possível que empresários e investidores com maior poder aquisitivo, pudessem comprar mais imóveis com o objetivo de remodelar e por a arrendar ou então a vender, de forma a gerar mais moradia em condições e também gerar mais negócios. No entanto, uma dificuldade encontrada é que a falta de conservação dos edifícios origina posteriormente também custos

superiores de reabilitação, visto que grande parte dos elementos construtivos a reabilitar estarão em condições piores do que as condições iniciais.

2.1.2 Níveis de intervenção

Em uma reabilitação devem ser considerados quatro níveis de intervenção. De acordo com o Guia de apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais são estes:

Nível / Grau	Descrição
Nível 1 - Reabilitação ligeira	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenas reparações e melhorias das instalações e equipamentos já existentes nos fogos – fundamentalmente nas instalações sanitárias e cozinhas; • Não é necessário realocar as pessoas que habitam o fogo intervenido.
Nível 2 - Reabilitação média	<ul style="list-style-type: none"> • Reparação de elementos de caixilharia, estruturas (lajes e coberturas), revestimento de paramentos exteriores e interiores e cobertura, melhoria de instalações elétricas, ligeiras alterações na organização do espaço, melhoria das condições funcionais e do ambiente; • Em casos pontuais, é necessário realocar provisoriamente os residentes; • O custo tem de ser inferior a metade do valor de uma habitação nova com características semelhantes.
Nível 3 - Reabilitação profunda	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalhos de nível 2 acrescidos de profundas alterações na distribuição e organização de espaço; • Introdução de instalações e equipamentos em falta; • Custo próximo de uma habitação nova com características semelhantes.
Nível 4 - Reabilitação execucional	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso pontual a técnicas de restauro para intervenções na envolvente do edifício; • Total reconstrução do edifício; • Custos ultrapassam o custo de uma nova edificação com características semelhantes.

Tabela 1 níveis de intervenção de Reabilitação em Edifícios (Paiva et al., 2006)

2.1.3 Reabilitação funcional

Ao intervir em um edifício existente podem ser considerados diversos graus de intervenção, como visto anteriormente. Pode ser necessário apenas a manutenção e conservação do existente ou então o restauro do edifício para que esse possa retomar sua atividade inicial. Uma outra possível solução é a adaptação do edifício para que possa receber novas funções, mantendo os valores arquitetónicos e a sua envolvente (Bullen, Peter A., 2007), tendo em conta que nos princípios de reabilitação urbana está clara uma preocupação de revitalizar as cidades, aparecendo situações em que os usos presentes ou passados de determinados edifícios já estão obsoletos e não satisfazem as necessidades económicas e sociais.

A prática de reutilizar edifícios, dando a eles uma nova vida está sendo muito usada pois é uma política que beneficia tanto em termos económicos como a nível social e até histórico (Del Giudice, M., 2013). Ao desenvolver um novo conceito de utilização para algum edifício pode-se desencadear alguns problemas na área em que o edifício está inserido. Em centros históricos, por exemplo, diversas construções possuíam uma determinada funcionalidade que nos dias atuais não mais se justificam ou são desadequadas. Nesses casos deve-se pensar em uma nova função de forma a responder as exigências da cidade, zona ou rua em que se insere. Assim, são geradas novas dinâmicas sociais proporcionadas por esse novo uso (Bullen, Peter A., 2011).

Atualmente, a nível mundial, a indústria da construção civil passa por uma transição da construção nova para a reabilitação de edifícios. Nesses casos, o Estado possui um papel fundamental, onde define planos estratégicos e económicos para apoiar não só os municípios, mas também pessoas particulares com o objetivo de garantir uma dinâmica adequada à reabilitação do parque edificado, bem como a sustentabilidade dos seus processos. O conceito de reabilitação urbana sofreu atualizações nos últimos tempos, tornando-a mais abrangente. Hoje, entende-se como recuperação e beneficiação geral de áreas urbanas degradadas, sendo elas históricas ou não, nos níveis físico, morfológico, funcional ou socio económico. Tendo em conta esse conceito, não se pode negligenciar a integração das políticas urbanas, coesão social e territorial, o desenvolvimento sustentável, a descentralização e a participação dos cidadãos, destacando-se a reabilitação de edifícios como uma intervenção simplesmente física. A reabilitação dos edifícios visa garantir a sobrevivência de edifícios que são encontrados devolutos ou com elevados níveis de degradação, sendo considerada uma tarefa extremamente complexa e que exige conhecimentos aprofundados, desde os tipos de materiais a escolher até as técnicas a ser utilizadas para o efeito (Paiva et al., 2006)

Atualmente, o regime jurídico de reabilitação urbana está focado na degradação do edificado, principalmente nos centros urbanos das grandes cidades, e por isso é fundamental a participação ativa e financeira dos particulares mencionados anteriormente para que essa reabilitação seja viável. De acordo com esse regime jurídico, a Reabilitação Urbana é definida como sendo *“a forma de intervenção integrada sobre o tecido urbano existente, em que o património urbanístico e imobiliário é mantido, no total ou em parte substancial, e modernizado através da realização de obras de remodelação ou beneficiação dos sistemas de infraestruturas urbanas, dos equipamentos e dos espaços urbanos ou verdes de utilização*

coletiva e de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação ou demolição dos edifícios” (Decreto-Lei n.º307/2009 – Regime Jurídico da Reabilitação Urbana). Sendo assim, a necessidade de reabilitar assume um papel de relevância cada vez maior, e sendo visto como uma potencial solução para atenuar os problemas ambientais e económicos que decorrem das especificidades desse sector da construção.

3. EVOLUÇÃO DO SETOR DA AEC E O USO BIM

3.1 Enquadramento

Ao longo dos últimos anos o setor da AEC evoluiu no que diz respeito aos processos, tendo em conta a crescente exigência e uma grande necessidade de adotar padrões mais sustentáveis, tanto a nível de construção, como também a nível de projeto, e com isso o foco maior tem sido na otimização dos projetos com o objetivo de reduzir o impacto ambiental, nomeadamente, as emissões de gases, o consumo energético e o aumento do uso de materiais reutilizáveis. Em paralelo a essa necessidade, as práticas de projeto também passaram por atualizações e isso permitiu o aumento da competitividade e principalmente permitiu uma melhora no desempenho das empresas e em consequência disso o cliente fica mais satisfeito com o produto final (Bryde, D. et al., 2013).

Como consequência dessa evolução, o mercado da indústria AEC vem adquirindo novos conceitos de edifícios sustentáveis, onde é analisado o seu ciclo de vida, que vai desde a fase de projeto, passa pela sua execução, posteriormente pela conclusão e também pelo tempo de vida com o edifício habitado. Paralelamente a essa evolução, é possível verificar um aumento da complexidade da apresentação dos projetos devido a exigências funcionais e habitacionais, tendo em consideração os custos e respetivos prazos para execução, ponto esse que é imprescindível a eficiência entre todos os intervenientes de uma obra. Tendo esses desafios em consideração foi necessário recorrer a inovações tecnológicas ao longo dos últimos anos que facilitassem a avaliação do edifício em fase de projeto, tendo em vista a otimização do processo de construção e a sua manutenção (Kivits and Furneaux 2013).

O Building Information Modelling, BIM, é a metodologia que mais cresceu pois oferece um processo de controle de gestão de informação por fases de projeto, pelas diversas especialidades, bem como por todos os intervenientes ao longo do ciclo de vida de cada construção, através de um modelo digital do edifício que une todas as especialidades. As ferramentas utilizadas na metodologia permitem a automatização dos elementos constituintes de um projeto de reabilitação/construção, as análises de incompatibilidades entre os diferentes projetos de especialidades, a deteção de erros de forma prévia pois possibilita a partilha de informação de maneira mais eficiente, evitando a duplicação de dados.

Segundo a NBIMS-US (National Building Information Modeling Standard, 2015) o BIM é definido como *“um modelo digital com características físicas e funcionais no projeto de construção, um recurso de informação compartilhada para tomar qualquer decisão em todo o ciclo de vida a partir do conceitual inicial desenho do projeto e modelo de informação compartilhada baseado em trabalho colaborativo padronizado”*, enquanto pela NBS (National Building Specification, 2019) do Reino Unido, define-se como um *“processo de criação e gerenciamento de informações de projeto geradas em todo o ciclo de vida de um projeto”*.

A verdade é que a metodologia BIM é reconhecida amplamente por indústrias em escala global pois facilita na integração das informações de um projeto para um edifício, a começar pela proposta, seguir pela construção e operação de um edifício até o fim do seu ciclo de vida. Todas essas informações e outras que são consideradas necessárias estão integradas em um banco de dados de informações através do modelo tridimensional. A gestão do edifício em funcionamento inclui as equipes, as unidades de construção, os departamentos de operações de instalações, os proprietários, os funcionários do edifício, tudo isso está integrado, o que influencia na eficiência do trabalho, numa economia de custos e recursos para alcançar o desenvolvimento sustentável na indústria da construção.

O BIM é a resposta da indústria AEC para melhorar os fluxos de dados através do processo de construção e, portanto, ajudar a aumentar a eficiência. Para um bom funcionamento é necessário que as informações do projeto sejam estruturadas de uma forma compatível às aplicações escolhidas por construtores, fabricantes e operadores. Os padrões de dados BIM amadureceram de forma gradual, como fica exemplificado na figura a seguir.

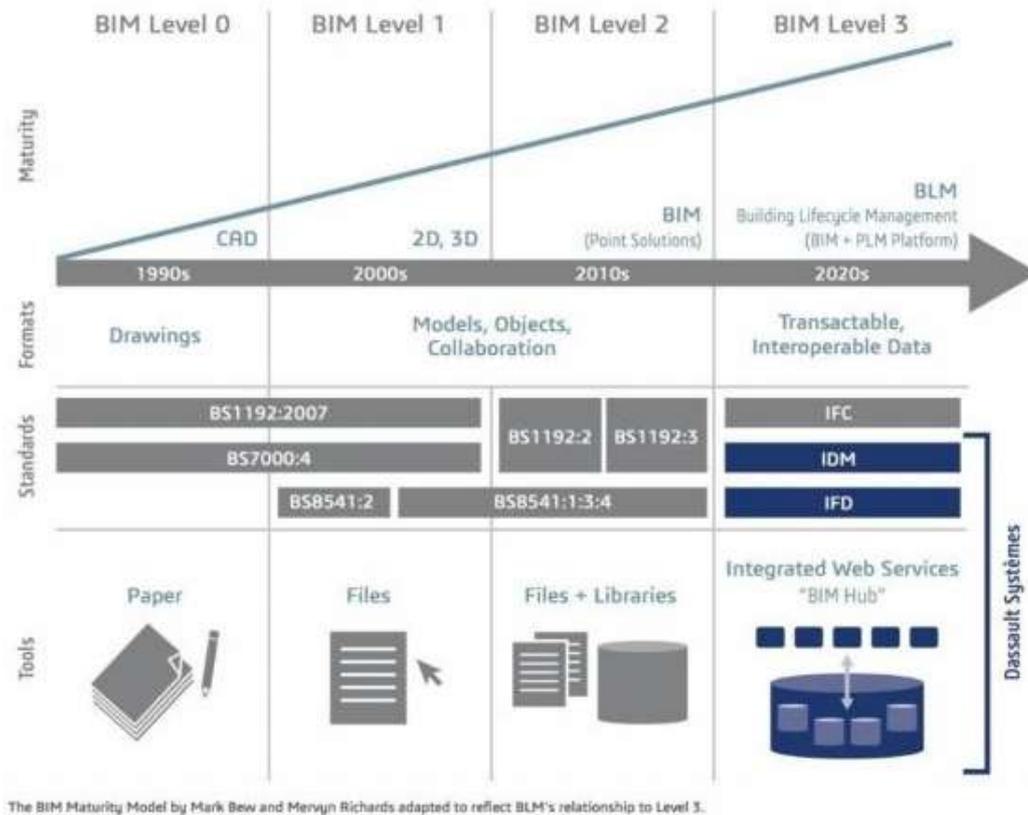


Figura 1 Fases de evolução para BIM (fonte: Rozmanith, 2014)

Com a sua evolução gradativa, os projetistas estão a levar a indústria a atingir o nível mais alto de maturidade BIM, com melhoras nos processos e cada vez mais inovações tecnológicas que reduzem custos e colaboram com a sustentabilidade.

Algumas empresas ainda estão a trabalhar no nível 2, tentando aumentar a eficiência através dos fluxos de trabalhos tradicionais, mas com soluções pontuais. Muitos já entraram no nível 3 pois repensaram a colaboração a interoperabilidade através de tecnologias integradas, com a intenção de se tornarem mais competitivos a nível de mercado. Essas empresas se beneficiam de vantagens estratégicas pois criam menos resíduos, fazem entrega em menos tempo e com um melhor resultado, mantendo a margem de lucro saudável.

3.2 Conceito BIM

O BIM, conforme mencionado anteriormente, engloba um conjunto de tecnologias e processos que resultam de uma metodologia para gestão do projeto de um edifício e os diferentes dados gerados, de forma digital, ao longo de todo o seu ciclo de vida. O modelo virtual possui características não só físicas, mas também funcionais do objeto em questão e dessa forma é possível, a manipulação e manutenção de informação ao longo do ciclo de vida

do edifício, bem como de todos os materiais que constituem, gerando assim um modelo rico e consistente. (Lino, J. et al., 2012).

Um projeto realizado em BIM possui diversos níveis de desenvolvimento e que vão muito além do projeto apenas. Um projeto completo em BIM engloba projeto, execução e operação, isso quer dizer que o projeto começa com um briefing/planejamento e vai até o final do ciclo de vida do edifício, com a sua demolição ou renovação, passando pelas fases numeradas abaixo:

- 1- Briefing / Planejamento
- 2- Estudo preliminar e anteprojeto
- 3- Projeto executivo
- 4- Análise energética e sustentabilidade
- 5- Documentação de projeto
- 6- Industrialização
- 7- Logística de execução
- 8- Cronograma (4D) e orçamentos (5D)
- 9- Operação e manutenção (6D)
- 10- Demolição ou renovação

Um erro muito comum no primeiro momento do contacto com essa realidade é confundir a metodologia com o software pois o conceito da metodologia é efetivamente aplicável quando é interpretado pelos softwares que tem o conceito BIM como base e faz a integração das tecnologias. Outra interpretação errada e análoga a anterior é utilizar o conceito BIM para descrever modelos tridimensionais que possuem apenas objetos desenhados em três dimensões, sem nenhuma informação adicional a ele.

3.2.1 Modelação orientada por objetos

A metodologia BIM tem como característica a modelação orientada por objetos. Isso surgiu pela necessidade da criação de um modelo central representativo dos processos construtivos e com isso não usa a representação simples através de linhas, pontos, formas e textos, mas consiste na programação de estruturas de dados, ou seja, na definição dos objetos, de forma a organizar de forma idêntica à forma como os objetos reais interagem.

A modelação de um edifício é feita através da associação de elementos construtivos, seja em 2D ou 3D, onde é possível definir para cada elemento não só os seus parâmetros geométricos como espessura, altura e comprimento, mas também os materiais constituintes, as propriedades acústicas e térmicas e os custos dos materiais, por exemplo.

3.2.2 Level Of X (LOX)

Ao planejar a criação e a entrega de um modelo BIM, é necessário definir qual o propósito do uso do modelo e quais os usos aquele modelo deve cumprir. Dentre esses propósitos é possível citar por exemplo: a construção do projeto, o licenciamento junto a entidade responsável, um modelo de cadastro de um edifício existente, ou um modelo que vise o acompanhamento da manutenção ao longo do ciclo de vida. Cada objetivo possui um nível de pormenorização diferente, sendo mais ou menos específica. De acordo com o BIM Dictionary, LOX é um termo genérico que representa as diferentes possibilidades de especificidades de informação que pode conter em um modelo como por exemplo:

- LOD – Level of Development (Nível de Desenvolvimento) – nível de desenvolvimento de um modelo;
- LOI - Level of Information (Nível de Informação) - parte do LOD. Descreve o escopo do atributo padrão para os objetos no modelo;
- LOG - Level of Geometry (Nível de Geometria) – também parte do LOD, que indica o grau de representação da geometria (quão generalizado é um objeto representado);
- LOA – Level of Accuracy (Nível de Precisão) – especifica a precisão do modelo dividida em imprecisão de medição e precisão do modelo. Relações paramétricas

O mais comum de ser atribuído é o Level of Development - Nível de Desenvolvimento (LOD) que possuem definições básicas desenvolvidas pelo American Institutes of Architects (AIA) no protocolo G202-2013 Building Information Modelling Protocol Form, organizadas segundo o CSI Unformat 20102 (The Construction Specifications Institute). Nesse documento estão definidos os 5 LODs abaixo, e que são associados às fases de um projeto de construção.

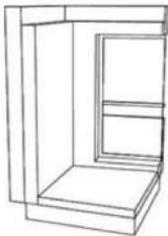
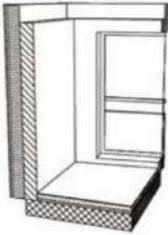
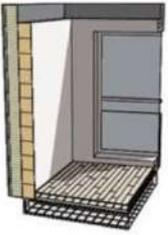
Nível de desenvolvimento (LOD)	Características	Exemplo
LOD 100 - Modelo conceitual	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da volumetria espacial, áreas, alturas, orientação do edifício, com objetivo de estudar estimativas iniciais de custo ou desempenho energético; • Modelo simples e conceptual que contempla o tamanho do projeto e sua forma global. 	
LOD 200 - Modelo de geometria aproximada	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto esquemático; • Inclui elementos que permitem uma análise básica ao sistema estrutural, estimativa de custos através de elementos não geométricos; • Análise de soluções construtivas possíveis; • Desenvolver um planeamento construtivo; • Objetos não possuem especificações ao nível do material. (ex: portas e janelas são apenas aberturas na parede). 	
LOD 300 - Modelo de geometria mais precisa	<ul style="list-style-type: none"> • Informações mais específicas acerca das quantidades, tamanho forma, localização e orientação; • Geometria deve estar perfeitamente definida; • Obtém-se os documentos tradicionais de construção ao nível do projeto de execução; • Pode ser usado na criação de modelos analíticos sobre o projeto de estrutural, ou servir de base na preparação de desenhos para fornecedores e ou subempreiteiros, definição de mapas de trabalhos e quantidades e estimativa de custos. 	
LOD 400 - Modelo de fabrico	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos são precisos em termos de quantidades, dimensões, formas, localização e orientação; • Informação contida nos elementos deve ser mais detalhada. Incluir pormenores relacionados com o seu projeto, montagem e fabricação, bem como outras informações que permitam análises precisas e estimativas de custos rigorosas. 	
LOD 500 - Telas Finais	<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da volumetria espacial, áreas, alturas, orientação do edifício, com objetivo de estudar estimativas iniciais de custo ou desempenho energético. • Modelo simples e conceptual que contempla o tamanho do projeto e sua forma global 	

Tabela 2 Level of Development - Nível de Desenvolvimento (LOD)

O LOD surge para permitir que os profissionais da indústria AEC especifiquem e articulem, com elevado nível de clareza e fiabilidade, os conteúdos inseridos nos modelos BIM durante as diversas fases e processos, da conceção a construção. A incorporação dos níveis de desenvolvimento é um elemento-chave para a classificação dos requisitos mínimos de

modelação para desenvolver cada utilização BIM. Para que a análise do modelo BIM seja bem-sucedida é necessário introduzir as informações com os níveis de pormenores necessários, de forma completa. A sua utilização também é importante para a definição das limitações e usabilidade dos modelos dos vários intervenientes em um projeto, assim como das exigências para o desenvolvimento de algumas funcionalidades BIM ao utilizar modelos que não são de autoria própria (Eastman et al., 2011).

Para um anteprojeto, que será o caso de estudos analisado nesse trabalho, observa-se ao analisar os dados da tabela acima, a necessidade de um modelo com um nível de detalhamento gráfico mediano, com informações relevantes contidas nos objetos, o que denominaria uma classificação LOD 300 ou LOD 350.

3.3 Principais vantagens e limitações com implementação do BIM

Com a implementação da metodologia BIM são várias as vantagens esperadas, de forma sucinta, as principais são:

- Diminuição de erros de desenho;
- Facilidade nas modificações de projeto as quais são realizadas automaticamente em todo o modelo;
- Construção mais económica e consistente;
- Mais ajustes na execução;
- Quantitativos de materiais mais precisos;
- Visualização 3D da estrutura;
- Melhor preparação do projeto;
- Modelação de objetos com definição das suas propriedades físicas;
- Facilidade na obtenção de documentos de construção (plantas, cortes, detalhes, alçados, entre outros);
- Estrutura é modelada uma única vez, podendo ser usada nas várias especialidades e fases do projeto;
- Consolidação da informação do projeto apenas num único ficheiro informático;
- Elevado nível da produtividade;
- Facilidade de conceção e perceção das várias fases de construção;
- Simplifica intervenções futuras no projeto (Bryde, D. et al., 2013);

- Equipa com membros mais colaborativos e integrados

O software com base em metodologia BIM, em termos de manuseamento e funcionalidades mais básicas, por si só não é um problema. Há uma complexidade lógica em relação às práticas tradicionais, mas as sessões de informação servirão para absorver a maioria dos novos métodos. As desvantagens existentes na adoção desta metodologia passam por:

- Necessidade de aquisição de software;
- Mudança de mentalidades;
- Necessidade de formação dos futuros utilizadores;
- Necessidade de computadores mais potentes e com mais memória;

A fim de esta metodologia ser implementada com sucesso devem-se criar ligações entre as fases de construção, permitindo o uso eficiente de informações previamente desenvolvido, o desenvolvimento de bibliotecas para objetos e materiais com descrições padrão e informações para agilizar o desenvolvimento do modelo, implementar formas de ligar desenhos e especificações técnicas, com base em ferramentas e linguagem padrão, desenvolver um único arquivo para todo o ciclo de vida da construção, como também desenvolver uma nova cultura de trabalho com base na colaboração (Taborda e Cachadinha, 2012).

4. IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO ATELÊ DE ARQUITETURA

4.1 Análise geral do gabinete e seu funcionamento atual

O gabinete de arquitetura escolhido é situado em Guimarães que é focado principalmente em projetos de arquitetura para a reabilitação de edifícios, com o objetivo de os adaptar às tipologias atuais e a vida moderna, de modo a cumprir o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), aprovado pelo Decreto-Lei nº 38 382 de 7 de Agosto de 1951 e alterado por diversas vezes. No escritório, o principal objetivo é dar nova vida aos edifícios que muitas vezes se encontram devolutos, atendendo à demanda dos clientes, através de projetos de licenciamento de projetos de arquitetura junto ao Município de Guimarães e com as outras entidades responsáveis. No entanto esse gabinete não é responsável pelas obras, apesar de pertencer a um grupo de empresas que dentre eles um é para coordenação e gestão de obras, outro para o projeto de design de interiores e ainda uma carpintaria. Muitas vezes todas as empresas do grupo trabalham interligadas, mas também trabalham em separado, ou seja, a empresa de coordenação e gestão de obras realiza empreitadas de outros gabinetes de arquitetura e as vezes os projetos de arquitetura do gabinete são entregues a outra empresa para execução.

Os clientes que procuram o gabinete são clientes particulares e muitas vezes investidores, que tem como objetivo principal transformar os edifícios que antes eram uma moradia única, em diversas frações, com tipologias diferentes, para tornar mais rentável e adaptados aos dias mais atuais, onde o minimalismo é um ponto importante para as famílias.

Atualmente a metodologia de trabalho no gabinete funciona sem um padrão único no que diz respeito a formação de equipas de projeto e arquivos bases tanto para peças desenhadas como peças escritas. O gabinete é constituído por 2 arquitetos responsáveis, e 5 colaboradores responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos de arquitetura. Por vezes, o mesmo projeto começa com um colaborador e ao meio do processo muda de colaborador, devido a maior experiência e melhor performance de cada colaborador em determinada fase. Em alguns projetos que são de maior dimensão e precisam de uma equipa maior, o gabinete inteiro acaba por se envolver no processo e com isso aparecem problemas por conta da falta de comunicação e dispersão da equipa, o que aumenta a quantidade de erros de projeto.

No momento, não utilizam um tipo de representação único no gabinete, todos os colaboradores possuem “arquivos bases” diferentes do que deveria ser um “arquivo base”

único para que fosse possível dar início a um projeto. Esse documento deveria ser composto por as folhas padronizadas, os layers a serem usados e suas nomenclaturas, e uma biblioteca de blocos e o *color-dependent, plot styles* (ctb) que definem os pesos de linhas das layers definidas. De todos os aspetos citados acima, o único usado por todos é o ctb, e então a representação acaba por ficar diferente dependendo do colaborador que executa, com hachuras diferentes e com os pesos de linhas diferentes, pois cada um cria os seus layers e atribui a cor que entende que seja coerente e no final o estilo de plotagem (ctb) não surte o efeito que deveria.

No âmbito do projeto propriamente dito, é agendada uma reunião no local do projeto com o Dono de Obra (DO) para saber o que pretendem e solicitar os principais documentos para instrução do processo junto a entidade. Já com essas informações define-se qual dos técnicos vai fazer o levantamento, normalmente são dois técnicos, por precaução já que muitos dos edifícios estão obsoletos e não sabemos como estão em questões de estrutura e até pela presença de animais ou pessoas no local. A metodologia de levantamento é através de visita ao local, com desenhos a mão em um primeiro momento. As medidas são tiradas com fitas métricas e laser. Após um primeiro levantamento mais geral, apenas com as medidas principais o desenho é feito no software Autodesk Autocad para realizar a impressão do desenho e voltar a visitar o edifício para completar o levantamento. A quantidade de idas ao edifício varia conforme a complexidade do mesmo e das dificuldades nas medições por conta de objetos no local, da iluminação e do clima. Para garantir um levantamento do existente mais preciso, as medidas são sempre tiradas com base na regra da triangulação, onde é possível verificar qual a angulação de cada parede, assumindo uma principal com angulo reto. Para o processo de licenciamento é necessário um levantamento exaustivo do existente, com a maior quantidade de características possíveis, principalmente se o edifício está em área de interesse histórico, de acordo com o Plano Diretor Municipal (PDM) em vigor. As caixilharias, por exemplo, devem ser bastante pormenorizadas de acordo com o que lá esta, visto que muitas vezes o projeto propõe a substituição por uma nova igual a existente ou em alguns casos, a recuperação da existente. O mesmo acontece para os tipos de paredes e materiais construtivos utilizados no edifício, é necessário a identificação das paredes, se são em taipa de fasquio, taipa de rodízio, ou ainda em alvenaria de granito, por exemplo.

No entanto o levantamento é desenvolvido progressivamente no que diz respeito a essas caracterizações. As medidas devem estar corretas o mais brevemente possível para que seja

possível trabalhar no projeto de reabilitação e reorganização, e ao mesmo tempo que o projeto é desenvolvido, as peças desenhadas do existente evoluem na pormenorização, para uma entrega completa de todas as peças necessárias para o anteprojeto.

Em suma, um projeto de arquitetura deve dar resposta a um programa preliminar, documento esse que deve apresentar os objetivos da obra, suas características gerais, dados e localização, elementos topográficos, cartográficos e geotécnicos, levantamento das construções existentes e infraestruturas locais, dados de exigências comportamentais, de funcionamento, de exploração e conservação da obra bem como condicionantes orçamentais e prazos para elaboração do projeto e execução e obra.

De acordo com a Portaria nº 701-H/2008, o projeto de arquitetura que deve dar resposta ao programa preliminar está dividido em 5 fases, nomeadamente:

- Programa base: apresentado de forma a proporcionar ao Dono da Obra a compreensão clara de soluções propostas pelo projetista tendo em consideração o programa preliminar. Nessa fase devem ser entregues peças escritas e desenhadas que sejam bastante claras do que se propoe e caso necessario a justificativa das soluções apresentadas e avaliação da sua viabilidade. Deve ser entregue tambem uma estimativa orçamental do custo geral da obra, bem como, quando se mostrar necessario, uma descrição sumária das opções relacionadas com o comportamento, funcionamento, explocaração e conservação da obra.
- Estudo prévio: Desenvolve as soluções aprovadas em programa base, tendo que entregar peças escritas e desenhadas e o que mais for necessario de modo a que seja possivel o Dono de Obra analisar o processo de maneira facil, além de uma estimativa orçamental atualizada. Os elementos gráficos devem ser entregues sob a forma de plantas, alçados, cortes, perfis, esquemas de princípio e outros elementos, em escala apropriada, com dimensionamentos aproximados e principais características dos elementos fundamentais, além de uma listagem com uma definição geral dos processos de construção e da natureza dos materiais.
- Anteprojeto ou projeto base: deve desenvolver a solução do Estudo prévio aprovado, sendo constituído por peças escritas e desenhadas e outros elementos com objetivo de informar sobre a definição e dimensionamento da obra, bem como o

esclarecimento do modo da sua execução. Devem ser entregues as mesmas peças escritas e desenhadas atualizadas e aprofundadas, incluindo a estimativa orçamental.

- Projeto de execução e assistência técnica à execução da obra: dá sequência ao Projecto base aprovado, sendo constituído por um conjunto coordenado das informações escritas e desenhadas de fácil e inequívoca interpretação por parte das entidades intervenientes na execução da obra, obedecendo ao disposto na legislação e regulamentação aplicável. Devem ser entregues peças escritas evidenciando a descrição genérica da solução escolhida, indicações das características dos materiais, dos elementos de construção, dos sistemas, equipamentos e redes associadas às instalações técnicas, calculos de obra, medições e mapa de quantidades e qualidades de trabalhos, estimativa orçamental com base no mapa de quantidades e as condições técnicas, gerais e especiais do caderno de encargos. Já no que diz respeito as peças desenhadas devem ser desenvolvidas de acordo com o o estabelecido para cada tipo de obra na regulamentação aplicável, devendo conter as indicações numéricas indispensáveis e a representação de todos os pormenores necessários à perfeita compreensão, implantação e execução da obra;

As fases descritas acima nem sempre são contratadas na totalidade, variam de acordo com a necessidade do cliente e quais são objeto de contrato. No caso do gabinete em questão, é possível é contratação de todas essas fases, porém nessa dissertação só será incluído até a fase de anteprojecto, pois é o que foi acordado com o DO do objeto de estudo.

Como dito anteriormente, o software usado para a produção das peças desenhadas é da Autodesk, o Autocad e por isso não possuem informações além de linhas e pontos.

As peças escritas que compõe o anteprojecto são todas feitas em word, e não são apresentados mapa de quantidades nos projetos para clientes particulares, apenas a clientes públicos. Os mapas de quantidade são feitos pela empresa de planeamento e gestão de obra. A memória descritiva normalmente é feita pelo colaborador que está com o projeto, tendo em conta o enquadramento a que está inserido o edifício, o estado de conservação do edifício existente e o que se propõe, incluindo, taxas de ocupação e cumprimento das áreas mínimas. Justifica-se a razão das decisões tomadas em fase de projeto e exemplifica-se os materiais a serem usados e métodos construtivos, esses em geral são usados os tradicionais não só por

imposição da Câmara de Guimarães, mas também opção dos arquitetos responsáveis, que valorizam muito o tipo de construção em questão.

4.2 Proposta de metodologia de trabalho com BIM

4.2.1 Implementação do BIM em um gabinete de arquitetura com foco na reabilitação

A implementação da BIM não é considerada somente uma inovação tecnológica, mais que isso, trata-se de mudanças no ambiente sociocultural da indústria da construção civil. Para a implementação do BIM no gabinete, em primeiro lugar é necessária uma mudança de mentalidade e prioridades pois é um processo a medio/longo prazo.

Para um bom funcionamento é importante a implementação de uma sistematização do desenvolvimento das atividades de projeto, bem como das informações necessárias em cada fase, sendo fatores essenciais para a melhoria do processo como um todo. Com o advento da tecnologia BIM este raciocínio se mantém e se reforça, exigindo, porém, novos modelos que orientem o processo como um todo. A mudança no processo de projetar por meio da tecnologia BIM é significativa e se reflete diretamente nos escritórios de arquitetura, uma vez que estes iniciam o processo e, em muitos casos, mediam e coordenam as demais especialidades. Assim, a problemática desta investigação está relacionada à demonstração da importância do processo de projeto por meio da tecnologia BIM, mais precisamente no planejamento e implantação desta tecnologia no escritório de projeto de arquitetura. A evolução na história se dá aos poucos, permitindo uma nova evolução e conduzindo a novos conceitos e novas adaptações. Essa evolução passa por 4 fases, representadas na figura 1 da presente dissertação, permitindo chegar gradualmente a uma nova etapa de representação e de organização dos dados de projeto. Em um primeiro momento estão os desenhos em papel, cuja informação é transposta para o computador e original os desenhos em CAD (BIM Nível 0) e tem como resultado final desenhos impressos em papel. Já na segunda fase dos modelos 2D e 3D (BIM Nível 1) o resultado final não são apenas desenhos, mas incluem também ficheiros. Essa fase evolui para uma fase onde se é possível extrair muitas informações de um arquivo, como por exemplo, custos e quantidades, indo muito além de desenho. Por fim, caminha-se para uma fase em que os ficheiros BIM possuem toda a informação do edifício, não só a nível construtivo, mas qualquer dado que queiram registrar, sendo um auxílio para a gestão do ciclo de vida dos edifícios. Nesse nível, a interoperabilidade entre as especialidades é uma

realidade que facilita a visibilidade do projeto como um todo e a sua compatibilização em simultâneo, evitando a perda de tempo.

Para implementar o BIM no gabinete, a nível de projeto de arquitetura, foi utilizada como base de evolução a mesma explicada acima, de forma progressiva e sem muitos choques de realidade, para facilitar a adaptação de todos os colaboradores. O gabinete se enquadra no momento no nível 0, pois realizam projetos internamente apenas em 2D, em Autocad. A intenção é aumentar gradativamente, sem pular níveis, pois é importante para o processo do entendimento nessa implementação para que se possa tirar proveito de tudo que é possível realizar.

Normalmente, a implantação do BIM em gabinetes é iniciada pela transformação organizacional e chegam a forma de elaborar o projeto.

O gabinete tem interesse na implementação do BIM no futuro, mas atualmente não possui nenhum guia de implantação. Para que isso seja possível a médio prazo é preciso um investimento por parte da empresa na formação dos funcionários e na criação desse guia de implementação específico para lá, além de adquirir equipamentos compatíveis e capazes de executar os softwares necessários. Qualquer novo processo, no início, acaba por trazer custos excedentes, mas que isso não impede a evolução no desenvolvimento dos projetos. Assim, o volume de despesas iniciais deve ser tratado como investimento. É importante também que os arquitetos sócios e funcionários estejam dedicados a aprender e pôr em prática, como uma equipa pois para todos é um novo segmento de trabalho e é preciso dedicação e esforço por parte de todos. Para uma eficiente implantação da tecnologia BIM é de fundamental importância a existência do papel do Líder BIM, pois é este profissional que irá coordenar o desenvolvimento dos projetos, a equipa técnica, assim como identificar as necessidades do projeto, e o que precisa ser modelado. Além disso, é sua função criar os níveis de detalhamento e controlar a equipa de projetos de arquitetura para que o modelo de arquitetura seja finalizado com qualidade. Em escritórios de pequeno porte como o escritório em questão, a função pode ser exercida pelo arquiteto responsável, ou diretor do escritório, pois é quem planeja e desenvolve os projetos. Os principais objetivos com a implementação do BIM são melhorar a qualidade dos projetos, compatibilizar entre as disciplinas, aumentar a rapidez na entrega dos projetos e tornar a equipa mais organizada, colaborativa e interativa e tornar a relação com o cliente mais clara apresentando sempre um modelo para maior compreensão, desde o início.

No que diz respeito ao software foi escolhido o Autodesk Revit, devido a alguma familiaridade de alguns dos funcionários e por também ser um produto da Autodesk, assim como o utilizado anteriormente, o Autodesk Autocad e conseqüentemente a interface possui algumas semelhanças, tornando o processo menos desgastante.

4.2.2 Etapas e desenvolvimento desde o levantamento do existente até entrada do anteprojeto junto as entidade competentes

Conforme mencionado acima, as etapas de um projeto de arquitetura são em sua maioria padronizadas e seguem sempre uma ordem e o trabalho depende do que é contratado pelo cliente logo no início. A partir desse momento são definidas as necessidades de cada projeto, e aplicado o plano de modelagem que é mais compatível com a necessidade. No caso de um gabinete que está a começar o caminho na implementação do BIM, esses diferentes planos de modelagem vêm com o passar do tempo e dos projetos, ou seja, quantos mais diferentes tipos de projetos forem criados, mais modelos serão possíveis criar e com isso será mais fácil no futuro a sua aplicação em outros projetos do mesmo tipo. Sendo assim, é possível, ao pensar no futuro do gabinete, existir modelos predeterminados referentes a diferentes tipos de contratos, mas novamente, isso requer tempo e dedicação, sendo para reabilitação ou para um edifício a ser construído de raiz. Ao longo do processo de implementação BIM, deve-se desenvolver *templates* de acordo com as necessidades do escritório. Também deve-se levar em consideração o desenvolvimento de uma biblioteca para os projetos, bem como a padronização dos nomes dos arquivos, bibliotecas e famílias, com o objetivo de manter os arquivos organizados desde o começo. Esses são pontos importantes para a implementação a medio/longo prazo, o que não vai ser feito na totalidade nesse objeto de estudo. Nesse estudo de caso será definido o padrão para os nomes dos arquivos para no futuro ser possível a criação de templates para os diferentes tipos de projetos que o escritório aceita. Vale a pena deixar evidente que o projeto aqui apresentado não substitui o projeto que o gabinete estava a desenvolver, serve apenas como um caso de estudos. A intenção é quando o projeto estiver finalizado de forma oficial, pelo escritório, poderão ser analisadas algumas das bibliotecas que devem ser criadas e definir os nomes e então a criação de um *template*, facilitando assim futuros projetos com as mesmas características, sendo este usado como um projeto base.

Em muitos casos o projetista da arquitetura recebe um levantamento topográfico em ferramentas 2D, como o Autocad, por exemplo, e precisa o transportar para o Revit, ou outra plataforma, de forma a ter a topografia ou até mesmo o levantamento do existente. No caso estudado na presente dissertação não recebemos esse documento e por isso teve que ser realizado conforme descrito no próximo capítulo, na secção 5.2.

No entanto, com a maior utilização da ferramenta Revit, os ficheiros em *.dwg* passam a não existir para essa base, e deve ser feito diretamente no programa, com paredes genéricas, com espessuras diferentes e com os nomes dos métodos construtivos, como por exemplo: *“Taipa de rodízio 33cm”*. No entanto, em um primeiro momento, ainda não é necessário acrescentar as camadas que a compõe, isso pode ser feito ao longo do desenvolvimento do projeto. O mesmo processo é realizado para forros e pisos.

Ao começar a projetar é importante que tenhamos a volumetria completa, mesmo que sem maiores pormenorizações, para que se tenha uma perceção do edificado. Em casos que as especialidades estão contratadas para serem entregues junto com a arquitetura para o licenciamento, esse modelo inicial é entregue aos projetistas das especialidades e eles já conseguem começar a trabalhar também, sem que seja necessário o envio de arquivos somente ao finalizar, para a compatibilização. A interoperabilidade acontece nesses casos de forma prática onde todos os intervenientes tem acesso ao modelo criado através de uma plataforma escolhida e compatibilizado a medida do desenvolvimento do trabalho. A junção de todas as especialidades é feita pelo BIM Manager, mas como nesse estudo as especialidades serão entregues posteriormente ao licenciamento, não foi escolhida a plataforma que será usada no gabinete em projetos em que seja tenha a função do BIM Manager na equipa.

Dando sequência ao projeto, com o edifício existente já em Revit de forma correta e definitiva, são definidas em projeto pelo arquiteto responsável, após conversa com o DO sobre o que se pretende, quais são as paredes existentes a manter/recuperar ou quais seriam para demolir de forma a tornar possível a realização do projeto. A partir desse momento, escolhe-se a opção que atenda melhor aos objetivos do cliente e que cumpra todas as exigências do RGEU e das entidades que possuem poder na aprovação ou indeferimento de um projeto, e que respeito e existente de forma a manter viva a história e ser mais sustentável.

Outro assunto importante que foi tido em consideração na presente dissertação foi a padronização da nomenclatura dos arquivos. Atualmente o gabinete já possui uma metodologia padrão para a nomenclatura dos arquivos, mas esta não é eficiente como um todo e por isso foi mantida em partes e modificado o restante. Não é muito eficiente pois não é um padrão para todos os colaboradores que lá trabalham, de maneira geral todos utilizam a mesma, mas com alguns pormenores que podem diferir. Hoje o gabinete utiliza as datas a frente dos arquivos no formato “ano mês dia” e a fase do projeto em seguida, “*estudo prévio, anteprojeto, licenciamento, projeto de execução*”, e em seguida o nome dado ao projeto, sendo esse o nome do dono da obra ou a localidade do edifício. Abaixo um exemplo de como é a nomenclatura de um arquivo de Autocad em um processo de licenciamento, por exemplo.

“20210123 – Licenciamento Salado”

Do padrão usado atualmente, optou-se por manter a data, dessa forma os arquivos estão sempre organizados por dias, e em ordem, o que facilita quando for necessário encontrar alguma versão anterior do projeto, e sempre com um backup do trabalho caso tenha algum problema. No entanto, como mencionado acima, decidiu-se modificar o restante, e muitas vezes geram nomes de arquivos muito grandes, o que dificulta a leitura completa de maneira rápida. É importante manter a fase do projeto no nome, mas simplificar o nome da seguinte forma:

Levantamento – LV

Programa Base – PB

Estudo Prévio – EP

Anteprojeto – AP

Projeto de execução – PE

No lugar onde estava a referência ao projeto agora será sempre identificado através das iniciais do cliente sendo este, pessoa física, ou pessoa jurídica. Sendo assim, como exemplo foi usado o nome do arquiteto Filipe Vilas Boas. No arquivo terá a abreviação FVB.

Sendo assim, o nome completo fica:

Data – fase - abreviação nome do cliente: *20210123 - AP - FVB*

Caso o projeto finalizado e entregue passe por alguma revisão, a abreviação REV com o número da revisão deve ser adicionado no final do nome, separado por ponto, como por exemplo: *20210123 - AP - FVB.REV01*

5. CASO PRÁTICO

Durante o período de elaboração da presente tese foi selecionado um projeto junto ao escritório Outrasformas – Arquitetura e Urbanismo, com supervisão dos arquiteto Filipe Vilas Boas e Pedro Vinagreiro, como caso prático para desenvolver com a metodologia BIM em um projeto de arquitetura de um edifício na zona histórica de Guimarães e principalmente avaliar a implementação em casos como esse, muito comuns em grande parte do mundo, levando em consideração a sua adaptabilidade dentro do gabinete. O principal objetivo é mostrar um projeto com a metodologia BIM, onde, nesse caso, não há interação entre equipas, ou seja, entre arquitetura e as especialidades.

5.1 O edifício

O caso pratico escolhido é uma operação urbanística sujeita a controlo prévio, abrangido designadamente pela alínea d) do nº1 do artigo 4 do Decreto Lei 555/99, designadamente obras de conservação, reconstrução e alteração de imóvel situado no gaveto do Largo da Oliveira com a Rua Alfredo Guimarães, com entrada no nº27, sendo os números 28 e 29 entrada do estabelecimento de bebidas existente, que não faz parte da intervenção nesse processo. O edifício encontra-se em zona classificada de área classificada e de proteção de imóveis classificados.

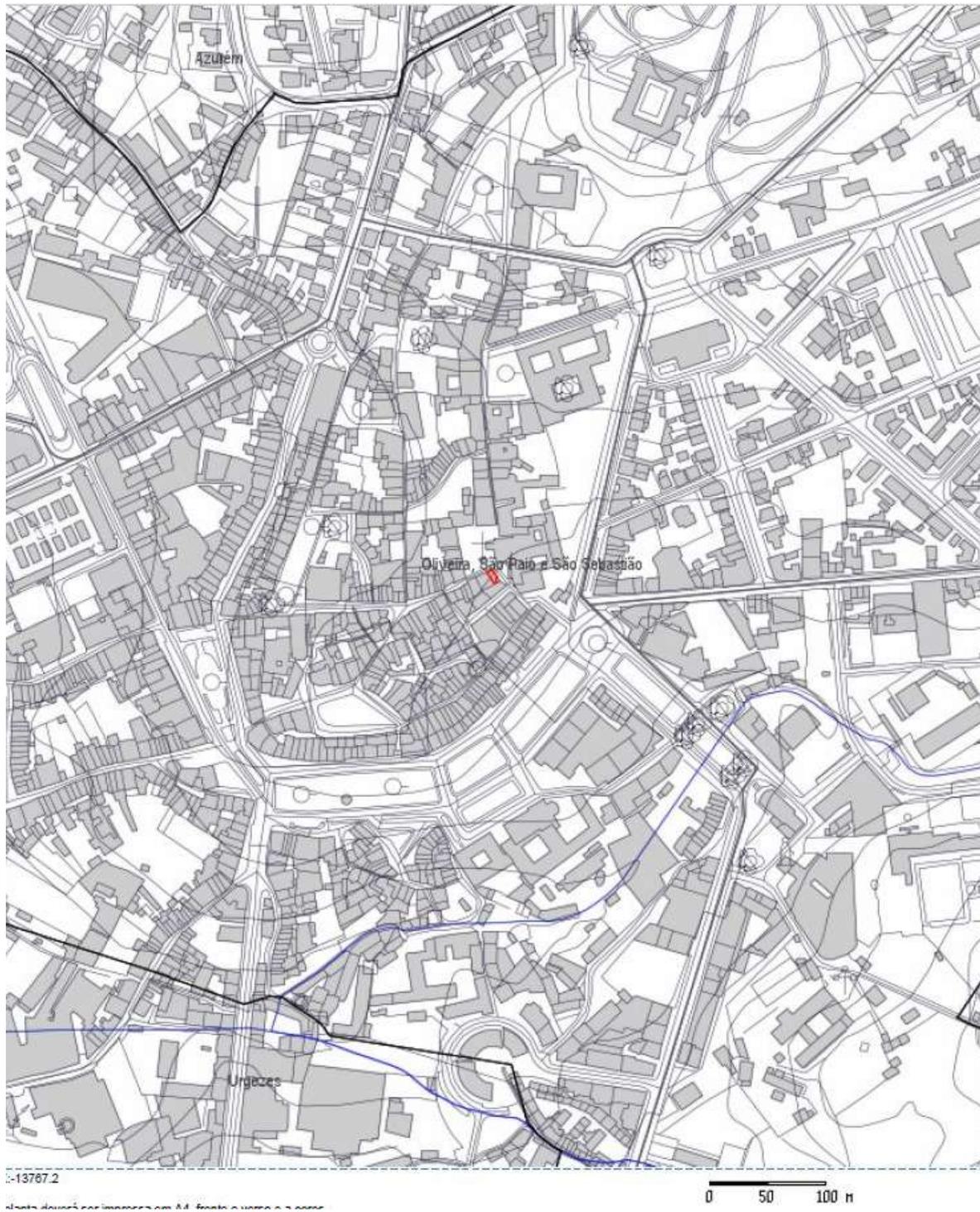


Figura 2 Planta de localização fornecida pelo Município de Guimarães (Websig)



Figura 3 Fachadas edifício Largo da Oliveira e Rua Alfredo Guimarães

De acordo com a carta de ordenamento do Plano Diretor Municipal de Guimarães em vigor, o edifício encontra-se numa área classificada como Solo Urbano – Solo Urbanizado – Espaços Centrais, Sítio arqueológico, Zona de proteção Estrutura Ecológica Municipal – Nível II, estando situado na zona intramuros, classificada pela UNESCO como património cultural da humanidade.

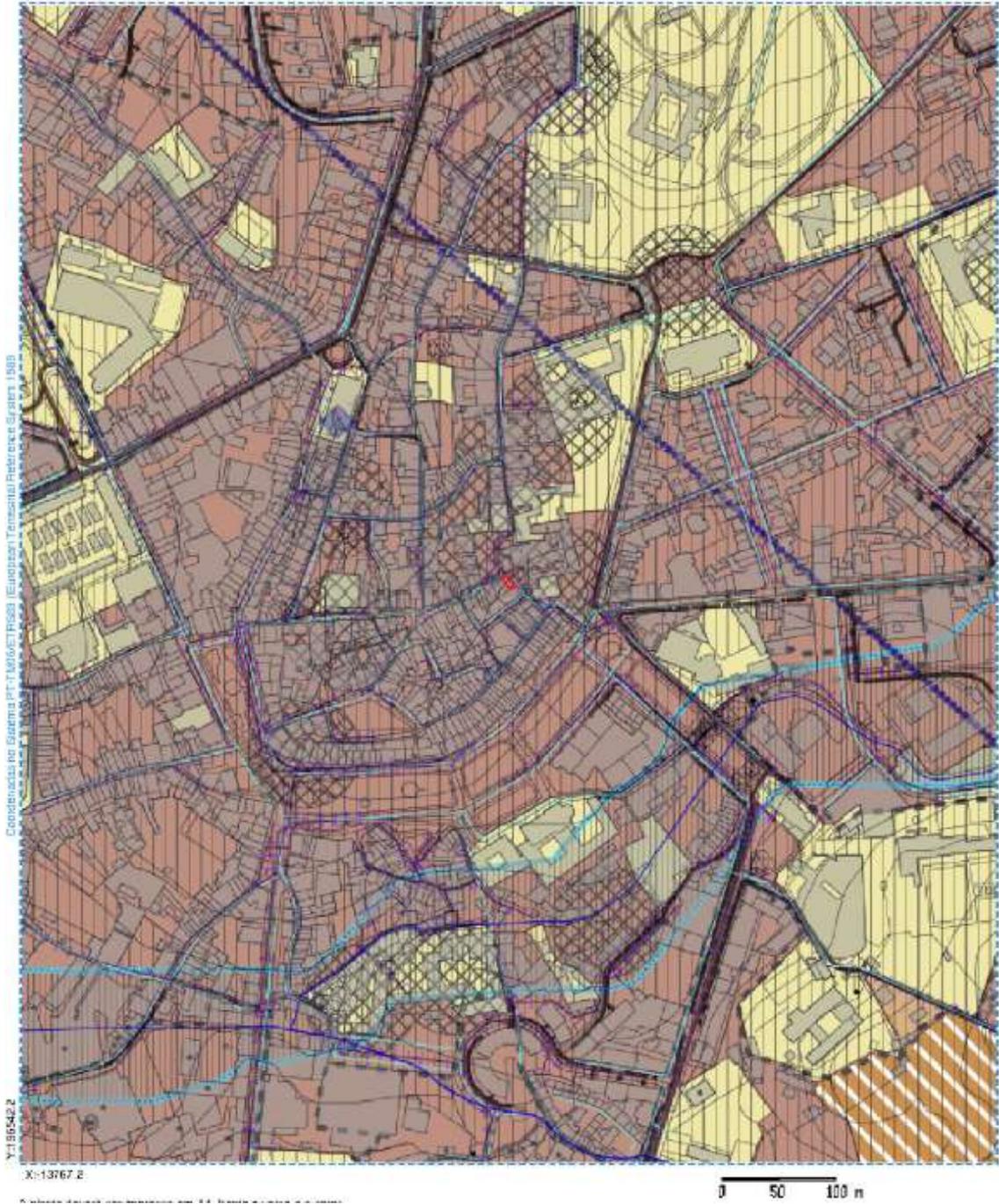


Figura 4 Planta de Ordenamento em Vigor



Figura 5 Legenda para planta de ordenamento em vigor

5.1.1 O existente

O edifício, situa-se no centro nevrálgico da zona histórica de Guimarães, Largo da Oliveira, privilegiado de vistas para um património urbanístico e edificado, de referência a nível mundial, tendo como destaque a Igreja Nossa Senhora da Oliveira. Com origem no mosteiro edificado pela Condessa Mumadona Dias, cerca de 950 D.C., edifício naturalmente associado á origem da nacionalidade e classificado como monumento nacional desde 1910. Ainda que a Igreja da Nossa Senhora da Oliveira seja um dos mais significativos pontos de referência no lugar, a sua envolvente é caracterizada por um conjunto de espaços e edifícios que garantem ao local um estatuto de excelência no panorama patrimonial arquitetónico e cultural do país. É evidente o resultado das políticas de reabilitação e dinamização do centro histórico preconizadas pelo município nas últimas décadas, no sentido de consolidação do tecido urbano, via requalificação e valorização do património existente, deixando no passado a

imagem de área degradada e abandonada que caracterizava os centros histórico um pouco por todo o território nacional, e que Guimarães não fugia a regra. O centro histórico é agora uma zona de excelência da cidade, apropriada pelos vimeanenses, garantindo simultaneamente uma zona de receção aos visitantes, proporcionando-lhes uma perspectiva da cidade real, com uma experiência quase “museológica” de uma cidade medieval do início do segundo milénio.

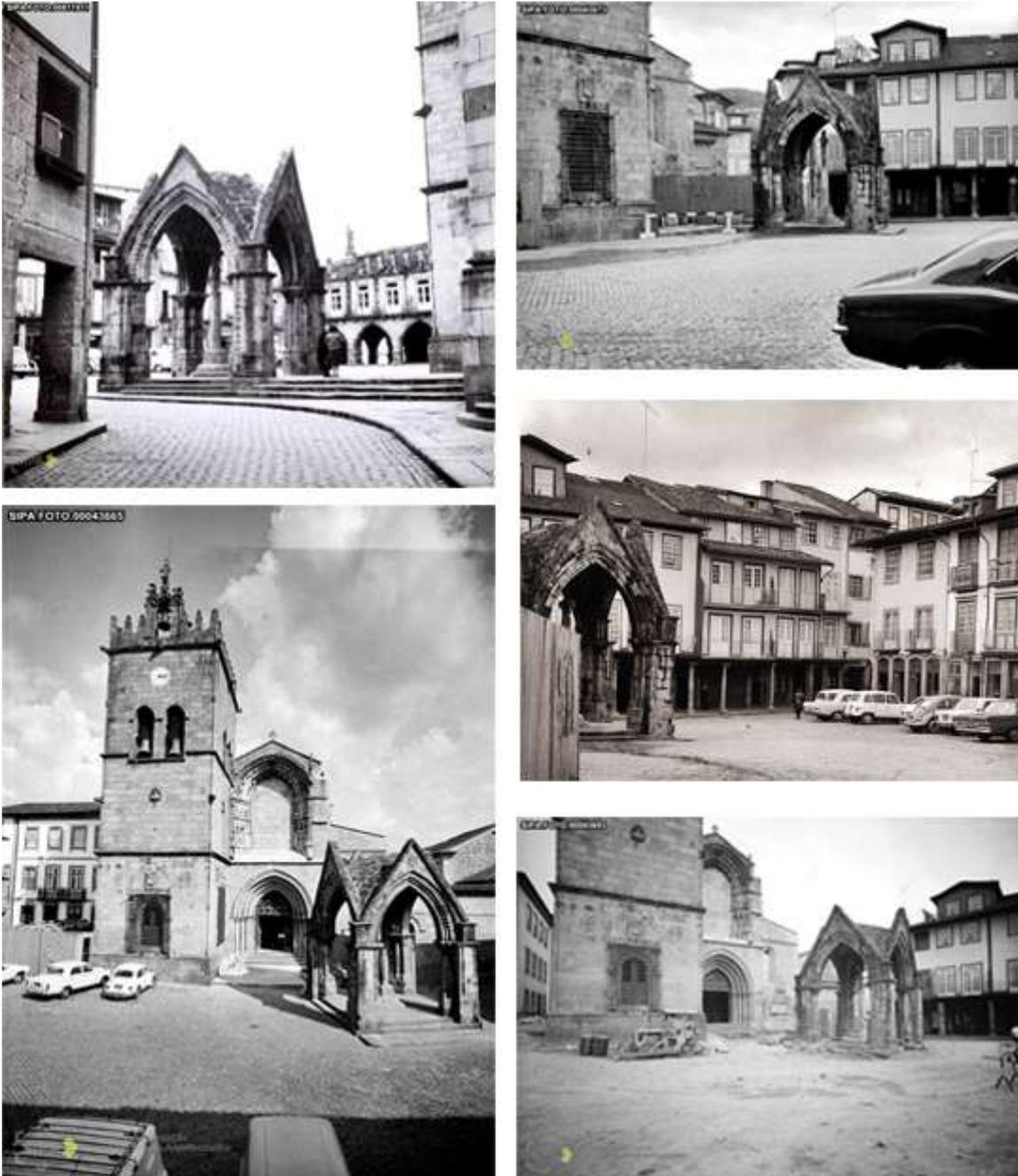


Figura 6 conjunto de imagens históricas do conjunto do Largo da Oliveira retiradas do Arquivo

O edifício é parte integrante de um conjunto de casas alpendradas que caracterizavam todo o edificado envolvente à colegiada de Nossa Senhora da Oliveira, sendo que parte desse conjunto, nomeadamente as fachadas orientadas a nascente, foram alteradas e em consequência de uma ampliação no piso térreo deixaram de ser alpendradas. Permanecem, no entanto, nas fachadas orientadas a sul (Pousada da Oliveira) e fachadas orientadas a norte (edifício a intervir) na sua forma original. São edifícios onde se identificam os métodos construtivos tradicionais, dominantes do local, com fachadas e empenas construídas em alvenaria de granito ao nível do rés-do-chão e nos pisos superiores em taipa de rodízio, cobertura com estrutura de madeira revestida com telha de canudo e pavimentos em soalho sobre estrutura de vigas e barrotes em madeira, as paredes divisórias interiores são em taipa de fasquio.

Atualmente o edifício encontra-se apenas em uso no rés do chão, pelo estabelecimento de bebidas e no primeiro piso, que estava a ser arrendado por temporadas pequenas por uma empresa online. Os pisos superiores e o acesso estão sem as condições mínimas de utilização e por isso acabam por prejudicar a própria estrutura e também do edifício ao lado e por isso foi alvo de vistoria administrativa.



Figura 7 primeiro piso - atualmente arrendado por temporadas



Figura 8 Teto da cozinha no segundo piso

5.1.2 A proposta

A proposta de projeto visa licenciar obras a efetuar ao nível da compartimentação interior na parte que diz respeito a fração habitacional com entrada pela Rua Alfredo Guimarães nº27, dado que foram realizadas obras relativas ao exterior, designadamente: cobertura, fachadas, caixilharias e varandas, ao abrigo do processo de vistoria administrativa emitido pela Câmara de Guimarães. De referir também que o espaço comercial/estabelecimento de bebidas, não vai ser intervencionado, mas vai ser sujeito ao posterior processo de fracionamento via propriedade horizontal, visto que o edifício ainda se encontra em propriedade total.

Apesar de o exterior já ter sido alvo de intervenção, conforme mencionado anteriormente, algumas exceções se aplicam na realização dessa proposta, nomeadamente: uma proposta de alteração do acesso ao edifício, composto por degraus localizados no passeio e a alteração da porta de entrada da parte habitacional.

Assim, e relativamente à proposta de projeto, enumera-se a pretensão:

1. Ligeira alteração no primeiro lanço das escadas de forma a diminuir a altura dos espelhos, melhorando a acessibilidade aos fogos;
2. Alteração do compartimento existente no 1 piso, num fogo tipologia T0;
3. Constituição do compartimento existente no 2 piso, que inclui a escada de acesso ao varandim que existe sobre a cobertura, num fogo tipologia T1.

De referir que atualmente os pisos funcionam separadamente conforme será possível verificar nas peças desenhadas do existente, sendo que, contudo, não estavam constituídas em propriedade horizontal, algo que após a operação urbanística se pretende fazer.

Em resumo, os trabalhos propostos, materiais e procedimentos a licenciar são:

1. Remoção de divisórias em gesso cartonado, picagem de rebocos de paredes existentes, consolidação onde necessário das estruturas pré-existentes em taipa de rodízio e/ou fasquio;
2. Remoção de pavimentos de vários tipos, de forma a consolidar a estrutura de pavimentos;
3. Rebocar as paredes pelo interior com massas apropriadas e aplicar isolamento pelo interior em lã de rocha de alta densidade, aplicar acabamento com rede de fibra de vidro e reboco estanhado e pintado;
4. As paredes a reconstruir e as a construir de novo serão realizadas no sistema tradicional em taipa de rodízio e taipa de fasquio.
5. As carpintarias interiores serão para recuperar e nos casos que sejam necessárias novas serão executadas em materiais iguais aos originais e/ou de acordo com o mapa de vãos apresentado;
6. Nas instalações sanitárias as paredes serão em tabique de gesso cartonado prensado dado reunirem uma série de infraestruturas, que não conseguem ser absorvidas pelos tabiques tradicionais e serão revestidas com material cerâmico, o pavimento será igualmente revestido a material cerâmico;
7. Os pavimentos serão revestidos em soalho tipo tricapa sob painel de 22mm de contraplacado com pelo menos 3mm de madeira natural;
8. Os tetos serão revestidos a soalho com 15mm em pinho “flandres” ou “casquinha”, com acabamento pintado.

9. Instalação de mobiliário para cozinha, uma por fogo;
10. Deslocação das escadas de acesso ao varandim de forma a melhorar a organização interior, sendo que será recuperada;
11. Todas estas infraestruturas serão objeto de projetos de especialidade e serão elaborados segundo legislação em vigor, mas serão entregues para licenciamento após aprovação do projeto de arquitetura, por isso não fazem parte do presente estudo de caso.

Serão implementadas medidas com vista a maior conforto térmico e acústico do edifício, designadamente:

1. Aplicação de lã de rocha de alta densidade pelo interior das paredes exteriores;

5.2 Técnicas utilizadas para levantamento do existente

Como mencionado anteriormente, para iniciar o processo é preciso realizar o levantamento preciso do existente. Atualmente existem muitas técnicas avançadas para essa tarefa, no entanto, não são de fácil acesso a todos e não são tão simples de usar, como por exemplo o *laser scanning*, que é um método cada vez mais utilizado que pode medir e coletar dados de objetos, superfícies, edifícios e topografia com precisão. A coleta desses dados é feita através de uma nuvem de pontos, que consistem em milhões de coordenadas 3D, ou seja, coordenadas XYZ.

Para esse levantamento, no entanto, foi usada a metodologia tradicional, com fita a laser, croquis, fotografias e fita métrica, pois o gabinete não possui o conhecimento, nem o software e nem o material para a realização de *laser scanning* e como são especializados em reabilitação de edifício já são muito eficientes nesse tipo de levantamento. É uma etapa muito importante do processo pois deve ter o máximo de detalhes possíveis, apesar de não ser possível a verificação a olho das estruturas e sistemas não aparentes. Caso se verifique a necessidade são feitas pequenas prospecções em pontos do construído para verificação dessas estruturas. Estar presencialmente no local é importante pois é a partir daí que é possível absorver perspectivas e dimensões do espaço e ao mesmo tempo nos permite reparar em particularidades de interesse para a elaboração do projeto, já que nos permite uma maior percepção do espaço e como nos sentimos nele, além de pontos de interesse que devem ser mantidos na proposta, ou quais não possuem relevância. Já o nível de

aprofundamento na inspeção pode divergir de acordo com as limitações existentes no local e quais parâmetros devem ser avaliados.

Uma das grandes dificuldades apresentadas, nessa e muitos outros edifícios históricos, são as diferenças nas espessuras das paredes e nos seus alinhamentos, conforme sobem os pisos. Essas irregularidades nas paredes acabam por se tornar um desafio no entendimento do projeto inicialmente, pois ao sobrepôr um piso no seu superior, as vezes parecem desalinhados ou apresentam diferenças significativas. Por isso é importante o alinhamento de elementos como paredes exteriores de fachadas, ou elementos que atravessam o edifício de cima a baixo, como escadas por exemplo. Muitas vezes acredita-se que o levantamento está errado, até conseguirem tirar as espessuras das paredes e resolverem os alinhamentos.

A melhor forma de ter um documento com a maior precisão nas medições sem a utilização de métodos modernos é conhecida como triangulação e a utilização de câmera fotografia para obter muitas fotografias para ao longo do trabalho tirar dúvidas desde o espaço em si, até a nível de pormenores. As fotografias ajudam muito pois muitas vezes não se tem acesso livre ao edifício, ou o mesmo é longe de onde é realizado o trabalho e é possível assim poupar tempo em visitas. No caso desse edifício, o gabinete tem uma cópia da chave e pode ir quantas vezes fossem necessárias a local, mas isso não isenta a necessidade de fotografias e medições o mais completas possíveis em menos tempo.

A triangulação consiste em tirar as medidas do perímetro do espaço, mas também traçar diagonais e selecionar pontos de interesse para tirar as medidas, e dessa forma é possível descobrir o ângulo das paredes, visto que muitas não estão a 90° , como é possível verificar na imagem abaixo.

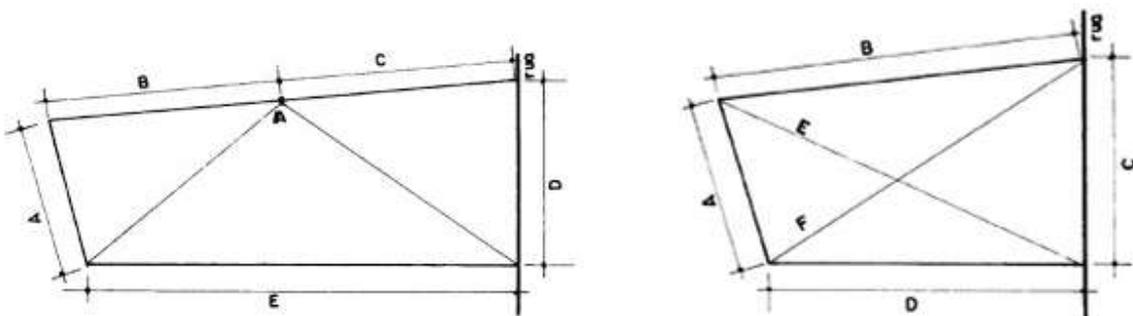


Figura 9 exemplo "triangulação"

O triângulo é a figura geométrica que pode ser determinada conhecendo-se as medidas dos seus três lados, não sendo necessário assim, de se medir ângulos. Logo quando é realizado um levantamento exclusivamente com medidas lineares, a amarração deste deve ser feita

através desse método. Dentro da área que se pretende realizar o levantamento são escolhidos pontos que formem entre si, triângulos principais encostados uns aos outros, de modo a abranger toda a região. Dentro desses triângulos determinam-se triângulos secundários subdividindo os principais, a fim de permitir a amarração de pormenores. Desta forma a margem de erros diminui.

Muitas das vezes os desenhos com essas medidas podem parecer confusos devido ao número de informações em cada desenho, e por isso é importante que seja sempre o mesmo técnico que foi ao local e fez o levantamento a transferir o aferido para o programa do computador escolhido e adaptar o desenho as medidas tiradas, com o ajuda das fotografias também.

As fotografias normalmente são tiradas por ambientes, e separadas em ficheiros por data de visita, mas sem ser separadas por ambientes. O ideal é ao entrar em um ambiente tirar fotos em um angulo de 360°, no meio da sala, sempre na mesma direção, sendo essa preferencialmente horária. Dessa forma, qualquer pessoa que precise consultar fotografias sabe qual a ordem que foram tiradas facilitando o processo de consulta. Abaixo é possível ver os desenhos do levantamento feito nesse edifício em concreto.

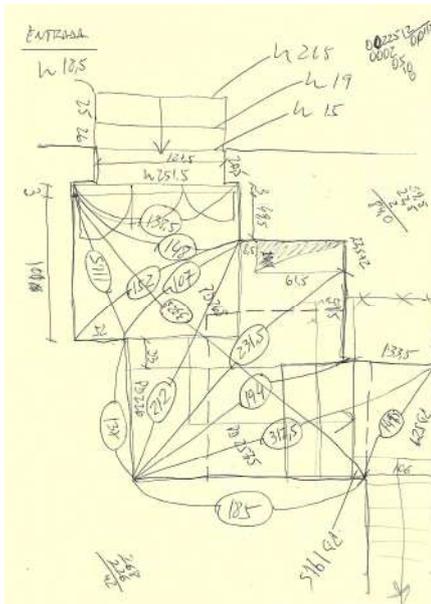


Figura 10 Levantamento entrada edifício

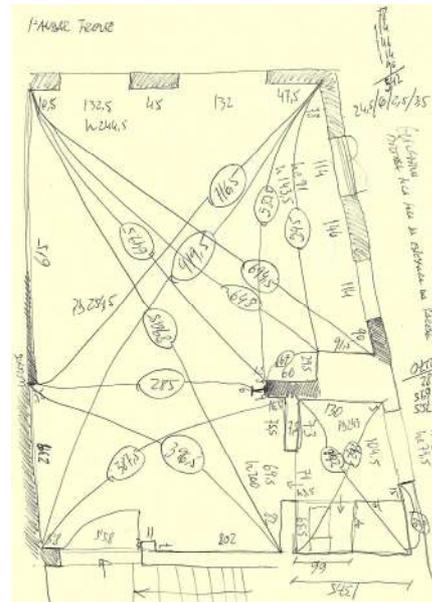


Figura 11 levantamento piso 1

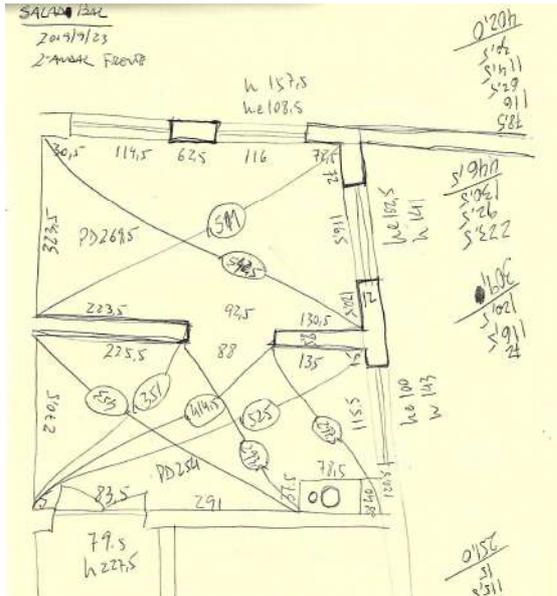


Figura 12 levantamento piso 2

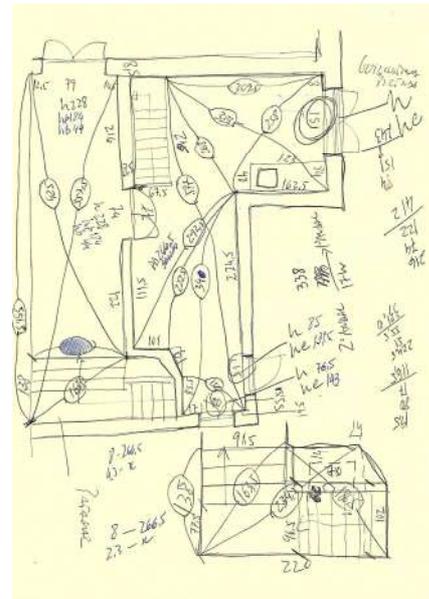


Figura 13 levantamento escada

Atualmente o gabinete trabalha em Autocad e por isso o técnico passou esses desenhos para esse programa de forma a dar seguimento ao estudo de viabilidade e áreas para cumprir a legislação. Uma vez o levantamento finalizado de forma correta no computador, imprime-se uma cópia para que o arquiteto Filipe desenhe à mão em um papel vegetal, de forma a estudar possibilidades em papel ainda, de forma crua, com o objetivo de rapidamente ver quais e quantas possibilidades existem e qual deve ser desenvolvida pelo tecnico. Esses desenhos são em planta, mas também em desenhos tridimensionais, como é possível verificar abaixo.

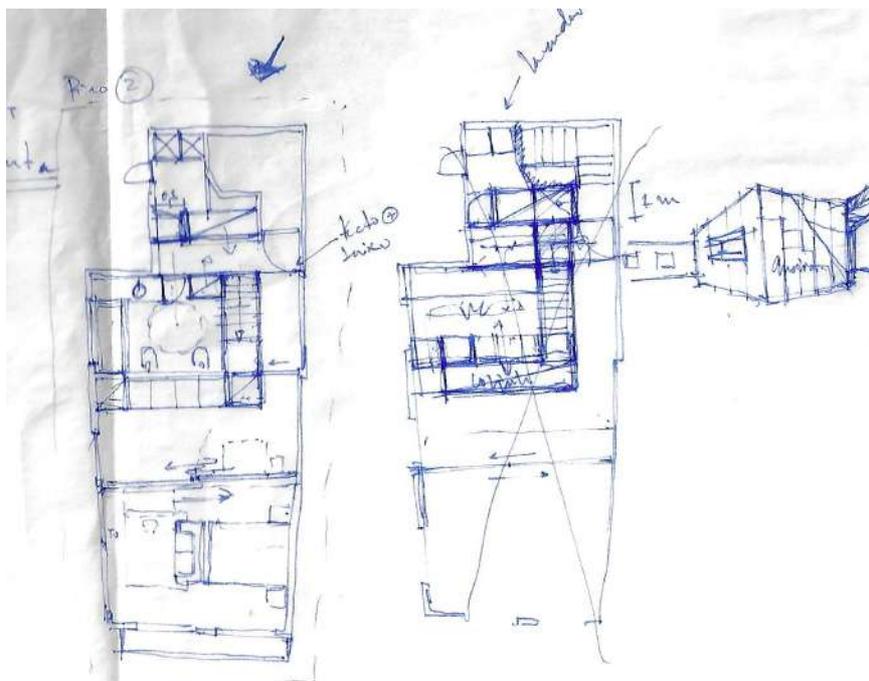


Figura 14 Croqui Arquiteto Filipe Vilas Boas

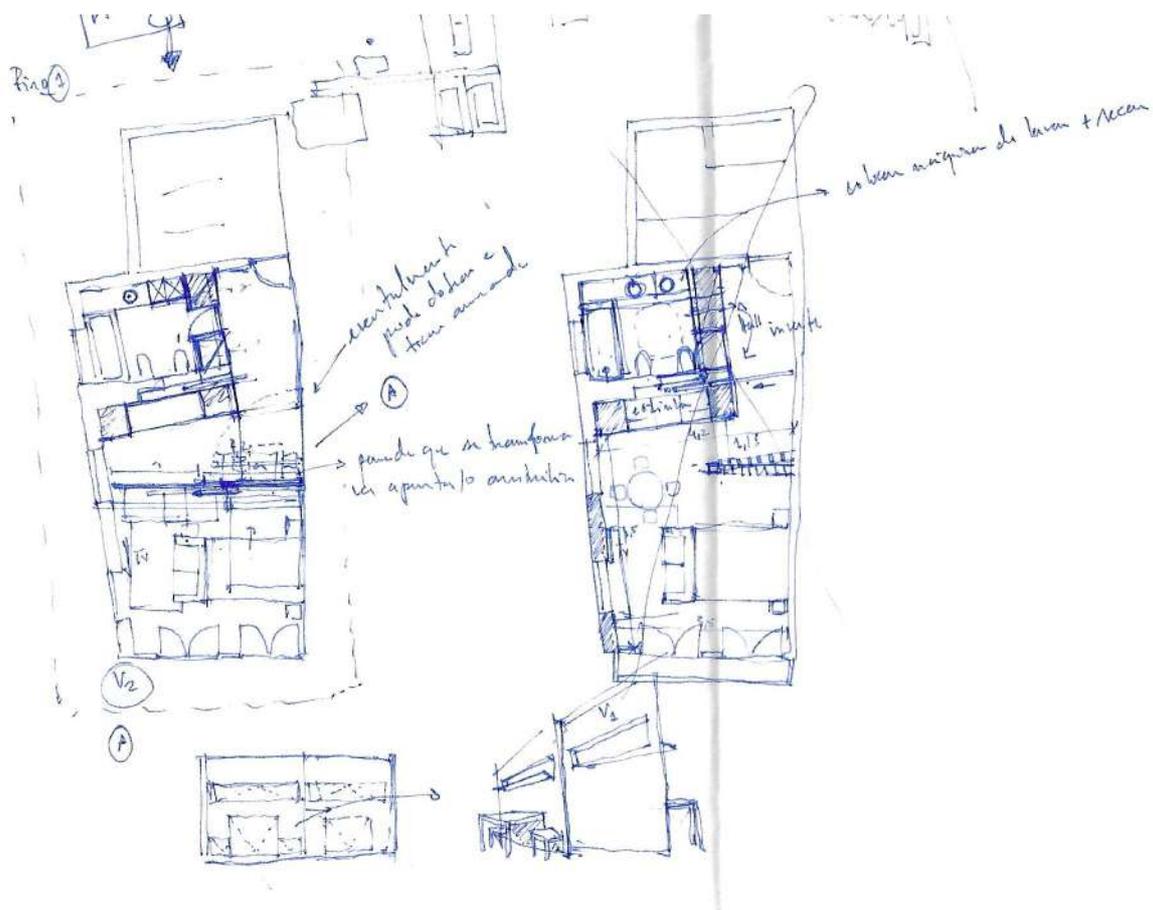


Figura 15 Croqui Arquiteto Filipe Vilas Boas

É a partir de desenhos como esses que o projeto começa a se desenvolver até chegar a um desenho final a se apresentar ao cliente e a licenciar junto a Câmara de Guimarães, para posterior projeto de especialidades para por fim, chegar a obra.

5.3 O modelo

5.3.1 Definições para modelo e desenvolvimento

Como já mencionado em capítulos anteriores, para a criação do modelo digital, optou-se pela utilização do software da Autodesk, o Revit. Essa escolha foi feita devido a já ter algum conhecimento do software, mesmo não sendo a ferramenta de trabalho diária e também sem a realização de nenhum curso, apenas conhecimentos adquiridos por vídeos e endereços online sobre o assunto. O conhecimento não é profundo, mas é suficiente para a realização do trabalho e início de implementação em um gabinete, e dessa forma, aumentando ainda o

conhecimento sob o software. Para além disso, na indústria da AEC o software é amplamente utilizado em diversas especialidades, o tornando adequado as futuras necessidades.

O modelo trabalhado nesse estudo de caso é relativo ao projeto de licenciamento de um edifício, onde é possível, de maneira mais eficiente, identificar os materiais a serem usados, bem como os principais objetivos, que nesse caso é a reabilitação de um edifício e seu fracionamento em unidades autónomas, de forma a atender as necessidades atuais e do Dono de Obra.

No desenvolver do modelo, foram definidas fases no que diz respeito aos elementos a manter, a demolir e a construir novo, de forma a cumprir o projeto do arquiteto. Essas fases possuem cores pré-determinadas, onde o vermelho é a construir nova e amarelo a demolir.

Como o gabinete já estava a trabalhar no levantamento do edifício, esse documento já estava em formato .dwg e esse arquivo foi utilizado como base para o modelo do estudo de caso e foi possível perceber melhor uma das principais particularidades que é trabalhar com edifícios históricos, o alinhamento das paredes e suas espessuras, tanto nas paredes estruturais de fachada, como nas paredes internas. Sendo assim, depois de finalizado o levantamento correto, o modelo foi feito piso a piso, assim como a construção em si, sem que as paredes estruturais fossem contínuas, de modo a respeitar o que lá está. As paredes mais robustas são as do rés do chão, pois possuem mais carga a aguentar e diminuem conforme os pisos sobem e são alinhadas pelo exterior das fachadas.

Nesse primeiro momento, o modelo é um modelo genérico, sem caracterizações de revestimentos de parede, piso ou tecto, por exemplo. As espessuras, contudo, são feitas corretamente, com a criação de paredes com nome da técnica construtiva e sua espessura, para que depois sejam diferenciadas e caracterizadas conforme for necessário. As portas e janelas também são genéricas, mas respeitando as dimensões corretas. Abaixo algumas imagens de como fica o modelo para trabalho nesse momento.



Figura 16 Plantas rés do chão e piso 1 - levantamento genérico

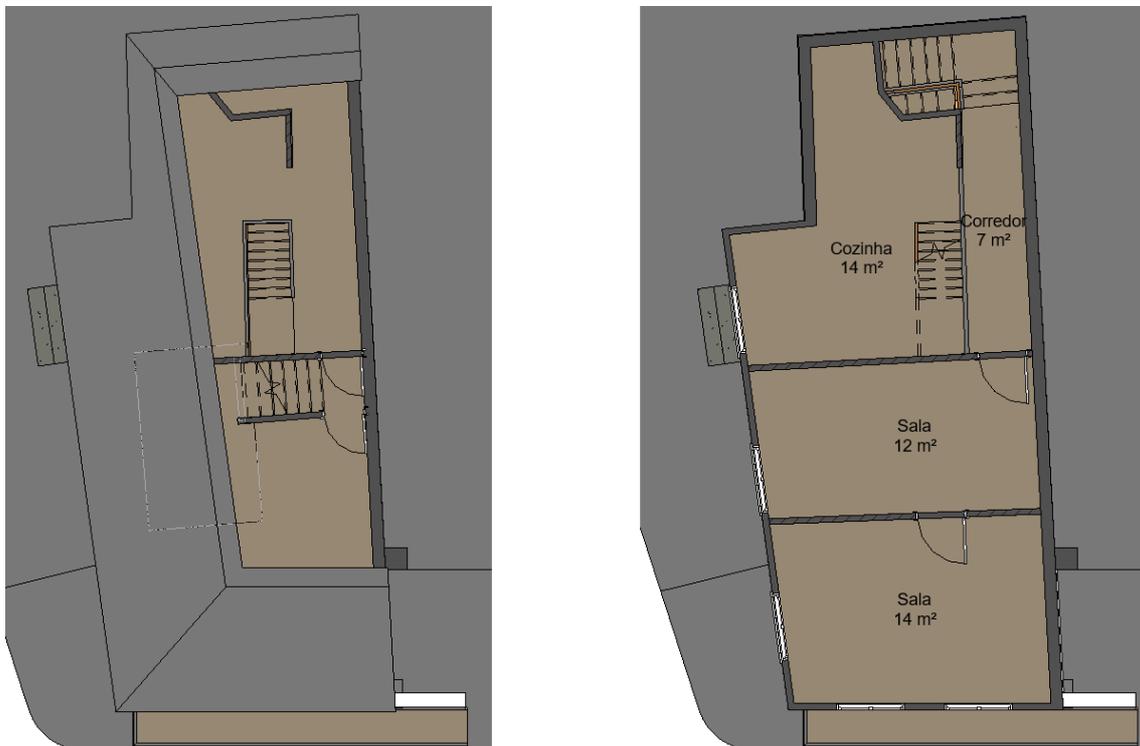


Figura 17 piso 2 e sótão - levantamento genérico

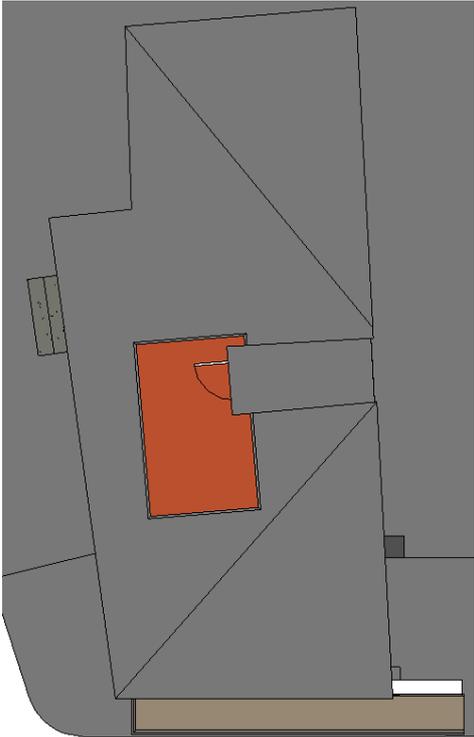


Figura 18 Planta de cobertura – Levantamento genérico

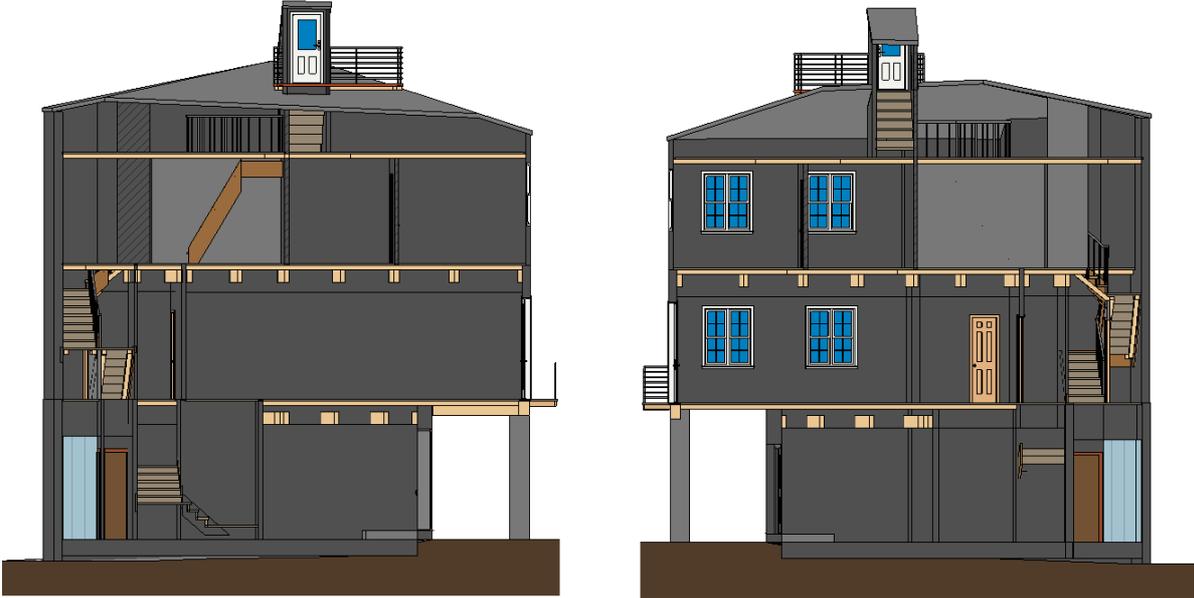


Figura 19 Cortes 1 e 2 - Levantamento genérico



Figura 20 Cortes 3, 4 e 5 - Levantamento genérico



Figura 21 vista 3D - Levantamento genérico fachadas

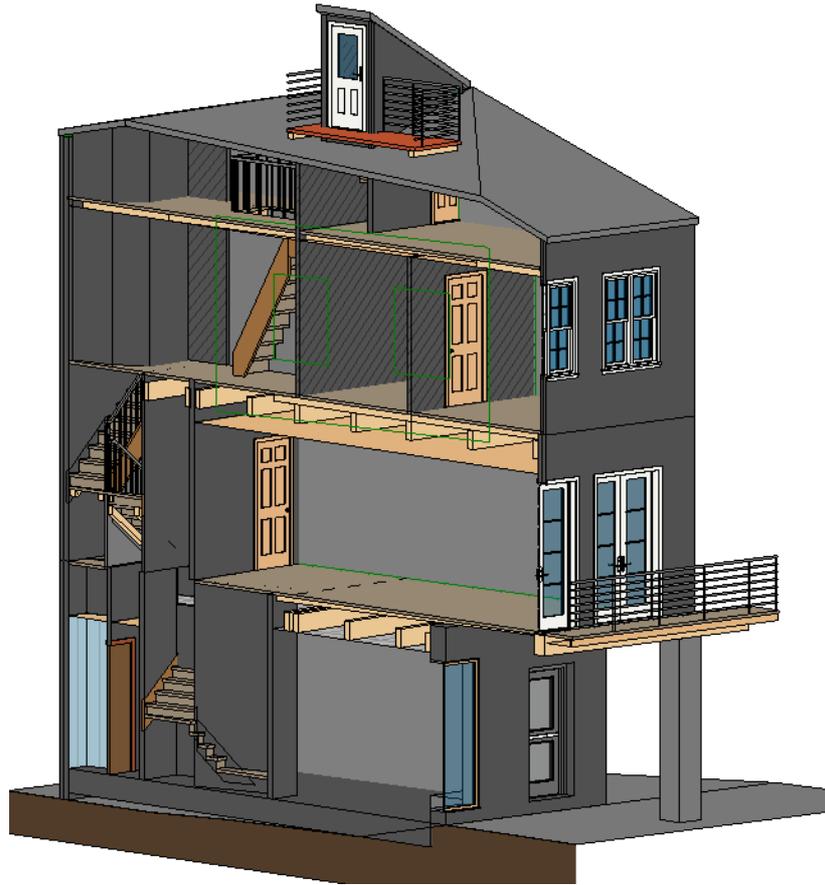


Figura 22 Vista 3D – corte esquemático genérico



Figura 23 pormenor - levantamento genérico

Conforme verificado nas imagens, são imagens simples, no sentido de pormenorização, mas o modelo permite a compreensão do espaço, das áreas e pés direitos existentes para que possa ser possível trabalhar e definir o novo projeto através de estudos de alternativas de disposição de espaço e materiais a utilizar.

Um aspeto importante nesse modelo foi a modelação da escada, visto que não é uma escada contínua por todo o edifício, e também não possui uma geometria regular, ela se encaixa entre paredes não perpendiculares, e devido a largura do edifício há um impedimento de uma escada em linha na entrada por exemplo pois dessa forma não seria possível a existência de um corredor de entrada e a fragmentação das frações. Tendo feita essa observação, vale a pena mencionar que esses tipos de escadas, com diferentes espelhos e larguras de cobertores diferentes, são de elevada complexidade a se desenhar no Revit pois existem muitos inputs que devem ser configurados para que não haja nenhum erro. Nesse caso, os guarda-corpos das escadas não possuem nenhuma relevância histórica, nem construtiva, já haviam sido alterados e a proposta é alterar para guarda-corpos em madeira a definir e sem criar um falso histórico com a utilização de balaustres, por isso será com perfis retangulares simples.

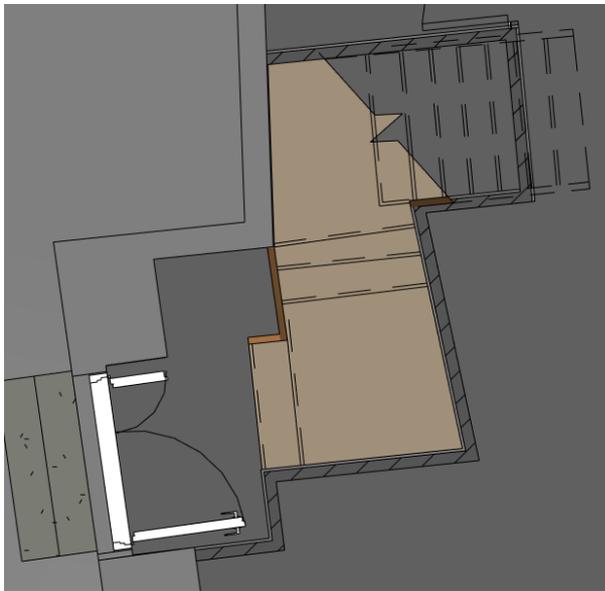


Figura 24 Escada entrada existente

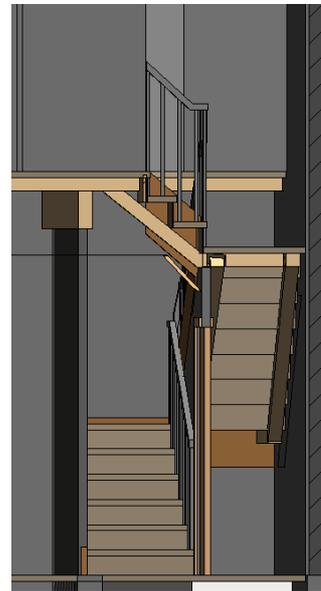


Figura 25 Escada piso 1 - Piso 2 existente

Com a fase de levantamento concluída é dado o início da pormenorização das paredes existentes, com a definição dos materiais que as compõem. No entanto as paredes em taipa de rodízio e taipa de fasquio, só é possível a compatibilização dos materiais dos revestimentos,

pois não há como medir a estrutura que a compõe, e até para efeitos de orçamento são métodos construtivos medidos por metro quadrado e não por quantidade de madeiras e tijolos que a compõem. Por isso a estrutura do núcleo se mantém de forma genérica, e definidas as espessuras dos revestimentos e os materiais. O mesmo conceito se aplica as paredes de granito.



Figura 26 plantas Rés do chão e Piso 1 - definição de materiais do existente



Figura 27 Plantas Piso 2 e Sótão - definição de materiais do existente

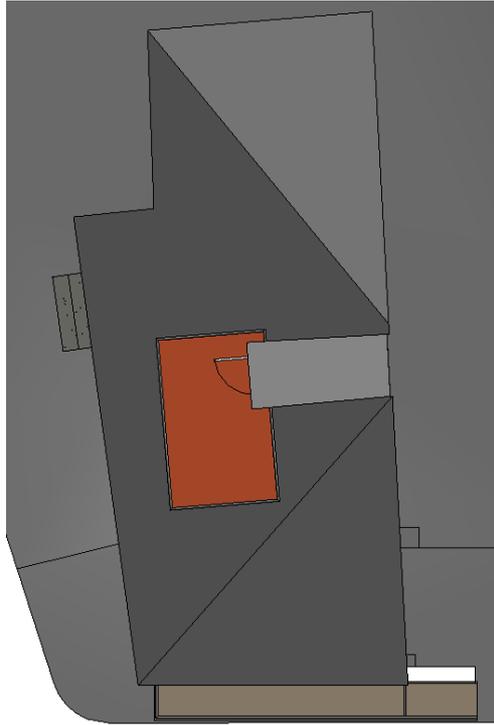


Figura 28 Planta de cobertura - definição de materiais do existente

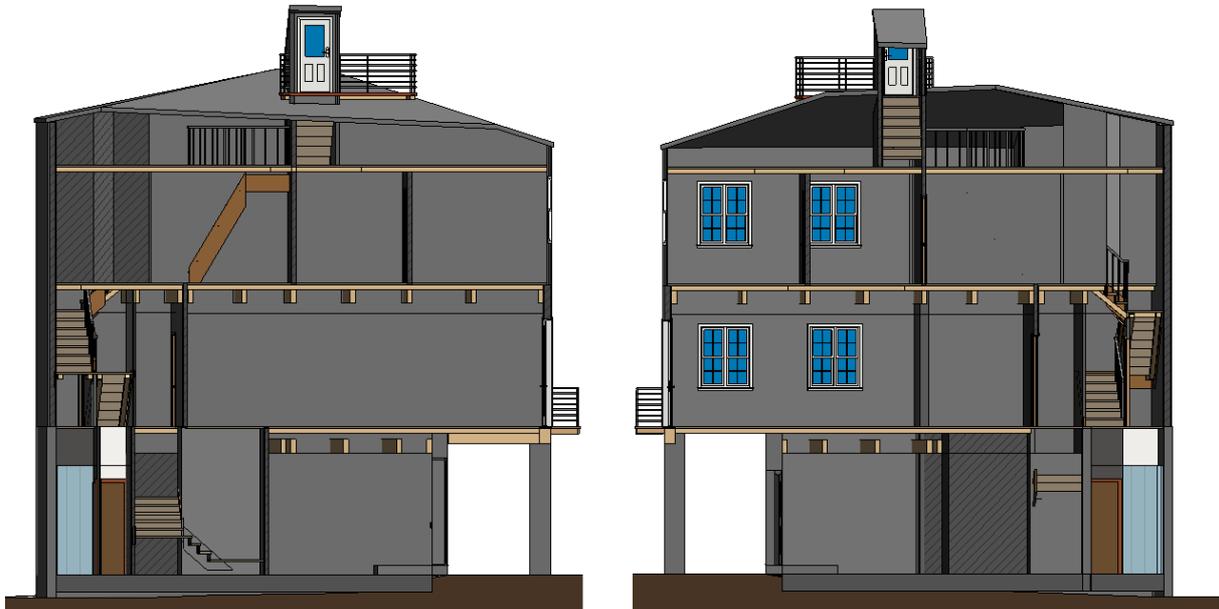


Figura 29 Cortes 1 e 2 - definição de materiais do existente



Figura 30 Cortes 3, 4 e 5 - definição de material do existente



Figura 31 Vista 3D - Levantamento fachadas com massa envolvente



Figura 32 Vista 3D - corte esquemático com definição de materiais do existente

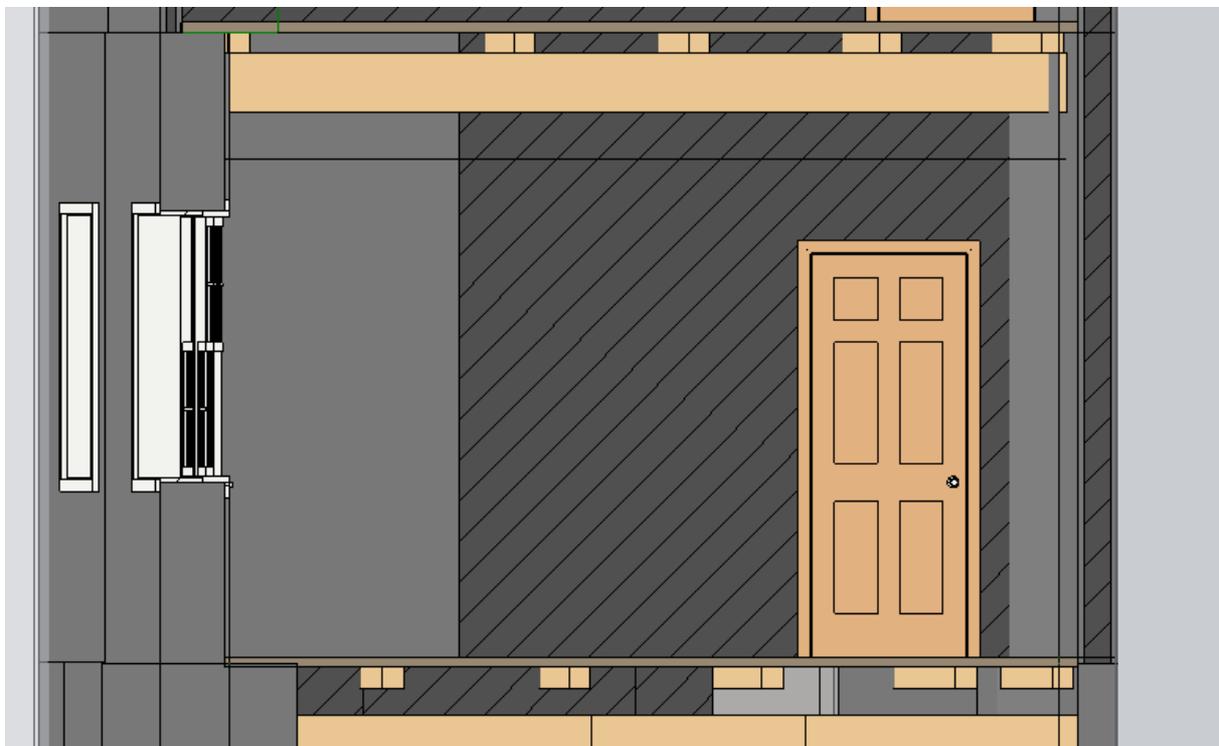


Figura 33 pormenor com especificação de materiais

Na sequência das fases de projeto, no que diz respeito a possibilidades de disposição do espaço, foi decidido junto com o DO manter no piso 1 um T0 como já está atualmente, com mudança na localização da casa de banho. Já no piso 2 os alinhamentos das paredes que dividem os ambientes se mantiveram, com exceção da escada que dá acesso ao sótão e a parede do corredor. As portas existentes mudam de posição e os espaços onde estão hoje, serão completados com a metodologia construtiva da parede existente. Essa opção era a melhor para atender ao que o cliente desejava, com o fracionamento das unidades, e cumpre as exigências por lei referentes a áreas de compartimentos e ventilação. Para além disso é a opção que em obra terá menos custos, mas por se tratar de obras de reabilitação, esses valores servem apenas como uma base, pois somente quando começa uma obra é possível ver realmente o que é possível aproveitar da estrutura do existente. Para completar, não existiam inúmeras possibilidades, tendo em conta as dimensões do edifício. Sendo assim, a definição de projeto a seguir foi rápida o que permite o desenvolvimento do projeto para licenciamento.

Nesse momento foram acrescentadas ao modelo, novas paredes, mas dessa vez não estruturais, pelo interior do edifício, apenas com isolamento e revestimentos, uma vez que esses elementos serão adicionados de forma a não modificar a fachada e garantir o conforto térmico e acústico no interior. Para isso foram criadas paredes paralelas as existentes, com as aberturas dos vão existentes e propostos, como é possível verificar na figura a seguir de um pormenor aproximado.

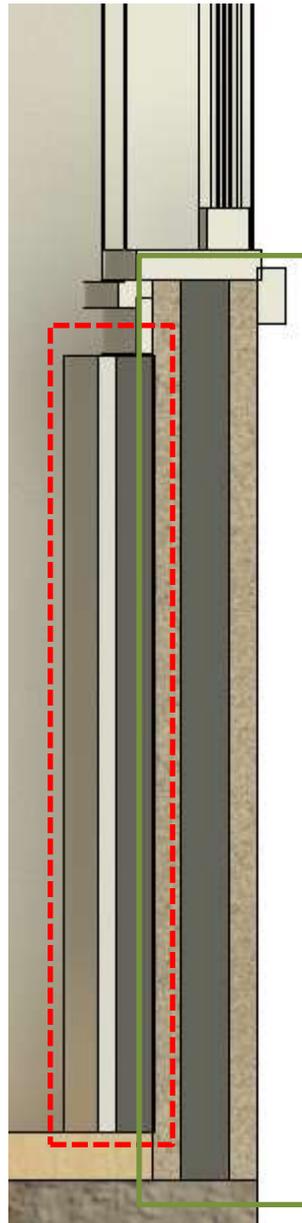


Figura 34 Pormenor aproximado - solução parede existente com isolamento proposto (em vermelho: proposto; em verde: existente)

Foram acrescentados os isolamentos e os revestimentos em todas as paredes, sejam de fachada, meeiras, ou divisórias em uma fase de “construção nova” que o Revit possui, e assim foi possível a criação das plantas de “vermelhos e amarelos” ou seja, as plantas com os elementos a construir e a demolir.

Os pisos foram considerados a manter, ou em situações pontuais a substituir, mas novamente voltamos a questão de não é possível saber ao certo o que será possível manter, devido as obras de uma forma geral, onde muitas vezes mesmo com a intenção de manter um piso e ele estando em bom estado, não é possível devido a modificações nas paredes juntamente com uma proteção pouco eficiente, em obra, do piso. Muitas vezes é necessário a retirada dos

pavimentos para posterior recolocação e nessa fase, muito do pavimento rompe e isso impede a sua reutilização como pavimento, podendo sim ser usado para outro fim caso seja uma madeira de qualidade que valha a pena o reaproveitamento.

As caixilharias são a manter como já havia sido mencionado, e quando for necessário são para substituir por outra igual. No modelo, foram usadas caixilharias que correspondem em parte o que lá está. São caixilharias no estilo guilhotina e isso está representado. No entanto, assim como nas portas, optou-se pela não criação de uma família que correspondesse exatamente ao que lá está e essa decisão foi tomada com o objetivo principal de demonstrar que no que diz respeito a edifícios históricos, cada edifício precisa da criação de uma biblioteca específica para ele e a melhor forma de ter isso feito da maneira correta seria, na divisão das funções no gabinete, ter uma pessoa dedicada apenas a criação de famílias paramétricas que correspondam a realidade do edificado. Não é possível encontrar em endereços eletrônicos recomendados, famílias que correspondam exatamente ao que deveria ser representado pois ao se tratar de edifícios de históricos, cada caso é diferente do outro. Podem vir a existir elementos parecidos, mas não são padronizados. No entanto foram respeitadas alturas, e tipologias. O mesmo se aplica ao guarda-corpo da varanda da fachada principal. Abaixo é possível perceber a diferença entre o existente e o representado em modelo.

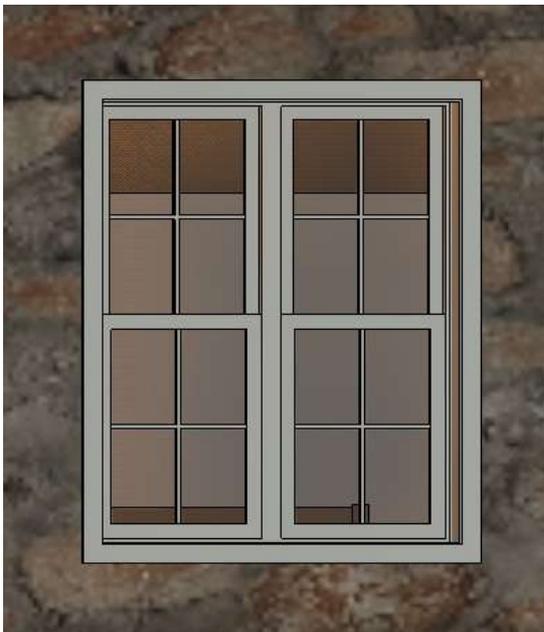


Figura 35 Caixilharia no modelo Revit



Figura 36 Caixilharia existente



Figura 37 Porta e guarda-corpo varanda no modelo Revit



Figura 38 Porta e guarda-corpo existentes

Atualmente, como o gabinete ainda não implementou o BIM e está a estudar qual a melhor maneira de o fazer, e por isso ainda não existe uma pessoa dedicada a essa função. Não foi realizada ainda a formação e especialização dos colaboradores e sendo assim não é possível observar quem seria capaz de assumir essa tarefa com maior eficiência.

Nessa fase, os materiais já estão todos representados em plantas, cortes, fachadas e no 3D. Foram então selecionadas famílias para a representação gráfica dos espaços para uma maior representatividade do que se propõe e exemplos de organização para o cliente. Abaixo é possível verificar as plantas com a disposição do mobiliário proposto.



Figura 39 Plantas Piso 1 e 2 - modelo proposto



Figura 40 Plantas Piso 2 e sótão - modelo proposto

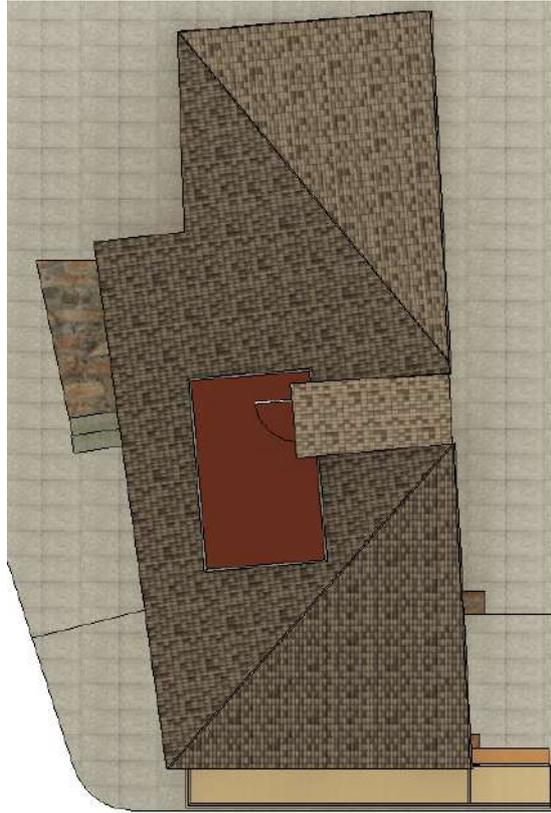


Figura 41 Planta cobertura - modelo proposto



Figura 42 Cortes 1 e 2 - modelo proposto



Figura 43 Cortes 3, 4 e 5 - modelo proposto



Figura 44 Modelo 3D proposto



Figura 45 Modelo 3D - Corte esquemático proposto

As peças desenhadas dos vermelhos e amarelos, ou seja, demolir construir, foram definidas no modelo através de fases. Cada elemento possui uma classificação de fases, onde é permitido definir em que momento tal elemento foi construído, no existente ou na construção nova e em que fase foi demolida. No caso do existente existem duas opções sendo elas nenhuma ou construção nova. Caso a parede seja para manter, deve ser selecionado o filtro nenhuma, e caso seja para demolir em projeto, deve ser escolhida construção nova. As paredes a serem construídas devem estar na opção de fase de construção nova. Junto com essas definições foram duplicadas as vistas das plantas de modo a ter uma planta que apareça só o existente, uma que apareça as demolições, uma que apareça as construções, uma que junte demolições e construções e uma com o modelo finalizado. Dessa forma é possível ter um entendimento mais detalhado do que será para manter, do que será para demolir e do que é necessário construir, de forma muito mais eficiente e rápida do que o software usado anteriormente. Essas fases foram criadas para esse projeto com o objetivo de mostrar às entidades o escopo geral do que será modificado. Contudo podem existir fases intermédias, podendo separar a construção em diversas fases, dependendo do tamanho do projeto e da

proposta de obra. No entanto, a criação das vistas das plantas por fases separadas não é com o objetivo de entrega as entidades, visto que para eles deve ser entregue uma planta com os vermelhos e amarelos juntos, mesmo que tenham linhas sobrepostas que dificultem a leitura. Abaixo imagens das plantas de desenvolvimento para exemplificar o acima citado.

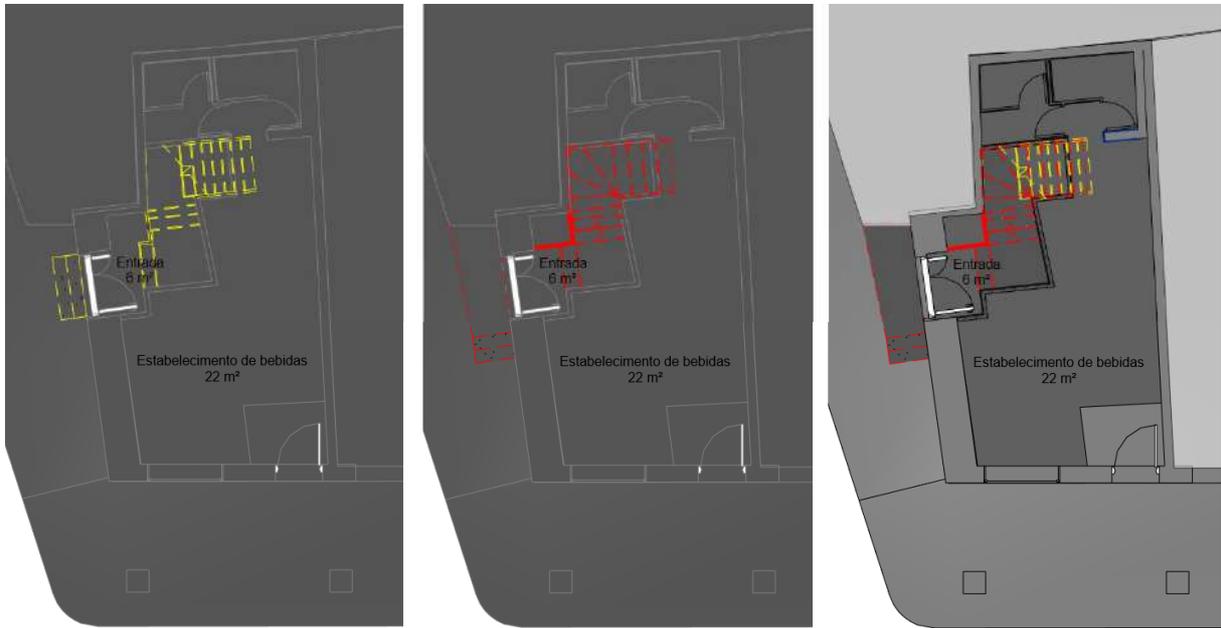


Figura 46 Plantas rés do chão - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos

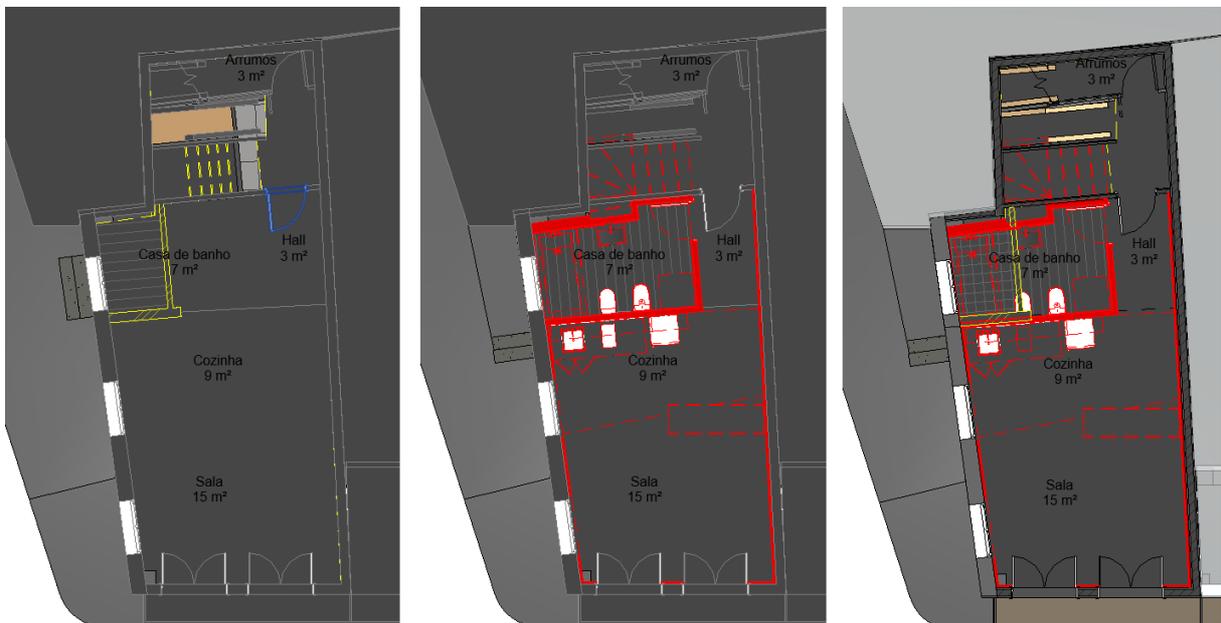


Figura 47 Plantas piso 1 - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos



Figura 48 Plantas piso 2 - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos

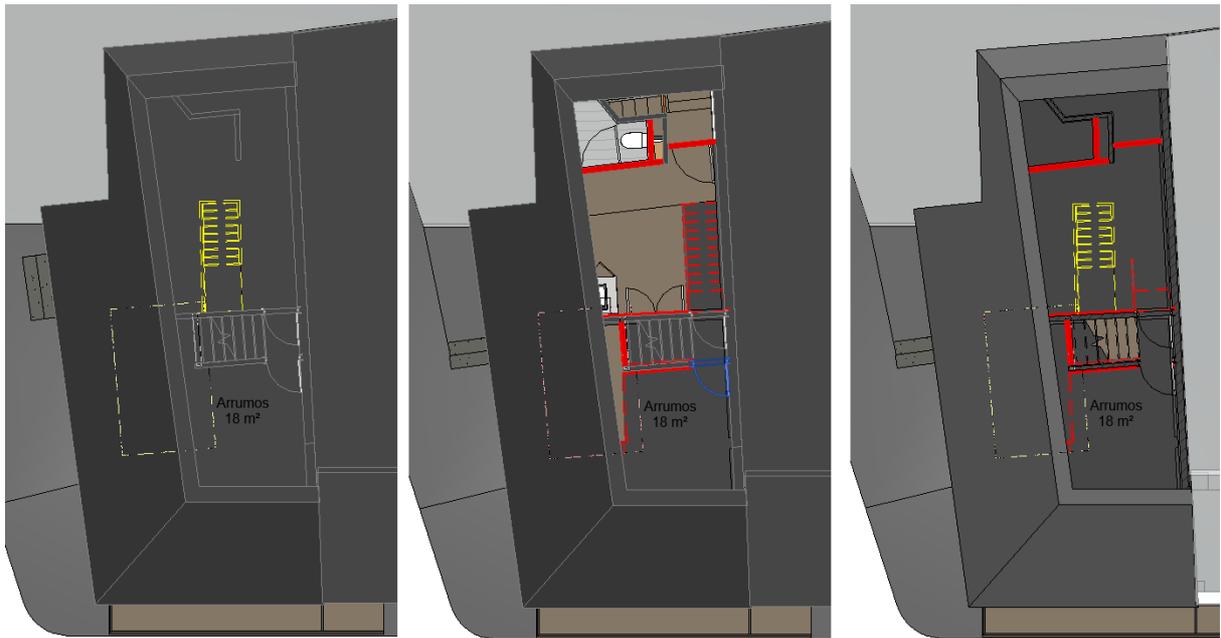


Figura 49 Plantas sótão - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos

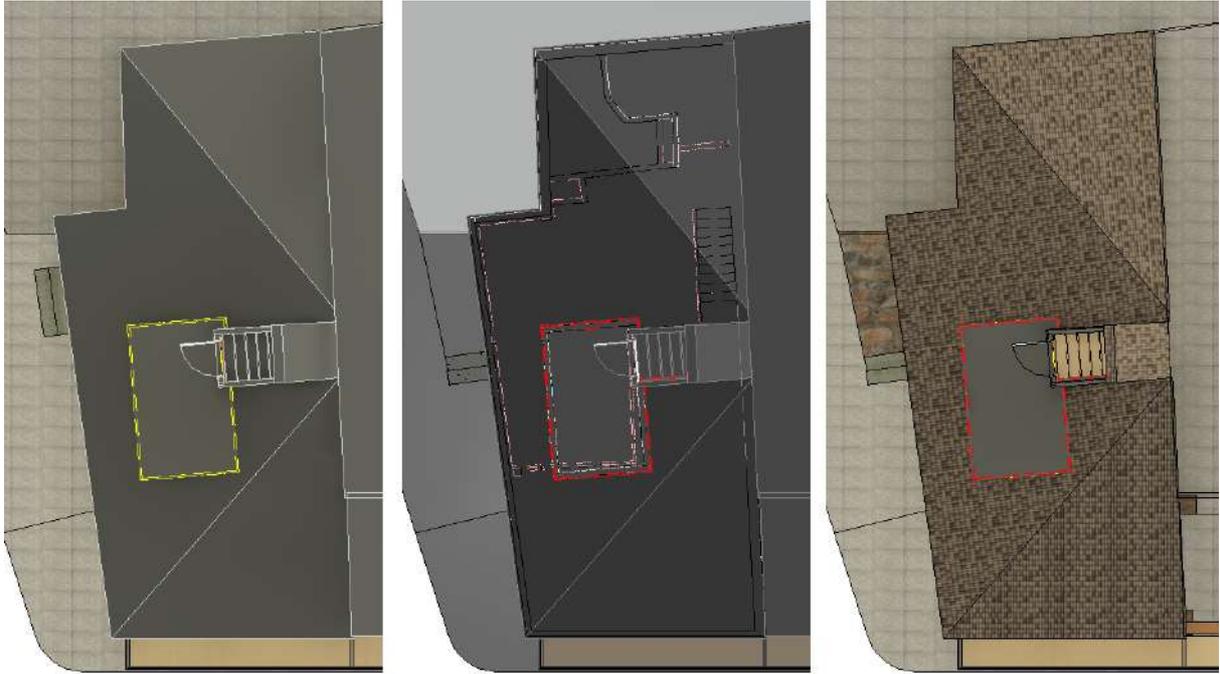


Figura 50 Plantas varandim - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos

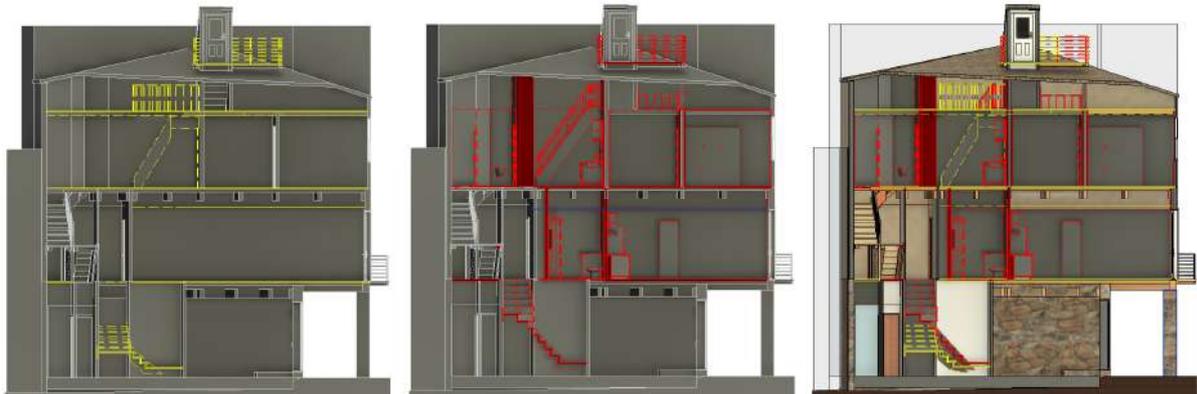


Figura 51 Cortes 1 - a demolir, a construir e vermelhos e amarelos



Figura 52 Corte 2 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos



Figura 53 corte 3 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos



Figura 54 Corte 4 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos



Figura 55 Corte 5 - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos



Figura 56 cista 3D fachadas - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos



Figura 57 Vista 3D corte esquemático - a demolir, a construir, vermelhos e amarelos

Em suma, são imagens muito esclarecedoras a nível de projeto, que ajudam na maior percepção do que está proposto.

5.3.2 Criação de folhas

Com a intenção de extrair as peças desenhadas do modelo Revit criado, foi criada uma folha, com um rótulo, com características paramétricas que permitem que os campos incluídos no rótulo sejam alterados facilmente, de acordo com a necessidade. São atualizados automaticamente de acordo com o modelo através dos parâmetros, ou seja, todas as alterações feitas no modelo, são alteradas também nas vistas e consequentemente nas folhas. É um método rápido e muito eficaz, que permite a redução na omissão de peças desenhadas ou da repetição de números de folhas. A parametrização permite também que o tamanho da folha seja alterado, sem que as configurações sejam modificadas, ou seja, a borda se mantém, o carimbo se mantém no lugar pois está vinculado ao canto onde está colocado.

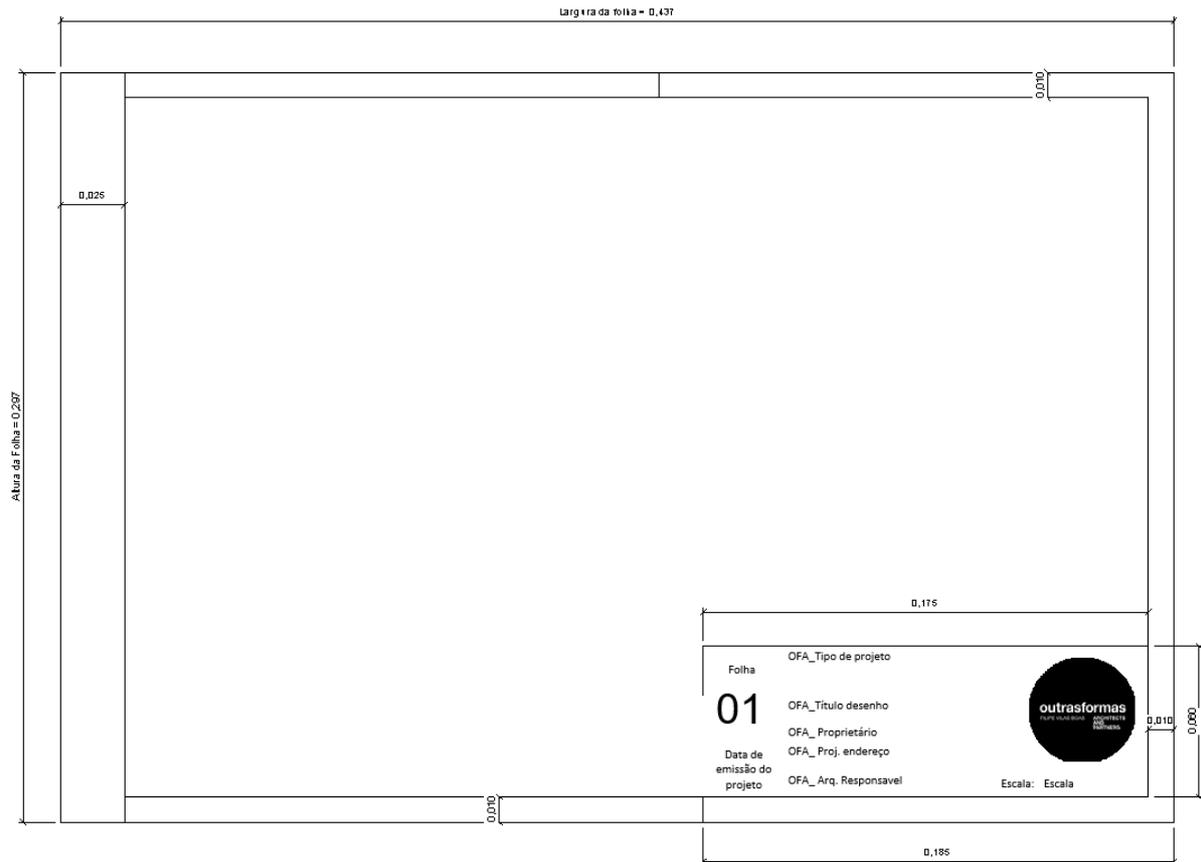


Figura 58 folha parametrizada

O carimbo possui parâmetros que são fixos para todas as folhas como por exemplo o que foi denominado como “OFA_tipo de projeto”, que se refere ao tipo do licenciamento, ou para qual funcionalidade é a peça desenhada, o “OFA_Proprietário”, o “OFA_Proj. endereço” e o “OFA_Arquiteto responsável”. Esses são parâmetros que fazem parte da identidade do projeto e por isso se repetem em todas as folhas. Esse processo facilita a automatização da construção das peças desenhadas e poupa tempo a equipa. Já o número da folha, e o “OFA_Título desenho” devem ser preenchidos nos dados da própria folha, pois mudam conforme as folhas também mudam. A escala e a data de emissão do projeto são preenchidas automaticamente, no caso da escala, de acordo com o desenho, e a data de acordo com o momento da emissão do projeto, sem ser possível sua alteração manual. Configurou-se a dimensão do carimbo para ocupar, depois da folha dobrada, o tamanho de um A4. O carimbo foi feito a semelhança dos dados que o gabinete usa hoje na entrega dos seus processos para licenciamento.

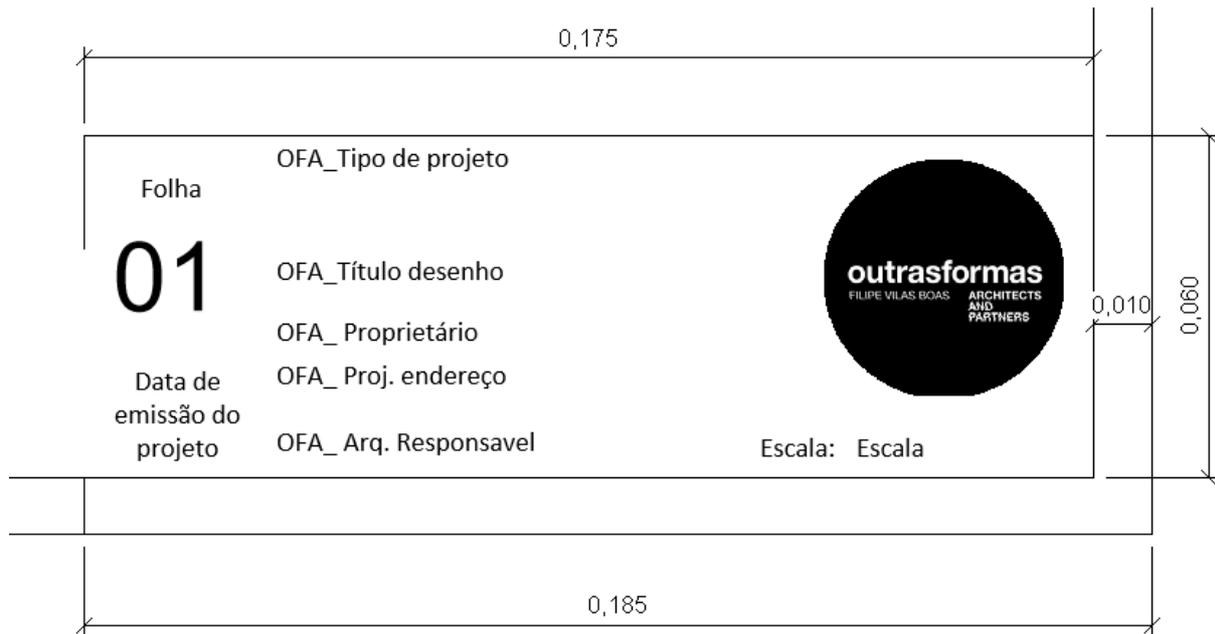


Figura 59 rótulo paramétrico

5.3.3 Desenhos técnicos

As peças desenhadas foram criadas a partir do modelo Revit. Foram colocados os desenhos, separados por fases de projeto, sendo essas:

- Existente – composto por 3 folhas, nomeadamente: plantas, cortes e alçados
- Vermelhos e amarelos – composta por 3 folhas, nomeadamente: plantas, cortes e alçados
- Proposta – composta por 4 folhas, nomeadamente: plantas, cortes, alçados e pormenor construtivo.

Em anexo (Anexos I a X) é possível visualizar as peças desenhadas finais, que contemplam tudo que foi trabalhado ao longo da presente tese.

5.3.4 Imagens tridimensionais

Em adição as peças desenhadas, foram extraídas algumas imagens tridimensionais para o DO, para que pudesse ter uma maior perceção do que se pretende. Em alguns casos, essas imagens são usadas por imobiliárias para a demonstração dos apartamentos e casa para a venda do imóvel, enquanto ainda não termina a obra. Quanto mais convincente a imagem, maior a probabilidade de comprarem as habitações. Nesse caso em concreto, o DO não tinha intenção de vender, e por isso as imagens foram renderizadas no próprio Revit, apenas para o cliente.



Figura 60 Imagem tridimensional exterior



Figura 61 imagem tridimensional interior 1



Figura 62 imagem tridimensional interior 2



Figura 63 imagem tridimensional interior 3



Figura 64 imagem tridimensional interior 4



Figura 65 imagem tridimensional interior 5



Figura 66 imagem tridimensional interior

6. CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento do trabalho ficou claro quais as maiores dificuldades do escritório com esse início da fase de implantação do BIM, sendo essa fase apenas o início de um estudo de caso que ainda pretende se aprofundar, tendo sido considerado nessa dissertação apenas algumas questões, sabendo que ainda existem muitas outras também importantes a abordar.

Como principais dificuldades encontradas pode-se citar a compreensão do novo método de trabalho e seu processo pois são necessárias novas definições e novos requisitos. Em seguida, a mudança dos processos de trabalho no escritório ainda são um empecilho na sua implementação, pois seria necessária reorganizar a equipa e suas funções e com isso sucedem mais dois problemas, sendo eles os gastos com as especializações de pessoal através de cursos e o tempo dispensado nessa fase. São gastos elevados e como o gabinete possui inúmeros projetos é uma tarefa custosa financeiramente parar os trabalhos durante um período para a realização desses cursos, sem contar que esses cursos costumam possuir custos elevados. E mesmo após finalizados os cursos, até que seja possível atingir a prática, leva tempo e a curto prazo os primeiros projetos a serem feitos em BIM sofreriam atrasos na entrega. No que diz respeito aos custos elevados, ainda seria necessária a troca dos equipamentos de trabalho da equipa, para que consigam usar os softwares no seu melhor. Deve-se investir no BIM como algo a ver resultados a médio/longo prazo, e isso não deve ser considerado uma impossibilidade, muito pelo contrário, quanto antes começar a ser utilizado, mais rápido será possível atingir o nível desejado.

O treinamento não deve ser apenas dos softwares, mas também dos métodos construtivos, materiais e diferentes marcas, e nesse âmbito, o gabinete de arquitetura Outrasformas tem uma vantagem que é a sua empresa associada, que realiza o planeamento e a coordenação de obras e por isso possui conhecimentos suficientes para isso. As duas empresas trabalham no mesmo espaço e em conjunto, o que faz com que toda a equipa aprenda junto sobre técnicas construtivas e que um ajude o outro quando é preciso.

Além as dificuldades na implementação, pode-se verificar também a falta de famílias paramétricas existentes para a utilização em projetos de reabilitação de edifícios, o que dificulta ainda mais o processo de trabalho e com isso conclui-se que uma das funções novas a

serem geradas durante a fase de implementação é a de um criador de famílias paramétricas. Isso não seria preciso se o escritório trabalhasse com casos isolados de projetos de reabilitação, mas como o foco principal é esse, acaba por se tornar extremamente necessário para a otimização de tempo de projeto. Nesse estudo de caso não foram colocadas propositalmente as famílias que representam verdadeiramente o existente, nomeadamente: janelas, portas, guarda corpo de varanda de fachada e beirado de telhado, justamente como chamada de atenção para a importância dessa função, visto que para projetos de licenciamento junto as entidades é imprescindível que o existente seja representado da forma mais fiel possível, ou de outra forma é indeferido.

Durante o processo de modelação também foi possível perceber que a visibilidade tridimensional é uma grande vantagem a nível de desenvolvimento de projeto e nas decisões de projeto. Em um único modelo visualiza-se diferentes fases de projeto, com paredes a demolir e a construir e isso torna o processo muito mais rápido, pois em outros softwares era necessário a modificação individual das linhas e sobreposição de desenhos, e caso alterasse algum elemento, não era modificado em todas as plantas, cortes e alçados. Também a produtividade aumenta a nível da criação de peças desenhadas finais, uma vez que foi feita a criação de uma folha com parâmetros e que pode ser alterado conforme necessário e extraídas plantas, cortes e alçados de forma quase automática. Esse método também colabora com a diminuição dos erros e omissões nas entregas, uma vez que são evitadas cópias de elementos e folhas.

Em um único modelo consegue-se inúmeros tipos de informação de projeto, como quantidades, materiais, custos, desenhos técnicos, imagens tridimensionais renderizadas no próprio software e que possuem interlocação com outros softwares específicos de tratamento de imagem para demonstrações ao cliente, estimulando uma relação mais próxima com o arquiteto, pois torna mais fácil a sua compreensão.

Portanto, apesar de cada projeto de reabilitação ser único e apresentar especificidades particulares diferentes de uma construção nova, é possível através de uma boa organização interna, investimentos financeiros e de tempo, superar esses obstáculos e implementar uma boa metodologia de projeto BIM no presente escritório e seria de extrema vantagem a médio/longo prazo, já que rentabiliza o tempo com base na automatização de desenhos, e na geração de desenhos de vermelhos e amarelos em um único modelo tornando o processo de tomada de decisões muito mais rápido.

Na sequência do presente trabalho há o interesse na especialização na criação de famílias que respondam a necessidade do gabinete, além do complemento do modelo com a criação de famílias de legendas para as paredes e anotações de dados nas peças desenhadas apresentadas nos anexos apresentados no subcapítulo 4.3.3 da presente dissertação. Além disso, também é de interesse do gabinete a geração de mapas de quantidades para orçamentação das obras dos projetos que possam vir a ser feitas pela empresa associada WORKBOOK – Planeamento e Gestão de Obra.

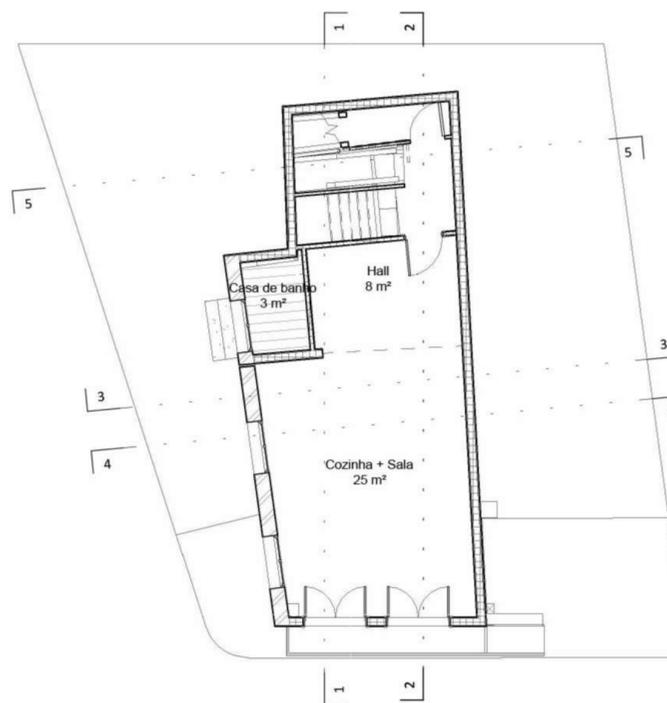
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lourenço, P. (2001). *Reabilitação de construções antigas – Casos práticos* .
- Harlow, H. F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 893-896.
- Scruton, R. (1996). The eclipse of listening. *The New Criterion*, 15(30), 5-13.
- Calfee, R. C., & Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Duncan, G. J., & Brooks-Gunn, J. (Eds.). (1997). *Consequences of growing up poor*. New York, NY: Russell Sage Foundation.
- Yoshida, Y. (2001). *Essays in urban transportation*. Doctoral Thesis, Boston University: Boston, 156 pgs.
- Schnase, J. L., & Cunniss, E. L. (Eds.). (1995). *Proceedings from CSCL '95: The First International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Aural, A. A., & Bryce, B. (2009).
- Abreu, Miguel, LUCAS, José (2003), *Terminologia Geral Sobre Patologia da Construção*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa 2003.
- Feilden, Bernard M. (1994), *Conservation of Historic Buildings*, Architectural Press, New York 2003.
- HOUAISS, Antônio, SALLES-VILLAR, Mauro de, MELLO FRANCO, Francisco Manoel (2001), *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*, Tomos I a VI, Círculo de Leitores, Lisboa 2002.
- ICOMOS (1994), *Documento de Nara Sobre a Autenticidade do Património Cultural*, Nara, Japão 1994. ICOMOS AUSTRÁLIA (1999), *Carta de Burra*, Burra, Austrália 1999. ICOMOS (2003), *Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitectónico*, Victoria Falls, Zimbabué 2003.
- Conselho Da Europa (1975), *Carta Europeia do Património Arquitectónico (Carta de Amsterdão)*, Amsterdão, Holanda 1975.
- Conselho Da Europa (1976), *Resolução (76) 28 - Relativa à adaptação dos sistemas legislativos e regulamentares nacionais às exigências da conservação integrada do património arquitectónico*, Estrasburgo, França 1976.
- Pereira, António Nunes (2003) *“Para uma terminologia da disciplina de protecção do património construído”*, À la recherche du temps perdu. *Jornal dos Arquitectos*, 213, p. 27-32.

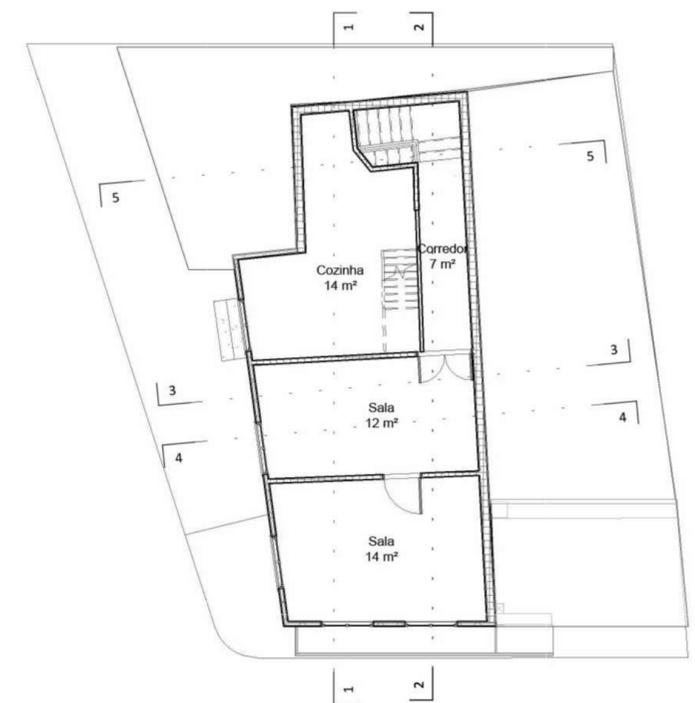
ANEXO I – PLANTAS EXISTENTE



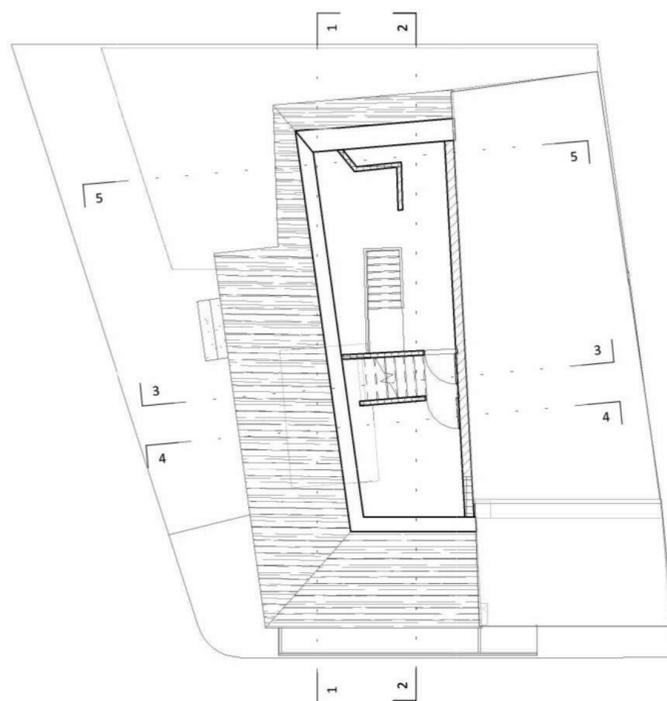
1 **rés do chão existente**
1 : 100



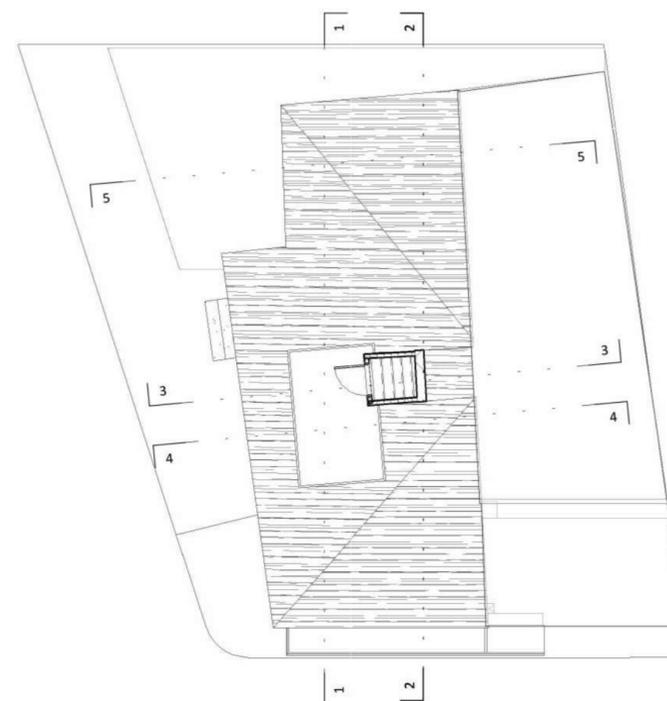
2 **piso 1 existente**
1 : 100



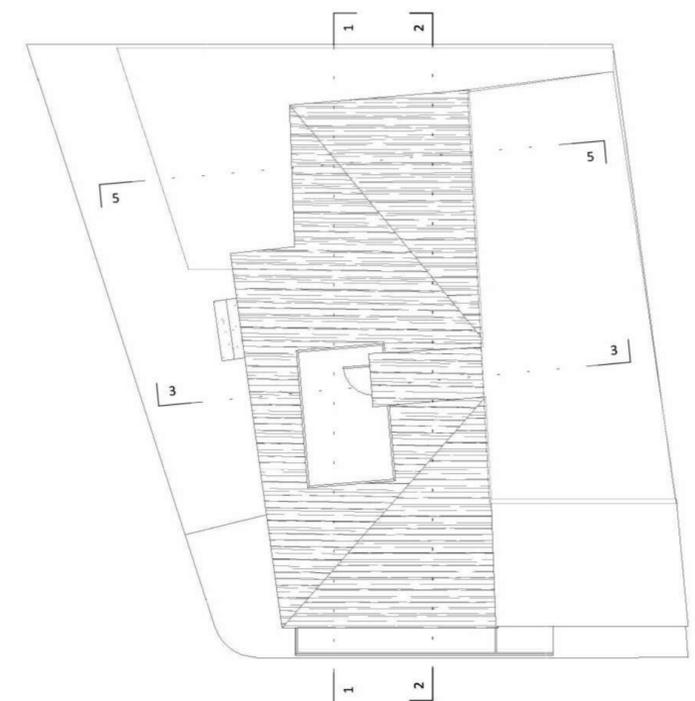
3 **piso 2 existente**
1 : 100



4 **sotão existente**
1 : 100



5 **varandim existente**
1 : 100



6 **cobertura**
1 : 100

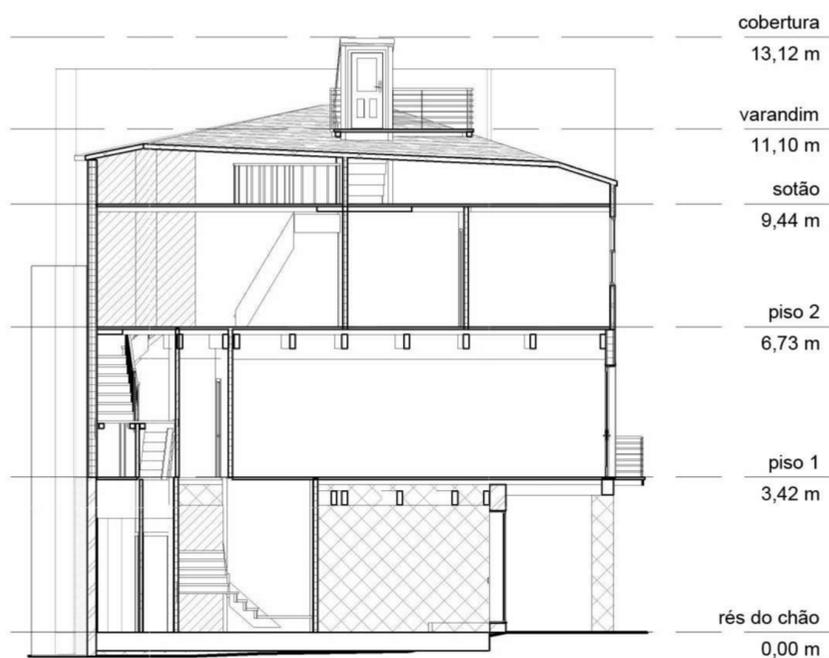
Folha
01
Data de emissão

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas
Plantas de piso - existente
WESTWAY, Ida
Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães
Filipe Vilas Boas, arqtº



Escala: 1 : 100

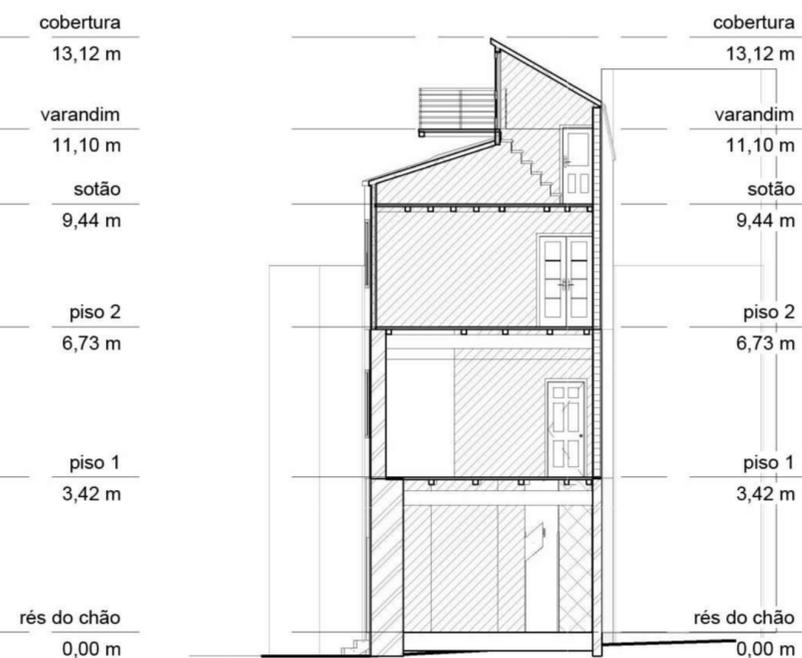
ANEXO II – CORTES EXISTENTE



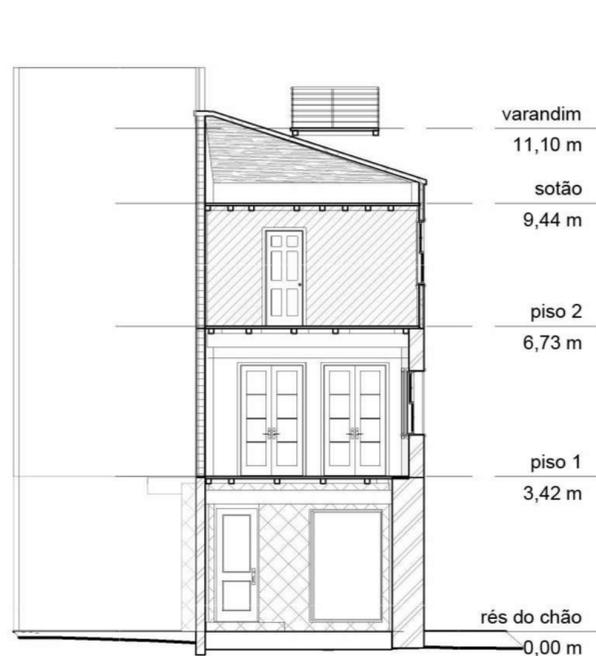
1 Corte 1 existente
1 : 100



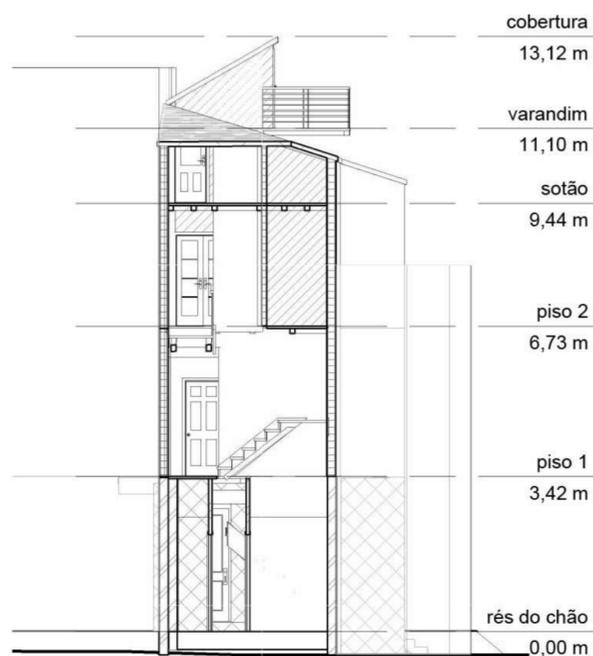
2 Corte 2 existente
1 : 100



3 Corte 3 existente
1 : 100



4 Corte 4 existente
1 : 100



5 Corte 5 existente
1 : 100

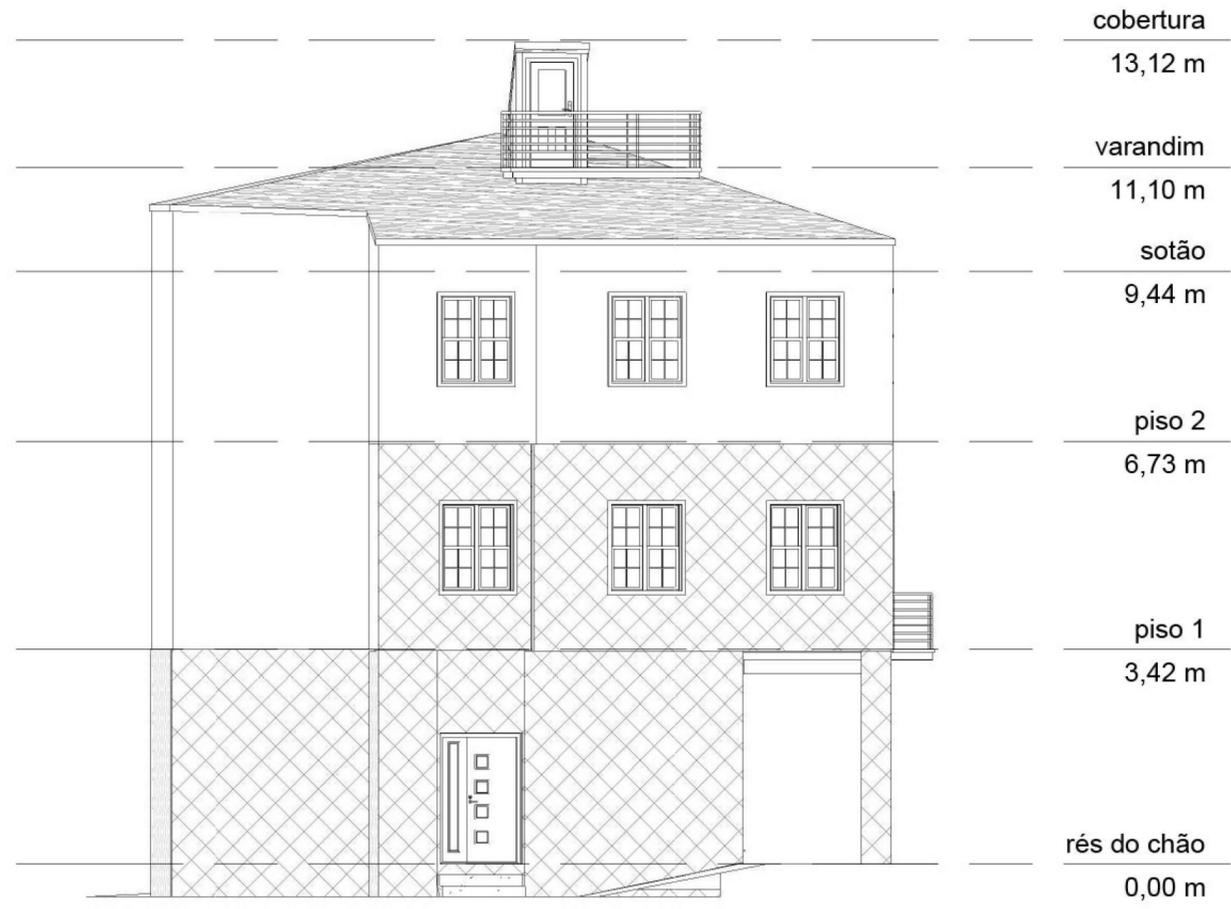
Folha
02
Data de emissão

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas
Cortes - Existente
WESTWAY, lda
Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães
Filipe Vilas Boas, arqtº

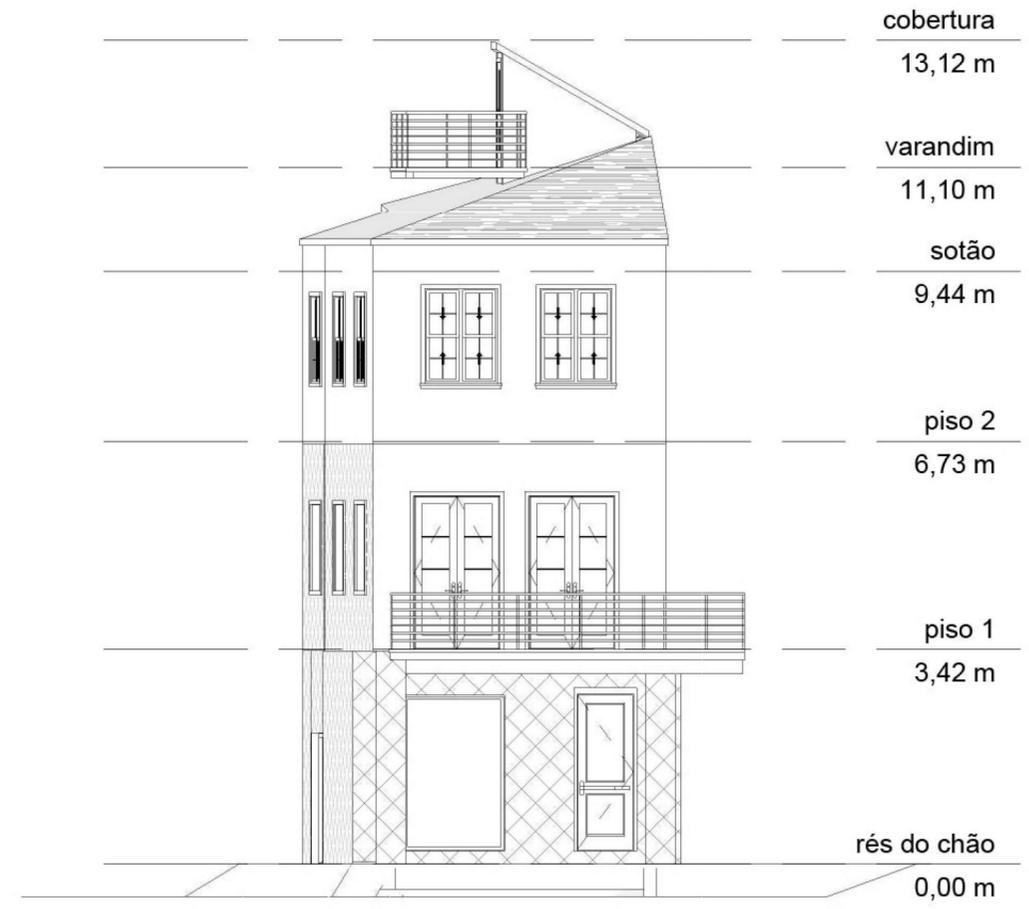


Escala: 1 : 100

ANEXO III – ALÇADOS EXISTENTE



1 Oeste existente
1 : 100



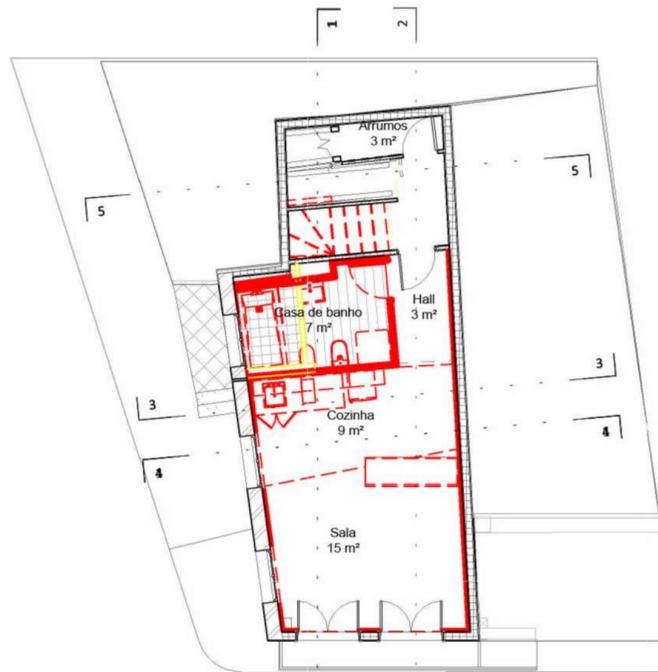
2 Sul existente
1 : 100

Folha	Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas	
03	Alçados - existente	
Data de emissão	WESTWAY, Ida Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães Filipe Vilas Boas, arqtº	Escala: 1 : 100

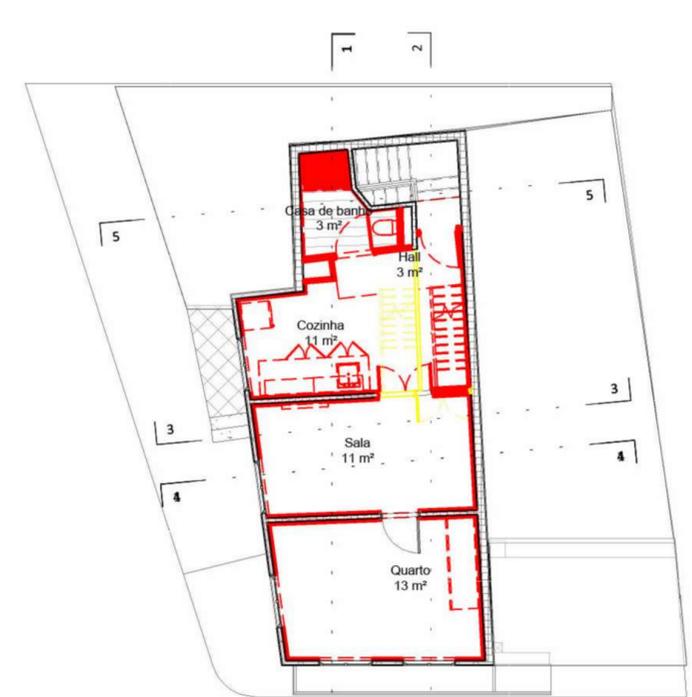
ANEXO IV – PLANTAS VERMELHOS E AMARELOS



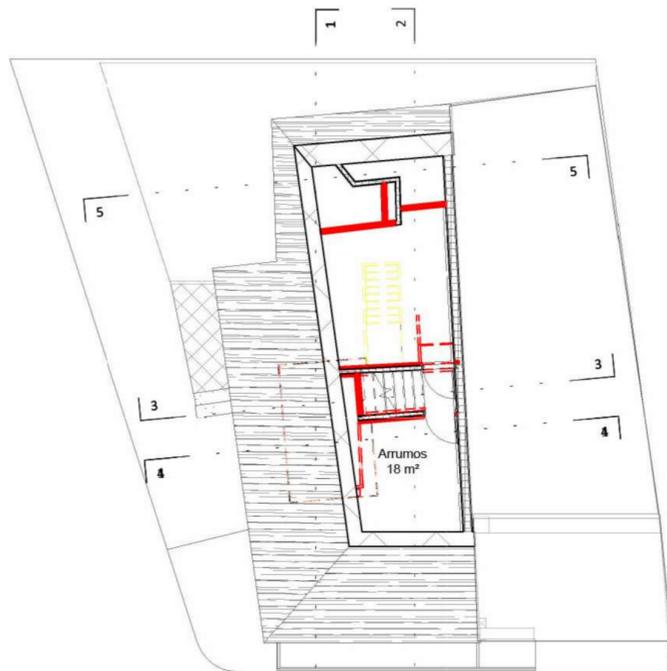
1 rés do chão
1 : 100



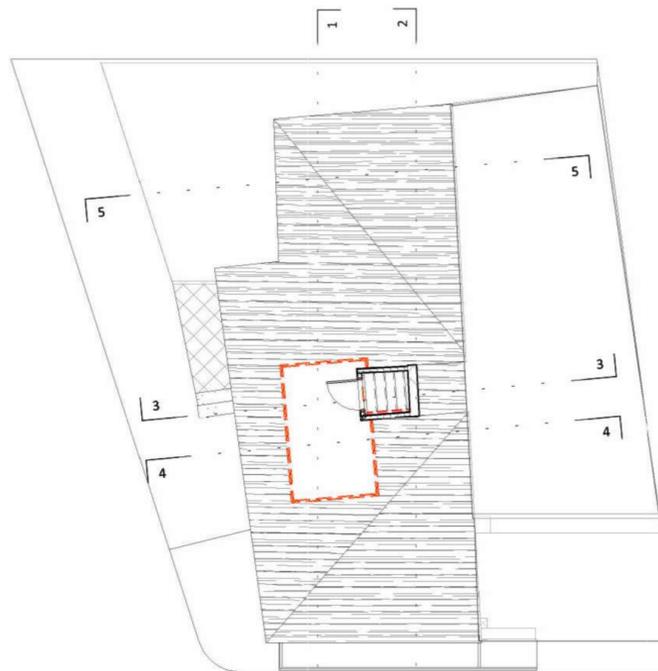
2 piso 1
1 : 100



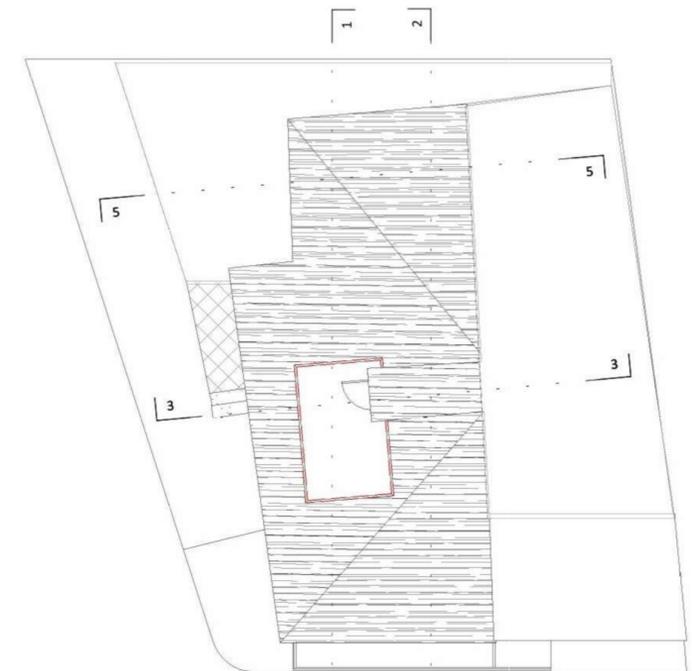
3 piso 2
1 : 100



4 Sótão
1 : 100



5 Varandim
1 : 100



6 Cobertura
1 : 100

Folha
04
Data de emissão

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas
Plantas de piso - Vermelhos e Amarelos
WESTWAY, lda
Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães
Filipe Vilas Boas, arqtº



Escala: 1 : 100

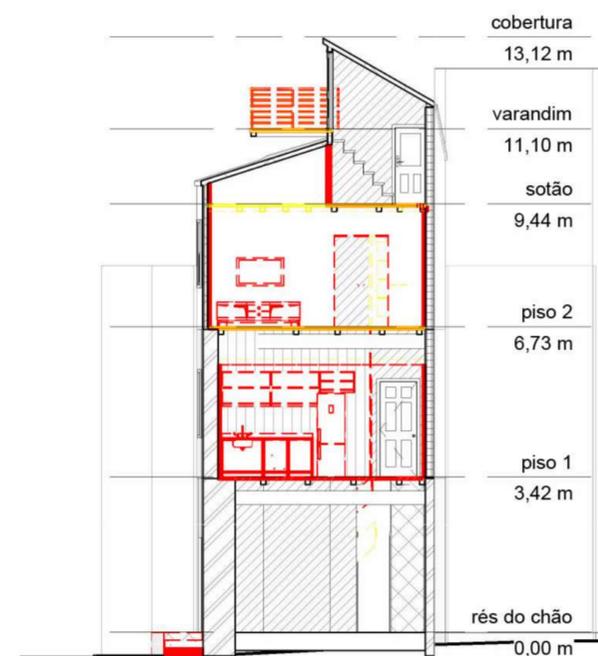
ANEXO V – CORTES VERMELHOS E AMARELOS



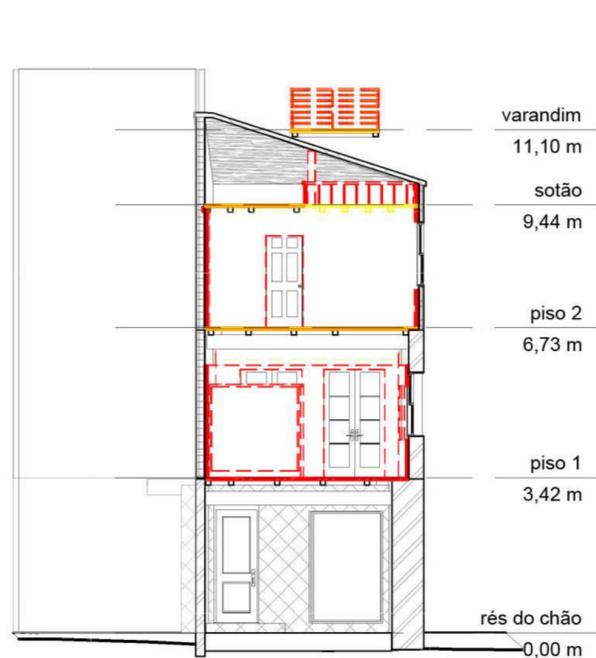
1 Corte 1
1 : 100



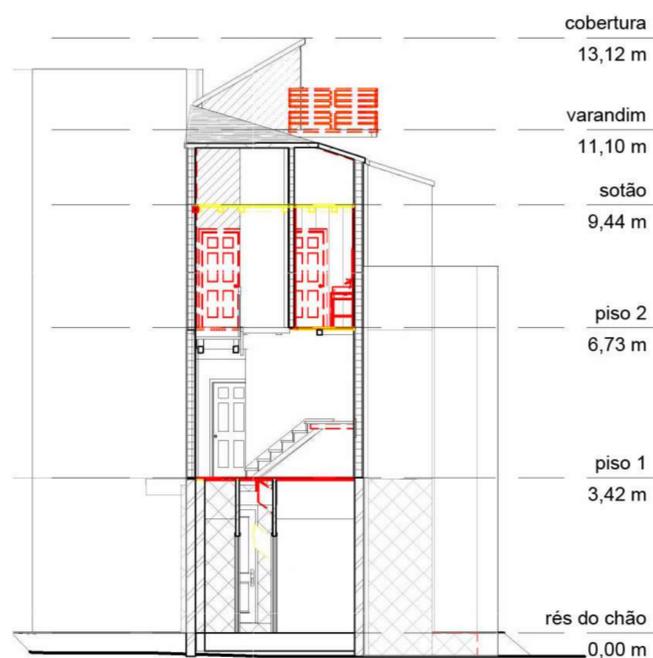
2 Corte 2
1 : 100



3 Corte 3
1 : 100



4 Corte 4
1 : 100



5 Corte 5
1 : 100

Folha **05**

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas

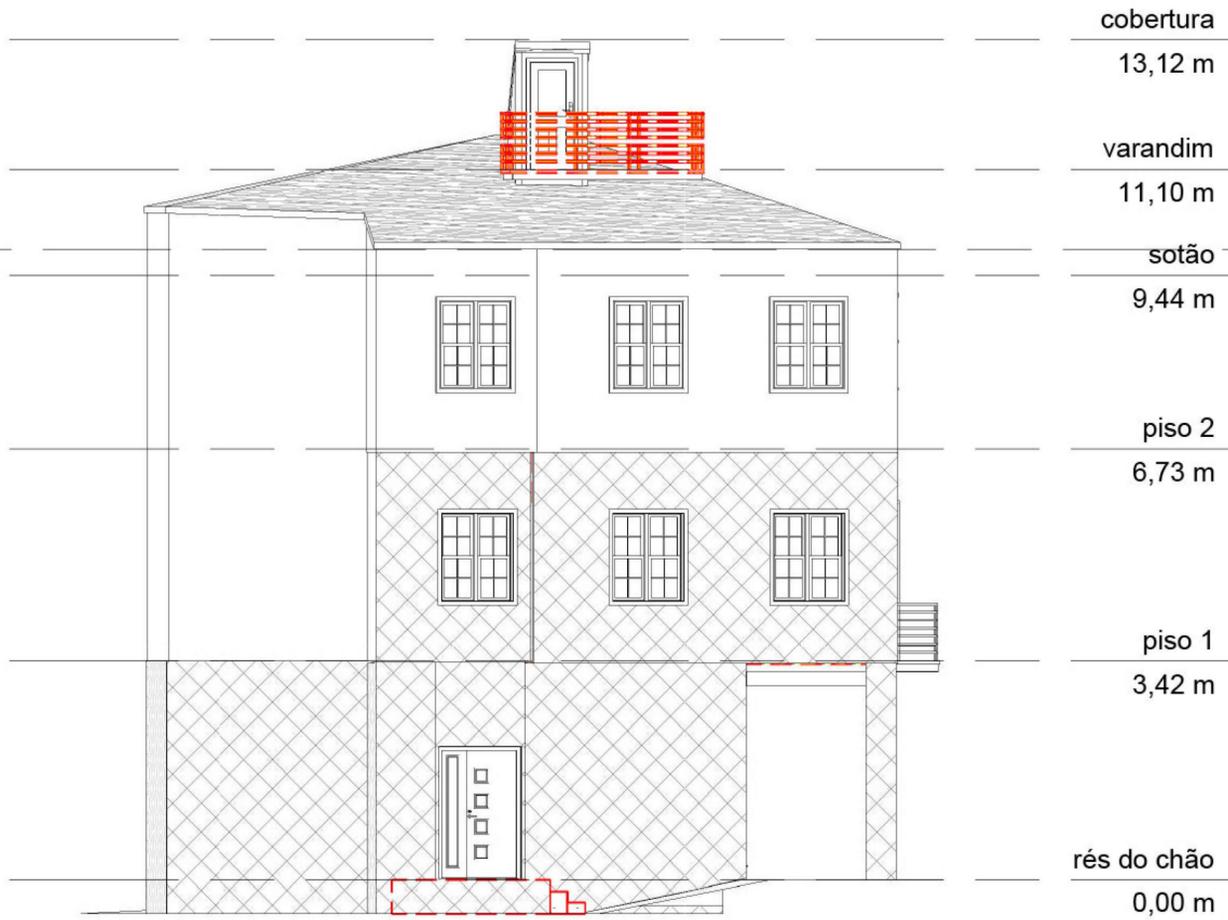
Cortes - Vermelhos e Amarelos

WESTWAY, lda

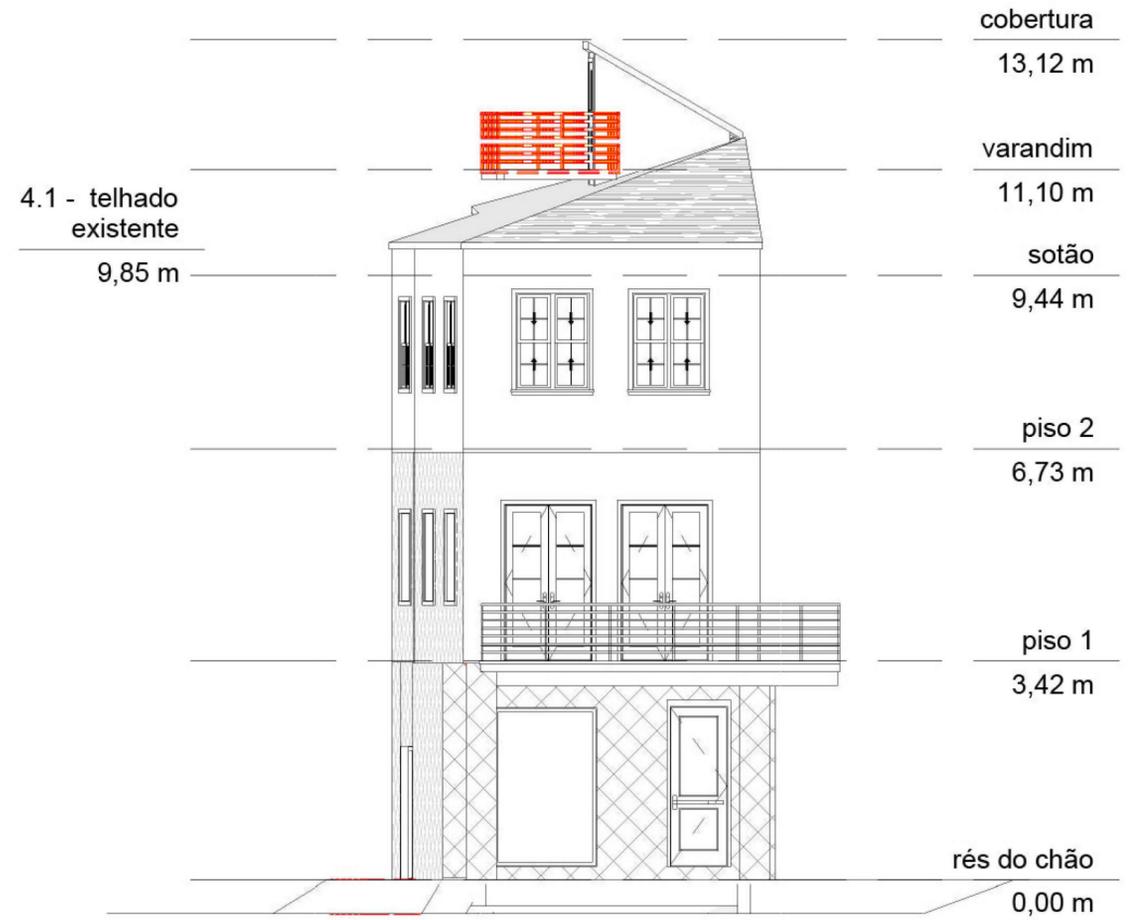
Data de emissão Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães
Filipe Vilas Boas, arqtº

Escala: 1 : 100

ANEXO VI – ALÇADOS VERMELHOS E AMARELOS



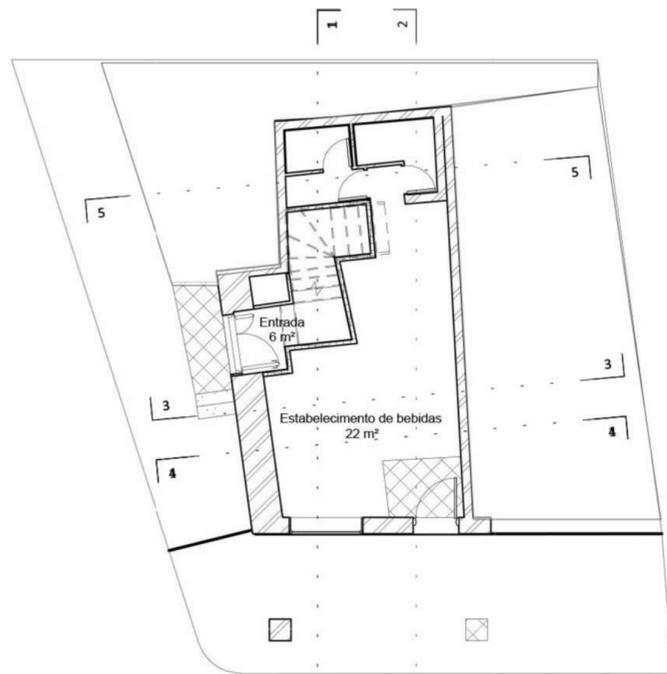
1 Oeste
1 : 100



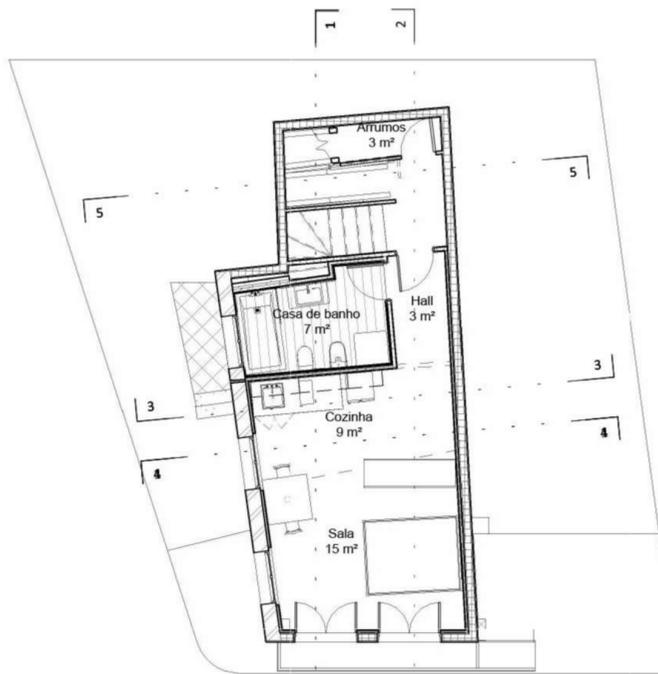
2 Sul
1 : 100

<p>Folha</p> <p>06</p> <p>Data de emissão</p>	<p>Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e ALteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas</p> <p>Alçados- vermelhos e amarelos</p> <p>WESTWAY, lda</p> <p>Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães</p> <p>Filipe Vilas Boas, arqtº</p>	
		<p>Escala: 1 : 100</p>

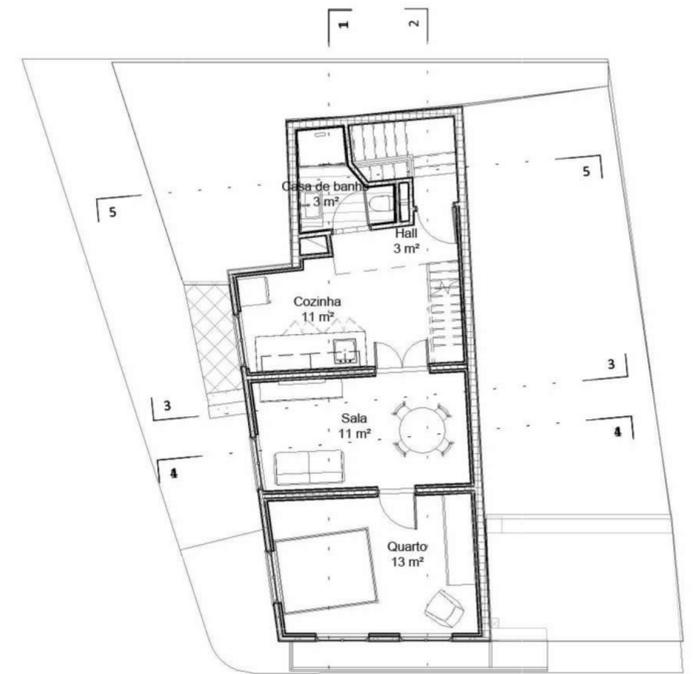
ANEXO VII – PLANTAS PROPOSTA



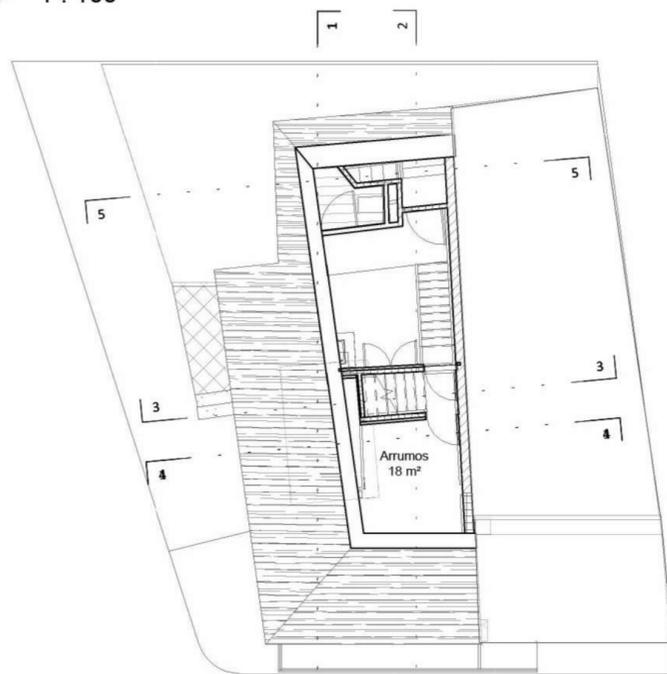
1 rés do chão - proposta
1 : 100



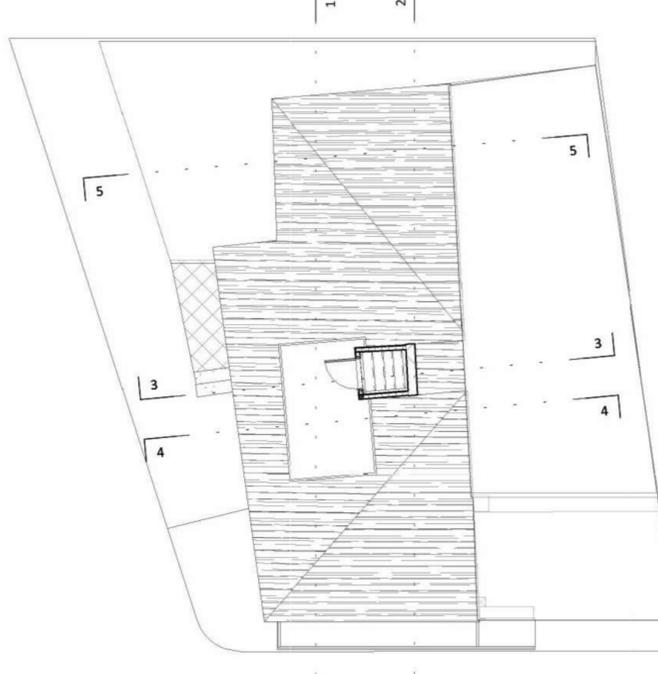
2 piso 1 - proposta
1 : 100



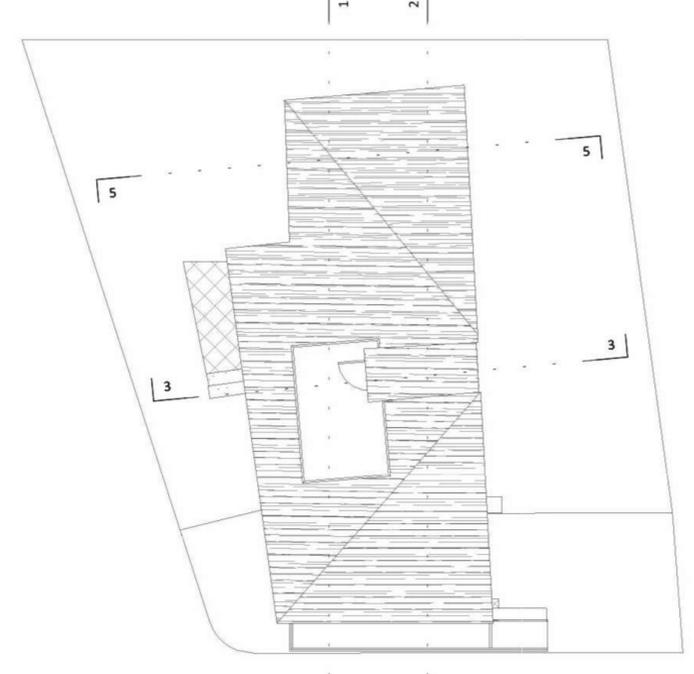
3 piso 2 - proposta
1 : 100



4 Sótão - proposta
1 : 100



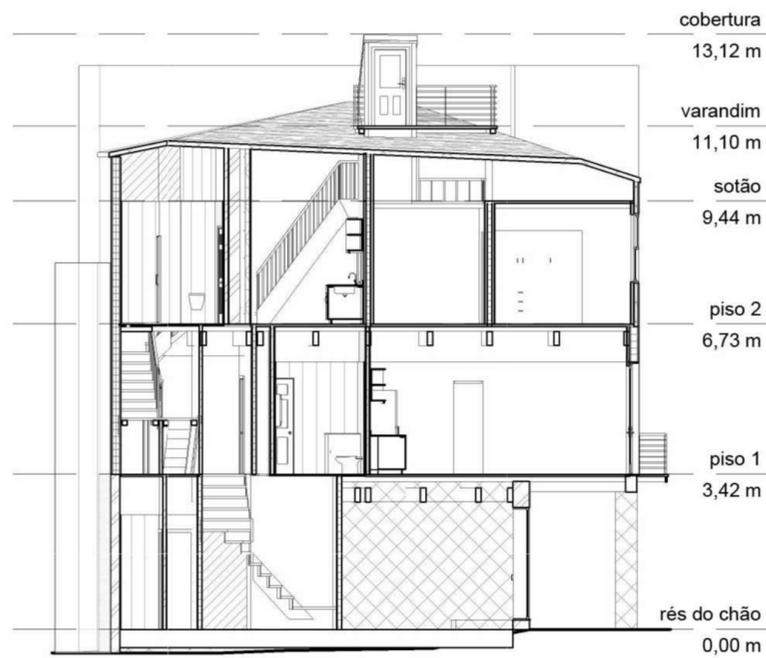
5 varandim - proposta
1 : 100



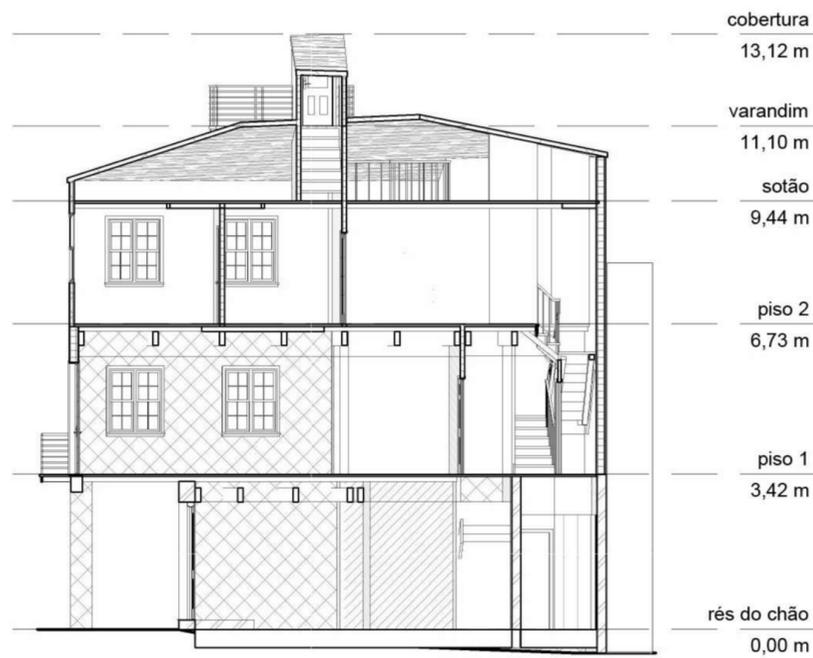
6 cobertura - proposta
1 : 100

Folha	Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas	
07	Plantas de piso - Proposta	
Data de emissão	WESTWAY, Ida Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães Filipe Vilas Boas, arqtº	Escala: 1 : 100

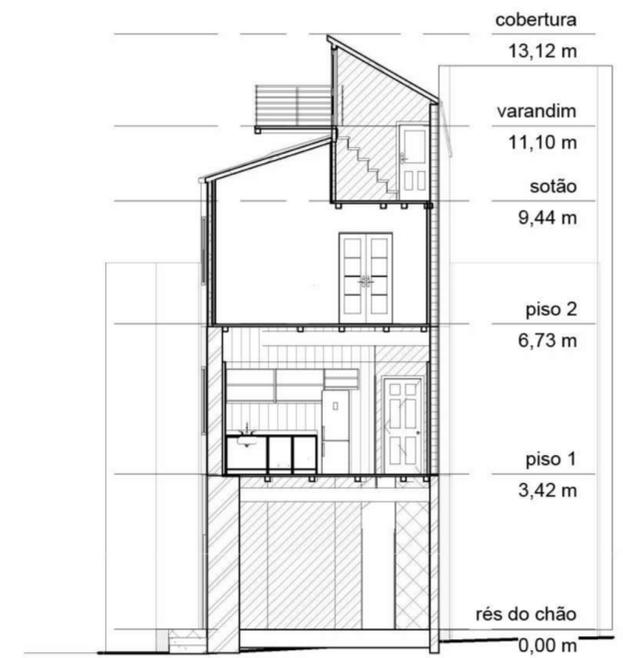
ANEXO VIII – CORTES PROPOSTA



1 Corte 1 proposta
1 : 100



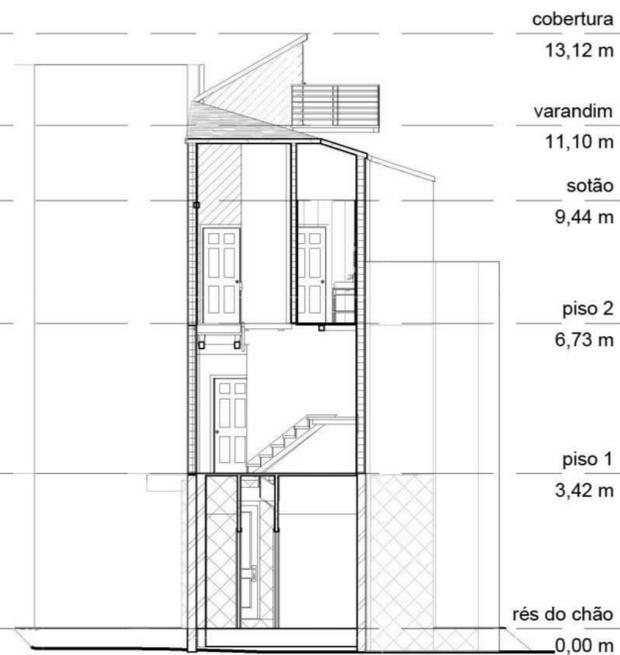
2 Corte 2 proposta
1 : 100



3 Corte 3 proposta
1 : 100



4 Corte 4 proposta
1 : 100



5 Corte 5 proposta
1 : 100

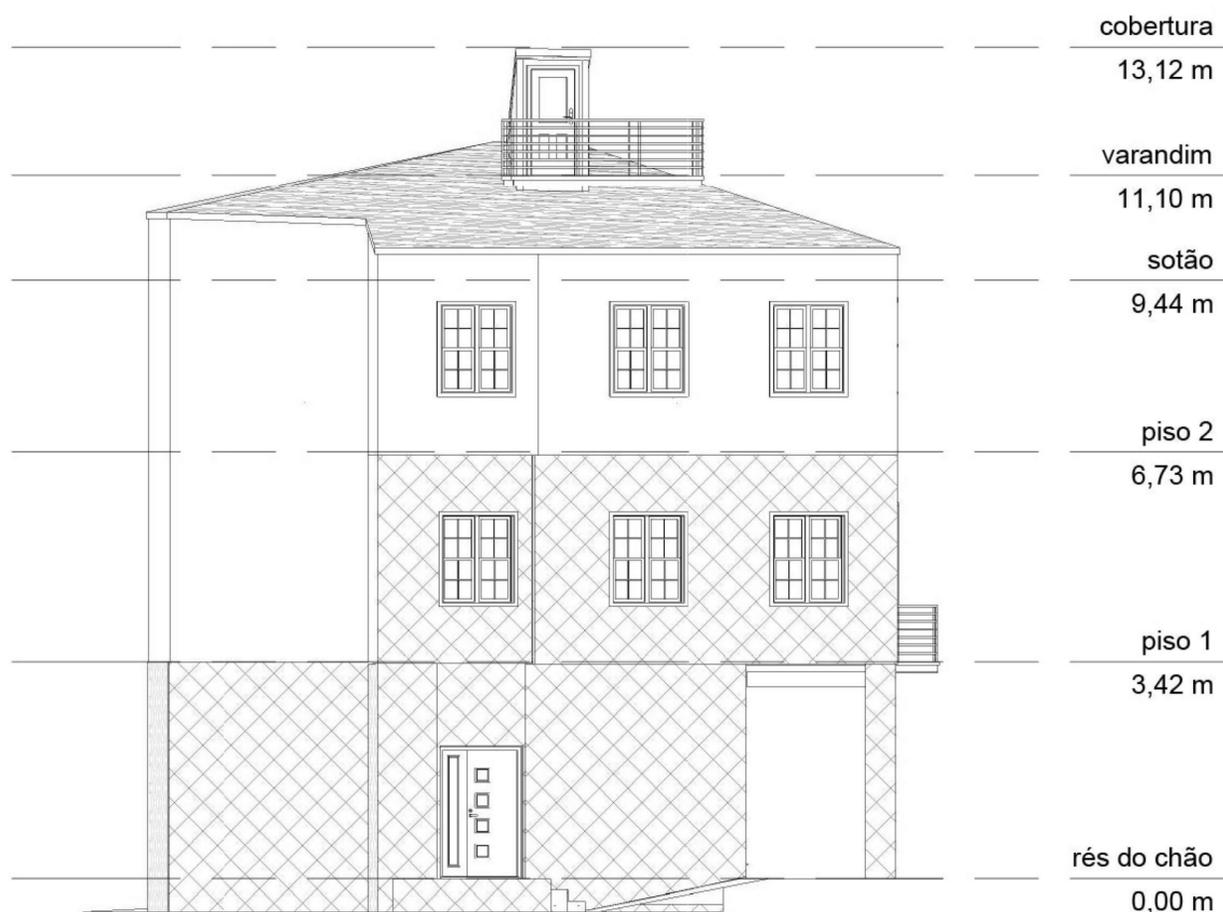
Folha
08
 Data de emissão

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e Alteração de um ed de habitação e estabelecimento de bebidas
 Cortes - Proposta
 WESTWAY, lda
 Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do Castelo - Guimarães
 Filipe Vilas Boas, arqtº

Escala: 1 : 100



ANEXO IX – ALÇADOS PROPOSTA



1 Oeste - proposta
1 : 100



2 Sul proposta
1 : 100

Folha

09

Data de
emissão

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e
Alteração de um ed de habitação e
estabelecimento de bebidas

Alçados - Proposta

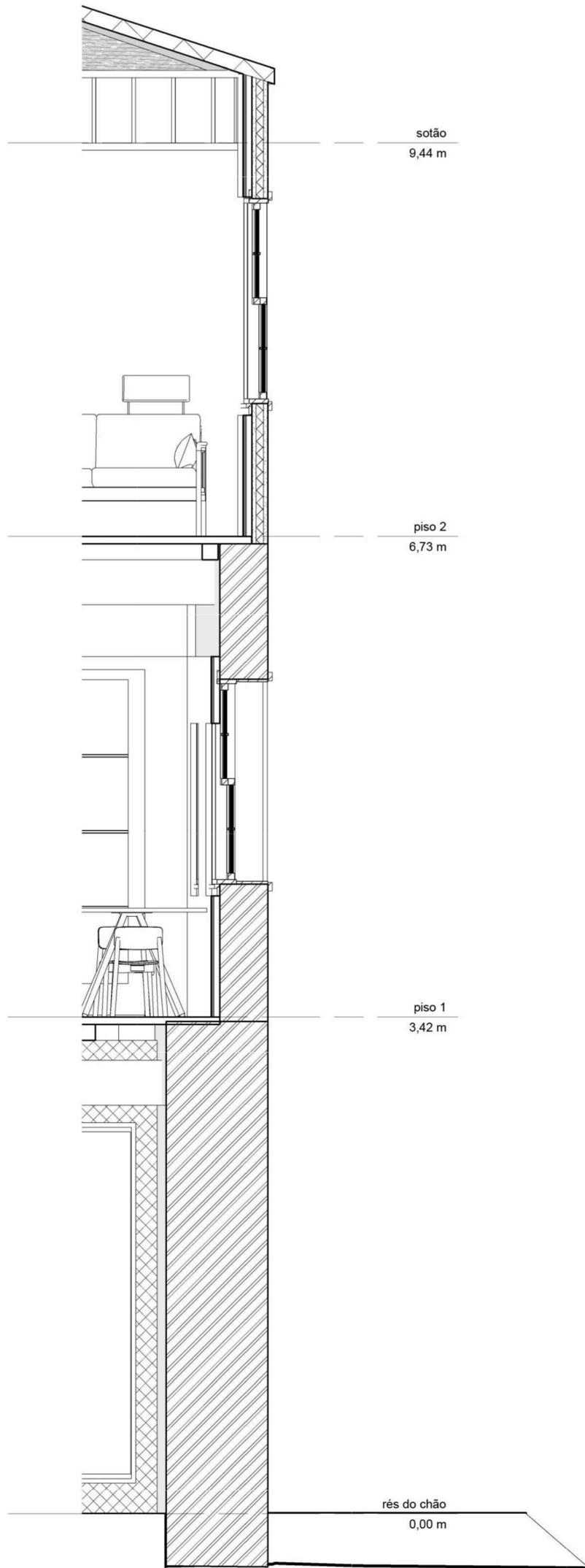
WESTWAY, Ida

Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do
Castelo - Guimarães
Filipe Vilas Boas, arqtº



Escala: 1 : 100

ANEXO X – PORMENOR CONSTRUTIVO



1 Pormenor construtivo
1 : 20

Folha
10

Data de
emissão

Proj. de Lic. de Obras de Cons., Reconst. e
Alteração de um ed de habitação e
estabelecimento de bebidas

Pormenor construtivo

WESTWAY, lda

Largo da Oliveira, nº27/28/29 - Oliveira do
Castelo - Guimarães
Filipe Vilas Boas, arqtº



Escala: 1 : 20