



Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas
Departamento de Arquitetura e Urbanismo



**POSSIBILIDADES ANALÓGICAS E DIGITAIS DE LEVANTAMENTO
CADASTRAL: Um estudo de caso sobre as obras civis de restauração da Casa
de Câmara e Cadeia de Mariana - MG**

Valdeir Junior dos Santos

Ouro Preto, MG
Janeiro de 2024

Valdeir Junior dos Santos

**POSSIBILIDADES ANALÓGICAS E DIGITAIS DE LEVANTAMENTO
CADASTRAL: Um estudo de caso sobre as obras civis de restauração da Casa
de Câmara e Cadeia de Mariana - MG**

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Doutora Fernanda Alves de Brito Bueno

Ouro Preto, MG
Janeiro de 2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S237p Santos, Valdeir Junior dos.
Possibilidades analógicas e digitais de levantamento cadastral
[manuscrito]: um estudo de caso sobre as obras civis de restauração da
Casa de Câmara e Cadeia de Mariana - MG. / Valdeir Junior dos Santos. -
2024.
85 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Alves de Brito Bueno.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Arquitetura e Urbanismo .

1. Arquitetura - Conservação e restauração. 2. Patrimônio cultural. 3.
Método de estudo de casos. 4. Modelagem de informação da construção.
I. Bueno, Fernanda Alves de Brito. II. Universidade Federal de Ouro Preto.
III. Título.

CDU 72:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787



FOLHA DE APROVAÇÃO

Valdeir Junior dos Santos

**POSSIBILIDADES ANALÓGICAS E DIGITAIS DE LEVANTAMENTO CADASTRAL:
um estudo de caso sobre as obras civis de restauração da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana - MG**

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Arquiteto e Urbanista

Aprovada em 16 de fevereiro de 2024

Membros da banca

Doutora Fernanda Alves de Brito Bueno - Orientador(a) (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutor Tito Flávio Rodrigues de Aguiar - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutora Liliane Márcia Lucas Sayegh - (Avaliadora externa)

Fernanda Alves de Brito Bueno, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/07/2024



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Alves de Brito Bueno, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/07/2024, às 19:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0744350** e o código CRC **D5365F69**.

AGRADECIMENTOS

Finalmente chegou a hora de encerrar um ciclo que foi bastante sinuoso para mim, é com alegria que agradeço a todos aqueles que me apoiaram durante os anos na graduação, primeiramente a minha família, que sempre me deu suporte - aqui incluo a Lorena, a maior companheira que eu poderia ter nessa caminhada – e aos meus amigos.

Agradeço às professoras Liliane Sayegh e Fernanda Bueno sobretudo pela compreensão e paciência que elas me deram durante o trabalho de conclusão de curso.

Agradeço também à oportunidade e confiança em mim depositadas pela direção da A3 Restauros (Paula e Adriano) e ao Gustavo, que partilhou quase que diariamente durante dois anos do mesmo trabalho e me ensinou muito sobre o ofício do arquiteto.

Sem vocês, esse momento não seria possível.

RESUMO

O presente trabalho tem como tema central a análise do emprego de escâner a laser para captura de informações auxiliando no levantamento cadastral de edificações em comparação aos métodos tradicionais de medição direta. Nele, o objetivo é entender as possibilidades que o uso da tecnologia de 3D *scanning* podem trazer sobretudo às atividades relacionadas ao ramo do cadastro de bens patrimoniais imóveis de relevante interesse cultural. Para atender esse objetivo este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre os temas relacionados a levantamento cadastral, bem como sua importância para a conservação do Patrimônio e busca apresentar o estado da arte das tecnologias disponíveis. Faz-se uso do estudo de caso sobre as obras civis de restauração da antiga Casa de Câmara e Cadeia da cidade de Mariana – MG como metodologia de pesquisa para atingir o objetivo proposto. Nessa obra ocorreu aplicação do escaneamento a laser que teve como produto uma nuvem de pontos que representa com extrema precisão o bem patrimonial. Esse material serviu principalmente como base para a readequação de projetos conforme será demonstrado neste trabalho de conclusão de curso.

Palavras-chave: Casa de Câmara e Cadeia de Mariana. Levantamento Cadastral. Documentação Arquitetônica. Patrimônio Histórico. Nuvem de Pontos. Building Information Modeling (BIM). Estudo de caso.

ABSTRACT

The central theme of this paper is the analysis of the use of laser scanners to capture information to assist in the cadastral survey of buildings in comparison to traditional methods of direct measurement. In it, the objective is to understand the possibilities that the use of 3D scanning technology can bring, especially to activities related to the registration of immovable heritage assets of relevant cultural interest. To meet this objective, this paper presents a bibliographic review on topics related to cadastral surveys, as well as their importance for the conservation of Heritage and seeks to present the state of the art of available technologies. To do this, we start with a case study on the civil works to restore the old Town Hall and Jail in the city of Mariana – MG. In this paper, laser scanning was applied, resulting in a cloud of points that represents the historic building with extreme precision. This material served mainly as a basis for readjusting projects, as will be demonstrated in this final paper.

Keywords: Mariana Town-Council. Cadastral Survey. Architectural Documentation. Historical Heritage. Point Cloud. Building Information Modeling (BIM). Case study

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de um mapa de danos da Igreja de Nossa Senhora do Rosário, de Itabirito-MG	19
Figura 2 - Medidas anotadas por acumulação e diagonais	21
Figura 3 - Diferença em medidas em diferentes alturas por desaprumo ou imperfeições.....	22
Figura 4 - Representação esquemática do scanner terrestre em funcionamento para obtenção da "nuvem de pontos"	25
Figura 5 - Mapa síntese da cidade de Mariana (1745 – 1800)	30
Figura 6 - Risco da Planta das Enxovias (Térreo).....	32
Figura 7 - Risco da Planta do Segundo Pavimento.....	33
Figura 8 - Risco da Fachada Frontal	34
Figura 9 - Planta do 1º pavimento do Anexo da Câmara Municipal de Mariana.....	36
Figura 10 - Planta do nível do subsolo do Anexo da Câmara Municipal de Mariana	37
Figura 11 – Vista em planta de intervenção proposta com dois elevadores.....	41
Figura 12 - Corte apresentando a intervenção proposta com dois elevadores.....	41
Figura 13 - Detalhe das aberturas propostas entre as antigas enxovias.....	42
Figura 14 - Recorte da planilha orçamentária sintética com base no edital	43
Figura 15 - Recorte da planilha orçamentária detalhando a quantidade de elevadores prevista	44
Figura 16 - Verga em xisto	46
Figura 17 - Acabamento em pedra sabão serrada	47
Figura 18 - Levantamento por medição direta de esquadrias.....	48
Figura 19 - Comparação entre levantamento feito durante a obra (dir.) e o projeto (esq.)	49
Figura 20 - Levantamento por varredura a laser	50
Figura 21 - Posição das 124 cenas no Autodesk Recap	51
Figura 22 - Visualização de uma cena externa com a ferramenta Real View.....	52
Figura 23 - Visualização da Ferramenta 3D View	52
Figura 24 - Fluxograma das atividades desenvolvidas no levantamento por varredura a laser	53
Figura 25 - Sobreposição da fachada frontal da Capela	55
Figura 26 - Comparação entre a representação da P8 na nuvem de pontos e no projeto do edital.....	56
Figura 27 - Comparação entre a representação da P8 na nuvem de pontos (esquerda) e a mesma esquadria após passar por correção na representação (Direita).....	56
Figura 28 – Sobreposição das Plantas do andar térreo (enxovias)	58
Figura 29 - Sobreposição das plantas do segundo andar (Câmara).....	59
Figura 30 - Sobreposição da fachada frontal	60

Figura 31 - Layout dos sanitários e elevador na planta baixa do pavimento superior.	61
Figura 32 - Representação de estrutura de esteios.	62
Figura 33 - Trecho da planta baixa da Prancha Arquitetônico Estrutural representando a locação do elevador na proposta do edital	63
Figura 34 - As imagens ilustram o bloco onde está localizada a esquadria P06 e a prospecção que acusa o método construtivo original.	63
Figura 35 - As imagens ilustram cachimbos de ferro fundido engastados na cantaria e a descoberta da prumada sanitária em cantaria através do piso superior.	64
Figura 36 - Planta-baixa do pavimento térreo com destaque para implantação do elevador.	65
Figura 37 - Planta-baixa do segundo andar com destaque para implantação do elevador e banheiro para PCD.....	66
Figura 38 - Modelagem em 3D para compatibilização da estrutura metálica do elevador com a estrutura em madeira existente.	67
Figura 39 - Locação de pontos de ancoragem da caixa corrida do elevador	68
Figura 40 - Início da montagem do piso dos sanitários.	68
Figura 41 - Estrutura metálica para piso dos sanitários (esquerda) e caixa corrida do elevador (direita).	69
Figura 42 – Elevador após conclusão. Térreo (esquerda) e segundo andar (direita).	69
Figura 43 - Antes (esquerda) e depois (direita) da abertura da porta.....	70
Figura 44 - A imagem ilustra a localização da porta P01 (destaque) de acesso as enxovias	71
Figura 45 - Porta P1 com ranhuras que podem ter sido utilizadas para retirar a grades.....	72
Figura 46 - Antes (esquerda) e depois (direita) da implantação da rampa acessível.	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM – *Building Information Modeling*

CAD - *Computer-aided design*

HBIM – *Historic Building Information Modeling*

ICOMOS – *International Council on Monuments and Sites*

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivos	14
1.2. Organização do trabalho e metodologia.....	14
2. LEVANTAMENTO CADASTRAL E SUA IMPORTÂNCIA	16
2.1. Técnicas de levantamento cadastral diretas	20
2.2. Técnicas de levantamento cadastral indiretas	23
2.2.1. Fotogrametria digital.....	23
2.2.2. Varredura a laser.....	24
3. ESTUDO DE CASO	28
3.1. Breve Histórico	28
3.2. Projetos de restauração e intervenções	35
3.2.1. Projeto de 2012.....	35
3.2.2. Primeira alteração no projeto	39
3.3. A licitação das obras de restauração e intervenções	39
3.4. A execução da obra	45
3.4.1. Os levantamentos efetuados durante a obra	46
3.4.1.1 Os levantamentos diretos	46
3.4.1.2. O levantamento a laser – nuvem de pontos	51
3.4.2. Modificações durante a obra.....	54
3.4.2.1. Projeto e execução dos Sanitários e Elevador.....	63
3.4.2.2. Projeto e execução da abertura de porta na fachada posterior e construção de rampa de acesso	72
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A – ENTREVISTA COM O RESTAURADOR RESPONSÁVEL E SÓCIO ADMINISTRADOR DA EMPRESA EXECUTORA DAS OBRAS DE RESTAURO DA CASA DE CÂMARA E CADEIA DE MARIANA (ADRIANO LUIS DE SOUZA)	82
APÊNDICE B – ENTREVISTA COM A ARQUITETA COORDENADORA DA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE RESTAURO DA CASA DE CÂMARA E CADEIA DE MARIANA (PAULA SILVA SAMPAIO)	85

APÊNDICE C – ENTREVISTA COM O ARQUITETO RESPONSÁVEL PELO ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE RESTAURO DA CASA DE CÂMARA E CADEIA DE MARIANA (GUSTAVO FARDIN BROGLIO)	86
--	----

1 INTRODUÇÃO

O Movimento Renascentista, originado na Itália nos séculos XIV e XV, foi o pioneiro na história ocidental em se buscar conservar elementos do passado. Os artistas deste movimento buscaram na antiguidade clássica de Grécia e Roma a inspiração para suas criações, estudando as obras clássicas e buscando compreender a lógica de sua concepção (TOLENTINO, 2018).

De acordo com Choay (2006), a era clássica (período da história cultural compreendido entre os séculos VIII a.C. e V d.C.) prosseguiu como foco do trabalho de pesquisa de eruditos intitulados antiquários durante os séculos XVI e XVII. Com a destruição de diversos monumentos e obras em consequência da Revolução Francesa, foram iniciadas então as discussões acerca da conservação e do restauro e, na França, fora criado o cargo de Inspetor de Monumentos Históricos.

Foi nesse contexto histórico em que Viollet-le-Duc e John Ruskin despontaram e produziram as primeiras Teorias de Restauro e é na obra de Le Duc que fica mais evidenciado o papel do levantamento e produção de documentação como instrumento de preservação.

Ainda no século XIX, Viollet-le-Duc recomendava que, antes de iniciar qualquer trabalho fosse elaborado um dossiê, composto de notas escritas e levantamentos gráficos de todas as partes da edificação e já indicava a fotografia como um recurso a ser utilizado:

Mas a fotografia tem a vantagem de produzir memórias irrefutáveis, e documentos que podem ser consultados sempre, inclusive quando os restauros mascaram os vestígios deixados pela ruína. A fotografia conduziu naturalmente os arquitetos a serem ainda mais escrupulosos no respeito aos mínimos vestígios de uma antiga disposição, a aperceberem-se melhor da estrutura, além de fornecer um instrumento permanente para justificar as suas ações. (VIOLLET-LE-DUC¹, 1996, p. 28 apud TOLENTINO, 2018, p.55).

Segundo Oliveira (2008), a produção do arcabouço documental é uma importante operação que acompanha todas as mudanças das edificações, incluindo operações de manutenção, projetos de alterações, reformas ou restauração. A tomada de decisões deve ser baseada nos registros existentes. Esses registros devem ser

¹ VIOLLET-LE-DUC, Eugène Emmanuel. Restauro. Trad. Odete Dourado. 3. ed. Salvador: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. UFBA, 1996, 52p. (PRETEXTOS, série b, Memórias, 1).

atualizados sempre que houver alguma intervenção ou mudança – mesmo que acidental ou indesejada, como incêndios ou enchentes, por exemplo.

A documentação não se constitui e uma operação estanque e segmentada que se encerra com o levantamento rigoroso da geometria da edificação existente, na condição em que foi encontrada (as found) ou construída (as built). Ela deve permitir atualizações, na medida em que são encontradas novas informações, muitas vezes durante a obra de intervenção. (GROETELAARS, 2015, p.34).

O levantamento cadastral faz parte, portanto, da etapa de diagnóstico do bem patrimonial objeto de estudo e serve de base para definição de diretrizes e critérios a serem adotados em intervenções de conservação ou restauro. De acordo com Oliveira (2008), o levantamento e produção de documentação arquitetônica de bens construídos têm grande importância para a arquitetura, sobretudo em ramos como a conservação, o restauro e o gerenciamento de usos de bens patrimoniais. Tal levantamento, junto à produção de documentação de bens construídos, constituem uma etapa primordial não só para a preservação da memória, mas também para a manutenção desse bem, sendo passível seu uso em diversas atividades no ramo da arquitetura tais como a conservação, o restauro e o gerenciamento de usos.

Assim, quanto maior for o nível de detalhamento do levantamento cadastral, menor a tendência de ocorrerem situações imprevistas nas etapas projetuais subsequentes, e na própria execução da obra, ainda que estas situações sejam típicas em obras de conservação ou restauro, conforme relatam Dias; Mascarenhas (2008, p.14):

Mesmo seguindo minuciosamente todos esses passos, os imprevistos são inevitáveis durante obras de restauração. A excepcionalidade é própria deste tipo de intervenção, onde várias operações somente se mostram necessárias na hora da execução, como, por exemplo, trocas de barrote, quando todo o piso é retirado, substituição de peças de suporte do forro, quando este é desmontado. Nem sempre é possível realizar todas as prospecções durante a elaboração de um projeto. Por este motivo, quanto mais cuidadosa for a etapa de diagnóstico, menor será o número de ações inesperadas.

Como estudante do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e estagiário de arquitetura da empresa A3 Atelier de Arte Aplicada, eu tive a oportunidade de acompanhar as obras civis de restauro do prédio da Câmara e Cadeia de Mariana/MG no período entre o início de fevereiro de 2022 e 02 de agosto de 2023, data da inauguração da obra e reabertura ao público com a retomada das atividades da Câmara Municipal no prédio histórico. Durante esse

período, dentre tantas outras atividades relacionadas às obras de restauro, foi possível acompanhar a execução da varredura a laser das dependências da edificação para desenvolver atividades tendo como base a nuvem de pontos que foi o produto deste processo representando com precisão milimétrica o prédio estudado.

Nessa mesma obra também tive a oportunidade de desenvolver atividades de levantamento cadastral utilizando os métodos de medição direta de modo que este trabalho resume em parte a experiência adquirida durante este período. O material produzido foi cedido para o estudo de caso presente neste trabalho final de conclusão de curso.

1.1 Objetivos

Este trabalho pretende analisar criticamente as metodologias empregadas em um levantamento cadastral voltado ao projeto de restauro, partindo da comparação entre métodos diretos de medição e meios digitais de levantamento empregados nas obras de restauro da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana. Também é desejado verificar a aplicabilidade de diferentes métodos para situações determinadas de acordo com a experiência obtida em canteiro de obra.

1.2 Organização do trabalho e metodologia

As metodologias e ferramentas empregadas neste trabalho com a finalidade de se atingir os objetivos propostos serão apresentadas nos parágrafos a seguir:

- **Revisão bibliográfica**, tendo como fontes produções de caráter científico tais como: livros; teses de doutorado; dissertações de mestrado; artigos de periódicos; material disponível via internet; e outros textos de caráter científico já publicados sobre o histórico do levantamento cadastral de imóveis com foco nos bens tombados. Também foram alvo de pesquisa o panorama das contratações de obras de restauração por órgãos públicos por meio de licitações e o estado da arte em levantamento cadastral com as tecnologias disponíveis para o emprego nesta área;

- **Pesquisa documental**, tendo como fontes projetos de intervenções fornecidos pela Prefeitura Municipal de Mariana; projetos complementares (hidrossanitário, instalações elétricas etc.); documentos públicos (base do Instituto do Patrimônio

Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), editais de licitações etc.); nuvem de pontos gerada pela varredura a laser da Casa de Câmara e Cadeia da Cidade de Mariana – MG. Foram desenvolvidas a leitura e análise de editais relativos à contratação das obras civis de restauro da Casa de Câmara e Cadeia da Cidade de Mariana – MG bem como a análise de projetos e levantamentos e para viabilizar a comparação entre eles e o produto da varredura a laser da referida obra.

- **Estudo de caso** a partir da experiência adquirida no acompanhamento das obras de restauro da Casa de Câmara e Cadeia da Cidade de Mariana, onde atuei ativamente na área de levantamentos cadastrais e alterações de projetos de modo que foi possível criar um o arcabouço documental para fundamentar as análises sobre o emprego da tecnologia de varredura a laser em comparação com as técnicas diretas de medição. Além disso, foi possível entrevistar alguns profissionais diretamente envolvidos no levantamento cadastral, em projetos e na execução de intervenções nas quais essa tecnologia foi empregada de modo a captar um aspecto amplo de percepções sobre a aplicação de diferentes técnicas de levantamento cadastral.

2 LEVANTAMENTO CADASTRAL E SUA IMPORTÂNCIA

Segundo Mário Mendonça de Oliveira (2008), o registro iconográfico é um dos instrumentos mais importantes para a preservação da memória, seja pelos processos mais recentes que a ciência e a técnica nos trouxeram, seja pelos métodos milenares de transmissão de registros.

No *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*, o termo “documentação” é definido como uma atividade com a finalidade de representação de aspectos materiais e imateriais com o objetivo de preservação da informação acerca do objeto de estudo.

Remete à noção de conjunto de documentos, bem como se refere às ações de coleta, processamento técnico e disseminação de informações. Em linhas gerais, 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, p. 1).

O trabalho de Tolentino (2018) defende que essa busca pela preservação da memória sob o ponto de vista artístico e arquitetônico tem como marco inicial o movimento Humanista durante o Período Renascentista no século XV, quando o interesse pelas ruínas das antigas civilizações eclodiu, “passando pelo século XIX, quando o debate se intensificou e avançando até os dias atuais, o conceito de “patrimônio” e as “teorias do restauro” vêm sendo construídos e transformados.”

O Renascimento, movimento originado na Itália nos séculos XIV e XV que marca o início da era moderna, foi o primeiro momento na história ocidental em que se pretendeu conservar elementos do passado. Neste período, os artistas buscaram no passado clássico da Grécia e de Roma a inspiração para suas criações. Assim, estudaram as obras da antiguidade incansavelmente, a fim de entender os princípios ou a lógica que as regiam (TOLENTINO, 2018, p.41).

As antiguidades permaneceram durante os sécs. XVI e XVII como tema de interesse de pesquisa e documentação por eruditos chamados também de antiquários. Foi então que no século seguinte, como consequência da Revolução Francesa, diversos monumentos foram destruídos. A partir deste momento então é que se iniciaram as primeiras discussões sobre conservação e restauro e na França foi criado o cargo de Inspetor de Monumentos Históricos. Foi nessa época em que Viollet-le-Duc e John Ruskin produziram aquelas que são consideradas as primeiras Teorias do Restauro. (TOLENTINO, 2018).

Viollet-le-Duc (1814-1879), foi o chefe do Serviço de Monumentos Históricos e responsável por diversas obras incluindo o Restauo da Catedral de Notre-Dame de Paris. Considera-se que sua teoria tenha inaugurado a fase do Restauo Estilístico, que fundamenta intervenções visando que cada edifício seja restaurado dentro do estilo que lhe é próprio, procurando a perfeição formal deste objeto.

Segundo Tolentino (2018, p.42),

Viollet expõe seus conhecimentos sobre a arquitetura gótica em todos os seus aspectos e, nele, assim apresenta o verbete *Restauration*: “A palavra e a coisa são modernos. Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restituí-lo a um estado de inteireza que pode jamais ter existido em um dado momento.”

Oliveira (2008) considera o legado metodológico de Viollet-le-Duc inestimável para o campo da Restauração sobretudo no que se refere aos seus registros produzidos com notável técnica de desenho. De acordo com o autor, “é notório, nos seus procedimentos metodológicos de intervenção sobre edifícios, o extremo cuidado em meticulosos desenhos de levantamentos que empreendia antes de dar início aos seus restauros”, fato que se torna um importante marco para a representação das edificações de valor histórico que é a área de estudo dos levantamentos cadastrais.

De acordo com o *Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural* do IPHAN, o levantamento cadastral pode ser definido como um procedimento que consiste na rigorosa e detalhada representação gráfica em plantas; fachadas; cortes; perspectivas; mapas de danos com patologias presentes na edificação; relatórios fotográficos; etc. contendo as características físicas e geométricas da edificação, do terreno e dos demais elementos físicos presentes na área estudada (GOMIDE; SILVA; BRAGA, 2005).

De acordo com Tolentino (2018), o levantamento cadastral de um bem cultural imóvel tem como finalidade a preservação de sua imagem e história e, infelizmente grande parte dos bens imóveis de valor histórico no Brasil carecem de documentação devidamente produzida. Ainda segundo a autora:

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. Entretanto, até o momento não foram definidas, pelos institutos de preservação do patrimônio, as tecnologias para o levantamento dos bens a serem documentados. (TOLENTINO, 2018, p. 28-29)

E para isso, segundo Oliveira (2008), é de fundamental importância a precisão do desenho cadastral e, para que isso seja alcançado, o processo de levantamento deve ser desenvolvido com rigor metodológico em quaisquer que sejam as tecnologias ou técnicas utilizadas neste processo. Ainda de acordo com o autor citado, o levantamento cadastral é imprescindível para qualquer ação restaurativa sobre um edifício ou monumento e deve ser a primeira operação a ser realizada quando possível. No entanto, o autor destaca que a operação de levantamento cadastral deve acompanhar a história do edifício, não se limitando a registrar o momento no qual se encontra o bem material, mas também ser atualizado à medida que novos fatos ocorram ao imóvel.

A documentação cadastral produzida com precisão permite também a interpretação das transformações pelas quais o bem inventariado passou ao longo de sua história, além de possibilitar evidenciar possíveis patologias ou deformações, fornecendo recursos para decisões projetuais de intervenções.

Mas, além do valor documental, simbólico e afetivo da representação cadastral de um edifício de interesse cultural, ela é instrumento inseparável dos que têm a difícil missão de intervir em um monumento. Além de ser a base óbvia sobre a qual vamos elaborar o nosso projeto de intervenção, os cadastros feitos com apuro e exatidão nos permitem leitura mais detalhada da evolução do organismo arquitetônico e suas transformações, além de ensejarem a avaliação das deformações estáticas que a estrutura do edifício vem sofrendo, para que se possam aplicar as soluções corretivas. Mostram, inclusive, certas irregularidades construtivas que facilitam o entendimento da história do edifício, suas mutações e adições feitas no passado para ampliação da sua capacidade ou incorporação de novos usos. Para aqueles que se ocupam da análise histórico-crítica do monumento, os cadastros são de primordial importância, pois podem permitir a leitura e o entendimento das corretas proporções do projeto original e descobrir eventuais traçados reguladores que comandaram a concepção da arquitetura, perfeitamente resgatáveis a partir de uma boa representação. (OLIVEIRA, 2008, p.13)

Associado ao levantamento cadastral e tendo igual importância para o campo da Restauração e Conservação está o diagnóstico do estado do bem. Para se produzir esse diagnóstico, tal como no levantamento cadastral, deve-se prosseguir metodologicamente abordando diversas ações que contemplam a coleta de dados (a pesquisa histórica, iconográfica e arqueológica; o próprio levantamento arquitetônico e fotográfico), muitas vezes lançando mão do emprego de prospecções e ensaios e análises laboratoriais com a finalidade de se registrar com a maior clareza possível as condições do objeto estudado.

As informações obtidas nesse diagnóstico servem para orientar as decisões nas etapas subsequentes. O diagnóstico deve ser uma das operações primárias a se efetuar antes de intervir em um bem patrimonial edificado.

O diagnóstico deve preceder o projeto de intervenção, estabelecendo as diretrizes e os critérios a serem adotados para a definição e execução do projeto de restauração, culminando na realização do caderno de encargos, dos detalhamentos, projetos complementares, planilhas orçamentárias, dentre outros itens importantes para a boa execução da obra, e também para a aprovação do projeto nas instituições de proteção (IPHAN, IEPHA, etc.) e na prefeitura do município onde a edificação está locada. (DIAS; MASCARENHAS, 2008, p.14)

Pode-se dizer que é evidente a necessidade de um bom diagnóstico para se desenvolver projetos de sucesso e o documento gráfico-fotográfico que sintetiza as informações adquiridas nas minuciosas investigações acerca da edificação é chamado de mapa de danos. E existem incontáveis modelos de mapas de danos como por exemplo o mapa representado na FIG. 1 pois cada profissional o faz de acordo com a sua habilidade e criatividade. No entanto, esses mapas devem ter a clareza e objetividade garantindo a boa comunicação dos diagnósticos (TINOCO, 2009).

Figura 1 - Exemplo de um mapa de danos da Igreja de Nossa Senhora do Rosário, de Itabirito-MG



Fonte: Retirado de Sampaio et. al. (2022).

2.1 Técnicas de levantamento cadastral diretas

Os métodos de levantamento são divididos por Groetelaars (2015) em duas grandes classes: os métodos diretos, onde necessariamente há o contato físico do profissional encarregado da medição com o objeto e os métodos indiretos, onde há a possibilidade de medição de maneira remota.

De acordo com Oliveira (2008, p.30) no Caderno Técnico intitulado *A Documentação Como Ferramenta de Preservação da Memória: Cadastro, Fotografia, Fotogrametria e Arqueologia*,

A exatidão de um desenho cadastral deve representar a fé de ofício do seu signatário, pois pode ser invocado como prova para dirimir dúvidas jurídicas. Quem por descaso faz representações incorretas é digno de censura e quem o faz por má fé para tirar qualquer espécie de vantagem, comete um lamentável estelionato documental.

E para atingir a exatidão almejada, o autor elenca uma rigorosa sequência metodológica das operações que devem ser desenvolvidas ao se efetuar um levantamento cadastral por meio do que chamamos aqui de medição direta.

O primeiro passo é uma análise preliminar para reconhecimento do objeto do estudo a ser produzido. No primeiro contato deve-se avaliar a forma como se dará o acesso ao bem patrimonial e identificar o máximo de informações que auxiliem nas etapas posteriores como por exemplo a necessidade de equipamentos auxiliares como escadas, andaimes etc. Deve-se também produzir uma documentação fotográfica preliminar para auxiliar nessa avaliação.

Oliveira (2008) ainda recomenda a leitura e pesquisa histórica focada na iconografia existente sobre o bem com o objetivo de auxiliar na “reconstituição da sua história”.

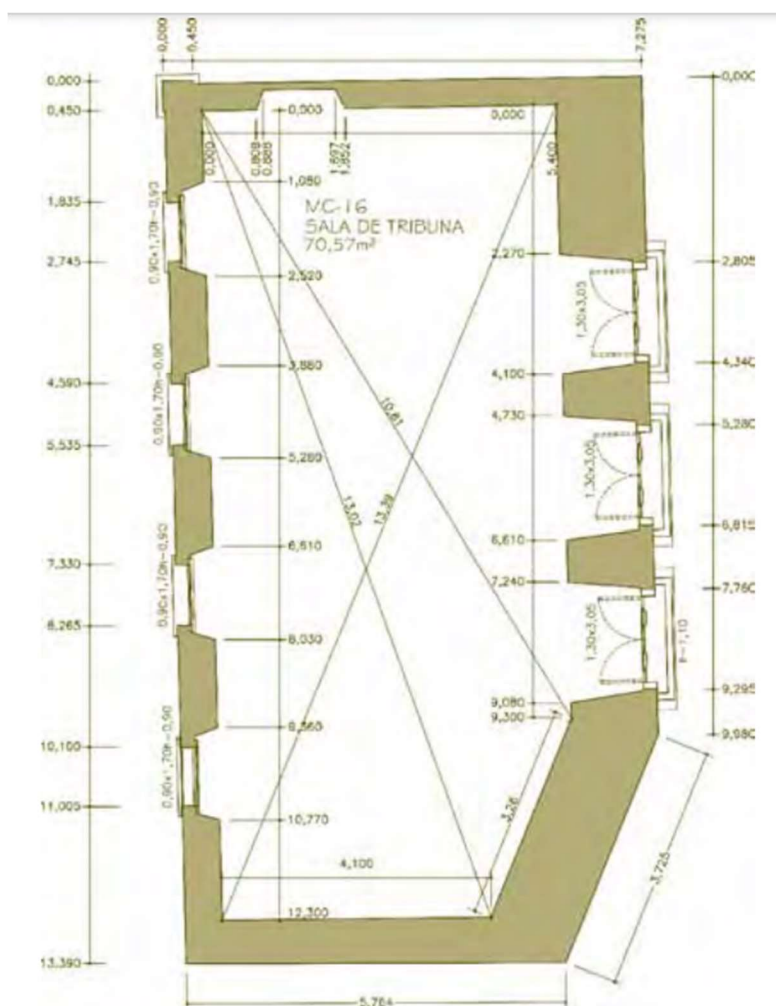
É recomendado que se produzam croquis de plantas e elevações antes de se prosseguir com o levantamento e anotações de medidas com trenas, escalas e outros aparelhos para que se faça a marcação imediata dos dados obtidos para em seguida levar essas informações para o formato digital por meio de softwares de Desenho Assistido por Computador (CAD). A utilização de *check-lists* também é recomendada para auxiliar na organização de todo o trabalho a fim de reduzir as dúvidas ou erros de marcação. (OLIVEIRA, 2008).

Já em relação à atividade específica da coleta de medidas, as recomendações do Caderno Técnico são:

- Efetuar medidas em sequência sempre de maneira cumulativa, quando se mede continuamente na trena. (FIG. 2);

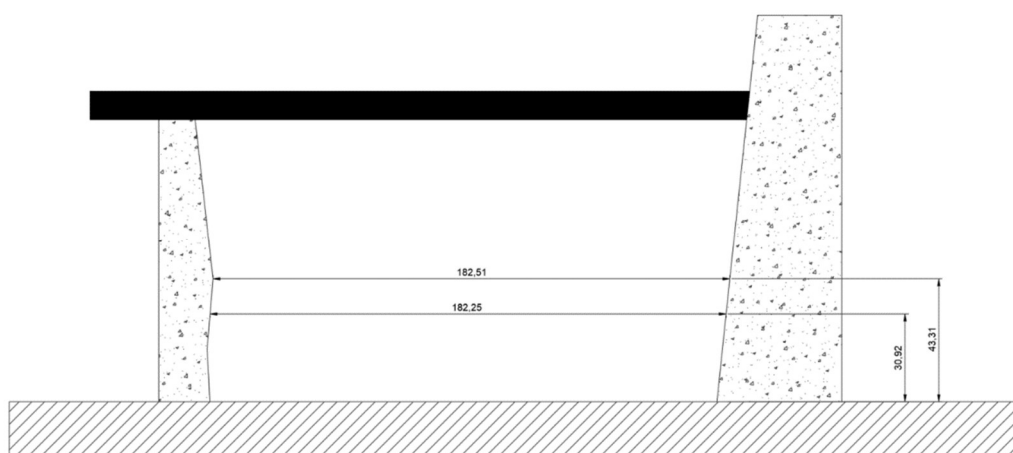
- Cada espaço medido deve ter pelo menos duas diagonais de amarração por triangulação. Caso o espaço tenha mais de quatro faces, o número de diagonais deve ser acrescido pela quantidade de faces a mais do que as quatro (FIG. 2);
- Para se evitar erros por desaprumos ou inclinações, as medições devem ser feitas sempre na mesma cota (FIG. 3);
- Antes de iniciar o levantamento, a edificação deve-se definir os níveis e marcar todas as aberturas de portas e escadas de acesso a pavimentos superiores e inferiores com a intenção de se obter as medidas em uma mesma altura, evitando erros de fechamento do desenho.

Figura 2 - Medidas anotadas por acumulação e diagonais



Fonte: Retirado de Oliveira (2008, p. 34).

Figura 3 - Diferença em medidas em diferentes alturas por desaprumo ou imperfeições



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os métodos tradicionais de documentação de bens arquitetônicos - incluindo as técnicas de medição direta e o uso de documentação fotográfica - para coleta de dados, bem como o uso de softwares tipo desenho auxiliado por computador como por exemplo o Autodesk AutoCAD para a produção de documentos gráficos arquitetônicos, podem apresentar imprecisão, principalmente quando se trata de formas mais complexas e irregulares.

Outrossim, de acordo com Groetelaars (2015), quando os procedimentos de medição direta são feitos rigorosamente, o levantamento tende a se tornar um processo considerado lento dada a quantidade de operações que devem ser feitas para limitar as possibilidades de erros mantendo ainda diversas limitações quanto à precisão em relação a formas complexas e medições de grandes dimensões, gerando por vezes a necessidade de novos trabalhos para conferência e correção de dados.

Os problemas decorrentes do uso de técnicas tradicionais tornam o processo de documentação moroso, de custo elevado, pouco preciso e muitas vezes inadequado ao registro de formas complexas e/ou de grandes dimensões. É comum haver ambiguidades e inconsistências nos registros dos objetos, uma vez que os desenhos são elaborados individualmente em ferramentas CAD convencionais, sendo necessária uma conferência minuciosa entre eles, de modo a eliminar (ou reduzir) erros de representação. (GROETELAARS, 2015. p.30).

Além disso, convém pensar na integridade física dos profissionais envolvidos no processo de levantamento cadastral tendo em vista que o estado de conservação em que algumas edificações se encontram podem vir a não proporcionar condições seguras de trabalho pois é relativamente comum que a instabilidade estrutural e a

presença de diversos tipos de patologias graves sejam encontradas em imóveis que necessitam de intervenções restaurativas e estes danos também devem ser levantados precisamente, portanto a situação ideal é que haja a documentação mais precisa possível com a menor exposição direta da equipe de profissionais, preservando-a de possíveis acidentes.

2.2 Técnicas de levantamento cadastral indiretas

Ainda de acordo com a divisão proposta por Groetelaars (2015), os métodos indiretos de levantamento são aqueles que se diferenciam pela utilização de equipamentos que possibilitam que a medição seja efetuada de modo que o contato direto entre o observador e o objeto de estudo seja reduzido. Destacam-se os exemplos da fotogrametria digital e da varredura a laser, a qual será dado maior enfoque neste trabalho pois foi o método empregado na obra que é o objeto do estudo de caso que será apresentado adiante.

2.2.1 Fotogrametria digital

A fotogrametria é um método que permite extrair de fotografias as formas, dimensões e posições dos objetos estudados, que fez com que fosse possível simplificar o processo de representação do bem, que trouxe grandes avanços para a prática do levantamento cadastral. Segundo Groetelaars (2015, p. 68), a fotogrametria digital:

[...] permite a obtenção, de modo preciso, de grande quantidade de produtos, como medidas, desenhos, modelos geométricos (texturizados ou não), fotos retificadas, ortofotos, a depender da técnica utilizada. Outro aspecto positivo é o pouco tempo necessário para o trabalho de campo, já que a restituição das fotos é feita em escritório, posteriormente ao levantamento fotográfico.

A fotogrametria como método de registro de bens patrimoniais tem vasto reconhecimento pela comunidade científica, tendo sua aplicação recomendada por entidades como o ICOMOS - o Conselho Internacional de Monumentos e Sítios - que é uma organização não governamental global associada à UNESCO dedicada à conservação de sítios e monumentos de patrimônio cultural. Ainda em 1969, a entidade aprovou a resolução nº 2, com a recomendação de que fossem criados arquivos fotogramétricos dos monumentos e sítios inclusos na lista do Patrimônio Cultural da Humanidade (BASTIAN, 2015).

De acordo com Tolentino (2018), os principais procedimentos de um levantamento fotogramétrico são:

- **Tomada fotográfica do objeto**, em que cada ponto deve ser registrado pelo menos em duas ou três fotografias;
- **Levantamento de algumas medidas de referência em campo**, que podem ser feitas com instrumentos manuais ou eletrônicos;
- **Orientação interna**, que é a definição de parâmetros internos da câmera;
- **Orientação externa**, que é o processo em que as imagens têm seus pontos interseccionados. Este é um processo que pode ser interativo ou automatizado por *softwares* específicos para fotogrametria;
- **Geração do modelo geométrico e outros produtos** com a adição de informações relativas ao objeto no produto da fase anterior;
- **Exportação dos produtos** em documentos que possam ser arquivados como por exemplo planilhas, pranchas e imagens.

2.2.2 Varredura a Laser

De acordo com Oliveira (2008), a varredura a laser tem a capacidade de representar com grande precisão, mesmo nas superfícies mais irregulares e movimentadas. Para além disso, Groetelaars (2015, p. 35) complementa:

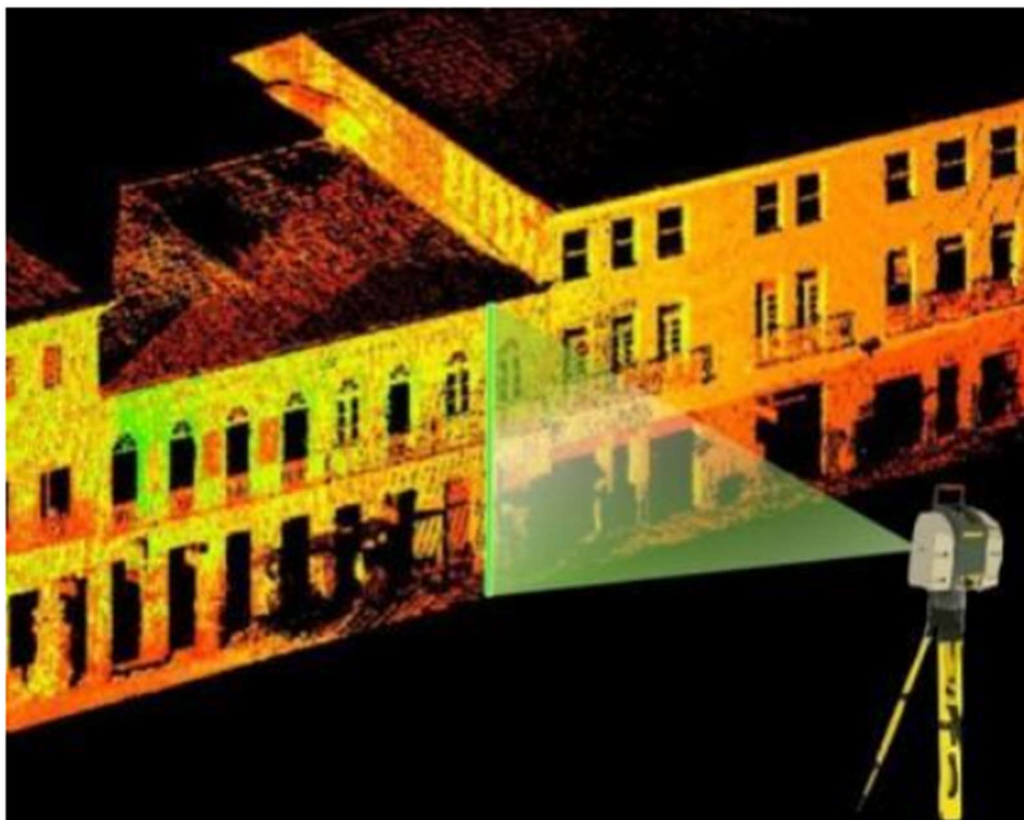
Os sistemas de varredura (a laser ou por fotografias) para captura de "nuvens de pontos" representam o estado da arte das técnicas de cadastramento, e sua utilização é de fundamental importância para o levantamento rápido, preciso e detalhado, não somente do patrimônio arquitetônico, como também de edificações e ambientes urbanos comuns.

O estado da arte computacional, embora bastante desenvolvido, ainda não permite a que o processo de reconstrução fotográfica seja plenamente automatizado. No entanto, as tecnologias de captura da realidade a laser aceleram a coleta de dados espaciais independentemente da natureza da complexidade das formas as quais os edifícios podem apresentar.

De acordo com Groetelaars (2015), o *3D Laser scanning* é uma técnica na qual é possível realizar uma varredura nas superfícies externas dos objetos estudados desde que estes estejam visíveis e livres de quaisquer obstáculos entre eles e o equipamento. O princípio do funcionamento baseia-se na emissão e reflexão de feixe raio laser no edifício. Esse raio ao ser refletido no sensor do aparelho torna possível que este faça a leitura da distância. Os equipamentos possuem sensores que

permitem capturar milhares de pontos por segundo, fazendo com que a operação de captura da realidade seja feita de maneira muito rápida quando se trata de edificações, por exemplo. (FIG. 4)

Figura 4 - Representação esquemática do scanner terrestre em funcionamento para obtenção da "nuvem de pontos"



Fonte:Retirado de Groetelaars e Amorim (2013, p.99).

O resultado direto do *3D Laser scanning* é chamado de *point cloud* ou nuvem de pontos, um grupo de milhões de pontos cada um tendo suas coordenadas tridimensionais (x, y e z) determinadas. Subsequentemente à captação via scanner as nuvens de pontos podem servir de base para a modelagem de objetos tridimensionais com elevada precisão por meio de softwares adequados. (GROETELAARS, 2015)

As nuvens de pontos ainda podem trazer outras informações coletadas no levantamento como a cor, é por isso que a visualização das nuvens de pontos tem aspecto "*pixelizado*". Há equipamentos que também contam com câmeras fotográficas integradas, que permitem tomar ainda mais informações do objeto.

No mercado há diversas opções de tipos de aparelhos capazes de efetuar a varredura a laser, variando suas especificações principalmente em função de

finalidade e da tecnologia utilizada. Segundo Groetelaars (2015), os principais critérios de seleção de equipamento são o tamanho do objeto e a distância entre objeto e equipamento. Outros exemplos de critérios são o custo de equipamento, tempo de levantamento e a precisão almejada.

O *Building Information Modeling* (BIM), que pode ser traduzido para a língua portuguesa como “Modelagem da Informação da Construção”, é um método avançado de trabalho colaborativo, que usa um modelo criado a partir de informações consistentes abrangendo diversos parâmetros acerca do objeto a ser projetado. Enquanto as ferramentas do tipo CAD resolvem a questão da representação gráfica no projeto, o processo BIM, visa dar conta do ciclo de vida da edificação, desde a sua concepção à manutenção e intervenções posteriores mantendo a possibilidade de se estudá-la, modificá-la e mantê-la atualizada junto à vida útil da edificação (Groetelaars, 2015).

Os avanços trazidos pela aplicação do BIM em construções novas são amplamente comprovados, sendo inclusive objeto do decreto presidencial Nº 10.306 de 02 de abril de 2020 que determina o uso obrigatório do BIM para a execução de obras e serviços de engenharia realizados, direta ou indiretamente, pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Esse decreto determina que a implementação obrigatória será dividida em três fases graduais considerando a relevância para a disseminação do BIM:

- A primeira fase com foco no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, que tivessem grande relevância para a disseminação do BIM iniciou-se em 1º de janeiro de 2021;
- A segunda fase focada na execução direta ou indireta de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras, referentes a construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, de grande relevância para a disseminação do BIM iniciou-se em 1º de janeiro de 2024;
- E a terceira fase é centrada no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia e na gestão de obras referentes a construções novas, reformas, ampliações e reabilitações, que sejam consideradas de média ou grande relevância para a disseminação do BIM e tem início previsto para 1º de janeiro de 2028 (BRASIL, 2020).

Ou seja, há um amplo campo aberto para a atuação utilizando a metodologia BIM nos projetos governamentais dentre os quais podem se inserir os diversos projetos de conservação e restauro, mas a sua aplicabilidade em edifícios históricos ainda é muito incipiente conforme visto na literatura sobre o tema.

Segundo Groetelaars (2015), as pesquisas sobre o emprego do BIM na modelagem digital de edificações com interesse histórico tendo como base o levantamento por varredura a laser levam a conclusões de que esse uso pode ser prolífico, uma vez que possibilita a reunião de informações do projeto de modo parametrizado. Para se referir a esse uso do BIM foi cunhado o termo *Historic Building Information Modeling* (HBIM), que pode ser resumido então como aplicação da metodologia BIM nos bens patrimoniais de valor histórico.

Dore e Murphy² (2012, *apud* Tolentino, 2018, p. 82) sintetizam o conceito de HBIM:

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.

Sobre as possibilidades de aplicação desse método para nas edificações de interesse histórico Tolentino (2018, p. 83) ainda acrescenta que “(...) uma vez feito o levantamento cadastral, o modelo HBIM poderá servir para embasar projetos de restauro e a operação e manutenção do edifício.” Ou seja, o emprego desse método pode trazer ganhos não só durante as fases de projeto e de execução mas também auxiliar na a gestão e conservação do bem edificado durante seu uso ao longo dos anos.

²DORE, Conor; MURPHY, Maurice. Integration of historic building information modeling (HBIM) and 3D GIS for recording and managing cultural heritage sites. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON VIRTUAL SYSTEMS AND MULTIMEDIA: VIRTUAL SYSTEMS IN THE INFORMATION SOCIETY, 18., 2012, Milan. Proceedings... IEEE, p. 369-376.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Breve histórico da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana

Segundo Salomão de Vasconcellos³ (1947, *apud* Fonseca, 1998, p.181), as reuniões da Câmara da Vila de Nossa Senhora do Carmo no início do século XVIII aconteceram na residência do camarista Pedro Frasão, localizada na antiga Rua Direita, no Arraial Velho”, próxima à capela que fora instituída como a primeira igreja matriz. A partir de 1722 o local foi alterado para um sobrado situado na ladeira de São Gonçalo, onde dividia espaço com uma prisão para mulheres que ocupava um espaço anexo à casa.

Ainda de acordo com Fonseca (1998, p.41), os terrenos nas proximidades do Quartel dos Dragões eram de propriedade da Coroa portuguesa e a Câmara já vinha reivindicando desde 1740 estas terras por diversas razões uma vez que, a partir da transferência dos soldados e da cavalaria para a localidade de Cachoeira do Campo, a edificação que fora utilizada pelo quartel e seus pastos estavam em desuso. Além disso havia a necessidade de se construir uma nova cadeia.

Em diversas ocasiões houve queixas à Coroa por parte da Câmara por conta das instalações precárias e das frequentes enchentes do Ribeirão do Carmo, comprometendo o exercício das funções públicas. O rei então decidiu restituir à câmara uma edificação localizada na atual Rua Direita e, por meio de uma Carta Régia de 02 de maio de 1745 enviada a Gomes Freire de Andrade, liberou os camaristas para angariar fundos com a venda das propriedades da Câmara a fim para solucionar os problemas narrados caso não fosse possível adaptá-las aos usos finais (FONSECA,1998, p.41 e p181)

(...) nelas se não possam ou não convenha fazer-se as obras precisas para as vereações, audiências e mais serviço público, se venderão em praça pelo maior preço para seu produto se fazer edificio necessário para as ditas vereações, e mais funções públicas em sítio que fique totalmente livre de inundações do Ribeirão, o que logo poderão executar sem mais ordem que a presente os ditos oficiais da Câmara. (FONSECA, 1998, p. 181)⁴

³VASCONCELLOS, Salomão de. Breviário histórico e turístico da cidade de Mariana. Biblioteca Mineira de Cultura, 1947.

⁴Carta régia de 02 de maio de 1745 a Gomes Freire de Andrade, a respeito da representação da Câmara da Vila do Carmo de 30 de agosto de 1742. APM, SC, cód. 45, f.4.

Ainda conforme Fonseca (1998), anos mais tarde, em 1747, o local onde seria erigida a nova Câmara foi definido. Conforme carta enviada em conjunto ao Rei Dom João V pelos componentes da Câmara, o Ouvidor Geral de Vila Rica José Antônio de Oliveira Machado e o Governador da capitania de Minas Gerais Gomes Freire de Andrada respondendo à ordem de localizar um sítio que correspondesse às características necessárias para edificar com segurança a nova sede da Câmara:

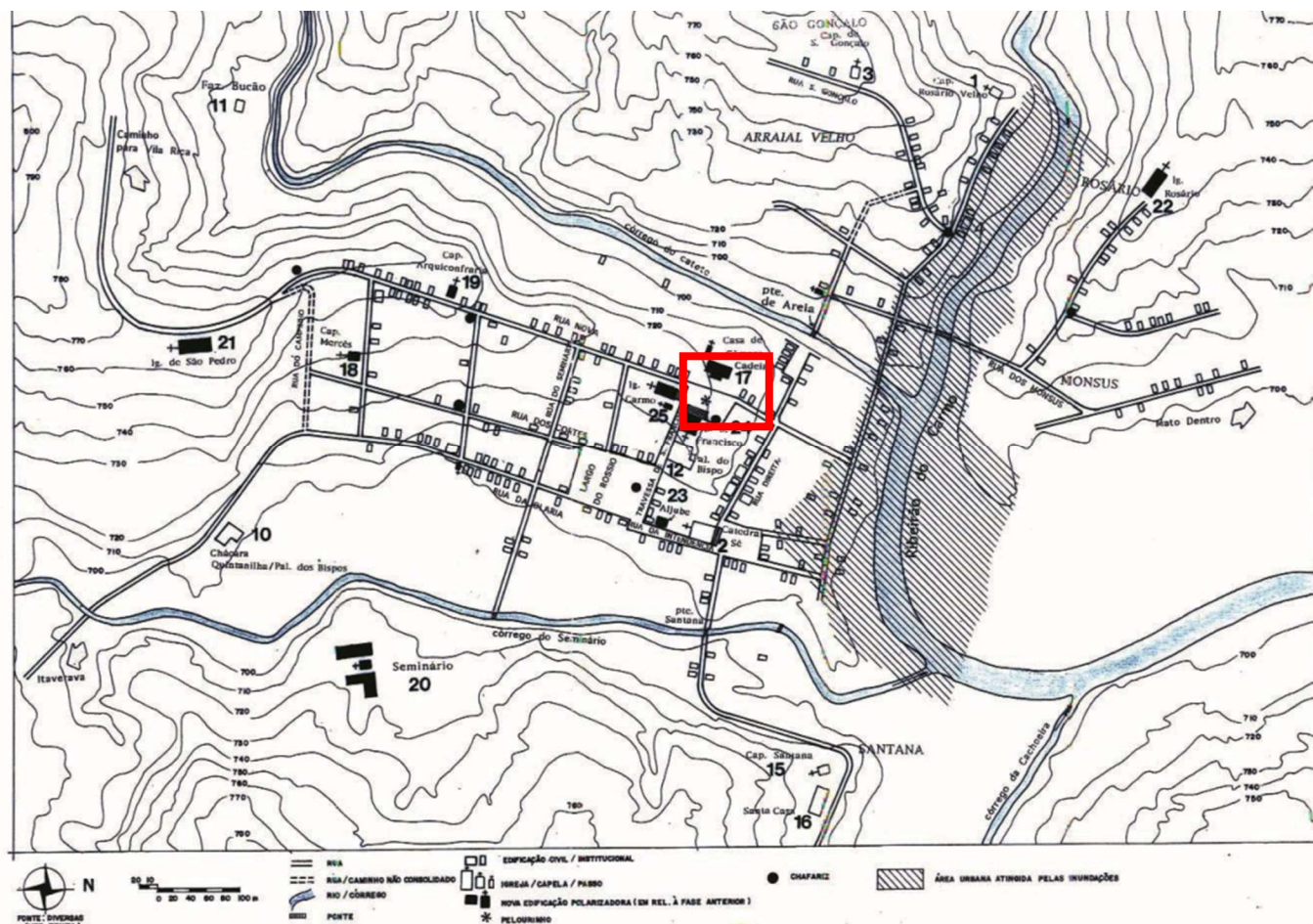
[...]assentaram que era o mais adequado e congruente para a praça, cadeia, e mais edificios públicos della, o sitio onde se achão os quartéis, demolido - se os mesmos [...], sitio não acessível aos excessos e fúrias do córrego e Rio no tempo das agoas.. (FONSECA, 1998, p. 42)⁵

O local indicado era o terreno onde estava localizado o antigo Quartel dos Dragões que fora construído a partir de 1719 por ordem do Conde de Assumar para abrigar as Companhias de Cavalos na Vila do Carmo, criada em 1711. Segundo Salomão de Vasconcellos, o quartel foi implantado em terrenos de propriedade da Coroa localizados nas proximidades da residência do Conde de Assumar e foram ocupados também pelos ranchos da Companhia dos Dragões e os pastos para a cavalhada até aproximadamente 1744, quando ocorre a mudança da Companhia para a vizinha Vila Rica. (FONSECA, 1998, p.37).

Fonseca (1998) destaca que o quartel fora construído ali justamente pela sua localização estratégica com vista para o Ribeirão do Carmo provavelmente com o objetivo de defender a vila, mas também de possibilitar o controle da atividade mineradora e da vida cotidiana da região. O mapa (FIG. 5) demonstrando essa localização encontra-se representado a seguir.

⁵ Documento de 1747, transcrito por Claudia Damasceno Fonseca. As referências citadas pela historiadora são as seguintes: Representação de 23- 9-1747 (A.H.U, MG, cx. 50, doc. 61).

Figura 5 - Mapa síntese da cidade de Mariana (1745 – 1800)



Fonte:Fonseca (1998, p. 6), adaptado pelo autor. O ponto em destaque vermelho representa a localização da sede definitiva da Casa de Câmara e Cadeia.

A construção da sede definitiva da Casa de Câmara e Cadeia iniciou-se no fim da década de 60 do século XVIII. Na mesma época também se iniciaram as construções de outros dois edifícios: As Igrejas das Ordens Terceiras de São Francisco de Assis e a de Nossa Senhora do Carmo. O resultado é uma praça emoldurada pela representação monumental dos poderes civis e religiosos demonstrando a solidariedade existente entre estas instituições à época. (BARRETO, 1967).

De acordo com Barreto (1967, p. 223), o risco da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana data do ano de 1762. O projeto ficou à cargo de José Pereira dos Santos que era um mestre pedreiro e arquiteto de origem portuguesa, na região de Porto. Os seus primeiros registros no Brasil a que se tem conhecimento remetem ao ano de 1737,

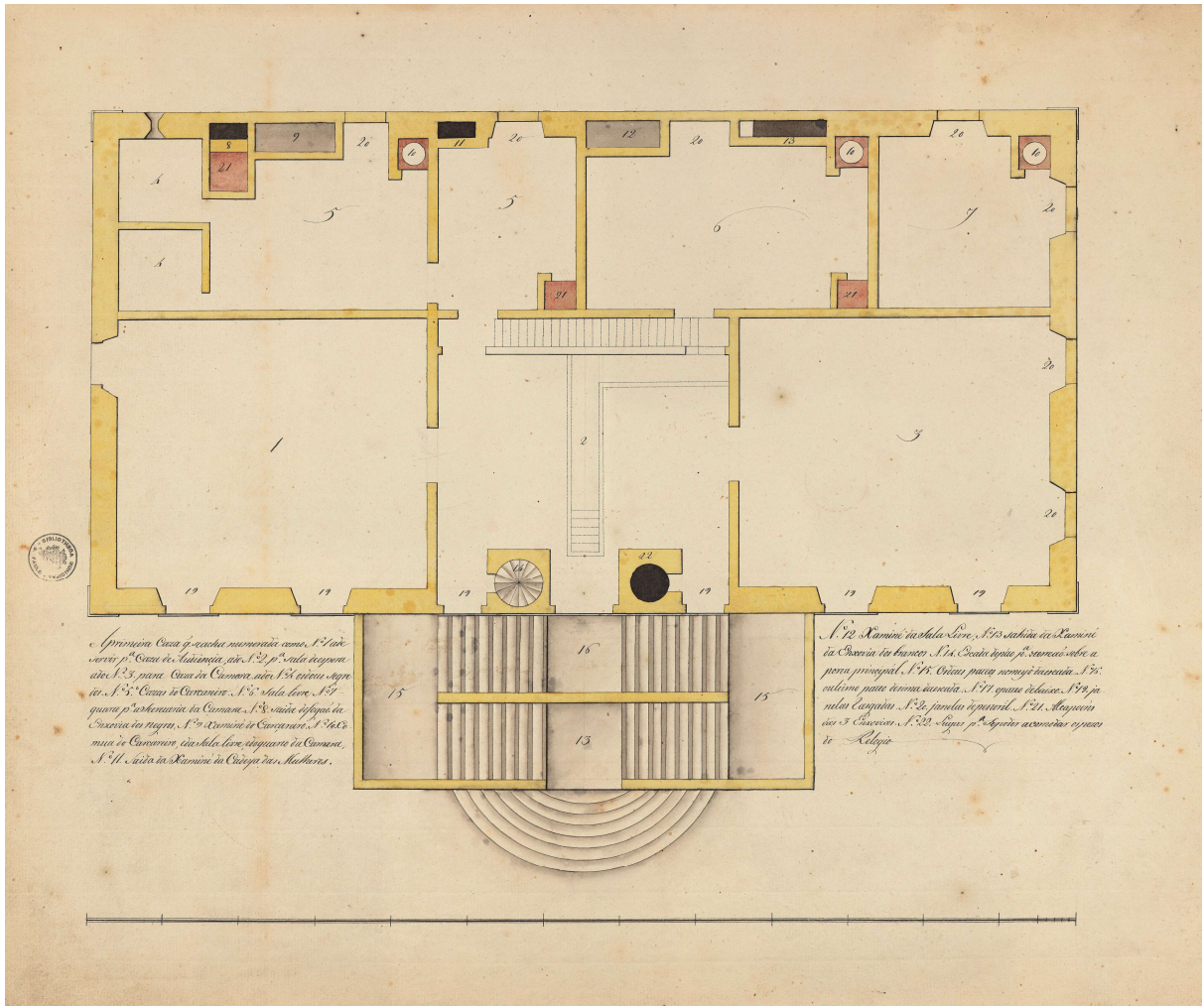
“data em que se achava preso na cadeia de Mariana por dívida” e somente há comprovação de seu ofício entre os anos de 1752 e 1762, ano de sua morte. Neste período José Pereira dos Santos arrematou diversas obras na região das minas e, ainda nas palavras de Barreto (1967, p. 221), “o pouco que se sabe a tal respeito é, por sua qualidade, o bastante para considerá-lo mestre dos mais importantes, figurando como autor ou construtor de monumentos os mais expressivos de Mariana e Ouro Preto (...)”. Dentre suas obras neste período podem-se destacar ainda a Capela de Nossa Senhora do Rosário de Mariana, cujo risco também é lhe atribuído, arrematada em 1752 e entregue 1756; e a execução das escadas da porta principal, da rua de baixo e da porta da travessa na Matriz de N. Sra do Pilar em Vila Rica em 1754.

De busca em busca, pela operosidade de Antônio Ferreira de Moraes, têm se conhecimento de que José Pereira dos Santos recebeu, em 1762, vinte oito oitavas de ouro "pelo trabalho do risco que fêz para a nova cadeia e casa da Câmara", ocorrência esta reafirmada no seu testamento, de primeiro de julho daquele mesmo ano de 1762.

Por seu turno o Dr. João Gomes Teixeira, Diretor do Arquivo Público Mineiro, diligenciou na Biblioteca de São Paulo, código Matoso, da coleção Félix Pacheco, três plantas — a do andar de baixo, a do andar de cima e a da fachada principal (o alçado) — que correspondem plenamente à Casa da Câmara e Cadeia de Mariana. (BARRETO, 1967, p. 219)

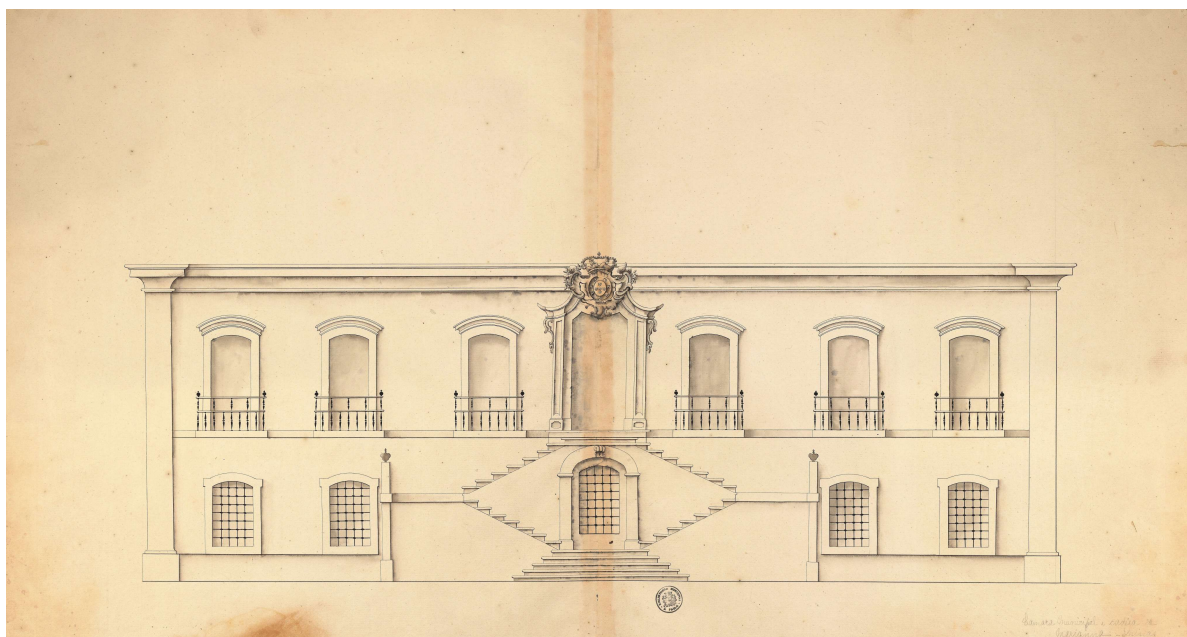
As referidas plantas encontram-se reproduzidas a seguir no presente trabalho. É possível notar com facilidade que, salvo alguns detalhes, as plantas remetem com grande similaridade o edifício da Casa de Câmara e Cadeia que teve sua construção arrematada somente vinte anos depois em 1782 pelo alferes português José Pereira Arouca. A figura 6 contém o risco do nível térreo da edificação dedicado às funções carcerárias. A cadeia foi dividida em três enxovias (celas) para escravos, brancos e mulheres. Já as figuras 7 e 8 contém, respectivamente os riscos do segundo andar que seria a sede das funções da Câmara de Vereadores e o risco da fachada principal da edificação onde se destaca a imponente escadaria (BARRETO, 1967).

Figura 7 - Risco da Planta do Segundo Pavimento



Fonte: Códice Matoso, da Coleção Félix Pacheco. Biblioteca Municipal de São Paulo.
Disponível em: <https://artsandculture.google.com/asset/planta-b-da-casa-de-c%3%A2mara-e-cadeia-de-mariana-jos%3%A9-pereira-dos-santos/TgEamTY_WgNiHQ> Acesso em 02/07/2023.

Figura 8 - Risco da Fachada Frontal



Fonte: Códice Matoso, da Coleção Félix Pacheco. Biblioteca Municipal de São Paulo.

Disponível em: < https://artsandculture.google.com/asset/planta-alta-da-casa-de-câmara-e-cadeia-de-mariana-josé-pereira-dos-santos/BQHhYGoyBA_rLQ > Acesso em 02/07/2023.

Nascido na freguesia de São Bartolomeu na vila de Arouca, comarca do Porto, Portugal, por volta de 1731, José Pereira Arouca fixou-se ainda jovem em Mariana. Ele foi responsável por uma série de obras arrematadas e construídas na região de Mariana e Vila Rica uma vez que “como arrematante e mestre de obras, podia assumir diversas empreitadas ao mesmo tempo colocando seus oficiais e seus subordinados” (ALVES⁶, 1997, *apud* SALVADOR, 2014, p.182) durante a segunda metade setecentista ficando “intimamente ligado à história administrativa, urbanística e de Mariana.”

Dentre suas várias atividades desenvolvidas destacam-se a ponte de pedra de Passagem em 1778; os paredões e canos do caminho novo do Arraial de passagem em 1781; mais cedo também examinou os riscos do pórtico, dos arcos do coro e do lavatório da sacristia tendo dado o seu parecer na obra da igreja de Nossa Senhora do Carmo em Vila Rica entre 1771 e 1772. (BARRETO, 1967, p.228-229)

Ainda segundo Paulo Thedim Barreto, é provável que Arouca seja o autor das alterações no projeto de 1762 visto que não faltaria autoridade ao “discípulo e

⁶ ALVES, Célio Macedo. *Artistas e irmãos: o fazer artístico no ciclo do ouro mineiro*. Dissertação (Mestrado em História Social) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Sociais, USP, 1997.

continuador do desenho de José Pereira dos Santos” (BARRETO, 1697, p. 230). Antes que as obras da Câmara fossem terminadas José Pereira Arouca veio a óbito em julho de 1795, ficando a construção então à cargo de seu testamenteiro Francisco Fernandes Arouca, sabendo-se que o edifício ainda estava inacabado em 1802.

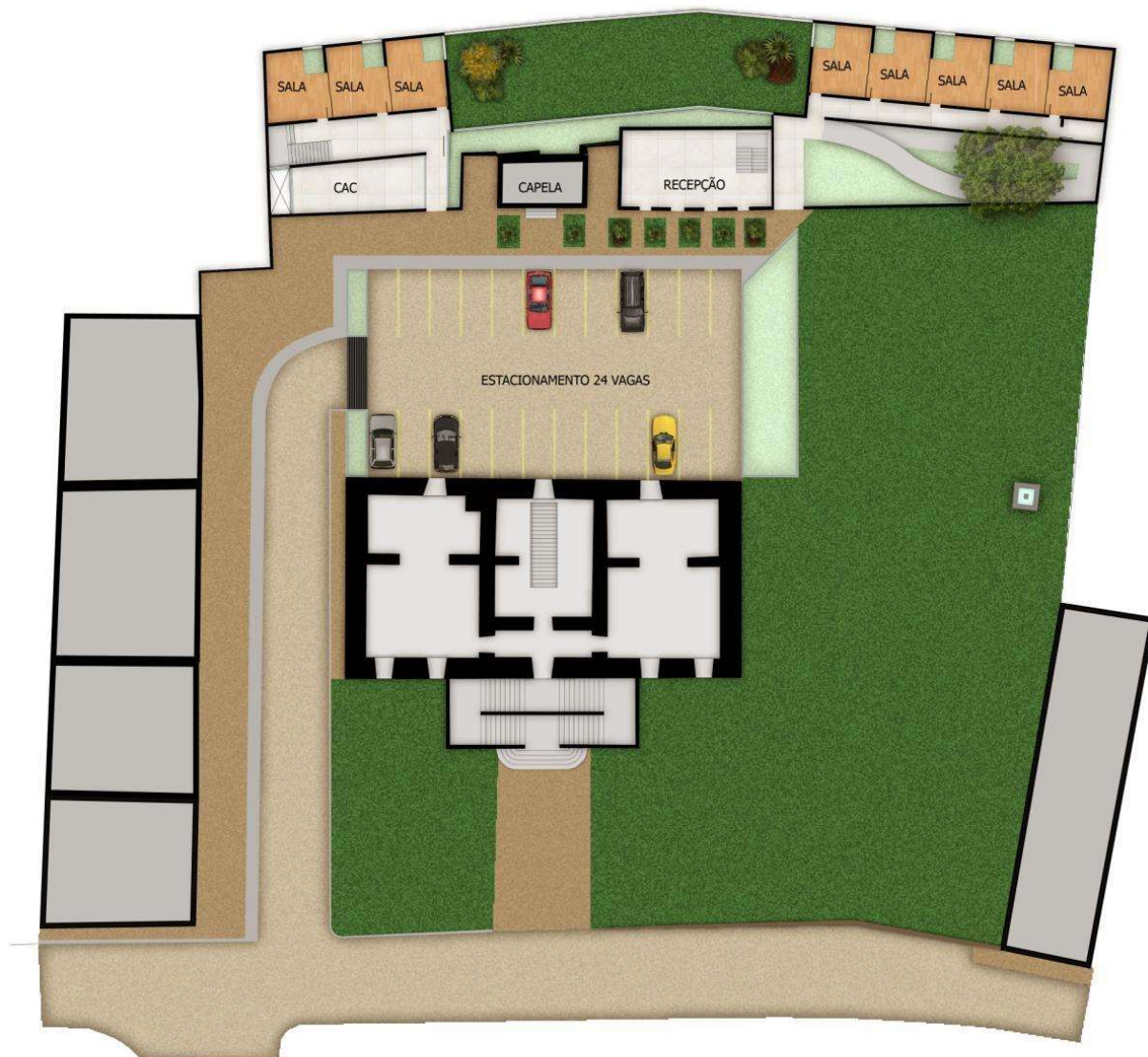
3.2 Projetos de restauração e intervenções

3.2.1 Projeto de 2012

De acordo com Fernanda Trindade de Carvalho (2012), o projeto inicial de intervenção proposto tinha como principal premissa a manutenção do uso atual do prédio da Câmara para as atividades legislativas mantendo viva a memória de modo que a história desta instituição não caísse no esquecimento caso fosse atribuído um novo uso à Casa de Câmara e Cadeia. No entanto, as demandas contemporâneas exigiam que fossem efetuadas algumas adaptações para que fosse possível acomodar as atividades dos 10 parlamentares cada um com seus respectivos 5 funcionários. Além disso, à época da concepção do projeto já era de conhecimento de todos que a partir da próxima legislatura, em 2013, o número de vereadores no município passaria a ser de 15.

Esse projeto tinha um escopo de intervenções amplo e continha soluções que ampliavam o espaço por meio da construção de uma nova edificação com gabinetes legislativos e salas situada na área em declive localizada nos fundos do terreno atrás do Armazém e da Capela. Com a finalidade de atender às demandas da casa legislativa do município de Mariana, a proposta inicial também previa a construção de um novo auditório subterrâneo com capacidade para 150 pessoas implantado no subsolo do estacionamento localizado aos fundos da Casa de Câmara e Cadeia com a finalidade de atender às demandas da casa legislativa do município de Mariana, ampliando a capacidade do edifício tombado sem que a nova edificação concorresse com a volumetria original. conforme mostrado nas figuras 9 e 10.

Figura 9 - Planta do 1º pavimento do Anexo da Câmara Municipal de Mariana



Fonte: Retirado de Carvalho (2012, p.157).

Figura 10 - Planta do nível do subsolo do Anexo da Câmara Municipal de Mariana



Fonte: Retirado de Carvalho (2012, p.158).

3.2.2 Primeira alteração no projeto

É relevante ressaltar que a intervenção proposta no projeto apresentado em 20 de dezembro de 2012 elaborado pelos arquitetos Flávio de Lemos Carsalade, Benedito Tadeu de Oliveira, Bernardo Nogueira Capute e Gustavo Kamino sob a coordenação de Leonardo Barci Castriota não foi completamente contemplada pelo orçamento disponibilizado pelo programa PAC Cidades Históricas. Dessa forma, o projeto teve de passar por alterações substanciais para que a execução das intervenções neste bem de elevada importância histórica, cultural e de uso se tornassem viáveis economicamente.

Na alteração, todo o anexo subterrâneo (FIG.10) com novo auditório e novas salas que seriam construídas nos fundos do terreno foram excluídas do programa do projeto, limitando as intervenções ao prédio histórico da Câmara, à capela e o armazém aos fundos do sítio. Essa primeira alteração no projeto, datada de maio de 2015 foi assinada pelo arquiteto Benedito Tadeu de Oliveira norteou toda a planilha orçamentária do edital de licitação para as obras civis de restauro da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana.

O referido projeto arquitetônico integrou o edital referente à contratação de serviços especializados para obra civil de restauração da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana previa a instalação de dois elevadores, sendo um interno e outro externo localizado no pátio aos fundos da edificação principal; ambos ligados por um hall no pavimento subsolo a ser escavado. Dessa forma, o acesso à edificação da Câmara para a pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida seria efetuado adentrando no elevador instalado no pátio externo, descendo ao subsolo onde faria o percurso até o segundo elevador que enfim daria acesso aos pavimentos da edificação principal.

3.3 A licitação das obras de restauração e intervenções

Conforme o Portal da Transparência (2022) define, as licitações são o instrumento utilizado pela Administração Pública para comprar, vender ou contratar serviços, por exemplo. As normas que regem esse instrumento foram estabelecidas pela Lei 8666 de 21 de junho de 1993, que foi o principal dispositivo legal a regulamentar as licitações e contratos com órgãos públicos até a promulgação da nova Lei 14133 de primeiro de abril de 2021. A Lei 8666/93 perdeu a validade somente no último dia 30 de dezembro de 2023.

A licitação é um procedimento administrativo que antecede as contratações dos entes da Administração Pública e daqueles por ela controlados. Trata-se de uma sucessão de atos que tem por objetivo selecionar a melhor proposta dentre as oferecidas pelos interessados, a quem se assegura tratamento isonômico. Destarte, a licitação viabiliza o atendimento da necessidade administrativa consubstanciada no contrato final e, simultaneamente, assegura igualdade entre as pessoas interessadas em firmar o vínculo com o Poder Público. (MARINELA⁷, 2008, p. 333 *apud* MAGGI, 2017, p. 24).

A imprecisão no levantamento cadastral causa uma série de vícios em orçamentos ou licitações. É comum que a situação do bem esteja em pior estado de conservação daquela antes documentada no momento em que se inicia a execução das intervenções previstas em projeto. Essa é uma situação que pode ocorrer por diversos fatores tais como o hiato entre a confecção do projeto e o efetivo início das intervenções, mas a divergência dimensional entre objeto e cadastro gera uma série de vícios que podem comprometer um processo licitatório, causando a necessidade de aditivos contratuais para correção de divergências quantitativas em relação aos serviços a serem prestados, gerando muitas vezes paralisações em obras, o que no fim acaba elevando o tempo e o custo total da intervenção.

Segundo Maggi (2017), outra manifestação de problema relacionado à imprecisão em levantamentos ocorre antes mesmo qualquer intervenção efetiva. Na realidade, por vezes a adia ou até a torna inviável. Neste caso as licitações, que muitas vezes acabam sem contratações, isto é, licitações desertas ou as fracassadas, que geram prejuízo ao planejamento e, conseqüentemente ao erário público são em sua maior parte causadas por falhas na elaboração de projetos básicos. elucida:

[...] não se pode desconsiderar que a literatura apresenta como principal motivo para os insucessos das licitações públicas as falhas na elaboração dos projetos básicos, tanto pela utilização de especificações inadequadas ou desatualizadas quanto pelo desconhecimento dos preços praticados no mercado, ou seja, dos custos da contratação, conforme já demonstrado anteriormente. Ressalte-se que os autores e os estudiosos pesquisados não associam os riscos de insucesso das licitações públicas à natureza especial de seus objetos e, sim, à elaboração defeituosa dos instrumentos convocatórios. (MAGGI, 2017, p. 65)

A demora na contratação de serviços pode ser tanta que, por conta das variadas características dos bens arquitetônicos, o risco do fracasso da missão do IPHAN pode ocorrer com a degradação, perda de partes importantes ou até a ruína completa do bem cuja contratação não tenha sido efetuada a tempo.

⁷MARINELA, Fernanda; BOLZAN, Fabricio (Org). Leituras complementares de direito administrativo: advocacia pública. Bahia: Editora JusPodivm, 2008.

É necessário frisar aqui que os problemas em licitações vão além dos vícios em projetos básicos conforme demonstra o trabalho de Maggi (2017), porém, é inegável que uma base documental robusta e confiável são capazes de auxiliar os profissionais encarregados a fazerem orçamentos de referência para contratações. Isso contribuiria para a maior lisura e celeridade em todo o processo licitatório e criaria um ambiente com segurança jurídica, tornando mais previsível a atividade para as empresas que executam tais projetos, de modo a tornar atividade mais atrativa do ponto de vista econômico, e diminuir assim a necessidade de revisões em editais por falta de interessados resultando na redução do tempo entre o lançamento dos editais e o início efetivo da execução das obras. A base documental mais robusta também é capaz de reduzir a necessidade de renegociações e aditivos contratuais ao longo da execução das obras.

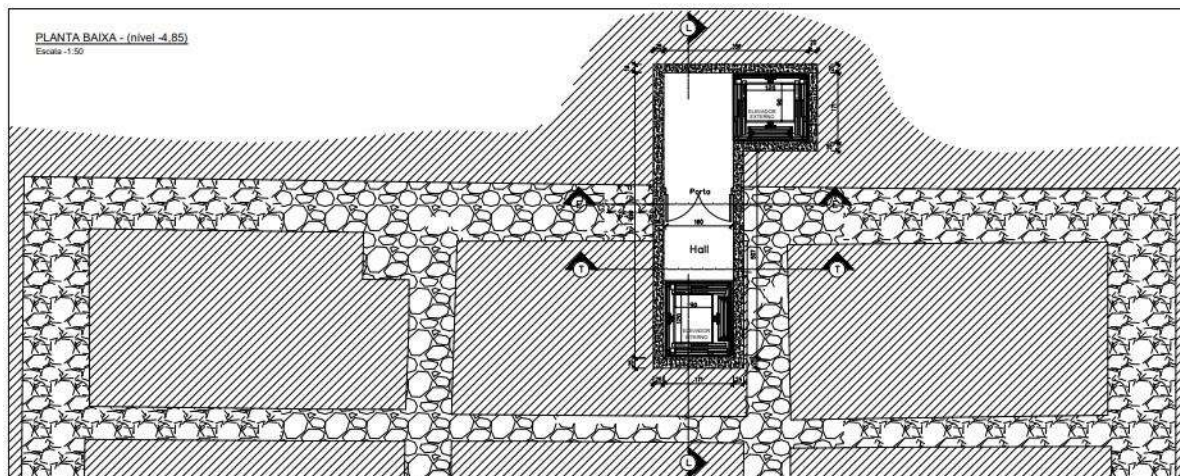
As obras de restauro na Casa de Câmara e Cadeia de Mariana são um exemplo de problemas relacionados à licitação do projeto de restauro. O diagnóstico do estado de conservação do imóvel foi confeccionado em dezembro de 2011 com revisão em maio de 2014, o projeto de intervenção originalmente apresentado em 2012 e o lançamento do edital de tomada de preços Nº 006/2019 para contratação pela prefeitura municipal de uma empresa para a execução das obras civis de restauração da Casa de Câmara do município se deu apenas em 05/12/2019, ou seja, passados mais de cinco anos após a última atualização do diagnóstico no qual se baseou o projeto.

O processo licitatório culminou em fevereiro de 2020 com a arrematação das obras pela empresa A3 Atelier de Arte Aplicada, no entanto as atividades em canteiro se iniciaram somente no dia 19 de outubro de 2020, mais de seis anos após a revisão do diagnóstico do estado da edificação. Ainda que tenha sido possível efetuar uma visita técnica antes do certame, entende-se que o diagnóstico atualizado tende a ser uma ferramenta mais poderosa para avaliação do estado do bem patrimonial visto que o tempo de visita é limitado e a confecção de um diagnóstico é um procedimento mais minucioso.

Cabe aqui ressaltar que o projeto arquitetônico de restauração, fonte das representações contidas nas figuras 11 e 12 abaixo, não apresenta a volumetria do elevador externo que seria implantado a pequena distância da fachada posterior. Tal fato prejudica em grande monta a interpretação da escala de interferência causada na fachada posterior do prédio da Casa de Câmara e Cadeia por esse novo elemento

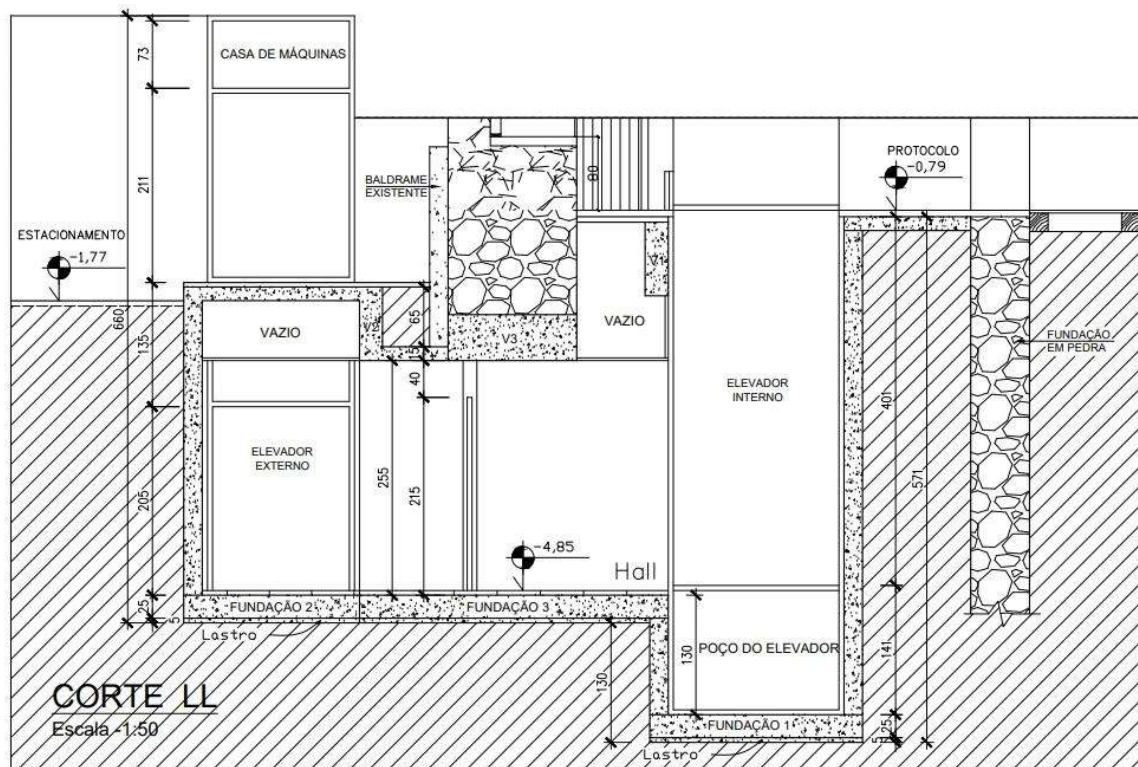
proposto, uma vez que no projeto há apenas as representações em planta e corte do elevador.

Figura 11 – Vista em planta de intervenção proposta com dois elevadores



Fonte: Retirado de Oliveira, B.T. (2015).

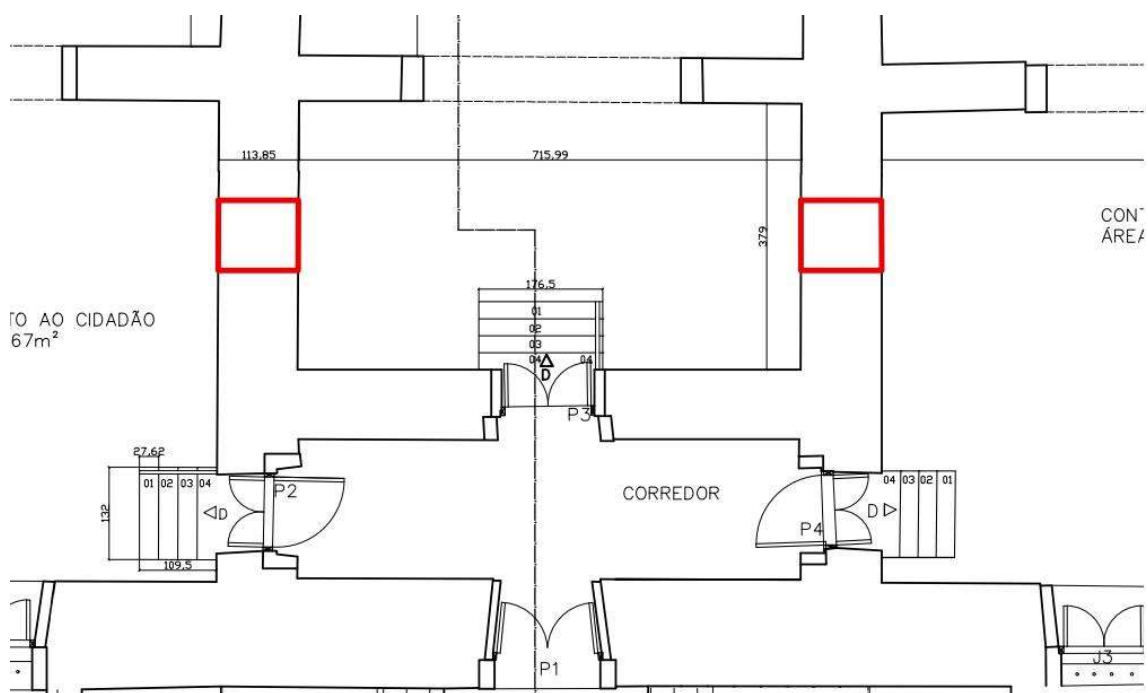
Figura 12 - Corte apresentando a intervenção proposta com dois elevadores



Fonte: Retirado de Oliveira, B.T. (2015).

Esse projeto também previa a abertura de dois vãos (FIG. 13) nas alvenarias estruturais de pedra no primeiro pavimento integrando as três antigas enxovias da cadeia. No entanto, ao se examinar a planilha orçamentária da obra (FIG. 14), nota-se que esta área de demolição bem como os possíveis reforços estruturais necessários para manter a estabilidade da edificação não foram contemplados.

Figura 13 - Detalhe das aberturas propostas entre as antigas enxovias



Fonte: Oliveira, B.T. (2015), adaptado pelo autor (destaque das aberturas em vermelho).

Figura 14 - Recorte da planilha orçamentária sintética com base no edital

											R\$	R\$
3												22.479,69
3.1												17.511,42
3.1.1												
3.1.1.1												
	DEM-EL-025 SETOP											R\$ 5.391,70
	00000304 Próprio											R\$ 1.718,94
3.1.1.2												
	DEM-PIE-065 SETOP											R\$ 3.637,82
	00000304 Próprio											R\$ 1.718,94
3.1.2												
3.1.2.1												
	DEM-PIE-015 SETOP											R\$ 429,96
	00000304 Próprio											R\$ 429,96
3.1.3												
3.1.3.1												
	DEM-PIE-015 SETOP											R\$ 429,96
	00000304 Próprio											R\$ 429,96
3.2												
3.2.1												
3.2.2												
	DEM-EL-025 SETOP											R\$ 330,84
	00000304 Próprio											R\$ 135,48
3.3												
3.3.1												
	DEM-EL-025 SETOP											R\$ 1.090,37
	97627 SINAPI											R\$ 4.531,94
3.3.2												
	97627 SINAPI											R\$ 3.025,61
3.3.3												
	72897 SINAPI											R\$ 337,76
3.3.4												
	72900 SINAPI											R\$ 38,20

Fonte: <https://transparencia.mariana.mg.gov.br/uploads/transparencia_pmmariana_2017/transparencia/contrato-150-2020.pdf> (ACESSO EM 10/08/2023)

A discrepância entre projeto e planilha orçamentária do edital se repete mais uma vez quando se trata da acessibilidade: Embora o projeto tenha dois elevadores, na planilha orçamentária consta apenas um equipamento de transporte vertical.

Figura 15- Recorte da planilha orçamentária detalhando a quantidade de elevadores prevista

5.8			Acessibilidade						R\$	187.662,93	
5.8.1	00000508	Próprio	Fornecimento e instalação de elevador modelo conforme projeto específico	CJ	1,00	R\$	164.000,00	R\$	182.794,40	R\$	182.794,40
5.8.2	72120	SINAPI	Fornecimento e instalação de vidro, 10mm temperado e laminado	m²	8,03	R\$	208,31	R\$	245,80	R\$	1.973,77
5.8.3	73743601	SINAPI	Fornecimento e instalação de pedra quartzito polido sobre argamassa - exterior	m²	34,00	R\$	72,16	R\$	85,14	R\$	2.894,76

Fonte: <https://transparencia.mariana.mg.gov.br/uploads/transparencia_pmmariana_2017/transparencia/contrato-150-2020.pdf> (ACESSO EM 10/08/2023)

Assim sendo, fez-se necessário implementar diversas readequações neste projeto mantendo sempre como objetivo principal promover a continuidade do uso do edifício como casa do poder legislativo do município de Mariana. Grande parte destas alterações tiveram de ser efetuadas em paralelo ao desenvolvimento das atividades das obras civis de restauração da Casa de Câmara e Cadeia.

3.4 A execução da obra

O corpo técnico da empresa A3 Atelier de Arte Aplicada, responsável pela execução das obras civis de restauro da antiga Casa de Câmara e Cadeia de Mariana, identificou diversas inconsistências nos projetos fornecidos pelo edital da licitação da referida obra ao iniciar as suas atividades em canteiro. Por se tratar de um bem de elevada relevância histórica, a empresa decidiu empreender na busca de soluções que melhor correspondessem ao bem, ao uso da edificação e da expectativa da comunidade e dos usuários do prédio.

As alterações que competem ao campo do projeto arquitetônico e de restauração bem como os projetos complementares ficaram sob a responsabilidade da empresa executora das obras e foram desenvolvidos e aprovados dentro do período compreendido entre 10 de março de 2022 e 31 de maio de 2022, o que pode ser considerado um grande êxito tendo em vista a complexidade e o nível de detalhamento dessas modificações em projeto que pôde ser colocado à prova durante a sua execução em canteiro.

A necessidade de alterações foi discutida e evidenciada diversas vezes com a Comissão Parlamentar de Acompanhamento das Obras, com o corpo técnico dos

escritórios local e regional IPHAN, com os técnicos da Prefeitura Municipal de Mariana e demais agentes envolvidos no processo. O consenso foi de que realmente seria necessário alterar o projeto recebido em diversos pontos visando a melhor adequação do bem patrimonial às demandas as quais o prédio deveria atender ainda que esta atividade de revisão projetual e alterações projetuais não estivessem contratualmente estabelecidas no momento da licitação dessa obra.

Esse alinhamento entre interessados, fiscalizadores, contratantes e executores foi de extrema importância para atingir o resultado obtido na restauração sobretudo no que se refere à adaptação do edifício às necessidades contemporâneas de acessibilidade e ainda reestabelecendo a unidade da edificação em relação à sua concepção e usos originários.

Para atender então à necessidade de alterações em tempo exíguo, decidiu-se por contratar uma empresa especializada em levantamentos utilizando a tecnologia de laser scan. Segundo Adriano Luis de Souza, sócio proprietário da empresa executora das obras de restauro, nessa obra o escaneamento a laser foi utilizado pela primeira vez em uma obra de sua responsabilidade e foi motivada pelas características deste tipo de levantamento.

Porque o projeto que tínhamos da licitação é um projeto feito manualmente e tinha inúmeras inconsistências com o objeto no que se referia a medidas. Então o laser, a ideia é a de que ele teria mais precisão no levantamento do que o que o material que nos foi fornecido. Isso tudo necessariamente em prazo menor pois a obra já havia sido iniciada. Além disso, criar um arquivo que pudesse ser facilmente consultado em caso de quaisquer dúvidas ao invés de termos de ir até o prédio... Quer dizer, eu consigo fazer esse levantamento e mandar para Paris para trabalhar nele de lá ao invés de ter de ficar tirando dúvidas in loco o tempo todo. Essa facilidade é uma das coisas que chamaram muito a atenção.” (ENTREVISTA COM ADRIANO SOUZA, 2023)

3.4.1 Os levantamentos efetuados durante a obra

3.4.1.1 Os levantamentos diretos

Conforme dito antes, minha primeira atividade durante meu período de estágio na obra foi produzir um novo quadro de esquadrias da edificação pois fora constatado que as medidas constantes no projeto não condiziam com aquilo que se encontrava no canteiro. Ao se examinar o projeto foi possível notar rapidamente que algumas esquadrias não estavam representadas corretamente. A representação não estava de acordo com o objeto encontrado mesmo havendo informações quanto às

características construtivas; as dimensões da abertura; o estado de conservação e fotografias no quadro de esquadrias constante na documentação do projeto oriundo do edital.

Os casos mais notáveis são os das janelas do segundo pavimento J10 e J14, localizadas respectivamente na sala Procuradoria e na sala Assessoria Jurídica (Identificação dos usos das salas relativas ao levantamento de 2011). Essas janelas podem ser vistas na fachada lateral direita (J10) e fachada posterior (J14).

No projeto elas estavam representadas seguindo o modelo das folhas das outras janelas localizadas no segundo pavimento, porém em análise no local é nítida a diferença entre as formas e até alguns materiais das janelas J10 e J14 e as outras janelas - essas sim muito semelhantes entre si.

A partir da observação *in-loco* pode-se inferir que a J10 e a J14 são fruto de intervenções posteriores à construção do pois ela há grande diferença nos materiais empregados na sua construção em relação aos materiais das outras janelas citadas. Nas outras janelas, todo o requadro (ombreira, peitoril e verga em arco abatido) são compostos por peças em cantaria, sendo predominante o emprego do xisto (FIG. 16), que é uma rocha metamórfica composta predominantemente por micas e quartzo. Já nas esquadrias J10 e J14, há apenas o revestimento por pequenas placas serradas de pedra-sabão (FIG. 17), que é uma rocha metamórfica composta predominantemente por talco, clorita, dolomita e anfibólios. A pedra-sabão tem menor dureza e resistência a esforços mecânicos do que o xisto, sendo esse mais indicado para uso estrutural.

Figura 16 - Verga em xisto



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 17 - Acabamento em pedra sabão serrada



Fonte: Acervo do autor (2022).

Para corrigir a documentação e orientar etapas futuras da obra que dependeriam dessas informações como por exemplo a compra de material para pintura das esquadrias, foi necessário que se efetuasse antes um levantamento em todas as esquadrias da edificação.

Como as atividades da obra já haviam se iniciado quando ocorreu a varredura a laser, algumas esquadrias já haviam sido retiradas de seus locais para que fossem removidas as camadas de repintura ou para iniciar os reparos em carpintaria de modo que não foi possível capturar por meio do scanner uma parcela considerável das esquadrias. Por esse motivo, o método empregado nesse levantamento das esquadrias foi a medição direta (FIG. 18). A execução desse levantamento levou em consideração todas as boas práticas e técnicas de levantamento direto recomendadas no Caderno Técnico de autoria do professor Mário Mendonça de Oliveira, reconhecido nacionalmente como uma das referências na área da conservação e restauro.

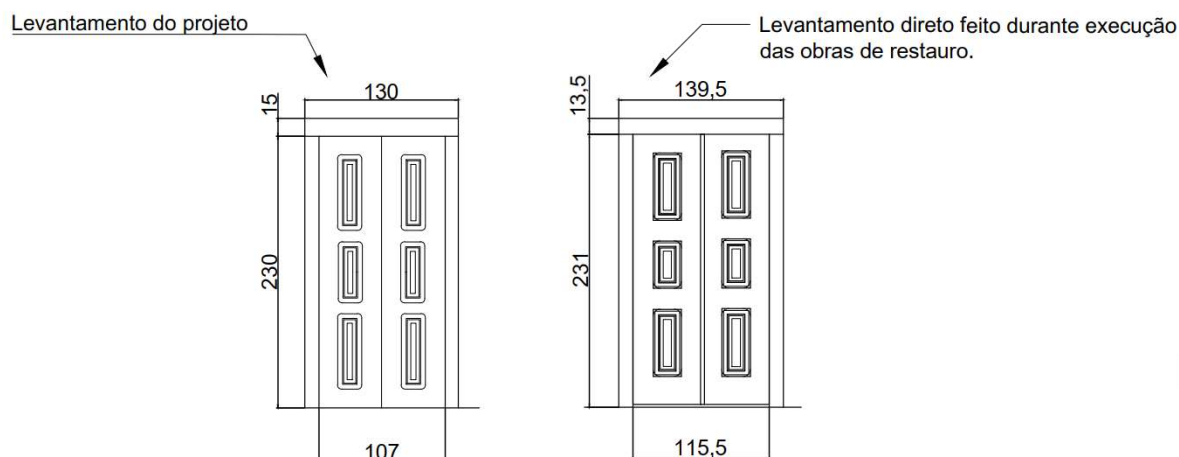
Figura 18 - Levantamento por medição direta de esquadrias.



Fonte: Acervo do autor (2022).

As informações adquiridas nesse levantamento contribuíram para este estudo de caso tornando possível a comparação (FIG. 19) presente no exemplo abaixo que se refere à porta denominada P14, onde temos o levantamento direto feito durante a obra e a informação que constava no projeto onde foram notadas inconsistências.

Figura 19 - Comparação entre levantamento feito durante a obra (dir.) e o projeto (esq.)



Fonte: Esquerda - Elaborado pelo autor. Direita - Oliveira, B.T., (2015) adaptado pelo autor (inserção de cotas e legendas).

3.4.1.2 O levantamento a laser – nuvem de pontos

A varredura a laser (FIG. 20) se deu em meio às atividades da obra, no dia 26/02/2022. O ideal seria desenvolver esse processo fosse feito antes do início das intervenções, registrando, portanto, a condição específica do bem patrimonial antes do início do processo restaurativo, porém no caso da obra da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana isso não foi possível. Esse fato, no entanto, não reduz a experiência que foi trabalhar com esse tipo de captura da realidade pela primeira vez, de modo que o resultado obtido foi plenamente satisfatório.

Para o levantamento, foi empregado o *scanner* Faro Focus S 350, tendo como resultado uma nuvem de pontos colorida (FIG. 23) que, por si só, já constitui como um produto 3D para visualização, comunicação e fonte de dados importante para detecção de patologias, decisões em fase de projeto e também durante a execução para conferência de medidas de controle, por exemplo.

Quadro 1 – Informações técnicas do equipamento utilizado**Faro Focus S 350 Technical Information**

- Range: 0.6 - 350m.
- High Dynamic Range (HDR) Photo Recording 2x/3x/5x.
- Measurement Speed: up to 976,000 points/second.
- Ranging Error: ± 1 mm.
- Sealed Design - Ingress Protection (IP) Rating Class 54.
- On-site Compensation.
- Accessory Bay.

Fonte: Faro (2016)

Figura 20 - Levantamento por varredura a laser

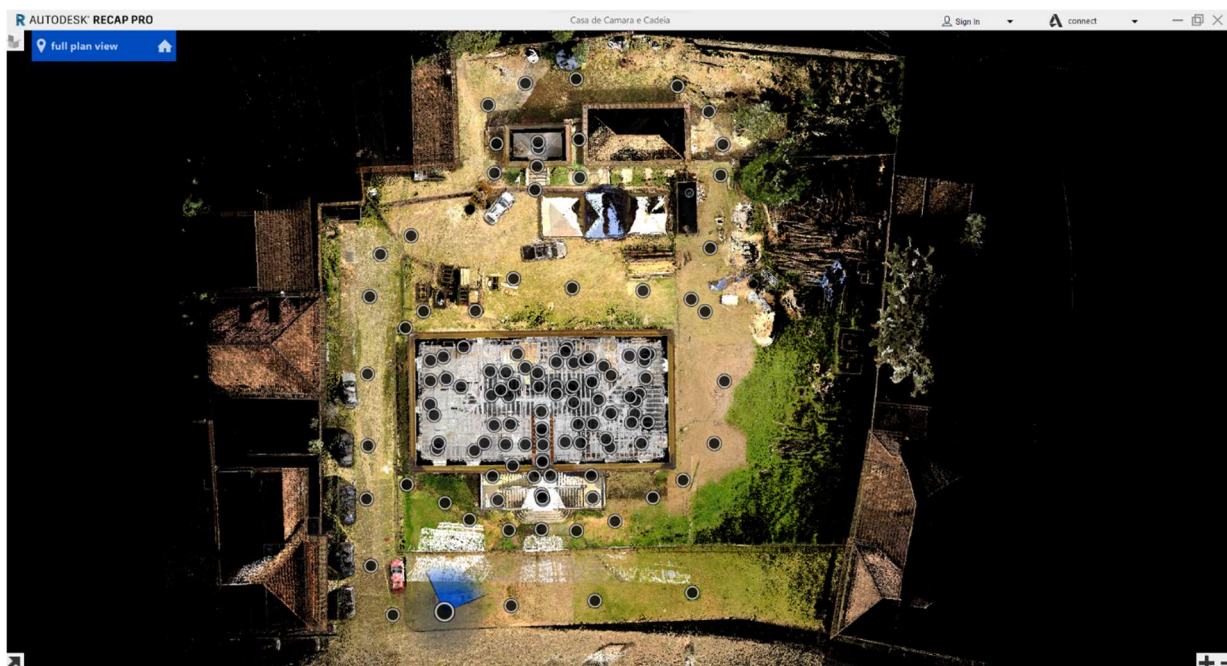


Fonte: Fotografia Gustavo Broglio (2022).

Durante a execução da varredura a laser o equipamento foi montado em 124 pontos diferentes dentro do canteiro de obra com o objetivo de capturar toda a edificação da Casa de Câmara e Cadeia tanto internamente quanto externamente

incluindo também seu entorno imediato. Cada ponto onde o scanner foi montado compõe uma cena e pode ser acessado pelo software Autodesk Recap. A figura 20 mostra o mapeamento da posição das 124 cenas geradas (como a edificação tem dois pavimentos, alguns pontos podem estar sobrepostos nesse mapa).

Figura 21 - Posição das 124 cenas no Autodesk Recap



Fonte: Acervo do autor (2023).

Como o equipamento possui uma câmera digital acoplada, é possível visualizar por meio do software Autodesk Recap os registros fotográficos utilizando o recurso *Real View* no mesmo software (FIG.22) bem como a nuvem de pontos utilizando o recurso *3D View* (FIG. 23).

Figura 22 - Visualização de uma cena externa com a ferramenta *Real View*



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 23 - Visualização da Ferramenta 3D View



Fonte: Acervo do autor (2023).

Essa varredura a laser foi executada pela empresa Flug, que é especializada em tecnologias de captura da realidade com drones e laser scanner. O produto do trabalho da Flug foi a nuvem de pontos, sobre a qual o corpo técnico da empresa A3

Atelier de Arte Aplicada se debruçou para extrair as informações necessárias com a finalidade de promover alterações projetuais com precisão e assertividade.

A partir dessas informações foi possível produzir a documentação necessária para embasar as alterações projetuais que deveriam ser apreciadas pelos órgãos competentes. O curto prazo foi um desafio enorme pois as atividades em canteiro já estavam iniciadas e eventuais interrupções por falta de aprovação de projetos poderia colocar em xeque toda a obra.

3.4.2 Modificações em projetos durante a obra

Na figura abaixo é demonstrado o fluxograma (FIG. 24) que representa a forma de trabalho desenvolvida para atender as demandas geradas pela grande necessidade de alterações projetuais com curto período para desenvolvimento.

Figura 24 - Fluxograma das atividades desenvolvidas no levantamento por varredura a laser



Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente a ideia era partir diretamente para a criação de um modelo BIM no Autodesk Revit a partir da nuvem de pontos gerada, mas verificou-se que este trabalho demandaria um tempo bem superior ao que tínhamos disponível tendo em vista que todas as alterações em projeto ainda deveriam ser desenvolvidas. Além disso, um ponto de bastante dificuldade para a representação de construções como a Casa de Câmara e Cadeia em softwares BIM é a complexidade em se reproduzir formas com muitos desvios como por exemplo paredes com desaprumo ou onduladas por exemplo.

Ao se concentrar no estudo da aplicação do método BIM nas esquadrias, foi evidenciado que seria necessário desenvolver famílias de componentes a serem utilizados em diferentes níveis de detalhe fazendo emprego de variadas ferramentas do Autodesk Revit, tornando o processo trabalhoso pois ainda não havíamos tido essa experiência, de modo que o tempo tomado para a aprendizagem comprometeria o curso das atividades.

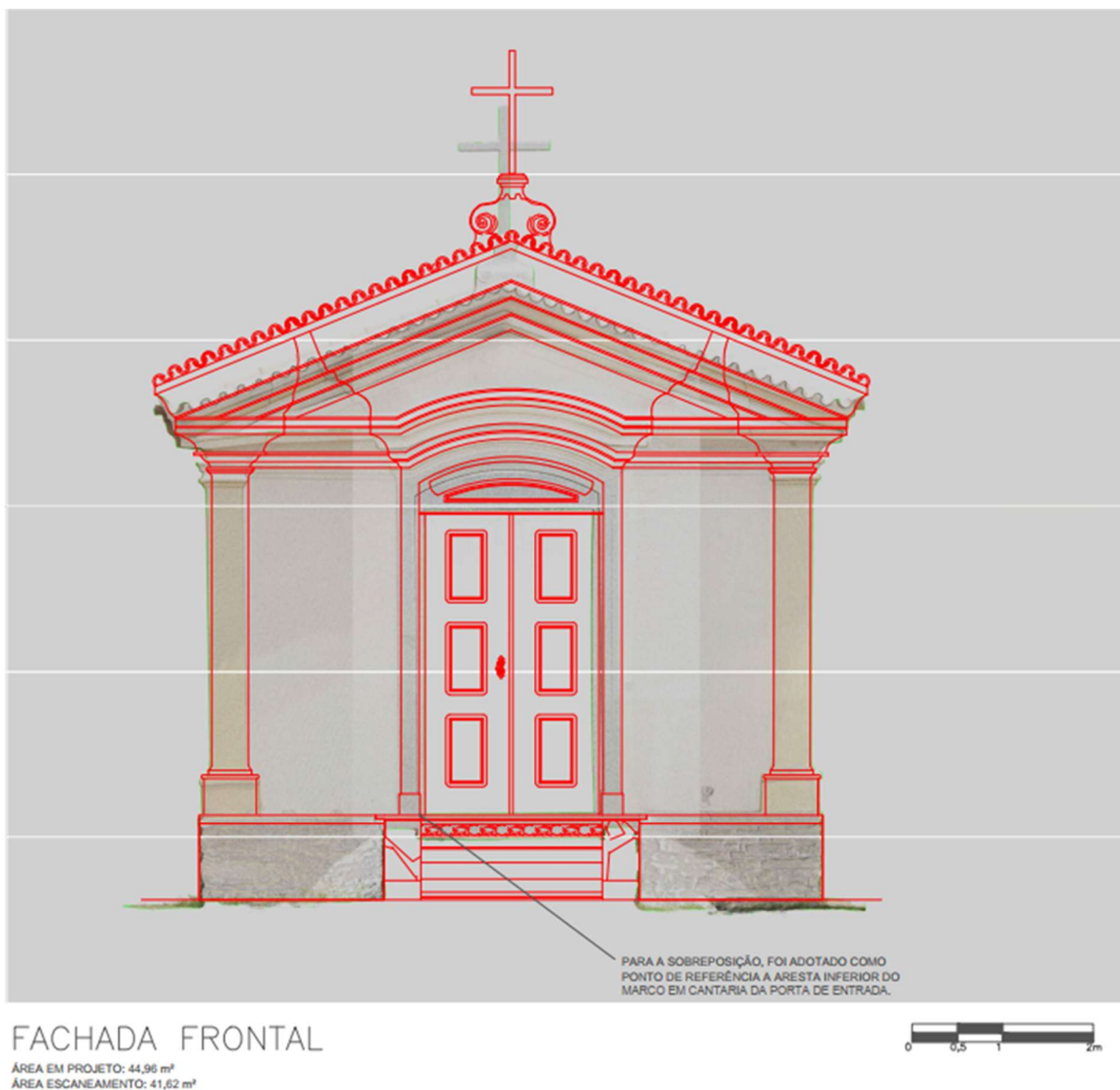
A metodologia então adotada foi a de utilizar a nuvem de pontos no Autocad de modo que ainda podíamos trabalhar sobre a nuvem de pontos executando quantas seções fossem necessárias e traçar sobre essas seções as linhas das superfícies vistas. Essa metodologia ainda possibilitava criar sobreposições entre os projetos e a nuvem de pontos como a representada na figura 25 para conferir os projetos recebidos de forma mais rápida. Outra vantagem em se trabalhar dessa forma foi a de reduzir o tamanho dos arquivos, reduzindo o esforço computacional e evitando perda de tempo com travamento das máquinas. O melhor desempenho foi obtido quando se fez uma seção por arquivo de Autocad por vez.

Ao importar a nuvem de pontos para o software Autocad pôde-se verificar a precisão dos projetos recebidos do edital por meio da sobreposição do projeto recebido com a nuvem de pontos. É importante ressaltar que foram efetuadas operações para se ter certeza de que ambos os arquivos estivessem na mesma escala e os pontos de origem foram arbitrados a partir de pontos nos quais se pudesse ter a maior clareza possível na sobreposição.

No exemplo da fachada frontal da Capela situada aos fundos do prédio da Câmara, o erro no projeto fica evidenciado na figura 25 onde as linhas em vermelho são as informadas no projeto recebido e o fundo colorido é oriundo da visualização da nuvem de pontos.

A altura do frontão tem uma grande diferença entre o documento recebido e a construção real. Para uma comparação rápida, a área vertical desta fachada frontal – sem considerar que as cimalthas possuem curvas, o cálculo é apenas para o “pano vertical” – a área em projeto desta fachada é de 44,96 m² enquanto a área medida a partir da varredura a laser é de 41,62 m², uma diferença de 8%.

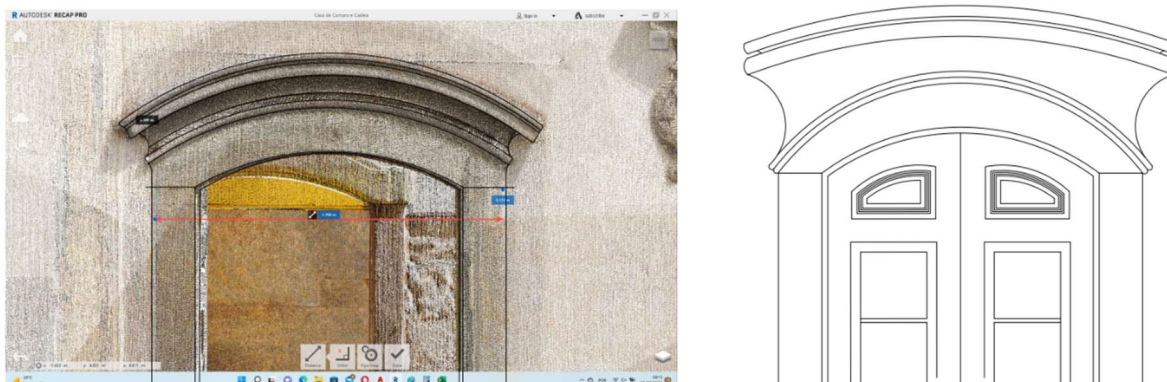
Figura 25 - Sobreposição da fachada frontal da Capela



Fonte: Oliveira, B.T. (2015) adaptado pelo autor.

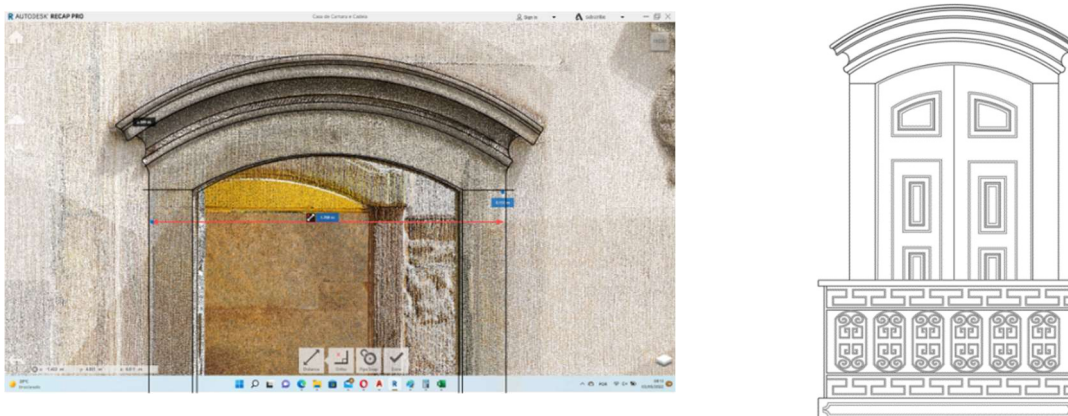
A nuvem de pontos foi muito importante no traçado em planta, cortes e detalhes de fachada tais como as padieiras das janelas da fachada frontal da Câmara, que tinham em projeto prévio um desenho muito diferente do que o real e com a nuvem de pontos foi possível corrigir rapidamente conforme demonstrado abaixo nas figuras 26 e 27.

Figura 26 - Comparação entre a representação da P8 na nuvem de pontos e no projeto do edital



Fonte: Esquerda - Elaborado pelo autor; Direita - Oliveira, B.T., 2015.

Figura 27 - Comparação entre a representação da P8 na nuvem de pontos (esquerda) e a mesma esquadria após passar por correção na representação (Direita)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao sobrepor as plantas obtidas (em tons coloridos) e aquela presente no projeto fornecido pelo edital (em vermelho), pôde-se verificar as discrepâncias contidas no documento e a partir daí prosseguir o trabalho, buscando corrigir as informações de modo a tornar a documentação mais precisa. É interessante verificar que a planta do nível térreo (FIG. 28) apresenta a maior quantidade de pontos em que a medição não confere com a varredura a laser se comparada a planta de levantamento do segundo andar da câmara. (FIG. 29)

A inexatidão encontrada poderia ter causado muitos problemas durante a execução das intervenções na Casa de Câmara e Cadeia, principalmente no que se

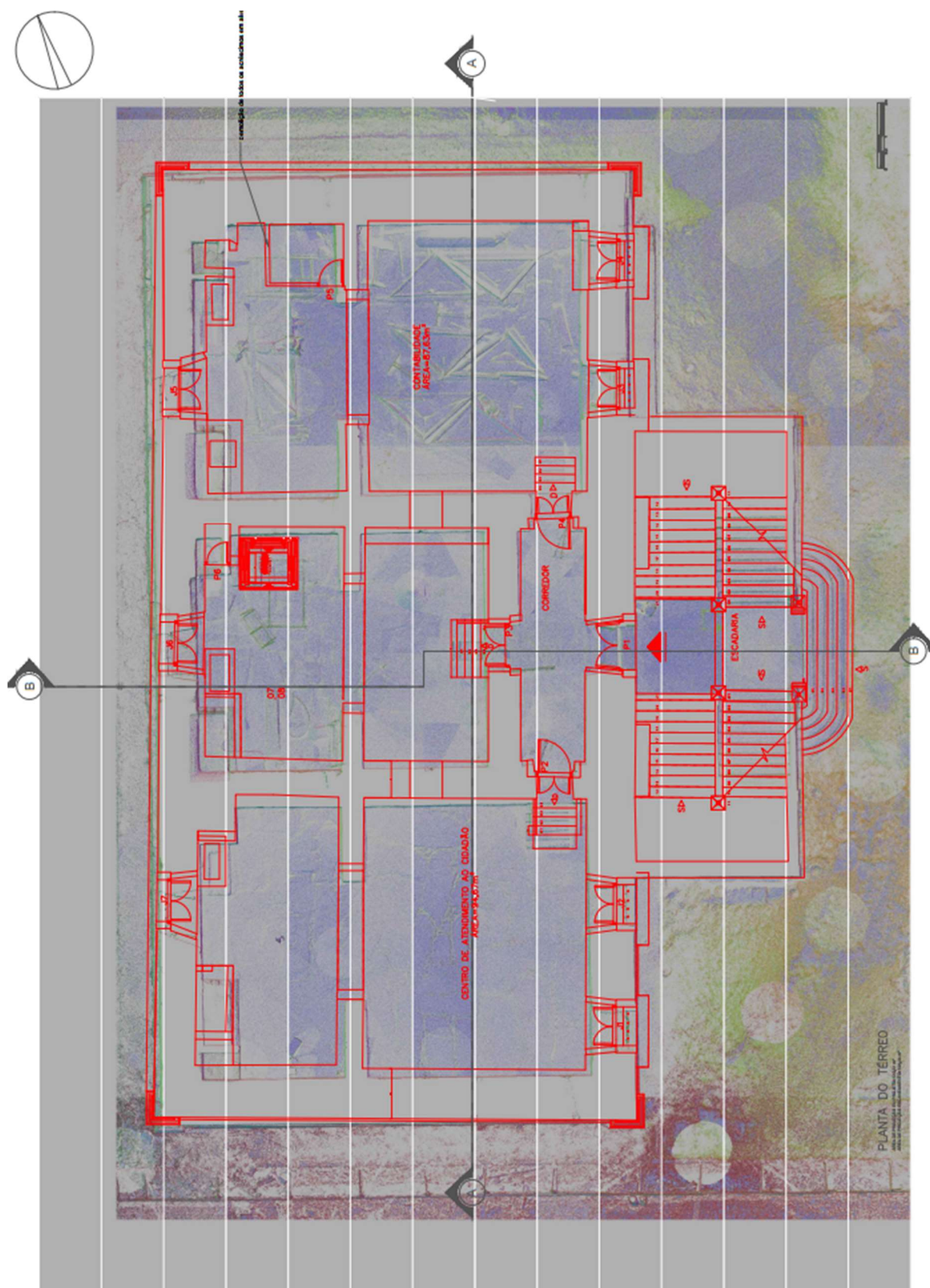
refere ao deslocamento vertical. Como havia muita diferença entre as medições dos ambientes em relação níveis altimétricos da edificação, esse ponto influenciaria negativamente na montagem da circulação vertical.

Outra vantagem em trabalhar com a nuvem de pontos é ser possível criar as seções de corte como a representada na figura 31 de maneira muito rápida em todas as áreas cobertas pelo levantamento a laser, o que constitui um ganho absurdo em eficiência das operações. E não se pode deixar de falar que todas as operações que envolveram a alteração no projeto arquitetônico foram de fundamental importância para o sucesso na intervenção que resolveu os banheiros e o elevador localizados no mesmo espaço.

Já em relação às fachadas, apesar de apresentarem grande impacto visual como por exemplo a grande diferença na altura das padieiras na fachada frontal (FIG. 30), as correções não foram tão extensas quanto aquelas que se fizeram necessárias na parte interior do edifício.

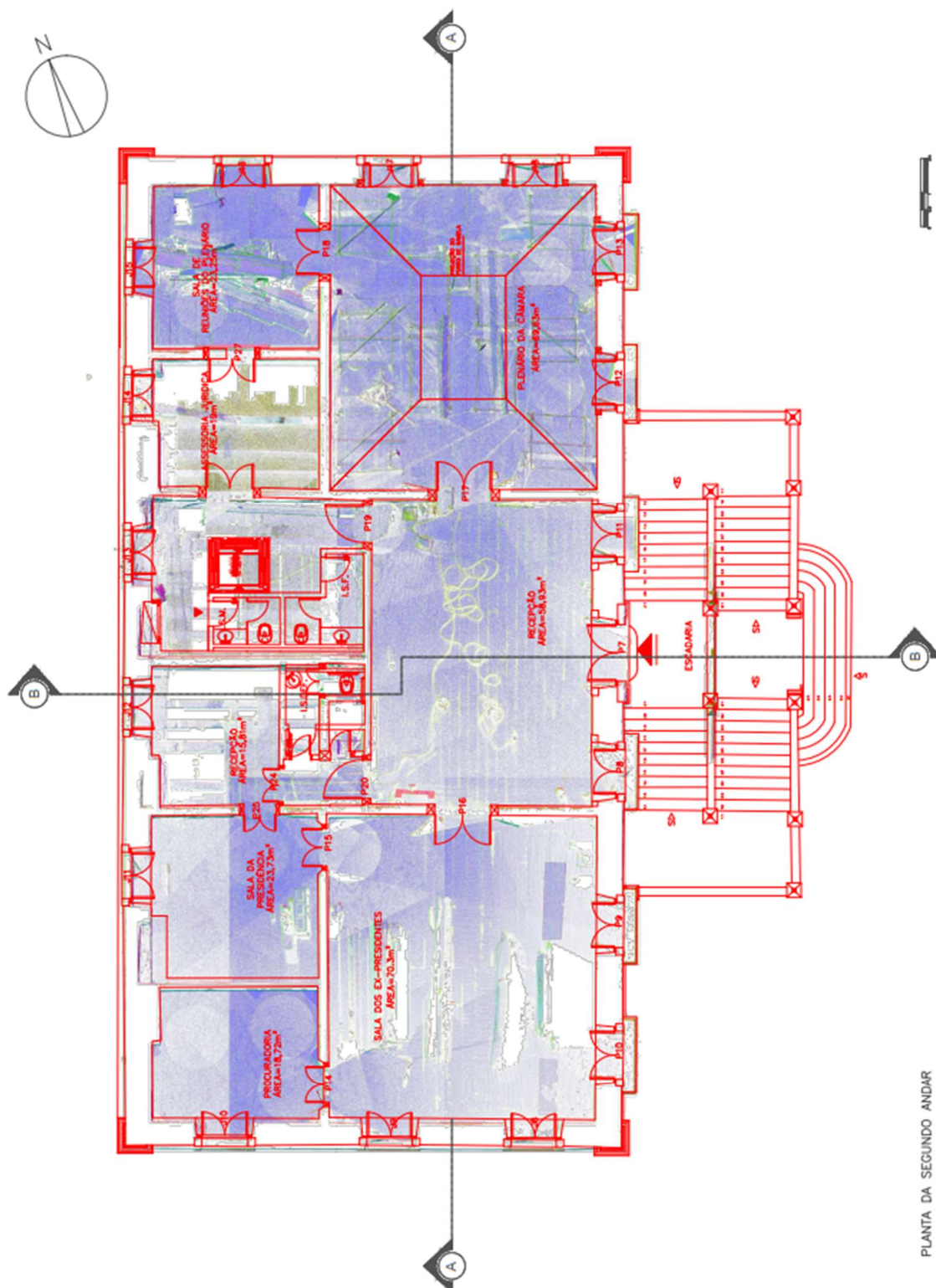
Diante dos resultados obtidos nessa primeira experiência com esse tipo de tecnologia os quais serão apresentados mais adiante, a empresa A3 Atelier de Arte Aplicada visa adotar a varredura a laser 3D já nas fases iniciais em suas atividades tanto em projeto de restauração arquitetônica quanto em execução de obras de restauro em patrimônio edificado, segundo entrevista concedida pelo restaurador Adriano Luis de Souza (2023), administrador da empresa (APÊNDICE A).

Figura 28 – Sobreposição das Plantas do andar térreo (enxovias)



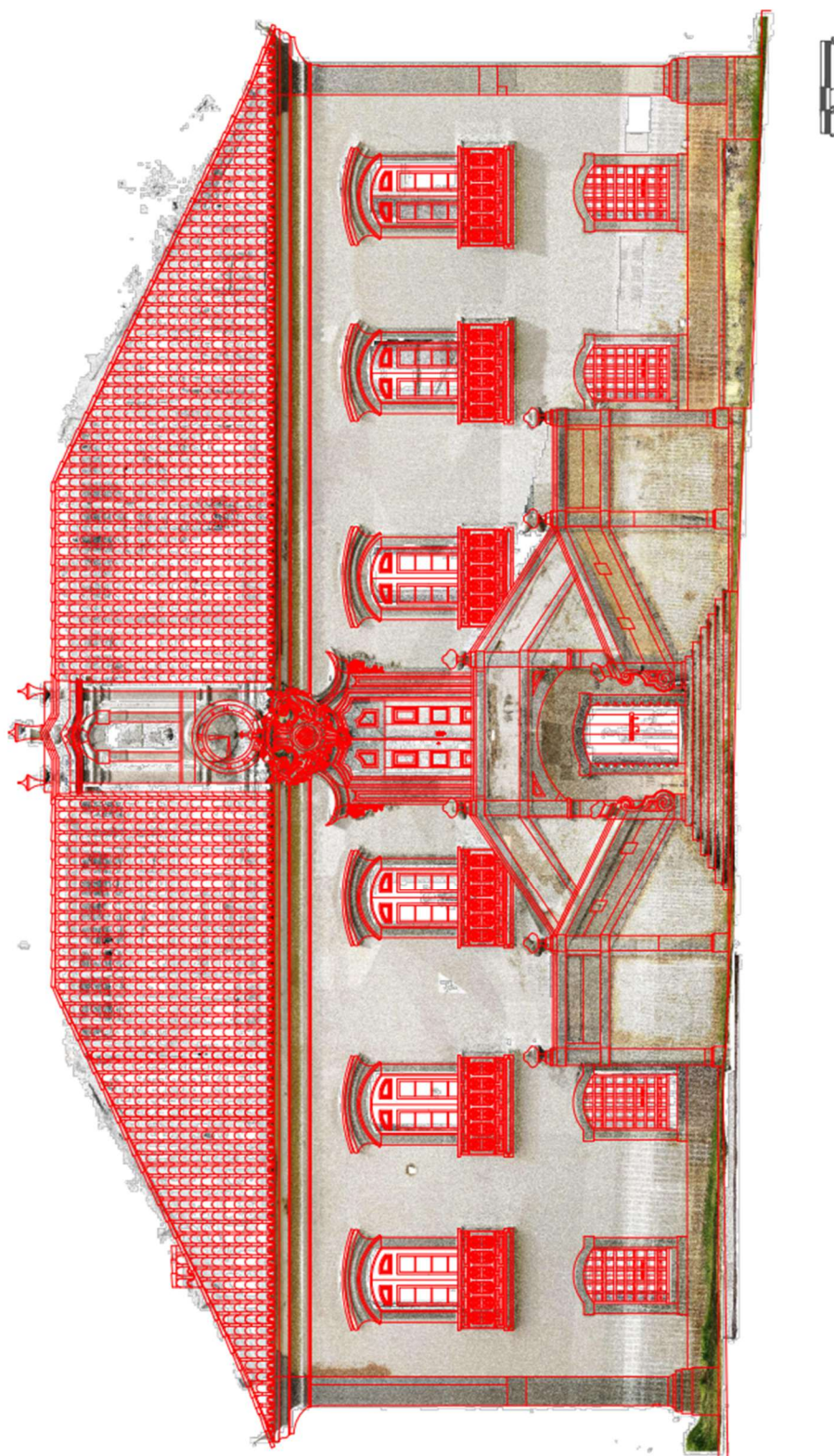
Fonte: Oliveira, B.T. (2015) adaptado pelo autor.

Figura 29 - Sobreposição das plantas do segundo andar (Câmara)



Fonte: Oliveira, B.T. (2015) adaptado pelo autor.

Figura 30 - Sobreposição da fachada frontal



FACHADA FRONTAL

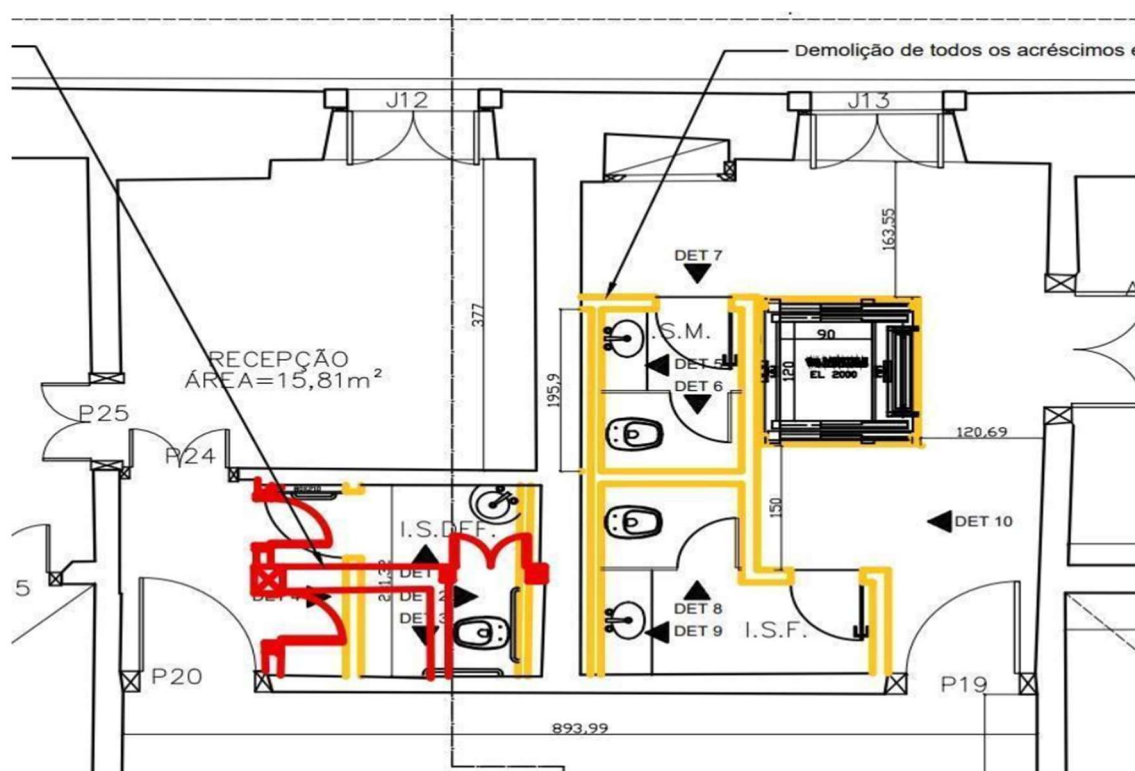
Fonte: Oliveira, B.T. (2015) adaptado pelo autor.

3.4.2.1 Projeto e execução dos Sanitários e Elevador

O projeto original definia o layout dos sanitários internos no segundo andar conforme representado abaixo (FIG. 31) onde as linhas em vermelho representam demolições e as linhas amarelas representam novas alvenarias a construir. No entanto, foi constatado durante a execução da obra que tal proposta acarretaria na demolição de alvenaria original em adobe e, conseqüentemente, a remoção de três esteios que sustentam o frechal superior (FIG. 32), sendo os esteios peças fundamentais na formação da estrutura autônoma de madeira que compõem o monumento e recebem as cargas do engradamento da cobertura.

Por esse motivo e visando melhor adequação ao uso conciliado à procura pela menor intervenção possível no bem, foi proposta pela empresa A3 Restauros uma alteração neste layout.

Figura 31 - Layout dos sanitários e elevador na planta baixa do pavimento superior.



Fonte: Oliveira, B.T. (2015).

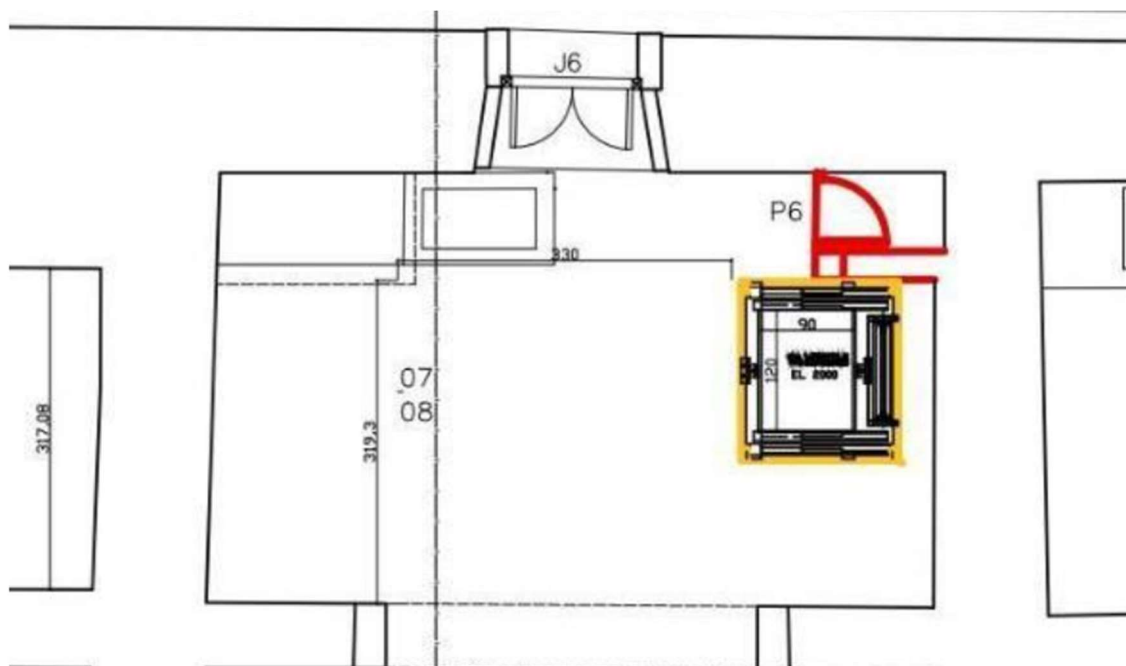
Figura 32 - Representação de estrutura de esteios.



Fonte: Fotografia Gustavo Broglio (2021).

Outra alteração proposta foi em relação à localização do elevador. No projeto do edital (FIG. 33) havia a recomendação da demolição do volume de alvenaria de pedra do banheiro da sala do Protocolo - onde se localiza a esquadria P06 (FIG. 34), detentora de características originais com elementos de autenticidade, como o método construtivo original, cachimbos originais engastados na cantaria e a latrina sistema sanitário da época (FIG. 35), descoberto no piso superior e consta em projeto original do séc. XVIII.

Figura 33 - Trecho da planta baixa da Prancha Arquitetônico Estrutural representando a locação do elevador na proposta do edital



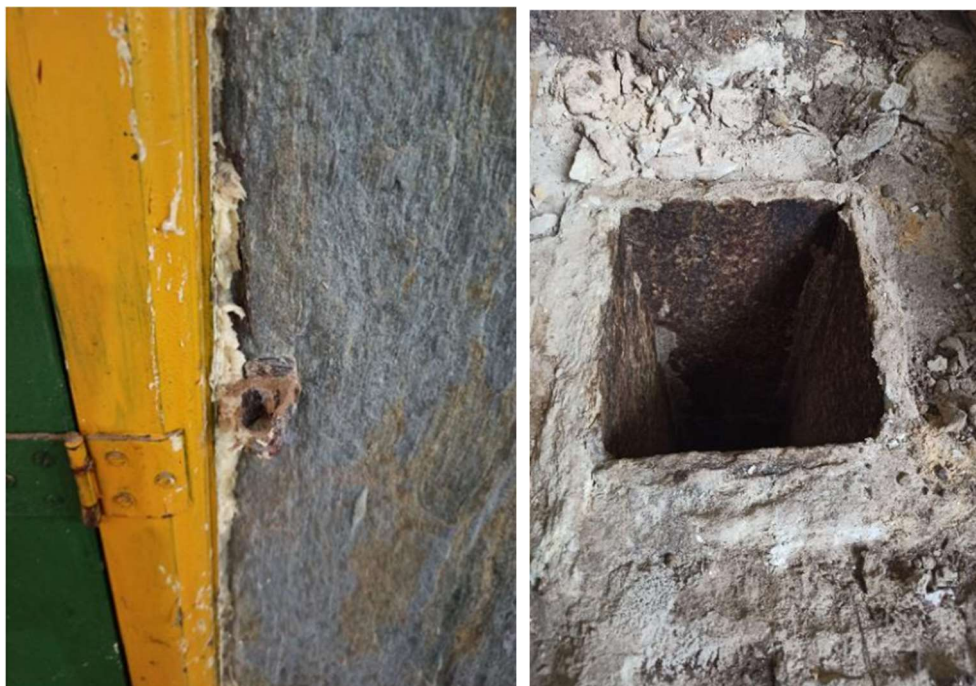
Fonte: Oliveira, B.T. (2015)

Figura 34 - As imagens ilustram o bloco onde está localizada a esquadria P06 e a prospecção que acusa o método construtivo original.



Fonte: Fotografia Gustavo Broglio (2021).

Figura 35 - As imagens ilustram cachimbos de ferro fundido engastados na cantaria e a descoberta da prumada sanitária em cantaria através do piso superior.



Fonte: Fotografia Gustavo Broglio (2021).

Para evitar a intervenção na alvenaria de pedra, alterou-se o local do elevador (FIG.36) de modo a minimizar os pontos de intervenção e ainda possibilitar a implantação de dois sanitários PCD numa única sala do segundo andar, onde anteriormente já havia um banheiro.

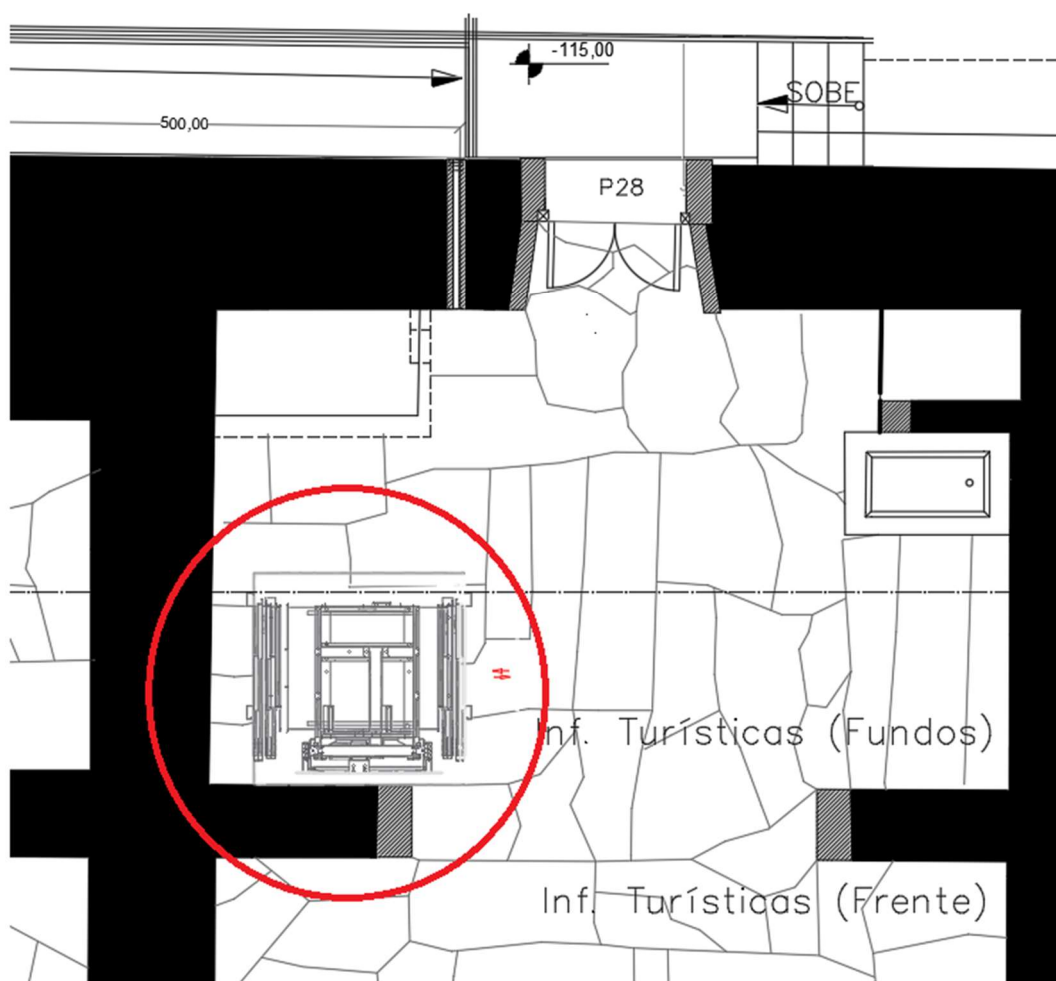
A nova localização dos sanitários no segundo andar (FIG. 37) se concentra junto ao elevador evitando demolição da alvenaria original em adobe, mantendo assim grande parte do layout sem intervenções significativas.

Para a execução tanto dos banheiros como da caixa de corrida do elevador optou-se pelo emprego de estrutura metálica dadas as suas características dentre as quais se destacam o menor peso próprio se comparado a outros elementos estruturais como o concreto armado; a possibilidade ampliada de distinguibilidade e reversibilidade; a possibilidade de pré-fabricação fora do canteiro; e também a padronização e facilidade de se encontrar o material no mercado.

Nessa intervenção específica, que envolveu grande complexidade, era de fundamental importância que houvesse compatibilidade plena entre o projeto da estrutura metálica do piso dos banheiros, o projeto do elevador, o projeto hidrossanitário dos banheiros e a estrutura autoportante existente -principalmente os

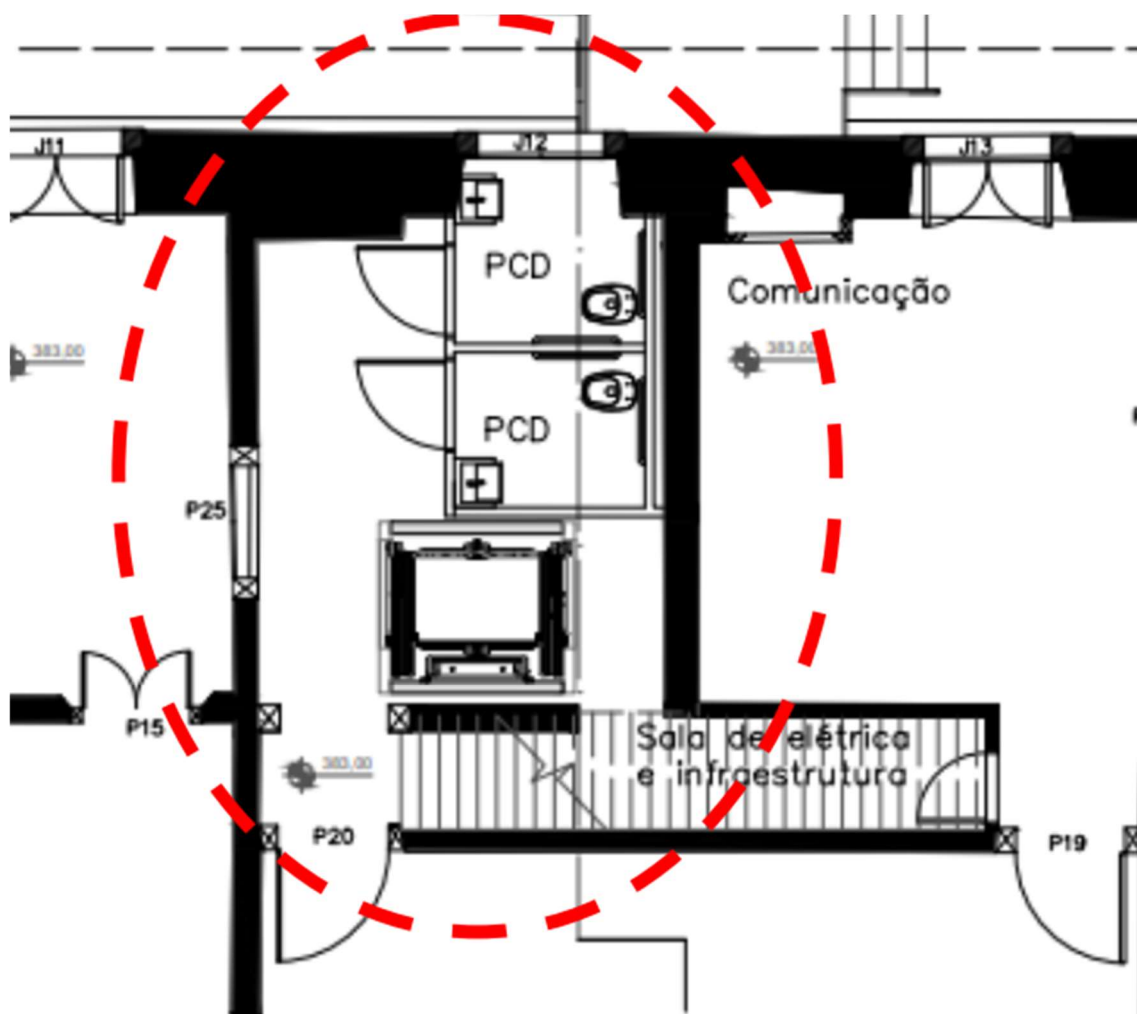
barrotes do forro do segundo andar - pois havia uma pequena margem para implantação das instalações hidrossanitárias de modo a não impactar visualmente o forro da sala no pavimento inferior sem prejuízo para o perfeito funcionamento das instalações de esgoto e também era de extrema importância estrutural que os pontos de fixação da caixa corrida do elevador estivessem bem locados tanto no fosso quanto na estrutura do forro no segundo andar.

Figura 36 - Planta-baixa do pavimento térreo com destaque para implantação do elevador.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37 - Planta-baixa do segundo andar com destaque para implantação do elevador e banheiro para PCD.



Fonte: Elaborado pelo autor.

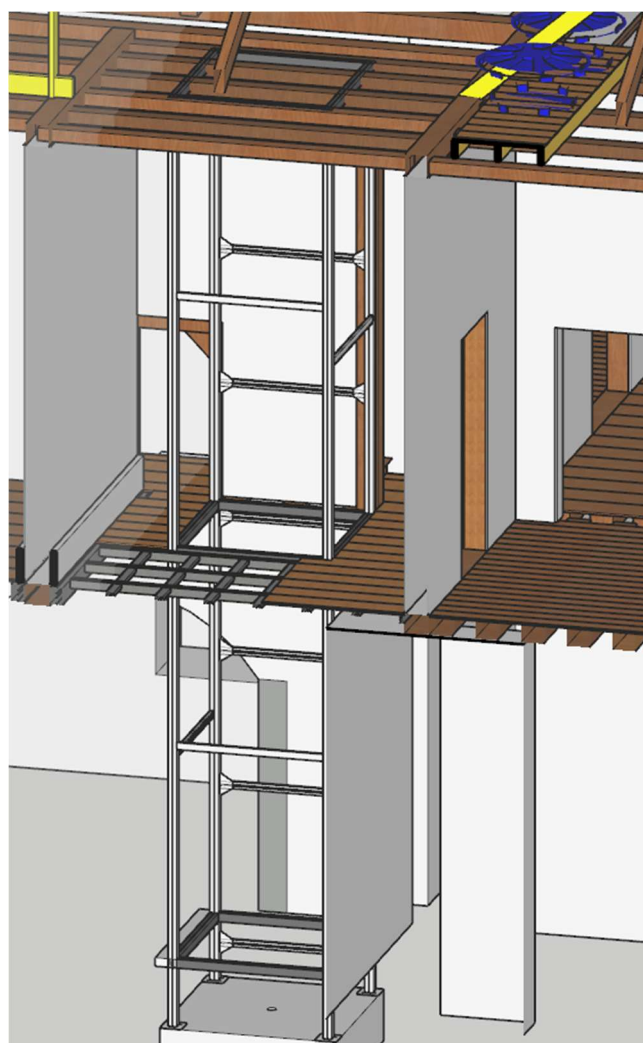
As informações fornecidas pela nuvem de pontos contribuíram em grande parte no sucesso obtido nessa intervenção, principalmente no que se refere à eliminação de retrabalhos que infelizmente ainda são comuns em instalações as quais muitas vezes não têm seus projetos compatibilizados fazendo com que os erros apareçam na fase de execução.

Apesar de não se produzir documentos dentro da metodologia BIM devido ao tempo exíguo para o desenvolvimento das atividades, a facilidade em se extrair informações precisas da nuvem de pontos acerca de locais que em muitas das vezes poderiam estar inacessíveis durante o desenvolvimento da obra nos auxiliou na tomada de decisões e na resolução de problemas como nesse caso da intervenção do elevador e dos sanitários.

Para atingir o objetivo de incluir essas novas estruturas, primeiro foi criado um modelo em 3D (FIG. 38) no software Sketchup a partir das medições e informações retiradas do levantamento a laser. De posse desse modelo foi possível efetuar diversas simulações com a finalidade de definir a localização exata e as dimensões dos elementos estruturais e peças a serem empregadas no elevador e na estrutura do piso dos sanitários PCD.

A partir disso, a estrutura metálica da caixa de corrida foi projetada e produzida pela empresa AMR Elevadores, que foi encarregada de fornecer e instalar o elevador com capacidade de carga de 225 kg. Essa estrutura teve suas peças produzidas fora de canteiro e foram montadas seguindo os projetos do elevador e do piso novo.

Figura 38 - Modelagem em 3D para compatibilização da estrutura metálica do elevador com a estrutura em madeira existente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

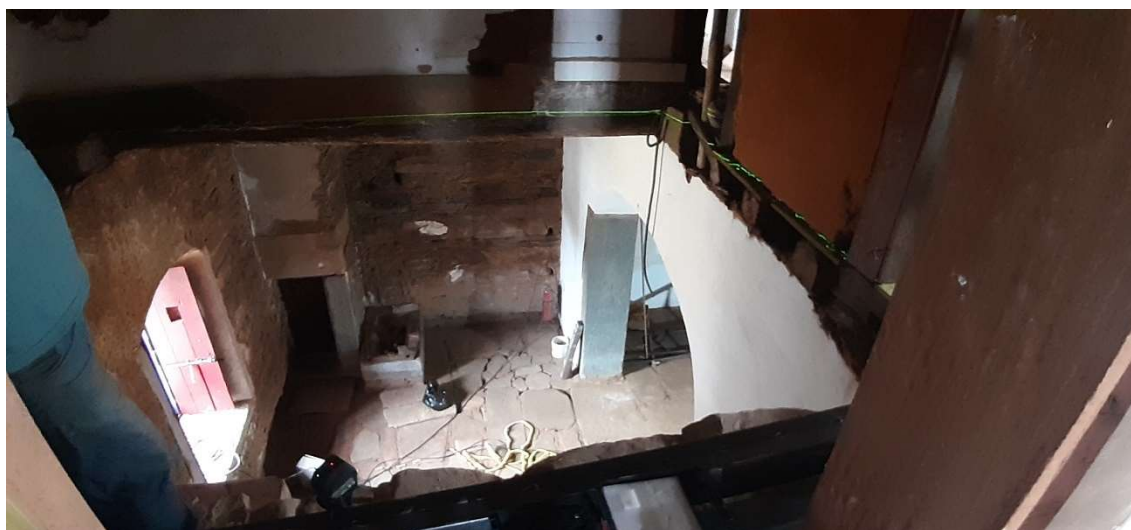
A precisão do levantamento representado pela nuvem de pontos teve igual importância na fase de execução. A partir de pontos chave de referência arbitrados na estrutura existente nós pudemos fazer a montagem das formas do fundo do fosso do elevador, executado em concreto armado, com a exatidão necessária para que os pontos de ancoragem da estrutura metálica da caixa de corrida do elevador pudessem ser instalados posteriormente (FIG. 39), eliminando a necessidade de ajustes quando o fornecedor executou sua montagem. O mesmo nível de compatibilidade foi atingido em relação à estrutura metálica do piso dos sanitários. (FIG. 40 e FIG. 41).

Figura 39 - Locação de pontos de ancoragem da caixa corrida do elevador



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 40 - Início da montagem do piso dos sanitários.



Fonte: Acervo do autor (2023).

Figura 41 - Estrutura metálica para piso dos sanitários (esquerda) e caixa corrida do elevador (direita).



Fonte: Acervo do autor (2023).

O resultado dessa intervenção (FIG. 42) atendeu às expectativas interferindo o mínimo possível na edificação.

Figura 42 – Elevador após conclusão. Térreo (esquerda) e segundo andar (direita).



Fonte: Acervo do autor (2023).

3.4.2.2 Projeto e execução da abertura de porta na fachada posterior e construção de rampa de acesso

A partir da supressão de grande parte do projeto de 2012, fez-se necessário viabilizar uma nova solução para garantir acessibilidade ao prédio da câmara. A equipe de projetistas, visando a mínima intervenção na edificação principal e que atingisse o objetivo de promover a melhoria da mobilidade dentro da edificação principal, propôs o emprego de um único elevador é implantado no interior da edificação, no primeiro pavimento no cômodo denominado “Informação Turísticas”, próximo à fachada posterior. Para o acesso da área externa até o elevador foi proposto transformar a janela J06, na fachada posterior, em uma porta cujo acesso se dá por uma rampa cuja proposta tem como princípios a mínima intervenção, a distinguibilidade e a reversibilidade.

Sem dúvida, a transformação da janela J6 em porta (FIG. 43) foi a intervenção mais drástica proposta pela equipe da A3 Restauros na obra de restauro da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana.

Figura 43 - Antes (esquerda) e depois (direita) da abertura da porta

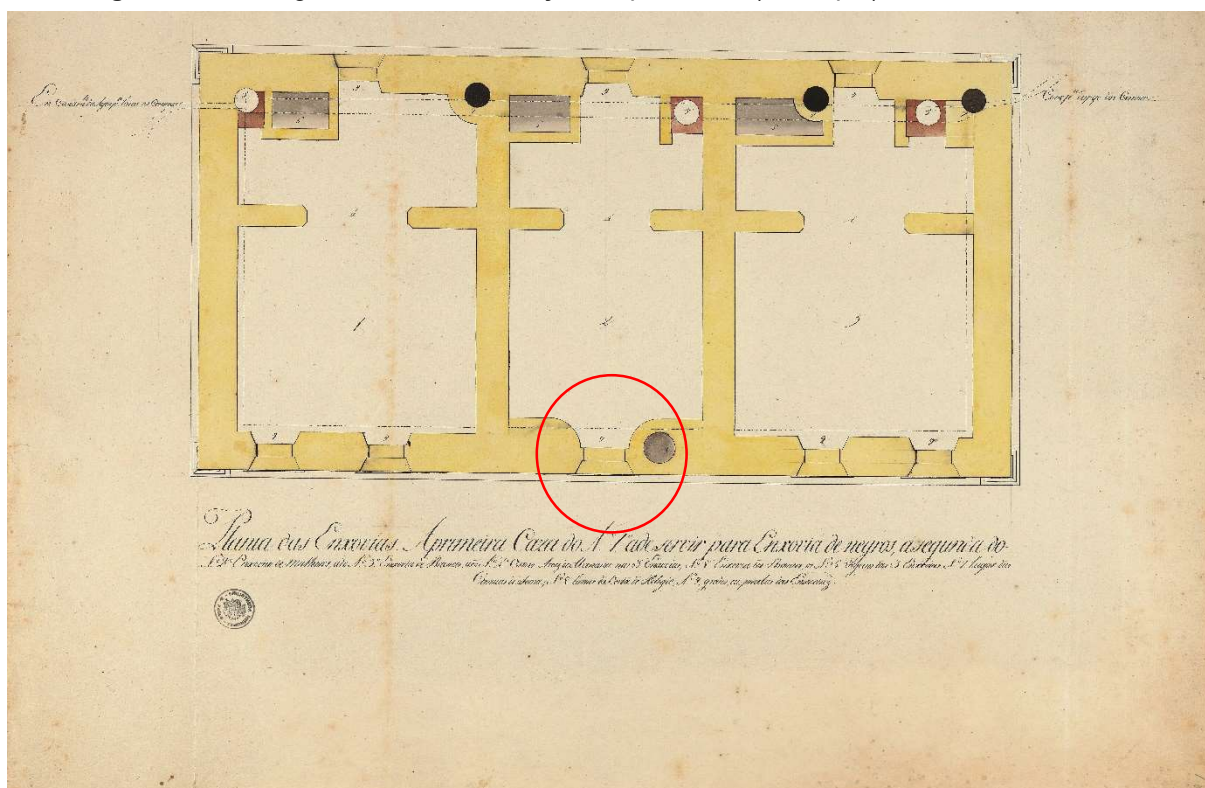


Fonte: Acervo do autor (2022 -esquerda e 2023 - direita)

O processo de aprovação dessa intervenção pelo IPHAN passou por uma série de discussões em que o argumento que fundamentou a proposta foi aceito. Esse argumento se baseia na análise da disposição original da cadeia e da leitura de fontes como Barreto (1967), em que se considera, a partir dos vestígios deixados pelos elementos arquitetônicos e da análise documental, que é provável que durante parte do período de uso da edificação os detentos eram colocados nas enxovias através de alçapões no piso em madeira e escadas móveis acessadas pelo pavimento superior, sugerindo que a porta existente atualmente (P01), possivelmente tenha sido inserida em intervenção posterior a partir da transformação da janela pré-existente na porta de entrada atual que apresenta sinais dessa mudança, sobretudo no batente de cantaria da esquadria P01, o qual possui marcas de corte para remoção da grade em ferro fundido (FIG. 44 e 45).

“Observe-se também a permanência de alçapões, para se poder descer às enxovias; alçapões já desprezados, logo em 1784, por Luis da Cunha Menezes que, ali bem perto, no tempo e no espaço, projetava a casa da câmara e cadeia de Vila Rica, beneficiando-a com portas a serviço das enxovias.” (Barreto, 1967. p.223).

Figura 44 - A imagem ilustra a localização da porta P01 (destaque) de acesso as enxovias



Fonte: Códice Matoso, da Coleção Félix Pacheco. Biblioteca Municipal de São Paulo, alterado pelo autor.

Disponível em: < <https://artsandculture.google.com/asset/planta-a-da-casa-de-câmara-e-cadeia-de-mariana-josé-pereira-dos-santos/1wHHwNfwzxf4gA> > Acesso em 02/07/2023.

Figura 45 - Porta P1 com ranhuras que podem ter sido utilizadas para retirar a grades



Fonte: Acervo do autor (2023).

A precisão no levantamento incluindo a visualização em nível colaborou para que fosse possível projetar com precisão milimétrica a rampa (FIG. 46), racionalizando tanto quanto fosse possível suas dimensões de modo a minimizar o impacto dessa intervenção ao mesmo tempo em que fossem atendidos os parâmetros da NBR 9050:2020 visando proporcionar aos usuários a oportunidade de utilizar a edificação de maneira autônoma, independente e segura.

Figura 48 - Antes (esquerda) e depois (direita) da implantação da rampa acessível.



Fonte: Acervo do autor (2022 - esquerda e 2023 direita).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que os processos tradicionais de levantamento – incluindo o uso de fotografia – possuam limitações principalmente para representar formas complexas, as discrepâncias apresentadas em alguns pontos trazidos por esse estudo de caso como, por exemplo, na fachada frontal da Capela são muito altas e trazem enorme prejuízo à preservação da imagem do bem além de poderem provocar diversos erros em intervenções baseadas apenas nas informações do projeto. Cabe ressaltar que esse exemplo é apenas um caso particular, é plenamente possível efetuar o levantamento direto obtendo maior precisão do que a encontrada neste projeto contido no edital seguindo a rigor o método que fora apresentado nesse trabalho.

Aqui coloco minha experiência adquirida durante as atividades no de meu estágio nas obras de restauração da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana. Minha primeira atividade foi a de produzir um novo quadro de esquadrias da edificação pois fora constatado que as medidas constantes no projeto não condiziam com aquilo que se encontrava no canteiro. As diferenças, algumas delas bastante consideráveis, apareciam tanto em relação a algumas medidas quanto a detalhes de marcenaria, como por exemplo as dimensões de almofadas de portas e janelas por exemplo.

A meu ver é possível que, ao se produzir a documentação acerca dessas esquadrias, optou-se por uma representação que tivesse um padrão facilmente replicável haja vista a simetria encontrada neste projeto. Apesar desse padrão representado guardar semelhança em forma e proporção com as características e dimensões encontradas no objeto real, em alguns casos particulares a representação é muito diferente do que o observado no objeto de estudo.

Essa discrepância constitui um problema grave quanto à preservação do bem patrimonial pois a execução do cadastro extrapola a simples atividade de se colher as informações, o levantamento cadastral é uma ferramenta de preservação da memória pois é um modo de se conservar a história e a imagem do patrimônio construído. Patrimônio esse que, em alguns casos, corre o risco inexorável de chegar à ruína. Portanto, quanto melhor e mais precisa for a informação, mais preservada estarão os bens patrimoniais.

A ideia inicial era a de verificar as possibilidades que novas tecnologias como a varredura a laser podem trazer para o ramo da conservação e restauro, tendo em

vista o desejo de se desenvolver uma documentação dentro da metodologia HBIM, o que infelizmente não foi possível.

Durante os trabalhos, enquanto estávamos executando a obra na Casa de Câmara e Cadeia de Mariana, encontramos barreiras que se mostraram intransponíveis naquele momento para a criação de um modelo digital completamente feito dentro da metodologia HBIM. O maior deles, sem dúvida, foi o curto prazo e a necessidade de responder às outras atividades que continuavam a ocorrer cotidianamente no canteiro de obras.

No entanto, assim como Tolentino (2018) demonstra, as nuvens de pontos geradas pelo levantamento utilizando o scanner a laser se constituíram um rico produto de onde pudemos extrair as informações da edificação em um nível elevadíssimo de precisão. Ademais, considerando os softwares BIM disponíveis atualmente no mercado, qualquer modelo criado a partir da nuvem de pontos teria inerentemente algum nível de simplificação das informações, tendendo a perder principalmente as irregularidades e formas mais complexas do objeto estudado fazendo com que a nuvem de pontos seja a melhor fonte de consulta.

Foi por isso então que o trabalho de alterações de projetos e de acompanhamento das atividades em canteiro se baseou na nuvem de pontos. E agora, ao se analisar o trabalho produzido, pode-se dizer que o uso da tecnologia de varredura a laser foi bem-sucedido principalmente no que se refere à alteração de projetos que intervíram de maneira significativa no edifício da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana promovendo acessibilidade com soluções desenvolvidas dentro de um prazo muito curto.

No entanto, há de se levar em consideração alguns aspectos que podem neutralizar os ganhos que o uso dessa tecnologia pode trazer. Os mais predominantes nessa experiência foram a dificuldade de acesso aos softwares para edição das nuvens de pontos, o tempo necessário para a aprendizagem, o tempo para configuração dessas ferramentas para o uso na área do restauro.

Por fim, resta dizer que apesar das limitações, o emprego do HBIM é uma tendência promissora e que deve crescer a partir do estabelecimento de processos bem estruturados, o que não significa, no entanto, que as técnicas de levantamento direto sejam dispensáveis para um bom levantamento cadastral. Deve-se ter cautela mesmo quando se utiliza aparelhos modernos de *3D Laser Scan* pois a operação de captura da realidade deve seguir o processo metodológico, onde o contato do

profissional encarregado do levantamento é ainda primordial para melhor observação de detalhes. Além disso, pela natureza da operação, pode haver pontos onde o equipamento pode não capturar com perfeição a cena devido a obstáculos físicos como por exemplo andaimes ou móveis que impedem a leitura correta do objeto arquitetônico. Ou seja, deve-se tomar cuidado para não cair na armadilha de se pensar que o equipamento fará todo o serviço e também é necessário saber interpretar as informações produzidas por esse tipo de tecnologia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

BARRETO, Paulo Thedim. Análise de alguns documentos relativos à Casa de Câmara e Cadeia de Mariana. **Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**, v. 16, Rio de Janeiro, 1967, p. 219/251

BASTIAN, A. V. **Métodos e técnicas de baixo custo para levantamento métrico de sítios históricos**. 2015. 266 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

BRASIL. **Portal da Transparência do Governo Federal, Licitações e contratações**. Brasília: Presidência da República; Controladoria Geral da União – CGU. Disponível em: <<https://www.portaltransparencia.gov.br/entenda-a-gestao-publica/licitacoes-e-contratacoes>>. Acesso em 10 out. 2022

_____. Decreto Federal nº 10.306, de 2 de abril de 2020. **Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling**. Brasília: Presidência da República, [2020]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm>. Acesso em: 29/01/2024.

_____. Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências**. Brasília: Presidência da República, [1993]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 29/01/2024.

_____. Lei n. 14133, de 1º de abril de 2021. **Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Brasília: Presidência da República, [2021]. Disponível

em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14133.htm>.
Acesso em: 29/01/2024.

CARVALHO, **Fernanda Trindade de. Atores e valores: o processo de readequação do espaço físico da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana.** (Dissertação de Mestrado). UFMG, Belo Horizonte, 2012, 186p.

CASTRIOTA, Leonardo Barci. **Casa de Câmara e Cadeia de Mariana: a recuperação de um patrimônio nacional.** Belo Horizonte: Instituto de Estudos do Desenvolvimento Sustentável, 2012.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio.** 4. ed. São Paulo: Editora da UNESP, 2006.

DIAS, Paola de Macedo Gomes; MASCARENHAS, Alexandre. **Cadernos oficiais: Obras de conservação.** Ouro Preto: Fundação de arte de Ouro Preto (FAOP), 2008, 80 p.

FARO. **Technical Specification Sheet for the Focus Laser Scanner.** 2016. Disponível em: <<https://gtt.com.sa/wp-content/uploads/2020/05/FARO-S350.pdf>>.
Acesso em 10/06/2022.

FONSECA, Cláudia Damasceno. A Casa de Câmara e Cadeia de Mariana: algumas considerações. In: **TERMO de Mariana: História e documentação.** Mariana, MG: Ed. UFOP, 1998, p. 181 – 188.

FONSECA, Cláudia Damasceno. O Espaço urbano de Mariana: sua formação e suas representações. In: **TERMO de Mariana: História e documentação.** Mariana, MG: Ed. UFOP, 1998, p. 27- 66.

GOMIDE, José Hailon; SILVA, Patrícia Reis; BRAGA, Sylvia Maria Nelo. **Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural: Caderno 1.** Instituto do Programa Monumenta: Brasília, 2005, 76 p.

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

GROETELAARS, Natalie Johanna; AMORIM, Arivaldo Leão de. Tecnologias 3D Laser Scanning e BIM: Aplicações em Arquitetura e Urbanismo. **Cadernos PPG-AU/FAUFBA**, Salvador, ano 11, n. 1, p. 97-116, 2013.

IPHAN. Portaria n.º 23, de 17 de maio de 2021. **Aprova o Planejamento Estratégico Institucional - PEI 2021-2024 no âmbito do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN**. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br/acesso-a-informacao/transparencia-e-prestacao-de-contas/planejamento-estrategico-1/Publicacao_Portaria_n._23.pdf>. Acesso em 05/10/2022.

MAGGI, Vivian Ramos de Moura. **Licitações na Preservação do Patrimônio Cultural Brasileiro: contornando fracassos e desertos**. (Dissertação de Mestrado). IPHAN, Rio de Janeiro, Brasil, 2017. 148 p.

MARIANA. **Edital para contratação de empresa para prestação de serviços técnicos especializados na execução de obras civis de restauração da Casa de Câmara e Cadeia do Município**. Mariana: Prefeitura Municipal, 2019. Disponível em: <<https://www.mariana.mg.gov.br/exibir-licitacao/498>>. Acesso em: 05/10/2022.

_____. **Portal da transparência**. Mariana, MG: Prefeitura municipal. Disponível em: <https://transparencia.mariana.mg.gov.br/uploads/transparencia_pmmariana_2017/transparencia/contrato-150-2020.pdf>. Acesso em: 10/08/2023.

_____. **Inventário Turístico de Mariana**. Mariana: Prefeitura Municipal; Secretaria Municipal de Cultura e Turismo, 2011.

OLIVEIRA, Benedito Tadeu. **Projeto de Restauração da Antiga Casa de Câmara e Cadeia**. Mariana, 2015, 29p.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **A documentação como ferramenta de preservação da memória: Cadastro, Fotografia, Fotogrametria e Arqueologia.** Brasília: IPHAN / Programa Monumenta, 2008. 144 p.

PEREIRA FILHO, Hilário Figueiredo. **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural. Verbetes**

documentação. <<http://portal.iphan.gov.br/dicionarioPatrimonioCultural/detalhes/27/documentacao>> Acesso em 10/08/2023

SALVADOR, Natalia Casagrande. José Pereira Arouca: de mestre de obras a ministro, sua participação na Ordem de São Francisco de Assis de Mariana. **Cadernos de História**, Mariana, v.9, n. 1, p. 180-190, 2014.

SAMPAIO, Paula; SOUZA, Adriano Luís; BROGLIO, Gustavo Fardin; SILVA, Ana Paula Pereira; SOUZA, Luana Resende de; RISPOLI, Luiz Fernando. **Proposta de Intervenção e Restauração Arquitetônica Igreja de Nossa Senhora do Rosário.** Itabirito, 2022.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Mapa de danos recomendações básicas.** Olinda: CECI, 2009.

TOLENTINO, Mônica Martins Andrade. **A utilização do HBIM na documentação, na gestão e na preservação do Patrimônio Arquitetônico.** 2018.

VASCONCELLOS, Sylvio de. **Arquitetura, arte e cidade.** Celina Borges Lemos (org.). Belo Horizonte: BDMG Cultural, 2004.

APÊNDICE A – ENTREVISTA COM O RESTAURADOR RESPONSÁVEL E SÓCIO ADMINISTRADOR DA EMPRESA EXECUTORA DAS OBRAS DE RESTAURO DA CASA DE CÂMARA E CADEIA DE MARIANA (ADRIANO LUIS DE SOUZA)

Realizada em 13 de Julho de 2023

PERGUNTA: Você já havia trabalhado com a tecnologia de varredura a laser antes? Se sim, como foi?

RESPOSTA: Não. A Câmara foi a primeira experiência que a gente fez de começar o levantamento cadastral através da varredura a laser e começar a modelagem do prédio. Foi primeiro projeto e a gente viu o quanto realmente é superior ao que tivemos acesso por meio do edital. Por este motivo foram necessárias diversas readequações desenvolvidas pela A3 Atelier de Arte Aplicada tanto no projeto arquitetônico quanto nos complementares durante o período das obras.

PERGUNTA: Por qual motivo a empresa A3 Atelier de Arte Aplicada contratou o serviço de varredura a laser da Casa de Câmara e Cadeia de Mariana?

RESPOSTA: Porque o projeto que tínhamos da licitação é um projeto feito manualmente e tinha inúmeras inconsistências com o objeto no que se referia a medidas. Então o laser, a ideia é a de que ele teria mais precisão no levantamento do que o que o material que nos foi fornecido. Isso tudo necessariamente em prazo menor pois a obra já havia sido iniciada. Além disso, criar um arquivo que pudesse ser facilmente consultado em caso de quaisquer dúvidas ao invés de termos de ir até o prédio... Quer dizer, eu consigo fazer esse levantamento e mandar para Paris para trabalhar nele de lá ao invés de ter de ficar tirando dúvidas *in loco* o tempo todo. Essa facilidade é uma das coisas que chamaram muito a atenção.

PERGUNTA: Qual era a expectativa sobre o produto dessa varredura a laser? Ela foi atendida?

RESPOSTA: A expectativa era a de que fosse entregue um produto pronto além da nuvem de pontos, já com plantas, cortes, fachadas etc. e não foi assim, sendo necessária uma segunda etapa trabalhando a partir da nuvem de pontos para desenvolver a modelagem em BIM, produzindo a documentação do projeto. Ou seja, são dois custos, o inicial da varredura a laser e posteriormente a modelagem, que consumiria mais tempo e recursos do orçamento.

PERGUNTA: Considerando que a varredura a laser foi feita com a obra já iniciada, quais foram os ganhos que ele trouxe?

RESPOSTA: Acredito que o ideal fosse ter três escaneamentos:

um antes de iniciar as obras;

o segundo quando já tivesse o andamento da pesquisa das intervenções que a gente tem de fazer, que é esse momento que no nosso caso foi entre 3 ou 4 meses depois do início de obra. É nesse momento em vamos reavaliar e compatibilizar os projetos com a situação que se encontra no prédio analisando pontos que não estavam acessíveis – alguns até inseguros - antes das primeiras intervenções em pisos, forros e rebocos. Considero este um momento bom principalmente por conta da Arqueologia da Arquitetura para ter um mapeamento da edificação;

e no final, que aí conseguimos fazer o ‘antes, durante e depois’. Eu acho que seria importante ter esses três momentos diferentes pois foi uma obra de quase 3 anos, então acho que seria importante para ter essas informações como arquivo.

PERGUNTA: Qual a sua opinião sobre o levantamento arquitetônico direto, feito da forma “tradicional”, utilizando trena, croquis, etc?

RESPOSTA: Eu aprendi a desenhar à mão ainda em 1994 no primeiro levantamento cadastral que eu fiz. Aqui me refiro como levantamento cadastral são as plantas, os cortes, a coleta de dados de diagnóstico e naquela época a gente pegava esse material feito à mão coletado no campo, levava para um *cadista* que passava essas informações para programas do tipo CAD, esse desenho muito feio pela própria limitação da tecnologia, enquanto o trabalho feito à mão tinha uma qualidade superior. As coisas foram mudando de tal forma que, hoje, quem tem condição de levar um tablet para o canteiro de obra e desenhar dentro dele eu acho mais interessante porque eu acho que desenhar à mão e só depois passar para o computador está ultrapassado porque ao se registrar as informações digitalmente há um ganho efetivo de produtividade. Agora, em relação prédios históricos, quase todos têm alguma característica em são tortos, ou fora de prumo ou apresentam desníveis, seja pela característica da arquitetura seja por deformações e no escaneamento eu consigo registrar toda a distorção de uma parede por exemplo e no levantamento manual eu tenho só os pontos que medi então, de repente, eu posso fechar um piso de uma sala e o forro desta mesma sala ser diferente.

PERGUNTA: Qual a perspectiva para o uso da tecnologia de varredura a laser em obras ou projetos futuros que venham ser desenvolvidos pela empresa A3 Atelier de Arte Aplicada?

RESPOSTA: A ideia é que a gente faça em todas as obras o levantamento deste tipo (escâner a laser). A ideia é a de que o levantamento a laser seja utilizado em todos os projetos possíveis em que a empresa vier a atuar em seu desenvolvimento. Isso parte do projeto porque quem for pegar a obra terá os documentos executivos e terá também a nuvem de pontos onde será possível trabalhar com a certeza de que está trabalhando baseado em um projeto com precisão elevada, que é muito importante pra gente no mundo do Restauro.

APÊNDICE B – ENTREVISTA COM A ARQUITETA COORDENADORA DA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE RESTAURO DA CASA DE CÂMARA E CADEIA DE MARIANA (PAULA SILVA SAMPAIO)

Realizada em 13 de Julho de 2023

PERGUNTA: Você já havia trabalhado com a tecnologia de varredura a laser antes? Se sim, como foi?

RESPOSTA: Não. Este foi o primeiro contato.

PERGUNTA: Qual era a expectativa sobre o produto dessa varredura a laser? Ela foi atendida?

RESPOSTA: Permitir medir o monumento de forma dinâmica durante o processo de revisão dos projetos. Sim, a expectativa foi atendida pela facilidade promovida para revisar as áreas e compatibilizar os projetos complementares.

PERGUNTA: Considerando que a varredura a laser foi feita com a obra já iniciada, quais foram os ganhos que ele trouxe?

RESPOSTA: Após a revisão e compatibilização dos projetos complementares, a varredura a laser permitiu a adequação desses projetos assim como o levantamento de serviços e quantitativos não previstos no escopo da planilha orçamentária.

PERGUNTA: Qual a sua opinião sobre o levantamento arquitetônico direto, feito da forma “tradicional”, utilizando trena, croquis, etc.?

RESPOSTA: O levantamento arquitetônico realizado de forma tradicional é o primeiro contato com o monumento e permite que durante o processo de medição e detalhamento você reconheça o bem de um modo inicial. Porém a sua confecção se faz demorado e com uma chance maior de erros mesmo se feito seguindo a metodologia correta.

PERGUNTA: Qual a perspectiva para o uso da tecnologia de varredura a laser em obras ou projetos futuros que venham ser desenvolvidos pela empresa A3 Atelier de Arte Aplicada?

RESPOSTA: As novas tecnologias apresentam resultados realistas para o levantamento do objeto, e deverão ser utilizadas pela empresa tanto no processo de execução quanto na elaboração dos projetos de restauração arquitetônica e artística.

APÊNDICE C – ENTREVISTA COM O ARQUITETO RESPONSÁVEL PELO ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE RESTAURO DA CASA DE CÂMARA E CADEIA DE MARIANA (GUSTAVO FARDIN BROGLIO)

Realizada em 13 de Julho de 2023

PERGUNTA: Você já havia trabalhado com a tecnologia de varredura a laser antes? Se sim, como foi?

RESPOSTA: Levantamento a laser, propriamente dito (com uso de lidar) não... somente havia trabalhado com uns experimentos no *Meshlab* com algumas capturas que havia feito com o celular. Como eu não tinha prática, não foi muito longe... ainda não sabia configurar a escala e nem alinhamento do objeto escaneado. Também não tinha noção da melhor maneira de capturar a cena.

PERGUNTA: Qual era a expectativa sobre o produto dessa varredura a laser? Ela foi atendida?

RESPOSTA: O levantamento da Câmara foi muito bem executado, com algumas observações somente. Em áreas muito contrastadas o equipamento utilizado (Lidar da FARO) não era capaz de *fotometrar* as cenas em colorido. Então as áreas do telhado e outros ambientes escuros foram capturados em preto e branco. Para uma pessoa que não está acostumada a enxergar esse tipo de informação é muito complicado fazer a interpretação correta de cada estrutura. Além de saber ver as nuvens de pontos, é preciso ter conhecimento de métodos construtivos, para assim entender o que o equipamento capturou.

A nuvem de pontos recebida como produto primário desse levantamento foi muito importante nas etapas que se seguiram da obra, principalmente para o ajuste perfeito da intervenção que seria feita para acessibilidade, com o elevador.

PERGUNTA: Considerando que a varredura foi feita com a obra já iniciada, quais foram os ganhos que ele trouxe?

RESPOSTA: Acredito que a varredura a laser deva acontecer em algumas etapas na realidade. Primeiramente no levantamento cadastral; depois na abertura de assoalho, telhado e trincheiras e por fim, como *as built*. Como a obra já estava acontecendo, foi possível observar várias estruturas que estavam fechadas sob reboco ou madeira. Então, foi realmente positivo.

PERGUNTA: Qual a sua opinião sobre o levantamento arquitetônico direto, feito da forma “tradicional”, utilizando trena, croquis, etc.?

RESPOSTA: Eu fui responsável pelo mapeamento de tábuas e estrutura do forro de gamela da Casas de Câmara e Cadeia de Mariana. Coordenei todo o processo, desde a desmontagem até a fixação da última tábua. Tudo foi feito com trena, linha, prumo e nível de mão. Lidar ou fotogrametria são somente ferramentas, eles não fazem o serviço para você. O escaneamento ajuda demais, mas não exime do processo.

PERGUNTA: Qual a perspectiva para o uso da tecnologia de varredura a laser em obras ou projetos futuros que venham ser desenvolvidos pela empresa A3 Atelier de Arte Aplicada?

RESPOSTA: Acredito que a experiência foi positiva. Acredito também que nenhuma outra obra seja feita "da maneira antiga". Mas bons projetos são bons projetos, independente da ferramenta, um bom projeto é objetivo, claro e conciso.