

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

SABRINA FINKLER

ANÁLISE DO MÉTODO *AS-IS* BIM PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
EM BIM PARA *FAST CONSTRUCTION*: ESTUDOS DE CASO EM JOINVILLE - SC

Joinville

2024

SABRINA FINKLER

ANÁLISE DO MÉTODO *AS-IS* BIM PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
EM BIM PARA *FAST CONSTRUCTION*: ESTUDOS DE CASO EM JOINVILLE - SC

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel no Curso de Graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Dr. Marcelo Heidemann

Coorientador: Eduardo Figueiredo Essig

Joinville

2024

SABRINA FINKLER

ANÁLISE DO MÉTODO AS-IS BIM PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
EM BIM PARA FAST CONSTRUCTION: ESTUDOS DE CASO EM JOINVILLE - SC

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura, no Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Joinville (SC), 5 de dezembro de 2024.

Banca Examinadora:

Dr. Marcelo Heidemann

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Eduardo Figueiredo Essig

Coorientador

BFS Engenharia

Dr. Julián Asdrubal Buriticá García

Membro(a)

Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Maisa Borges Maia

Membro(a)

BFS Engenharia

Dedico este trabalho aos meus pais,
Anderson e Rosana Finkler.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois Ele me deu sabedoria, graça, entendimento e concentração em minha jornada enquanto estudante.

Agradeço aos meus pais Anderson e Rosana, e meu irmão Davi, pelo incentivo e compreensão durante todo o período da faculdade. Sou grata por todo o apoio, sem vocês, isso não seria possível.

Agradeço ao meu orientador, Dr. Marcelo Heidemann, e meu coorientador Eduardo Figueiredo Essig, por me motivarem a superar os meus desafios com diligência, e pela disciplina, dedicação e disponibilidade para a realização deste trabalho.

Agradeço as amigas que adquiri nesta jornada, principalmente Mônica Rosa Nunes, Saulo dos Santos Neves Pinheiro, Gabrieli Remor, Pedro Abreu Fazardo, pelos momentos compartilhados e por tornarem esta fase mais prazerosa.

Ao corpo docente da Universidade Federal de Santa Catarina, por todos os ensinamentos e por oferecerem um ensino público, gratuito e de qualidade.

Por fim, à empresa BFS Engenharia, por ter proporcionado o meu desenvolvimento durante dois anos de estágio, pelas oportunidades, pela estrutura cedida para o desenvolvimento deste estudo e pelo fornecimento dos dados, fica o meu agradecimento aos sócios e demais colegas da empresa.

Não pense pequeno, mas tenha a coragem de começar pequeno e crescer com seus próprios méritos.
(FLÁVIO AUGUSTO DA SILVA, 2015).

RESUMO

Ao realizar um projeto de reforma de uma edificação faz-se necessário a identificação de elementos estruturais e dos elementos que compõem as instalações complementares, água, energia, dados, entre outras. Problemas na fase de execução podem surgir a partir de um levantamento técnico mal realizado, em casos de imprecisão dos dados levantados na fase preliminar de projetos realizados em BIM. Para a elaboração dos projetos é necessário obter um levantamento técnico confiável a fim de eliminar possíveis divergências que possam ocorrer entre o modelo BIM e os elementos existentes na obra. Visando minimizar tais problemas de imprecisão, o método *as-is* BIM, fazendo uso do *laser scanner*, tem se mostrado eficaz quando comparado a levantamentos realizados sob a forma de *as built* tradicional, sendo então a ferramenta adequada para contribuir com a esperada eficiência dos projetos elaborados em BIM. Para validar esta tese, propõe-se um estudo de caso na qual foi feita uma análise do uso do *laser scanner*, com a finalidade da elaboração dos projetos em BIM, para reforma de uma loja âncora em um shopping center, com prazo de reforma de 60 dias, um caso de *fast construction*. A partir desse estudo foi realizado um indicativo das vantagens do levantamento técnico com *laser scanner*, utilizando seus dados para modelagem BIM sobre nuvem de pontos. Observou-se que a utilização do *laser scanner* na fase de levantamento técnico para projetos realizados através da metodologia BIM, traz assertividade ao projeto, proporcionando legitimidade à representação da edificação existente, e com isso, promove benefícios como evitar o retrabalho na fase de projeto e obra, promovendo projetos assertivos e execução da obra dentro do prazo planejado. Além disso, foi apresentado um segundo estudo apontando o *laser scanner* como solução para um desafio de projeto na execução de lonas tensionadas.

Palavras-chave: *Laser scanner*. *As-is* BIM. Modelagem BIM. *Fast construction*.

ABSTRACT

When carrying out a building renovation project, it is necessary to identify structural elements and the elements that make up the complementary installations, water, energy, data, among others. Problems in the execution phase may arise from a poorly performed technical survey, in cases of inaccuracy of the data collected in the preliminary phase of projects carried out in BIM. In order to prepare the projects, it is necessary to obtain a reliable technical survey in order to eliminate possible discrepancies that may occur between the BIM model and the existing elements in the work. Aiming to minimize such problems of inaccuracy, the as-is BIM method, using the laser scanner, has proven to be effective when compared to surveys carried out in the traditional as-built form, and is therefore the appropriate tool to contribute to the expected efficiency of projects prepared in BIM. To validate this thesis, a case study is proposed in which an analysis was made of the use of the laser scanner, for the purpose of preparing BIM projects, for the renovation of an anchor store in a shopping center, with a renovation deadline of 60 days, a case of fast construction. This study provided an indication of the advantages of technical surveying with laser scanners, using their data for BIM modeling on point clouds. It was observed that the use of laser scanners in the technical survey phase for projects carried out using the BIM methodology brings assertiveness to the project, providing legitimacy to the representation of the existing building, and thus, promotes benefits such as avoiding rework in the design and construction phase, promoting assertive projects and execution of the work within the planned deadline. In addition, a second study was presented indicating the laser scanner as a solution to a specific design challenge.

Keywords: Laser scanner. As-is BIM. BIM modeling. Fast Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - BIM e interoperabilidade.....	15
Figura 2 – Medição com trena laser.....	17
Figura 3 – O processo do <i>as-is BIM</i>	19
Figura 4 – Modelagem feita a partir de nuvem de pontos.....	19
Figura 5 – Interferências detectadas entre o <i>as-is BIM</i> e os objetos modelados.....	20
Figura 6 – <i>Laser Scanner</i> marca FARO.....	21
Figura 7 – Utilização de <i>laser scanner</i> na revitalização de prédio histórico na cidade de Joinville.....	22
Figura 8 – Planta Shopping Garten Joinville, loja âncora Centauro.....	25
Figura 9 – Imagem da loja Centauro antes da reforma.....	26
Figura 10 – Luminárias orgânicas esculpidas no forro de gesso.....	27
Figura 11 – Equipamento para <i>laser scanning</i> Faro Focus S150.....	28
Figura 12 – Medição do pé direito e da placa centauro através do software Scene da FARO.....	29
Figura 13 – Modelagem BIM feita sobre nuvem de pontos.....	30
Figura 14 – Escaneamento a laser das formas orgânicas da loja BYD Joinville.....	32
Figura 15 – Instalação da lona tensionada na loja BYD.....	33
Figura 16 – Loja âncora Centauro antes da reforma.....	34
Figura 17 – Loja âncora Centauro depois da reforma, instalações aparentes.....	35
Figura 18 – Equipamento laser scanner, ocupação com o tripé aberto de 1m de diâmetro.....	37
Figura 19 – Nuvem de pontos da loja Centauro, vista no modo planta baixa no software Scene.....	38
Figura 20 – Opções de escolha do modo de visualização no software Scene.....	39
Figura 21 – Ponto 57, medição da placa através do "modo de visualização panorâmico" (foto).....	40

Figura 22 – Ponto 57, medição do pé direito da entrada através do "modo de visualização 3D" (nuvem de pontos).....	40
Figura 23 – Espelho rotativo no centro do aparelho, para medição dos ângulos.....	41
Figura 24 – Modelagem da arquitetura em BIM, com o software REVIT.....	43
Figura 25 – 3D da loja Centauro, com o software REVIT.....	43
Figura 26 – Representação 3D dos projetos arquitetônico, hidráulico, preventivo contra incêndio e ar-condicionado	44
Figura 27 – Correção de clashes sendo realizada utilizando o software Navisworks, da Autodesk.....	45
Figura 28 – Modelagem do projeto de ar condicionado.....	46
Figura 29 – Reforma da loja Centauro finalizada.....	47
Figura 30 – Formatos orgânicos fachada loja BYD Joinville.....	48
Figura 31 – Formatos orgânicos nas luminárias, paredes e piso loja BYD Florianópolis.....	49
Figura 32 – Instalação de lona tensionada loja BYD.....	49
Figura 33 – Projeto enviado para fabricação das luminárias BYD, ver completo no anexo G.....	50
Figura 34 – Problemas no encaixe da lona tensionada no espaço executado.....	51
Figura 35 – Problemas de execução das bordas dos formatos orgânicos.....	52
Figura 36 – Luminárias de lona tensionada instaladas.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM - Building Information Modeling

AS-IS BIM - Levantamento técnico utilizando *laser scanner*

AS BUILT - Levantamento técnico convencional

AEC - Arquitetos, engenheiros e construtores

FARO - Fabricante do *laser scanner*

LOT - Lei de ordenamento territorial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.1.1. Objetivo Geral.....	14
1.1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1. O BIM PARA MODELAGEM DE PROJETOS.....	15
2.2. AS BUILT TRADICIONAL.....	17
2.3. AS-IS BIM.....	19
2.4. <i>LASER SCANNER</i>	21
2.5. <i>FAST CONSTRUCTION</i>	23
3. METODOLOGIA.....	25
3.1. ESCOLHA DAS EDIFICAÇÕES DE ESTUDO	25
3.2. PROCEDIMENTOS REALIZADOS.....	28
3.2.1. Caso Centauro	28
3.2.2. Caso BYD.....	32
4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÕES	35
4.1. CASO CENTAURO	35
4.2. CASO BYD.....	49
5. CONCLUSÃO	55
5.1. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	56
REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil tem se tornado cada vez mais exigente com relação à prazos de execução e custos de obra, para isso têm-se buscado projetos cada vez mais assertivos. A demanda por novas técnicas, métodos e tecnologias que possam trazer melhorias nos processos de desenvolvimento de projetos, trouxe como inovação a metodologia de Modelagem da Informação da Construção (BIM).

O BIM, também conhecido como Building Information Modeling, ou Modelagem da Informação da Construção, se caracteriza, segundo Eastman et al. (2008), como

[...] uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção. (p. 490).

Com o uso do BIM, é possível desenvolver um modelo virtual de projeto que pode ser compatibilizado com outros projetos relacionados à obra em questão, com o objetivo de se obter projetos totalmente exequíveis.

A modelagem de informações da construção (BIM), que pode ser entendida como um banco de dados compartilhado, provou ser útil para visualizar, integrar e analisar as características físicas e funcionais de objetos construídos em todo o ciclo de vida da construção, incluindo a fase de projeto, construção, operação e manutenção. (PAN et al., 2023, p. 1).

Porém, para um efetivo uso da metodologia BIM, há a necessidade de um levantamento técnico assertivo, pois levantamentos imprecisos levam a projetos imprecisos, que ocasionam em retrabalho e atrasos na entrega. Eastman et al. (2014) discorrem que esta interação tem a intenção de minimizar ou mesmo solucionar os problemas decorrentes das falhas de comunicação e imprecisão do processo de projeto.

Na fase de anteprojeto de uma reforma se faz o levantamento da edificação, o que é chamado de *as built*, que é o levantamento de todas as medidas e análises dos sistemas que compõem a edificação. De acordo com a norma que rege a elaboração do *as built* para edificações, este levantamento determina (ABNT NBR 14645-1/2001):

[...] o posicionamento espacial das bases de assentamento e dos detalhes específicos da configuração espacial da construção considerada em relação a pontos notáveis existentes no terreno. (p. 2).

Tradicionalmente, o *as built* é elaborado a partir de um levantamento métrico realizado de forma manual, com trena mecânica, e os dados levantados desenhados em um croqui. Porém, esse é muito suscetível ao erro humano, pois depende de um posicionamento correto das trenas em cada espaço e de uma boa análise visual da posição de cada elemento in loco.

Uma das soluções para esse problema é a utilização do laser scanner para realização do *as built*, e este método é denominado *as-is* BIM. O laser scanner pode ser caracterizado como uma "[...] tecnologia de digitalização tridimensional usando um feixe laser que é direcionado aos objetos e permite capturar, visualizar e modelar tridimensionalmente cenas complexas com rapidez e alta precisão [...]" (CENTENO et al., 2004, p. 2).

Com o uso dessa ferramenta, é possível realizar levantamentos com precisão milimétrica e com riqueza de detalhes. Com isso, torna possível a criação de projetos de reforma precisos, minimizando ao máximo o retrabalho, assim, otimizando o tempo e custos de obra.

Neste trabalho, a metodologia da pesquisa é baseada em dois estudos de caso. No primeiro estudo são demonstradas as vantagens da utilização do *laser scanner* para o desenvolvimento de projetos em BIM, demonstrando ser essencial para obras *fast construction*. No segundo estudo é apresentado um desafio de execução de projeto que foi possível ser solucionado com o uso do *laser scanner*.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Demonstrar as vantagens da utilização da tecnologia *laser scanner* como ferramenta de levantamento técnico de medidas (método *as-is* BIM), e apontar como diferencial no desenvolvimento dos projetos em BIM e consequentemente, na execução de obras *fast construction*.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Revisar a literatura em busca de protocolos para execução de medições para *as built* tradicional e *as-is* BIM;
- Apresentar um caso para estudo cujo prazo de execução da reforma seja limitado, obra *fast construction*;
- Apontar as vantagens do uso do *laser scanner* (método *as-is*-BIM) para este primeiro caso;
- Apresentar um caso para estudo com desafios que podem ser solucionados com o uso do *laser scanner*;
- Apontar os benefícios do uso do *laser scanner* como solução para este segundo caso;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O BIM PARA MODELAGEM DE PROJETOS

O método da Modelagem da Informação da Construção (BIM - Building Information Modeling) permite que o desenvolvimento de projetos seja realizado como uma forma de construção virtual do que será executado em obra, ou seja, representa de forma precisa como será a geometria da edificação. Segundo Lobanova (2017), fica evidente que BIM não é um software ou modelo tridimensional, mas sim uma representação virtual de toda a edificação.

A estrutura BIM também apresenta informações importantes em cada item adicionado aos modelos, que podem ser utilizados no momento de formulação da documentação (quantitativos, memoriais), dos projetos em si e da execução da edificação em questão. Segundo Bazjanac (2004), a modelagem de informações da construção é útil para demonstrar o ciclo de vida completo de uma edificação, para visualizar, integrar e analisar as características físicas e funcionais dos objetos integrantes da edificação, seja na fase de projeto, construção, operação e manutenção.

As fases de projeto, gestão e construção vem sendo beneficiadas com a utilização deste método, sendo introduzido no mercado, especialmente em edificações com um grau mais elevado de complexidade. Entretanto, este método mais eficaz atinge prioritariamente as edificações mais recentes (DEZEN-KEMPTER et al., 2015).

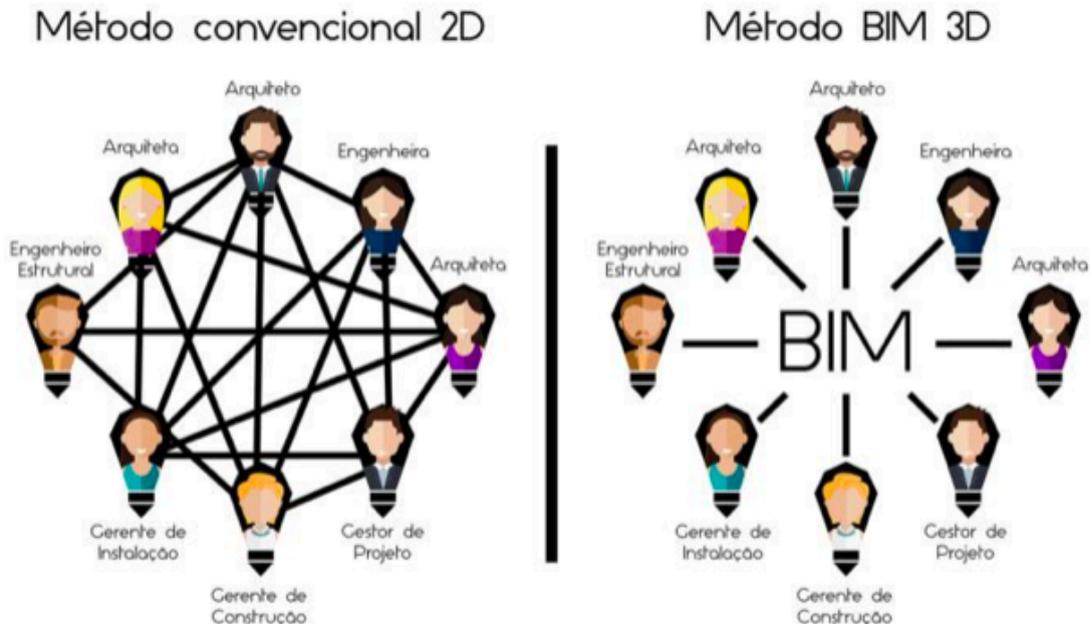
Um dos principais fatores que diferenciam a construção virtual (representação BIM) da representação tradicional de projetos é o conceito de modelo, e além deste o conceito de objetos parametrizados. Um modelo que é composto por objetos parametrizados consegue demonstrar além das propriedades geométricas, também propriedades como peso do objeto, custo, marca, modelo, codificação de acordo com a base do cliente, fase da obra, posição exata do objeto na edificação, entre outros. As tecnologias que permitem aos usuários produzirem modelos de construção que consistem em objetos paramétricos são consideradas ferramentas BIM (EASTMAN et al., 2014).

A implementação da metodologia BIM é feita através de um conjunto de programas que se conectam, e isso é possível devido à interoperabilidade BIM. Ou seja, eles são compatíveis entre si, e um mesmo modelo pode ser analisado e alterado por mais de um destes programas. Interoperabilidade segundo Campestrini et al. (2015),

[...] juntar todos estes modelos específicos em um único modelo, o modelo integrado. Cada um desses modelos precisará ser programado de forma a seguir uma única padronização, permitindo a integração de todos eles. Para isso, existe uma linguagem padrão internacional para que todos esses softwares possam permitir a troca de modelos (permitirem a interoperabilidade) entre si, chamada Industry Foundation Classes (IFC). (p.32,33).

Em outras palavras, a integração possibilitada pelo BIM facilita com que todos os profissionais tenham acesso a todos os modelos, conforme demonstrado na Figura 1, devido a linguagem unificada entre eles.

Figura 1 - BIM e interoperabilidade



Fonte: SP BIM (2020).

Com essa integração entre os projetos é possível fazer a compatibilização de maneira precisa entre os projetos complementares de engenharia e arquitetura, e com isso, é possível identificar as interferências entre projetos. Segundo Eastman et

al. (2014), estes conflitos podem ser identificados antes que sejam detectados em obra, uma vez que os arquivos de todas as disciplinas podem ser colocados em um único software e este faz o apontamento de todas as interferências, a fim de serem corrigidas ainda em fase de projeto.

Faz-se importante mencionar o uso do BIM para obras de reforma. O modelo BIM pode ser atualizado em todo o ciclo de vida da edificação, ou seja, em um projeto de reforma atualiza-se o modelo BIM da edificação, caso este já exista. Caso não exista um modelo BIM para a edificação existente faz-se o levantamento técnico da edificação, e em seguida, a modelagem deste pelo método BIM.

[...] a execução de uma reforma, assim como a fase de construção, envolve inúmeros insumos e diversas atividades, devendo, portanto, possuir um bom planejamento. Além disso, os profissionais responsáveis pelas reformas precisam garantir qualidade e minimização do custo, o que pode ser conseguido com o auxílio de ferramentas BIM. (LIMA et al., 2021, p. 2).

Ao tratar-se de obras de reforma de lojas de shopping, exige-se um tempo de projeto e execução reduzido quando comparado a obras convencionais, devido aos custos de aluguel do espaço, e uma busca por redução de horas improdutivas do espaço locado. Logo, os projetos e execuções destas obras precisam ser assertivos em todas as etapas, evitando o retrabalho. Para isso, o levantamento técnico deve ser preciso e fiel à realidade, pois se houver erro de levantamento haverá retrabalho na fase de projeto e execução, reduzindo a efetividade do uso do método BIM.

2.2. AS *BUILT* TRADICIONAL

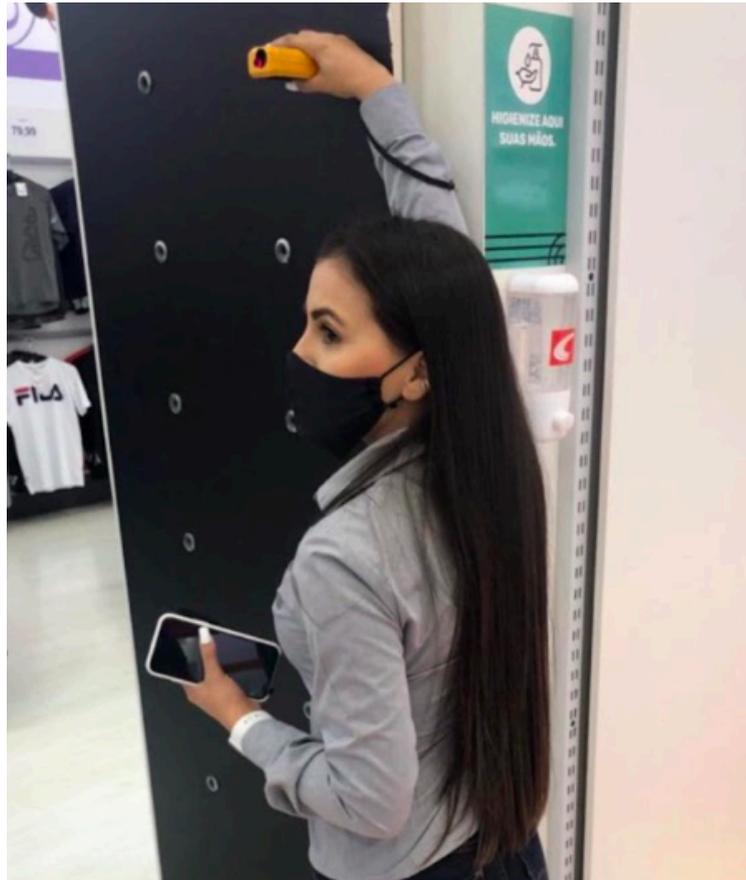
O *as built* tradicional, segundo a ABNT NBR 14645-1/2001, é o levantamento técnico que traz o posicionamento espacial dos objetos contidos em uma edificação, que geralmente são "amarrados" a pontos notáveis do terreno, visando sua medição a partir de um ponto de referência.

O *as built* é o método no qual se registra e atualiza os dados da construção no pós obra, para fins de reformas, manutenções ou ampliações futuras.

Este levantamento deve representar o que foi construído, para servir de base para futuras intervenções na obra, possibilitando reforma, ampliações e modificações na edificação de forma eficiente e reduzindo o risco de acidentes. (ALMEIDA, 2016, p. 22).

O *as built* tradicional, ou levantamento técnico tradicional, que é regido pela norma ABNT NBR 14645-1/2001, faz-se através do uso de trenas convencionais e trenas a laser (Figura 2), onde a partir de um ponto de referência são feitas as medições do posicionamento de todos os componentes da edificação.

Figura 2 - Medição com trena laser



Fonte: BFS ENGENHARIA (2020).

Após feito o levantamento, estes dados são atualizados no modelo existente da edificação.

Porém, um levantamento técnico feito de forma convencional, com a utilização de trena convencional e trena a laser, é suscetível ao erro humano, pois em alguns casos não é possível visualizar todas as infra estruturas que se encontram no ambiente (tubulações, elementos estruturais e dutos quando sobrepostos no forro), além disso como cada elemento da edificação deve ser medido, a trena deve ser locada em inúmeras posições e diferentes locais, e como é

feita de forma manual é passível a erros. Um levantamento técnico mal realizado irá acarretar um projeto não assertivo.

Por conta dos levantamentos *as built* tradicionais possuírem falhas relacionadas a precisão, muitos profissionais acabam optando pela não migração para o BIM em reformas de edificações existentes pois não veem vantagens suficientes quando não há um levantamento técnico preciso para aliar ao projeto BIM.

Projetos “as built” tradicionalmente demandam operações manuais que exigem inspeções visuais, as quais dependem de julgamento pessoal, e por esse motivo, trazem resultados incompletos e imprecisos (ARAÚJO, 2017, p. 22).

Assim, novas tecnologias vêm surgindo para aprimorar o processo de *as built*. Huber et al. (2008), realizou estudos de modelagem do projeto *as built* com a utilização de escaneamento a laser. Golparvar-Fard et al. (2011), relacionou os dados obtidos com o escaneamento a laser e a utilização de realidade aumentada para visualização integrada tanto do *as built* como no próprio momento da construção.

2.3. AS-IS BIM

O método de escaneamento a laser ou *laser scanning* apresenta-se como uma solução para os erros de precisão de dados advindos dos levantamentos realizados de forma convencional.

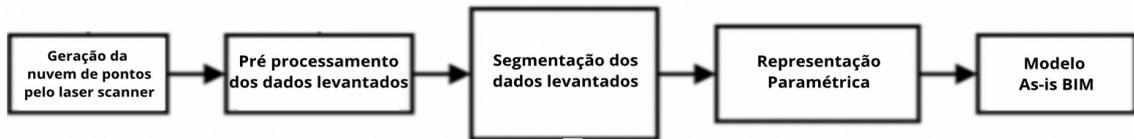
Com a união do método BIM ao escaneamento a laser, surgiu o termo "*as-is* BIM". O resultado desta união é a modelagem BIM sobre a nuvem de pontos gerada pelo *laser scanner*.

A nuvem de pontos 3D é o tipo de dados 3D mais comumente usado para criar o *as-is* BIM, que pode ser coletado por câmeras digitais ou scanners a laser. Comparada com as câmeras digitais comuns, a tecnologia de escaneamento a laser é líder em termos de eficiência e precisão. (WANG, XIONG, 2021, p. 2).

Na Figura 3 é mostrado como o *laser scanner* faz o processamento dos dados. De forma resumida, o laser scanner gera uma nuvem de pontos que consiste em milhões de pontos 3D medidos no espaço. Esta nuvem de pontos é processada com a intenção de identificar formas geométricas, assim as formas geométricas são

segmentadas e convertidas em objetos paramétricos e esta representação paramétrica pode ser utilizada em ferramentas BIM como o software REVIT para modelagem de projetos.

Figura 3 - O processo do *as-is* BIM

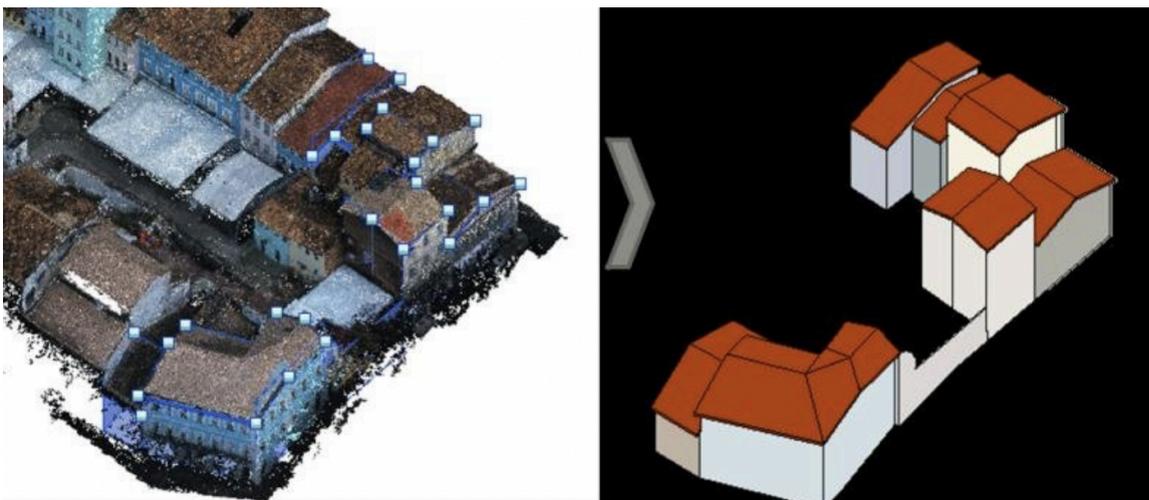


Fonte: modificado de WANG, XIONG (2021).

Assim, o *as-is* BIM busca aprimorar o método *as built* tradicional, visto que com ele consegue-se uma assertividade dos dados levantados quando comparado ao levantamento tradicional, pois utiliza a nuvem de pontos gerada pelo equipamento Laser Scanner (Figura 4) que possui exatidão em termos de precisão de dados.

Segundo Wang e Xiong (2021), a criação do *as-is* BIM é na verdade um processo de reconstrução 3D, que coleta dados espaciais e gera uma representação 3D da aparência do objeto.

Figura 4 - Modelagem feita a partir de nuvem de pontos

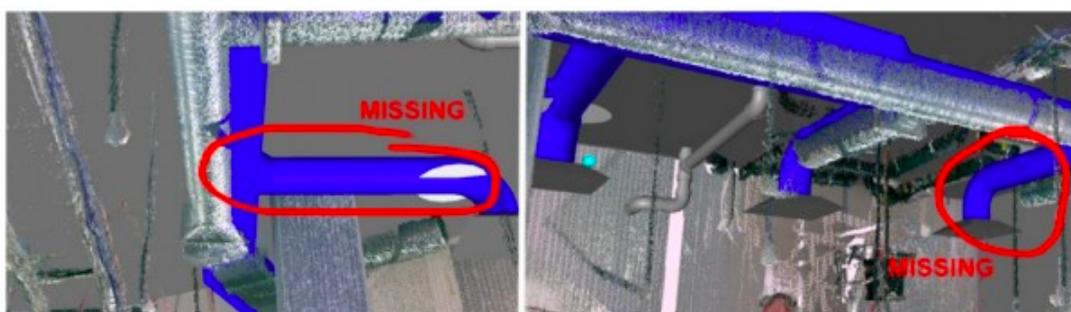


Fonte: MOREIRA (2019).

Com os dados levantados através do *as-is* BIM e o uso das ferramentas BIM para modelagem, consegue-se detectar automaticamente através de programas como Navisworks, Solibri e outros, as interferências entre os dados levantados e os projetos desenvolvidos para a reforma. A plataforma sobrepõem os projetos e cria uma lista com os *clashes*, ou seja, com os elementos que estão em conflito para que sejam corrigidos (Figura 5), garantindo assim um projeto assertivo.

Segundo Akponeware e Adamu (2017), a necessidade de precisão em projetos multidisciplinares torna o software de detecção de conflito uma ferramenta poderosa na coordenação do projeto.

Figura 5 - Interferências detectadas entre o *as-is* BIM e os objetos modelados



Fonte: MUNDO GEO (2019).

2.4. LASER SCANNER

O levantamento por *laser scanner* pode ser definido como uma “[...] tecnologia de digitalização tridimensional usando um feixe laser que é direcionado aos objetos e permite capturar, visualizar e modelar tridimensionalmente cenas complexas com rapidez e alta precisão [...]” (CENTENO; WUTKE; KERSTING, 2004, p. 2).

Ou seja, é possível gerar um levantamento com precisão milimétrica dos dados, e grande riqueza de detalhes, gerando um modelo BIM que fique o mais próximo da realidade.

A captura das medidas de um grande edifício, de instalações com documentação convencional pode levar dias ou semanas, e mesmo assim, os dados podem ficar incompletos. Mas o Laser Scanner cria representações em 3D precisas e fotorrealistas de qualquer ambiente ou objeto em poucos minutos. (FARO, 2023).

O *laser scanner* dispara milhares de pulsos de laser por segundo em sua varredura, que atingem os objetos à sua volta e retornam ao equipamento. Com esses dados, é então gerada uma nuvem de pontos que formam os objetos que foram escaneados.

O registro da nuvem de pontos para faces de ponto ou superfície, é encontrar faces correspondentes nos dois dados da nuvem de pontos para combiná-los. Devido ao grande número de componentes planos no ambiente arquitetônico, o registro de nuvem de pontos baseado em superfície é particularmente adequado para registrar a nuvem de pontos de construção. (WANG, XIONG, 2021, p. 3).

Esta nuvem de pontos possui precisão milimétrica de cada componente do ambiente levantado, sendo eles, paredes, vigas, pilares, tubulações, ou seja, consegue representar com fidelidade como está (*as-is*) a edificação hoje.

Além de oferecer qualidade e precisão, o *laser scanner* (Figura 6) executa as tarefas sem contato direto com o ambiente. Assim, minimiza os riscos de acidentes e obedece aos padrões de qualidade (MARTINS, 2004).

Figura 6 - Laser Scanner marca FARO



Fonte: BFS ENGENHARIA (2023).

A utilização do *laser scanner* é feita nas mais diversas áreas, principalmente na construção civil, tanto para levantamentos topográficos quanto para levantamentos técnicos de ambientes já executados. Outros usos para o *laser scanner*, por exemplo, são o uso para levantamentos de terrenos em topografia, e a verificação de patologias em processos de revitalização de prédios históricos (Figura 7).

Figura 7 - Utilização de *laser scanner* na revitalização de prédio histórico na cidade de Joinville



Fonte: BFS ENGENHARIA (2023).

2.5. FAST CONSTRUCTION

Visando suprir a necessidade de atender obras que dispõe de um prazo mais apertado, surgiu o termo *fast construction* (construção rápida), que segundo Lima (2014), trata de um conjunto de métodos construtivos, somado a uma compatibilização de projetos assertiva, ferramentas de planejamento e gestão, submetidas a um cronograma rigoroso, geralmente definido pelo contratante.

Pode-se citar como exemplo de obra *fast construction* obras de reforma de lojas de shopping, pois estas tendem a ter um prazo entre 30 e 90 dias, dependendo da dimensão da loja, e cada dia de atraso em obra acarreta em perda de faturamento para o proprietário.

Segundo Facco (2014), o *fast construction* pode ser interpretado como uma abordagem adotada por empresas de engenharia que enfrentam o desafio de realizar obras demandadas pelos contratantes dentro do menor prazo possível, mantendo-se dentro do orçamento previsto.

Para o ideal aproveitamento do método *fast construction*, na fase de projeto, é recomendado o uso do BIM para elaboração dos projetos, já que os projetos feitos

em modelagem virtual 3D possibilitam uma compatibilização exata entre todas as disciplinas de projeto, como citado no item 2.1.

Melo *et al.* (2021), fizeram uma análise na qual citam que quando a compatibilização dos projetos é feita apenas com o software AutoCad 2D, não se obtém a efetividade do *fast construction*.

Mas ao aliar o *fast construction* com a metodologia BIM, obtêm-se projetos compatibilizados, livre de interferências entre objetos modelados, o que resulta em uma obra assertiva e dentro do cronograma estipulado.

3. METODOLOGIA

Através deste estudo, serão demonstradas as vantagens da utilização da tecnologia *laser scanner*, como ferramenta para levantamentos de dados para obras *fast construction* e como ferramenta para solução de desafios de execução de projeto.

O procedimento utilizado na coleta de dados deste trabalho permite caracterizá-lo como um estudo de caso.

Segundo Ytalo (2023), o estudo de caso é uma importante ferramenta de pesquisa que possibilita uma investigação mais detalhada sobre o objeto estudado, e suas implicações em um contexto real.

O desenvolvimento do estudo foi dividido em duas etapas, a primeira etapa consiste em uma fundamentação teórica baseada em artigos científicos e publicações.

Na segunda etapa do estudo foi realizada uma coleta e apresentação de dados baseados em dois contextos de casos reais, os quais estão descritos a seguir.

3.1. ESCOLHA DAS EDIFICAÇÕES DE ESTUDO

Os estudos foram realizados com base nos seguintes casos:

1. Reforma de uma loja âncora, de 1454m², no interior do Shopping Garten Joinville, loja Centauro.
2. Construção de uma concessionária automotiva, de 2000m², loja BYD Joinville.

São denominadas lojas âncoras as maiores lojas localizadas dentro dos shoppings centers. A dimensão da loja âncora deste estudo está representada na Figura 8. O anexo A também trás esse demonstrativo do posicionamento espacial da loja, na planta completa do shopping.

Figura 8 - Planta Shopping Garten Joinville, loja âncora Centauro



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Os dois casos estudados são considerados comércios de médio porte segundo a lei de ordenamento territorial (LOT) de Joinville.

Segundo a LOT Joinville (2014), são consideradas de médio porte as atividades comerciais com área total edificada igual ou superior a 500m² e inferior a 5.000m².

Lojas de shoppings centers são consideradas obras *fast construction*, possuem prazo médio de reforma de 60 a 90 dias, pois para o proprietário cada semana de obra representa uma semana sem faturamento. A escolha da loja Centauro para o estudo se deu por este motivo, a loja possuía 1454m², uma loja de tamanho considerável (loja âncora) como pode-se observar na figura 9, e um prazo total de reforma de 60 dias.

Figura 9 - Imagem da Loja Centauro antes da reforma



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Já a loja BYD foi escolhida por ser um empreendimento com um desafio de projeto solucionado pelo *laser scanner*. As lojas BYD possuem arquitetura padronizada. No projeto as lojas possuem luminárias orgânicas esculpidas no forro de gesso (Figura 10), com fechamento de lona tensionada, na qual, só é possível ser realizada a fabricação da lona, após o escaneamento a laser da luminária executada *in loco*, por conta da geometria de corte da lona.

Figura 10 - Luminárias orgânicas esculpidas no forro de gesso



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

3.2. PROCEDIMENTOS REALIZADOS

3.2.1. Caso Centauro

O procedimento de captação de dados para o estudo foi realizado através da análise do levantamento realizado com o uso do *laser scanner* pela empresa BFS Engenharia (*as-is* BIM), e da utilização da nuvem de pontos gerada para a elaboração dos projetos da reforma em BIM.

Para o levantamento realizado com o *laser scanner* foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Equipamento para *laser scanning* Faro Focus S150 (Figura 11);

Figura 11 - Equipamento para *laser scanning* Faro Focus S150



Fonte: BFS ENGENHARIA (2023).

Com o uso deste equipamento não faz-se necessária a criação do croqui da edificação (como no as built tradicional), pois o aparelho faz uma varredura do local, lançando os feixes laser e assim criando uma nuvem de pontos.

Esta nuvem de pontos ao ser processada pelo software Scene da empresa FARO, gera uma planta baixa com várias cenas, estas com pontos já referenciados, que podem ser visualizadas através deste software, no qual é possível visualizar todos os elementos levantados na cena e realizar medições de cada elemento, conforme apresentado na figura 12.

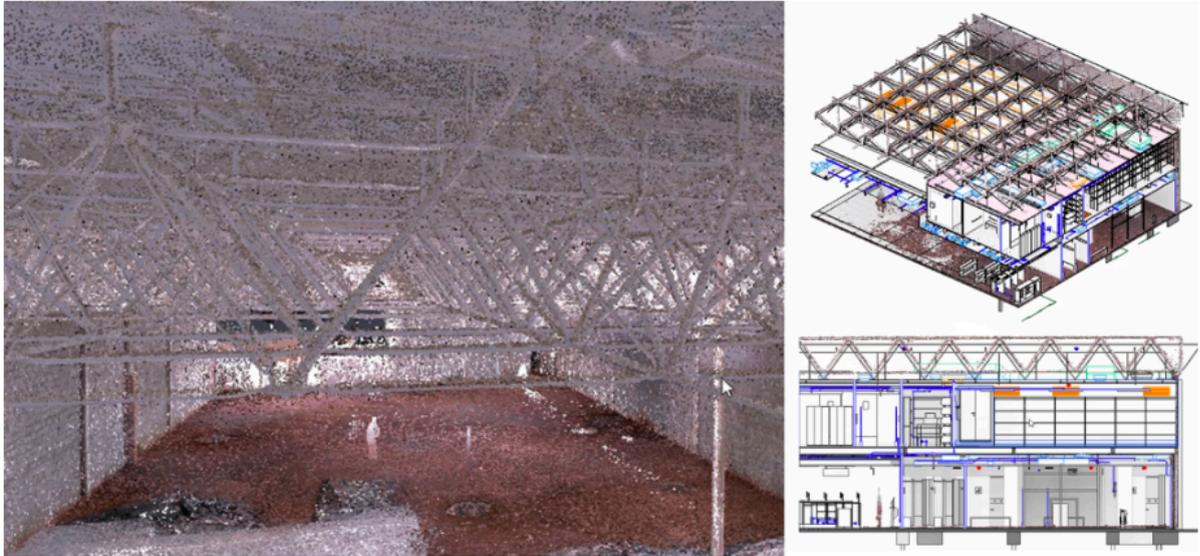
Figura 12 - Medição do pé direito e da placa centauro através do software Scene da FARO



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Além de conseguir realizar a visualização das cenas levantadas através do software Scene, também é possível converter a nuvem de pontos através do software Autodesk Recap, em um arquivo que pode ser visualizado em 3D dentro do software Revit de modelagem de projetos. Ou seja, é possível visualizar a nuvem de pontos em 3 dimensões dentro do Revit (figura 13), e realizar a modelagem 3D de cada elemento da edificação baseado no *as-is* (como está).

Figura 13 - Modelagem BIM feita sobre nuvem de pontos



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Além da nuvem de pontos, o *laser scanner* Faro Focus também gera imagens panorâmicas (modo foto) de cada cena levantada, possibilitando aos projetistas visitar a obra quantas vezes for necessário ao longo do desenvolvimento dos projetos.

O uso do equipamento *laser scanner* deve ser feito apenas por um profissional capacitado para tal, pois seu procedimento de uso não é trivial. De forma resumida, estas são as diretrizes de uso:

- Tirar o equipamento da maleta e montá-lo no tripé;
- Ligar o equipamento;
- Inserir um cartão SD para gravação dos dados;
- Criar um nome para o projeto;
- Ajustar a resolução das imagens para a nuvem de pontos;
- Posicionar o equipamento no ambiente definido para o levantamento;
- Iniciar a varredura;

Este procedimento foi repetido em 63 pontos na loja, para que o equipamento pudesse realizar a varredura completa e milimétrica de todos os ambientes do projeto.

A escolha do número de pontos se dá pela verificação visual do usuário do equipamento, quanto maior o número de objetos ocasionando interferências no local, maior o número de pontos a ser posicionado o equipamento para varredura. Pois se não houver interferências, o alcance do laser se dá em 100m.

Com os dados advindos do levantamento, foram então modelados, também pela empresa, os projetos em BIM da reforma, com todas as informações que foram levantadas e capturadas. Para a modelagem dos projetos foi utilizado o software Revit da Autodesk e os projetos foram compatibilizados entre si com o uso do software Navisworks, também da Autodesk.

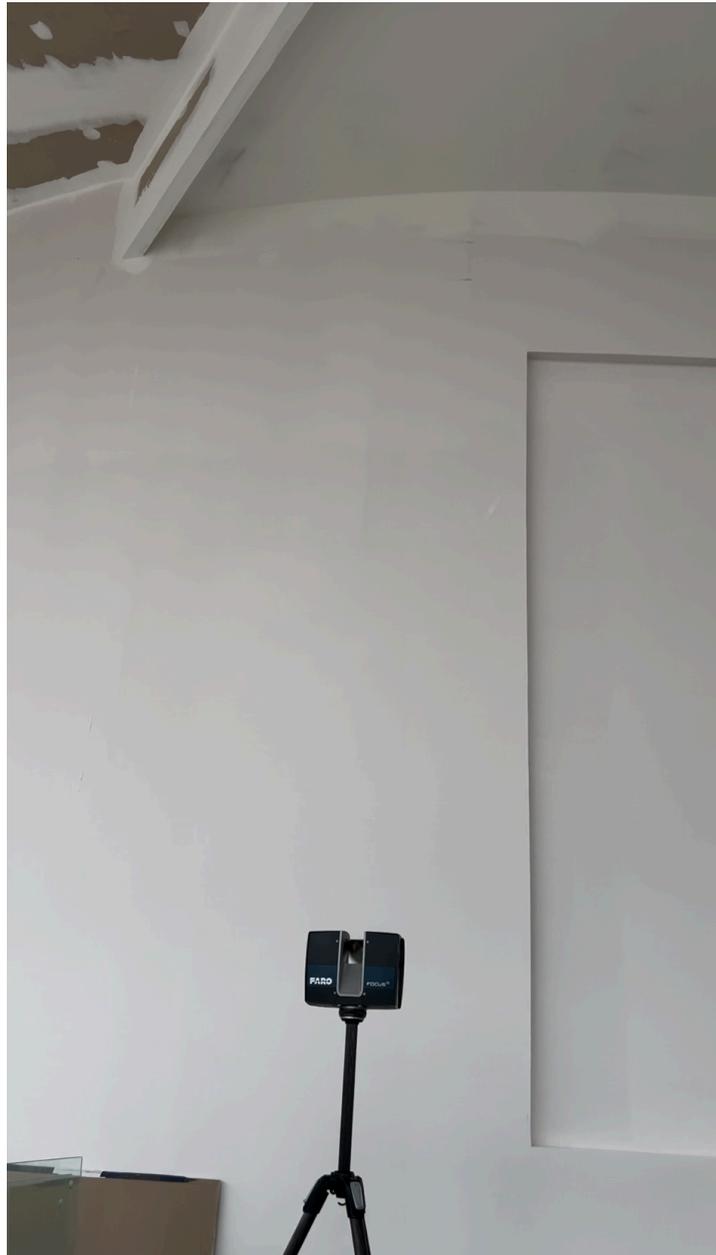
Foram feitas análises em termos de:

- Precisão dos dados levantados pelo *laser scanner*;
- Tempo de duração do levantamento com o uso do *laser scanner* e suas vantagens frente ao levantamento convencional (as built) em obras de médio porte (500m² a 5000m²);
- Possibilidade de visita virtual na obra, a todo momento, através da nuvem de pontos gerada pelo *laser scanner* para uma elaboração precisa dos projetos.

3.2.2. Caso BYD

O procedimento de captação de dados para o estudo foi realizado através da análise do *as-is* bim (levantamento que gera uma nuvem de pontos), realizado com o uso do *laser scanner* pela empresa BFS Engenharia junto a estudante, conforme demonstrado na figura 14.

Figura 14 - Escaneamento a laser das formas orgânicas da loja BYD Joinville



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

Foram feitas análises em termos de:

- Necessidade do uso do *laser scanner* para atender o desafio de projeto das luminárias esculpidas no forro de gesso, para fabricação da lona tensionada nos formatos orgânicos já executados e possibilitar uma correta instalação (Figura 15);
- Possibilidade de visita virtual na obra, a todo momento, para conferência de pé direito e medidas;

Figura 15 - Instalação da lona tensionada na loja BYD



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

4. APRESENTAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os dados levantados do Caso Centauro e do Caso BYD e será feita a análise das vantagens do uso do *laser scanner* para desenvolvimento dos projetos em BIM (*as-is* BIM) e execução destas obras, e também, para a resolução de desafios de projeto.

4.1. CASO CENTAURO

Foi escolhido para objeto de estudo o caso da loja Centauro do Shopping Garten de Joinville (Figura 16), por ser uma loja âncora (denominadas as maiores lojas dentro de shopping center), com área total de 1454m² e prazo de reforma de 60 dias, se enquadrando no modelo de obra *fast construction*.

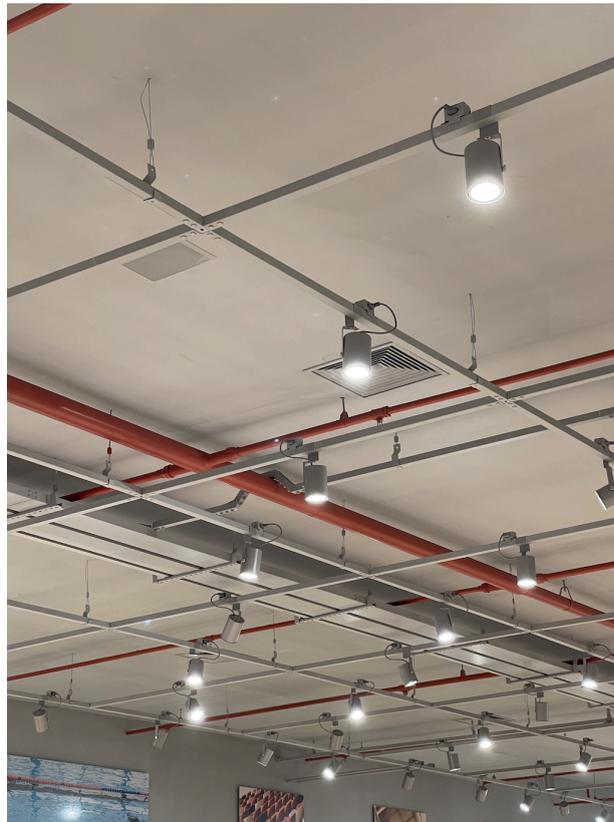
Figura 16 - Loja âncora Centauro antes da reforma



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

A nova proposta arquitetônica para a loja, era que todos os elementos hidráulicos, elétricos, iluminação e prevenção contra incêndio ficariam aparentes (figura 17), ou seja, estes elementos precisariam ser modelados em projeto e executados, de forma organizada, e para isso se tornaria necessária uma compatibilização adequada entre projetos.

Figura 17 - Loja âncora Centauro depois da reforma, instalações aparentes



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Como o prazo previsto de conclusão da obra era de apenas 60 dias, optou-se pelos projetos em BIM, para evitar incompatibilidades de projeto e consequentemente evitar atrasos nos prazos da obra.

Para iniciar a elaboração dos projetos fez-se necessário o levantamento técnico de todos os componentes da edificação existente.

Por conta da Centauro ser uma loja em funcionamento, o levantamento técnico e os projetos teriam de ser realizados antes do fechamento temporário da loja para reforma, para que o proprietário não perdesse dias de faturamento. Para isso deu-se o prazo de 2 dias para o levantamento técnico, 30 dias para elaboração

do projeto arquitetônico e 15 dias para elaboração dos projetos complementares de engenharia.

Devido à realização do levantamento técnico ter de ocorrer com a loja em funcionamento, se tornaria inviável o levantamento técnico realizado da forma convencional (*as built*), com trenas convencionais e mapeamento manual, pois seria necessário o uso de andaimes devido ao pé direito da loja possuir:

- 4,5 metros na entrada da loja;
- 5 metros no interior da loja;

Além disso, estes andaimes poderiam causar perturbação ao bom funcionamento da loja e não era possível acessar a loja fora do horário de funcionamento.

Ou seja, com o levantamento técnico convencional ocorreriam os problemas de dificuldade de acesso a algumas áreas para o levantamento, além de colocar os profissionais em riscos desnecessários.

Ainda, o prazo que havia para o levantamento era de 2 dias, o que tornaria inviável realizar o levantamento da forma convencional e este ser entregue com precisão e qualidade no prazo solicitado.

Ademais, devido ao levantamento técnico convencional ser realizado de forma manual neste há riscos de imprecisão, ou seja, há a suscetibilidade ao erro humano.

Quando os erros de levantamento são levados adiante na fase de projeto, estes erros acarretam em erros de execução em obra, retrabalho e desperdício de materiais. Ou seja, descartaria a vantagem dos projetos serem realizados em BIM.

Sendo assim, para este caso foi utilizado o levantamento *as-is* BIM, com a utilização do *laser scanner*.

O *laser scanner* é um equipamento que ocupa apenas 1m de diâmetro (figura 18), ou seja, foi possível realizar o levantamento sem atrapalhar o fluxo de funcionamento normal da loja.

O laser scanner utilizado neste levantamento foi o da marca FARO, modelo Focus S150, que possui alcance dos feixes laser para varredura de até 100 metros.

Figura 18 - Equipamento *laser scanner*, ocupação com o tripé aberto de 1m de diâmetro



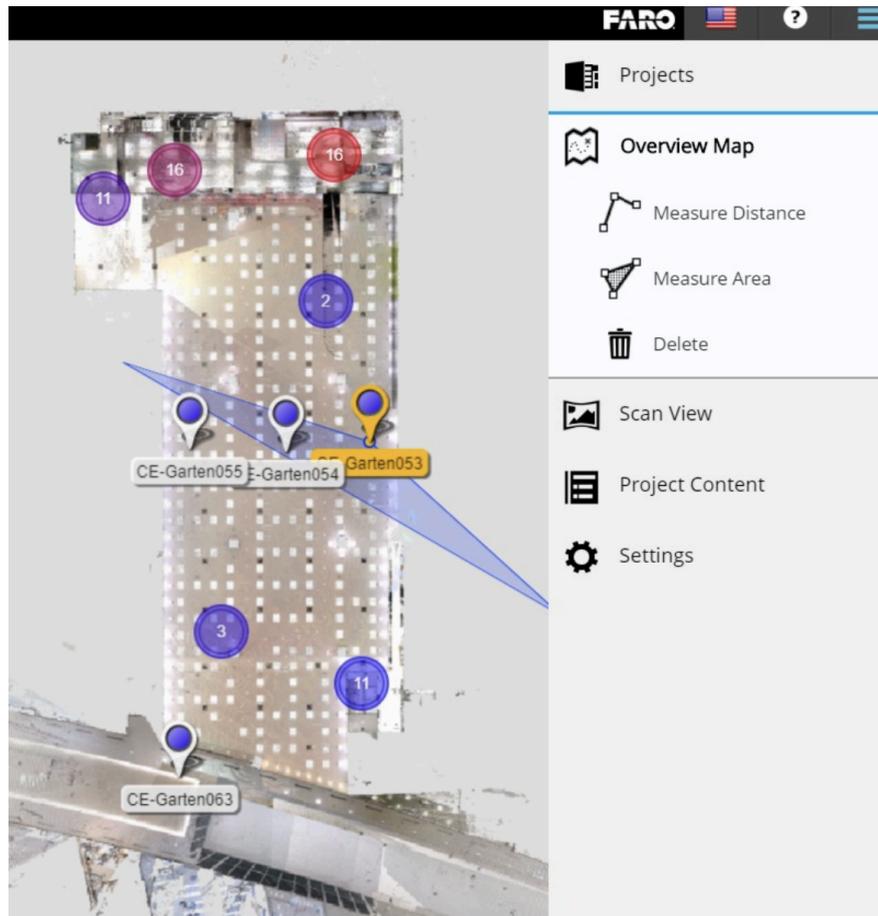
Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

O equipamento foi posicionado em 63 pontos da loja para o escaneamento completo da edificação, gerando uma nuvem de pontos (figura 19) através do escaneamento. O levantamento levou, ao todo, aproximadamente 14 horas para ser realizado, uma média de 10 minutos de levantamento para cada ponto.

A definição da quantidade de pontos em que o equipamento é posicionado para a leitura completa da edificação é variável de acordo com a quantidade de elementos existentes no local, que podem interferir na leitura do equipamento, ou seja, se não há muitos elementos de interferência, a possibilidade de alcance para medição do laser é de 100m. Porém nesta loja havia muitas araras e elementos de interferência, para isso o equipamento foi posicionado em vários pontos para um melhor alcance.

A correção dos pontos de interferência e interpolação dos dados levantados de um ponto a outro, ou seja, de uma cena a outra, é feita automaticamente através do software de leitura dos dados.

Figura 19 - Nuvem de pontos da loja Centauro, vista no modo planta baixa no software Scene

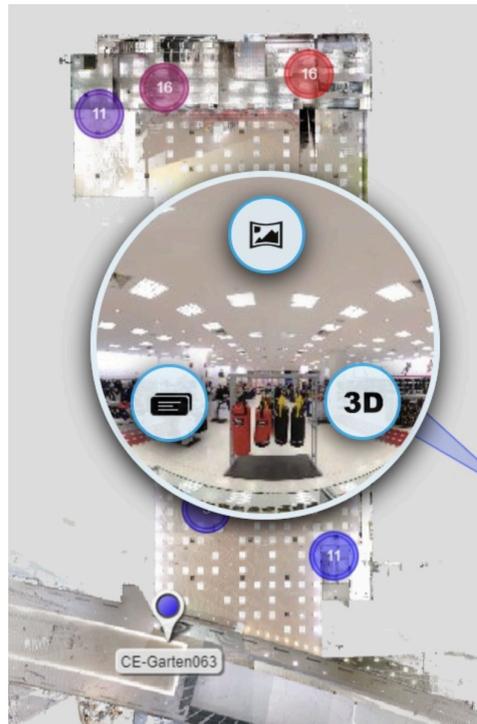


Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Na imagem acima, cada ponto circular representa uma localidade onde foi posicionado o laser para escaneamento. Ao dar zoom na planta, os demais pontos aparecem, ao todo foram 63 pontos levantados.

O *laser scanner* Faro Focus além de captar pontos através do feixe laser também realiza fotos panorâmicas dos ambientes levantados. Através do software Scene, ao clicar em um ponto, o projetista pode escolher o modo de visualização (Figura 20) da região levantada, pode optar por modo 3D (imagem pixelada, nuvem de pontos reais do feixe laser) ou modo panorâmico (imagem real, modo foto).

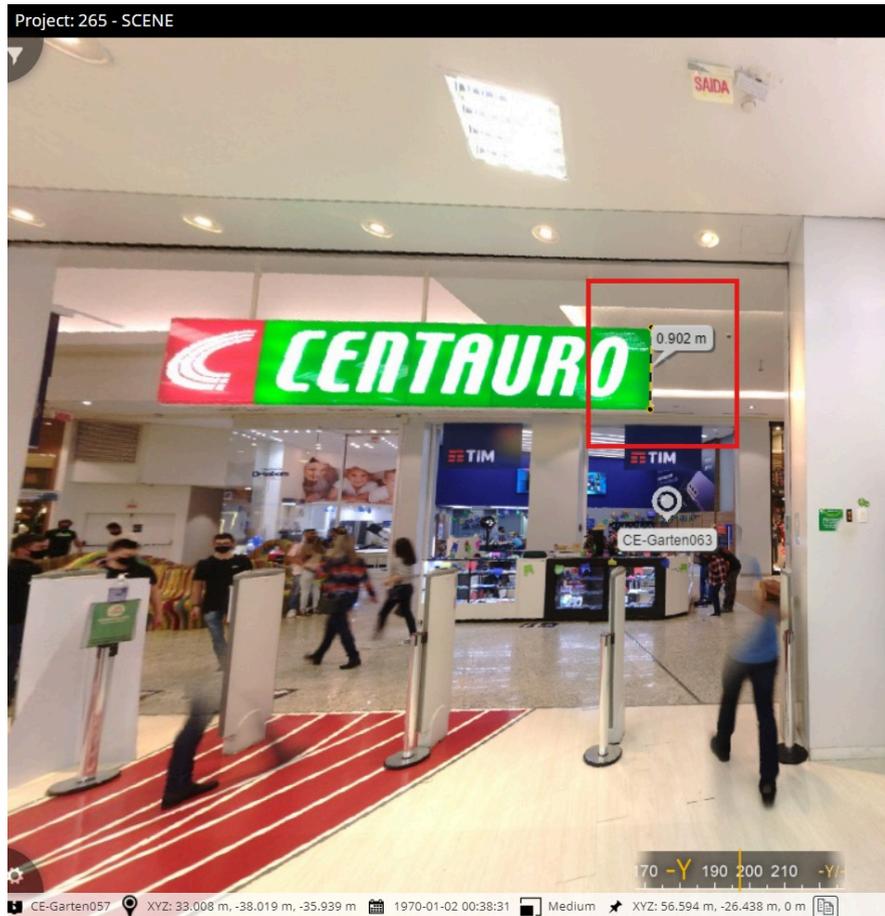
Figura 20 - Opções de escolha do modo de visualização no software Scene



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

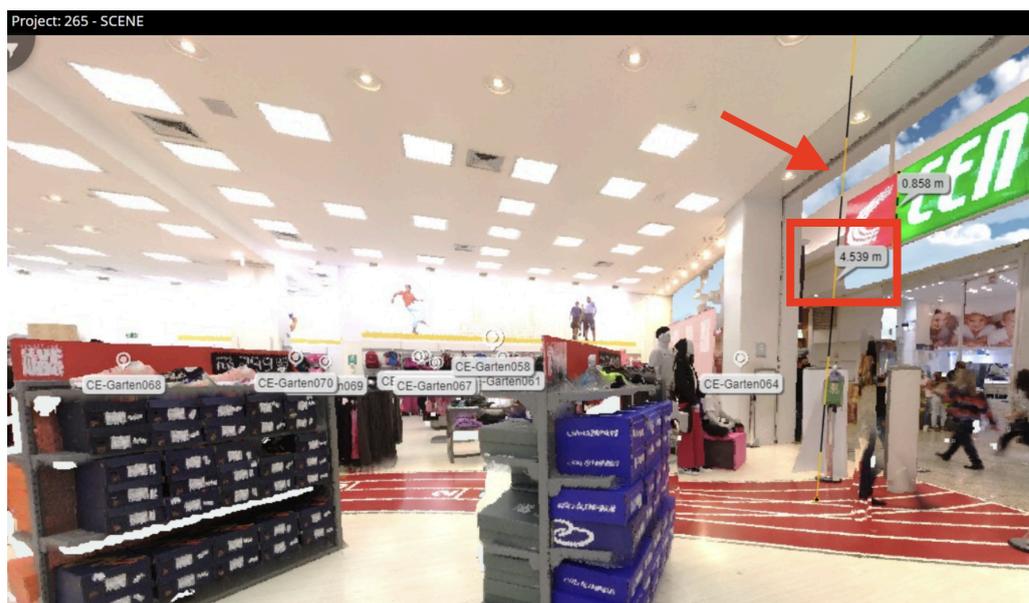
Ao clicar em um ponto capturado, como por exemplo o ponto 57, e optar pela opção de modo panorâmico, obtém-se esta imagem da loja (Figura 21). E através do software é possível realizar medições das dimensões dos objetos contidos na imagem, pois o software lê as coordenadas x,y,z dos objetos. Ou seja, o software possibilita que o projetista possa revisitar a obra virtualmente e realizar a conferência de medidas e posicionamento espacial dos objetos, quantas vezes forem necessárias, ao longo do desenvolvimento dos projetos, sem a necessidade de deslocamento físico e mobilização de equipe para isso. A medição pode ser feita tanto no modo panorâmico, quanto no modo 3D (Figura 22).

Figura 21 - Ponto 57, medição da placa através do "modo de visualização panorâmico" (foto)



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Figura 22 - Ponto 57, medição do pé direito da entrada através do "modo de visualização 3D" (pontos)



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

No levantamento, o *laser scanner* emite feixes de laser que atingem os objetos a serem escaneados, que segundo o manual da FARO (2024), este feixe reflete de volta para o sensor e o *scanner* registra a distância baseando-se no tempo de voo do feixe laser. O *laser scanner* mede os ângulos horizontais e verticais de emissão do feixe usando o espelho móvel rotativo contido no centro do aparelho, conforme figura 23.

Figura 23 - Espelho rotativo no centro do aparelho, para medição dos ângulos



Fonte: FARO (2024).

Essa medição ajuda a localizar cada ponto no espaço tridimensional formando as coordenadas x, y, z . Ou seja, cada medição resulta em um ponto com coordenadas calculadas a partir da distância e dos ângulos registrados.

Fazendo uso das fórmulas:

- $x = r \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\phi)$
- $y = r \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\phi)$
- $z = r \cdot \cos(\phi)$

Onde:

- r : Distância medida
- θ : Ângulo azimutal (horizontal)
- ϕ : Ângulo zenital (vertical)

O equipamento é posicionado em vários pontos da edificação gerando várias cenas. Estas cenas são lançadas no software Scene que realiza vários comparativos entre as cenas, procurando por pontos em comum entre elas e realizando uma concatenação dos pontos, gerando uma nuvem de pontos contendo todas as cenas em um único arquivo.

Os dados brutos da nuvem de pontos são processados e analisados pelo software Scene de modo a identificar formas geométricas, como linhas, superfícies, esferas, entre outros, e são convertidos em objetos paramétricos, segundo Maurell (2021):

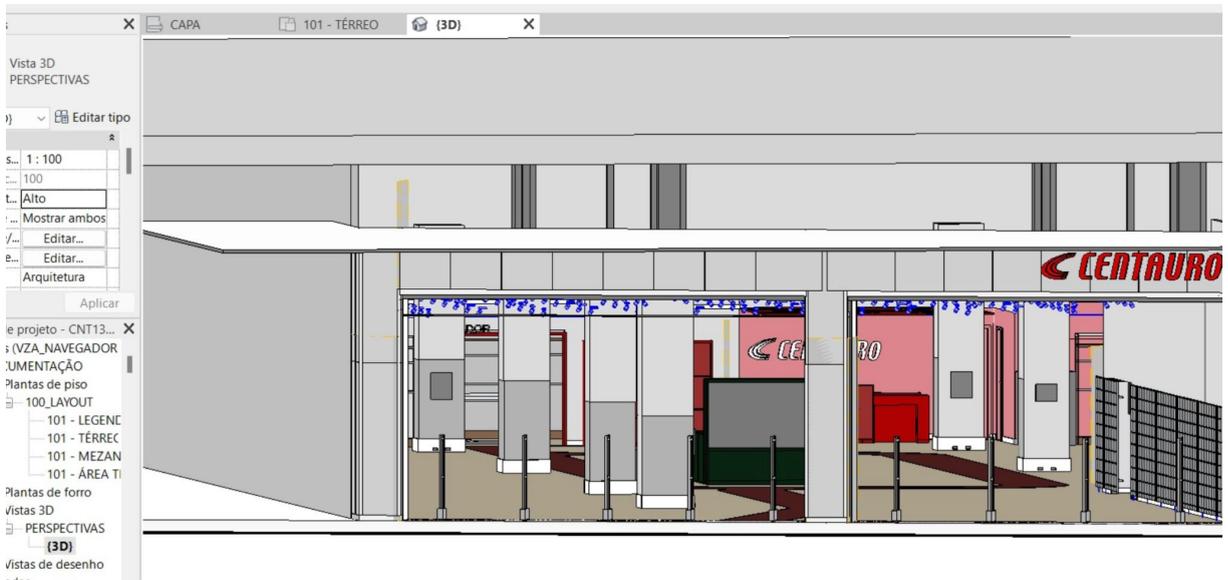
- Superfícies são descritas por equações matemáticas com parâmetros ajustáveis;
- Paredes podem ser representadas por planos definidos por altura, largura e espessura;
- Arcos podem ser modelados por curvas parametrizadas com raio, centro e ângulo;

Por fim, com esses dados processados o software gera uma nuvem de pontos parametrizada que pode ser utilizada em softwares de desenvolvimento de projetos.

Ou seja, além da possibilidade de visualização da nuvem de pontos através do software Scene, como ferramenta para visita virtual da obra e medições de objetos, ainda há a possibilidade de vincular a nuvem de pontos dentro do software de modelagem de projetos Revit, que possibilita que o projetista realize a modelagem baseando-se no *as-ís* (como está) da edificação a ser reformada.

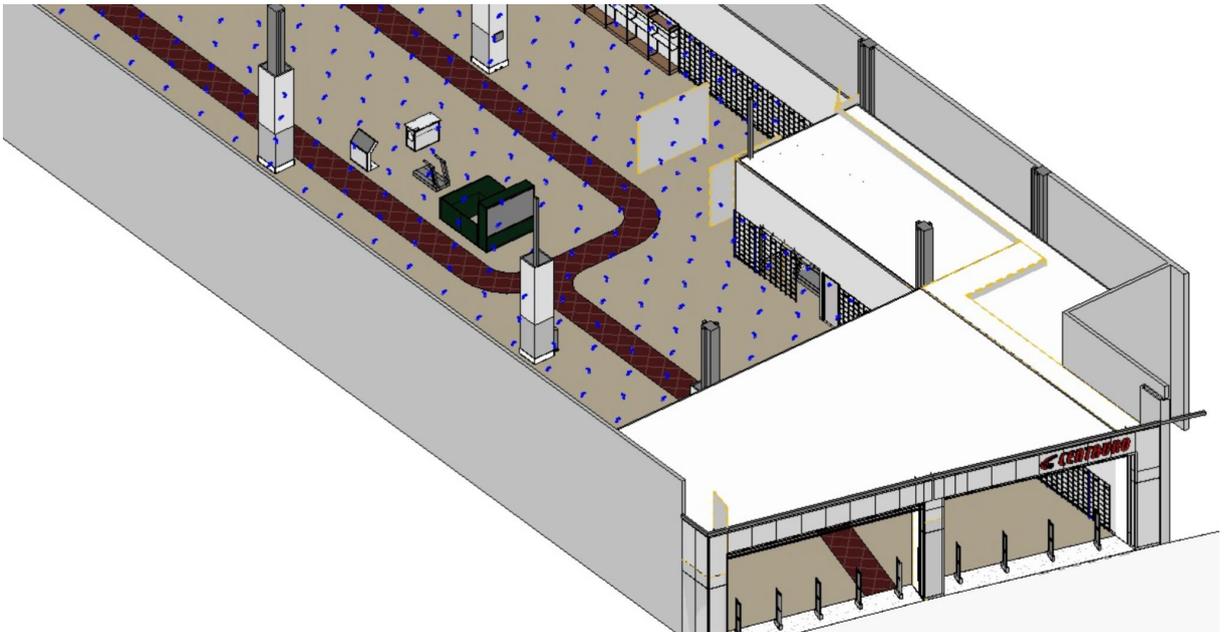
Com os dados levantados e a nuvem de pontos gerada, foi possível iniciar a modelagem dos projetos. Foi solicitado pela loja que todos os projetos da reforma fossem modelados em BIM (Figuras 24 e 25), pois os projetos realizados em BIM possibilitam a compatibilização adequada entre projetos, e sendo modelados através do software Revit, torna adequada a compatibilização e identificação de possíveis interferências entre objetos, com isso foi possível evitar incompatibilidades de projeto e conseqüentemente evitar atrasos nos prazos da obra.

Figura 24 - Modelagem da arquitetura em BIM, com o software REVIT



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

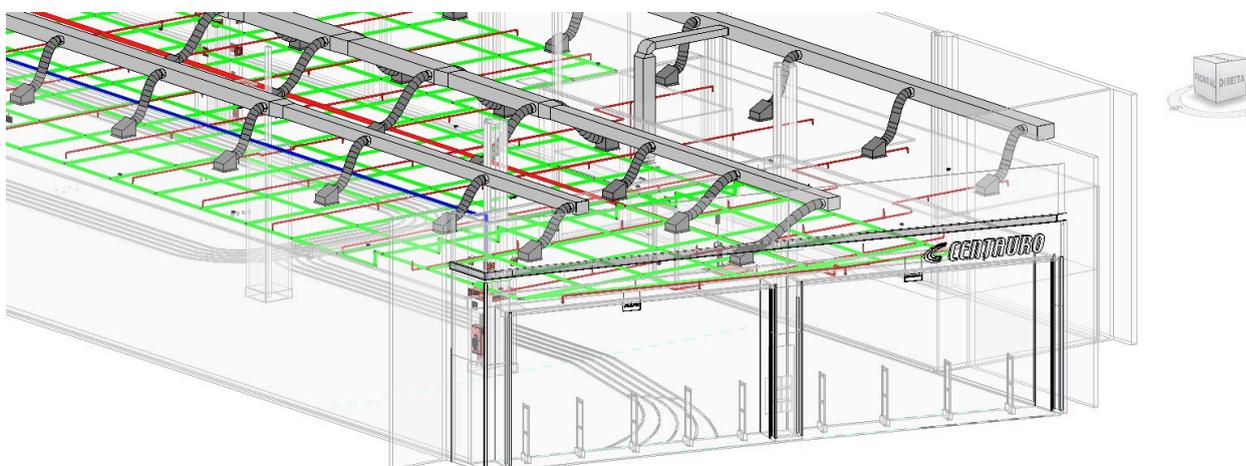
Figura 25 - 3D da loja Centauro, com o software REVIT



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Como as instalações na parte superior da loja (elétrica, hidráulica, sprinklers) ficariam aparentes, o uso da metodologia BIM também foi essencial, pois a modelagem 3D (Figura 26) facilita a compatibilização entre projetos possibilitando uma distribuição organizada e livre de interferências destes elementos.

Figura 26 - Representação 3D dos projetos arquitetônico, hidráulico, preventivo contra incêndio e ar-condicionado (posição 3D conforme cubo canto superior direito)

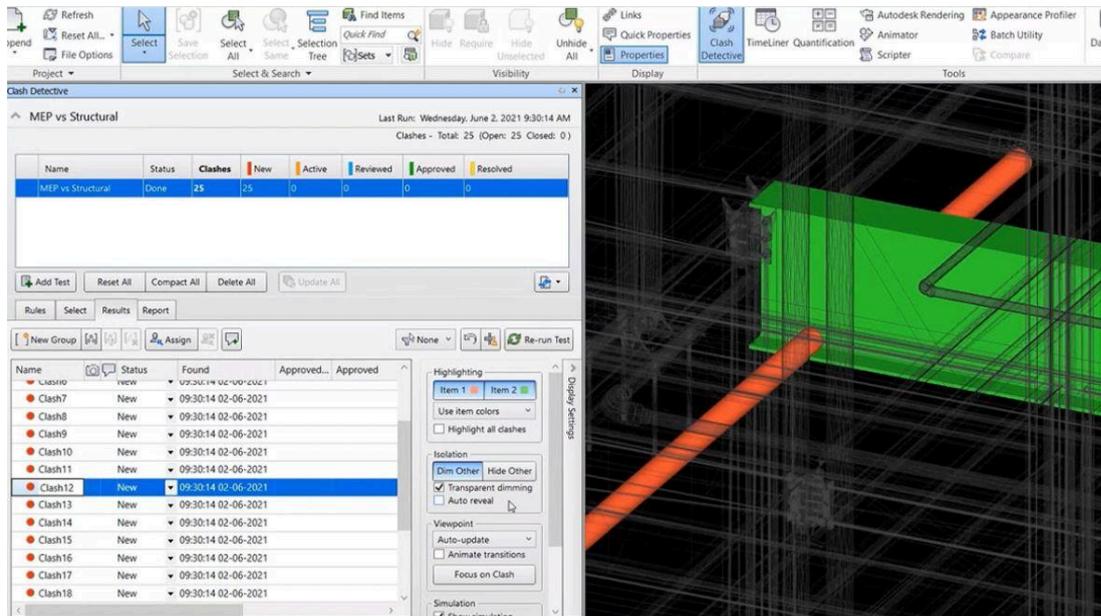


Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Com os projetos modelados em BIM, no software Revit da Autodesk a compatibilização entre projetos é feita através do software Navisworks da Autodesk. Com a utilização desse software são identificados os *clashes*, que são as interferências entre objetos de diferentes disciplinas de projeto, conforme demonstrado na Figura 27. Identificado o *clash*, este pode ser corrigido, e com todas as interferências corrigidas pode se garantir projetos assertivos.

Feita essa compatibilização previne-se que haja imprevistos na execução da obra, ou seja, se a execução for fiel ao projeto garante-se que a obra será entregue no prazo previsto.

Figura 27 - Correção de *clashes* sendo realizada utilizando o software Navisworks, da Autodesk



Fonte: AUTODESK (2024).

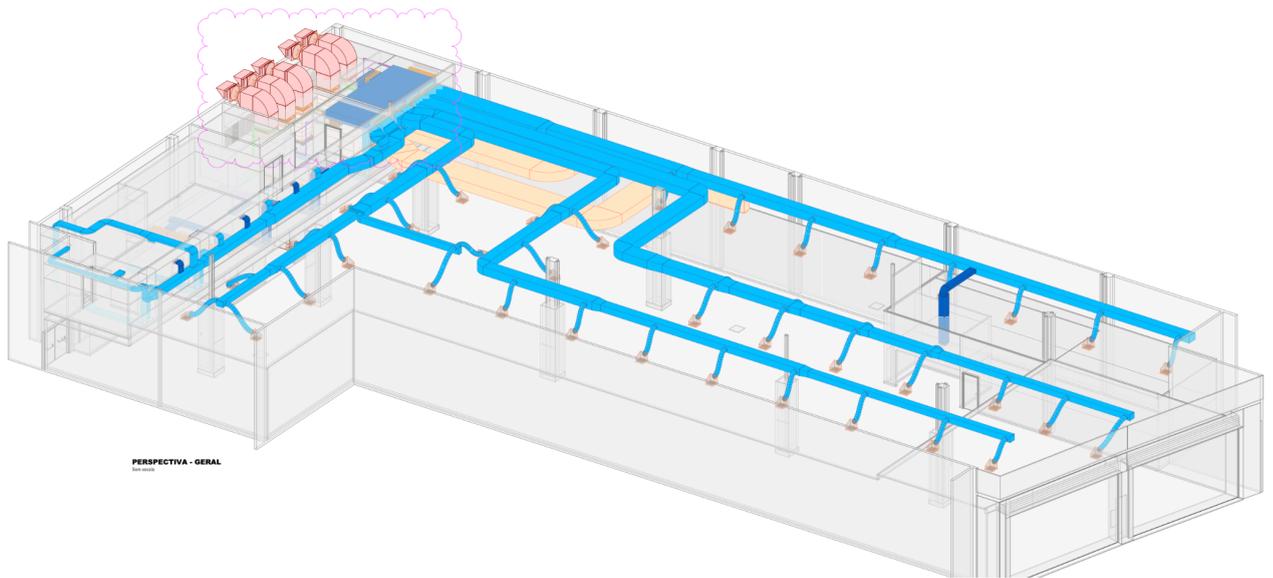
Com o uso da metodologia "as-is BIM", que é o levantamento técnico da edificação para reforma, a partir do uso do *laser scanner*, foi possível modelar os projetos em BIM para a reforma com base em informações fidedignas com relação a edificação existente levantada, evitando erros de precisão.

Os projetos elaborados foram:

- Projeto arquitetônico (Anexo B);
- Projeto hidráulico (Anexo C);
- Projeto elétrico;
- Projeto de prevenção contra incêndio (Anexos D e E);
- Projeto de ar condicionado (Figura 28);

As pranchas com todos os detalhes dos projetos estão em anexo ao final, nos anexos B,C, D e E.

Figura 28 - Modelagem do projeto de ar condicionado



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

Com esse nível de precisão de dados levantados e de elaboração dos projetos, foi possível que a obra fosse executada dentro do prazo previsto, de 60 dias. A obra teve início em setembro e finalizou em novembro de 2021. Na Figura 29 segue imagem da reforma finalizada.

Figura 29 - Reforma da loja Centauro finalizada



Fonte: BFS ENGENHARIA (2021).

4.2. CASO BYD

O segundo caso foi escolhido para o estudo devido a um desafio na execução de seus projetos, que veio a ser solucionado com a utilização do *laser scanner*.

Ao longo do processo criativo do projeto arquitetônico base para as lojas BYD, foi optado pelo uso de formas orgânicas (figuras 30 e 31) ao longo de toda a loja, lojas estas que possuem a arquitetura padronizada, ou seja, todas as novas lojas a serem executadas possuem esta mesma estética.

Figura 30 - Formatos orgânicos fachada loja BYD Joinville



Fonte: NSC TOTAL (2024).

Figura 31 - Formatos orgânicos nas luminárias, paredes e piso loja BYD Florianópolis



Fonte: NSC TOTAL (2024).

Para a iluminação das lojas, formatos orgânicos são esculpidos *in loco* no forro de gesso, conforme projeto, e são conhecidas como telas tensionadas. No interior desse espaço esculpido são instaladas lâmpadas fluorescentes tubulares e o fechamento deste espaço é feito com lona tensionada, conforme apresentado na figura abaixo.

Figura 32 - Instalação de lona tensionada loja BYD

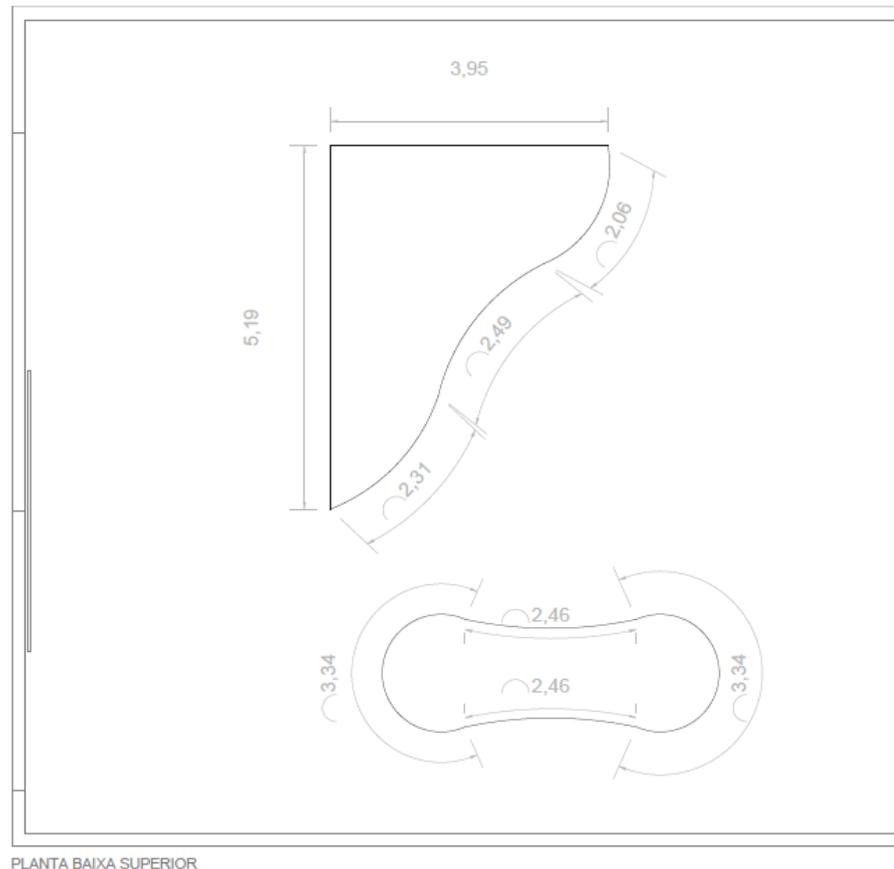


Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

Ao longo das execuções das primeiras lojas com essa estética percebeu-se um problema. Para uma correta instalação das luminárias com lona tensionada, a lona pode ter uma folga de no máximo 2 centímetros nas bordas a serem instaladas. Ou seja, ela deve ser fabricada na dimensão correta para encaixe conforme foi executado o formato orgânico no forro de gesso.

Porém, no processo de execução das formas orgânicas no forro de gesso haviam falhas de precisão centimétricas quando comparadas ao projeto (Figura 33), e como as lonas eram fabricadas conforme projeto, ao serem instaladas, algumas resultaram em não encaixar nos espaços pré executados, conforme figura 34.

Figura 33 - Exemplo de projeto enviado para fabricação das luminárias BYD



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

Figura 34 - Problemas no encaixe da lona tensionada no espaço executado



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

Bordas arredondadas são elementos mais complexos de serem executados no forro de gesso, então também houve problemas de execução (Figura 35), que acarretaram em problemas de instalação da lona.

Figura 35 - Problemas de execução das bordas dos formatos orgânicos



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

Devido a todas as novas lojas possuírem esta estética, este erro de imprecisão de execução *versus* projeto, precisava ser solucionado.

A solução que foi sugerida para este problema foi a realização do levantamento das medidas dos espaços orgânicos, depois de executados, com o uso do *laser scanner*, para que assim, estas medidas, com precisão centimétrica, fossem enviadas para a fabricação da lona com o encaixe correto para cada espaço.

Sendo assim, esta solução vem sendo utilizada em todas as novas unidades da rede para solucionar o problema de execução dos projetos, que necessitam ter precisão centimétrica, e o *laser* neste caso atua como ferramenta de auxílio, pois possui facilidade de acesso para uma medição com exatidão de todos os espaços do ambiente. Com o uso do *laser* as lonas podem ser fabricadas na dimensão exata do *as-is* (como está) executado *in loco* e instaladas da forma adequada (Figura 36).

Figura 36 - Luminárias de lona tensionada instaladas



Fonte: BFS ENGENHARIA (2024).

5. CONCLUSÃO

Através dos estudos de caso apresentados foi possível demonstrar algumas vantagens da utilização da tecnologia *laser scanner*, como ferramenta para levantamento técnico de medidas para elaboração de projetos de construção e reforma, trazendo como consequência positiva, uma execução de obra assertiva e dentro do prazo planejado.

O estudo da reforma da loja Centauro, do Shopping Garten, em Joinville, se enquadrou como uma obra *fast construction*, com prazo de reforma de 60 dias, obra na qual cada erro de projeto e execução impacta em dias de perda de faturamento para o proprietário.

Neste, foi possível observar que a utilização do *laser scanner* possibilitou um projeto de reforma, livre de erros de compatibilidade e precisão, devido a um levantamento técnico adequado, levando a um projeto assertivo e a uma obra entregue dentro do prazo de 60 dias. Em resumo, as vantagens do uso do laser foram:

- Levantamento técnico com precisão milimétrica de dados;
- Possibilidade de visitar a edificação inúmeras vezes durante a elaboração dos projetos, sem a necessidade de deslocamento físico e mobilização de equipe para conferência de medidas ou de posição espacial dos objetos;
- Projeto assertivo, em vista da modelagem ser feita em BIM baseada em uma nuvem de pontos gerada pelo laser scanner;
- Obra entregue dentro do prazo previsto, advinda de um projeto assertivo;

O segundo estudo realizado foi o da obra BYD Joinville. Nele foi possível analisar o uso do *laser scanner* como solução para um desafio de execução de projeto. Este desafio se tratava de uma incompatibilidade entre projeto e execução das formas orgânicas projetadas para as luminárias esculpidas seguindo o novo padrão das lojas BYD.

Depois de executadas as luminárias precisaram ser medidas de forma precisa, para que fossem produzidas as lonas tensionadas na medida exata, para o encaixe correto nos espaços esculpidos no forro de gesso.

Para isso, todas as novas lojas contaram com o uso do *laser scanner* que possibilita uma medição de até 100m de distância, de forma milimétrica, livre de erros de precisão, e com isso tornou viável a execução das luminárias de lona tensionada no formato que fosse necessário.

5.1. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise dos métodos utilizados em obras *fast construction*
- Análise da utilização do *laser scanner* para obras de grande porte
- Aplicação do *laser scanner* em projetos de infraestrutura

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. C. G. **Impacto do uso do bim na elaboração de projetos as built de sistemas prediais hidrossanitários**. Goiânia, 2016. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/IMPACTO_DO_USO_DO_BIM_NA_ELABORACAO_DE_PROJETOS_AS_BUILT_DE_SISTEMAS_PREDIAIS_HIDROSSANITARIOS.pdf. Acesso em: 25 mai. 2023.
- AKPONEWARE, A. O.; ADAMU, Z. A. Clash Detection or Clash Avoidance? An Investigation into Coordination Problems in 3D BIM. **Buildings**, v. 7, p. 10, 2017.
- ARAÚJO, A. **Uso de realidade aumentada como auxílio para concepção de projetos arquitetônicos em BIM**. João Pessoa, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13725?locale=pt_BR. Acesso em: 22 mai. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14645-1**. Elaboração do "como construído" (as built) para edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- BAZJANAC, V. Virtual building environments (VBE) – Applying information modeling to buildings. **Lawrence Berkeley National Laboratory**, California, 2014. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/0wp0n585>. Acesso em: 12 jun. 2023.
- CAMPESTRINI, et. al. **Entendendo BIM**. Curitiba, 2015. Disponível em: http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf. Acesso em: 14 jun. 2023.
- CANTANHEDE, Y. **Estudo de caso**. 2024. Disponível em: <https://blog.uninassau.edu.br/estudo-de-caso/>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- CENTENO, J. A. S.; WUTKE, J. D.; KERSTING, A. P. B. Comparação de geração de modelos tridimensionais usando laser scanner terrestre e restituição fotogramétrica monocular. *In*: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO - SINGEO, 2004, Recife. **Anais [...]** Recife: 2004. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~centeno/publications/download/2004/f013.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- DEZEN-KEMPTER, E. et al. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015.
- EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. 3. ed. New Jersey, 2008.
- FACCO, I. R. **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social**. Santa Maria, 2014. Disponível em: http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2014/TCC_ISABELA%20ROSSATTO%20FACCO.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

FARO Brochure, 2023. Disponível em:
<https://www.faro.com/en-gb/resource/faro-laser-scanner-focus-s-350-tech-sheet/>Acesso em: 18 mai. 2023.

GOLPARVAR-FARD, M. **Application of D4AR-A 4-Dimensional augmented reality model for automating construction progress monitoring data collection**. Illinois, 2009. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/271205669_Application_of_D4AR-A_4-Dimensional_augmented_reality_model_for_automating_construction_progress_monitoring_data_collection. Acesso em: 14 jun. 2023.

HUBER, et. al. **Methods for Automatically Modeling and Representing As-built Building Information Models**. China, 2011. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/350481396_Methods_of_As-is_BIM_Reconstruction_Using_Point_Cloud_Data_for_Existing_Buildings. Acesso em: 13 jun. 2023.

Lei de ordenamento territorial de Joinville, 2014. Disponível em:
<https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/ippuj-cdc-lot-2014-anexo-10-cartilha-das-audiencias-publicas-da-lot.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

LIMA et. al. **Análise da implementação da metodologia BIM em reformas de pequeno porte**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em:
<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/580/372>. Acesso em: 18 mai. 2023.

LIMA, P. C. **“Fast Constructions”: A construção entrando na era da velocidade**. 2014. Faculdade de Engenharia FAAP. Disponível em:
<https://www.brasilengenharia.com>. Acesso em: 20 nov. 2024.

LOBANOVA, V. **Comparison of structural modeling in Open BIM Projects**. 2017. Curso de Civil And Construction Engineering, Saimaa University Of Applied Sciences, Saimaa, 2017.

MELO, et al. **Definição, caracterização e aplicação do Fast Construction**. Florianópolis, 2021. Faculdade de Engenharia FAAP. Disponível em:
<https://www.brasilengenharia.com>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MOREIRA, L.; MOTA, P.; AMORIM, A. **Uma experiência de modelagem urbana a partir de nuvem de pontos na ferramenta Revit**. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/217>Acesso em: 21 nov. 2024.

NSC Total. 2024. Disponível em:
<https://www.nsctotal.com.br/noticias/fotos-gigante-chinesa-inaugura-nova-cessionaria-de-carros-eletricos-em-joinville#>. Acesso em: 23 nov. 2024.

PAN, Y. et al. **Integrating BIM and AI for Smart Construction Management: Current Status and Future Directions**. China, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s11831-022-09830-8>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SP BIM. **Bim e interoperabilidade**. 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-ifc/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

WANG. **Bim e interoperabilidade**. 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-ifc/>. Acesso em: 24 mai. 2023.

WANG T.; XIONG Z. **Methods of As-is BIM Reconstruction Using Point Cloud Data for Existing Buildings**. China, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350481396_Methods_of_As-is_BIM_Reconstruction_Using_Point_Cloud_Data_for_Existing_Buildings. Acesso em: 14 jun. 2023.

ANEXOS

ANEXO A - PLANTA COMPLETA DO SHOPPING

ANEXO B - PROJETO ARQUITETÔNICO

ANEXO C - PROJETO HIDRÁULICO

ANEXO D - PROJETO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO

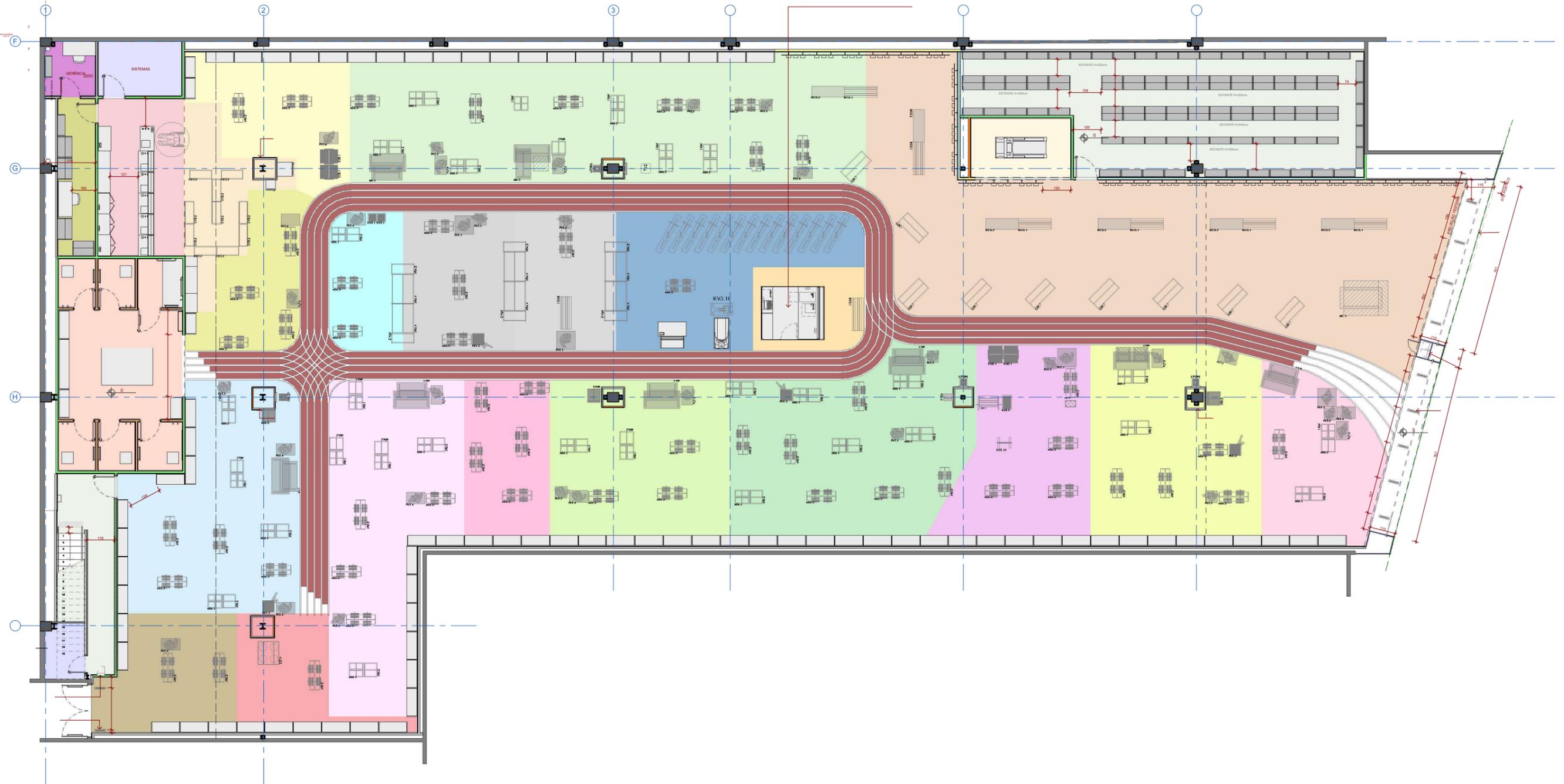
ANEXO E - PERSPECTIVA HIDRANTES E SPRINKLERS

ANEXO F - PROJETO PARA FABRICAÇÃO DAS LUMINÁRIAS BYD

ANEXO A - PLANTA COMPLETA DO SHOPPING



ANEXO B - PROJETO ARQUITETÔNICO



ANEXO C - PROJETO HIDRÁULICO

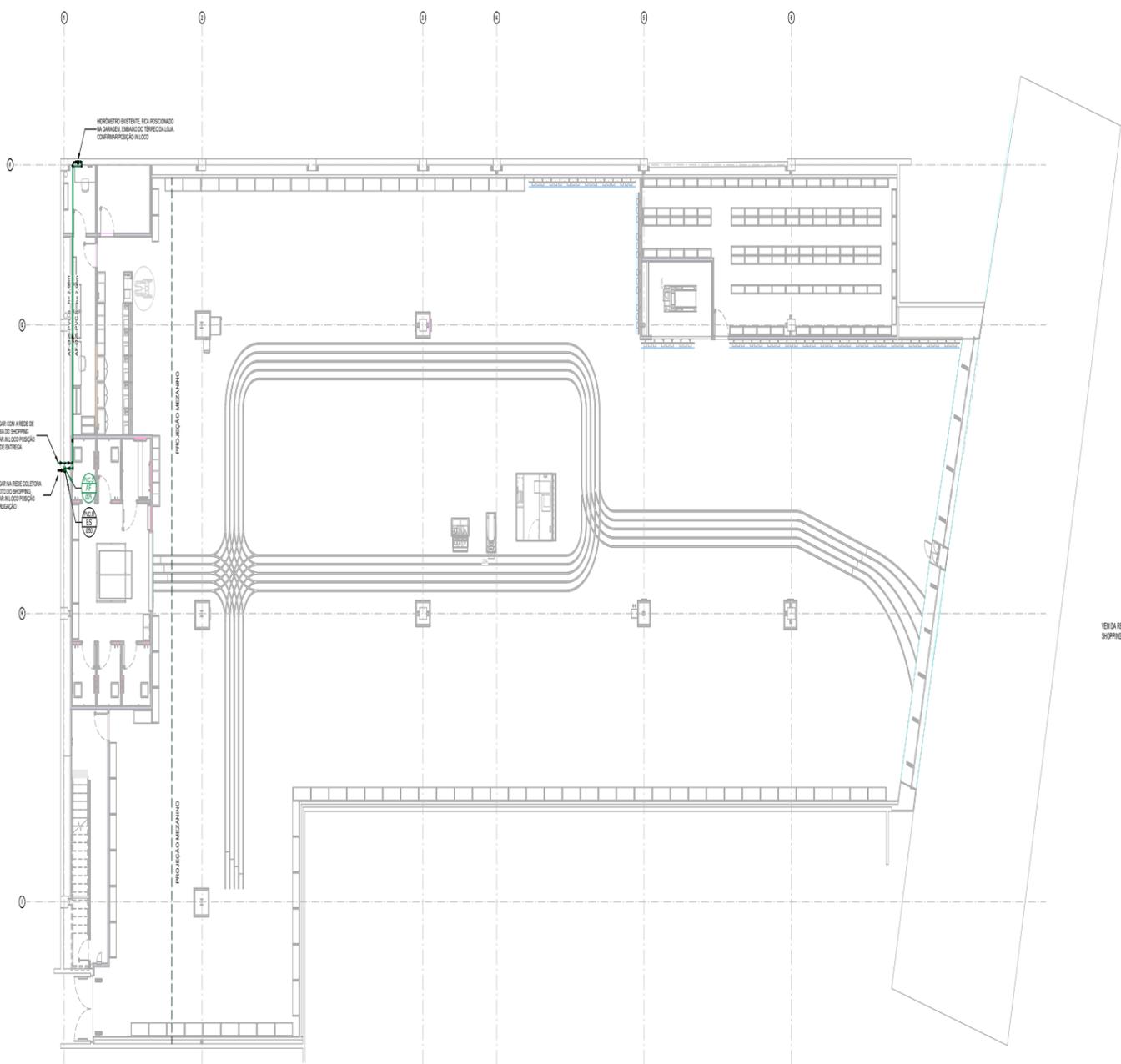
MATERIAIS DE TUBULAÇÃO	
PVC R	Tubo PVC alveo reforçada
PVC S	Tubo PVC alveo lisa

EFLUENTES/FLUIDOS	
	AF Tubulação de água fria, nova a ser adotada
	DR Tubulação de água de ar-condicionado, nova a ser adotada
	ES Tubulação de esgoto sanitário, nova a ser adotada

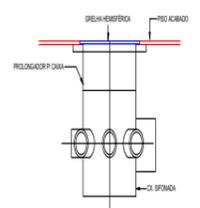
SIMBOLOGIA	
	Caixa sifonada PVC alveo reforçada com 7 entalhes Ø150x100mm
	Hidrometro Multigás conforme padrão da concessionária
	Registro de pressão 3/4"
	Área impermeabilizada. Piso em concreto magro com acabamento em pilares Ø 100mm em toda a placa com crivo médio sobre a impermeabilização.

PRUMADAS/DESLOCAMENTOS VERTICAIS	
MATERIAL DE TUBULAÇÃO	AF - TUBO PVC ALVEO REFORÇADA
EFLUENTE/FLUIDO	AF - TUBO PVC ALVEO REFORÇADA (quando houver)
DIÂMETRO DO TUBO	Ø 150
	Tubo que entra, desce e passa

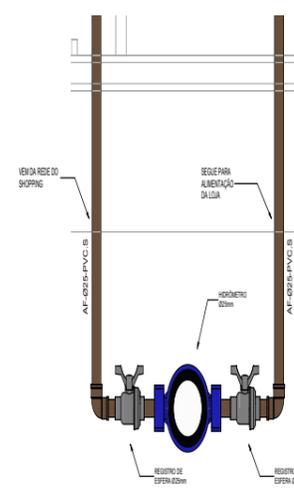
NOTAS	
1.	Seu trabalho é meramente consultivo, analisar as condições atuais do projeto, verificar se está apto para uso.
2.	Piso em concreto magro com acabamento em pilares Ø 100mm em toda a placa com crivo médio sobre a impermeabilização.
3.	Não será permitida nenhuma modificação (tubulação, caixa, etc.) nos pontos limitados do projeto, sem abertura em laje de piso e nota, para passagem de tubulação interna da laje.
4.	As tubulações verticais existentes deverão ser protegidas com estufa isolante na cor cinza, a cada 2 metros abaixo na cor verde clara (conforme o manual legal).
5.	Não há caixa de gordura na laje, não está prevista.
6.	O dimensionamento dos pontos de pressão, sem necessidade de ponto de engate.
7.	Controlar pressão de controle da empresa das instalações - ANEP.
8.	Todos os materiais utilizados deverão ser normalizados pela ABNT. Consultar em caso de dúvida.
9.	Diâmetros em milímetros - dimensionar em centímetros.
10.	Todos os tubos deverão ser instalados antes da aplicação do revestimento a ser aplicado a uma profundidade de 4 (quatro) centímetros, se o diâmetro das tubulações for maior que 100 (cem) milímetros, as tubulações deverão ser instaladas no piso antes de serem cobertas.
11.	Todos os registros e caixas deverão ser instalados no pavimento ELIMINAR EX ATÉ a prumada final.



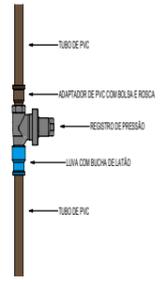
PLANTA BAIXA TÉRREO - DISTRIBUIÇÃO HIDROSSANITÁRIA
Escala 1:100



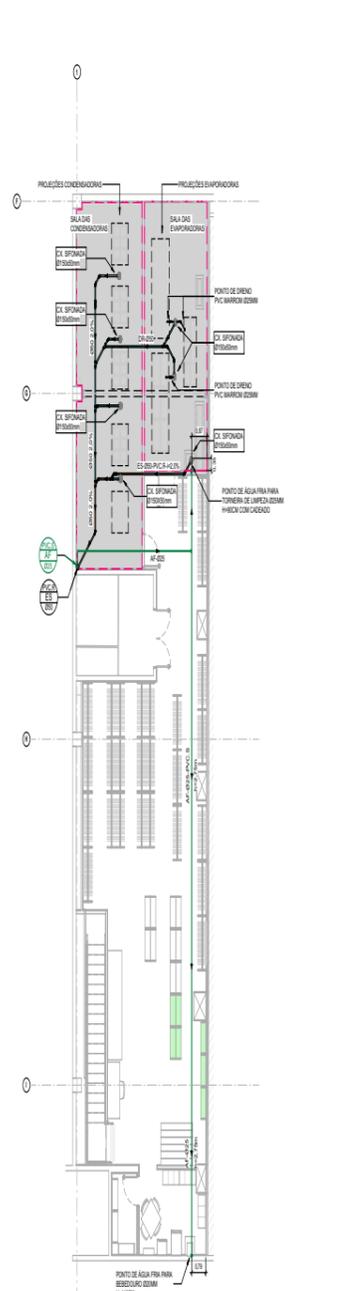
DETALHE - CAIXA SIFONADA
Sem escala



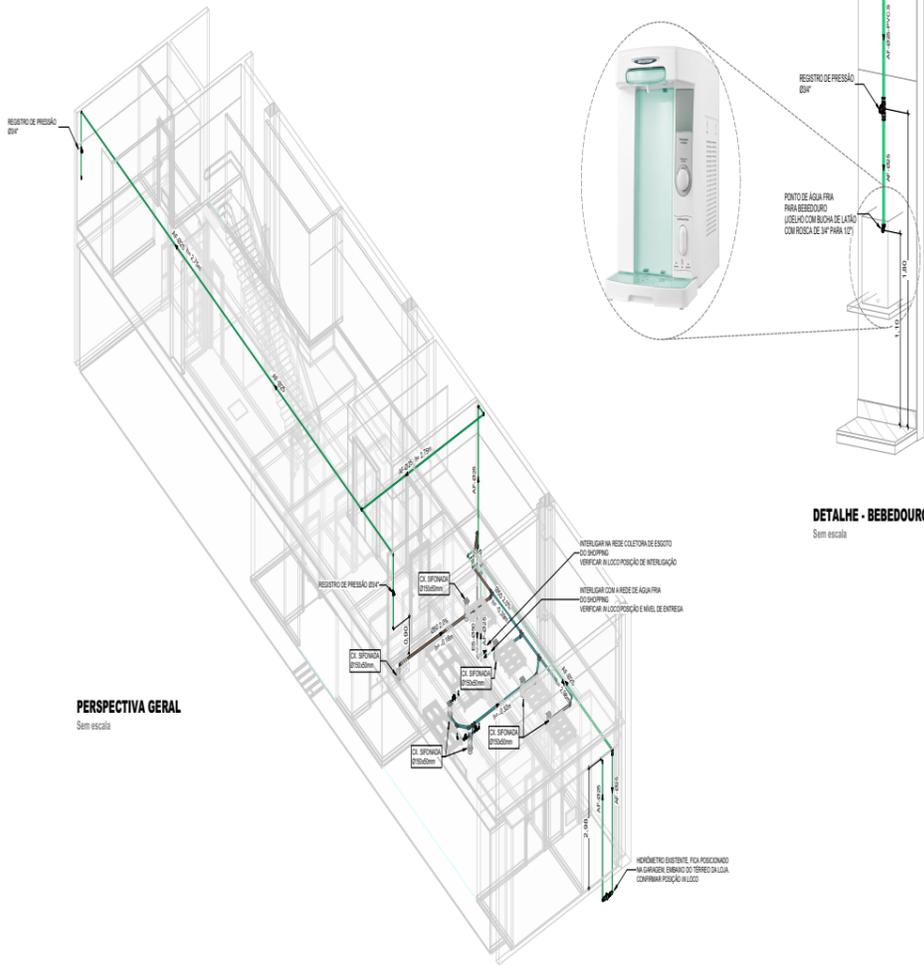
DETALHE - HIDRÔMETRO
Sem escala



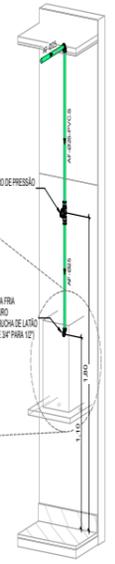
DETALHE - REGISTRO DE PRESSÃO
Sem escala



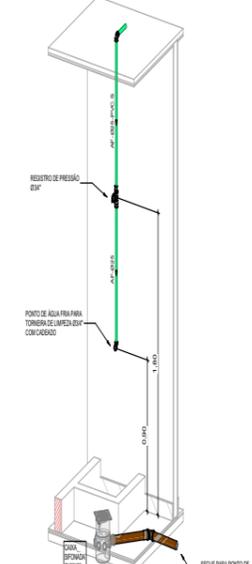
PLANTA BAIXA MEZANINO - DISTRIBUIÇÃO HIDROSSANITÁRIA
Escala 1:100



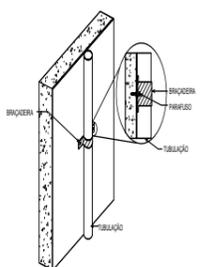
PERSPECTIVA GERAL
Sem escala



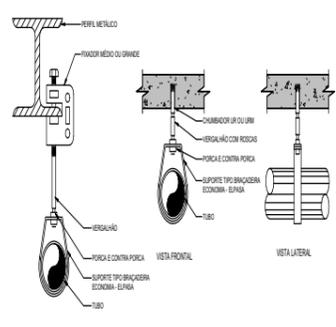
DETALHE - BEBEDOURO
Sem escala



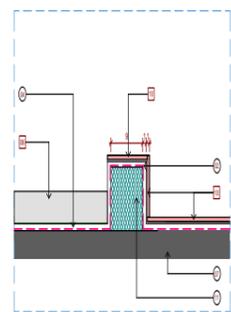
DETALHE - TANQUE DE LIMPEZA
Sem escala



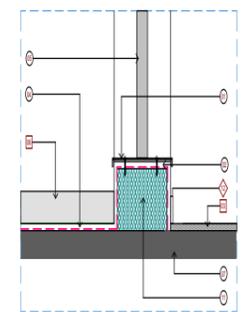
DETALHE - FIXAÇÃO TUBULAÇÃO VERTICAL
Sem escala



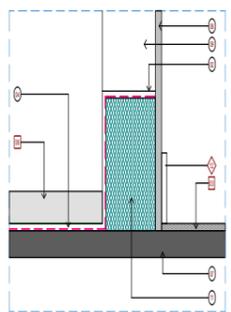
DETALHE - FIXAÇÃO TUBULAÇÃO HORIZONTAL
Sem escala



DETALHE - MURETA TANQUE
Sem escala



DETALHE - MURETA ACESSO
Sem escala



DETALHE - MURETA PERÍMETRO
Sem escala

- LEGENDA
- CANTONEIRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO (CHAPA USAR FRAÇÃO 1/8\"/>

Revisão conforme alterações nos equipamentos de climatização		Sistema	14/03/2021
Criação do projeto		Sistema	10/03/2021
REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES	RESP.	APROV. DATA

PROJETO	NOVA	PLANTA BAIXA TÉRREO E MEZANINO - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, ESGOTO E DRENOS	REVISÃO	R01
DATA	14.09.2021			

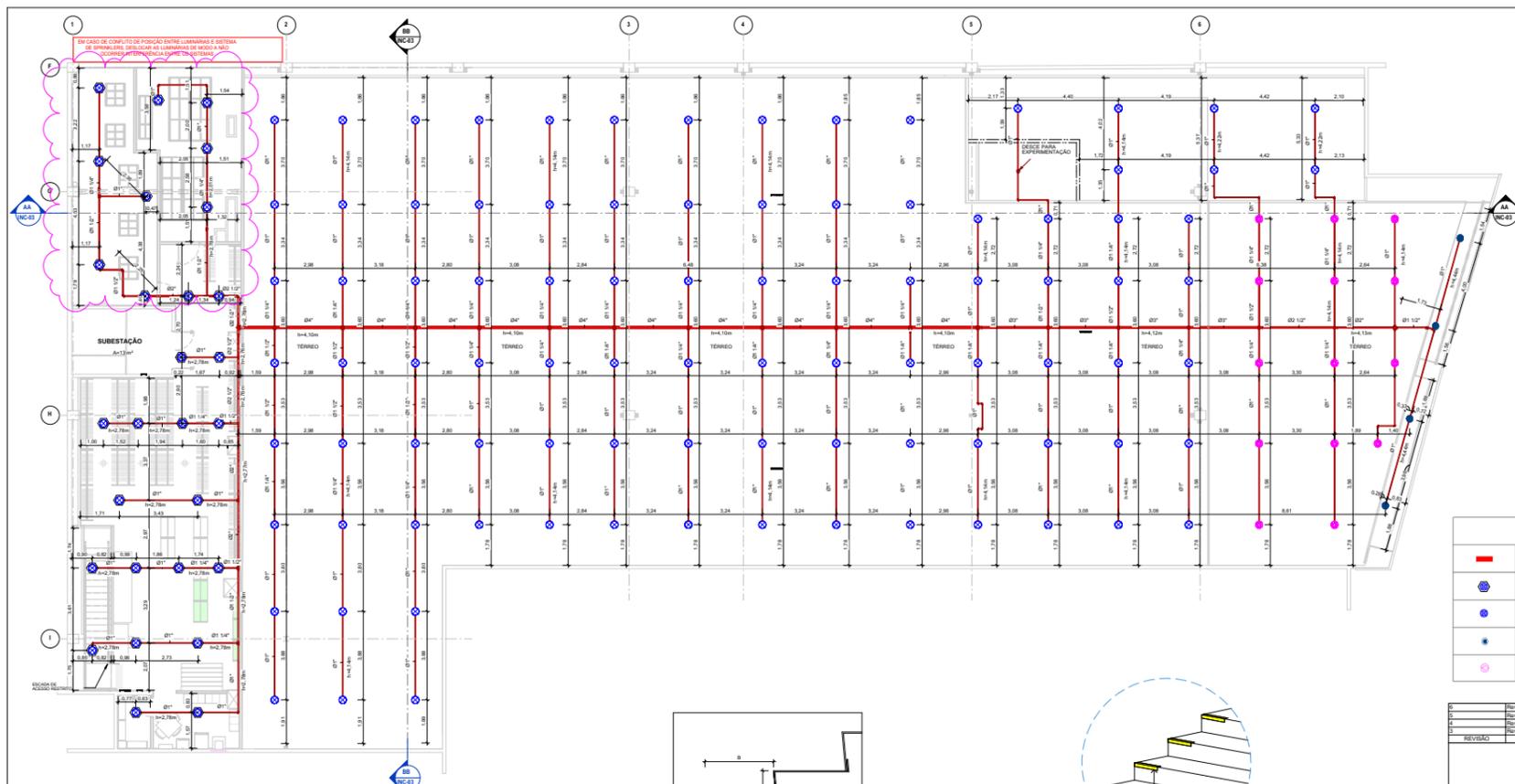
Responsável pelo projeto: Eduardo Figueiredo Eneby - CREA/SC 138.892-4
Proprietário: SBF Comércio de Produtos Esportivos Ltda

BFS ENGENHARIA

CENTAURO

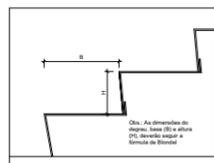
Assinado: *Adriano Chaves*

ANEXO D - PROJETO DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO



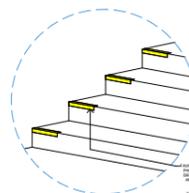
PLANTA BAIXA MEZANINO - SISTEMA DE SPRINKLERS

Escala 1:100



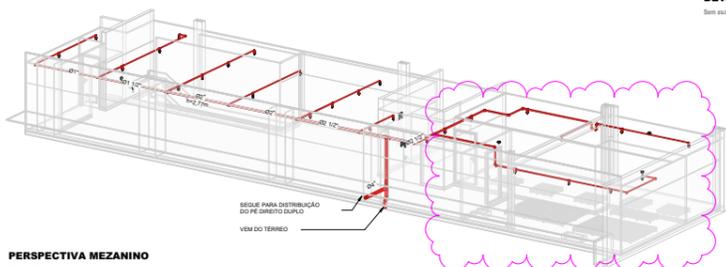
DETALHE - DEGRAU

Sem escala



DETALHE - SINALIZAÇÃO DA ESCADA

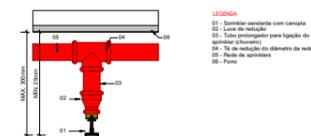
Sem escala



PERSPECTIVA MEZANINO

Sem escala

TABELA DE SPRINKLERS						
Simbologia	Tipo de base	Temperatura de operação	Ajustamento	Área de cobertura por base	Fabricante	Quantidade
●	Pendente	68°C	Bomba sem canopla	12,15m ²	Typo no equipamento	111
●	Pendente com grade de proteção	68°C	Bomba sem canopla	12,15m ²	Typo no equipamento	29
●	Pendente com canopla	68°C	Canopla conectada no brânquia	12,15m ²	Typo no equipamento	15
●	Up-right	68°C	Bomba sem canopla	12,15m ²	Typo no equipamento	14

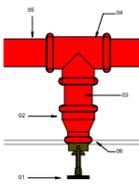


DETALHE - SPRINKLER INSTALADO ABAIXO DO FORRO

Sem escala

NOTAS SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

1. DEVERÁ SER EXECUTADO UM TESTE HIDROSTÁTICO NA REDE DE SPRINKLERS, COM UMA PRESSÃO MÍNIMA DE 10MPA, COM DURAÇÃO DE 2 HORAS. A FISCALIZAÇÃO DO GARTEN SHOPPING DEVERÁ SER AVISADA PARA ACOMPANHAR O TESTE.
2. A REDE DE SPRINKLERS FOI PROJETADA COM NA NBR 10867 E INTS.
3. AS INSTALAÇÕES DA REDE DE SPRINKLERS DEVERÃO SER PINTADAS NA COR VERMELHA.
4. NÃO DEVERÁ SER UTILIZADO COMBUSTÍVEL NO ENTREFORO, SENDO ASSIM, FICA DISPENSADO O USO DE SPRINKLERS NO ENTREFORO.
5. EM CASO DE CONFLITO DA REDE DE SPRINKLERS COM AS LUMINÁRIAS DA LULA, O SPK POSSUI PRIORIDADE NESTA SITUAÇÃO, A TÍTULO DE POSIÇÃO DAS LUMINÁRIAS DE BOMBA A NÃO FICAR NO ALINHAMENTO DA REDE DE SPK CAUSANDO INTERFERÊNCIAS.



DETALHE - INSTALAÇÃO DE SPRINKLER EM FORRO

Sem escala

LEGENDA REDE DE SPRINKLERS			
—	TUBULAÇÃO DE SPRINKLERS NOVA, EM AÇO CARBONO, EQUIVALENTE A ESPECIFICAÇÃO DIN 2461, COM COBERTURA PROTEGIDA NA COR VERMELHA.		
●	PONTOS DE SPRINKLER, TIPO PENDENTE, BULBO VERMELHO 68°C, COM PROTEÇÃO MECÂNICA.		
●	PONTOS DE SPRINKLER, TIPO PENDENTE, BULBO VERMELHO 68°C.		
●	PONTOS DE SPRINKLER, TIPO PENDENTE, BULBO VERMELHO 68°C, COM CANOPLA.		
●	PONTOS DE SPRINKLER, TIPO UP-RIGHT, BULBO VERMELHO 68°C.		

REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS ALTERAÇÕES	RESP.	APROV.	DATA
01	Revisão conforme as bul.			20/11/2021
02	Revisão conforme alteração da casa de máquinas			27/10/2021
03	Revisão conforme solicitação do cliente			26/10/2021
04	Revisão conforme 2ª análise do projeto			27/09/2021

BFS ENGENHARIA

CENTAURO

Adriana Chaves

Resumo do Projeto: Rua: Espírito Santo, 100 - JARDIM SÃO CARLOS - SÃO PAULO - SP			
PROJETO: ANÇORA 04	CLIENTE: CENTAURO - GARTEN SHOPPING	FASE: EX	
PROJETO: CE130	ENDEREÇO: AVENIDA ROLF WEST - BARRIO BOM RETIRO - JORNALLE SC	PROJETO: INC-04	
	DISCIPLINA: PCI	ESCALA: 1:50	
PROJETO: REFORMA	TÍTULO: PLANTA BAIXA MEZANINO SISTEMA DE SPRINKLERS		
DATA: 29/11/2021			R06

ANEXO E - PERSPECTIVA HIDRANTES E SPRINKLERS

