

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ADILA CARNEIRO COSTA SILVA
ANA CAROLINA VILKE FACINI**

**A UTILIZAÇÃO DO HBIM PARA AUXILIAR NA PRESERVAÇÃO DO
PATRIMÔNIO HISTÓRICO "CASA JOSÉ BOITEUX"**

FLORIANÓPOLIS, 2022.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ADILA CARNEIRO COSTA SILVA
ANA CAROLINA VILKE FACINI**

**A UTILIZAÇÃO DO HBIM PARA AUXILIAR NA PRESERVAÇÃO DO
PATRIMÔNIO HISTÓRICO "CASA JOSÉ BOITEUX"**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador:
Prof.^a Dr.^a Ana Paula Pupo Correia

Coorientador:
Prof.^o Dr.^o Adolfo Lino de Araújo

FLORIANÓPOLIS, 2022.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Carneiro Costa Silva, Adila; Vilke Facini, Ana Carolina
A UTILIZAÇÃO DO HBIM PARA AUXILIAR NA PRESERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO "CASA JOSÉ BOITEUX" / Adila Carneiro
Costa Silva, Ana Carolina Vilke Facini; orientação
de Ana Paula Pupo Correia; coorientação de Adolfo
Lino de Araujo. - Florianópolis, SC, 2022.

109 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. HBIM. 2. Documentação arquitetônica. 3. Escaneamento
laser 3D. 4. Patrimônio histórico. I. Pupo Correia,
Ana Paula. II. Lino de Araujo, Adolfo. III. Instituto
Federal de Santa Catarina. IV. A UTILIZAÇÃO DO
HBIM PARA AUXILIAR NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO
"CASA JOSÉ BOITEUX".

A UTILIZAÇÃO DO HBIM PARA AUXILIAR NA PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO "CASA JOSÉ BOITEUX"

ADILA CARNEIRO COSTA SILVA

ANA CAROLINA VILKE FACINI

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de Julho de 2022.

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente

ANA PAULA PUPO CORREIA

Data: 16/08/2022 15:28:33-0300

CPF: 875.809.859-34

Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Pupo Correia, Dr.^a.

Instituto Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

ADOLFO LINO DE ARAUJO

Data: 17/08/2022 21:49:02-0300

Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof.^o Dr.^o Adolfo Lino de Araújo, Dr.

Instituto Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

ANA LIGIA PAPST DE ABREU

Data: 17/08/2022 10:54:51-0300

Verifique em <https://verificador.itl.br>

Ana Lígia Papst de Abreu, Dr.^a.

Instituto Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente

BERNARDO BRASIL BIELSCHOWSKY

Data: 17/08/2022 18:28:33-0300

Verifique em <https://verificador.itl.br>

Bernardo Brasil Bielshowsky, Dr.

Instituto Federal de Santa Catarina

RESUMO

Os edifícios históricos guardam inúmeras informações sobre o passado, seja em sua construção, seja em seu uso e ocupação, por estes motivos faz-se importante sua preservação e conservação. Para que isso ocorra é necessário que sejam desenvolvidos métodos que possam auxiliar o processo de documentação arquitetônica e que possibilitem uma maior organização das informações da edificação. Nesse contexto pode-se destacar o HBIM (Historic building information modelling) como uma extensão da metodologia BIM para aplicação em edifícios com valor histórico. A captura de dados precisos e detalhados, através de escaneamentos 3D, fotogrametria e visitas técnicas, aliadas à modelagem da edificação em softwares BIM e o levantamento de informações históricas contribui para a preservação desses edifícios de forma organizada, rápida e precisa. Portanto, este trabalho tem como objetivo utilizar a metodologia HBIM e aplicá-la no patrimônio histórico “Casa José Boiteux”, a fim de contribuir com a sua gestão, preservação e conservação. Neste sentido, a edificação foi modelada no software Revit, com o auxílio da nuvem de pontos obtida no escaneamento a laser 3D realizado, e assim foi possível gerar a documentação arquitetônica, um registro documental do patrimônio e diversas informações gráficas, reunindo-as de forma organizada em uma plataforma na nuvem para disponibilizá-lá a Fundação Catarinense de Cultura (FCC). Para isso foram apresentados conceitos importantes no âmbito do HBIM que foram utilizados nesta pesquisa e que podem servir para o desenvolvimento de outros modelos de diversas edificações históricas. Espera-se que o trabalho desenvolvido e o modelo HBIM criado possa contribuir para a preservação da edificação estudada e também incentive estudos futuros sobre o tema HBIM.

Palavras-chave: HBIM. Documentação arquitetônica. Escaneamento laser 3D. Patrimônio histórico.

ABSTRACT

Historic buildings keep a lot of information about the past, whether in their construction, or in their use and occupation, for these reasons their preservation and conservation is important. For this to occur, it is necessary to develop methods that can help the process of architectural documentation and that enable a greater organization of building information. In this context, HBIM (Historic building information modeling) can be highlighted as an extension of the BIM methodology for application in buildings with historical value. The capture of precise and detailed data, through 3D scans, photogrammetry and technical visits, combined with building modeling in BIM software and the collection of historical information contributes to the preservation of these buildings in an organized, fast and accurate way. Therefore, this work aims to use the HBIM methodology and apply it to the historical heritage “Casa José Boiteux”, in order to contribute to its management, preservation and conservation. In this sense, the building was modeled in the Revit software, with the help of the point cloud obtained in the 3D laser scanning performed, and thus it was possible to generate the architectural documentation, a documentary record of the heritage and various graphic information, bringing them together in a organized on a cloud platform to be made available by Fundação Catarinense de Cultura (FCC). For this, important concepts were presented within the scope of the HBIM that were used in this research and that can serve for the development of other models of different historical buildings. It is expected that the work developed and the HBIM model created can contribute to the preservation of the studied building and also encourage future studies on the HBIM theme.

Keywords: HBIM. Architectural documentation. 3D laser scanning. Historic heritage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização Casa José Boiteux	14
Figura 02 - Instituto Polytechnico, atual Casa José Boiteux	15
Figura 03 - Casa José Boiteux	15
Figura 04 - Estado da Casa José Boiteux no início da pesquisa	16
Figura 05 - Restauração da Edificação em 2022	16
Figura 06 - Estrutura do trabalho	19
Figura 07 – Notre-Dame em chamas em 15 de abril	22
Figura 08 - Equipamento FARO Focus 3D X 330	27
Figura 09 – Ciclo de vida de um edifício segundo as definições do BIM	30
Figura 10 – Dimensões do BIM	30
Figura 11 - Níveis de Maturidade BIM	31
Figura 12 – Processo HBIM	34
Figura 13 - Níveis de Desenvolvimento	37
Figura 14 - Nível de Desenvolvimento	38
Figura 15 - Nível de Desenvolvimento	40
Figura 16 – Nível de Conhecimento (LOK)	41
Figura 17 – Imagem do projeto da fachada principal	47
Figura 18 - Academia de Comércio	48
Figura 19 - Casa José Boiteux Restaurada em 2010	49
Figura 20 – Pavimento Subsolo	49
Figura 21 – Pavimento 1º Pavimento	50
Figura 22 – Pavimento 2º Pavimento	50
Figura 23 – Pavimento 3º Pavimento	51
Figura 24 – Parte lateral do edifício em obra	51
Figura 25 – Restauro na fachada em andamento	51
Figura 26 – Planejamento das posições do segundo pavimento da edificação	53
Figura 27 – Parte da estrutura aparente	54
Figura 28 – Pinturas preservadas nas paredes	55
Figura 29 – Ladrilho hidráulico preservado no banheiro	55
Figura 30 – Nuvem de pontos no software Revit	56
Figura 31 – Organização da documentação	61
Figura 32 – Arquivos da navegação imersiva	62
Figura 33 – Página inicial do SCENE 2go no Windows	63
Figura 34 – Pontos de escaneamento presentes no SCENE 2go no Windows	63
Figura 35 – Indicação de opções do SCENE 2go no Windows	64
Figura 36 – Visualização das propriedades da cena no SCENE 2go no Windows	64
Figura 37 – Visualização de uma varredura no SCENE 2go no Windows	65
Figura 38 – Visualização do escaneamento no SCENE 2go com a indicação de área	65
Figura 39 – Visualização de uma cena no SCENE 2go com a indicação de medidas	66
Figura 40 – Parte do Banner de orientações da navegação imersiva	66
Figura 41 – Importação da nuvem de pontos para o software Revit	68
Figura 42 – Definição dos níveis no projeto	69

Figura 43 – Faixa da vista definidas inicialmente no projeto	69
Figura 44 – Subsolo com materiais de construção	70
Figura 45 – Imagem renderizada da fachada da edificação	71
Figura 46 – Imagem renderizada da escada do térreo da edificação	71
Figura 47 – Configuração da família de paredes do projeto	72
Figura 48 – Estrutura das paredes da edificação	73
Figura 49 – Revestimento cerâmico da entrada da edificação	74
Figura 50 e 51 – Comparação entre o piso real e o software Revit.	74
Figura 52 – Famílias original e modificadas de janelas da fachada	75
Figura 53 – Famílias original e modificadas de portas da fachada	75
Figura 54 – Moldura da fachada no 3º Pavimento	76
Figura 55 – Alteração de forma da parede da fachada	76
Figura 56 – Comparação de guarda-corpo.	77
Figura 57 – Indicação da família de pisos utilizada para acabamentos e da família de coluna.	78
Figura 58 – Selo da prancha de planta baixa do pavimento térreo.	79
Figura 59 – Vista explodida da edificação, gerada no software Revit.	80
Figura 60 – Indicação do caminho para criar um percurso virtual no software Revit.	81
Figura 61 – Frames de um percurso virtual gerado no software Revit	82
Figura 62 – Janela de carregamento de upload do arquivo na plataforma Sketchfab	83
Figura 63 – Modelo publicado na plataforma Sketchfab	83
Figura 64 – Visualização de realidade aumentada pelo celular.	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Classificação dos Níveis de Detalhe	37
Quadro 02 – Nível de LOK atingido pelo modelo HBIM.	59
Quadro 03 – Indicação da nomenclatura e conteúdo das pranchas	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações
BIM	Building Information Modelling
DSM	Dense Stereo Matching
DXF	Drawing Exchange Format
FCC	Fundação Catarinense de Cultura
HBIM	Historic building information modelling
IFC	Industry Foundation Classes
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
IGHSC	Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LoA	Level of Acceptance
LOD	Level of Detail / Level of Development
LOG	Level of geometry
LOI	Level of Information
LOIN	Level of Information Nee
LOK	Level of Knowledge
Ndt	Nível de Detalhe
ND	Nível de Desenvolvimento
Ni	Nível de Informação
SPHAN	Serviço de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Casa José Boiteux	14
1.2 Justificativa	16
1.3 Definição do Problema	17
1.4 Objetivo Geral	18
1.5 Objetivos Específicos	18
1.6 Estrutura do Trabalho	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 Patrimônio histórico e sua preservação	20
2.1.1 A importância do levantamento de dados para a preservação do Patrimônio Histórico	21
2.2 Tecnologias para o levantamento de informações das edificações	24
2.2.1 Escaneamento a Laser 3D	25
2.3 BIM e HBIM	28
2.3.1 BIM	29
2.3.2 HBIM	32
2.4 Níveis de Classificação	35
2.4.1 Level of Development (LOD)	35
2.4.2 Level of Information Need (LOIN)	39
2.4.3 Level of Knowledge (LOK)	40
2.4.4 Level of Acceptance (LoA)	41
2.5 Software BIM: Revit	43
2.6 Documentação arquitetônica	44
3 MÉTODO DA PESQUISA	46
3.1 Estudo de caso - Casa José Boiteux	47
3.2 Métodos aplicados	52
3.2.1 Materiais utilizados	52
3.2.2 Levantamento de informações	53
3.2.3 Modelagem da edificação	55
3.2.4 Nível de Conhecimento (LOK)	58
3.2.5 Criação da documentação arquitetônica	59
3.2.6 Organização da documentação	60
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	62
4.1 Escaneamento a laser e navegação imersiva	62
4.2 Modelagem da edificação	67
4.2.1 Famílias Paramétricas	72
4.3 Criação da documentação arquitetônica	78
4.3.1 Pranchas em PDF	78

4.3.2	Percurso virtual	81
4.3.3	Visualização na plataforma Sketchfab	82
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	86
	REFERÊNCIAS	87
	APÊNDICES	93
	APÊNDICE A - Planta baixa do térreo	94
	APÊNDICE B - Planta baixa do segundo pavimento	95
	APÊNDICE C - Planta baixa do terceiro pavimento	96
	APÊNDICE D - Planta baixa do subsolo	97
	APÊNDICE E - Cortes	98
	APÊNDICE F - Fachadas	99
	APÊNDICE G - Vista explodida geral	100
	APÊNDICE H - Vista explodida térreo e segundo pavimento	101
	APÊNDICE I - Vistas renderizadas	102
	APÊNDICE J - Banner de apresentação do SCENNE 2GO	103
	APÊNDICE K - Banner de apresentação do Sketchfab	104
	APÊNDICE L - Registro documental	105
	ANEXOS	106
	ANEXO A - Autorização da Fundação Catarinense de Cultura para realização do trabalho	107

1 INTRODUÇÃO

Um patrimônio histórico pode ser definido como um bem móvel, imóvel ou natural que possua reconhecidamente algum valor inestimável para uma sociedade, país, povoado ou região. Ou seja, o patrimônio histórico é aquele que, além de ter valor físico e material, também possui valor histórico e cultural, demonstrando aspectos da história de determinada época ou guardando recordações da cultura ao passar dos anos (IPHAN, 2014).

Assim, a preservação dos patrimônios históricos é de extrema importância para a sociedade, tal como defende De Medeiros e Surya (2009) :

A consciência em preservar o patrimônio histórico e cultural sem dúvida contribuirá para que as gerações futuras possam usufruir desta herança cultural e, por meio de testemunhos do passado, compreender o processo de desenvolvimento da identidade nacional. (DE MEDEIROS e SURYA, 2009, p. 2-3)

Neste sentido, a preservação do patrimônio faz-se necessária para possibilitar que a atual e futuras gerações mantenham uma ligação com sua ancestralidade, entrelaçando suas experiências com suas origens, garantindo que a cultura de cada povo e época não seja perdida ao longo dos anos. Pensando nisto, no dia 30 de novembro de 1937, no Brasil, foi assinado o Decreto Federal nº25 que instaurou o Serviço de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) que foi posteriormente transformado em Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) (BRASIL, 1937). O IPHAN é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Cultura que tem como responsabilidade a preservação do patrimônio histórico e cultural do Brasil (IPHAN, 2014). Em Santa Catarina, o órgão responsável pela preservação, manutenção e administração do patrimônio histórico é a Fundação Catarinense de Cultura (FCC), que foi criada em 24 de abril de 1979 pelo Decreto Estadual nº 7439 (FCC, s.d). Além de ser responsável por várias construções históricas, a fundação também gerencia museus, bibliotecas e escolinhas de arte que ajudam a preservar a cultura catarinense (FCC, s.d).

Para que a preservação do patrimônio histórico realmente aconteça é necessário que além de se conservar a estrutura das edificações, suas documentações, projetos de construção, reforma e restauração sejam guardados

de forma correta e organizada. De acordo com o Dicionário do Patrimônio Cultural do IPHAN:

O termo documentação pode ser compreendido como prática com e/ou sobre algum documento ou conjunto documental. Importa destacar a característica de evidenciar vários tipos de registros, garantindo a permanência da informação ao longo dos diferentes contextos históricos. Muito além de agregar as múltiplas expressões do conhecimento humano, a documentação assume a função de representar ideias e objetos que nos informam sobre algo. (PEREIRA FILHO, 2015, n. p.)

Há várias maneiras de documentar uma informação. No âmbito da engenharia civil e arquitetura a documentação é gerada através de um conjunto de informações, onde a metodologia Building Information Modeling (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, tem se destacado pela sua eficiência, tal como descreve Kensesk (2018, p. 07):

No que tem de melhor, o BIM é um banco de dados digital integrado e estruturado, constituído por objetos paramétricos com informações dos setores de arquitetura, engenharia, construção e operações (AECO) que permite interoperabilidade. (KENSEK, 2018, p.7)

Ou seja, o BIM reúne um conjunto de informações que pode ser utilizado em todo o ciclo de vida da construção, não sendo apenas uma representação virtual, mas um modelo com informações relevantes para a construção e operação para edifícios novos como também para reformas e ampliações (KENSEK, 2018). Diante deste contexto, temos o Historic Building Information Modeling (HBIM), que se apresenta como uma extensão da metodologia BIM aplicada em edificações históricas. Através do registro das informações existentes e da modelagem do local, o HBIM permite a extração de dados e documentação do projeto que servirá para auxiliar nos projetos de conservação e preservação de edifícios históricos.

Sendo assim, no domínio do patrimônio cultural, a captura de dados precisos e detalhados, através de escaneamentos 3D e fotogrametria, e a criação de um modelo HBIM se apresenta como uma metodologia potencial para produzir uma documentação arquitetônica que contribui para a manutenção, conservação e preservação destas edificações.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizado um estudo de caso na Casa José Boiteux, uma edificação histórica administrada pela Fundação Catarinense de Cultura (FCC), que foi construída no início da década de 1920 com o intuito de ser a primeira instituição de ensino superior de Santa Catarina,

chamada de Instituto Polytechnico. Atualmente, a casa é sede do Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina (IGHSC) e da Academia Catarinense de Letras e fica localizada na Av. Hercílio Luz, em Florianópolis, Santa Catarina (FCC, 2013).

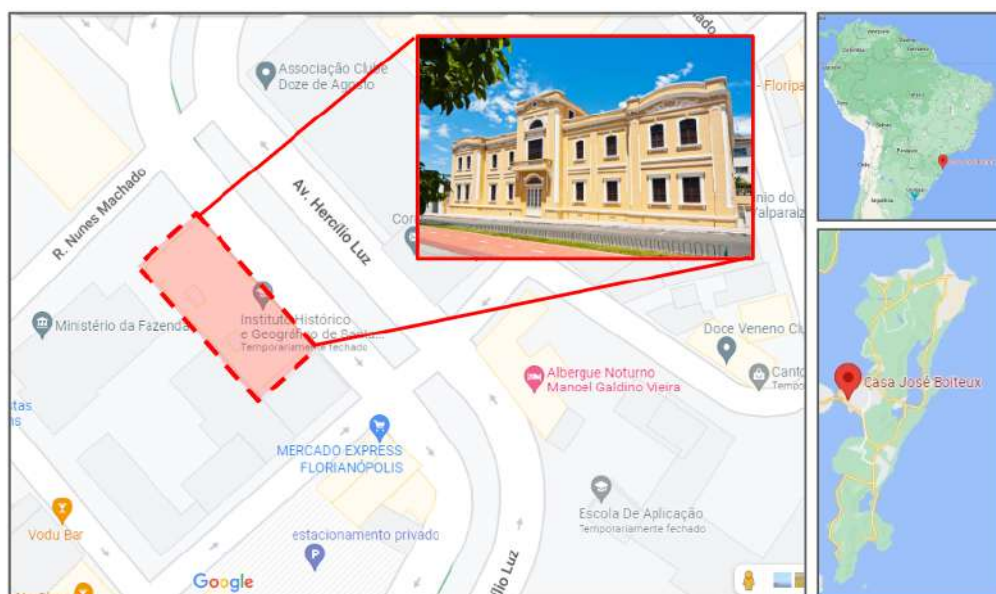
Levando em conta o contexto com que as informações desta edificação têm sido armazenadas, bem como considerando o advento do HBIM como uma metodologia eficiente no armazenamento de informações, no presente trabalho realizou-se um estudo de caso a respeito da Casa José Boiteux. Para isto, foram utilizados documentos e escaneamentos 3D obtidos durante o projeto de pesquisa e extensão “Prevenção de incêndio em edificações históricas no estado de Santa Catarina”, realizado pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) em parceria com a FCC, para a criação do modelo HBIM da edificação.

Os dados e a documentação arquitetônica gerada foram fornecidos à FCC com o intuito de auxiliar a preservação de tal patrimônio histórico de relevante valor sociocultural. Em anexo estão os documentos resultantes do modelo HBIM e a autorização da FCC para realização deste trabalho.

1.1 Casa José Boiteux

A Casa José Boiteux é uma edificação histórica localizada na Avenida Hercílio Luz, no centro da cidade de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, conforme destacado em vermelho na Figura 01.

Figura 01 - Localização Casa José Boiteux



Fonte: Adaptado de Google Maps (2022)

A edificação foi construída com recursos públicos no início da década de 1920 para ser utilizada como sede da primeira instituição de ensino superior do estado de Santa Catarina, o Instituto Polytechnico.

Segundo Veiga (2008) apud Rosa (2013) a edificação possuía padrões modernos para a época e era considerado o segundo maior edifício da capital. O autor ainda destaca que, durante o período de construção, Florianópolis passava por um forte processo de modernização e embelezamento e a Avenida Hercílio Luz, local onde está situada a edificação, foi um marco dessa etapa da história da cidade. Na Figura 02 é possível observar a edificação durante a sua utilização como Instituto Polytechnico e na Figura 03 após a reforma que ocorreu em 2010.

Figura 02 - Instituto Polytechnico, atual

Casa José Boiteux



Fonte: IBGE (c2021)

Figura 03 - Casa José Boiteux



Fonte: FCC (2013)

Atualmente, a edificação é utilizada como sede do Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina e da Academia Catarinense de Letras. Em 2010 passou por uma restauração completa da fachada e foram feitas adaptações de acessibilidade, como a implantação do elevador e da rampa de acesso lateral da edificação. Em 2022 iniciou-se uma nova obra de restauração, com foco na revitalização da fachada, que já estava deteriorada, e alguns pontos internos. Nas figuras 04 e 05 é possível observar a edificação em setembro de 2021 e durante a restauração em 2022.

Figura 04 - Estado da Casa José Boiteux no início da pesquisa



Fonte: Google Maps (Set. 2021)

Figura 05 - Restauração da Edificação em 2022



Fonte: Autoras (2022)

1.2 Justificativa

No decorrer do curso de engenharia civil do IFSC são propostos pelos docentes diversas atividades de pesquisa e extensão aos alunos que se mostram interessados pelos assuntos abordados. Durante os anos da graduação, motivadas pela busca de conhecimento sobre edificações históricas, projetos de prevenção de incêndio e acessibilidade e querendo aprimorar a prática em softwares BIM, as autoras participaram de alguns projetos de pesquisa que se relacionavam ao tema deste trabalho, são eles:

- Prevenção de incêndio em edificações históricas no estado de Santa Catarina;
- Acessibilidade e saída de emergência em edificações históricas em Florianópolis;
- Acessibilidade em edificações históricas: estudo de caso do teatro Álvaro de Carvalho;
- Análise de Risco de Incêndio do Teatro Álvaro de Carvalho, localizado no município de Florianópolis;

Estes projetos de pesquisa foram realizados entre os anos de 2019 - 2022 em parceria com a FCC. Nestas pesquisas, foi observada a necessidade de uma melhor organização e controle dos acessos aos projetos e informações das

edificações históricas pesquisadas. Mesmo as edificações históricas que possuem seus documentos arquitetônicos acabam armazenando-os em locais que estão sujeitos a riscos de agressões, desde intempéries à incêndios. Com o passar dos anos a edificação vai sofrendo desgaste do tempo, sendo necessárias reformas para sua preservação e conservação. Para isso, Tolentino (2018) destaca, em sua tese de doutorado, que é necessário o desenvolvimento de métodos que permitam agilizar o processo de documentação arquitetônica, aliando maior rapidez e precisão nas etapas de aquisição e processamento dos dados.

Conforme Costa et al. (2021), o uso do BIM em edifícios históricos pode ser utilizado para o registro e documentação, como também para o gerenciamento de sua conservação. Além disso, o decreto federal Nº 10.306 de 2 de abril de 2020 estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020). Nesse contexto temos o HBIM como uma extensão da metodologia BIM para aplicação em edifícios com valor histórico.

Em Florianópolis existem diversas edificações históricas de grande valor cultural. Durante o projeto de pesquisa “*Prevenção de incêndio em edificações históricas no estado de Santa Catarina*”¹, foi realizado o escaneamento a laser 3D da edificação histórica Casa José Boiteux que originou a nuvem de pontos do edifício. Pensando em aproveitar esse escaneamento e sabendo da importância de preservação dos edifícios históricos, as autoras decidiram realizar este trabalho.

1.3 Definição do Problema

Diante do exposto, define-se o problema do estudo de caso com os seguintes questionamentos:

- Existe uma metodologia semelhante ao BIM que possa ser aplicada em edificações históricas?

¹ Bolsa de Pesquisa “Prevenção de incêndio em edificações históricas no estado de Santa Catarina” do edital Nº18/2019/PROEX/PROPII Câmpus Florianópolis. Este projeto foi orientado pela professora Ana Paula Pupo Correia e participação dos professores Adolfo Lino de Araújo e Bernardo Brasil Bielschowsky

- Como coletar as informações arquitetônicas de um patrimônio histórico para utilizar o HBIM?
- Como poderia ser feita a documentação arquitetônica das edificações históricas?
- É possível criar um espaço digital que reúna de forma simplificada e segura todas as informações sobre determinada edificação histórica?

1.4 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar o conceito HBIM (Historic building information modelling) e aplicar sua metodologia no patrimônio histórico “Casa José Boiteux”, a fim de auxiliar a sua gestão, preservação e conservação.

1.5 Objetivos Específicos

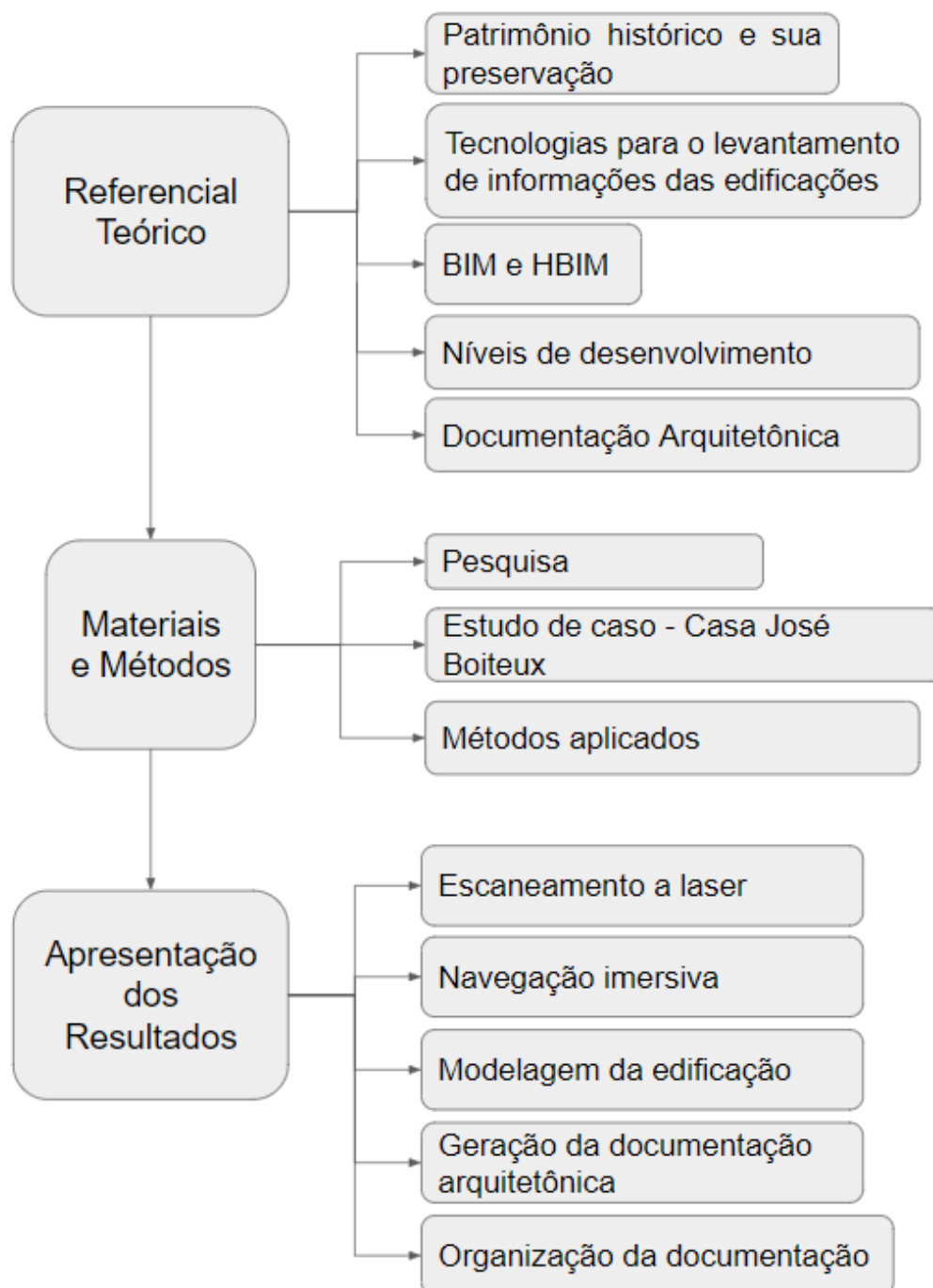
Para alcançarmos o objetivo geral definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Modelar a edificação com base nas nuvens de pontos obtidas nos levantamentos com escaneamento a laser 3D e visitas técnicas ao local, para criar um modelo HBIM da edificação;
- Gerar informações gráficas e escritas sobre a edificação estudada, para complementar o modelo HBIM e representar a edificação de forma virtual;
- Organizar a documentação arquitetônica, reunindo-a numa plataforma em nuvem, para simular um sistema unificado de informações da edificação e fornecê-la à FCC.

1.6 Estrutura do Trabalho

Visando alcançar os objetivos que esse trabalho se propõe a realizar, sua estrutura foi elaborada conforme a Figura 06.

Figura 06 - Estrutura do trabalho



Fonte: Elaborada pelas autoras (2022).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O primeiro passo para o desenvolvimento deste trabalho foi adquirir conhecimento sobre o assunto. Neste capítulo serão apresentados os fundamentos teóricos que serviram como base para alcançar os objetivos.

2.1 Patrimônio histórico e sua preservação

O Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937, constitui em seu primeiro artigo a descrição quanto ao patrimônio histórico e artístico nacional como “o conjunto de bens móveis e imóveis existente no país cuja conservação seja de interesse público, seja por sua vinculação a fatos memoráveis da história do país, seja por seu valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico (BRASIL, 1937, n.p.). Já a Constituição Federal de 1988, em seu Art. 216, amplia esse conceito onde descreve que o “patrimônio cultural brasileiro é constituído pelos bens materiais e imateriais, tomados individualmente ou em conjunto” (BRASIL, 1988, n.p.), que fazem referência à identidade, ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira incluindo diversos tipos, das quais se destacam as obras, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais como também os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (BRASIL, 1988). Assim, podemos destacar os edifícios históricos como parte do patrimônio histórico cultural do país.

A preservação, considerada como “a manutenção de um bem no estado físico em que se encontra e a desaceleração de sua degradação, visando prolongar e salvaguardar o patrimônio cultural” (Crea-SP, 2008, p. 14), é importante não apenas por contribuir na identidade cultural histórica. A preservação destas edificações também auxiliam na diminuição do impacto sobre o ambiente provocado pela produção de novos bens, uma vez que “a preservação e o reuso de edifícios históricos já construídos podem contribuir para a redução de energia e matéria-prima necessárias para a produção de novos edifícios” (Crea-SP, 2008, p. 15).

Conforme o parágrafo 1º do Art. 216 da Constituição Federal, o patrimônio cultural pode ser protegido por meio de inventários, registros, vigilância e

de outras formas de acautelamento e preservação (BRASIL, 1988). Entretanto, muitos edifícios históricos não possuem registros precisos e detalhados. Neste sentido, fica evidente a importância da documentação arquitetônica, que pode servir como aliado na preservação por unir registros precisos e detalhados do local e contribuir como instrumento para a realização de diversas ações no local, como exemplo na manutenção através de um restauro. Conforme descrito na Carta de Veneza, Art. 16:

Os trabalhos de conservação, restauro ou escavação devem ser sempre acompanhados por um registro preciso, sob a forma de relatórios analíticos ou críticos, ilustrados com desenhos e fotografias. Todas as fases dos trabalhos de reparação, consolidação, recomposição e reintegração, assim como os elementos técnicos e formais identificados ao longo dos trabalhos devem ser incluídos. Este registro deverá ser guardado nos arquivos de um organismo público e posto à disposição dos investigadores. Recomenda-se também, que seja publicado. (Carta de Veneza, 1964, p.4).

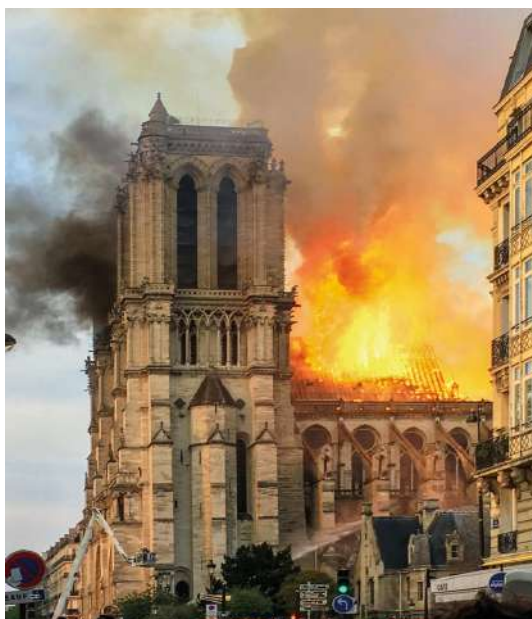
No Brasil, alguns órgãos públicos são responsáveis por preservar os patrimônios históricos. O SPHAN, instaurado a partir do Decreto nº 25 de 1937, posteriormente transformado no atual IPHAN, é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Cultura que tem como responsabilidade a preservação do patrimônio histórico e cultural do Brasil (BRASIL, 1937). Em Santa Catarina, o órgão vinculado ao IPHAN que é responsável pela preservação, manutenção e administração do patrimônio histórico é a FCC, criada em 1979 através do Decreto Estadual nº 7439. Além de ser responsável por várias construções históricas, a FCC tem a responsabilidade de gerenciar museus, bibliotecas e escolinhas de arte que ajudam a preservar a cultura catarinense.

2.1.1 A importância do levantamento de dados para a preservação do Patrimônio Histórico

Os edifícios históricos, como todos os demais, estão sujeitos a intempéries e também a outros tipos de degradação, das quais destaca-se o incêndio, que podem danificá-los e até destruir a edificação. Nesse contexto pode-se utilizar como exemplo a catedral de Notre-Dame em Paris.

Em 15 de Abril de 2019, uma das mais antigas catedrais francesas em estilo gótico, sofreu um incêndio destruindo boa parte da sua estrutura como é possível observar na Figura 07.

Figura 07 – Notre-Dame em chamas em 15 de abril



Fonte: Wikimedia Commons apud FAPESP (2019).

A catedral de Notre-Dame teve o início de sua construção em 1163 e ficou pronta em 1345, com o incêndio parte do telhado e sua torre pontiaguda, a agulha, ruiu. (FAPESP, 2019). Conforme destaca Dollarde (2019),

Enquanto as famosas torres dos sinos foram salvas e muitas obras de arte e artefatos importantes foram evacuados da estrutura, as chamas destruíram o telhado e a torre da catedral e garantiram que qualquer processo de restauração e reconstrução seria um desafio difícil e complexo. (DOLLARD, 2019, n.p, tradução nossa)

Entretanto, em 2010 o professor Tallon (Vassar College em Nova York) desenvolveu um trabalho realizando um mapeamento digital da catedral usando um scanner a laser de alta resolução que contribuiu para a reconstrução do local (FAPESP, 2019).

O levantamento foi feito utilizando um equipamento scanner a laser da fabricante Leica Geosystems, posicionando em 50 pontos dentro e fora da catedral, obtendo medições com precisão de milímetros (FAPESP, 2019). Tallon também tirou fotos panorâmicas a partir de cada ponto de digitalização e aplicou essas imagens sobre o modelo digital para criar uma reconstituição exata do edifício. (FAPESP, 2019).

Com uma perda cultural trágica como essa, simplesmente não há substituto para o trabalho original na catedral – especialmente elementos de madeira e vidro e componentes estruturais. No entanto, a digitalização a laser ajudou Tallon a criar um modelo 3D preciso da Notre-Dame com base em nuvens de pontos, e ele capturou tudo, desde arcobotantes e abóbadas de costelas

a vitrais e intrincadas esculturas em madeira. (DOLLARD, 2019, n.p, tradução nossa)

O levantamento forneceu informações que puderam relatar o estado atual da catedral, oferecendo medições muito mais precisas do que qualquer desenho, moderno ou histórico. Todo o levantamento e modelo 3D desenvolvido por Tallon, serviu como base para os profissionais de restauração. Ainda que a perda do patrimônio destruído seja impossível de ser recuperado totalmente, o escaneamento realizado fornece melhores chances de restauração, segundo Dollard (2019):

Embora quaisquer esforços de restauração simplesmente não possam substituir o trabalho artesanal concluído há tantos séculos, as digitalizações de Tallon podem ajudar a aproximar os reconstrutores de hoje o mais próximo possível dos originais. E o “registro da realidade” do trabalho de Tallon pode ajudar os profissionais de restauração a determinar o melhor curso de ação para estabilizar e reconstruir a Notre Dame. (DOLLARD, 2019, n.p, tradução nossa)

Além deste trabalho na Catedral de Notre Dame, a tecnologia de escaneamento a laser 3D vem sendo muito utilizada para auxiliar na preservação de outras edificações históricas. No Brasil esta tecnologia já foi empregada na Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, em Monte Santo, na Bahia. A igreja pegou fogo poucos dias após a Catedral de Notre Dame e, graças ao escaneamento realizado pelo arquiteto Timóteo de Andrade Ferreira, como parte da pesquisa de seu mestrado, as características históricas da edificação não foram completamente perdidas. O arquiteto ressalta em sua tese que o uso dessa tecnologia facilita o levantamento de informações das edificações históricas. Ferreira e Tirello (2019) contribuem:

O uso de tecnologia de alta performance permite velocidade na coleta e no tratamento dos dados, viabilizando redução de custos para publicação, distribuição e divulgação das informações. No aspecto da operacionalidade da preservação, potencializa e auxilia ações de registro documental, restauração, conservação e valorização e gestão adequada de edificações, dos conjuntos arquitetônicos e sítios históricos. (FERREIRA E TIRELLO, 2019, p. 223)

A tecnologia de escaneamento a laser 3D possui diversas aplicações em áreas distintas, mas considerando o patrimônio histórico ela se faz importante por possibilitar a obtenção de detalhes precisos das construções, o que aumenta a possibilidade de preservação das informações históricas. De acordo com Boscatto (2014):

A técnica de varredura a laser aplica-se no levantamento dos detalhes construtivos das edificações (exterior e interior), podendo ser utilizados para

o levantamento de sambaquis, sítios arqueológicos, muros de taipas e praticamente todos os bens que compõe o Patrimônio Cultural Material, pelo alto grau de detalhamento atende as necessidades de documentação detalhada patrimonial. (BOSCATTO, 2014, p. 161).

Os fatos apresentados retratam a importância da utilização da tecnologia de escaneamento a laser 3D para levantar informações sobre os edifícios históricos. Esse método pode ser auxiliado por técnicas de levantamento tradicionais como fotografias e medições. Combinando as técnicas de levantamento é possível reunir, de forma mais precisa e abrangente, todas as informações da edificação histórica.

2.2 Tecnologias para o levantamento de informações das edificações

Para que a documentação arquitetônica dos edifícios históricos seja feita é importante realizar registros precisos e detalhados. Existem hoje algumas tecnologias que podem ser utilizadas para coleta dos dados da edificação. Dentre as técnicas podemos citar a medição direta, fotogrametria e o escaneamento a laser 3D.

A medição direta consiste no levantamento e coleta das informações diretamente sobre o local ou objeto a ser documentado utilizando instrumentos de medição simples, como trenas, fios de prumos e níveis. Com auxílio desses instrumentos coleta-se os dados anotando sobre croquis/esboços para sua devida utilização (TOLENTINO, 2018).

Outras técnicas permitem que as medidas sejam tomadas de forma indireta ou remota, sem contato direto com o local ou objeto a ser documentado, como a fotogrametria (a partir de fotografias sobrepostas) ou o escaneamento a laser 3D (com pontos determinados em altas taxas por meio de medições eletrônicas via laser) (GROETELAARS, 2015).

Atualmente, a fotogrametria evoluiu para o meio digital e todo o cálculo de sobreposição das fotografias e determinação de pontos sobre estas é feito computacionalmente. Uma das principais técnicas de processamento da fotogrametria é a Dense Stereo Matching (DSM). Conforme Tolentino (2018), a DSM é uma técnica fotogramétrica automatizada que realiza um correlação automática de conjunto de pixels homólogos em diferentes fotos, capaz de gerar um modelos geométricos do tipo “nuvem de pontos” ou “malha triangular irregular”.

Já o escaneamento a laser 3D, pode ser entendido como:

[...] uma tecnologia que permite a obtenção de nuvens de pontos a partir da varredura das superfícies dos objetos por feixes de raios laser, empregando aparatos específicos, permitindo a captura automática de grande quantidade de dados em curto espaço de tempo. Dependendo do equipamento, da distância e das características do levantamento, pode ser usado com versatilidade na captura da geometria de diversos tipos de objetos, de pequenas ou grandes dimensões (elementos decorativos, edificações, centros urbanos), simples ou extremamente complexos, e, com precisão podendo chegar ao submilímetro. (AMORIM, A.; GROETELAARS, N. J; 2011, p. 1).

A escolha do método que será utilizado ocorre de acordo com as tecnologias disponíveis, dos resultados que se deseja obter, tempo disponível para a aquisição e processamento dos dados, dentre outros; podendo realizar a união de mais de uma técnica para o levantamento das informações do local de estudo e análise.

Groetelaars (2015) elaborou um quadro descrevendo as características que se deseja obter com o levantamento e qual seria a técnica mais indicada, concluindo que:

Considerando-se os critérios de rapidez aliada à precisão na captura de grande quantidade de informações de edificações inteiras (interior e exterior), a técnica mais adequada é o 3D Laser Scanning. Suas vantagens em edificações complexas e de grandes dimensões permitem superar a desvantagem do custo (inicial ou aparentemente alto) da contratação do serviço de varredura³⁴. As desvantagens das técnicas tradicionais (medição direta) nesses casos são grandes, devido à morosidade do processo de levantamento, que pode tornar, em alguns casos, o cadastro mais caro e ainda insuficiente para atender a determinadas demandas, devido à obtenção de produtos menos precisos. (GROETELAARS, 2015, p. 96)

Ou seja, a forma mais precisa e indicada para o levantamento de informações arquitetônicas de edificações históricas é o escaneamento a laser 3D que, apesar de ser um processo complexo, possibilita maior acesso a detalhes da edificação, o que é extremamente importante quando se fala de preservação do patrimônio histórico.

2.2.1 Escaneamento a Laser 3D

O levantamento utilizando a técnica de escaneamento a laser 3D se apresenta como a técnica mais adequada para o levantamento das informações do local de estudo. O levantamento consiste em algumas etapas, conforme descreve Amorim e Groetelaars (2011): a) Planejamento; b) Aquisição dos dados; c)

Pré-processamento; d) Processamento; e) Análise da precisão do modelo gerado; f) Exportação dos produtos.

Na etapa de planejamento, define-se a finalidade do levantamento, equipamento que será utilizado, análise do local em que será realizado o levantamento, definição do posicionamento aproximado do equipamento para varredura dos pontos (escaneamento) no local, resolução da varredura, etc. Essa é uma das etapas mais importantes pois é feita toda a organização do procedimento que será realizado, evitando surpresas desnecessárias ao iniciar o levantamento e no processamento das informações obtidas. Acerca do procedimento, de acordo com Dodl (2018):

Quando o levantamento exige mais de uma varredura, torna-se necessário o posicionamento correto, uma em relação a outra, que na linguagem da tecnologia de laser scanning chama-se registro. Para registrar corretamente uma varredura em relação a outra são necessários pontos em comum nas duas varreduras. Esses pontos em comum podem ser alvos naturais, alvos artificiais ou regiões sobrepostas das nuvens de pontos dos ambientes. (DODL, 2018, Apêndice A, p. 9)

Os alvos naturais são elementos contidos já no ambiente, como tubulações, ponto de cantos, entre outros. Os alvos artificiais, como o próprio nome se refere, são alvos inseridos manualmente, como por exemplo esferas, tabuleiros ou alvo simples circular. O registro por regiões sobrepostas das nuvens de pontos, também chamado de registro nuvem a nuvem, realiza a varredura utilizando pontos comuns nos ambientes levantados para que seja possível posicionar uma varredura em relação a outra utilizando o ponto em comum (DODL, 2018).

Em relação a resolução, a escolha se dá levando em consideração as dimensões do local. Dodl (2018) alerta o cuidado quanto à escolha da resolução: “Altas resoluções também geram varreduras mais demoradas de serem executadas e posteriormente processadas no computador” (2018, Apêndice A, p. 12). É válido destacar que algumas marcas de equipamento de laser scanner, como exemplo Faro indicada na Figura 08, possuem configurações de resolução pré configuradas indicadas para cada situação chamadas de “perfis”.

Figura 08 - Equipamento FARO Focus 3D X 330



Fonte: FARO, s.d apud Dodl (2018)

Na etapa de aquisição de dados é feita a varredura do local, posicionando o equipamento nas posições necessárias para se obter as cenas que irão compor a nuvem de pontos. Feito a varredura, inicia-se o processamento dos dados. Os equipamentos armazenam o levantamento realizado em um cartão de memória, na maioria das vezes, que pode ser removido e conectado a um computador para transferência dos arquivos. Com os arquivos no computador, inicialmente pode-se realizar um pré-processamento para realizar uma análise geral da varredura realizada e visualizar vistas rápidas. Para o processamento, incluindo o pré-processamento, utiliza-se um software, como exemplo o software FARO Scene (DODL, 2018).

Após todo o processamento das varreduras e antes da exportação da nuvem de pontos recomenda-se fazer uma verificação geral de qualidade da nuvem, analisando-a não somente em perspectiva, mas também em vistas ortogonais e cortes a fim de detectar eventuais registros de varreduras desalinhados (DODL, 2018, Apêndice A, p. 46)

Finalizado o processamento, é realizada a exportação da nuvem de pontos utilizando o formato compatível com a qual será utilizada. Conforme Dodl (2018), caso seja utilizado o software Revit para modelagem da nuvem de pontos recomenda-se utilizar o formato RCP.

É válido destacar que o software FARO Scene possui um plugin chamado “SCENE 2go” onde é possível compartilhar o projeto de varredura realizada, sendo possível abri-lo em qualquer computador, mesmo que não tenha o software instalado e/ou conexão com a internet, gerando uma navegação imersiva, sendo possível navegar no ambiente e até mesmo realizar medições.

Conforme descreve Groetelaars (2015, p.84), a utilização do levantamento das informações utilizando a varredura a laser apresenta uma série de vantagens em relação às técnicas tradicionais de levantamento cadastral, dentre elas pode-se citar:

- A precisão da medição, que pode variar do centímetro ao submilímetro, dependendo do equipamento e da técnica utilizado, como também da distância para o objeto;
- Tempo reduzido para realização do levantamento, mesmo nas situações de grande quantidade de informação, além da diminuição ou eliminação da necessidade de retorno ao campo para a obtenção de novos dados, sendo possível também trabalhar na ausência de luz;
- As informações coletas, as "nuvem de pontos", podem ser armazenadas e utilizadas posteriormente para se obter novos produtos, ou até mesmo para se verificar, refinar e detalhar modelos já criados.

Apesar das vantagens, a técnica de escaneamento a laser 3D possui um alto custo e é necessário uma pessoa capacitada para operar o equipamento e fazer a análise das informações obtidas, para então ser gerada a nuvem de pontos. Mesmo que a técnica possua algumas desvantagens, ainda é considerada a forma mais eficiente no levantamento de informações arquitetônicas.

2.3 BIM e HBIM

O Building Information Modelling (BIM, em português Modelagem da Informação da Construção) e o Historic Building Information Modeling (HBIM, em português Modelagem de Informações de Edifícios Históricos), possuem relação mas são metodologias utilizadas para diferentes situações. Enquanto uma é utilizada com foco em novas construções, a outra é utilizada para construções já existentes. Neste tópico serão abordados mais detalhes a respeito das duas metodologias.

2.3.1 BIM

O BIM é uma metodologia digital utilizada para desenvolver, compatibilizar, quantificar e qualificar projetos arquitetônicos, estruturais e instalações prediais que fazem parte de uma obra de construção civil. Conforme descrito em um dos manuais BIM:

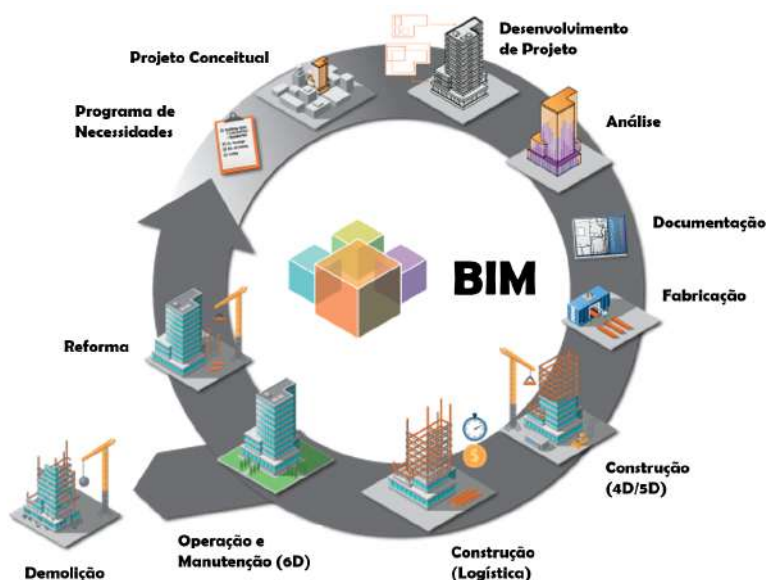
A tecnologia BIM (Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção), permite criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Eles oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo melhor análise e controle do que os processos manuais. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm geometria e dados precisos necessários para o apoio às atividades de construção, fabricação e aquisição por meio das quais a construção é realizada. (Eastman, Teicholz, Sacks e Liston, 2011, apud MPDFT, 2020, p. 39)

Segundo Sampaio (2017), o produto resultante é uma representação digital paramétrica, inteligente e rica em dados do projeto de construção.

O BIM pode ser considerado uma representação digital de um edifício, um modelo tridimensional orientado a objetos (3D) e um repositório de informações do projeto para facilitar a interoperabilidade e a troca de informações com aplicativos de software relacionados. Portanto, o modelo BIM rico em dados permite visualizações e dados, adequados às necessidades de vários usuários. Os dados podem ser extraídos do modelo e trabalhados para gerar informações que possam subsidiar diversas análises para a tomada de decisões e para melhorar o processo de entrega da instalação. (SAMPAIO, 2017, p.195, tradução nossa)

A metodologia BIM possui três pilares fundamentais que são as pessoas, os processos e as tecnologias, que quando combinados permitem gerenciar o processo de projetar uma edificação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida. (MPDFT, 2020). A Figura 09 representa o ciclo de vida de uma edificação segundo as definições do BIM, formado pelo programa de necessidades, projeto conceitual, desenvolvimento de projeto, análise, documentação, fabricação, construção e logística, operação e manutenção, demolição ou reformas.

Figura 09 – Ciclo de vida de um edifício segundo as definições do BIM



Fonte: FAB (2020)

Por ser uma metodologia que permite utilizar um conjunto de tecnologias e processos integrados em todas as fases do projeto, de forma colaborativa, previne diversos problemas antes da fase de construção, diminuindo assim os custos com imprevistos durante a execução e facilitando a compatibilização dos projetos ainda na fase de concepção dos projetos. Isso é feito “através de uma parametrização de componentes que irão compor o objeto arquitetônico a ser criado” (MPDFT, 2020, p. 43), transformando um sistema produtivo 2D em “nD”, de acordo com as dimensões do modelo de construção e com o nível de informações que o projetista fornece ao modelo. “Os vários subconjuntos de BIM são comumente descritos em termos de dimensões - 3D (modelo de objeto), 4D (tempo), 5D (custo), 6D (operação), 7D (sustentabilidade) e até mesmo 8D (segurança)” (SMITH, 2014, apud MPDFT, 2020, p. 43). Existem ainda a dimensão 9D como parte do “lean construction” (em português “construção enxuta”) e 10D sendo a construção industrializada.

Figura 10 – Dimensões do BIM

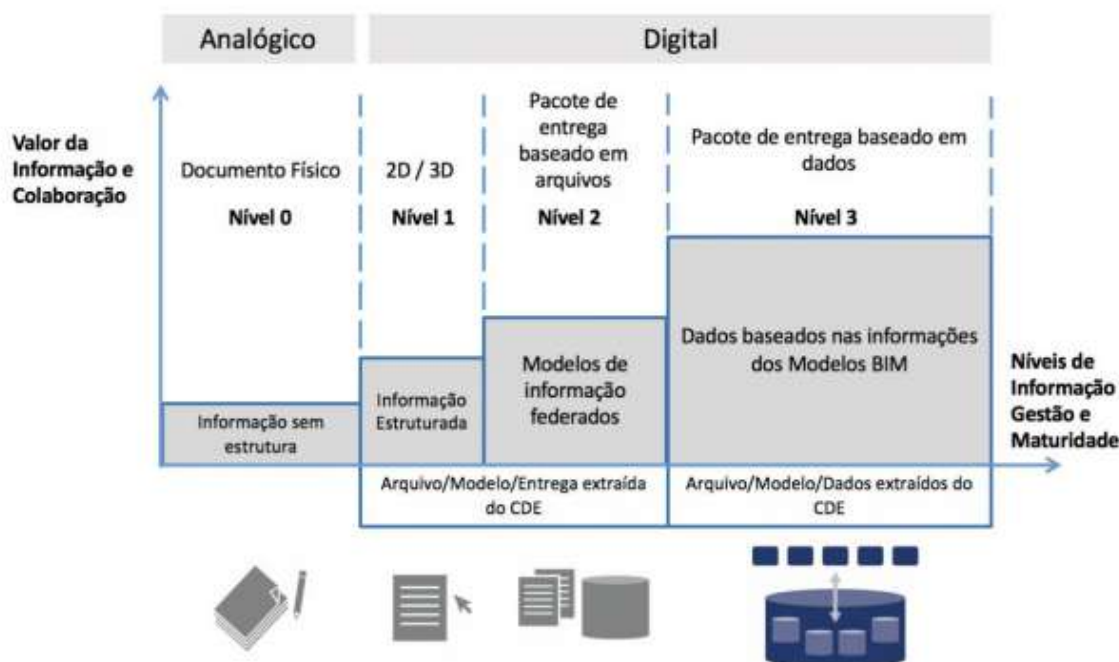


Fonte: Blog Utilizando BIM (2019)

É válido destacar que ainda não foi consolidado na literatura o uso do BIM atribuído às dimensões 6D e 7D, alguns invertem a ordem considerando o 7D como Sustentabilidade e o 6D como Operação/Gestão.

O BIM possui ainda níveis ou estágios de maturidade que variam de acordo com a implementação. Conforme descrito no Caderno de Projetos e de Gestão de Edificação em BIM (MPDFT, 2020) o “Nível 0”, ou pré-bim, é marcado pela utilização de práticas tradicionais 2D; o “Nível 1”, ou estágio 1, é caracterizado pela transição do 2D para o 3D, mas sem a compatibilização de modelos; o “Nível 2”, ou estágio 2, inicia o progresso da modelagem 3D para a colaboração e interoperabilidade, criando um modelo federado; o “Nível 3”, ou estágio 3, “é marcado pela passagem da colaboração para a integração, refletindo a filosofia real BIM. Nesse nível [...] os colaboradores do projeto interagem em tempo real permitindo análises complexas ainda nas fases iniciais de projeto” (MPDFT, 2020, p. 42).

Figura 11 - Níveis de Maturidade BIM



Fonte: Carezzato Gonçalves (2018) apud MPDFT (2020).

A modelagem de edifícios em BIM é norteada principalmente pelo compartilhamento de informações entre todas as pessoas envolvidas no projeto,

durante as fases do ciclo de vida de um edifício, conforme afirma Lino, Azenha e Lourenço (2012):

O conceito BIM assenta, essencialmente, numa metodologia de partilha da informação entre todos os intervenientes, durante as fases do ciclo de vida de um edifício (projeto, construção, manutenção, desconstrução, nomeadamente entre a arquitetura, as especialidades, os construtores e os donos de obra, materializando-se na existência de um modelo digital tridimensional, acessível através de software e que permite a construção virtual desse mesmo edifício. (LINO, AZENHA e LOURENÇO, 2012, p. 2).

A utilização do BIM nas etapas finais do processo de documentação faz com que seja possível ampliar as aplicações dos dados levantados sobre a edificação, pois o produto gerado é mais completo e preciso, com a centralização de informações em um único modelo, facilitando a produção de desenhos do projeto que são geradas automaticamente a partir do modelo geométrico tridimensional, o qual também serve como base de dados confiável para o desenvolvimento de projetos de reformas e restaurações. (GROETELAARS, 2015).

No Brasil, o uso da tecnologia BIM está em processo de crescimento. Em 2 de Abril de 2020, foi assinado o Decreto Federal N° 10.306, que estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal (BRASIL, 2020). Este decreto complementa o Decreto Federal N° 9.983 de 22 de Agosto de 2019, que tem por objetivo dispor sobre a estratégia nacional de disseminação do BIM. Este decreto tem como objetivo incentivar o seu uso em obras públicas e privadas, além de estimular a capacitação em BIM, difundir seus benefícios, criar condições favoráveis para investimentos, desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para utilização do BIM e desenvolver a Plataforma e Biblioteca Nacional BIM (BRASIL, 2019).

2.3.2 HBIM

O BIM é uma metodologia digital utilizada para desenvolver, compatibilizar, quantificar e qualificar projetos de uma obra de construção civil, sendo usado principalmente na fase de concepção de projetos e organização de documentos. Além desses usos, o BIM tem grande potencial para auxiliar a preservação e conservação de edificações históricas, neste contexto surge o Historic Building Information Modeling (HBIM), conforme Tolentino (2018, p. 82), “nada mais

é que a extensão do conceito BIM para as edificações históricas e visa a documentação, a análise e a conservação de edifícios históricos”.

O HBIM foi introduzido por Murphy, MCGOVERN E PAVIA em 2009 quando estudaram o uso do BIM juntamente com o escaneamento a laser e nuvens de pontos de edificações históricas para combinar imagens e melhorar a precisão e organização dos dados digitalizados, os autores afirmam:

A modelagem de informações de edifícios históricos (HBIM) é proposta como um novo sistema de modelagem de estruturas históricas; o processo HBIM começa com a coleta remota de dados de pesquisa usando um scanner a laser terrestre combinado com câmeras digitais. Uma variedade de programas de software é então usada para combinar a imagem e os dados de digitalização. (MURPHY, MCGOVERN e PAVIA, 2009, p 325, tradução nossa).

Sobre o processo descrito como HBIM, “a nuvem de pontos é o estágio final do processo de engenharia reversa, criando modelos 3D completos, incluindo detalhes por trás da superfície do objeto em relação aos seus métodos de construção e composição do material” (MURPHY, MCGOVERN e PAVIA, 2009, p. 325), ou seja, o HBIM se diferencia do BIM por fazer um caminho inverso, onde a edificação já está construída e o principal objetivo não é a concepção e compatibilização de projetos, mas sim a conservação de documentos e características da construção histórica. Neste contexto,

O HBIM contempla um processo que envolve uma solução de engenharia reversa onde, inicialmente, os elementos arquitetônicos são mapeados usando varredura a laser ou fotogrametria. Em seguida, os dados levantados são combinados a objetos paramétricos, gerando o modelo completo. O produto final HBIM é um modelo geométrico completo, incluindo detalhes do objeto como materiais e métodos construtivos. A partir daí cortes, detalhes, vistas ortográficas e perspectivas poderão ser gerados, baseando a análise e conservação de objetos históricos, estruturas e ambientes. (DORE e MURPHY, 2012, p. 369 apud TOLENTINO, 2018, p. 82).

Como o HBIM é uma ferramenta para a conservação do patrimônio histórico edificado, faz-se importante o levantamento de documentos e informações sobre a história da edificação e sobre os materiais utilizados na construção. Sampaio (2020) afirma que:

O contexto HBIM engloba o processo inicial de estudo de contextualização histórica do imóvel, o domínio das tecnologias e materiais tradicionais aplicadas na construção antiga e o arquivo e gestão de toda a informação, recolhida e criada. [...] A informação documental, registada no cadastro do bem de valor histórico, fornece dados relevantes quanto à caracterização da construção (época histórica e sistemas construtivos) e a descrição das intervenções eventualmente realizadas. Os trabalhos de intervenção devem,

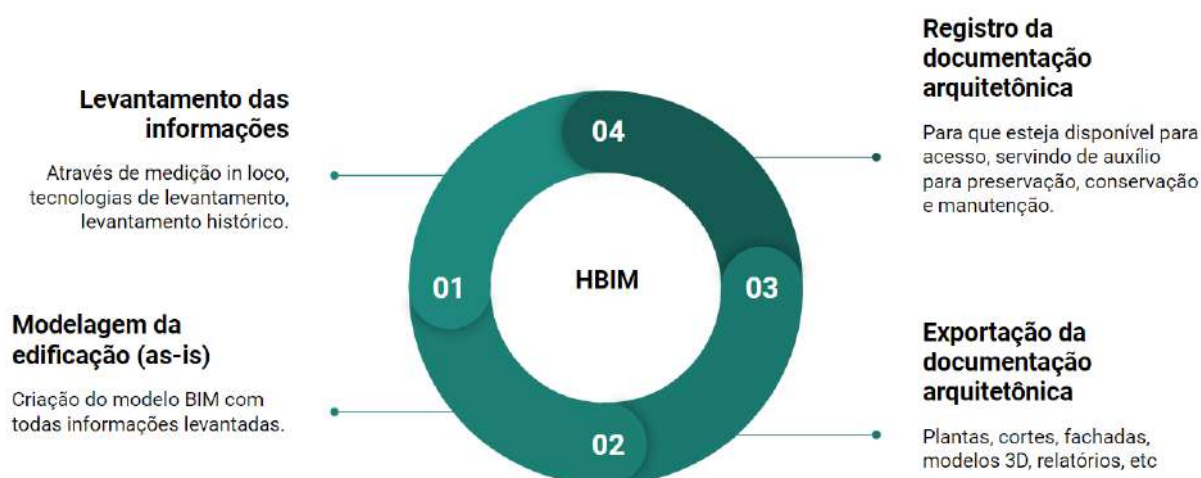
contudo, respeitar o passado e o valor histórico adquirido ao longo dos séculos. (SAMPAIO, 2020, p. 134)

O HBIM traz inúmeras vantagens para a conservação do patrimônio histórico e para sua preservação, ele une os princípios do BIM com o escaneamento a laser, o que gera maior precisão na hora de modelar a edificação e melhora a qualidade e organização dos documentos gerados. Sobre isso Costa (2021) lista as principais vantagens do HBIM:

Entre os principais benefícios do uso do BIM em projetos de conservação do patrimônio histórico, tem-se a capacidade de integrar e combinar informações consolidadas e dados geométricos e semânticos em um único modelo virtual 3D, criando uma base de conhecimento sobre o ativo patrimonial, o que permite extração de dados e documentação do projeto; capacidade de geração de múltiplas propostas de intervenção; facilidade de organização, análise, manipulação das informações coletadas, ao mesmo tempo em que evidencia incoerências entre o projeto e o edifício construído em sua fase de operação (uso e manutenção) e de possíveis reformas, restaurações, requalificações e demolições; [...] (COSTA, 2021, p. 50)

É possível comparar o ciclo da edificação criada em BIM com o ciclo da edificação modelada no HBIM, como já visto na seção 2.3.1 BIM, o ciclo de vida de um edifício, conforme as definições do BIM é formado por: programação; estudos preliminares, de viabilidade e concepção da arquitetura; projeto executivo; análise energética e de sustentabilidade; documentação do projeto; industrialização; construção 4D e 5D; logística de construção; operação e manutenção; demolição ou reformas. Já no ciclo HBIM o ponto inicial se dá na fase de escaneamento da edificação e vai até a documentação 3D da edificação, conforme a figura 15:

Figura 12 – Processo HBIM



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022.

Diferente do ciclo BIM, onde o processo inicia na concepção do projeto, o HBIM começa no levantamento de informações do patrimônio histórico, já que seus objetivos são diferentes. É possível observar que no ciclo HBIM existem etapas de levantamento de informações que não estão presentes em modelos BIM. Essa etapa torna a metodologia HBIM única, apesar de ser fundamentada no BIM.

Assim como o BIM, o HBIM possui dimensões “nd”. Conforme Pinto-Puertob e Castellano-Román (2019, p.5) “o modelo pode incorporar levantamento analítico (3D), evolução histórica (4D), diagnóstico (5D), contexto cultural (6D) e conservação e intervenção (7D).” Assim, o HBIM ultrapassa de apenas gerar uma caracterização geométrica do bem patrimonial, oferecendo um instrumento eficaz de gestão sustentável.

2.4 Níveis de Classificação

O BIM e HBIM possuem diferentes níveis para classificar, quantificar e caracterizar as informações geradas, neste capítulo serão apresentados com mais detalhes cada um destes níveis.

2.4.1 Level of Development (LOD)

O Level of Development (LOD), ou em português Nível de Desenvolvimento (ND), é a maneira de identificar e avaliar a confiabilidade e clareza das informações em um modelo de projeto BIM, que serão utilizadas para o planejamento, orçamento, execução e manutenção da construção, por exemplo (MPDFT, 2020).

A classificação quanto aos níveis de desenvolvimento varia de acordo com as bibliografias existentes, de todo modo os níveis de desenvolvimento são classificados em ordem crescente de detalhes. Como exemplo, temos o ND/LOD 100, ND/LOD 200, ND/LOD 300, ND/LOD 350, ND/LOD 400 e ND/LOD 500 classificados pelo American Institute of Architects (AIA) e BIMForum (2013). Usando como base os conceitos apresentados por Groetelaars (2015) e Tolentino (2018), retirados do documento *Level of Development Specification For Building Information Models*, criado pelo AIA em 2008 e atualizado e publicado em 2013 pelo BIMForum, define-se:

- LOD 100: No modelo podem ser apresentados elementos de forma aproximada, sendo usados símbolos genéricos para a representação. As informações provenientes desses elementos não podem ser consideradas precisas. Utilizado na fase de estudo de massas como modelo volumétrico.

- LOD 200: No modelo podem ser apresentados elementos de forma gráfica por meio de desenhos de objetos ou utilizando um sistema genérico, com tamanho, forma, informações e quantidades que podem ser anexadas a ele, porém sem considerar precisão nestas informações. Utilizado na fase de estudo preliminar do projeto.

- LOD 300: No modelo são representados os elementos graficamente precisos e as informações podem ser anexadas nele. As medidas, forma e localização podem ser extraídas precisamente do modelo. Utilizado na etapa de anteprojeto.

- LOD 350: No modelo são representados os elementos de forma gráfica e precisa, as quantidades, formas, localização, orientação e tamanho são obtidos com precisão também, além de ser possível obter informações sobre a interface do elemento com outros sistemas. Neste nível, os itens necessários para compatibilização entre disciplinas são modelados. Utilizado na etapa de compatibilização.

- LOD 400: No modelo são representados os elementos de forma gráfica e precisa, com alto nível de detalhamento visando a fabricação. Informações como quantidade, tamanho, forma, instalação, execução e informações não gráficas podem ser analisadas diretamente no modelo. Utilizado na etapa de projeto executivo.

- LOD 500: No modelo são representados os elementos de forma graficamente precisa e as informações devem ser verificadas em campo. Podem ser anexadas informações não gráficas ao modelo. Quantidades, forma, localização, tamanho e outras características podem ser retiradas diretamente do modelo. Este nível de detalhamento refere-se a documentação da edificação após a construção, sendo utilizado como manual de uso e operação, visando a manutenção.

Figura 13 - Níveis de Desenvolvimento



Fonte: Blog BibLus (2022)

O ND pode ainda apresentar subdivisões como o Nível de Detalhe (Ndt) e de Informação (Ni) (MPDFT, 2020). O Nível de Detalhe (Ndt) é definido, por Tolentino (2018, p. 122), como “uma técnica que permite várias representações para um mesmo objeto, que vão sendo ativadas de acordo com as diferentes distâncias a que o utilizador se encontra”. Ou seja, os detalhes do objeto são menos representados conforme a distância que se observa. Para utilização do Ndt, Groetelaars (2015) afirma que em sua pesquisa foi encontrado apenas um material que definia os níveis de detalhe em modelos BIM gerados a partir de “nuvens de pontos”, essas definições foram produzidas pela empresa inglesa de levantamento Plowman Craven.

No material desenvolvido pela Plowman Craven é determinado cinco níveis de detalhe genéricos que se referem às fases de levantamento e modelagem. (PLOWMAN, 2012, apud GROETELAARS, 2015, p. 206). Esses níveis de detalhes estão apresentados na Quadro 01 abaixo:

Quadro 01 – Classificação dos Níveis de Detalhe

Nível	Nome	Característica
Nível 1	Modelo de Massa	Abrangendo a volumetria da parte externa da edificação, sem detalhes arquitetônicos
Nível 2	Modelo de Casca e Núcleo	Compreende os principais elementos estruturais, sem utilizar detalhes ou mobiliário, é compatível com a escala 1/200
Nível 3	Modelo de Pesquisa Padrão	Possui detalhes de elementos básicos, famílias básicas de esquadrias podem ser criadas, mobiliários fixos podem ser moldados, as superfícies não possuem definição de acabamento. É compatível com as escalas 1/50 ou 1/100
Nível 4	Modelo de Pesquisa Detalhado	Possui famílias com maior nível de detalhamento, representando acabamento das superfícies. É compatível com as escalas 1/50 e 1/20
Nível 5	Modelo de Pesquisa Detalhado com Metadados Fornecidos	Igual ao nível 4, porém possui informações de texto sobre os objetos modelados.

Fonte: Elaboração das autoras, baseada nas informações de Plowman, 2012, apud Groetelaars, 2015, p. 206.

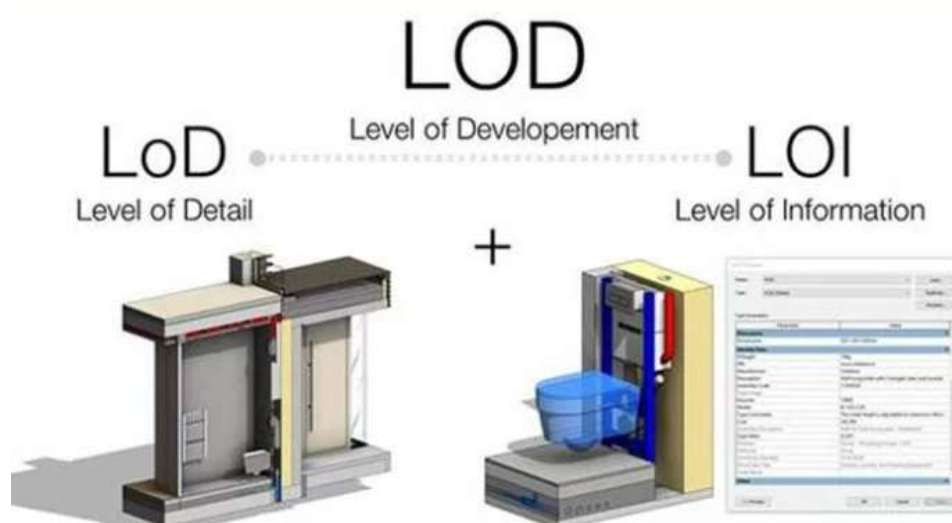
Também é importante observar que a precisão do levantamento está diretamente ligada aos níveis de detalhe, ou seja, a densidade da “nuvem de pontos” obtida no escaneamento a laser define qual o Ndt será possível obter na modelagem. Sobre isso Groetelaars (2015) afirma:

Além dos níveis de detalhe, é importante a definição da precisão requerida para o levantamento e dos valores de tolerância de modelagem. A precisão do levantamento influencia diretamente nos procedimentos de varredura a laser em campo, como na definição da densidade da "nuvem de pontos". Para maior confiabilidade dos dados e para possibilitar a verificação da precisão do escaneamento a laser é importante o levantamento de pontos de controle por estação total. (GROETELAARS, 2015, p. 2017).

Cada nível de detalhe corresponde a uma escala, e cada escala precisa de um determinado espaçamento de pontos da nuvem para representação correta. Para o nível 1, o espaçamento necessário dos pontos é 20 milímetros, já para o nível 5 o espaçamento de pontos é 5 milímetros. (PLOWMAN, 2012, apud GROETELAARS, 2015).

É importante observar que nível de detalhe e nível de desenvolvimento possuem significados diferentes. “O nível de detalhe está associado à quantidade de detalhes incluída em um elemento do modelo, enquanto o nível de detalhamento é relacionado ao grau de aprimoração e confiabilidade de modelos BIM.” (TOLENTINO, 2018, p. 124). Logo, o nível de desenvolvimento é a junção do nível de detalhe e de informações do projeto em desenvolvimento.

Figura 14 - Nível de Desenvolvimento



Fonte: Farias (2020)

O Nível de Informação (Ni) pode ser definido com base nas informações das famílias modeladas, agregando informações sobre o detalhe gerado. Nesse contexto podemos utilizar diferentes plataformas, das quais podemos destacar o Revit.

2.4.2 Level of Information Need (LOIN)

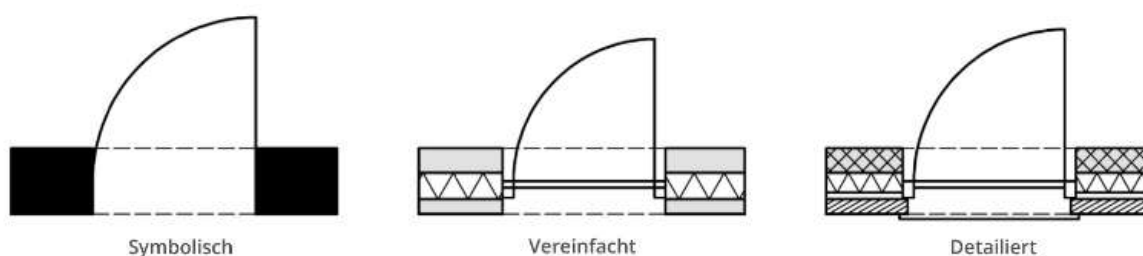
Outro nível utilizado no BIM e HBIM que atualmente está em desenvolvimento é o Level of Information Need (LOIN), em português Nível de Necessidade de Informação. O nível “visa um sistema gradual que é mais adaptável e baseado nas especificidades do projeto” (Rebec, Deanovic e Oostwegel, 2022, p.31 e 32, tradução nossa).

O LOIN foi introduzido pela ISO 19650 com o intuito de contornar o excesso de informações desnecessárias, mudando o foco das características do objeto para as informações que o objeto deve conter para atender as necessidades do projeto. Surgindo da consciência de que o grau de detalhe de um modelo não é um parâmetro absoluto, mas que deve ser avaliado com base em várias condições. (Blog BibLus, 2022).

Conforme Beirer (2021), existem quatro pontos que devem ser esclarecidos para o LOIN: 1) Para que servem as informações; 2) Quando a informação é necessária; 3) Quem precisa da informação; 4) Quais informações são necessárias. Com isso, é possível definir o nível de necessidade das informações, o qual é dividido em duas categorias: LOG e LOI.

O Level of geometry (LOG), em português Nível de geometria, é dividido em dois aspectos: detalhe e aparência. O detalhe “descreve a complexidade da geometria do objeto em comparação com o mundo real. Simplificando, isso significa em quantos elementos individuais um componente é dividido” (Beirer, 2021, n.p., tradução nossa). Essa divisão varia entre simbólica, simplificada e detalhada. Como exemplo, na Figura 15 é exibida uma parede com uma abertura. No primeiro elemento possui uma geometria simbólica, exibindo apenas os contornos externos. No segundo elemento a geometria é simplificada, diferenciando apenas o enchimento dos revestimentos. No terceiro temos uma geometria detalhada, em que a parede é dividida em todas as camadas existentes.

Figura 15 - Nível de Desenvolvimento



Fonte: Beirer (2021)

Já a aparência “descreve a representação visual de um objeto. Isso também é representado do simbólico ao simplificado e ao realista” (Beirer, 2021, n.p., tradução nossa). Como exemplo, um objeto por ser representado sem nenhuma informação sobre o material, tendo sua aparência simplificada, ou o objeto pode conter informações sobre todos os materiais que quando gerada uma renderização o objeto se comporta de maneira realista. É válido destacar que “detalhes e aparência funcionam de forma independente. Um componente modelado como um detalhe simplificado pode ser representado em uma aparência realista” (Beirer, 2021, n.p., tradução nossa).

Já o Level of Information (LOI), em português Nível de informação, tem como objetivo formar uma lista das propriedades necessárias do objetivo, como exemplo dimensões, peso, grupo de uso, etc, coletando informações a respeito do componente e sua identificação (Beirer, 2021).

2.4.3 Level of Knowledge (LOK)

O Level of Knowledge (LOK), ou em português Nível de Conhecimento, é um dos níveis existentes no âmbito HBIM. Conforme Rebec, Deanovic e Oostwegel “o LOD é de pouca utilidade para o HBIM, onde edifícios já existem. Consequentemente, o conceito LOK é usado para descrever a qualidade do modelo HBIM” (2022, p.32, tradução nossa).

Conforme afirma Pinto-Puertob e Castellano-Román (2019), para categorizar o LOK, a fim de simplificar o repertório conceitual, utilizou-se definições paralelas ao LOD: LOK100, LOK200, LOK300, LOK400 e LOK500.

O LOK100, definido como “Identificação“, diz respeito a identificação do local e a caracterização básica. Como exemplo,

“[...] uma nuvem de pontos, resultante de uma varredura tridimensional ou captura fotogramétrica, pode ser incluída em um LOK100 como um único objeto capaz de conter informações básicas de identificação, desde que a codificação gráfica não seja categorizada.” (Pinto-Puertob e Castellano-Román, 2019,p. 7, tradução nossa)

No LOK200, definido como “proteção e divulgação”, no modelo criado há estruturas básicas, como: paredes, pavimentos, coberturas. Fornecendo documentação de proteção legal e planejamento estratégico. O LOK300 é definido como “pesquisa avançada”, onde estruturas complexas são modeladas e há caracterização avançada de materiais. No LOK400, definido como “conservação e intervenção” tem-se projetos de conservação e intervenção, onde são definidos critérios e procedimentos. Por fim, o LOK500 é definido como “gerenciamento abrangente”. Nesse nível há programas periódicos de pesquisa, conservação preventiva, uso e divulgação, através de um plano de investimento periódico. (Pinto-Puertob e Castellano-Román, 2019). Na imagem abaixo é possível observar graficamente o que cada LOK representa.

Figura 16 - Nível de Conhecimento (LOK)



Fonte: Pinto-Puertob e Castellano-Román, 2019

2.4.4 Level of Acceptance (LoA)

Conforme descrito na publicação “BIMForum Level of Acceptance (LoA) for Reality Capture and Simulation” (2019), o LoA, ou em português “Nível de

Aceitação”, tem como objetivo fornecer orientações a respeito da captura da realidade do ambiente construído utilizando o escaneamento a laser, entre outras formas de medição para documentação as-built.

“A especificação LoA expande o Nível de Desenvolvimento (LoD) do BIMForum que começou em 2012. O LoA faz isso fornecendo definições de precisão e densidade de captura de realidade dos elementos sendo documentados no processo de projeto e construção. ” (BIMForum, 2019, p.3, tradução nossa).

Segundo o BIMForum (2019), o LoA possui cinco níveis definidos em termos de elementos de modelo, sendo eles o LoA 100, LoA 200, LoA 300, LoA 350 e o LoA 400. O LoA 100 apenas representa o modelo com um símbolo ou outra representação genérica. Conforme a interpretação do BIMForum (2019), neste nível os elementos não são representações geométricas, mas informações que são anexadas a outros elementos de modelo ou símbolos que indicam a existência de um componente, sem indicação de forma, tamanho ou localização precisa.

No LoA 200 os elementos passam a ser representados graficamente dentro modelo, mas de forma genérica e aproximada. No LoA 300 o elemento do modelo passa a ser representado de maneira mais específica. Conforme a interpretação do BIMForum (2019), a quantidade, tamanho, forma, localização e orientações dos elementos conforme projetado podem ser medidos diretamente do modelo, sem consultar informações não modeladas. No LoA 350 “as peças necessárias para a coordenação do elemento com elementos próximos ou anexados são modeladas.” (BIMForum, 2019, p.8). Por fim, no LoA 400:

Um elemento LOA 400 é modelado com detalhes e precisão suficientes para a fabricação do componente representado. A quantidade, tamanho, forma, localização e orientação do elemento conforme projetado podem ser medidos diretamente do modelo sem consultar informações não modeladas, como notas ou chamadas de dimensão. (BIMForum, 2019, p.9, tradução nossa).

Além dos níveis, o BIMForum 2019, em sua publicação “Level of Acceptance (LoA) Specification Reality Capture and Simulation Taskforce” fornece uma tabela de especificações a respeito do LoA. Essa tabela visa categorizar os elementos em relação ao levantamento realizado.

2.5 Software BIM: Revit

O BIM é uma metodologia digital que possibilita a integração entre todos os projetos de uma construção, essa integração é feita a partir de softwares como Revit, Archicad, AltoQi Eberick, AltoQi Builder, entre outros. O Revit é comercializado pela empresa Autodesk, que também desenvolve softwares muito conhecidos e utilizados na construção civil, como AutoCad e Civil 3D.

Com o Software Revit é possível modelar um projeto completo de uma edificação, sendo possível retirar cortes, plantas, quantitativos, perspectivas e características de materiais direto do modelo. Neste software é possível elaborar os projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, preventivo contra incêndio, entre outros. Apesar de ser possível elaborar o projeto estrutural e hidráulico neste software, ele não serve como um software de cálculo e dimensionamento de estruturas e sistemas hidráulicos. Sendo necessário a utilização de outros programas para realização desses dimensionamentos.

O Revit funciona como uma construção digital, onde ao invés de desenhar uma linha é criada uma parede, que pode ser observada por vários ângulos, como em planta, corte e até numa vista 3D gerada automaticamente pelo próprio programa. Esta parede contém informações reais sobre sua estrutura, acabamento, espessura e altura. Além da parede, todos os elementos de um projeto aparecem no software desta maneira. Com base nisso, Gaspar e Lorenzo (2008) afirmam:

O modelo resultante se torna algo além de um objeto 3D que é usado para se obter plantas, cortes, elevações e perspectivas automaticamente; trata-se de um banco de dados completo sobre o projeto, que pode ser aproveitado em software de compatibilização de projetos, análises estruturais e de eficiência energética, orçamentos e planejamentos da obra, gestão da edificação depois que estiver pronta... (GASPAR e LORENZO, 2015, não paginado).

O Revit proporciona a diminuição de trabalho na elaboração de um projeto, quando se domina a ferramenta. Além de ser possível a criação automática do desenho 3D ele faz ajustes em detalhes que são importantes na hora de apresentar um projeto, sobre isso JUSTI (2008) comenta:

O Revit sozinho identifica a espessura necessária ao traçado em corte e em vista (quais elementos devem ser representados com espessuras grossas, médias e finas); altera as alturas de textos, de cotas e símbolos, automaticamente conforme a mudança de escala; executa automaticamente cortes e fachadas conforme o comando do projetista; nomeia e numera automaticamente os desenhos nas pranchas; e ainda permite a realização de maquete eletrônica automaticamente com foto realismo e animação

gráfica tornando-se, dessa forma, um software completo para escritórios de arquitetura e engenharia. (JUSTI, 2008, p. 142).

Os elementos e objetos usados no Revit são chamados de famílias, nessas famílias é possível adicionar características de forma, dimensão, materiais e uso. O programa disponibiliza algumas famílias de vários elementos como paredes, esquadrias, lajes, pisos, entre outros, porém também é possível criar famílias de elementos específicos que se deseja adicionar a um projeto, sobre isso Tolentino (2018) explica:

Todos os elementos do Revit pertencem a uma família. Uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedades chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada. Os diferentes elementos pertencentes a uma família podem ter diferentes valores para alguns ou todos os parâmetros, mas o conjunto de parâmetros (seus nomes e significados) é o mesmo. Essas variações dentro da família são denominadas de tipos de família ou tipos. São divididas em três categorias: famílias do sistema (são utilizados para criar elementos básicos de construção, como paredes, pisos, tetos e escadas; vêm instaladas no programa e não podem ser apagadas), famílias carregáveis (famílias criadas a partir do editor de família, que usa um template específico para cada tipo de família, como portas, janelas, móveis etc. e, posteriormente são importadas ou carregadas no projeto) e famílias no local (famílias criadas diretamente no arquivo de projeto para um uso específico e não pode ser exportada). (TOLENTINO, 2018, p. 147 – 148)

Além de todas essas funções, o software permite que sejam importados arquivos de outros programas para facilitar a modelagem. É possível importar uma nuvem de pontos completa para dentro do programa e assim conseguir um nível alto de precisão na criação de modelos digitais de edificações já construídas. A nuvem de pontos juntamente com a possibilidade de criar famílias com características específicas, torna o Revit um ótimo software ser usado em modelos de HBIM, onde pode-se reunir informações sobre construções históricas e ainda modelar com bastante precisão a edificação e os detalhes presentes em esquadrias, fachadas e elementos arquitetônicos.

2.6 Documentação arquitetônica

A documentação arquitetônica de um imóvel é um conjunto de informações em plantas, textos e imagens que fazem referência e demonstram as características de forma e detalhes da edificação. Pensando em edifícios históricos, a documentação arquitetônica é descrita por Amorim (2017) como

[...] um processo contínuo e sistemático de aquisição, tratamento, indexação, armazenamento, recuperação, publicação e divulgação de dados e

informações gráficas e não gráficas, e seus metadados, sobre as edificações para os mais variados usos. Deste modo, além das aplicações mais evidentes de conservação e restauro das edificações e conjuntos de interesse histórico-cultural, a documentação arquitetônica desempenha um papel essencial na preservação da memória desse patrimônio. Este é um aspecto por demais relevante dada a impossibilidade da preservação física de todos os exemplares arquitetônicos significativos. (Amorim, 2017, p. 68)

A documentação arquitetônica pode servir como aliado na preservação por unir registros precisos e detalhados do local servindo como instrumento para a realização de diversas ações no local. Conforme Groetelaars (2015),

Além do valor simbólico, documental e afetivo, o cadastro preciso é instrumento imprescindível para diversas aplicações de uma edificação de interesse cultural, servindo como base para elaboração de projeto de intervenção, para o estudo mais detalhado de sua evolução histórica e para avaliação das deformações estruturais. (GROETELAARS, 2015, p. 47)

Além disso, conforme Groetelaars (2015), a documentação do patrimônio arquitetônico é essencial para:

- Permitir o conhecimento das edificações históricas (individual e coletivamente), seus valores e sua evolução;
 - Permitir o gerenciamento e controle mais consistente e eficaz dos trabalhos de manutenção, conservação ou qualquer outra intervenção no patrimônio arquitetônico, levando em consideração a forma física, os materiais, a construção e o seu significado histórico e cultural;
 - Fornecer informações das edificações ou parte das mesmas que foram perdidas (como resultado de demolições, alterações ou abandono);
 - Dar suporte às ações de planejamento e controle dos órgãos de preservação do patrimônio;
 - Possibilitar estudos para o desenvolvimento de ações visando o uso sustentável das edificações;
 - Permitir registro permanente e acessível para pesquisas acadêmicas de diversas disciplinas e para o conhecimento do público em geral;
 - Promover o interesse e envolvimento da população na preservação do patrimônio.
- (GROETELAARS, 2015, p. 53)

O processo de geração da documentação arquitetônica é dividido em algumas etapas (GROETELAARS, 2015), sendo eles: planejamento, que compreende a definição do escopo da documentação; aquisição de dados, onde é realizado o levantamento das informações da edificação quanto às características físicas e informações do local; processamento dos dados, que consiste em processar os dados obtidos gerando os produtos da documentação, sendo eles os desenhos (plantas baixas, cortes, fachadas, seções e detalhes), os modelos geométricos (3D) e imagens imersivas; gerenciamento dos dados, onde é feita a gestão da documentação e como será armazenada e disponibilizada para diversos

usuários; controle e documentação dos processos, que consiste em produzir um relatório descrevendo o processo realizado com uma análise crítica sobre os produtos e processos, com o intuito de auxiliar o planejamento de trabalhos futuros e o desenvolvimento de métodos mais eficientes que produzirão produtos de melhor qualidade (GROETELAARS, 2015).

A geração dessa documentação pode ser realizada através da metodologia HBIM. Nesta metodologia, conforme descrito anteriormente, é necessário realizar um levantamento das informações do local já construído para na sequência modelar e gerar todas as informações que formarão a documentação arquitetônica, composto por desenhos (plantas baixas, cortes, fachadas, seções e detalhes), os modelos geométricos (3D) e imagens imersivas.

A visualização dos modelos geométricos e imagens imersivas pode ser realizada utilizando algumas plataformas como Scene 2go para a navegação imersiva gerada através da nuvem de ponto e as plataforma Augin e Sketchfab para o modelo geométrico 3D que permite o usuário visualizar a modelagem em realidade aumentada. A plataforma Augin possui a versão online, além de aplicativo para o computador e celular, sendo possível na versão gratuita visualizar arquivos de até 15 Mb. A plataforma Sketchfab é uma plataforma online que permite importar diversos arquivos para serem visualizados e compartilhados de maneira ágil e eficiente.

3 MÉTODO DA PESQUISA

A proposta deste trabalho foi desenvolver uma pesquisa aplicada, que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos” (GERHARDT e SILVEIRA, 2009, p. 37).

Para o desenvolvimento, inicialmente foram realizadas pesquisas de bibliografias que abordassem os assuntos relacionados ao tema, possibilitando fundamentar de forma clara e objetiva a área estudada. A pesquisa foi desenvolvida utilizando um objeto de estudo, se enquadrando em uma pesquisa de estudo de caso.

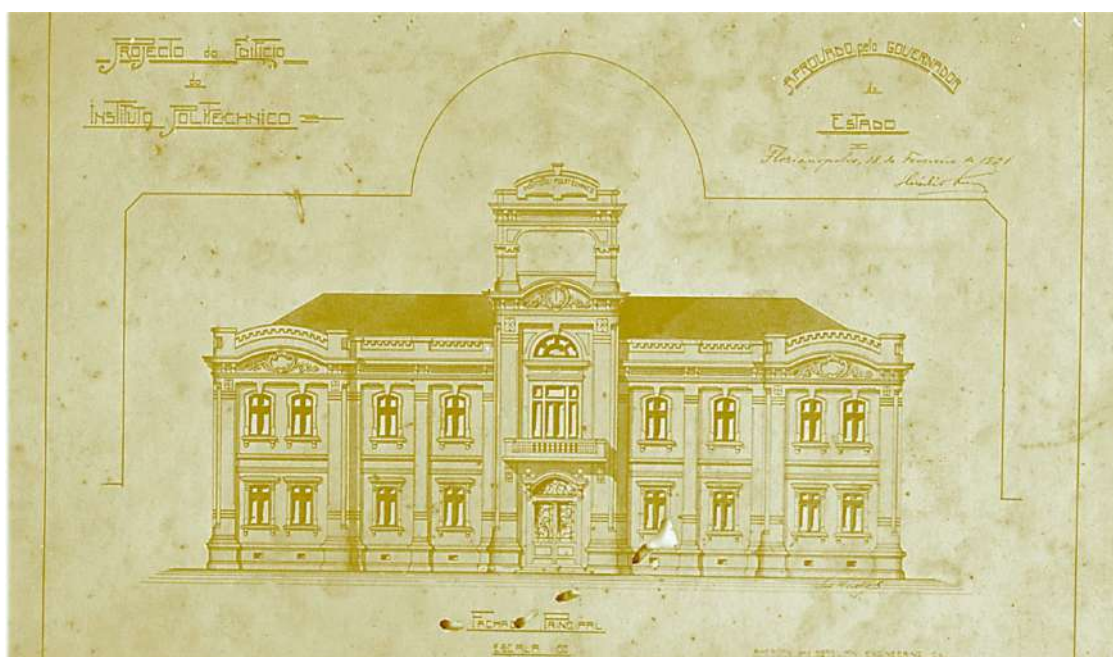
A seguir, serão abordados os materiais e métodos empregados para elaboração deste trabalho, descrevendo o objeto de estudo e métodos utilizados.

3.1 Estudo de caso - Casa José Boiteux

Como descrito no item 1.1 deste trabalho, o objeto de estudo se trata de uma edificação histórica: a Casa José Boiteux, um dos patrimônios históricos administrados pela FCC.

Em 1922, o governador Hercílio Luz cedeu um terreno situado na avenida Hercílio Luz, conhecida como Avenida do Saneamento, entre as ruas Nunes Machado e General Bittencourt, para construção da edificação, e assim se deu o processo de abertura de licitações para confecção dos projetos e construção (VEIGA, 2008 apud PETRY, 2013). Na Figura 17 temos a imagem do projeto da fachada principal aprovado pelo governador.

Figura 17 – Imagem do projeto da fachada principal



Fonte: Academia Catarinense de Letras (2015)

A edificação foi construída para servir como local para o Instituto Politécnico, um estabelecimento de ensino superior na capital, com recursos provenientes dos governos Federal e Estadual e de doações do Ministério da Agricultura, banqueiros, comerciantes e da indústria (VEIGA, 2008 apud PETRY, 2013). Além de abrigar o Instituto Politécnico a edificação também foi sede da Escola do Comércio de Santa Catarina de 1935 até a década de 1990 quando foi extinta. (PETRY, 2013).

Figura 18 - Academia de Comércio



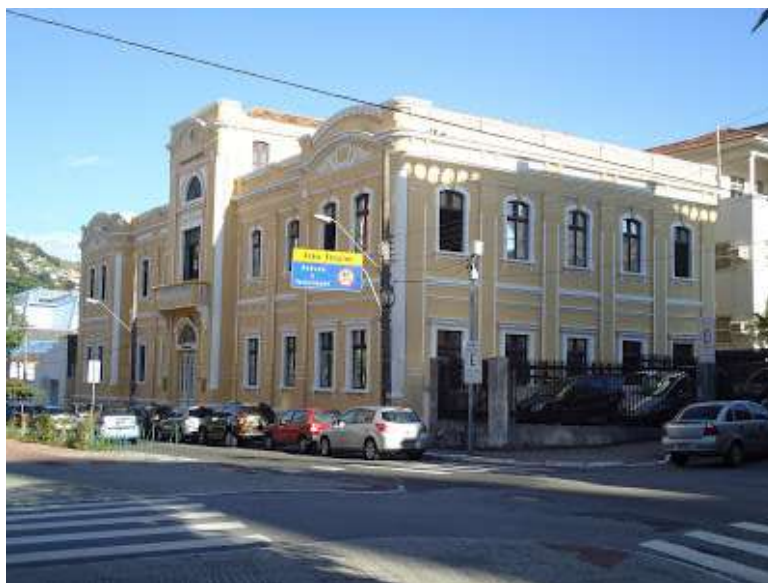
Fonte: Casa da Memória de Florianópolis, s.d. apud Petry (2013)

A edificação era considerada a segunda maior da capital e tinha padrões modernos de arquitetura para a época (ROSA, 2013). Possuía detalhes arquitetônicos mesclados, destacados por Petry (2013):

A edificação tem 26 salas e mescla estilos arquitetônicos. Nas portas, os lírios moldados no ferro têm inspiração art nouveau, as janelas seguem estilo português, a fachada tem linhas retas. A estrutura do prédio é equilibrada: foi construída no centro do terreno e uma coluna central, de três andares, divide duas alas iguais. O imóvel está tombado a nível P1. (PETRY, 2013, s.p.)

O edifício é tombado e classificado como P1, que significa “tombamento total, externo e interno e, portanto, quaisquer obras que venham a ser realizadas no mesmo, necessitam de autorização e supervisão da Fundação Catarinense de Cultura” (MAKOWIECKY e GOUDARD, 2016, p. 75). Em 2010, a Casa José Boiteux passou por uma restauração completa e dentre os procedimentos realizados pode-se destacar a inclusão do elevador. Após restauração passou a ser sede do Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina e da Academia Catarinense de Letras (PETRY, 2013). Na figura 19 está representada a edificação após a restauração realizada em 2010.

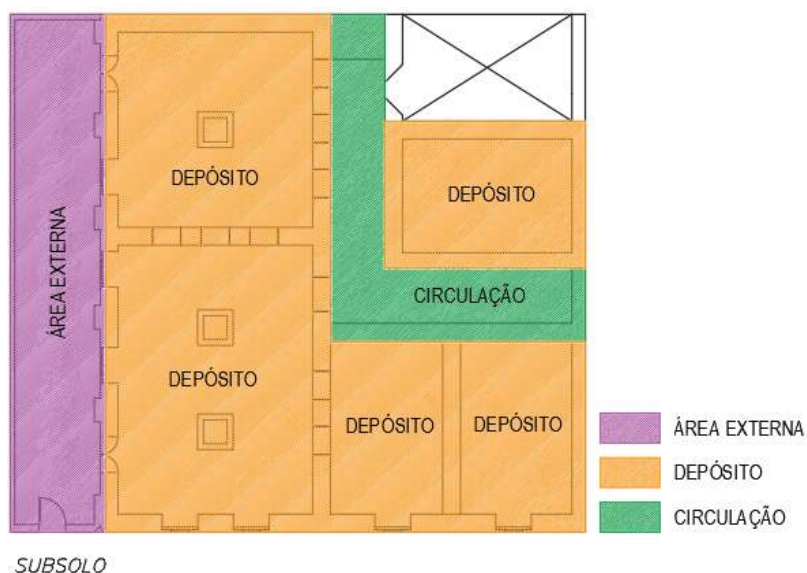
Figura 19 - Casa José Boiteux Restaurada em 2010



Fonte: Petry (2013).

O edifício possui três pavimentos e um subsolo, que estão representados nas figuras 20 a 23, possuindo salas, biblioteca e auditório, cuja área edificada é de 1902,6 m², aproximadamente. O pavimento Subsolo serve como depósito e abriga para a bomba hidráulica do sistema preventivo contra incêndio.

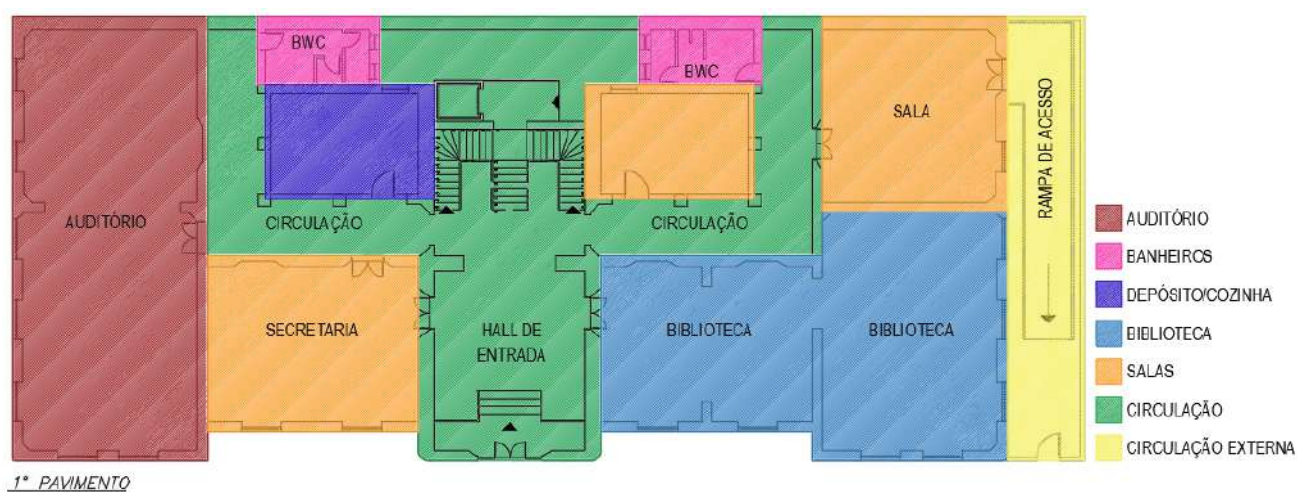
Figura 20 – Pavimento Subsolo



Fonte: FCC, s.d adaptado pelas autoras (2022)

Em seguida, há o primeiro pavimento que abriga auditório, secretaria e biblioteca, além dos banheiros masculino e feminino e o elevador.

Figura 21 – Pavimento 1º Pavimento



Fonte: FCC, s.d adaptado pelas autoras (2022)

O segundo pavimento possui nove salas, das quais uma delas possui uma varanda, banheiros e corredores de circulação.

Figura 22 – Pavimento 2º Pavimento



Fonte: FCC, s.d adaptado pelas autoras (2022)

O terceiro pavimento possui uma sala multiuso com dois acessos para a cobertura do segundo pavimento.

Figura 23 – Pavimento 3º Pavimento



Fonte: FCC, s.d adaptado pelas autoras (2022)

Atualmente, a edificação está passando por um novo processo de restauro, onde toda a fachada e parte interna do edifício estão sendo revitalizados. Nas figuras 24 e 25 é possível observar o desenvolvimento da obra.

Figura 24 – Parte lateral do edifício em obra



Fonte: Autoras, 2022.

Figura 25 – Restauro na fachada em andamento

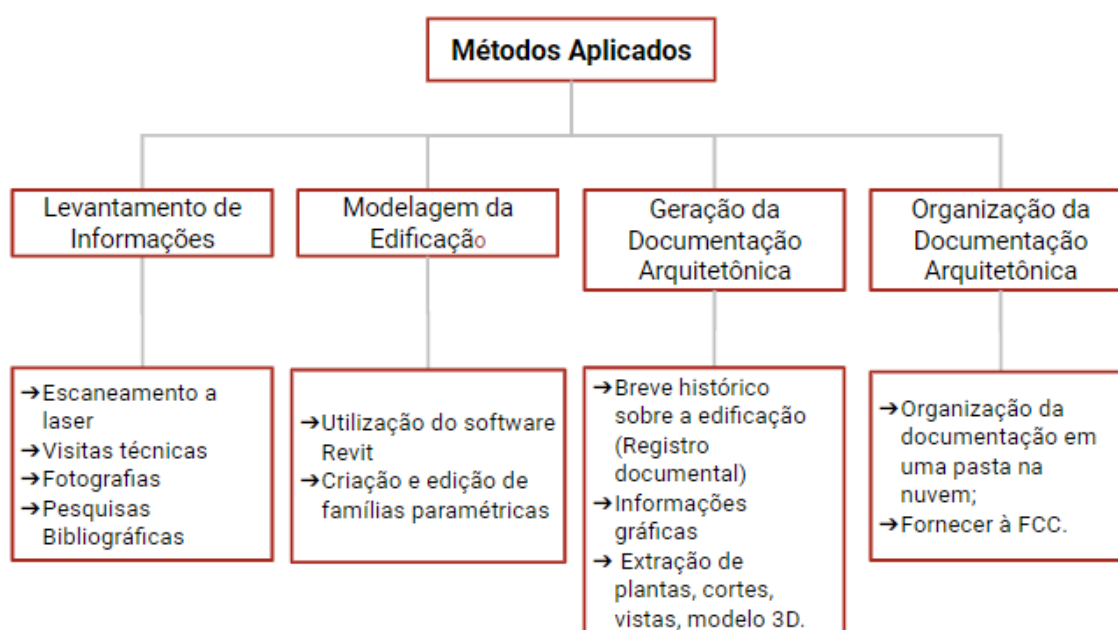


Fonte: Autoras, 2022.

3.2 Métodos aplicados

Para o desenvolvimento da pesquisa e para atingir os objetivos propostos, utilizou-se uma sequência lógica, iniciando pelo levantamento de informações, modelagem das informações, extração da documentação arquitetônica e por fim organização das informações. Essa sequência está exemplificada no fluxograma abaixo:

Fluxograma 01 – Métodos aplicados da pesquisa



Fonte: Autoras, 2022.

3.2.1 Materiais utilizados

Para desenvolvimento do trabalho foram necessários os seguintes equipamentos e softwares:

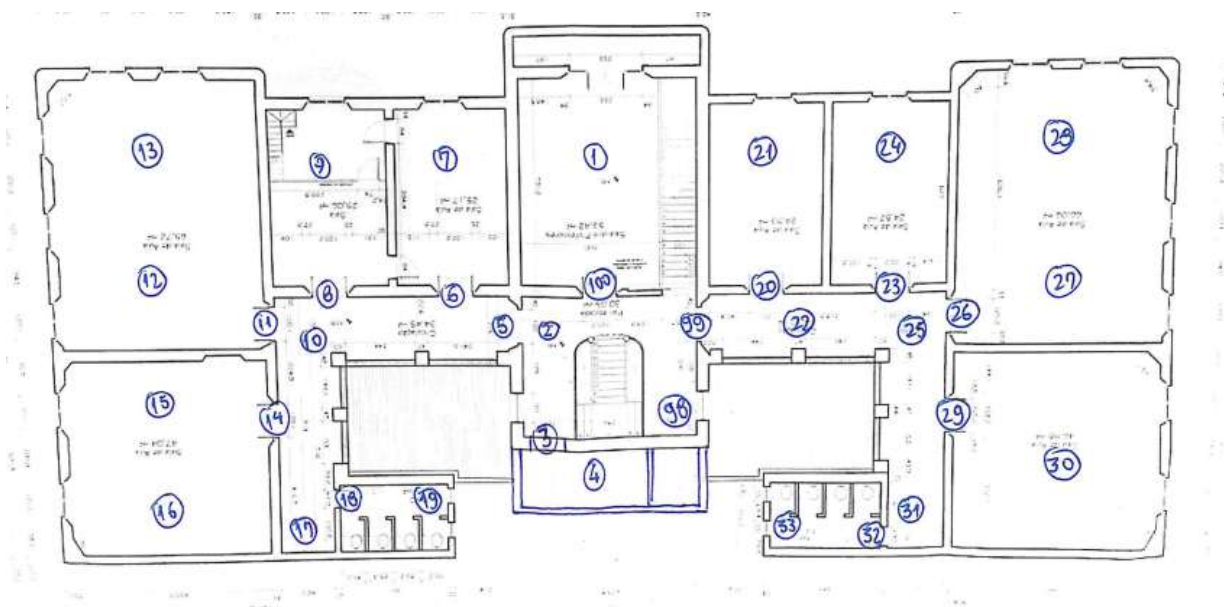
- Computador;
- Equipamento laser scanner FARO Focus 3D X 330;
- Câmera fotográfica;
- Software FARO Scene, versão 7.1, para processamento das varreduras;
- Plugin SCENE 2go, compatível com o Software FARO Scene, para geração da navegação imersiva;
- Software Autodesk Revit, versão 2022, para modelagem BIM.

3.2.2 Levantamento de informações

A edificação histórica Casa José Boiteux, objeto do presente estudo de caso, foi um dos edifícios avaliados durante a bolsa de pesquisa e extensão, edital Nº18/2019/PROEX/PROPII Câmpus Florianópolis, que tinha como objetivo analisar a prevenção de incêndio em edificação histórica no estado de Santa Catarina. Nessa pesquisa foi realizado o escaneamento a laser 3D com o equipamento laser scanner FARO Focus 3D X 330.

O levantamento já realizado foi conduzido pelo professor Dr. Adolfo Lino de Araújo, coordenador deste trabalho, o qual elaborou um planejamento utilizando um croqui da edificação definindo os locais para cada varredura. Ao total foram feitas 193 varreduras. O processamento utilizou o método nuvem a nuvem, que promove o registro (união das cenas) com base em pontos e planos em comuns (alvos naturais) entre as varreduras nos ambientes. Este método exige maior esforço computacional no processamento, mas permite maior agilidade na coleta de dados, por dispensar o uso de alvos artificiais, cujo posicionamento e reposicionamento toma tempo durante o levantamento.

Figura 26 – Planejamento das posições do segundo pavimento da edificação



Fonte: Acervo pessoal do professor Dr. Adolfo Lino de Araújo (2021).

O levantamento foi realizado utilizando cenas coloridas e a resolução adotada foi 25 mm / 10 m, ou seja, em 10 metros a partir do ponto central de uma varredura os pontos dos feixes de laser estão separados por 25 mm.

O processamento das varreduras e registro da nuvem de pontos foi realizado utilizando o Software FARO Scene em forma de projeto, sobre o qual é possível realizar verificação geral de qualidade da nuvem de pontos obtida. Finalizado o processamento, a varredura é exportada como uma nuvem de pontos, podendo ser definido o formato. No projeto em questão utilizou-se o formato RCP, compatível com o software Revit da Autodesk que será utilizado para modelagem da edificação.

Alguns pontos da edificação, como a parte da fachada, ainda precisam ser obtidos. Entretanto, atualmente a edificação passa por um restauro inviabilizando esse procedimento. Por este motivo o trabalho foi realizado com as nuvens de pontos da parte interna e as fotografias e informações obtidas durante as visitas técnicas realizadas.

O levantamento dos materiais e métodos construtivos, foi realizado através de visitas ao local, verificação de informações que a FCC possui e pesquisas sobre os materiais e métodos utilizados na época da construção. Como podemos observar na Figura 27, algumas partes da edificação não foram totalmente restauradas com o objetivo de expor a técnica construtiva utilizada.

Figura 27 – Parte da estrutura aparente



Fonte: Acervo pessoal da professora Dr.ª Ana Paula Pupo Correia, 2020.

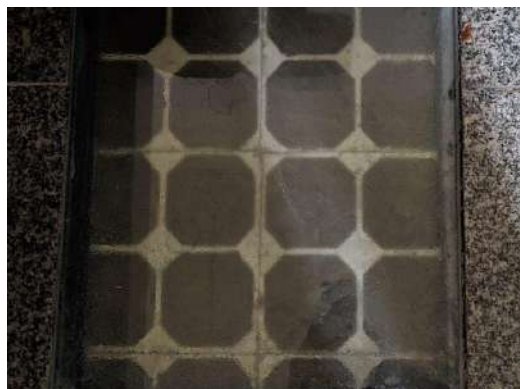
Além disso, durante as visitas técnicas foi possível observar diversos detalhes arquitetônicos originais da edificação, como os ladrilhos hidráulicos ainda preservados, indicados na Figura 28, e as pinturas na parte superior de algumas janelas nas paredes, como consta na Figura 29.

Figura 28 – Pinturas preservadas nas paredes



Fonte: Autoras, 2022.

Figura 29 – Ladrilho hidráulico preservado no banheiro

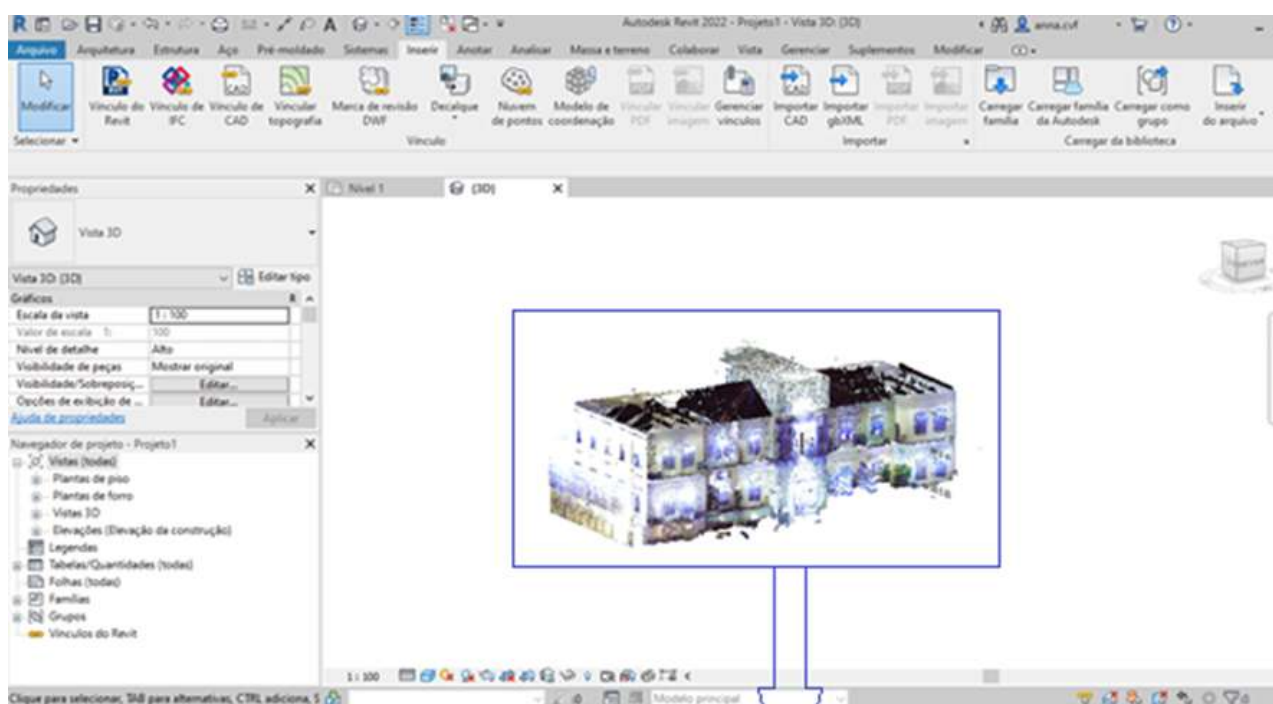


Fonte: Autoras, 2022.

3.2.3 Modelagem da edificação

A modelagem da edificação foi realizada utilizando softwares compatíveis com a metodologia HBIM. Dentre os disponíveis, optou-se por utilizar o software Revit da Autodesk devido ao conhecimento que as autoras possuem com o mesmo. Sendo assim, conforme já mencionado, as informações da nuvem de pontos foram exportadas do software FARO Scene em formato RCP. Este formato é compatível com o software utilizado e possibilita o trabalho de modelagem sobre nuvem de pontos. Para isso, o arquivo RCP foi importado em novo um projeto criado no Revit como é possível observar na figura 30 abaixo, sendo possível utilizar essas informações como base para a modelagem de toda a edificação.

Figura 30 – Nuvem de pontos no software Revit



Fonte: Autoras, 2022.

Após a importação foram feitas as configurações iniciais, como o ajuste das vistas e dos níveis do projeto, unidades utilizadas, criação das faixas de vista, e então foi iniciada a modelagem dos elementos construtivos.

Sugere-se que os pavimentos sejam modelados um por vez, para que as diferenças de espessura de paredes, ângulos e dimensões sejam preservados. Por se tratar de uma nuvem de pontos, é comum que a espessura das paredes, desaprumos e desalinhamentos apareçam. Como o objetivo é criar um modelo HBIM, que busca guardar informações sobre o patrimônio histórico, a modelagem foi feita buscando sempre maior precisão em relação à edificação já construída.

Além disso, através da nuvem de pontos obtida, foi gerada uma navegação imersiva utilizando o plugin SCENE 2go, compatível com o Software FARO Scene, onde é possível exportar o projeto em um formato próprio, salvando em um dispositivo USB ou compartilhando em aplicativo de nuvem. O arquivo é gerado em um formato "SCENE 2go Viewer" em que não é necessário instalar nenhum outro software para visualizar nem precisa ter acesso a internet, sendo compatível com os sistemas Windows e Mac OS.

Com tal navegação imersiva é possível acessar todos os pontos do levantamento e até realizar medições dispondo de um grande nível de detalhe. Além disso, ela pode ser usada para auxiliar durante a modelagem, principalmente no decorrer da configuração das famílias utilizadas no modelo. As famílias paramétricas do Revit são elementos e objetos onde é possível adicionar características de forma, dimensão, materiais e uso, chamados parâmetros. Elas são usadas para criar quase todos os elementos presentes no software.

Edificações históricas possuem elementos mais complexos, dificilmente encontrados de forma similar em sites ou até mesmo na biblioteca padrão do software utilizado. Logo, criou-se de novas famílias ou editou-se famílias que possuíam características semelhantes com as necessárias para se obter resultados que se aproximam de forma mais detalhada da realidade edificada. Também foi possível modelar massas no local, o que ajudou na criação de elementos arquitetônicos presentes na edificação.

No software Revit a edição dos elementos carregados no projeto foi feita através da ferramenta "editar família", sendo possível alterar o elemento por completo, mantendo apenas os materiais ou substituindo-os por novos. Já as famílias modeladas no local são elementos de massa feitos utilizando o comando

“modelar massa no local”, onde foi possível criar objetos em 3D e definir materiais específicos, como gesso, por exemplo.

3.2.4 Nível de Conhecimento (LOK)

Como já descrito anteriormente, o LOK é o Nível de Conhecimento atingido no HBIM, podendo indicar a qualidade do modelo. Para auxiliar a definição do LOK que foi atingido aplicando a metodologia deste trabalho, criou-se um quadro com as características de cada nível, LOK100, LOK200, LOK300, LOK400 e LOK500.

Para o LOK100 o critério é obter uma nuvem de pontos ou uma varredura fotogramétrica, neste trabalho foram utilizadas as duas formas de levantamento de informações. Inicialmente foi feito o levantamento com o escaneamento a laser, em seguida realizou-se uma visita ao local coletando informações fotográficas, atingindo o LOK100, conforme demonstrado no item “4.1 Escaneamento a laser e navegação imersiva”.

No LOK200 tem-se a modelagem da edificação, com foco na volumetria, contendo detalhes menos precisos e para o LOK300 os detalhes são modelados com maior precisão e incluem informações sobre os materiais. Durante a modelagem da edificação, buscou-se incluir os materiais reais utilizados, como os tijolos maciços das paredes, o gesso nos detalhes da fachada, o piso em madeira, os revestimentos cerâmicos utilizados, o telhado em madeira e telhas coloniais e as esquadrias de madeira e vidro, sendo assim o LOK300 foi atendido e descrito no capítulo “4.2 Modelagem da Edificação”.

O LOK400 tem como foco projetos de conservação e intervenção a partir do modelo HBIM. Atualmente a FCC vem desenvolvendo processos de restauro, entretanto não pode-se afirmar que tal nível foi atingido pois as obras executadas não foram baseadas no modelo HBIM.

Já o LOK500 trata do gerenciamento da edificação utilizando o modelo HBIM, onde investe-se em pesquisa, conservação preventiva, uso e divulgação. Esse nível é atingido com o tempo e fica sob responsabilidade do órgão encarregado por gerir e preservar o local, neste caso a FCC. Sendo assim, para o modelo HBIM desenvolvido foi possível atingir os níveis descritos no Quadro 02.

Quadro 02 – Nível de LOK atingido pelo modelo HBIM.

Caracterização LOK		SIM	NÃO
LOK100	Obter uma nuvem de pontos	x	
LOK200	Criar paredes, pavimentos e coberturas	x	
LOK300	Modelagem de estruturas complexas	x	
	Caracterização de materiais	x	
LOK400	Projetos de conservação e intervenção		x
LOK500	Periódicos de pesquisa		x
	Conservação preventiva		x
	Uso e divulgação do modelo		x

Fonte: Autoras, 2022.

3.2.5 Criação da documentação arquitetônica

Após a modelagem de toda a edificação iniciou-se o processo de criação da documentação arquitetônica para se ter um modelo HBIM completo. Assim, a documentação arquitetônica é composta por desenhos (plantas baixas, cortes, fachadas, seções e detalhes), modelos geométricos (3D), navegação imersiva e um registro documental da história da edificação.

A utilização de softwares compatíveis com a metodologia HBIM na modelagem da edificação permitiu criar e extrair desenhos arquitetônicos de maneira mais ágil, visto que informações como corte e fachada são criadas de maneira automática na construção digital feita. As plantas baixas, cortes, fachadas, seções e detalhes foram exportados do software Revit em pranchas no formato PDF, após a finalização da modelagem da edificação.

O modelo geométrico 3D foi exportado no formato IFC (Industry Foundation Classes) e DXF (Drawing Exchange Format), que pode ser acessado através de um QRCode disponibilizado nas pranchas em PDF, em que o usuário é direcionado para visualizar a modelagem em realidade aumentada na plataforma Sketchfab. O Sketchfab é uma plataforma onde é possível publicar a modelagem 3D e visualizá-la virtualmente através do site e celular, sem a necessidade de possuir um aplicativo instalado.

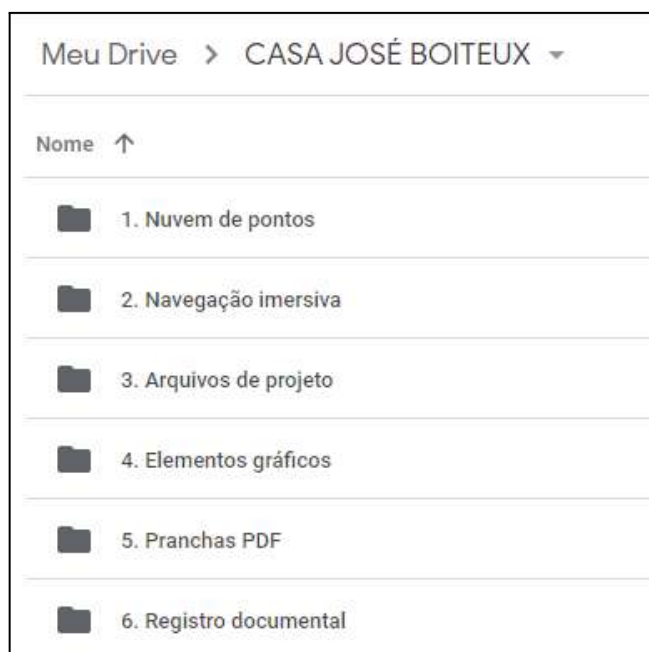
A navegação imersiva utilizada para modelagem da edificação também faz parte da documentação arquitetônica, conforme citado anteriormente. Com essa navegação é possível visualizar a edificação por completo, através dos arquivos gerados no Scene 2go, como ela realmente estava no momento da captura da nuvem de ponto. Assim, detalhes minuciosos que não foram contemplados na modelagem podem ser facilmente visualizados.

Mesmo com a navegação imersiva e com a modelagem da edificação, por se tratar de uma edificação histórica, foi necessário criar um documento que contenha informações a respeito da edificação, incluindo a sua história, para complementar os dados visuais gerados a partir da nuvem de pontos, navegação imersiva e modelo tridimensional. Esse documento, que foi intitulado neste trabalho como “registro documental”, consiste em um arquivo que reúne informações históricas básicas sobre o local de estudo com o intuito de fornecer a FCC e a todos os interessados um registro a respeito da edificação histórica.

3.2.6 Organização da documentação

O processo de organização da documentação iniciou após a geração da navegação imersiva, modelagem da edificação, extração da documentação arquitetônica e registro documental, visando o armazenamento adequado de informações da edificação histórica.

Para isso, utilizou-se uma plataforma de nuvem, especificamente o Google Drive, com o intuito de simular um sistema de registro para incentivar a criação de uma plataforma única que armazene as informações das edificações históricas existentes no estado de Santa Catarina. A organização foi feita conforme indicado na Figura 31.

Figura 31 – Organização da documentação

Fonte: Autoras, 2022.

As pastas foram divididas por conteúdo, na pasta “Nuvem de pontos” estão salvos os arquivos do levantamento realizado. Em “Navegação imersiva” estão os arquivos necessários para acessar o plugin “SCENE 2go”. Na pasta “Arquivos de projeto” estão armazenados os arquivos de projeto, incluindo o arquivo nativo do software Revit no formato RVT, como também o arquivo IFC formato compatível com softwares OpenBim e o DXF utilizado na plataforma Sketchfab. Em “Elementos Gráficos” constam os arquivos referentes aos modelos 3D criados. A pasta “Pranchas PDF” teve como objetivo salvar todas as pranchas em PDF com plantas baixas, cortes, fachadas, seções e detalhes. Por fim, na pasta “Registro documental” foi disponibilizado um relatório com informações gerais sobre a história da edificação.

Toda a documentação gerada, inclusive a conta do Google, usada para criação do Drive, foi disponibilizada à FCC com o intuito de contribuir na preservação do patrimônio histórico.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

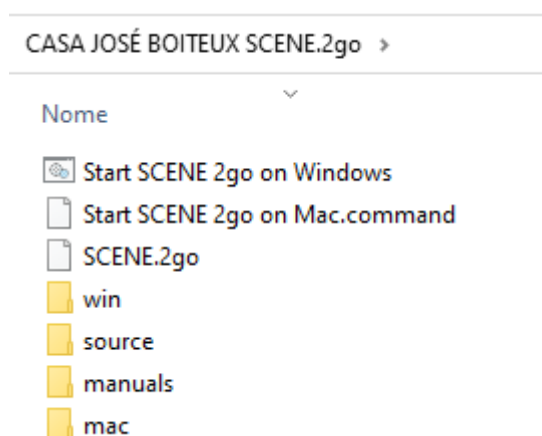
A utilização da metodologia HBIM permite coletar e gerar os dados arquitetônicos da edificação histórica de maneira precisa e detalhada, contribuindo para o registro das informações de maneira segura.

4.1 Escaneamento a laser e navegação imersiva

O desenvolvimento do modelo HBIM consiste em obter informações, que neste trabalho foram levantadas utilizando um equipamento de escaneamento a laser, coletando dados em precisão milimétrica. O equipamento gera uma nuvem de pontos da edificação que pode ser usada para diversos fins. Neste caso utilizou-se para gerar uma navegação imersiva da edificação e também, no formato RCP, para auxiliar durante a modelagem no software Revit.

A navegação imersiva foi gerada utilizando o aplicativo “SCENE 2go”, um plugin do software FARO Scene que é a marca do equipamento utilizado para o levantamento, o aplicativo pode ser aberto em vários idiomas, incluindo o português. Ela consiste em um compilado de arquivos que gera um arquivo executável disponível para o sistema Windows e IOS. Na Figura 32 é possível observar o arquivo executável “Start SCENE 2go on Windows” para o sistema Windows e o “Start SCENE 2go on Mac” para o sistema IOS.

Figura 32 – Arquivos da navegação imersiva



Fonte: Autoras, 2022.

A partir do arquivo executável é possível visualizar toda a edificação de forma dinâmica, navegando entre as cenas formadas pela nuvem de pontos. Para isso é necessário clicar no projeto em questão conforme destacado na Figura 33.

Figura 33 – Página inicial do SCENE 2go no Windows



Fonte: Autoras, 2022.

Em seguida é possível visualizar os diversos pontos da edificação conforme indicado na Figura 34, sendo possível também aplicar o zoom na janela utilizando o scroll do mouse.

Figura 34 – Pontos de escaneamento presentes no SCENE 2go no Windows



Fonte: Autoras, 2022.

Clicando em cada ponto é possível optar entre uma navegação tridimensional, uma vista panorâmica ou acessar as propriedades como mostrado na Figura 35.

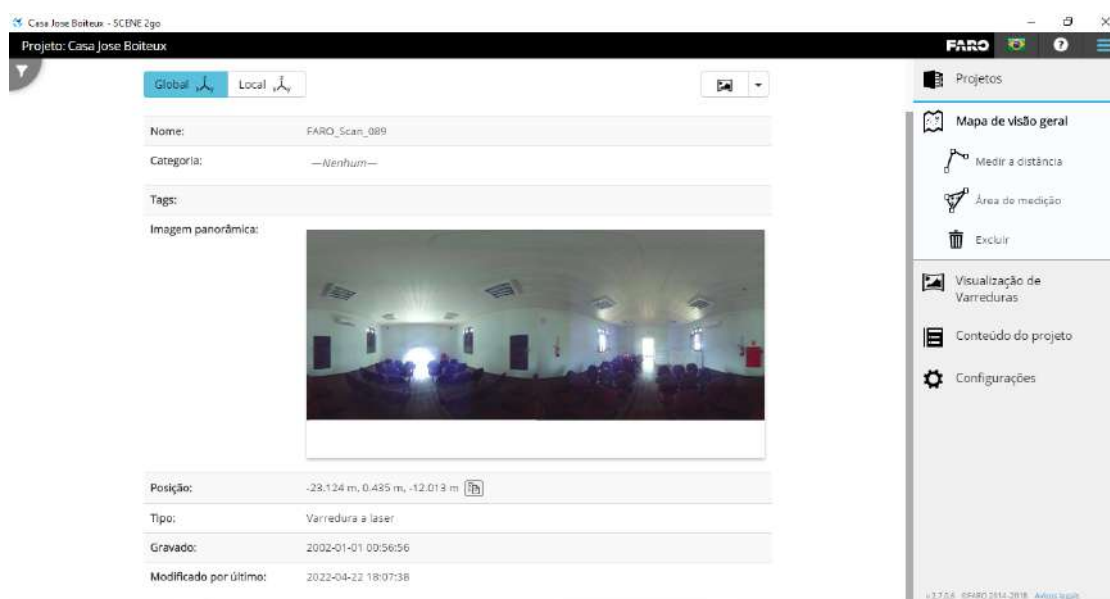
Figura 35 – Indicação de opções do SCENE 2go no Windows



Fonte: Autoras, 2022.

A opção de propriedades exibe, como indicado na Figura 36, a posição global e local, como também a imagem panorâmica.

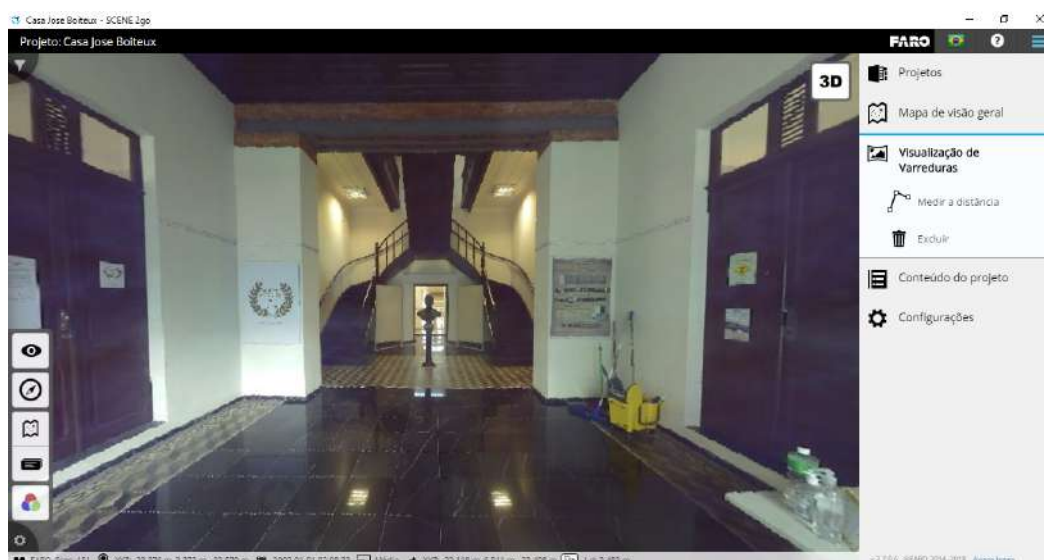
Figura 36 – Visualização das propriedades da cena no SCENE 2go no Windows



Fonte: Autoras, 2022.

A navegação tridimensional também é chamada de “visualização de varreduras”. Na Figura 37 é possível visualizar uma dessas cenas da parte da entrada do edifício, sendo possível movê-la com o botão do lado esquerdo do mouse, ampliar e reduzir o zoom.

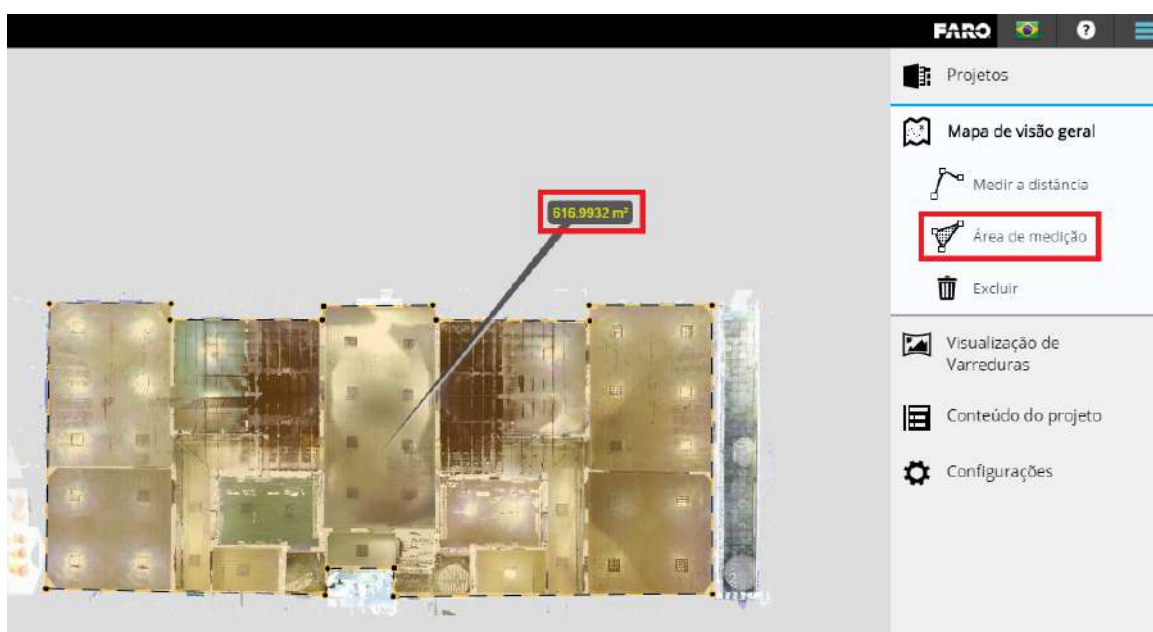
Figura 37 – Visualização de uma varredura no SCENE 2go no Windows



Fonte: Autoras, 2022.

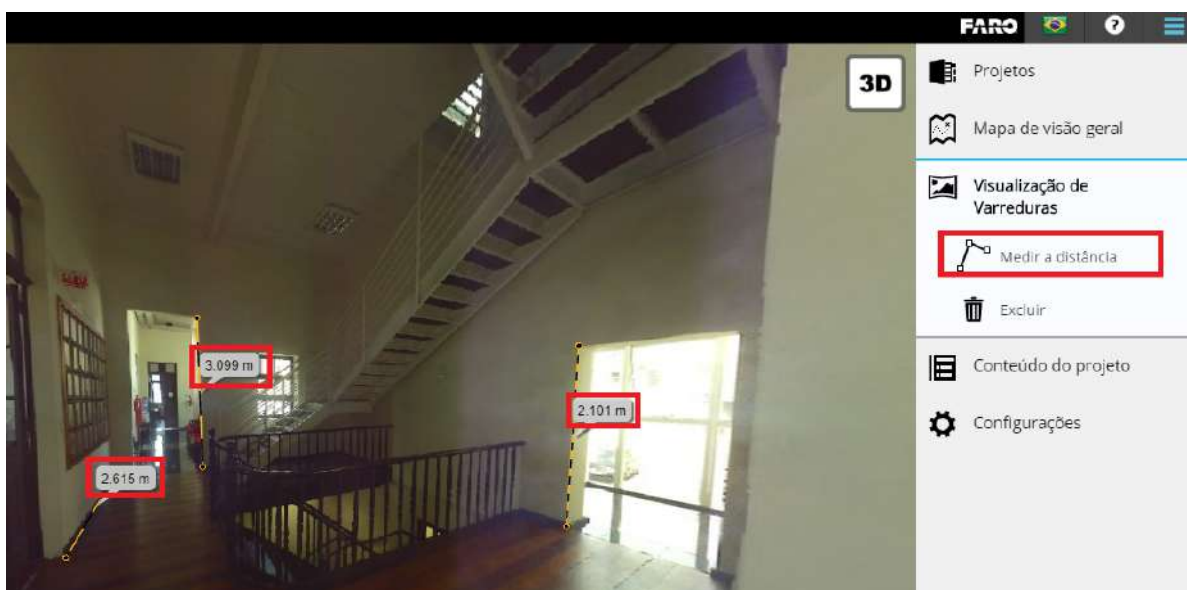
Também é possível realizar medições de distâncias e áreas, como indicado nas figuras 38 e 39, apenas utilizando o comando presente no software.

Figura 38 – Visualização do escaneamento no SCENE 2go com a indicação de área



Fonte: Autoras, 2022.

Figura 39 – Visualização de uma cena no SCENE 2go com a indicação de medidas



Fonte: Autoras, 2022.

Durante o escaneamento realizado foram obtidas 105 cenas disponíveis para acesso no SCENE 2go, com elas é possível visualizar imagens e detalhes precisos, o que pode auxiliar na preservação da edificação. Além disso, foi possível obter dados mais precisos que auxiliaram na modelagem.

Os arquivos do escaneamento a laser 3D estão localizados na pasta “1. Nuvem de pontos”. E o plugin SCENE 2go está salvo na pasta “2. Navegação imersiva” no aplicativo de nuvem (Google Drive) utilizado, onde é disponibilizado um banner com orientações para utilização do arquivo, conforme Figura 40.

Figura 40 – Parte do Banner de orientações da navegação imersiva



Fonte: Autoras, 2022.

Também foram realizadas algumas visitas ao local com o objetivo de conhecê-lo e levantar informações adicionais. Vários detalhes foram obtidos através de fotografias tiradas durante as visitas. A união do escaneamento 3D com as informações coletadas durante as visitas cumpre os requisitos para atingir o LOK100, descrito no capítulo “3.2.5 Nível de Conhecimento (LOK)”.

4.2 Modelagem da edificação

A partir das informações já levantadas, como a nuvem de pontos exportada no formato RCP, navegação imersiva disponível no SCENE 2go e visitas ao local de estudo foi possível iniciar a modelagem da edificação utilizando o software Revit versão 2022.

Para começar um novo projeto no Revit é necessário utilizar um arquivo modelo que pode ser chamado de “template”, termo em inglês que também é muito utilizado. O software disponibiliza alguns modelos nativos que podem ser utilizados de acordo com o projeto que será desenvolvido. Neste caso utilizou-se o modelo de arquitetura.

Com o projeto criado, realizou-se as configurações das unidades que foram utilizadas no projeto. Definiu-se a unidade metro por ser compatível com a nuvem de pontos. Essa configuração está disponível através do comando “UN”.

Em seguida, foram definidos os níveis auxiliares do projeto de acordo com cada pavimento, que facilitaram o posicionamento da nuvem de pontos no arquivo posteriormente.

Para se ter uma melhor organização dos arquivos de projeto foi definida uma sequência na nomenclatura, estabelecendo-a da seguinte forma:

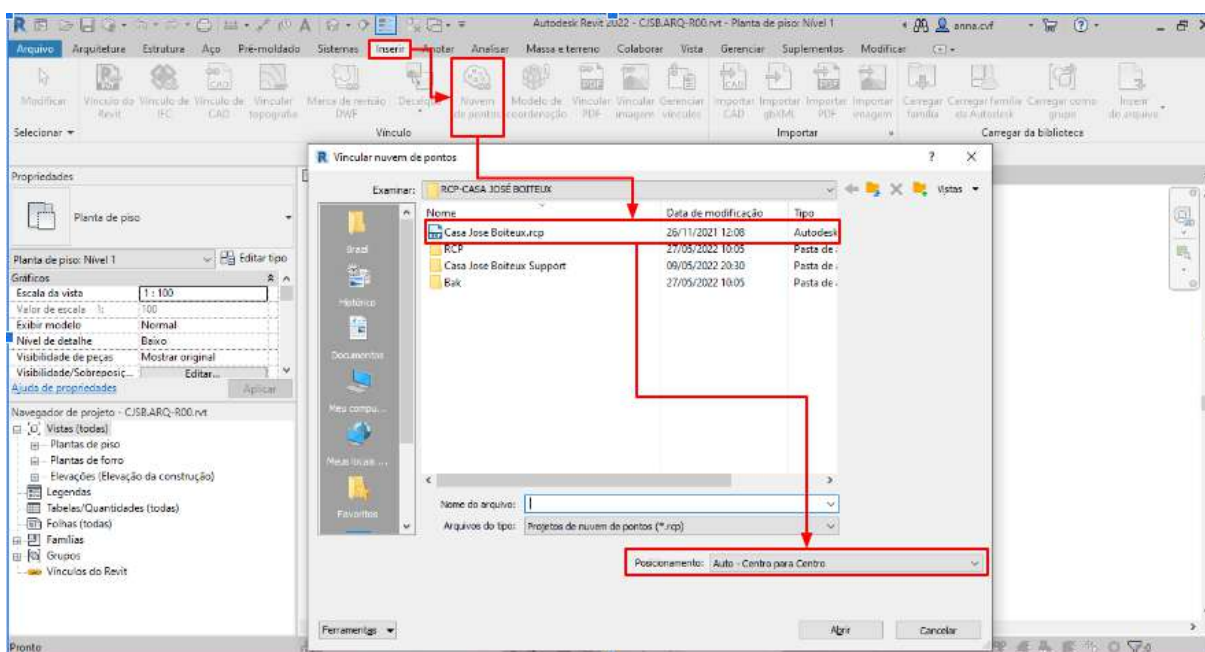
CJSB-RVT-R00

Sendo que as quatro siglas iniciais indicam o local de estudo, neste caso “CJSB” significa Casa José Boiteux. A sigla seguinte descreve o formato do arquivo, sendo “RVT” o formato do projeto nativo do Revit, “PDF”, “DXF”, “IFC”. O último código representa o desenvolvimento do projeto, indicando a revisão que é feita a cada nova alteração, iniciando em R00.

Para a utilização da nuvem de pontos no software é necessário que sejam salvos no computador os arquivos RCP e auxiliares, que foram vinculados ao projeto criado. Para que não seja perdido o vínculo da nuvem de pontos inserida inicialmente, deve-se utilizar o arquivo salvo sempre no mesmo diretório, ou seja, em uma pasta de mesmo nome. Neste caso criou-se uma pasta chamada “RCP-CASA JOSÉ BOITEUX” nos “documentos” do computador.

A importação da nuvem de pontos no software foi feita através do comando Inserir - Nuvem de pontos, selecionando o posicionamento “Auto - centro para centro”.

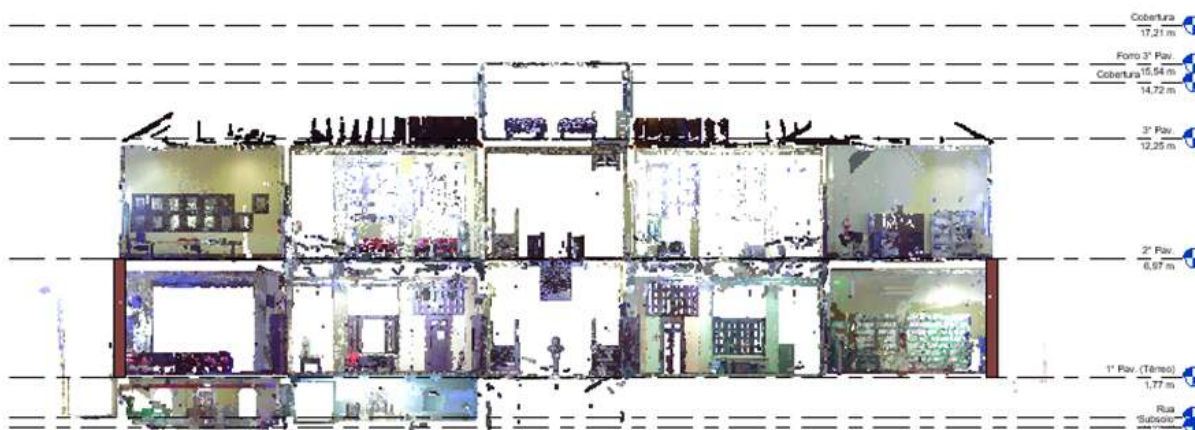
Figura 41 – Importação da nuvem de pontos para o software Revit



Fonte: Autoras, 2022.

Com o modelo RCP vinculado ao projeto definiu-se os níveis reais de cada pavimento, como na Figura 42. Para isso utilizou-se dois cortes perpendiculares, posicionando os níveis de acordo com a nuvem de pontos. Como na edificação existem alguns desníveis, foi adotado um nível de referência para cada pavimento e os pisos e lajes foram lançados tendo esse nível como base. Sugere-se que seja fixada a nuvem de pontos para evitar que seja movida acidentalmente.

Figura 42 – Definição dos níveis no projeto



Fonte: Autoras, 2022.

Para iniciar a modelagem, foi necessário configurar a faixa da vista, de cada pavimento, para melhorar a visualização das paredes. Essas medidas foram modificadas durante todo o processo, sempre que necessário, na Figura 43 está a primeira faixa da vista utilizada no pavimento térreo.

Figura 43 – Faixa da vista definidas inicialmente no projeto

Faixa da vista ✕

Faixa principal

Topo: Deslocamento:

Plano de corte: Deslocamento:

Inferior: Deslocamento:

Profundidade da vista

Nível: Deslocamento:

[Saiba mais sobre a faixa da vista](#)

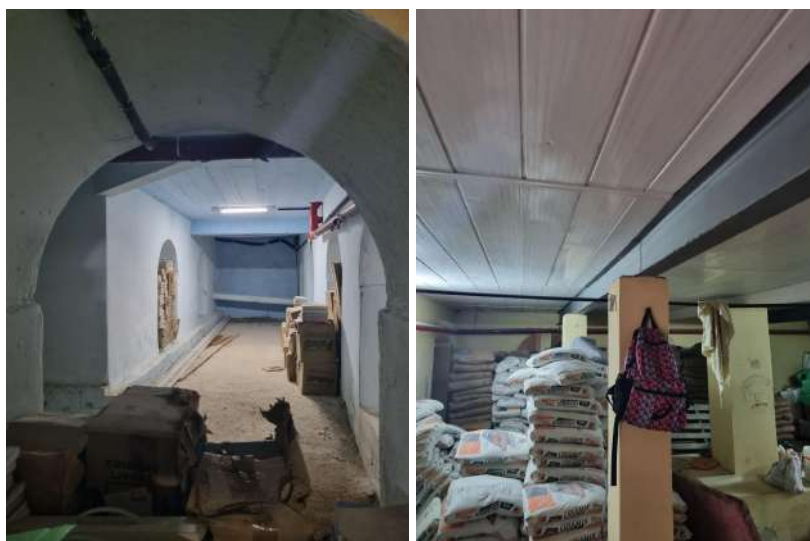
Fonte: Autoras, 2022.

No modelo é possível fazer a modelagem de forma ortogonal, que considera paredes de espessuras iguais e alinhadas, ou de forma não ortogonal, que considera a construção tal como é. Por se tratar de um modelo HBIM, que busca guardar informações sobre o patrimônio histórico, a modelagem foi feita buscando sempre maior precisão.

O primeiro elemento lançado foram as paredes, considerando pontos aproximados da nuvem de pontos. Utilizou-se três modelos de paredes: paredes externas, que possuem a pintura amarela na face externa e bege na face interna, paredes internas que são pintadas de bege em ambas as faces e muro que possui o acabamento amarelo.

O pavimento térreo foi o primeiro a ser modelado, começou-se pelas paredes e em seguida foi lançado o piso. Na sequência foram modelados o 2º pavimento, 3º pavimento e por último o subsolo, onde se obteve uma certa dificuldade em configurar a faixa da vista para detalhar as paredes. Além disso, durante as visitas técnicas, haviam materiais da restauração dispostos pelo subsolo, como mostrado na Figura 44, o que dificultou o reconhecimento do local e por consequência atrapalhou a modelagem.

Figura 44 – Subsolo com materiais de construção



Fonte: Autoras, 2022.

Após o lançamento das paredes e pisos, a cobertura foi adicionada ao modelo e começou-se o processo de detalhar as esquadrias para posteriormente inseri-las ao projeto. Como o escaneamento da parte interna da edificação está completo, optou-se por dar mais ênfase nos detalhes externos da edificação durante a modelagem, como as esquadrias e os elementos em gesso na fachada. Na Figura 45 está a fachada da edificação modelada e renderizada.

Figura 45 – Imagem renderizada da fachada da edificação



Fonte: Autoras, 2022.

Além das paredes, pisos, telhado e esquadrias, também foram modeladas as escadas da edificação, como exemplo a escada do térreo que está apresentada na Figura 46. Tentou-se manter o máximo de precisão possível levando em conta as dificuldades de se modelar uma escada com um padrão diferente dos existentes no software.

Figura 46 – Imagem renderizada da escada do térreo da edificação



Fonte: Autoras, 2022.

Após finalizar a modelagem da edificação, foram configuradas as folhas contendo as plantas baixas, cortes, fachada, vistas 3D e vistas explodidas, que estão apresentadas no capítulo “4.4 Criação da documentação arquitetônica”. Além disso, também foi gerado um vídeo da edificação no próprio software que será incluído na pasta “4. Elementos Gráficos” no Google Drive. Os arquivos RVT, DXF e IFC gerados através da modelagem foram salvos na pasta “3. Arquivos de projeto”.

Além dos dados obtidos com a conclusão da modelagem 3D da edificação, também foram atingidos os LOK200 e LOK300, que representam a parte de volumetria e materiais do modelo HBIM.

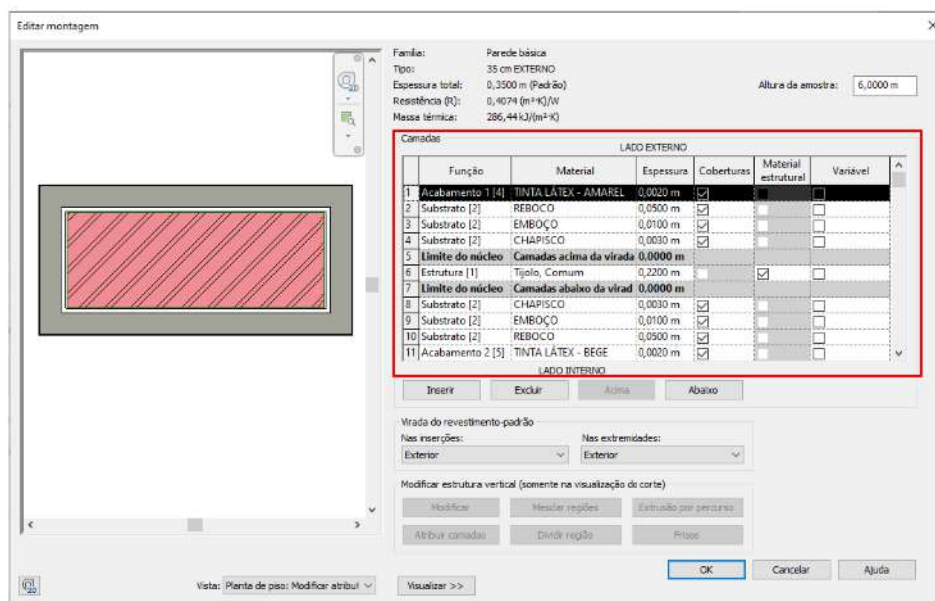
4.2.1 Famílias Paramétricas

A modelagem da edificação foi realizada utilizando diversas famílias que compõem todo o modelo. Como citado anteriormente, existem alguns tipos de famílias, sendo elas do sistema, carregáveis e modeladas no local. Edifícios históricos possuem elementos bastante complexos e muitas vezes difíceis de serem modelados exatamente como construídos.

Levando em consideração que foi gerada uma fotografia imersiva da edificação estudada, onde é possível observar a parte interna da edificação de forma precisa, definiu-se que seria dada maior ênfase aos detalhes arquitetônicos da fachada. De todo modo, buscando-se obter um modelo com uma maior precisão foram utilizadas os três tipos de famílias.

Para utilizar a família de paredes foi necessário configurar os materiais e espessuras, que foram modificadas sempre que necessário. A parede é composta pelo núcleo e faces de acabamento. No núcleo definiu-se o material como tijolo e é nele que a mudança de espessura acontece, nas fases de acabamento foram colocados chapisco, emboço, reboco e tinta como exemplificado na Figura 47.

Figura 47 – Configuração da família de paredes do projeto



Fonte: Autoras, 2022.

As paredes da edificação possuem em sua construção original tijolos maciços e a espessura varia muito de ambiente para ambiente, possivelmente pela quantidade de reboco, tijolos ou devido a condições patológicas. Na Figura 48 é possível observar a composição de uma parede da edificação durante a obra de restauro.

Figura 48 – Estrutura das paredes da edificação



Fonte: Autoras, 2022.

Para o lançamento do piso, foram considerados os modelos de famílias disponíveis na biblioteca nativa do software. O piso de madeira foi lançado com o modelo “Madeira de lei padrão-Acabamento em madeira” e a espessura definida para se adequar ao escaneamento.

Já a parte do piso que possui revestimento cerâmico foi adotada a configuração de “Piso Concreto de 160mm com deck de metal de 50mm”, considerando que na visita técnica realizada foi observado que a estrutura da edificação possui vigas metálicas, sendo esse o modelo que melhor se adequou a construção original.

No revestimento do piso cerâmico foi utilizado um modelo de família padrão da biblioteca nativa, realizando edições, como a inclusão de imagens que representam as cerâmicas que estão presentes no local, como indicado na Figura 49.

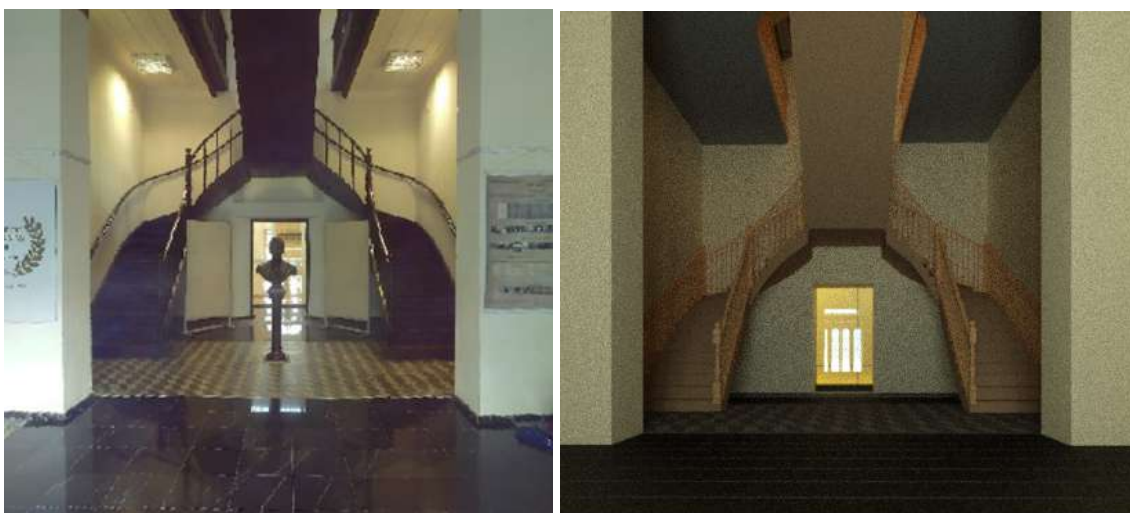
Figura 49 – Revestimento cerâmico da entrada da edificação



Fonte: Autoras, 2022.

A Figura 50, retirada do SCENE 2go, mostra o hall de entrada da edificação, com o piso e a escada em destaque, já a Figura 51 foi retirada do software Revit para ser feita a comparação entre a modelagem e os elementos reais.

Figura 50 e 51 – Comparação entre o piso real e o software Revit.



Fonte: Autoras, 2022.

Para o detalhamento das esquadrias foi necessária uma pesquisa em bibliotecas virtuais disponíveis em sites, como o Revitcity², CADfórum, Familiabim e Plataforma BIMBR. Nestes sites foram encontradas algumas famílias que se

²Os Links de acesso para os sites com famílias disponíveis estão apresentados a seguir, respectivamente: <https://www.revitcity.com/join.php>, <https://www.cadforum.cz/en/>, <https://www.familiabim.com.br/> e <https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/>

assemelhavam com as presentes na edificação, porém foi necessário fazer algumas mudanças para que elas representassem com maior precisão a realidade.

As janelas foram alteradas e detalhadas a partir da família mostrada na Figura 52. Foi necessário criar duas famílias, que representassem as janelas do térreo e as do 2° e 3° pavimentos, que possuem algumas diferenças.

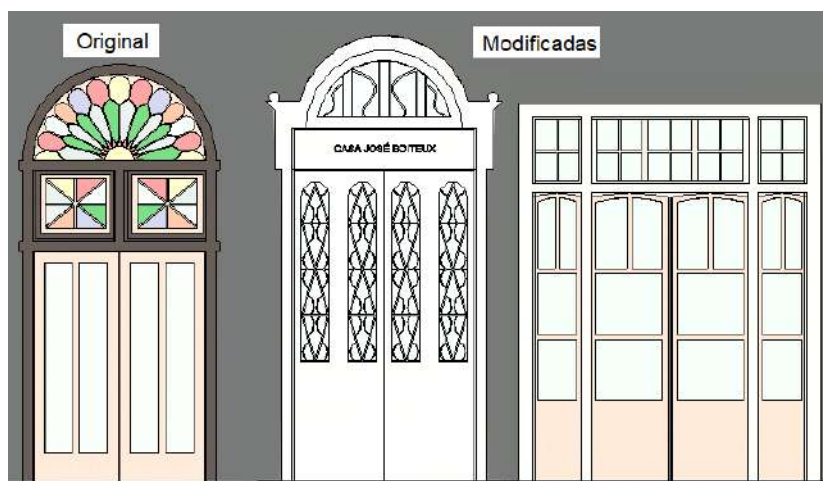
Figura 52 – Famílias original e modificadas de janelas da fachada



Fonte: Autoras, 2022

As portas externas do térreo e 2° pavimento foram modeladas a partir de uma mesma família, onde foi alterada quase toda a estrutura da esquadria, mantendo-se apenas os materiais utilizados, na Figura 53 é possível observar a família original e as duas portas que foram feitas a partir dela. As portas internas seguiram o mesmo processo, diferenciando apenas a família original utilizada como base.

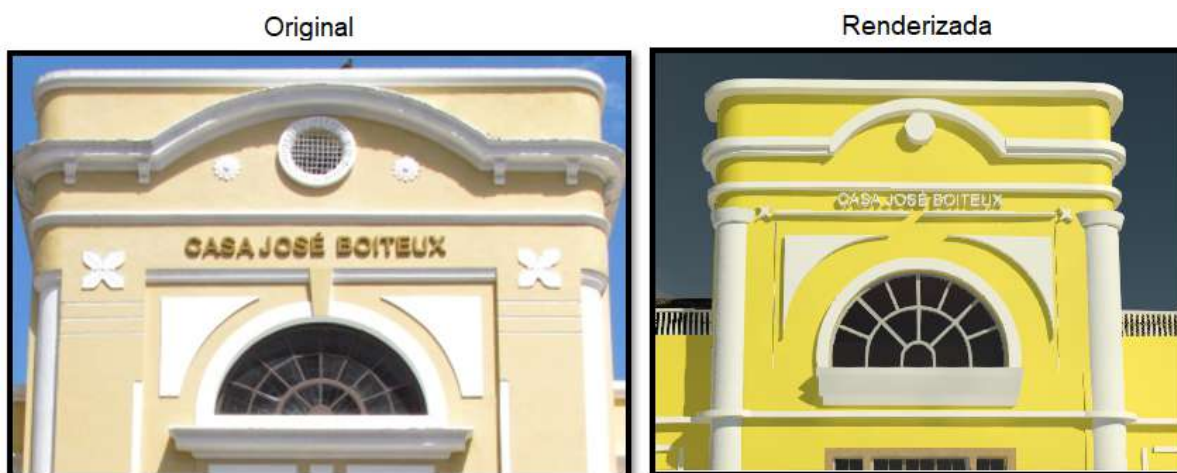
Figura 53 – Famílias original e modificadas de portas da fachada



Fonte: Autoras, 2022

Para detalhar as molduras em gesso presentes na fachada da edificação, optou-se por utilizar a ferramenta “massa no local”, onde é possível criar um sólido 3D de um material específico, neste caso o gesso. Na Figura 54 está apresentada a moldura detalhada da fachada na posição do 3º pavimento e a comparação com a original.

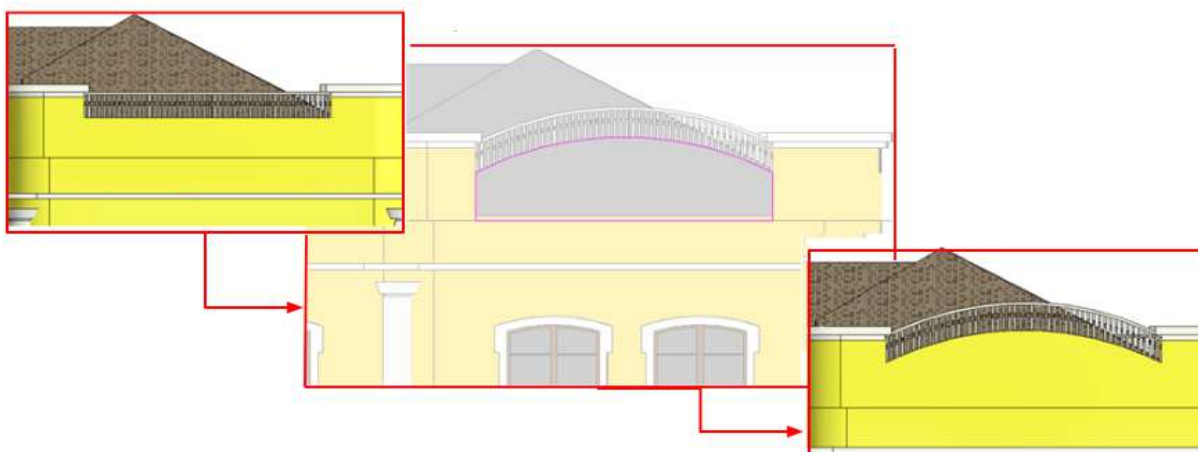
Figura 54 – Moldura da fachada no 3º Pavimento



Fonte: Autoras, 2022

Como a edificação possui uma platibanda curva, foi necessário editar o caminho da parede para fazer com que ela ficasse com um arco na fachada, como mostra a Figura 55.

Figura 55 – Alteração de forma da parede da fachada



Fonte: Autoras, 2022

Para o guarda corpo da sacada do 2º pavimento foi carregado ao projeto uma família que se assemelha ao original presente na edificação. Na Figura 56 é possível observar a fotografia ao lado esquerdo e a modelagem ao lado direito.

Figura 56 – Comparação de guarda-corpo.

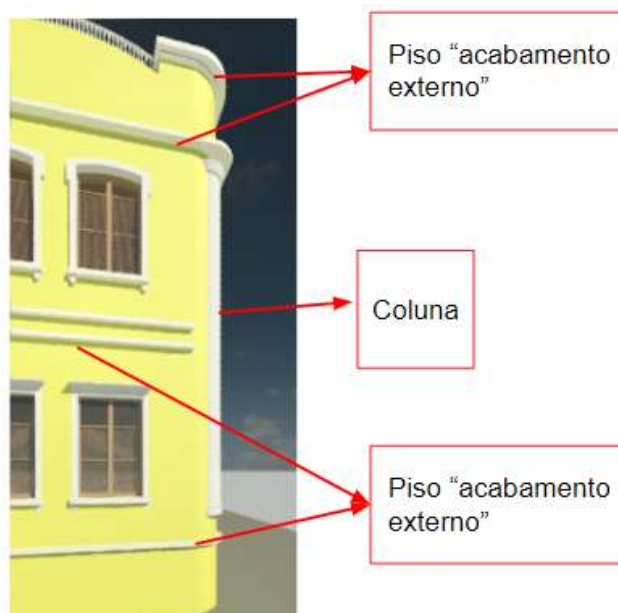


Fonte: Autoras, 2022

Para o telhado da edificação foi utilizada a família padrão da biblioteca do software “Madeira e telha”, pois se assemelha ao telhado original da edificação. Além disso, para lançar a parede de vidro também foi utilizada uma família nativa de “Parede cortina”. E para o elevador foi utilizado um componente existente em bibliotecas dos sites citados anteriormente.

Foram carregadas famílias no modelo para representar as colunas da fachada da edificação. Alguns elementos em gesso que circundam a edificação foram modelados utilizando a família de pisos, onde definiu-se um piso com a nomenclatura “acabamento externo” com as espessuras de 10 e 15 centímetros e o material revestido com tinta branca para simular gesso. Esses elementos estão indicados na Figura 57.

Figura 57 – Indicação da família de pisos utilizada para acabamentos e da família de coluna.



Fonte: Autoras, 2022.

Nos próximos capítulos serão apresentados os elementos gráficos que demonstram o nível de detalhe atingido no modelo. Caso não fosse possível carregar e editar as famílias paramétricas esses detalhes não seriam atingidos ou o tempo necessário para modelar cada família específica seria muito grande, o que dificultaria a realização deste trabalho.


4.3 Criação da documentação arquitetônica

A criação da documentação arquitetônica consiste em extrair todos os dados levantados e modelados do objeto de estudo. A navegação imersiva já está descrita no tópico 4.1 e abaixo encontram-se os demais itens que compõem a documentação.

4.3.1 Pranchas em PDF

Através da modelagem 3D feita no software Revit foi possível extrair as pranchas contendo plantas baixas da edificação, juntamente com cortes, fachadas e vistas explodidas. Para isso foram utilizados e modificados modelos de folhas com selo do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) contendo informações sobre os desenhos. Na Figura 58 está representado um exemplo do selo utilizado.

Figura 58 – Selo da prancha de planta baixa do pavimento térreo.

 INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina Câmpus Florianópolis		
CASA JOSÉ BOITEUX		
<small>ENDEREÇO DA OBRA</small> Av. Hercílio Luz, 523 - Centro, Florianópolis - SC, 88020-001		
<small>PROPRIETÁRIO</small> Fundação Catarinense de Cultura		
<small>DESENVOLVIDO EM</small> Trabalho de conclusão do curso superior de engenharia civil		
<small>AUTORES</small> Ana Carolina Vilke Facini e Adila Carneiro Costa Silva		
<small>COORDENADORES</small> Prof.ª Dr.ª Ana Paula Pupo Correia e Prof.º Dr.º Adolfo Lino de Araújo		
<small>DISCRIMINAÇÃO</small> PLANTA BAIXA TÉRREO	<small>DATA</small> 12/07/2022	<small>PRANCHA</small> F01
<small>ESCALA</small> 1 : 75	<small>CLASSE</small> ARQ	

Fonte: Autoras, 2022.

Os desenhos foram organizados em folhas de tamanho A1 e separados por conteúdo e numeração. No Quadro 03 estão listados os arquivos PDF gerados, com sua nomenclatura e conteúdo. As escalas dos desenhos foram definidas de modo que os detalhes ficassem visíveis.

Quadro 03 – Indicação da nomenclatura e conteúdo das pranchas

Número	Nome	Conteúdo
1	CJSB-PDF-F01	Planta baixa do térreo
2	CJSB-PDF-F02	Planta baixa do segundo pavimento
3	CJSB-PDF-F03	Planta baixa do terceiro pavimento
4	CJSB-PDF-F04	Planta baixa do subsolo
5	CJSB-PDF-F05	Cortes
6	CJSB-PDF-F06	Fachadas
7	CJSB-PDF-F07	Vista explodida geral
8	CJSB-PDF-F08	Vista explodida térreo e segundo pavimento
9	CJSB-PDF-F09	Vistas renderizadas

Fonte: Autoras, 2022.

Uma função relevante do software Revit é a capacidade de gerar vistas explodidas dos elementos 3D modelados. Uma das vistas obtidas neste trabalho está demonstrada na Figura 59, onde é possível observar a edificação, interna e externamente.

Figura 59 – Vista explodida da edificação, gerada no software Revit.



Fonte: Autoras, 2022.

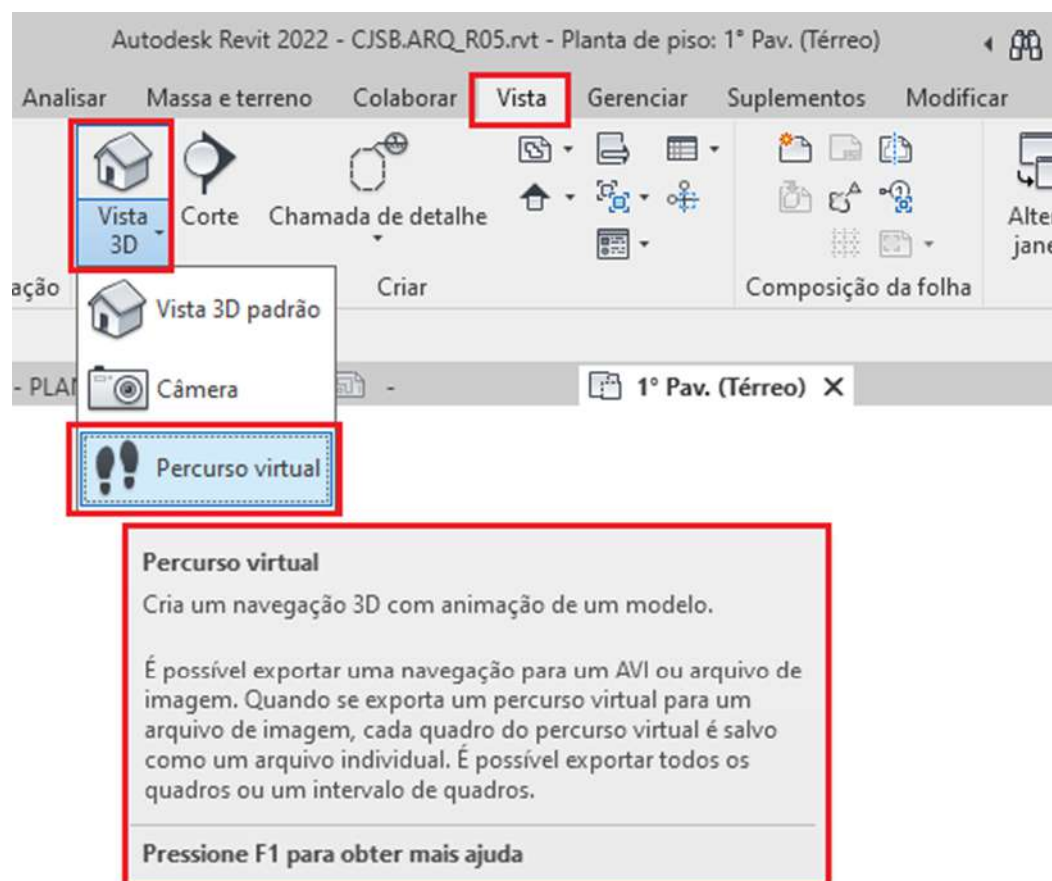
As vistas explodidas geradas, juntamente com os outros arquivos em PDF obtidos no software foram adicionados à pasta do Google Drive “5. Pranchas PDF”. Essa documentação, que foi entregue à FCC, irá contribuir para a preservação da

edificação, auxiliando na elaboração de projetos de restauração. Assim sendo, o LOK400 será atingido quando os projetos forem utilizados para este fim.

4.3.2 Percurso virtual

Além da opção de gerar arquivos em PDF o software Revit apresenta uma função muito interessante, o “percurso virtual” na aba “vistas”, como indicado na Figura 59. Com ele foi possível gerar um caminho pelo projeto modelado que é convertido em vídeo, no formato AVI e também podem ser geradas imagens do percurso.

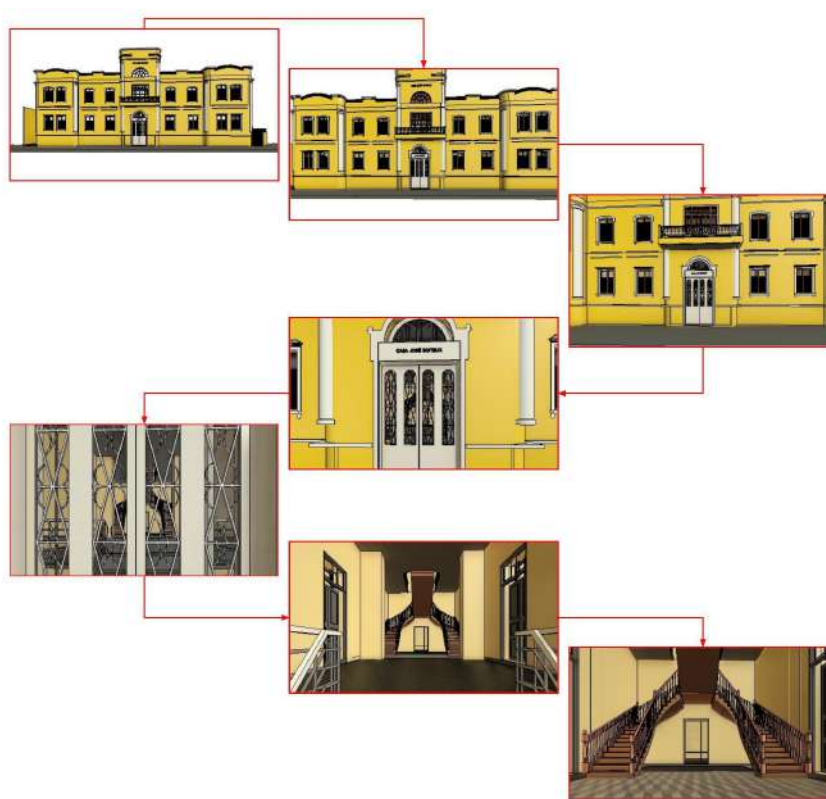
Figura 60 – Indicação do caminho para criar um percurso virtual no software Revit.



Fonte: Autoras, 2022.

Os vídeos gerados do modelo 3D da edificação foram salvos na pasta “4. Elementos gráficos” do Google Drive, juntamente com os arquivos gerados no programa Sketchfab. Na Figura 60 está apresentado um dos vídeos em frames.

Figura 61 – Frames de um percurso virtual gerado no software Revit



Fonte: Autoras, 2022.

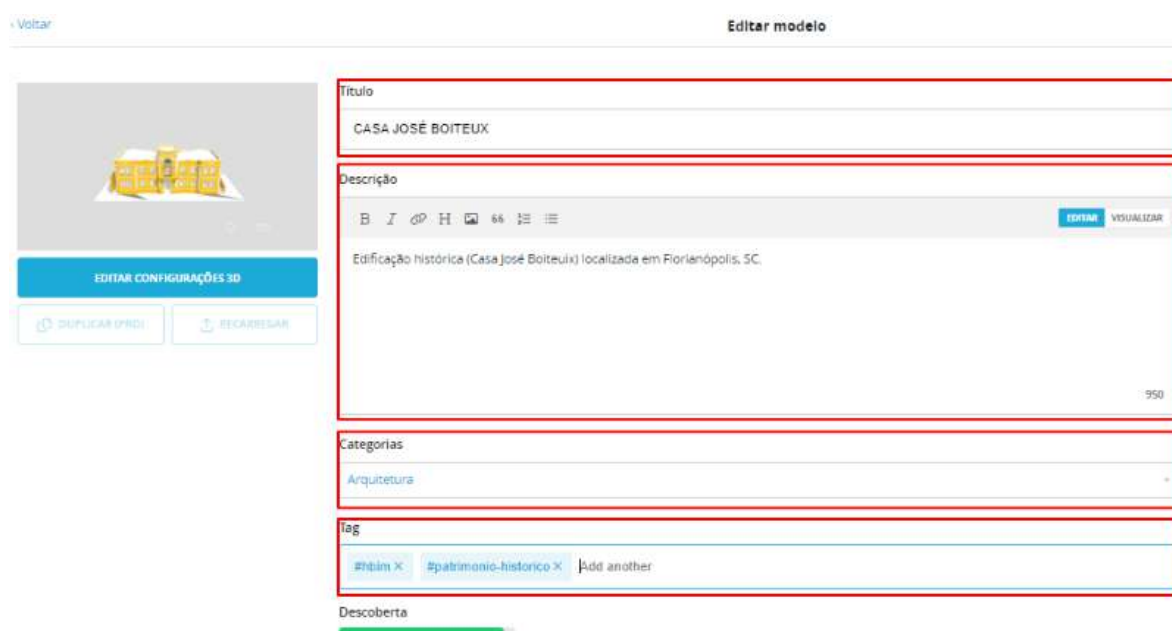
4.3.3 Visualização na plataforma Sketchfab

O Sketchfab é uma plataforma que permite importar alguns formatos de arquivos de modelagem 3D que podem ser visualizados em qualquer navegador móvel, de desktop ou headset de realidade virtual. Os arquivos recomendados são as extensões .obj, .blend, .fbx e .glb. Outros formatos, como .dxf, podem ser importados, mas ainda encontram-se em estudo, não sendo bem suportados. De todo modo, analisando o arquivo .dxf na plataforma em questão não encontrou-se qualquer inconsistência, obtendo um melhor resultado comparado ao formato .fbx, recomendo para os softwares da Autodesk.

Para importar o arquivo é necessário possuir uma conta na plataforma, acessando através do link "<https://sketchfab.com/feed>". Ao realizar o login de acesso, basta clicar no botão "upload", ou "envio", e selecionar o arquivo dentre os suportados pela plataforma. Neste caso, utilizou-se o formato .dxf. Em seguida,

conforme indicado na Figura 61, foi necessário informar o título do projeto, sendo possível também adicionar uma descrição, categoria e tags para que o modelo seja divulgado para mais pessoas que utilizam a plataforma.

Figura 62 – Janela de carregamento de upload do arquivo na plataforma Sketchfab



The screenshot shows the 'Editar modelo' (Edit model) interface on Sketchfab. On the left, there is a 3D model of a yellow building with a white roof. Below the model are buttons for 'EDITAR CONFIGURAÇÕES 3D', 'DUPLICAR OBJETO', and 'RECARREGAR'. The main form on the right has the following fields:

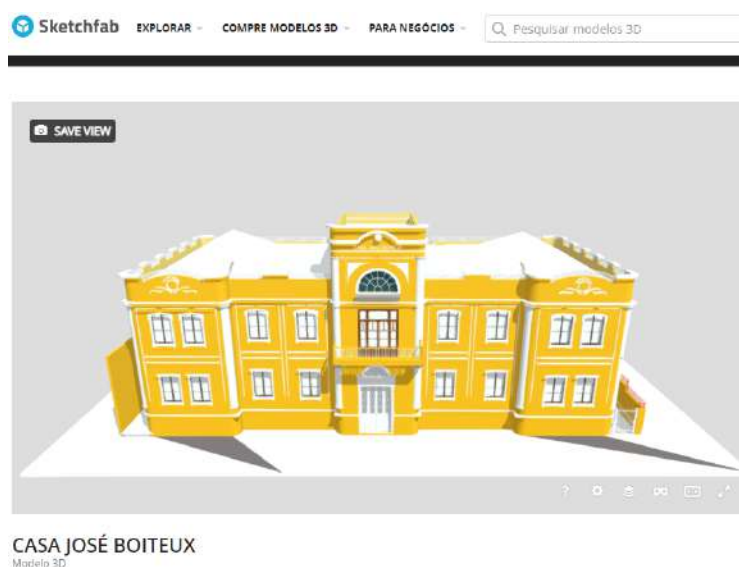
- Título:** CASA JOSÉ BOITEUX
- Descrição:** Edificação histórica (Casa José Boiteux) localizada em Florianópolis, SC. (Includes a rich text editor toolbar with 'EDITAR' and 'VISUALIZAR' buttons)
- Categorias:** Arquitetura
- Tag:** #patrim X #patrimonic-historico X (Add another)

At the bottom left, there is a 'Descoberta' (Discovery) progress indicator.

Fonte: Autoras, 2022

Após publicar o modelo, o mesmo fica disponível para visualização, conforme é possível observar na Figura 62, podendo compartilhar o link da publicação, inclusive criar um QR Code para adicionar a prancha criada.

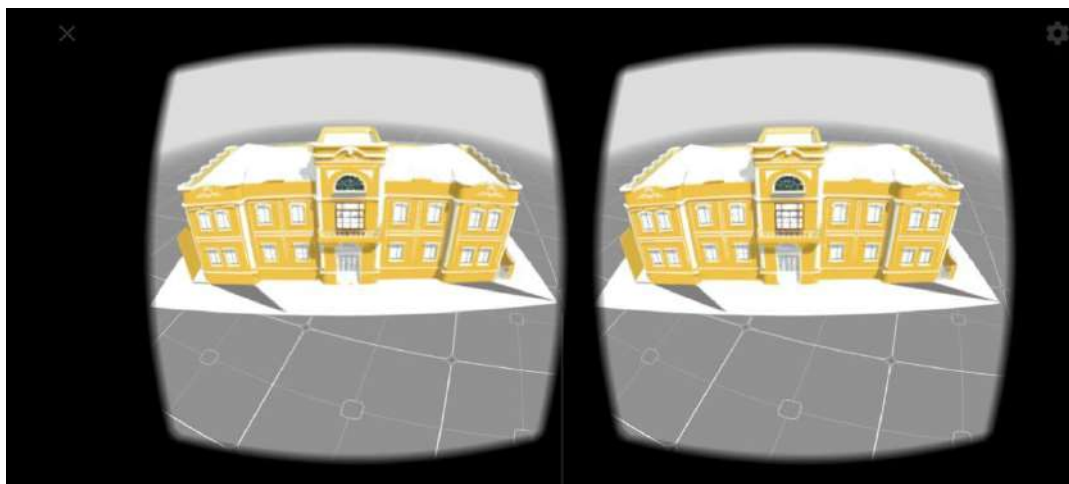
Figura 63 – Modelo publicado na plataforma Sketchfab



Fonte: Autoras, 2022

A plataforma também permite visualizar o modelo em realidade aumentada, conforme mostrado na Figura 63, utilizando o celular com adaptadores, como também no computador com headsets de realidade mista do Windows.

Figura 64 – Visualização de realidade aumentada pelo celular.



Fonte: Autoras, 2022

O “QR Code” disponível nas pranchas foi gerado através do link de compartilhamento da plataforma, utilizado o “Code-generator”, um site que permite gerar QR Code gratuitamente. Além disso, na pasta “4. Elementos gráficos”, disponível no aplicativo de nuvem, consta um banner com orientações, incluindo o QR Code que leva o usuário diretamente à plataforma de visualização.

Todos os arquivos gráficos obtidos neste trabalho podem servir a FCC como conteúdo para realizar a divulgação da edificação, sua história e sua arquitetura, o que pode incentivar mais pesquisas sobre o edifício histórico. Caso isso ocorra, o modelo HBIM terá atingido o LOK500, o maior nível de conhecimento possível.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo HBIM elaborado possibilitou a geração de informações importantes sobre a edificação. Estas, por sua vez, facilitam e auxiliam o processo de preservação, pois possibilitam a elaboração de projetos de intervenções de forma precisa e rápida, o que contribui para desacelerar o desgaste do patrimônio com o tempo.

Os edifícios históricos, tomando como referência o utilizado neste estudo de caso, possuem elementos complexos para serem modelados e bastante desafiadores. As formas arquitetônicas são um dos desafios quando se propõe gerar um modelo HBIM. De todo modo, a nuvem de pontos e a navegação imersiva auxiliam nesse quesito, fornecendo um alto grau de detalhe.

Ainda assim, desenvolver um modelo HBIM completo, contendo a modelagem da edificação, sua história e informações construtivas, além da nuvem de pontos e navegação imersiva, faz-se necessário pois contribui para divulgação do local, seja para especialista da área de conservação, seja para a comunidade que poderá conhecer a edificação e sua história através do modelo HBIM.

Além disso, é importante salientar que o modelo HBIM reúne informações da edificação de forma organizada, o que evita erros durante a concepção de projetos de restauro e diminui o tempo de elaboração. Como se utilizam softwares BIM durante a modelagem, as alterações feitas em qualquer elemento do modelo são atualizadas instantaneamente nas pranchas, isso proporciona maior precisão e qualidade da documentação arquitetônica gerada.

A metodologia aplicada a este trabalho, ainda que tenha elementos específicos utilizados nesta pesquisa, pode ser usada para auxiliar na elaboração de novos modelos HBIM. Levando em conta a importância do patrimônio histórico e sua preservação, torna-se visível o valor deste estudo.

Considerando todas as informações geradas durante este trabalho conclui-se que o LOK atingido no modelo foi o LOK300, sendo este o nível possível para as condições desta pesquisa. Para que o modelo HBIM atinja os LOK400 e LOK500, serão necessários maiores investimentos em restauros, pesquisas e divulgações da edificação.

Os elementos gráficos criados através da modelagem, como vídeos e imagens, gerados no software Revit, juntamente com a navegação imersiva e o modelo em realidade aumentada na plataforma Sketchfab, contribuem de forma significativa para a divulgação da edificação e desta pesquisa, incentivando a criação de novos modelos HBIM das edificações históricas de Santa Catarina. Também se faz importante a criação de um sistema unificado para organizar as informações dessas edificações. A plataforma em nuvem elaborada neste trabalho, para simular este sistema, contém toda a documentação arquitetônica e os arquivos gerados da edificação de forma organizada, o que facilitou a entrega destes para a FCC.

Através deste trabalho foi possível perceber que a participação em projetos de pesquisa e extensão é enriquecedora, pois além de contribuir para o conhecimento a respeito do determinado assunto, possibilita a experiência de fornecer um produto benéfico para a sociedade. Neste caso, contribuindo com a história local.

Por fim, espera-se que o modelo HBIM gerado neste trabalho seja eficiente e utilizado para auxiliar a preservação da edificação histórica "Casa José Boiteux".

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Desenvolver de um manual HBIM, com recomendações a respeito da metodologia e de como aplicá-la em diferentes edifícios históricos, como "PEHBIM" trazendo a referência do "plano de execução HBIM";
- Realizar um estudo de caso, comparando uma reforma ou restauração de um edifício histórico utilizando a metodologia HBIM e não utilizando;
- Desenvolver uma plataforma de cadastro, registro e organização de informações de edificações históricas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. L.; GROETELAARS, N. J. XV **Tecnologia 3D Laser Scanning: características, processos e ferramentas para manipulação de nuvens de pontos**. Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital - SIGRADI. Santa Fé: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo da Universidad Nacional del Litoral, 2011, p.1-5.
- AMORIM, Arivaldo Leão. **A documentação arquitetônica como uma atividade multi, inter e transdisciplinar**. Suplemento XVII ENANCIB. Salvador, v.11, n.1, p. 61-84, abr. 2017. Disponível em: https://www.brapci.inf.br/_repositorio/2017/07/pdf_d514f27429_0000023508.pdf. Acesso em: 18 jan. 2022.
- BEIRER, Magdalena. LOIN – Level of Information Needs. **Build Informed News**, 1out. de 2021. Disponível em: <https://www.buildinformed.com/loin-level-of-information-needs/>. Acesso em: 17 de jun. de 2022.
- BIMForum. **“Level of Acceptance (LoA) Specification Reality Capture and Simulation Taskforce”**. Dezembro, 2019. Disponível em: https://bedc1ff18edc51ade70c-62d24b659f8685310d179f0e7e9a5624.ssl.cf2.rackcdn.com/dbiavc_e1714d68f879d89e24e855c9e636c55b.pdf. Acesso em: 25 mai. 2022.
- Blog BibLus. **LOD e LOIN no BIM: o que são e para que servem**. 10 mar. 2022. Figura. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/lod-e-loin-no-bim-o-que-sao-e-para-que-servem/>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- BOSCATTO, Flavio. **Diretrizes para o levantamento topográfico e geodésico do patrimônio cultural material**. 2014. 264 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Tecnológicas - CTC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/129450/329074.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- BRASIL, **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 18 jan. 2022.
- BRASIL. **Decreto Nº 9.983, de 22 de Agosto de 2019**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, ano 163, seção 1, p. 2, 22 de agosto de 2019.
- BRASIL. **Decreto Nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, seção 1, Ed. 65, p. 5, 03 de Abril de 2020.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 25, de 30 de Novembro de 1937**. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0025.htm. Acesso em: 18 jan. 2022.

CANANI, Aline Sapiezinskas Krás Borges. **Herança, sacralidade e poder: sobre as diferentes categorias do patrimônio histórico e cultural no Brasil**. Horizontes antropológicos, v. 11, p. 163-175, 2005.

CASTELLANO-ROMAN, Manuel; PINTO-PUERTO, Francisco. **Dimensions and Levels of Knowledge in Heritage Building Information Modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cadiz, Spain)**. Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/digital-applications-in-archaeology-and-cultural-heritage>. Acesso em: 02 mai. 2022.

COSTA, Heliara Aparecida; SOUZA, Marcio Presente De; BALDESSIN, Guilherme Quinilato; ALBANO, Gabriela; FABRICIO, Márcio Minto. Modelagem Bim Para O Registro Digital Do Patrimônio Arquitetônico Moderno. **Revista Projetar**, Projeto e Percepção do Ambiente, v.6, n.1, p. 49-68, janeiro de 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revprojetar/article/view/21331/13742>. Acesso em: 20 nov. 2021.

DARÓS, José. Guia completo: BIM 10D construção industrializada. **UTILIZANDO BIM**. 24 jul. 2019. Figura. Disponível em: <https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

DE MEDEIROS, Mércia Carréra; SURYA, Leandro. **A Importância da educação patrimonial para a preservação do patrimônio**. 2009. Acesso em: 30 nov. 2021.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>. Acesso em: 20 nov. 2021.

DODL, Luciano D'Avila. **CADERNO DE BOAS PRÁTICAS PARA AS-IS BIM USANDO LASER SCANNER FARO E REVIT**. Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação) - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA, Engenharia Civil, 2018. 98 p. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/344/TCC%20Luciano%20d%27Avila%20Dodl.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jan. 2022.

DOLLARD, Christopher. Precision Laser Scans of Notre Dame Cathedral Can Help to Preserve, Restore, and Rebuild. **Leica Geosystems**, 2019. Disponível em: <https://shop.leica-geosystems.com/blog/precision-laser-scans-notre-dame-cathedral-can-help-preserve-restore-and-rebuild>. Acesso em: 04 fev. 2022.

FARIAS, Guilherme Cardoso de. **Elaboração de um Template para o software Revit aplicado a uma residência unifamiliar de madeira**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA, Engenharia Civil, Tubarão, 2018. p. 53. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/4366>. Acesso em: 06 de fev. 2022

FARIAS, Julio Cesar. O que é LOD?. **SPBIM Arquitetura Digital**. São Paulo, 28 jan. 2020. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-lod/>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FCC. Fundação Catarinense de Cultura. **Histórico**. Disponível em <<https://www.cultura.sc.gov.br/a-fcc/sobre/historico>>. Acesso em: 01 dez. 2021.

FCC. Fundação Catarinense de Cultura. **A CASA**. 2013. Disponível em <<https://www.cultura.sc.gov.br/espacos/casajoseboiteux>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

FERREIRA, Timóteo de Andrade; TIRELLO, Regina Andrade. **Práticas de documentação e registro em 3D laser scanning em Monte Santo-BA, a cidade que abriga o “Altar do Sertão”**. In: ANDRADE, Darly Fernando *et al.* Estudos Brasileiros sobre Patrimônio. Belo Horizonte: Poisson, 2019. Cap. 21. p. 216-230. Disponível em: https://www.poisson.com.br/livros/patrimonio/volume3/Patrimonio_vol3.pdf. Acesso em: 15 fev. 2022.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Estrutura do projeto de pesquisa. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 67-90, 2009. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213854/000728742.pdf?sequence=1>>.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Estrutura do projeto de pesquisa. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 33-44, 2009. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/213838/000728731.pdf?sequence>>.

GROETELAARS, Natalie Johanna. **Criação de Modelos BIM a partir de “nuvens de pontos”**: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. 2015. 372 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

Patrimônio histórico: como e por que preservar. 3ª Ed. Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo - CREA-SP. Grupo de Trabalho Patrimônio Histórico e Arquitetônico. São Paulo, 2008, 34 p. Disponível em: https://www.creasp.org.br/arquivos/publicacoes/patrimonio_historico.pdf. Acesso em: 19 jan.2022.

IBGE. **Instituto Politécnico: Florianópolis, SC.** s.d. Figura. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=441390>>. Acesso em: 22 jan. 2022.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Carta de Veneza.** 1964 Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Veneza%201964.pdf> . Acesso em: 20 jan. 2022.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Patrimônio Cultural.** 2014. Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/218>>. Acesso em: 30 nov.2021.

JUSTI, Alexander Rodrigues. **Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros.** Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008. Acesso em: 29 jan. 2022.

KENSEK, Karen. **Building Information Modeling (BIM) - Fundamentos e Aplicações.** Grupo GEN, 2018. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153011/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

LETRAS, Academia Catarinense de. **Projeto Casa José Boiteux.** Florianópolis, 03 dez., 2015. Facebook: [academiacatarinensedeletras](https://www.facebook.com/academiacatarinensedeletras). Disponível em: <<https://www.facebook.com/academiacatarinensedeletras/photos/a.786685411458760/786685361458765>>. Acesso em: 14 fev. 2022.

LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas. **BE2012-Encontro Nacional Betão Estrutural**, p. 2-3, 2012. Acesso em: 26 jan. 2022.

MAKOWIECKY, Sandra; GOUDARD, Beatriz. **Museu da Escola Catarinense: a experiência de preservação do espaço e construção de um arquivo virtual.** ARTE CONTEMPORÂNEA, 2016, p. 72. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/66094093/arte_contemporanea_acoes_expositivas_estrategias_museais_-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1644812271&Signature=KeLvkwECju8CByhqYfaDho-z8ZYDqFw~aurfgyG8TulrWgdIMhocp1aUBKd~9LrNvVx4eT4VMcKN8HnSFPhtdL5xj7Y6qlesjQMLvhTtHlnI7SfmAEJF2HGglWNm4Nut1q6hYxijhiAdkx1OR0d-uzOuNT83JTBsrnc2OuUrYca3yF~TTvt7DwlYRJoQonwld0NA0NrP2DTKIY8EWeu87vkbtU828abWC9Q~T-ylna8AUTc6wWpdC0KzelQooCdVWk4HKG B4ZlfqfEpt~EQKuUQwzBeJmuX~fZzadzv600CVi1o10ZApe8bCPT0yggpPUY0W8TuMuSRH8dW1Mhz0g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=72>. Acesso em: 14 fev. 2022.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013. Acesso em: 26 jan. 2022.

MANZIONE, L. **Sistemas de classificação da informação do edifício**. Ago, 2013b. Disponível em <http://www.coordenar.com.br/sistemas-de-classificacao-da-informacao-do-edificio/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

MINICH, Andressa Marques. **Utilização da fotogrametria digital aliada a modelagem numérica para previsão do comportamento mecânico da ponte natural de pedra de Alegrete-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação) - Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA CIVIL, 2020. 63 p. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/5409/1/ANDRESSA%20MINICH%20-%202020.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2022.

MINISTÉRIO da Defesa. **CISCEA desenvolve primeiro projeto integralmente em tecnologia BIM**. FAB. Figura. 14 jul. 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36009/PROJETOS%20-%20CISCEA%20desenvolve%20primeiro%20projeto%20integralmente%20em%20tecnologia%20BIM> >. Acesso em: 14 fev. 2022.

Ministério Público do Distrito Federal e Territórios, MPDFT. **Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM**. 1 ed. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro_2021/Caderno_BIM_MPDF_T_Edi%C3%A7%C3%A3o_1_2020_dezembro.pdf Acesso em: 26 jan. 2022.

PEREIRA FILHO, Hilário Figueiredo. **Documentação**. In: REZENDE, Maria Beatriz; GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Orgs.). Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural. 1. ed. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2015. (verbete). ISBN 978-85-7334-279-6. Acesso em: 30 nov. 2021.

PETRY, Eduardo. **Academia de Comércio de Santa Catarina**. Santa Catarina Antiga, 2013. Disponível em: <http://santacatarinaantiga.blogspot.com/2013/05/>.

RECONSTITUIÇÃO - Catedral Notre-Dame em 3D. **Revista Pesquisa FAPESP**, Ed. 279, p.12, mai. 2019. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2019/05/012-017_Notas_279.pdf. Acesso em: 04 fev. 2022.

REBEC, Katja Malovrh; DEANOVIC, Boris; OOSTWEGEL, Laurens. **Old buildings need new ideas: Holistic integration of conservation-restoration process data using Heritage Building Information Modelling**. Journal of Cultural Heritage, 2022. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cultural-heritage> . Acesso em: 01 mai. 2022.

REGINATTO, João Henrique Elias; CUNHA, Guilherme Barcelos; BEDIN, Janaína. **MODELAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SOFTWARE DE PLATAFORMA BIM**. 5º Simpósio De Sustentabilidade E Contemporaneidade Nas Ciências Sociais, 2017. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/594c165427d71.pdf>. Acesso em: 06 de fev. 2022

ROSA, Rodrigo. CASA JOSE BOITEUX. **FCC - Fundação Catarinense de Cultura**, 2013. Disponível em: <https://www.cultura.sc.gov.br/espacos/casajoseboiteux#referencias>. Acesso em: 30 nov. 2021.

SACKS, Rafael, et al. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Disponível em: Minha Biblioteca, (3rd edição). Grupo A, 2021.

SANTA CATARINA. **Decreto-Lei nº 7439, de 24 de Abril de 1979**. Institui a Fundação Catarinense de Cultura -FCC, e das outras providências. Disponível em: <http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/1979/007439-005-0-1979-000.htm>. Acesso em: 30 nov. 2021.

SAMPAIO, Alcínia Zita. **BIM as a Computer-Aided Design Methodology in Civil Engineering**. Journal of Software Engineering and Applications , v.10 , p.194-210, fevereiro de 2017. Acesso em: 19 jan.2022.

SOUSA, Luciano Hamed Chaves Haidar. Lod? O que é isso?. **#BIM**. Figura.

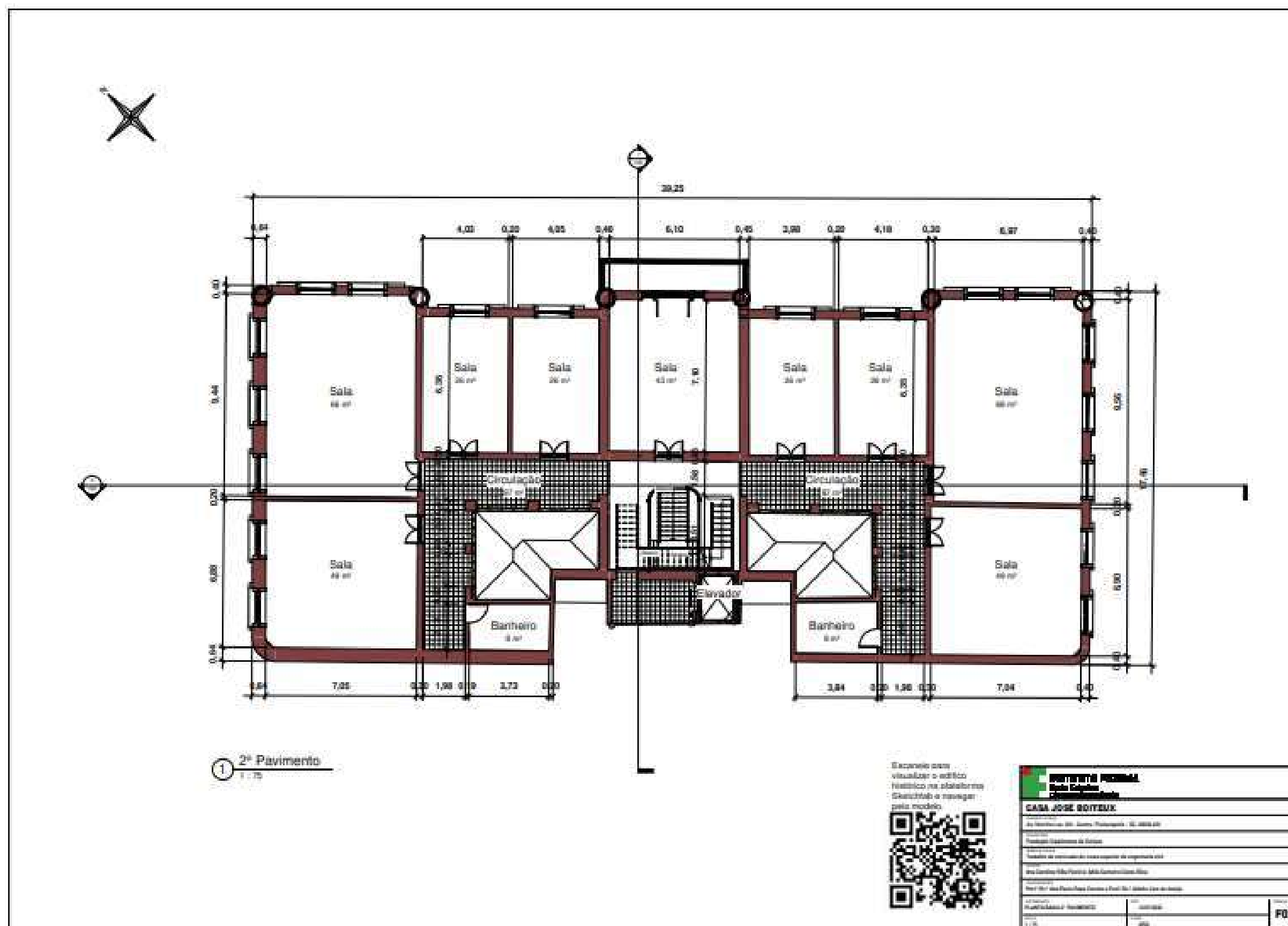
Fortaleza, 05 jan. 2018. Disponível em:

<https://hashtagbim.wordpress.com/2018/01/05/lod-o-que-e-isso/> Acesso em: 14 fev. 2022.

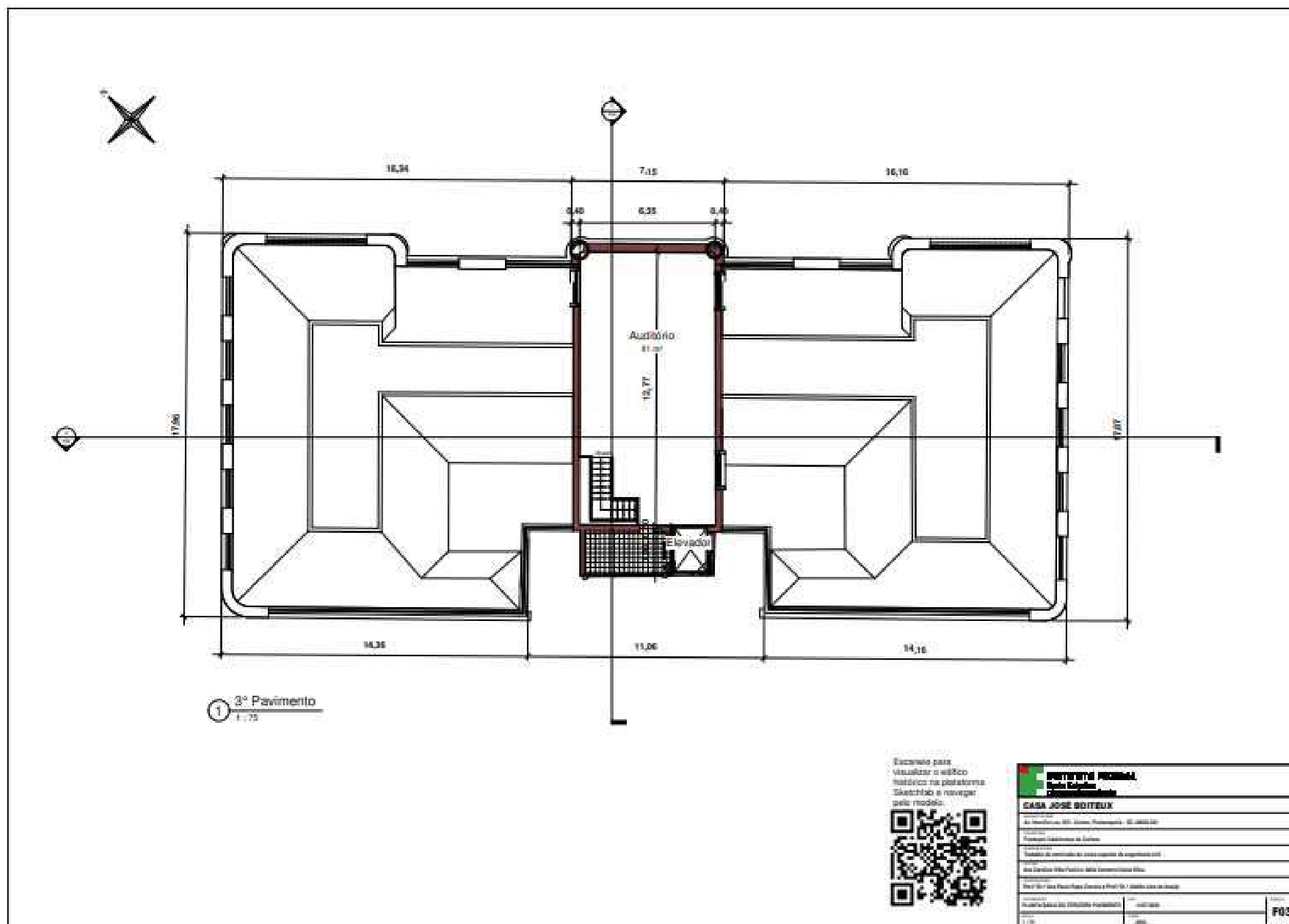
TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do patrimônio arquitetônico**. 2018.Tese (Pós-graduação) - Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/27947> Acesso em: 02 set. 2021.

APÊNDICES

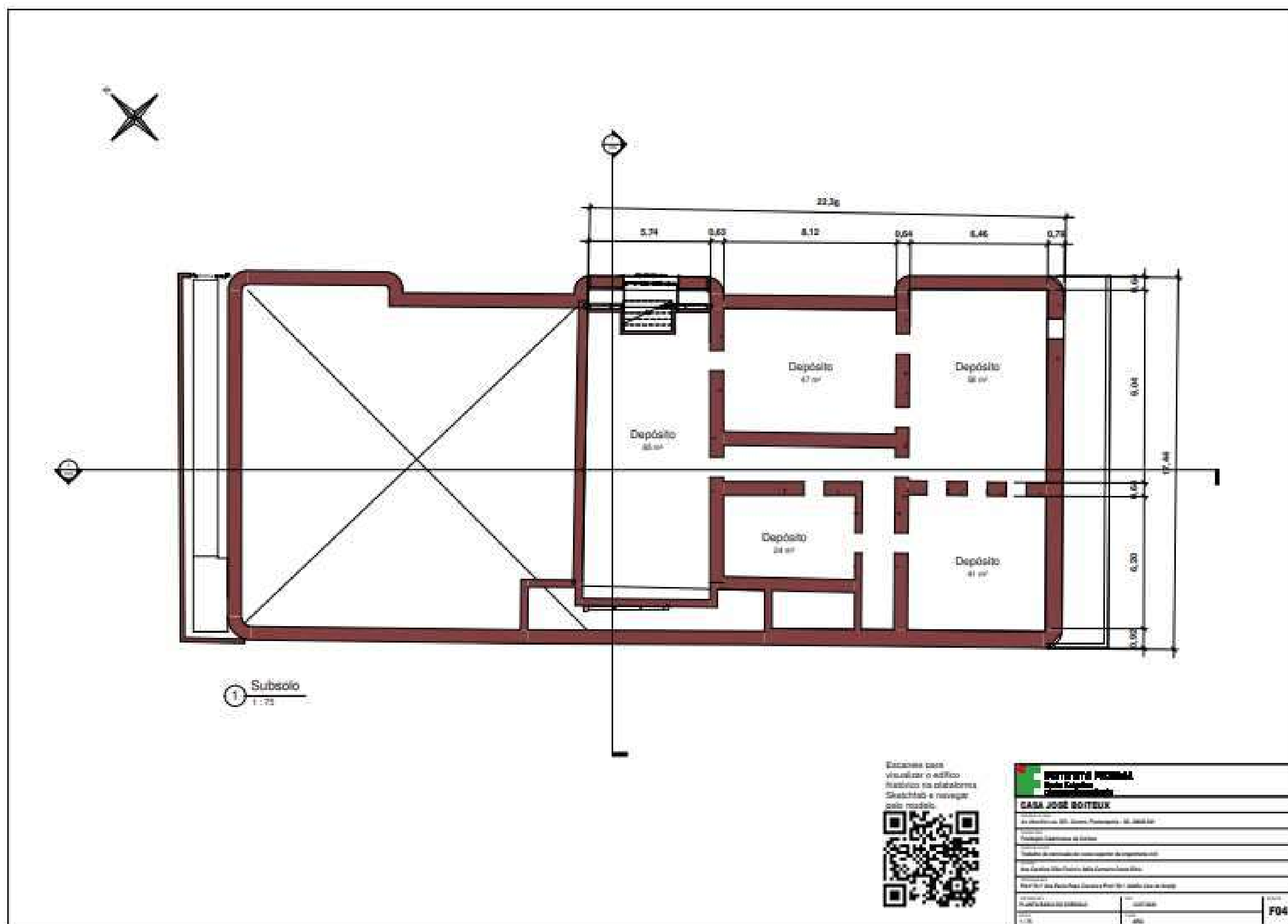
APÊNDICE B - Planta baixa do segundo pavimento (Sem Escala)



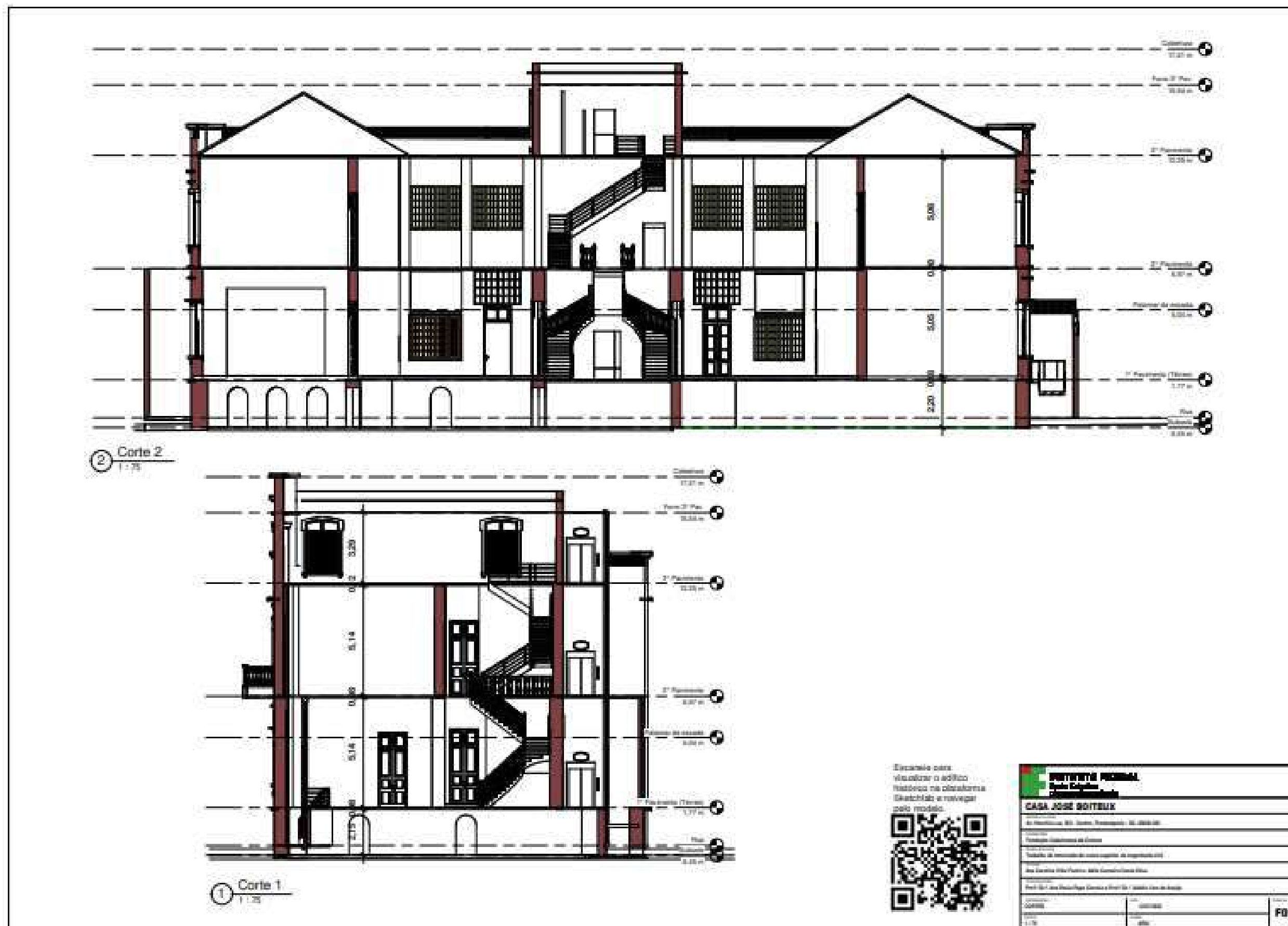
APÊNDICE C - Planta baixa do terceiro pavimento (Sem Escala)



APÊNDICE D - Planta baixa do subsolo (Sem Escala)



APÊNDICE E – Cortes (Sem Escala)



APÊNDICE F – Fachadas



2 Fachada Frontal
1 : 100



1 Lateral Esquerda
1 : 100



3 Lateral Direita
1 : 100

Escaneie para visualizar o edifício interactivo na plataforma SketchUp e navegar pelo modelo.



INTERTECH PERMAL Soluções em Arquitetura		
CASA JOSE BOITEUX		
Rua Francisco de Sá, 100 - Centro, Teresopolis - RJ, 13600-000		
Projeto		
Projeto Arquitetônico de Fachada		
Tamanho do empreendimento: 1000 m² (aproximadamente)		
Rua Francisco de Sá, 100 - Centro, Teresopolis - RJ		
Projeto para: Casa Jose Boiteux - Casa e Espaço de Trabalho		
Arquiteto	Intertech Permal	F06
Projeto	2024	

APÊNDICE G - Vista explodida geral



APÊNDICE H - Vista explodida térreo e segundo pavimento



APÊNDICE I – Vistas renderizadas



① Fachada
1:1



④ Escada 2
1:1



② Fachada 2
1:1



③ Escada
1:1

Escaneie para
visualizar o edifício
fotônico na plataforma
SketchUp o navegador
para mobile.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE Faculdade de Engenharia Departamento de Engenharia de Estruturas		
CASA JOSÉ BOYEUX		
Av. Itália Km 8, Foz de Aduar, Torres, RS - 96201-900		
Projeto Arquitetônico de Edifício		
Trabalho de conclusão de curso (TCC) de Engenharia de Estruturas		
Prof. Dr. José Roberto de Sá Carneiro Neto		
Prof. Dr. José Roberto de Sá Carneiro Neto		
Prof. Dr. José Roberto de Sá Carneiro Neto		
Nome do Aluno:	Matrícula:	F09
Nome do Aluno:	Matrícula:	

APÊNDICE J - Banner de apresentação do SCENNE 2GO





FOTOGRAFIA IMERSIVA

Aqui você encontra uma pasta zipada com os arquivos para acessar a navegação imersiva, onde é possível realizar medições. Para visualizar baixe a pasta e descompacte-a. Acesse o arquivo de acordo com o seu sistema operacional, executando o arquivo "Start SCENE 2go on Windows" ou "Start SCENE 2go on Mac".



Desenvolvido no trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis, pelas alunas Adila Carneiro Costa Silva e Ana Carolina Vilke Facini. Orientação pela Prof.^ª Dr.^ª Ana Paula Pupo Correia e Prof.^º Dr.^º Adolfo Lino de Araújo.

APÊNDICE K - Banner de apresentação do Sketchfab



VISUALIZAÇÃO NO SKETCHFAB

Escanei o qrcode abaixo para visualizar o edificio histórico na plataforma Sketchfab e navegar pelo modelo criado.



Desenvolvido no trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis, pelas alunas Adila Carneiro Costa Silva e Ana Carolina Vilke Facini. Orientação pela Prof.^ª Dr.^ª Ana Paula Pupo Correia e Prof.^º Dr.^º Adolfo Lino de Araújo.

APÊNDICE L – Registro documental

CASA JOSÉ BOITEUX

Um registro com informações a respeito da edificação histórica.



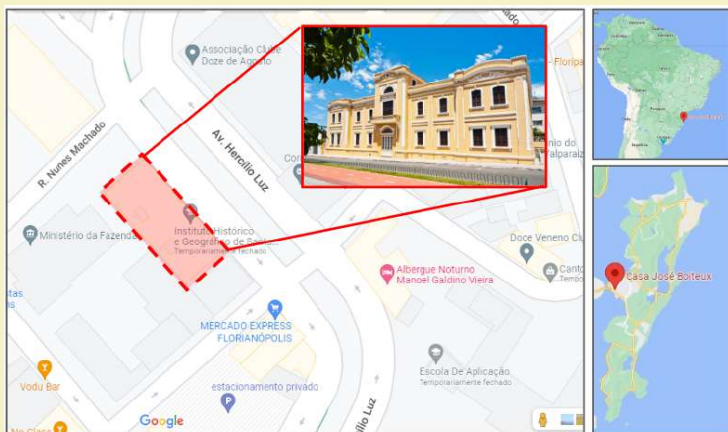
Desenvolvido no trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis, pelas alunas Adila Carneiro Costa Silva e Ana Carolina Vilke Facini. Orientação pela Prof.ª Dr.ª Ana Paula Pupo Correia e Prof.º Dr.º Adolfo Lino de Araújo.

Edifícios históricos, como o próprio nome já remete, são edificações que possuem valor histórico para a sociedade. A edificação Casa José Boiteux é um exemplo e com o intuito de contribuir com o registro da história referente a tal edificação, reunimos aqui algumas informações a respeito da edificação. É importante destacar que este documento é um complemento das informações geradas no trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina das alunas Adila Carneiro Costa Silva e Ana Carolina Vilke Facini, com orientação da Prof.^a Dr.^a Ana Paula Pupo Correia e coorientação do Prof.^o Dr.^o Adolfo Lino de Araújo.

1. Breve histórico

Em 1922, o governador Hercílio Luz cedeu um terreno situado na avenida Hercílio Luz, conhecida na época como Avenida do Saneamento, entre as ruas Nunes Machado e General Bittencourt, para construção da edificação.

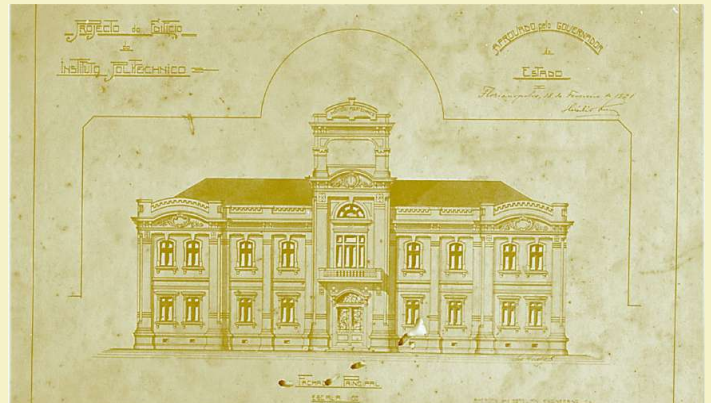
Figura 01 - Localização Casa José Boiteux



Fonte: Adaptado de Google Maps (2022)

Após isso iniciou-se o processo de abertura de licitações para confecção dos projetos e construção (VEIGA, 2008 apud PETRY, 2013). Na Figura 02 temos a imagem do projeto da fachada principal aprovado pelo governador para execução da construção.

Figura 02 – Imagem do projeto da fachada principal



Fonte: Academia Catarinense de Letras (2015)

A edificação foi construída para servir como local para o Instituto Politécnico, um estabelecimento de ensino superior na capital, com recursos provenientes dos governos Federal e Estadual, incluindo doações do Ministério da Agricultura, banqueiros, comerciantes e da indústria (VEIGA, 2008 apud PETRY, 2013). Além de abrigar o Instituto Politécnico a edificação também foi sede da Escola do Comércio de Santa Catarina de 1935 até a década de 1990 quando foi extinta. (PETRY, 2013).

Figura 03 - Academia de Comércio



Fonte: Casa da Memória de Florianópolis, s.d. apud Petry (2013)

Em 2010, passou por uma restauração para na sequência ser sede do Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina e da Academia Catarinense de Letras (PETRY, 2013). Na figura 04 está representada a edificação após a restauração realizada em 2010.

Figura 04 - Casa José Boiteux Restaurada em 2010



Fonte: FCC (2013)

2. A edificação

Segundo Veiga (2008) apud Rosa (2013) a edificação possuía padrões modernos para a época e era considerado o segundo maior edifício da capital. O autor ainda destaca que,

durante o período de construção, Florianópolis passava por um forte processo de modernização e embelezamento e a Avenida Hercílio Luz, local onde está situada a edificação, foi um marco dessa etapa da história da cidade. A edificação possuía detalhes arquitetônicos mesclados, destacados por Petry (2013):

A edificação tem 26 salas e mescla estilos arquitetônicos. Nas portas, os lírios moldados no ferro têm inspiração art nouveau, as janelas seguem estilo português, a fachada tem linhas retas. A estrutura do prédio é equilibrada: foi construída no centro do terreno e uma coluna central, de três andares, divide duas alas iguais. (PETRY, 2013, s.p.)

Na Figura 05 é possível observar a edificação durante a sua utilização como Instituto Polytechnico.

Figura 05 - Instituto Polytechnico, atual Casa José Boiteux

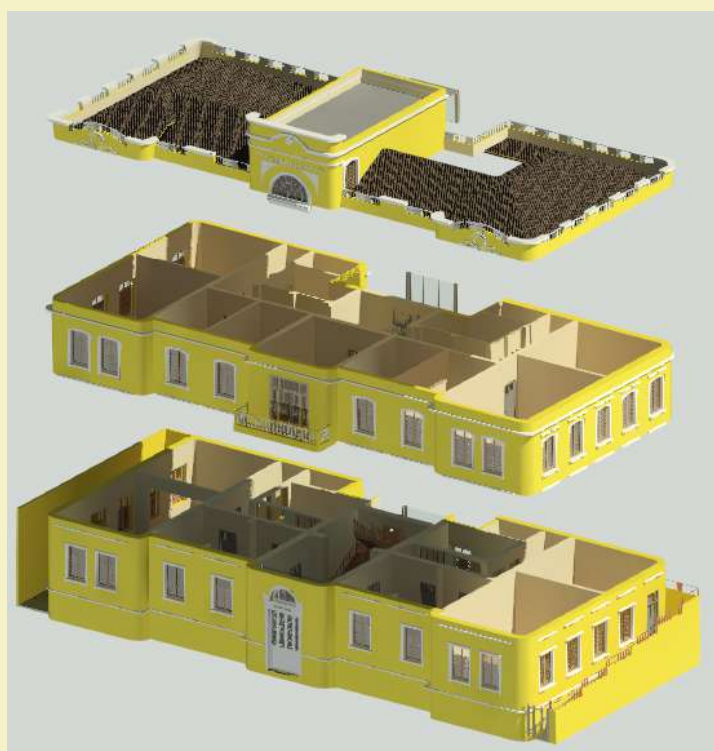


Fonte: IBGE (c2021)

Originalmente, o edifício foi projetado para ambientes como sala de aula, biblioteca e auditório, possuindo três pavimentos. O pavimento “subsolo” serve como depósito e abrigo para a bomba hidráulica do sistema preventivo contra incêndio. O “primeiro pavimento” abriga auditório, secretaria e

biblioteca, além dos banheiros masculino e feminino e o elevador. O “segundo pavimento” possui nove salas, das quais uma delas possui uma varanda, banheiros e corredores de circulação. O “terceiro pavimento” possui uma sala multiuso com dois acessos para a cobertura do segundo pavimento.

Figura 06 – Vista explodida dos pavimentos da edificação



Fonte: Autoras (2022)

3. Histórico de reformas

Em 2010 passou por uma restauração completa da fachada e foram feitas adaptações de acessibilidade, como a implantação do elevador e da rampa de acesso lateral da edificação. Em 2022 iniciou-se uma nova obra de restauração, com foco na revitalização da fachada, que já estava deteriorada, e alguns

pontos internos. Nas figuras 10 e 11 é possível observar a edificação em setembro de 2021 e durante a restauração em 2022, respectivamente.

Figura 10 - Estado da Casa José Boiteux em setembro de 2021



Fonte: Google Maps (Set. 2021)

Figura 11 - Restauração da Edificação em 2022



Fonte: Autoras (2022)

4. Classificação do tombamento

O edifício é tombado e classificado como P1, que significa “tombamento total, externo e interno e, portanto, quaisquer obras que venham a ser realizadas no mesmo, necessitam de autorização e supervisão da Fundação Catarinense de Cultura” (MAKOWIECKY e GOUDARD, 2016, p. 75).

5. Elementos construtivos

As paredes da edificação possuem em sua construção original tijolos maciços e a espessura varia muito de ambiente para ambiente, possivelmente pela quantidade de reboco, tijolos ou devido a condições patológicas. Na Figura 12 é possível observar a composição de uma parede da edificação durante a obra de restauro.

Figura 12 – Estrutura das paredes da edificação



Fonte: Autoras, 2022.

Os pisos de algumas partes da edificação precisaram ser alterados, mas a fim de se registrar os utilizados originalmente na construção, em alguns trechos utilizou-se uma moldura em vidro deixando exposto o original.

Figura 13 – Revestimento cerâmico com moldura em vidro no corredor da edificação



Fonte: Autoras, 2022

Em outros ambientes o revestimento original ainda é utilizado sem moldura conforme indicado na Figura 14.

Figura 14 - Revestimento cerâmico da entrada da edificação



Fonte: Autoras, 2022.

6. Visualizar a edificação

Para visualizar a edificação histórica na plataforma Sketchfab e navegar pelo modelo criado, escaneie o qr code abaixo.

Figura 15 - Acesso a navegação da edificação



Referências

PETRY, Eduardo. **Academia de Comércio de Santa Catarina**. Santa Catarina Antiga, 2013. Disponível em: <<http://santacatarinaantiga.blogspot.com/2013/05/>>.

ROSA, Rodrigo. CASA JOSE BOITEUX. **FCC - Fundação Catarinense de Cultura**, 2013. Disponível em: <https://www.cultura.sc.gov.br/espacos/casajoseboiteux#referencias>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MAKOWIECKY, Sandra; GOUDARD, Beatriz. **Museu da Escola Catarinense: a experiência de preservação do espaço e construção de um arquivo virtual**. ARTE CONTEMPORÂNEA, 2016, p. 72. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/66094093/arte_contemporanea_acoes_expositivas_estrategias_museais_-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1644812271&Signature=KeLvkwECju8CByhqYfaDho-z8ZYDqFw~aurfgyG8TulrWgdIMhocp1aUBKd~9LrNvVx4eT4VMcKN8HnSFPhtdL5xj7Y6qlsjQMLvhTtHlnI7SfmAEJF2HGgIWNm4Nut1q6hYxijhiAdkx1OR0d-uzOuNT83JTBsrnc2OuUrYca3yF~TTvt7DwlYRJoQonwld0NA0NrP2DTKIY8EWeu87vkbtU828abWC9Q~T-ylna8AUTc6wWpdC0KzelQooCdVWk4HKGB4ZlfqfEpt~EQKuUQwzBeJmuX~fZzadzv600CVi1o10ZApe8bCPT0yggpPUY0W8TuMuSRH8dW1Mhz0g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=72>. Acesso em: 14 fev. 2022.

ANEXOS

ANEXO A - Autorização da Fundação Catarinense de Cultura para realização do trabalho



Ofício nº 213/2021/ FCC/DPAC

Florianópolis, 26 de outubro de 2021.

Carta de demanda

Eu, Ozeas Mafra Filho, portador/a da carteira de identidade nº204938 e CPF nº145182289-87, representante da Fundação Catarinense de Cultura, CNPJ 83.722.462/0001-40, sediada no endereço Av. Gov. Irineu Bornhausen, 5600 - Agrônômica - Florianópolis/SC - CEP 88025-200, que atua na área de Preservação do Patrimônio Cultural, autorizo as alunas Ádila Carneiro Costa Silva e Ana Carolina Vilke Facini, a realizarem o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). A pesquisa será realizada na Casa José Boiteux e terá como objetivo principal o uso do HBIM (Heritage Building Information Modelling), utilizando o equipamento Lazer e Scanner e o programa Revit para o desenvolvimento das atividades. A orientação da pesquisa será realizada pela professora Ana Paula Pupo Correia, do Departamento da Construção Civil/IFSC.

[Assinado Eletronicamente]

Ozeas Mafra Filho

Diretor de Patrimônio Cultural - DPAC



Assinaturas do documento



Código para verificação: **G01SM76M**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

✓ **OZEAS MAFRA FILHO** (CPF: 145.XXX.289-XX) em 26/10/2021 às 14:50:27
Emitido por: "SGP-e", emitido em 13/05/2021 - 15:11:36 e válido até 13/05/2121 - 15:11:36.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/RkNDXzQyNzRfMDAwMDE1OTRfMTYxM18yMDE5X0cwMVNNNzZN> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **FCC 00001594/2019** e o código **G01SM76M** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.