

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Amanda Raquel Fraga da Silva

**ESTUDO DE CASO: COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS DA FACHADA DE VIDRO DE UM *SHOPPING***

Porto Alegre
Maio de 2022

AMANDA RAQUEL FRAGA DA SILVA

**ESTUDO DE CASO: COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS DA FACHADA DE VIDRO DE UM *SHOPPING***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de
Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Maio de 2022

AMANDA RAQUEL FRAGA DA SILVA

**ESTUDO DE CASO: COMPATIBILIZAÇÃO DE
PROJETOS DA FACHADA DE VIDRO DE UM *SHOPPING***

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 18 de maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^ª. Ana Paula Maran (UFSM)

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Engenheira Caroline Giordani (UFRGS)

Mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha amiga Marla Tomas
por me incentivar e mostrar que o acesso à
universidade era possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Cristiane Sardin Padilla, pela orientação e apoio durante este trabalho.

Ao Wiliam, meu amigo e companheiro pelo apoio e compreensão durante a elaboração deste trabalho.

A minha irmã Lene por sempre me apoiar e me incentivar.

Ao Engenheiro Gustavo Silva pela disposição em compartilhar sua experiência, e por dispor de seu tempo para ajudar neste trabalho.

À empresa que eu faço estágio por disponibilizar os projetos utilizados neste trabalho.

RESUMO

A compatibilização é uma atividade da coordenação/gerenciamento de projetos indispensável no desenvolvimento do produto de um empreendimento para garantir que os documentos cheguem para a produção com detalhes suficientes para sua execução e demonstração entre a interferência de diversos componentes, como forma de evitar que decisões sejam tomadas na obra. Essa análise é essencial para que a edificação tenha atenda seja construída com a garantia que atenderá o desempenho esperado para cada sistema. Neste sentido vale destacar a importância da fachada de vidro em um edifício, pois além de agregar valor estético ela tem a função técnica de vedar a construção, e representa um custo expressivo no orçamento de um edifício, quando comparada com outros subsistemas, logo os projetos da fachada de vidro e as que fazem interface devem chegar para execução em concordância entre eles. Dado o exposto, este trabalho aborda a compatibilização de projetos aplicada ao projeto de fachada de vidro de um *shopping* em Porto Alegre/RS. Para proceder com o estudo de caso, primeiramente foi realizado uma revisão bibliográfica buscando compreender o processo e os métodos usados na gestão, coordenação, compatibilização de projetos e identificar as ferramentas disponíveis no mercado que auxiliam na compatibilização de projetos. A revisão bibliográfica também aborda os tipos de sistemas de fachadas de vidro, seus componentes e seus requisitos de desempenho, assim como o processo de execução desses sistemas. O estudo de caso confrontou o projeto de fachada de vidro com o projeto de estrutura de concreto armado, estrutura metálica e o projeto de arquitetura. Para cada incompatibilidade encontrada, sugeriu-se uma ação para sua solução. Também foi realizada uma coleta de dados na obra, buscando documentar todas as incompatibilidades identificadas na execução e quais as alterações decorrentes da inviabilidade de manter o projeto de fachada de vidro idealizado inicialmente pela área de arquitetura.

Palavras-chave: Compatibilização de projetos. Coordenação de projetos.
Gestão de projetos. Projeto de Fachada de vidro. Edifício Comercial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de Influência	15
Figura 13 – Fluxograma do Trabalho	19
Figura 2 – Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício e suas fases	21
Figura 3 – Os quatro principais agentes em um empreendimento de construção de edifícios	22
Figura 4 – Processo de projeto na construção de edifícios.....	23
Figura 5 – Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação.....	24
Figura 6 – As três macrofases do processo do projeto	26
Figura 7 – Arranjo de equipe multidisciplinar.....	31
Figura 8 – Fluxo do processo de projeto CAD.....	35
Figura 9 – Processo colaborativo simultâneo no BIM	37
Figura 10 – Evolução do sistema de fachadas	38
Figura 11 – Gráfico das Isoplefas	42
Figura 12 – Exemplo de aplicação de vedantes.....	44
Figura 14 – Empreendimento e seus responsáveis	46
Figura 15 – Equipe Técnica de projeto e execução do <i>Shopping</i>	47
Figura 16 – Implantação	48
Figura 17 – Planta baixa 2º Pavimento.....	48
Figura 18 – Planta baixa 3º Pavimento.....	48
Figura 19 – Componentes Fachada do <i>Shopping</i> – Fachada leste/Elevação A.....	49
Figura 20 – Localização Fachada de Vidro – Fachada Leste/Elevação A	49
Figura 21 – Localização Fachada de Vidro – Fachada Oeste/Elevação C	50
Figura 22 – Setorização do projeto de estruturas	50
Figura 23 – Locação da estrutura metálica no setor 6	51
Figura 24 – Estrutura Metálica da Alameda no setor 6 - Corte AA e BB.....	51
Figura 25 – Modulação da esquadria (trecho do térreo).....	52
Figura 26 – Elevação (chamada de detalhamento).....	53
Figura 27 – Detalhe fixação c.2.25	53
Figura 28 – Componentes da fachada de vidro	54
Figura 29 – Trechos de análise da fachada (Planta baixa)	55
Figura 30 – Trechos de análise da fachada (Elevações).....	55
Figura 31 – Interface de elementos (elevação).....	58
Figura 32 – Inconformidade na locação da esquadria com Estrutura CA (planta baixa).....	58
Figura 33 – Projeção de paredes e estrutura de CA na fachada de vidro (elevação).....	59

Figura 34 – Incompatibilidade estrutura CA e esquadria (planta baixa).....	59
Figura 35 – Conflito entre floreira de CA, esquadria de vidro e estrutura metálica (planta baixa).....	60
Figura 36 – Estrutura metálica x esquadria (Planta Baixa)	60
Figura 37 – Encontro esquadria com ACM e com Pilar 130 do terraço.	63
Figura 38 – Locação da esquadria (Planta baixa).....	63
Figura 39 – Corte esquemático trecho 03.....	64
Figura 40 – Fixação esquadria na laje do 2º pavimento (detalhes construtivos e planta baixa)	65
Figura 41 – Veneziana x esquadria (elevação).....	66
Figura 42 – Veneziana x esquadria (planta baixa)	67
Figura 43 – Viga x esquadria (elevação).....	67
Figura 44 – Corte AA.....	68
Figura 45 – Conflito com estrutura de concreto armado (planta baixa).....	69
Figura 46 – Detalhes construtivos (elevação).....	69
Figura 47 – Acesso de manutenção as floreiras (planta baixa)	71
Figura 48 – Locação da esquadria no mezanino do 2º pavimento (planta baixa)	72
Figura 49 – Corte BB	72
Figura 50 – Conflito entre esquadria, estrutura de CA e estrutura metálica (planta baixa)	74
Figura 51 – Locação da esquadria no nível do 2º mezanino do térreo	74
Figura 52 – Locação da esquadria no nível do 2º pavimento.....	75
Figura 53 – Conflitos com parede de alvenaria e veneziana	76
Figura 54 – Erro na locação da esquadria (planta baixa)	76
Figura 55 – Conflito com estrutura de CA	77
Figura 56 – Detalhes projeto de esquadria (elevação).....	77
Figura 57 – Floreira de CA do trecho 06.....	82
Figura 58 – Execução de veneziana (Trecho 07)	83
Figura 59 – Alteração de acabamento na fachada (Trecho 05)	84
Figura 60 – Alteração da fachada (Trecho 05)	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas do processo de elaboração de projetos arquitetônicos	25
Quadro 2 – Atribuições da gestão e da coordenação técnica.	28
Quadro 3 – Competências e conhecimentos úteis ao desempenho de coordenação.	30
Quadro 4 – Diferença entre comandos do AutoCAD.....	36
Quadro 5 – Tipos de fachada-cortina	39
Quadro 6 – Unidades e escala de projeto	54
Quadro 7 – Tipos de interferências.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Incompatibilidades encontradas entre os projetos	56
Tabela 2 – Resultados da compatibilização (Trecho 02).....	61
Tabela 3 – Resultados da compatibilização (Trecho 03).....	65
Tabela 4 – Resultados da compatibilização (Trecho 04).....	70
Tabela 5 – Resultados da compatibilização (Trecho 05).....	73
Tabela 6 – Resultados da compatibilização (Trecho 06).....	75
Tabela 7 – Resultados da compatibilização (Trecho 07).....	78
Tabela 8 – Resultado da análise entre projetos.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados de incompatibilidades entre projetos	79
Gráfico 2 – Resultados incompatibilidades nos trechos analisados	80

LISTA DE SIGLAS

2D – Duas Dimensões

3D – Três Dimensões

ACM – Alumínio Composto

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – *Computer Aided Design*

CTE – Centro De Tecnologia De Edificações

DXF – *Drawing Exchange Format*

DWG – *Drawing*

IFC – *Industry Foundation Classes*

NBR – Norma Brasileira

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	DIRETRIZES DO TRABALHO.....	17
2.1	OBJETIVO	17
2.2	DELIMITAÇÃO	17
2.3	LIMITAÇÕES	17
3	METODOLOGIA.....	18
4	GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	20
4.1	PROJETO E SEU PROCESSO.....	20
4.2	GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETO.....	28
4.3	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	32
4.3.1	Compatibilização de projetos com ferramenta CAD	35
4.3.2	Compatibilização de projetos com ferramenta BIM.....	36
5	FACHADA DE VIDRO	38
5.1	SISTEMAS CONSTRUTIVOS	38
5.1.1	Sistema Stick	40
5.1.2	Sistema Unitizado	40
5.2	REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	42
5.3	COMPONENTES.....	43
5.3.1	Perfis de Alumínio	43
5.3.2	Ancoragens	43
5.3.3	Vedantes	43
6	APLICAÇÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	45
6.1	DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	45
6.1.1	Gestão de projetos	46
6.1.2	Caracterização da arquitetura	47
6.1.3	Caracterização dos projetos de estrutura	50
6.1.3.1	Concreto armado.....	50
6.1.3.2	Estrutura metálica	51
6.1.4	Caracterização do projeto de esquadria.....	52
6.2	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	54
6.2.1	Considerações Iniciais	54
6.2.2	Resultados	56
6.2.2.1	Trecho 01	57
6.2.2.2	Trecho 02.....	57
6.2.2.3	Trecho 03.....	62
6.2.2.4	Trecho 04.....	66

	14
6.2.2.5 Trecho 05.....	71
6.2.2.6 Trecho 06.....	74
6.2.2.7 Trecho 07.....	76
6.2.3 Considerações finais da análise e compatibilização de projetos	79
6.3 SOLUÇÕES DE INCOMPATIBILIDADES EM OBRA.....	80
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICE A – PRANCHAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	91

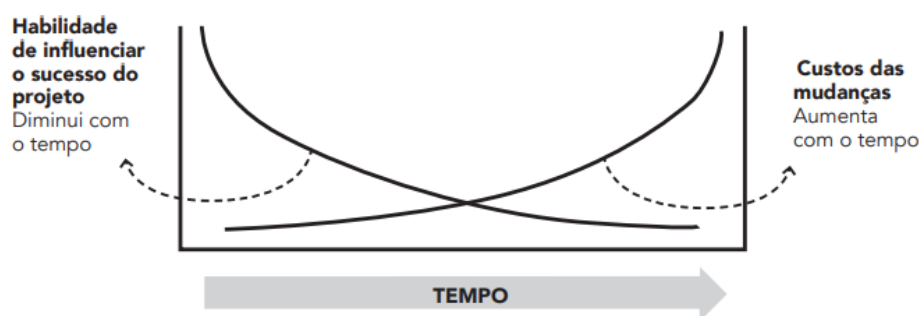
1 INTRODUÇÃO

A construção civil, assim como outros setores, está em constante processo de evolução, e isso se deve muito às evoluções tecnológicas, sociais e de mercado. Frente a isso, as empresas têm buscado aprimorar a gestão da qualidade de seus processos para se manterem competitivas no atual mercado. De acordo com Melhado *et al.* (2005), devido às mudanças econômicas, as empresas construtoras vêm sendo pressionadas a alterar seu processo de produção. Outro fator que contribuiu neste avanço refere-se a norma de desempenho, que impulsionou o desenvolvimento de novos sistemas ao exigir que edificações de uso residencial atendam a requisitos mínimos de vida útil, a eficiência, a sustentabilidade e a manutenção das edificações (MEREBA, 2015).

No que tange a fase de projetos em uma construção, a compatibilização se torna uma etapa fundamental da coordenação para uma empresa que busca qualidade nos seus empreendimentos. A partir da compatibilização é possível identificar previamente inconsistências entre projetos e analisar qual a solução mais eficiente a ser adotada. O ideal é que a compatibilização ocorra ainda na fase de pré-projeto, para isso é importante a colaboração mútua dos projetistas envolvidos, que na prática nem sempre acontece.

Compatibilizar os projetos com antecedência minimiza decisões na execução da obra e retrabalho, evita desperdício de tempo, material e as chances do custo e o prazo da obra saírem do planejado. Isso pode ser ilustrado pela curva de influência na Figura 1 que mostra que quanto mais detalhado for um projeto, maiores serão suas chances de sucesso, sendo mais simples planejar antecipadamente as tomadas de decisão e intervenções .

Figura 1 – Curva de Influência



Fonte: (SILVA, 2022)

Segundo Silva e Novaes (2008), a coordenação de projetos de edificações é fundamental para controlar a qualidade do processo de projeto e do seu produto. Para os autores, a coordenação também é responsável por controlar o intenso fluxo de informações do projeto, gerir e compartilhar o conhecimento das diferentes especialidades, interagir e desenvolver competências da equipe.

De acordo com Souza *et al.* (1995), as decisões tomadas na etapa de projeto possuem grande capacidade de influenciar os custos finais do empreendimento. Sendo assim, o correto planejamento na fase de projeto pode influenciar todo o ciclo de vida da edificação.

Dentre os sistemas a serem analisados em uma edificação, cabe destacar a fachada, pois numa visão macro ela permite realizar o fechamento do edifício e garantir a sua estanqueidade. Para que esta condição seja atendida é necessário analisar e compreender de forma micro cada sistema, as necessidades dos elementos que a compõe e, principalmente, como é realizado o encontro dos diferentes sistemas para que seja garantido o desempenho do conjunto. Para Beasley¹ (2012 *apud* Carraro e Oliveira 2015, p. 02) “as manifestações patológicas de fachada que progridem ao longo do tempo comprometendo o desempenho da fachada, normalmente, foram originadas em projeto”.

Segundo Oliveira (2009) a fachada, incluindo esquadrias e revestimento, é um dos mais relevantes subsistemas do edifício, é responsável pelas condições de habitabilidade e estética, contribui para valorização do empreendimento e tem um papel importante relacionado à sustentabilidade. Além disso, os custos de execução e manutenção são expressivos com relação aos dos outros subsistemas.

Diante do exposto, este trabalho apresenta uma breve descrição do processo de coordenação de projetos para introduzir ao leitor a compatibilização de projetos – tema deste trabalho. Também serão expostos os principais tipos de subsistemas de fachadas utilizados no mercado. No capítulo 6 será apresentada a aplicação prática, a partir de um estudo de caso da atividade de compatibilização com foco na fachada de vidro e uma análise crítica do processo. Por fim, a partir dos resultados apresentados, busca-se ratificar a importância da coordenação de projetos na etapa correta do ciclo de produção de um edifício.

¹ BEASLEY, T., Kimball J. Latent Building Facade Failures. **Forensic Engineering 2012**, American Society of Civil Engineers, p.918-927, nov. 2012.

2 DIRETRIZES DO TRABALHO

2.1 OBJETIVO

Os objetivos principais desse trabalho são analisar e identificar, a partir de uma análise crítica, as interferências entre os projetos que compõe uma fachada de vidro.

Como objetivo secundário, busca-se apresentar soluções adotadas em obra e comparar com algumas sugestões de soluções que poderiam ser desenvolvidas na etapa de projeto.

2.2 DELIMITAÇÃO

O trabalho delimita-se a analisar os projetos - executivos de esquadrias e demais projetos de interface - de um edifício comercial em Porto Alegre/RS. Ainda, os projetos para análise serão aqueles com data até a emissão inicial (R00) do projeto de esquadrias.

2.3 LIMITAÇÕES

O trabalho possui as limitações detalhadas a seguir.

- a) Os projetos contratados pelo empreendedor são todos em 2D, portanto será utilizado *software* correspondente para a compatibilização dos projetos;
- b) Não será realizado o dimensionamento dos sistemas de fachada, apenas serão analisados os projetos existentes.

3 METODOLOGIA

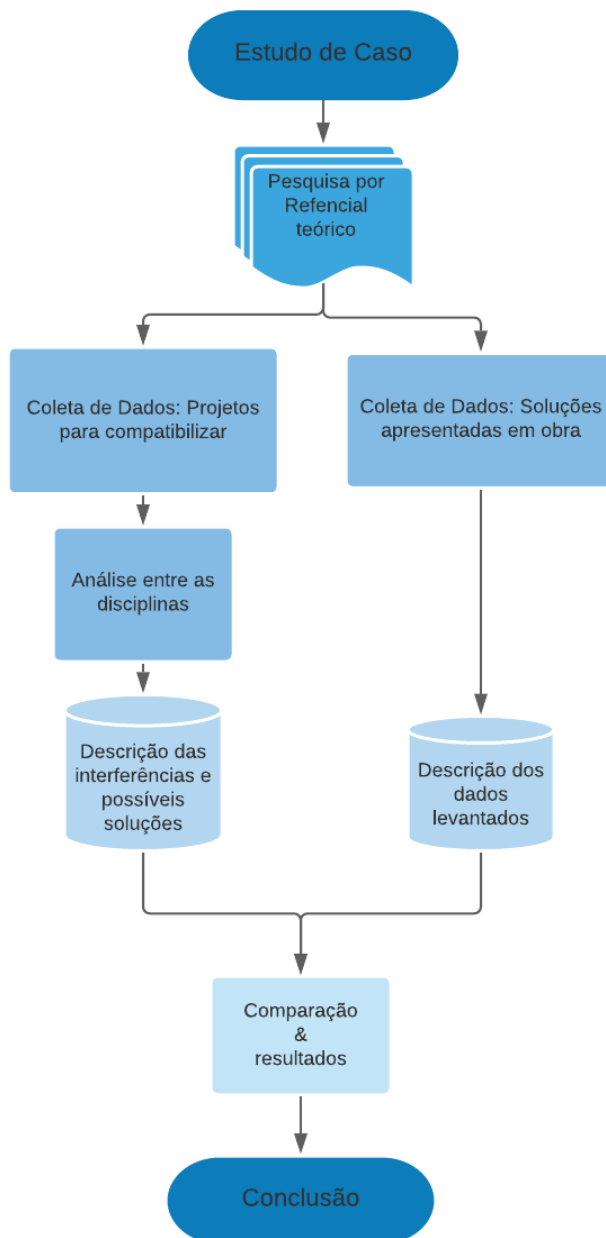
Uma pesquisa bibliográfica foi realizada para embasamento teórico sobre as atividades de coordenação de projetos, compatibilização de projetos e sistemas de fachadas de vidro.

Na sequência, a pesquisa segue uma abordagem qualitativa, com objetivo exploratório a partir de um estudo de caso, com os seguintes procedimentos relativos à coleta de dados para a análise crítica do assunto:

- a) a primeira etapa consiste na análise dos projetos de fachada apresentados pela área de arquitetura. Neste primeiro momento, espera-se compreender os sistemas especificados na arquitetura para, a partir de então, proceder com a análise e compreensão dos projetos específicos. Em seguida, será feita a compatibilização entre as disciplinas com *software* compatível com os projetos contratados pelo empreendedor, e serão apontadas as interferências entre projetos e possíveis soluções;
- b) a segunda etapa consiste na coleta de dados referente às possíveis soluções a serem adotadas na etapa de execução, devido à não compatibilização das disciplinas que compõe a fachada.
- c) ao final busca-se comparar os dois processos a fim de destacar a importância da compatibilização ainda na fase de projeto.

A Figura 2 apresenta um fluxograma com as etapas do trabalho.

Figura 2 – Fluxograma do Trabalho



Fonte: (Elaborado pela autora)

4 GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo serão descritas as atividades inerentes ao projeto, desde sua definição por diversos autores, à gestão e coordenação de projetos de edifícios. Também será abordada a atividade de compatibilização, buscando responder o que é, por quem essa atividade é exercida e quais as ferramentas usadas na indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC).

4.1 PROJETO E SEU PROCESSO

“Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, com início e término definidos” (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2014, p. 3).

Vargas (2018, p. 7) define projeto como:

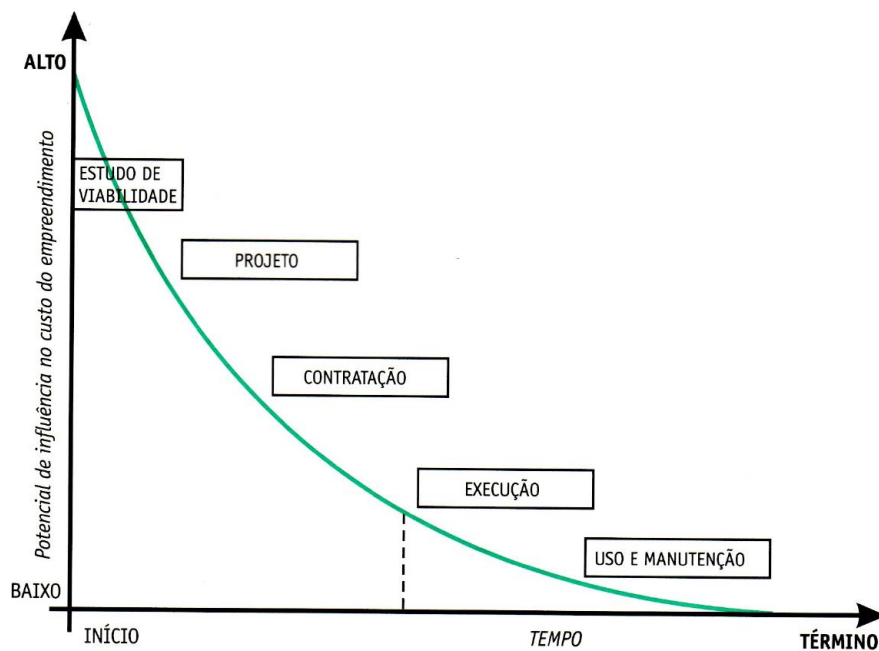
“Um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.”.

Para Melhado (1994, p. 85) o projeto pode ter vários significados, o autor destaca as seguintes definições:

“[...] Pode-se ter a atividade de projeto como criação, seja esta baseada em arte ou técnica; ou o projeto visando uma dada finalidade, propósito, dando destaque ao seu resultado como intervenção. Como contraponto, tem-se o projeto como parte da atividade de construir, indissociável desta última; e, também associado à atividade de construir, o projeto como produto informação.”.

Na indústria da AEC, um projeto deve ser capaz de subsidiar as atividades de produção de um canteiro de obras, com informações de alto nível e que não poderiam ser igualmente geradas no ambiente de obra (MELHADO *et al.*, 2005). Além disso, para os autores o projeto se destaca na cadeia produtiva de um edifício, pois influencia diretamente no custo de um empreendimento e na eficiência de seus processos. Neste contexto, as fases iniciais de um empreendimento são as que tem mais capacidade de influenciar no custo final, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Potencial de influência no custo final de um empreendimento de edifício e suas fases



Fonte: (CII² 1987 apud MELHADO *et al.*, 2005, p15)

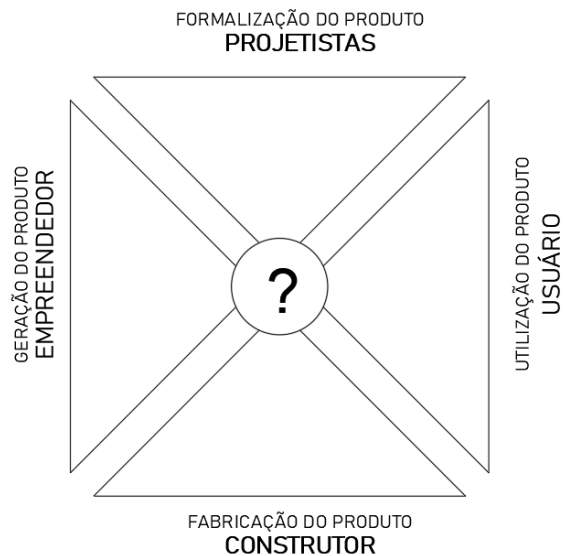
Na AEC o projeto possui diferentes agentes de interesse que podem influenciar no resultado do produto, e os interesses de cada agente nem sempre convergem diretamente para o mesmo objetivo. O projetista é um desses agentes, e cabe ao projetista compreender as necessidades individuais dos demais, destacar os interesses em comum e buscar uma convergência para solucionar as diferenças dos agentes interessados, tendo como premissa primordial agregar eficiência e qualidade técnica ao produto.

Melhado e Violani (1992) destacam quatro categorias de participantes principais envolvidos na concepção de um empreendimento, sendo eles: o empreendedor, o projetista, o construtor e o usuário. Todos têm a capacidade de intervir de formas diferentes no processo, e embora exista interesses individuais, o sucesso do empreendimento se destaca como interesse em comum entre os participantes.

A Figura 4 ilustra os quatro principais agentes envolvidos em um empreendimento e seu relacionamento.

² CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE **Constructability: a primer**. 2ed. Austin: 1987. (CII publication, n. 3-1)

Figura 4 – Os quatro principais agentes em um empreendimento de construção de edifícios



Fonte: (MELHADO e VIOLANI, 1992)

Neste contexto, o empreendedor é responsável pela geração, os projetistas na concepção e formalização, o construtor pela fabricação e o usuário na utilização e manutenção do produto, (MELHADO *et al.*, 2005).

Além disso, conforme a NBR 16636-2 (ABNT, 2017d): Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos, é importante compreender que os projetos de uma edificação são desenvolvidos evolutivamente, caracterizado por etapas e fases desenvolvidos por profissionais devidamente habilitados. As fases são organizadas em sequência pré-determinada, de forma a atender determinados requisitos do projeto arquitetônico e de sua construção, assim como condicionantes técnicos, legais e premissas definidas pelo empreendedor.

Neste sentido, torna-se importante identificar as fases que compõe o processo de projeto de uma edificação, de modo a gerenciá-las e garantir o fluxo correto das atividades.

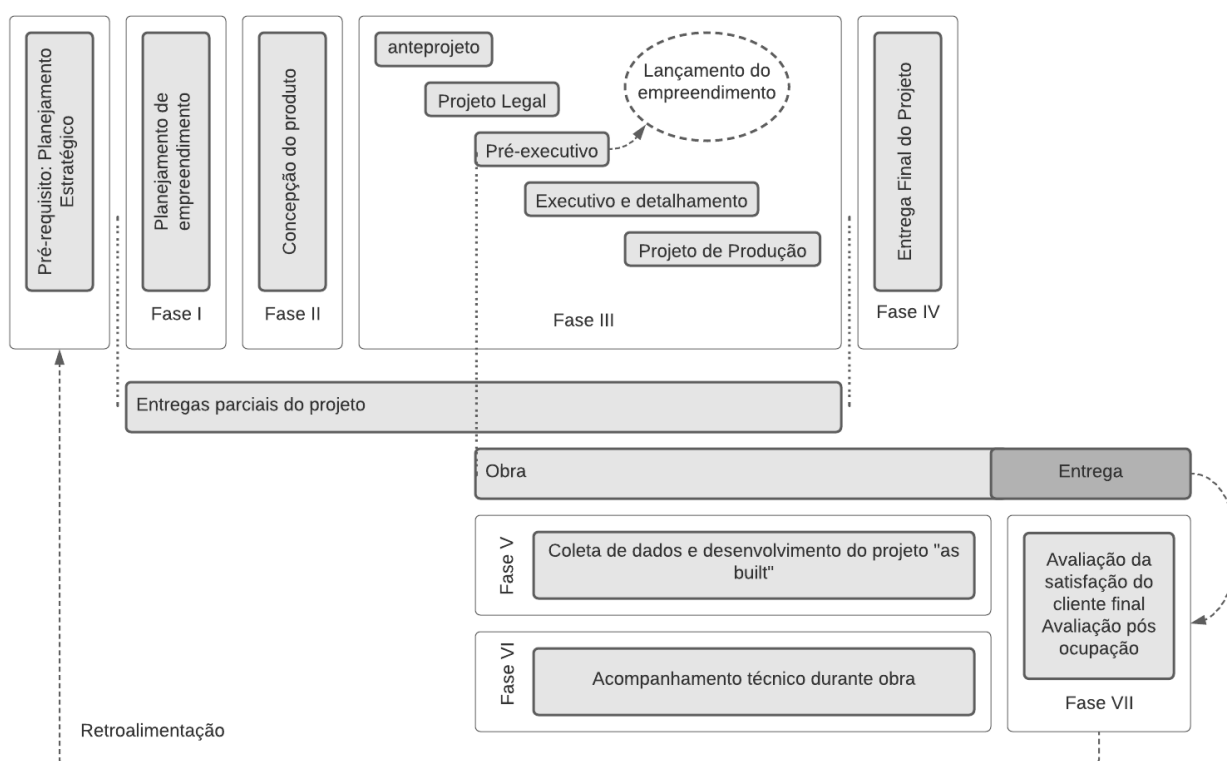
“[...] ter um correto fluxo de informações pode propiciar medidas de racionalização, como minimização das perdas e dos custos, aumento da produtividade, maior competitividade, melhor qualidade do processo do projeto e do produto.”.(SILVA, 2005, p. 30).

Baía e Melhado (1998) apresentam um fluxo do processo obtido a partir do resultado de uma pesquisa realizada em empresas de projeto de engenharia e as incorporadoras e construtoras. O fluxo consiste em sete etapas descritas a seguir, e observada na Figura 5.

- I. Planejamento de empreendimentos: busca avaliar a viabilidade de um produto a partir das necessidades do mercado.

- II. Concepção do produto: consiste na caracterização dos ambientes, processos construtivos, formas e geometria.
- III. Desenvolvimento do produto: elaboração de anteprojeto, projeto legal, projeto pré-executivo, projeto executivo e projeto para produção.
- IV. Entrega do projeto: projeto entregue para a construtora que irá executar.
- V. Elaboração *as built* a partir da coleta de dados ao longo da execução da obra.
- VI. Acompanhamento técnico da obra e elaboração de documentos que irão compor o manual do usuário.
- VII. Avaliação de satisfação do cliente: coleta de dados do usuário, para ser usado como retroalimentação³ do sistema.

Figura 5 – Processo de projeto na construção de edifícios



Fonte: (adaptado de CTE⁴ 1997 *apud* BAÍA; MELHADO, 1998, p. 13)

³ Retroalimentação consiste na coleta de dados e medição dos resultados da aplicação do projeto em obra para análise e documentação das soluções eficientes, assim como as más soluções. Desta forma, a empresa cria um banco de informação para elaboração e coordenação de projetos futuros. Ferramenta essencial para empresas se manterem competitivas no mercado. (MELHADO *et al.*, 2005)

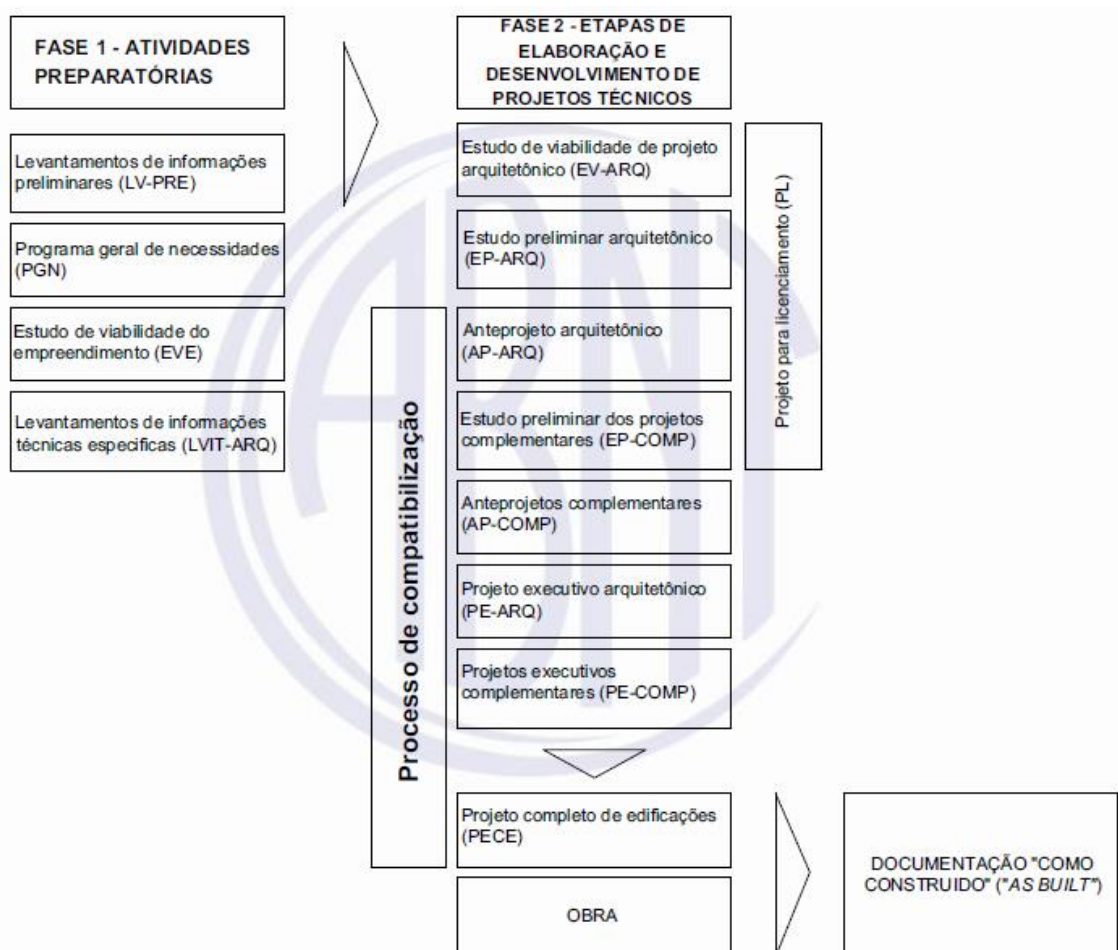
⁴ Centro de Tecnologia de Edificações. **Programa de gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto na construção civil.** São Paulo, 1997.

A NBR 16636-2 (ABNT, 2017d) divide o processo do projeto em duas fases, sendo elas:

- I. fase de preparação;
- II. fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos.

A fase de preparação é composta por quatro etapas, enquanto a fase de elaboração é composta por nove etapas. Cada etapa possui um contínuo inter-relacionamento de interdependência entre as diferentes especialidades envolvidas na elaboração do projeto completo da edificação. Essa subdivisão pode ser observada no fluxograma da Figura 6, elaborado pela ABNT (2017d).

Figura 6 – Fases dos projetos arquitetônicos e complementares da edificação



Fonte: (ABNT, 2017d)

No Quadro 1 são descritas cada uma dessas etapas, conforme definido pela NBR 16636-1 (ABNT, 2017c).

Quadro 1 – Etapas do processo de elaboração de projetos arquitetônicos

Fase	Etapas	Descrição da Etapa
Fase 01	Levantamento de informações preliminares (LV- PRE)	Coleta das informações de referência que representem as condições preexistentes, de interesse para instruir a elaboração do projeto
	Programa geral de necessidades (PGN)	Conjunto sistematizado de necessidades humanas, socioambientais e funcionais do contratante, objetivando a materialização do projeto
	Estudo de viabilidade do empreendimento (EVE)	Etapa destinada à elaboração de análise e avaliações para seleção e recomendação de alternativas para a concepção arquitetônica ou urbanística e de seus respectivos elementos, instalações e componentes
	Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) a serem fornecidas pelo empreendedor ou contratadas no projeto.	Obtenção das informações técnicas aplicadas necessárias ao desenvolvimento do projeto
Fase 02	Estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ);	Etapa destinada à elaboração de análise e avaliações para seleção e recomendação de alternativas para a concepção arquitetônica ou urbanística e de seus respectivos elementos, instalações e componentes
	Estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ);	Etapa destinada ao dimensionamento preliminar dos conceitos do projeto arquitetônico da edificação e anexos necessários à compreensão da configuração da edificação, podendo incluir alternativas de projetos
	Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ);	Etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas iniciais de detalhamento do projeto arquitetônico da edificação, ou dos espaços urbanos e de seus elementos, instalações e componentes, a ser realizada por profissional habilitado
	Estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP);	Etapa destinada ao dimensionamento preliminar dos conceitos do projeto da edificação ou dos espaços anexos, a ser realizada por profissional habilitado
	Anteprojetos complementares (AP-COMP);	Etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas iniciais de detalhamento dos projetos complementares a serem elaborados pelas especialidades envolvidas e decorrentes dos projetos arquitetônicos que definiram os espaços
	Projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ);	Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos arquitetônicos, realizada por profissional habilitado, e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à execução dos serviços e de obras correspondentes
	Projetos executivos complementares (PE-COMP);	Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas e necessárias à execução dos serviços de obra correspondentes

(continua)

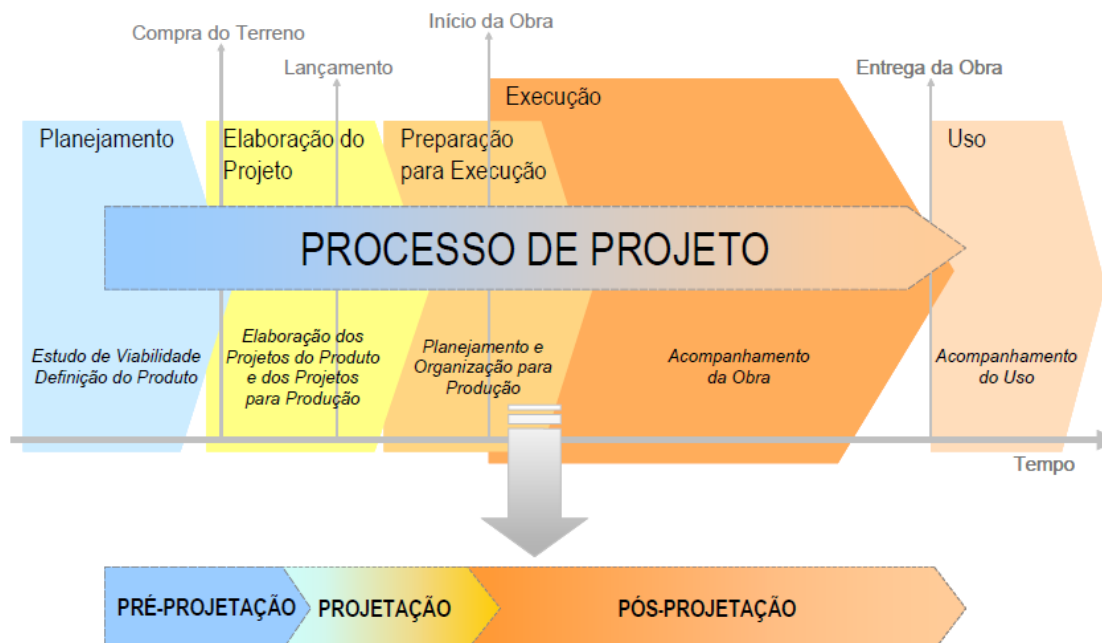
(continuação)

Fase	Etapas	Descrição da Etapa
Fase 02	Projeto completo de edificação (PECE);	Etapa dedicada à finalização da compatibilização dos projetos executivos, e ao detalhamento das definições construtivas que envolve o conjunto de desenhos, memoriais, memórias de cálculo e demais informações técnicas das especialidades totalmente compatibilizadas e aprovadas pelo cliente, e necessários à licitação, à contratação e à completa execução de obra de edificação
	Documentação conforme construído – (“as built”).	Etapa destinada a documentar tecnicamente e de forma fiel os resultados da obra executada a partir dos projetos e eventuais alterações realizadas

Fonte: (baseado na ABNT, 2017c)

Um novo modelo de referência para o gerenciamento do processo do projeto é proposto por Romano (2003). O Modelo denominado gerenciamento do processo de projeto de edificações (GPPIE) decompõe o processo do projeto em três macrofases, ilustradas na Figura 7, e assim definidas na sequência.

Figura 7 – As três macrofases do processo do projeto



Fonte: (ROMANO, 2003, p. 191)

- I) Pré-projeção – Corresponde ao planejamento do empreendimento, e como principal resultado tem-se a elaboração do plano do projeto do empreendimento.
- II) Projeção – Corresponde a elaboração dos projetos do produto-edificação (arquitetônico, fundações e estruturas, instalações prediais) e os projetos para

produção (formas, lajes, alvenaria, impermeabilização, revestimentos verticais, canteiro de obras). Esta fase é subdividida em 5 etapas, listadas a seguir:

- a) projeto informacional – onde se evolui a necessidade dos clientes, convertendo em requisitos de projeto e especificação;
- b) projeto conceitual – é gerado a partir de uma necessidade esclarecida, uma concepção do produto;
- c) projeto preliminar – projeto é desenvolvido, de acordo com critérios técnicos e econômicos;
- d) projeto legal – Aprovação em órgãos competentes;
- e) projeto detalhado & projeto para produção – O modelo do produto é expresso pela documentação completa necessária à produção do produto projetado.

III) Pós-projeção – Corresponde ao acompanhamento da construção da edificação e o acompanhamento do uso.

Todo o processo do projeto tem sofrido constante evolução, muito se deve a busca pela qualidade do processo, assim como sua racionalização construtiva e redução de custos. Com essa evolução, tem-se como resultado o processo do projeto fragmentado em mais etapas e a adição de mais intervenientes.

“Uma das características que têm se intensificado no processo de projeto nos últimos anos é o aumento do número de intervenientes necessários ao seu desenvolvimento, decorrente tanto da introdução de inovações tecnológicas em produtos, componentes, métodos e sistemas construtivos, quanto da necessidade de coerência entre projeto e os requisitos técnicos e econômicos envolvidos na produção de um edifício. Essa mudança no cenário do setor contribuiu para a criação de um grande número de especialidades de projetos (disciplinas) no universo dos empreendimentos da construção de edifícios [...]”. (MELHADO *et al.*, 2005, p. 29).

Diante do exposto acima, para gerenciar e controlar o processo do projeto em suas diferentes etapas, torna-se essencial a gestão e coordenação de projetos, como descrito no item 4.2 a seguir.

4.2 GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETO

Para Melhado *et al.* (2005) a gestão de projetos compreende o conjunto de ações envolvidas no planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto, o que envolve tarefas de natureza estratégica. A diferença da gestão para coordenação, é que a gestão está relacionada ao desenvolvimento de processos genéricos, ou seja, a definição das diretrizes; e a coordenação é uma atividade ligada à aplicação de um determinado empreendimento, em outras palavras à operacionalização das diretrizes em cada empreendimento.

“[...] a gestão de empreendimentos pode ser diretamente associada à atividade de incorporação, que é responsável por estudar e viabilizar um dado empreendimento, enquanto a coordenação do respectivo projeto só é constituída, normalmente a partir da viabilização do dito empreendimento.”.(MELHADO *et al.*, 2005, p. 19).

CTE (1997 *apud* SILVA, 2005) considera que a coordenação de projetos é composta pela gestão da coordenação e a coordenação técnica. A gestão da coordenação é responsável pelo planejamento e gerenciamento, enquanto a coordenação técnica é responsável pelas reuniões de coordenação, compatibilização e análise crítica. Para exemplificar, no Quadro 2 são apresentadas as atribuições correspondentes a cada uma delas.

Quadro 2 – Atribuições da gestão e da coordenação técnica.

Gestão da coordenação de projetos	Coordenação Técnica
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de todas as atividades necessários ao desenvolvimento do projeto. • Distribuição das atividades no tempo. • Identificação das capacitações e especialidades envolvidas segundo a natureza do produto a ser projetado. • Planejamento dos demais recursos para o desenvolvimento do projeto. • Controle do processo quanto ao tempo de demais recursos, incluindo as ações corretivas necessárias. • Tomada de decisões de caráter gerencial como a aprovação de produtos intermediários e a liberação para início das várias fases do projeto. • Encaminhamento e acompanhamento das providências operacionais para o desenvolvimento do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação e caracterização das interfaces técnicas a serem solucionadas. • Estabelecimento de diretrizes e parâmetros técnicos do empreendimento a partir das características do produto, do processo de produção e das estratégias da empresa incorporadores e construtora. • Coordenação do fluxo de informações entre os agentes intervenientes para o desenvolvimento das partes do projeto. • Análise das soluções técnicas e do grau de solução global atingida. • Tomada de decisões sobre as necessidades de integração das soluções.

Fonte: (Baseado em CTE, 1997 *apud* SILVA, 2022, p. 45 e 47).

Melhado *et al.* (2005) definem a coordenação de projetos como uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo do projeto. A coordenação tem o papel de melhorar a

qualidade dos projetos, e promover a interatividade entre os diversos projetistas desde as etapas iniciais.

Segundo o Manual de escopo de projetos e serviços de Coordenação de Projeto (2019, p. 94) a coordenação de projetos é “uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto voltado à integração dos requisitos e das decisões de projeto”, e tem como objetivo melhorar a qualidade e fomentar a interatividade da equipe de projeto. Além disso, a coordenação de projetos deve garantir que as soluções técnicas dos projetistas de diferentes sistemas atendam às necessidades e objetivos do usuário, que os projetos sejam compatíveis entre si e com a cultura construtiva das empresas responsáveis pela execução.

Para Silva (2005), a coordenação é fundamental para a obtenção de qualidade no projeto. Se a coordenação ocorrer adequadamente no processo do projeto, poderá garantir soluções abrangentes, integradas e detalhadas, evitando que na execução ocorram interrupções e improvisos. A autora ainda destaca que, apesar de assumir diferentes configurações para cada empreendimento, a coordenação de projetos apresenta diretrizes básicas para a atividade, assim descritas:

- a) organização das etapas do desenvolvimento de projetos dentro do prazo global do empreendimento, definindo prazos e responsabilidades;
- b) demandar trabalhos e gerenciar a equipe de projetos;
- c) análise das soluções apresentadas pelos projetistas de cada disciplina, buscando a eficiência do processo e do produto gerado;
- d) verificação dos conteúdos e os prazos de entrega dos documentos contratados;
- e) acompanhamento dos projetos executivo após etapa de compatibilização.

A coordenação de projetos deve ser exercida por profissional experiente, de forma imparcial e isenta (MELHADO *et al.*, 2005). Engenheiros civis e arquitetos podem exercer a atividade de coordenação, e sua competência para tal atividade advém da sua experiência profissional, e não somente da sua formação acadêmica. Os profissionais responsáveis pela coordenação devem ter a visão completa e integrada de todo processo do projeto (SILVA, 2005).

É importante que o coordenador de projetos tenha sólidos conhecimentos sobre técnicas e processos de projetos de diferentes disciplinas, legislação, normas, códigos de construção, tecnologia construtiva, técnicas de planejamento e controle de projetos, informática e gestão da informação (MELHADO *et al.*, 2005). O Quadro 3 apresenta características que a atividade de coordenação demanda a um profissional.

Quadro 3 – Competências e conhecimentos úteis ao desempenho de coordenação.

COMPETÊNCIAS E CONHECIMENTOS DO COORDENADOR
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade para lidar com problemas complexos e multidisciplinares. • Capacidade de seleção e formação de equipe segundo as especialidades demandadas pela natureza do empreendimento a ser projetado. • Capacidade de identificação das atividades necessárias ao desenvolvimento do projeto. • Conhecimentos de planejamento e programação de processos para distribuição das atividades no tempo. • Capacidade de gestão dos custos e programação dos recursos para o projeto. • Capacidade de previsão e controle de prazos. • Capacidade de tomada de decisões de caráter gerencial, como a aprovação de produtos intermediários e a liberação para início de etapas do projeto. • Formação e experiência para identificação e caracterização das interfaces técnicas entre especialidades. • Capacidade para estabelecer diretrizes e parâmetros técnicos relativos às características dos produtos, dos processos de aquisição e dos processos de execução envolvidos. • Capacidade para ordenação do fluxo de informações entre os agentes envolvidos. • Capacidade para analisar as soluções técnicas e o grau de solução global atingida. • Liderança e presença de espírito para medir conflitos e conduzir soluções negociadas. • Agilidade nas decisões e na validação das soluções de projetos propostas.

Fonte: (MELHADO *et al.*, 2005)

O Manual de escopo de projetos e serviços de Coordenação de Projeto (2019) destaca que além do sólido conhecimento técnico, o coordenador deverá possuir habilidades de administração e liderança para gerenciar as equipes multidisciplinares.

O serviço de coordenação pode ser realizado por três formas, descritas a seguir:

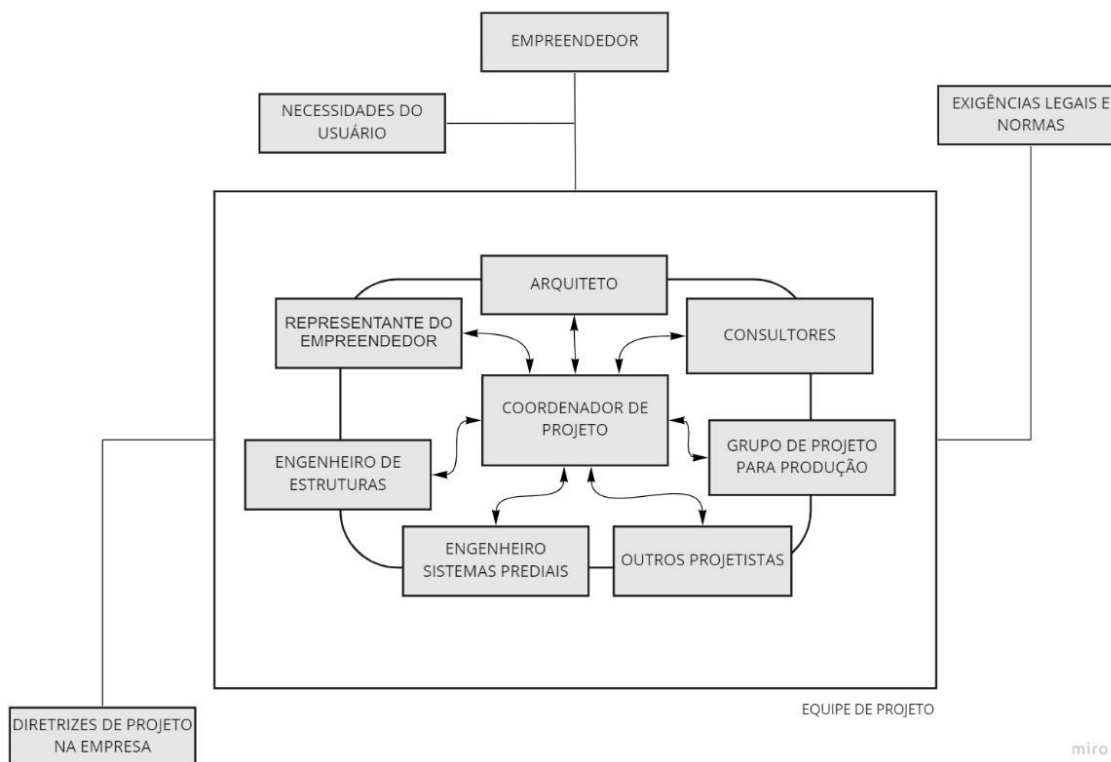
- I. o arquiteto ou o escritório de arquitetura responsável pela coordenação do produto e pelo projeto arquitetônico – arranjo tradicional;
- II. o profissional (engenheiro sênior, arquiteto supervisor) ou equipe pertencente construtora;
- III. a empresa terceirizada contratada, exclusivamente, para a coordenação de projetos.

A qualidade do trabalho de coordenação é fundamental para o sucesso do empreendimento. E para obter os resultados esperados, a constituição e organização da equipe que realizará a coordenação se torna um fator estratégico. Melhado (1994) propõe a seguinte configuração de equipe, para atender a multidisciplinaridade do projeto:

- a) representante do empreendedor;
- b) arquiteto ou grupo de projeto de arquitetura;
- c) engenheiro de estruturas ou grupo projeto de estruturas;
- d) engenheiro de sistemas prediais ou grupo de projeto de sistemas prediais;
- e) grupo do projeto para produção;
- f) consultores (Eventual).

A relação dos diversos agentes é destacada na Figura 8. Nesse contexto, o coordenador é figura central, ele é responsável por promover reuniões entre os diversos especialistas para evoluir com o processo do projeto em suas diferentes etapas.

Figura 8 – Arranjo de equipe multidisciplinar



Fonte: (adaptado de MELHADO, 1994)

4.3 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Como mencionado anteriormente, uma consequência da evolução da indústria da construção civil é a segmentação dos projetos de um edifício. Muito dessa segmentação ocorre devido à especialização de cada profissional em seu campo de domínio (JOVANOVIČS; MOUNZER, 2021). Neste contexto, leia-se projeto como o produto gerado pelos projetistas, ou seja, os desenhos ou modelos com as informações técnicas para execução do empreendimento.

O ideal é que o projeto gerado por estes escritórios seja desenvolvido pelos projetistas simultaneamente. Melhado *et al* (2005) destacam que o projeto gerado simultaneamente valoriza a integração entre os agentes de um processo, gerando um produto mais eficiente. Entretanto, essa prática nem sempre é seguida devido aos escritórios estarem envolvidos no desenvolvimento de projeto de diferentes empreendimentos, não dispendo assim, de sua atenção plena a um empreendimento específico.

Neste sentido, o produto gerado por cada projetista muitas vezes não se comunica, apresentando incompatibilidades entre si, em decorrência de cada projetista busca atender a sua necessidade individual. Assim torna-se necessário analisar os projetos individualmente para compreender a necessidade de cada um, e analisar e identificar as interferências que um projeto pode causar no outro, no final busca-se encontrar uma solução para interferência, de forma que o produto gerado seja eficiente.

A atividade de compatibilização tem o papel de identificar essas interferências entre os projetos. De acordo com Silva (2005) a compatibilização de projetos é uma atividade técnica da coordenação de projetos. Para a autora esta atividade é indispensável para garantir que haja harmonia nas diversas soluções dimensionais, tecnológicas e estéticas no conjunto de projetos.

“A compatibilização deve acontecer quando os projetos já estão concebidos, funcionando como uma malha-fina, na qual possíveis erros possam ser detectados” (MELHADO *et al.*, 2005, p. 73). Os autores ainda destacam que a compatibilização deve evidenciar os problemas para que a coordenação de projetos, através de reuniões, discuta e busque viabilizar uma solução, junto aos projetistas.

Para Ávila (2011) a compatibilização auxilia na detecção e eliminação de problemas, refletindo na fase de execução da obra reduzindo retrabalhos, custos e prazos, qualificando os empreendimentos e aumentando a competitividade na indústria da AEC.

A atividade de compatibilização pode ser executada pela equipe de coordenação de projetos do empreendimento, assim como por um escritório especializado nesta atividade. Todos os projetos gerados para edificação necessitam de compatibilização e análise crítica em suas diferentes fases, o encerramento da atividade ocorre quando os projetos estão alinhados e prontos para produção.

Abaixo, são listados alguns exemplos de disciplinas a serem compatibilizadas:

- a) projeto de arquitetura
- b) fundações
- c) estrutural
- d) instalações prediais (elétrica e hidrossanitárias)
- e) projeto de prevenção contra incêndio (PrPCI)
- f) chuveiros automáticos
- g) ar-condicionado
- h) extração de fumaça
- i) iluminação (artificial ou natural)
- j) conforto acústico
- k) interiores
- l) paisagismo
- m) vedação
- n) esquadrias
- o) fachadas

- p) impermeabilização
- q) revestimentos de piso e parede

É importante destacar que a forma de compatibilizar projetos evoluiu com a forma de projetar, uma vez que os projetos até a década de 80 eram desenhados manualmente no papel. Essa forma de projetar foi sendo substituída pelas ferramentas digitais, como o CAD (do inglês *computer aided design*, traduzido ao português como desenho assistido por computador).

A ferramenta CAD permite a elaboração de desenhos em 2D e 3D, porém, o projeto se limita a uma representação geométrica dos elementos de uma edificação (forma, dimensão e posição). Em contraponto com essa tecnologia, surgiu o BIM com uma nova forma de gerenciar e projetar um edifício.

O BIM (do inglês *Building Information Modeling*) é a modelagem da informação da construção e não se restringe a um único *software*, e sim a todo o processo de construção. Os projetos elaborados em *softwares* com metodologia BIM se diferenciam das ferramentas CAD, pois para cada elemento do projeto, parâmetros podem ser inseridos. Por exemplo, uma parede em uma ferramenta CAD pode ser representada por 2 linhas e a partir dessa representação é possível extrair dados como comprimento através de um comando de medição, enquanto numa modelagem BIM essa representação é transformada em um atributo que possui características próprias, onde a sistematização promove a compreensão do objeto como ele realmente é em sua essência, (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011).

“Com a tecnologia BIM, modelos virtuais precisos de uma edificação são construídos de forma digital. Esses modelos oferecem suporte a todas as fases do projeto, proporcionando análise e controle melhores do que são possíveis com os processos manuais. Quando completos, esses modelos computacionais contêm geometria precisa e os dados necessários para dar suporte às necessidades de construção, fabricação e contratação por meio das quais uma edificação é construída, operada e mantida.”. (SACKS *et al.*, 2021).

Outra vantagem do BIM em relação ao CAD é que os modelos 3D são gerados simultaneamente com o projeto 2D, cada alteração realizada no 2D altera automaticamente no 3D, evitando erros que acontecem em projetos desenvolvidos em ferramentas CAD, pois nela, cada corte e elevação é gerado manualmente.

Um conceito importante na compatibilização de projetos é a interoperabilidade, que representa a capacidade de troca de dados entre aplicações, ou seja, o compartilhamento

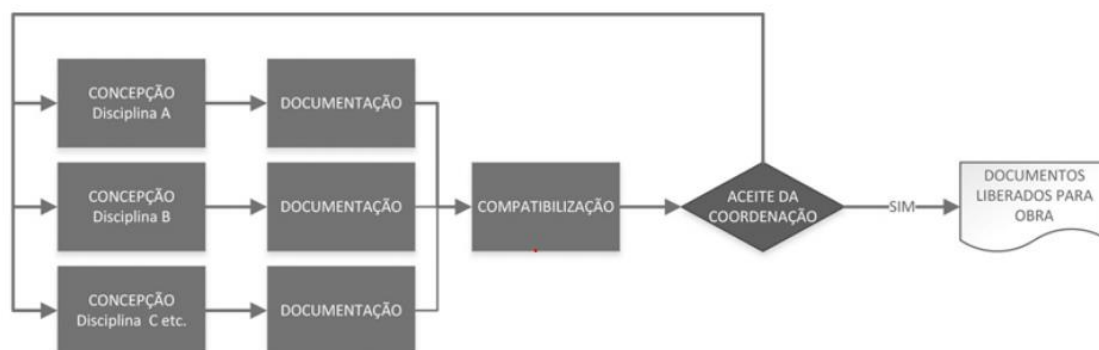
e a troca de dados entre projetos (SACKS *et al.*, 2021). A tecnologia usada na elaboração dos projetos gráficos pode se tornar um limitante na coordenação de projetos, sendo assim é importante ser discutido e definido um padrão junto com a análise de viabilidade da edificação.

4.3.1 Compatibilização de projetos com ferramenta CAD

O intercâmbio de arquivos em CAD geralmente é realizado pelo formato DXF (do inglês *Drawing eXchange Format*). O *software* AutoCAD® produz arquivos em DWG (do inglês *DraWinG*) e permite a importação de projetos em DXF, elaborados em outros *softwares*.

De acordo com Leusin (2018), as trocas de informações no processo CAD dependem de documentos gráficos, e geralmente a cada fase devem ser realizadas análises sobre se as soluções de cada disciplina são compatíveis entre si, conforme pode ser visualizado na Figura 9.

Figura 9 – Fluxo do processo de projeto CAD



Fonte:(LEUSIN, 2018)

A compatibilização de projetos com o AutoCAD® é realizada a partir da criação de blocos dos projetos a serem analisados e a sua sobreposição. Para a sobreposição, é necessário que os projetos possuam uma coordenada (x,y) de origem bem definida, para assegurar o alinhamento. Para Ávila (2011) os recursos disponibilizados pela ferramenta CAD são importantes na compatibilização 2D, pois permite avaliar o posicionamento das disciplinas complementares. Ainda é possível utilizar o recurso de camadas (*layers*), este recurso permite que os diferentes blocos possam ser congelados, desativados ou bloqueados no desenho, a diferença de cada comando é descrita no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Diferença entre comandos do AutoCAD

Comando	Atributo
Congelar Camada	Desativa do modelo todo elemento atribuído a camada. Possui melhor desempenho, pois o AutoCAD libera memória ao congelar a camada.
Desativar Camada	Possui mesma função de congelar a camada, com a ressalva que não libera a memória do computador
Bloquear Camada	Bloqueia o movimento de todo elemento atribuído à camada. Os elementos permanecem visíveis no modelo, porém de forma esmaecida.

Fonte: (elaborado pela autora, 2022).

Um limitante da compatibilização de projetos em ferramentas CAD é a restrição ao conhecimento do profissional que está executando a atividade, e de sua noção espacial, uma vez que os projetos sobrepostos são vistos apenas em 2D. Esta abordagem dificulta a visualização de elementos que estão num mesmo plano de projeção, mas com profundidades/cotas diferentes.

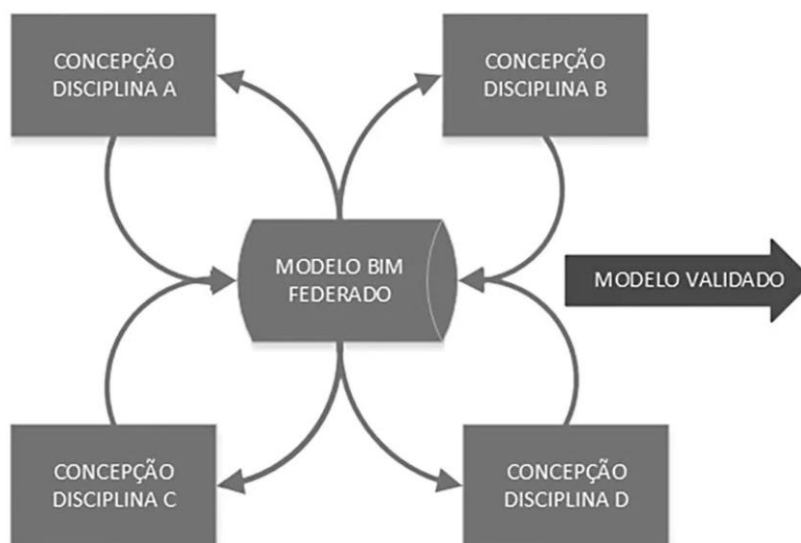
4.3.2 Compatibilização de projetos com ferramenta BIM

Projetos desenvolvidos em ferramentas BIM possuem mais opções de *softwares* para detectar as interferências. O compartilhamento de dados entre *softwares* pode ser realizado pela extensão universal IFC (do inglês *Industry Foundation Classes*), que é regulamentada pela norma internacional ISO 16739. De acordo com Khemlani⁵ (2004 *apud* SACKS *et al.*, 2021, p. 100) “o IFC foi projetado para tratar todas as informações de construção ao longo de todo seu ciclo de vida, desde a viabilidade e planejamento, passando pelo projeto (incluindo análise e simulação) e construção até a ocupação e a operação.”

É importante destacar que o fluxo do projeto em BIM assume um processo colaborativo e simultâneo, visto que a comunicação entre os participantes é síncrona e bidirecional, pois todos podem acessar um banco de dados comum, denominado modelo BIM federado. Neste modelo todos os projetistas podem visualizar as demais disciplinas, mas a alteração ocorre somente em projeto de própria autoria (LEUSIN, 2018). Na Figura 10 é possível visualizar esse processo.

⁵ Khemlani, L. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood**. March 30, 2004, AECbytes. June 15, 2007, www.aecbytes.com/feature/2004/IFC.html.

Figura 10 – Processo colaborativo simultâneo no BIM



Fonte: (LEUSIN, 2018)

O modelo pode ser compatibilizado com uso de ferramentas de verificação como os *softwares* NAVISWORKS®, Solibri® e o TEKLA BIMSIGHT®. Essas ferramentas detectam conflitos físicos, assim como conflitos com espaços de manutenção e montagem, ainda podem ser criadas regras lógicas para verificação de atendimento a normas pertinentes (LEUSIN, 2018). Essa verificação de conflitos é nominada como *clash* e pode ser configurada numa matriz de *clashes*. A matriz de *clashes* consiste num conjunto lógico com combinações das disciplinas e prioridades (a ser definida pelo usuário), essa matriz é necessária para evitar a sobrecarga nos relatórios resultantes (MANZIONE; MELHADO; JR., 2021).

A compatibilização de projetos em BIM possui diversas vantagens, dado que os conflitos podem ser detectados automaticamente pelos aplicativos. É importante salientar que o uso de *softwares* não exclui o fato de que o profissional deve ter sólidos conhecimentos nas disciplinas de projetos. O uso desses *softwares* auxilia otimizando o tempo do profissional que está exercendo a atividade, a modelagem BIM permite uma análise mais dinâmica das interferências.

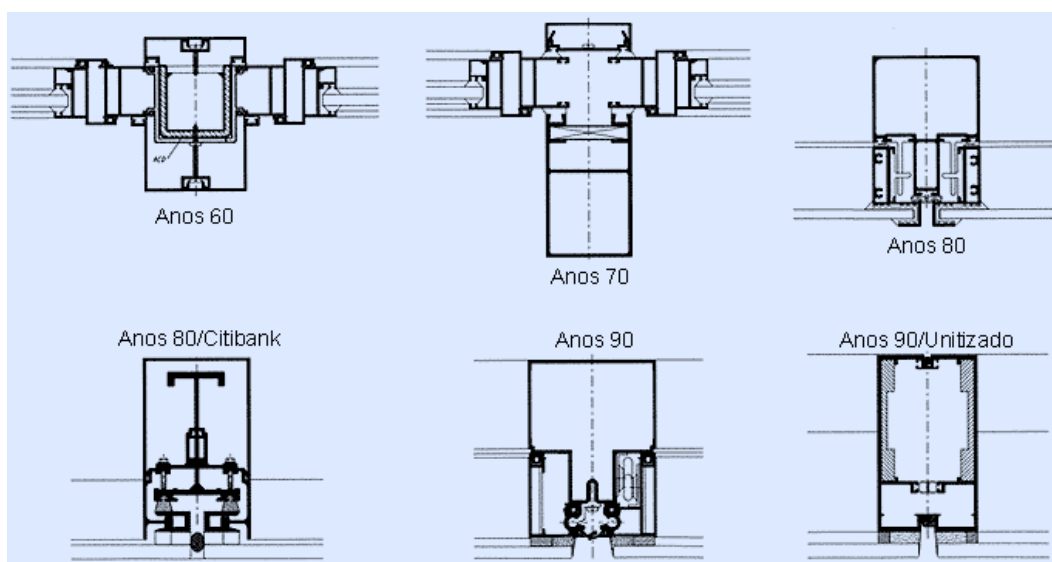
5 FACHADA DE VIDRO

O presente capítulo contextualiza sobre os principais sistemas de fachada de vidro e seus componentes utilizados no mercado da arquitetura, engenharia e construção (AEC). Além disso, são apresentadas, ao longo do capítulo, as normativas pertinentes que regulamentam os componentes da fachada de vidro.

5.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

As primeiras fachadas de vidro surgiram nos anos 60, com a estrutura visível saliente ao vidro, que ficou conhecida como *grid*. O sistema foi evoluindo e a estrutura foi internalizando, buscando valorizar o vidro. Na década de 80, a fixação do vidro evoluiu do encaixilhamento para fixação química por meio de adesivos estruturais, eliminando totalmente as peças de alumínio na fachada. (FACHADAS..., 2016). Na Figura 11 é possível observar essa evolução.

Figura 11 – Evolução do sistema de fachadas



Fonte: (SISTEMAS⁶, 2005 apud SANTOS, 2013)

No Brasil, não há uma normativa específica para sistemas de fachadas, entretanto a NBR 10821 “Esquadrias para edificações” se aplica em fachada-cortina. Segundo ABNT

⁶ SISTEMAS DE FACHADAS: desenvolvimento tecnológico marca evolução do setor. **Finestra**, São Paulo, ano10, n. 41, p 52-67, 2005.

(2017a, p.1) o termo fachada-cortina é definido como “esquadrias interligadas e estruturadas, com função de vedação, que formam um sistema contínuo, desenvolvendo-se no sentido da altura e/ou da largura da fachada da edificação, sem interrupção, por pelo menos dois pavimentos.”.

Segundo Khoury⁷ (2002 *apud* VEDOVELLO, 2012, p.46):

“A fachada-cortina é um sistema de caixilhos contínuos e autossustentáveis diferente de elementos de preenchimento tais como: janelas e revestimento de alvenarias. Ela precisa proteger a estrutura da ação do tempo, separar o ar circulante no interior das condições externas, controlar a intensidade de luz, permitir a visualização de paisagem e mover-se junto com a estrutura de acordo com os critérios adotados para seu uso, já que a estrutura do edifício é afetada por mudanças de temperatura, carga acidentais ventos e eventos sísmicos.”.

Para Sacks *et al.* (2021), fachadas cortina incluem qualquer sistema de fechamento de parede que não tenha uma função estrutural, pois não transmite cargas de gravidade para as fundações de um edifício, destaca-se como sistema típico o fechamento com parede de alumínio e vidro. É importante ressaltar que o termo fachada cortina vem do inglês *curtain wall*, no Brasil o termo ficou atribuído apenas às fachadas de vidro, embora em outros países como nos Estados Unidos fachada cortina está relacionada à esquadria de alumínio que é instalada fora da estrutura do prédio, podendo ser em painéis de cerâmica, vidro, granito ou de alumínio.

A fachada de vidro pode ser classificada quanto a sua estética como convencional, pele de vidro ou *Structural Glazing*, assim descrito no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5 – Tipos de fachada-cortina

Tipo:	Descrição
Convencional	a coluna de sustentação dos vidros fica do lado externo da edificação e o vidro é encaixilhado e fixado mecanicamente por meio de perfis de alumínio e guarnições EPDM (Borracha de Etileno-Propileno-Dieno). Os perfis estruturais ficam externos às esquadrias, marcando a fachada com elementos salientes em relação ao plano do vidro.
Pele de vidro	as colunas de sustentação dos vidros são fixadas nas vigas, enquanto o vidro permanece encaixilhado; o resultado é que, apesar de manter as marcações de linhas horizontais e verticais da caixilharia, o vidro se destaca na fachada. Os vidros são fixados mecanicamente através de perfis de alumínio e guarnições de EPDM.
<i>Structural Glazing</i>	o vidro é colado externamente na coluna de sustentação dos vidros com silicone estrutural ou fita adesiva estrutural dupla-face nos perfis de alumínio. O silicone/fita suporta o peso próprio do vidro e de todas as demais cargas atuantes na fachada, e a estrutura fica oculta na face interna.

⁷ KHOURY, J. Curtain Walls. In: KOHN, A. E.; KATZ, P. **Building type basics for office buildings**. New York: John Wiley & Sons, 2002. P. 139-181.

Ainda, a fachada de vidro pode ser classificada quanto a sua instalação. As fachadas montadas no local são do tipo *stick* e as pré-fabricadas são do tipo unitizada.

5.1.1 Sistema Stick

O sistema é composto por componentes individuais enviados desmontados ao local de aplicação, onde são montados isoladamente. A sequência de execução se inicia com a instalação de ancoragem na estrutura principal do edifício, em seguida as colunas (montantes) e as travessas que receberão os quadros de alumínio com vidros encaixilhados no caso de fachada convencional ou o quadro com vidro colado no caso de fachada *Glazing*. A vedação do sistema é proporcionada por gaxetas de EPDM (MEDEIROS *et al.*, 2014; ROSSO, 2007).

É necessário mão de obra especializada para o transporte, montagem e instalação, assim como espaço suficiente para armazenamento. Além disso, esse sistema de instalação exige o uso de andaimes, pois sua instalação é realizada pela parte externa da edificação.

Segundo Khoury (2002 *apud* VEDOVELLO, 2012, p.47):

“Estruturalmente, esse tipo de fachada é baseado no princípio que simula um sistema de vigas contínuas, distribuindo a carga ao longo do perímetro do edifício. Os montantes são apoiados nos painéis do piso com peças de junção ou conectores preferencialmente alocados sobre o piso na dimensão $\frac{1}{4}$ do vão vertical, dando assim uma integridade estrutural otimizada aos montantes.”.

Santos (2013) menciona que uma vantagem desse sistema em relação ao unitizado, é que a manutenção do vidro é realizada de forma rápida devido a sua instalação ser no local, comparado ao sistema unitizado que o vidro vem instalado no módulo. Além disso, esse sistema tende a ser escolhido quando a utilização de equipamentos de grande porte for um limitante, e a arquitetura apresentar modulações complexas.

5.1.2 Sistema Unitizado

O Sistema unitizado é composto por módulos, com altura suficiente para vencer o pé-direito de um pavimento, montados em fábrica com perfis de alumínio com encaixe macho-fêmea. Os vidros podem ser encaixilhados ou fixados conforme o sistema *Structural Glazing*.

A produção dos módulos na fábrica permite um controle de qualidade mais efetivo, reduzindo os danos e as perdas na aplicação de silicone estrutural. Nesse sistema é convencional usar os seguintes materiais: perfis estruturais de alumínio, chumbadores e ancoragens, parafusos para esquadrias, gaxetas, mantas de borracha e fitas isolantes, selantes e vidros ou qualquer acabamento a ser definido no projeto.(MEDEIROS *et al.*, 2014).

Os módulos são movimentados e instalados com uso de equipamentos especiais como guias e guindastes, as operações de chegada e manuseio dos módulos é realizada pelo lado interno da obra, com a equipe apoiada no piso, não exigindo o uso de andaimes e serviços externos (MEDEIROS *et al.*, 2014; ROSSO, 2007).

Vedovello (2012) resume a instalação do sistema em quatro etapas:

- a) instalação das ancoragens;
- b) montagem dos marcos;
- c) colagem dos vidros;
- d) instalação dos painéis unitizados.

É importante realizar o mapeamento da estrutura antes da fabricação dos painéis, a fim de verificar níveis e corrigir os pequenos desvios (VEDOVELLO, 2012). Atualmente existe tecnologia no mercado que realiza o mapeamento da estrutura com drones, criando um compilado de pontos que são recriados através de uma nuvem em um determinado espaço físico real. A nuvem de pontos gerada é compatível com modelos BIM, sendo assim é um excelente recurso de verificação para validação e emissão do projeto para produção.

Segundo Vedovello (2012, p.48) o projeto estrutural do sistema unitizado é semelhante ao do *stick*. “A principal diferença é que os montantes têm seções compostas de formas abertas que são unidos para compartilhar a carga; a dimensão dos montantes pode ser maior em largura e profundidade se comparada ao sistema *stick* [...]”.

A vantagem deste sistema está na velocidade de execução e controle de qualidade da produção dos painéis em fábrica. Esse sistema costuma ser mais oneroso se comparado

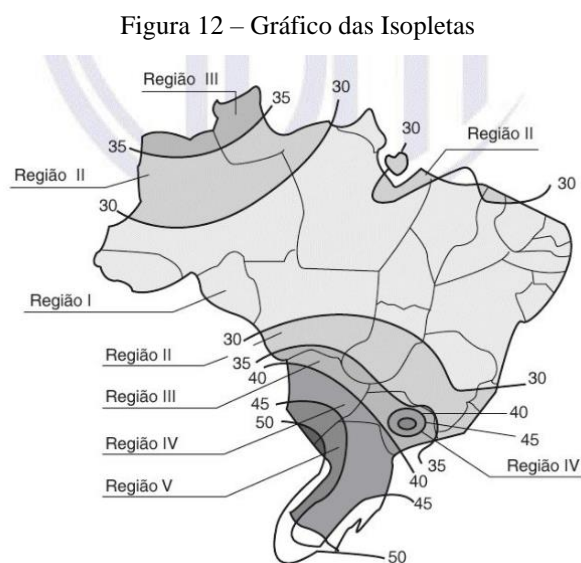
ao sistema *stick*, mas sua alta produtividade compensa os custos para mobilização de sua instalação em obras com grande volume de painéis.

5.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Os requisitos de desempenho que as esquadrias externas devem atender, segundo a NBR 10821-2 (ABNT, 2017b) são:

- I. permeabilidade do ar;
- II. estanqueidade à água;
- III. resistência às cargas uniformemente distribuídas;
- IV. resistência às operações e manuseio.

As esquadrias devem ser dimensionadas de modo a atender as pressões de vento indicadas na tabela 1 da NBR 10821-2 (ABNT, 2017b) e levam em consideração a altura da edificação e a região que se localiza a edificação no gráfico das isopletas (Figura 12). É importante salientar que os valores apresentados na tabela da norma, não se aplicam para esquadrias instaladas em posição diferente da vertical, edifícios de forma não retangular, ou edifícios com necessidades especiais de utilização, nestes casos deverá ser consultado a NBR 6123 – Forças devido ao vento.



Fonte: (ABNT, 2017b)

Para garantir a eficiência e desempenho do conjunto da esquadria é importante que o projetista/consultor de esquadrias especifique corretamente os componentes.

5.3 COMPONENTES

A seguir são apresentados componentes da esquadria de alumínio e suas características, assim como normativas que devem ser atendidas.

5.3.1 Perfis de Alumínio

Segundo NBR 10821-1 (ABNT, 2017a) os perfis de alumínio devem ser protegidos por anodização ou pintura, conforme especificado nas normas ABNT NBR 12609 (ABNT, 2006) e NBR 14125 (ABNT, 2003). Os parafusos utilizados para fixação de perfis deverão ser de aço inoxidável com estrutura austenítica, conforme NBR 5601 (ABNT, 2011).

5.3.2 Ancoragens

A fixação dos perfis à estrutura do edifício é feita com ancoragens de alumínio e chumbadores químicos de expansão que devem ser dimensionadas para resistir aos esforços devidos à ação do vento, peso próprio e cargas acidentais. (MEDEIROS *et al.*, 2014). Os autores também citam que para atender a durabilidade requerida é necessário que os parafusos e chumbadores sejam de aço inoxidável, pois é um material com potencial eletroquímico maior que o alumínio, assim evita-se a corrosão bimetálica.

5.3.3 Vedantes

Existem três tipos de vedantes para uso nas fachadas de vidro: Silicone estrutural, silicone de vedação e fita adesiva dupla-face (VEDOVELLO, 2012). Para fixação do vidro, o silicone estrutural e a fita dupla-face são mais eficientes em perfis anodizados. No caso de perfis com pintura eletrostática recomenda-se o uso de fixações mecânicas complementares, além da colagem, nesses casos pode-se fazer o uso de primers para garantir níveis de adesão satisfatório entre o produto e o substrato (ALTERNATIVAS..., 2008; FIGUEROLA, 2005).

Outro ponto está relacionado à fixação de vidros laminados, na qual, para evitar o fenômeno de delaminação deve-se usar silicones de cura neutra, pois os produtos de cura acética liberam vapores que reagem com o polivinilbutiral (FIGUEROLA, 2005).

Os selantes estruturais para colagem em vidro devem seguir as orientações da NBR 15737. A norma determina o método de cálculo da largura do selante, levando em consideração a resistência do selante, as dimensões e peso do vidro e a pressão do vento (ALTERNATIVAS..., 2008). Além disso a norma apresenta a sequência executiva de aplicação do selante para garantir seu desempenho; orienta que o selante deve possuir cor opaca, para evitar que a radiação ultravioleta afete a aderência do selante na superfície de alumínio; também é apresentado a rotina de cálculo para o dimensionamento da junta estrutural (ABNT, 2009).

“A largura da junta estrutural é dimensionada para permitir que a pressão do vento sobre o vidro ou painel seja transferida para a estrutura. A largura da junta estrutural é a mínima superfície de contato do selante no quadro de vidro e na esquadria. A exigência da largura da junta estrutural é diretamente proporcional à pressão do vento sobre o edifício e as dimensões do vidro. Quanto maior for a pressão do vento projetada e maior a dimensão do vidro, maior será a largura da junta estrutural.”. (ABNT, 2009, p. 4).

A fita dupla-face deve seguir as orientações da NBR 15919. A norma segue a mesma premissa da NBR 15737. Ainda a norma orienta que a espessura mínima da fita para colagem estrutural de vidro é de 2mm (ABNT, 2011) .

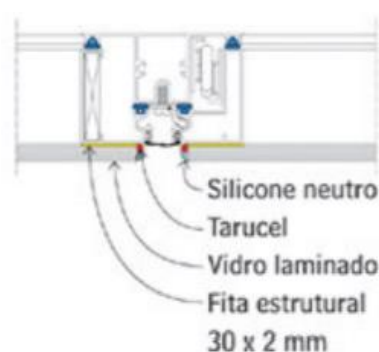
A Figura 13, a seguir, ilustra a aplicação desses vedantes.

Figura 13 – Exemplo de aplicação de vedantes

(a) Silicone de vedação e estrutural



(b) Aplicação fita estrutural



(FIGUEROLA, 2005)

6 APLICAÇÃO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Neste capítulo é realizada a análise de estudo de caso nos projetos que compõe uma fachada de vidro de um *shopping*, em Porto Alegre. A construção deste empreendimento estudado foi dividida em 02 fases, sendo a primeira referente à infraestrutura e supraestrutura e a segunda fase referente às instalações, vedação do empreendimento e acabamentos. Atualmente o empreendimento encontra-se na fase dois de construção.

Todos os projetos utilizados neste trabalho foram disponibilizados pela empresa gerenciadora do empreendimento *shopping* para fins acadêmicos.

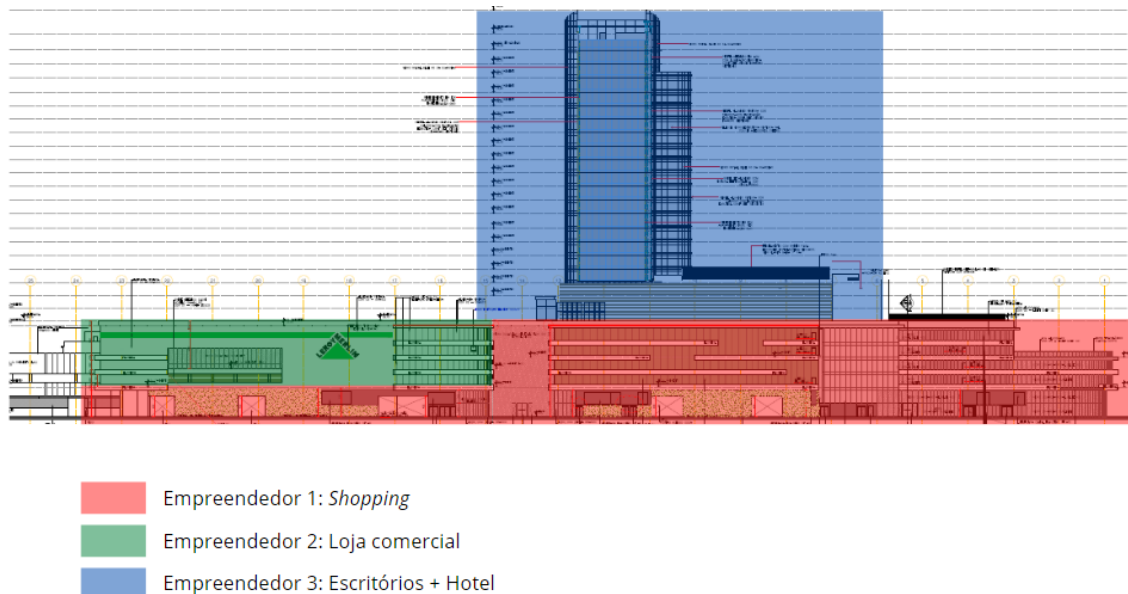
6.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento localiza-se às margens do rio Guaíba, cerca de 6 km do Centro Histórico de Porto Alegre. Trata-se de um complexo multiuso que está sendo executado por três empreendimentos distintos situados no mesmo terreno: um *shopping center*, uma loja comercial e uma torre destinada a escritórios e um hotel.

O terreno, na totalidade, possui uma área de 59.417,45m² dos quais 48.761m² foram destinados ao empreendimento. Desta última área, 19.761m² pertencem ao empreendimento de comércio e serviços (Shopping Center e Loja comercial) e 29.000m² pertencem ao Parque Público a ser construído pelos empreendedores e doado para a Prefeitura. O empreendimento de comércio e serviços terá uma área construída de 91.126,05m² da qual 71.027,86m² são referentes ao empreendimento Shopping e 20.098,19m² à loja comercial.

Cada empreendedor é responsável pelos projetos e execução do seu empreendimento, na Figura 14 pode-se observar esta distribuição. Além das áreas de uso privativo, também existem áreas de uso comum entre os empreendimentos, dada a sua complexidade. O gerenciamento de projetos das áreas de uso comum é de responsabilidade do *shopping*.

Figura 14 – Empreendimento e seus responsáveis



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

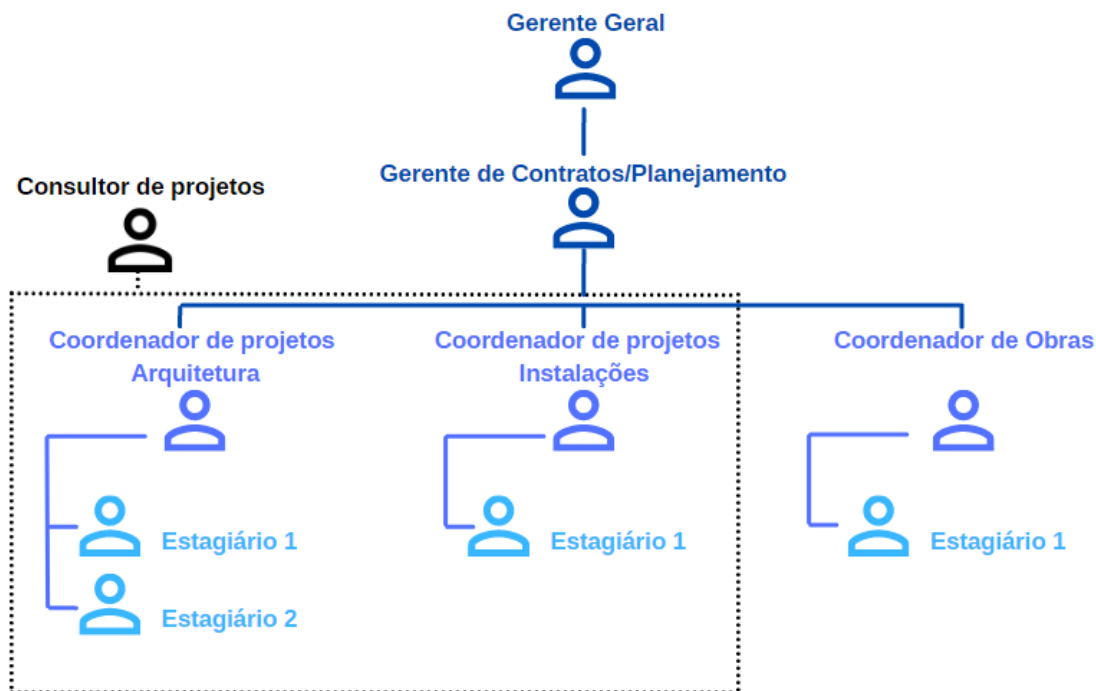
É importante destacar que o estudo de caso abordará os projetos do *shopping*, sendo assim não serão analisados os projetos da torre e da loja comercial.

6.1.1 Gestão de projetos

O processo de gestão dos projetos do *shopping* é realizado pela gerenciadora do empreendimento. A equipe técnica da gerenciadora é composta por um gerente geral, um gerente de contratos, dois coordenadores de projetos, um coordenador de obras, quatro estagiários e um consultor especialista em projetos que presta apoio a coordenação de projetos. As responsabilidades de cada um são descritas a seguir.

- **Gerente geral:** responsável por estabelecer o contato e defender os interesses do investidor (cliente).
- **Gerente de Contratos:** responsável pelo planejamento do empreendimento e contratos.
- **Coordenador de projetos de Arquitetura:** responsável pela gestão e coordenação de projetos do *shopping*.
- **Coordenador de projetos de Instalações:** responsável pela gestão de projetos de instalações do *shopping*.
- **Coordenador de Obras:** responsável pelo controle e qualidade da obra.
- **Consultor de projetos:** agente externo especialista em projetos que presta apoio à coordenação de projetos.

Na Figura 15 é possível compreender a hierarquia da equipe descrita acima.

Figura 15 – Equipe Técnica de projeto e execução do *Shopping*

Fonte: (Elaborado pela autora, 2022)

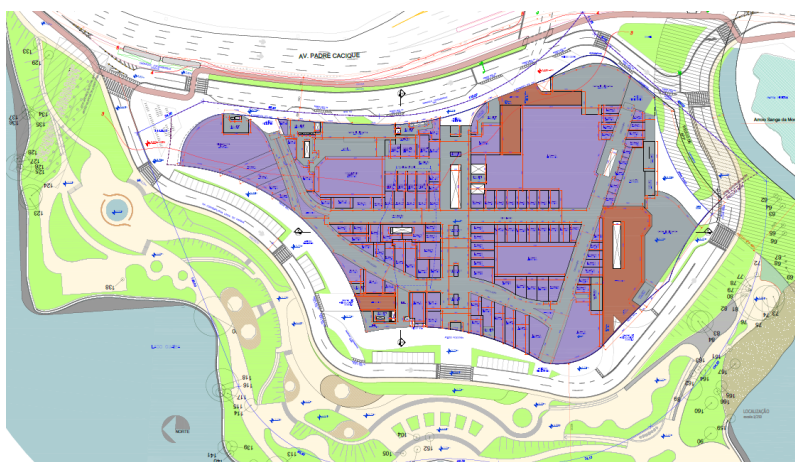
A empresa não possui equipe técnica contratada para realizar as atividades de compatibilização de projetos para nenhuma disciplina, também não foi contratada uma terceira empresa para realizar essa atividade.

Os projetos do empreendimento são armazenados e gerenciados pelo sistema de gerenciamento eletrônico Autodoc. Esta ferramenta permite o gerenciamento e controle de cada etapa dos projetos; é um sistema de armazenamento colaborativo que permite o acesso de diferentes agentes de interesse. Os documentos são cadastrados no sistema pelo projetista responsável por sua elaboração, e permanecem em compatibilização até que a coordenação de projetos libere para consulta ou para obra.

6.1.2 Caracterização da arquitetura

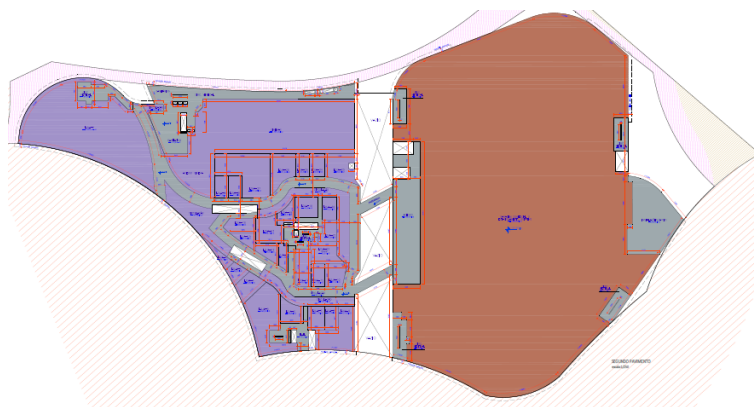
O *Shopping* se desenvolve em 3 pavimentos acima do solo, com pé-direito duplo, e possui dois subsolos destinados a estacionamento e áreas de apoio. O empreendimento possui uma arquitetura orgânica, os pavimentos se desenvolvem assumindo uma geometria assimétrica entre si, conforme pode ser observado nas plantas ilustradas na Figura 16 à Figura 18.

Figura 16 – Implantação



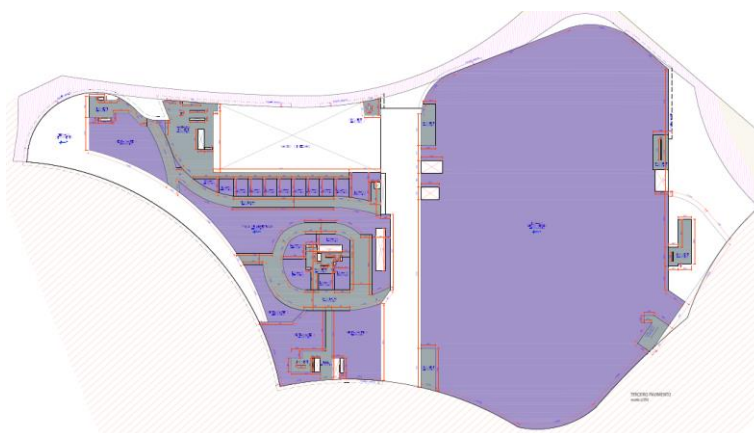
Fonte: (acervo da gerenciadora)

Figura 17 – Planta baixa 2º Pavimento



Fonte: (acervo da gerenciadora)

Figura 18 – Planta baixa 3º Pavimento



Fonte: (acervo da gerenciadora)

A fachada do *shopping* é mista, sendo composta por alvenaria com revestimento de argamassa e pintura, alvenaria revestida com ACM (alumínio composto) e fachada de vidro. Além disso a fachada possui outros elementos marcantes, tais como floreiras em concreto e marquises de estrutura metálica. Na Figura 19 pode ser observado a composição de um trecho da fachada.

Figura 19 – Componentes Fachada do *Shopping* – Fachada leste/Elevação A



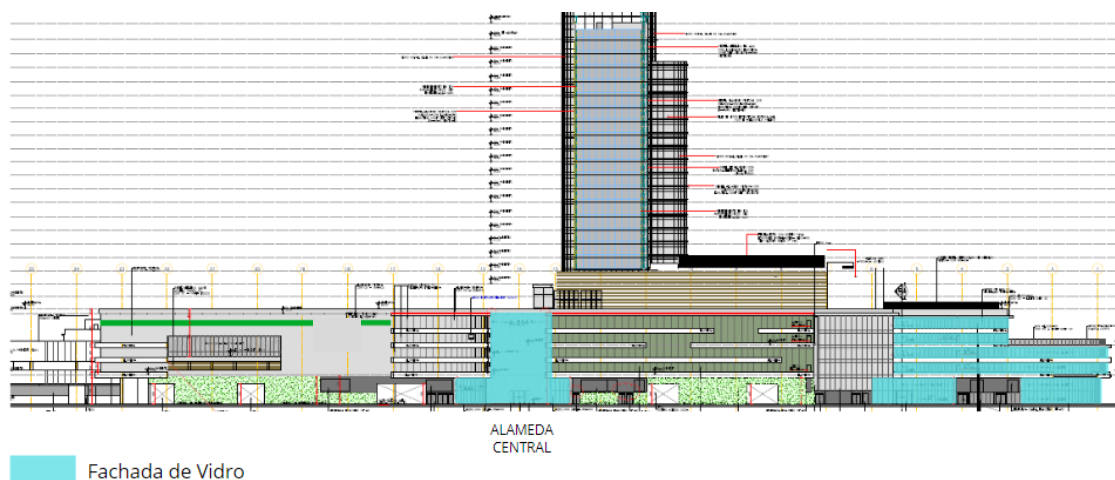
Legenda

- 1: Reboco + Pintura
- 2: ACM
- 3: Esquadria de Vidro
- 4: Floreira
- 5: Marquise metálica revestida de ACM

Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

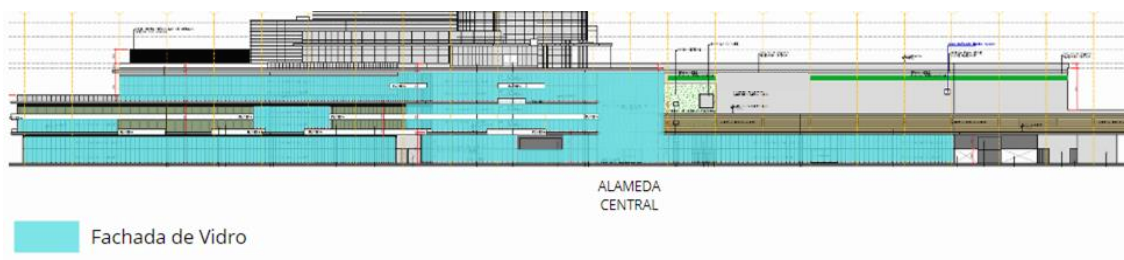
A localização da fachada de vidro pode ser observada na Figura 20 e na Figura 21.

Figura 20 – Localização Fachada de Vidro – Fachada Leste/Elevação A



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Figura 21 – Localização Fachada de Vidro – Fachada Oeste/Elevação C



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Os projetos de arquitetura contemplam as plantas baixas do empreendimento, elevações, cortes e alguns detalhes executivos. Estes projetos foram elaborados em ferramentas CAD.

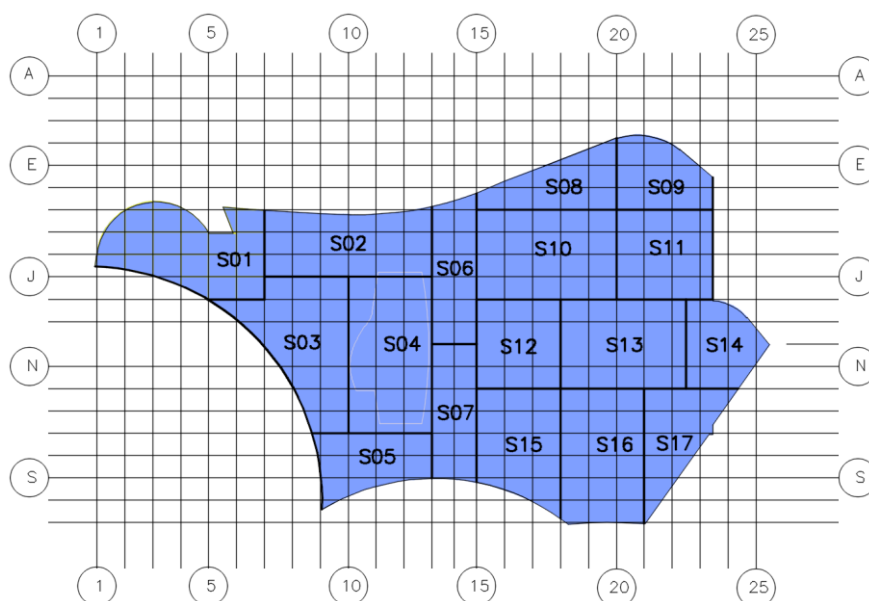
6.1.3 Caracterização dos projetos de estrutura

O edifício apresenta dois tipos de estruturas, a estrutura de concreto armado principal e as estruturas metálicas complementares.

6.1.3.1 Concreto armado

A estrutura principal do edifício é de concreto armado moldado *in-loco*. Devido à dimensão do edifício o projeto de estrutura é dividido em 17 partes, nominadas de setores, no encontro desses setores estão as juntas estruturais. Na Figura 22 pode-se observar esta divisão do projeto.

Figura 22 – Setorização do projeto de estruturas

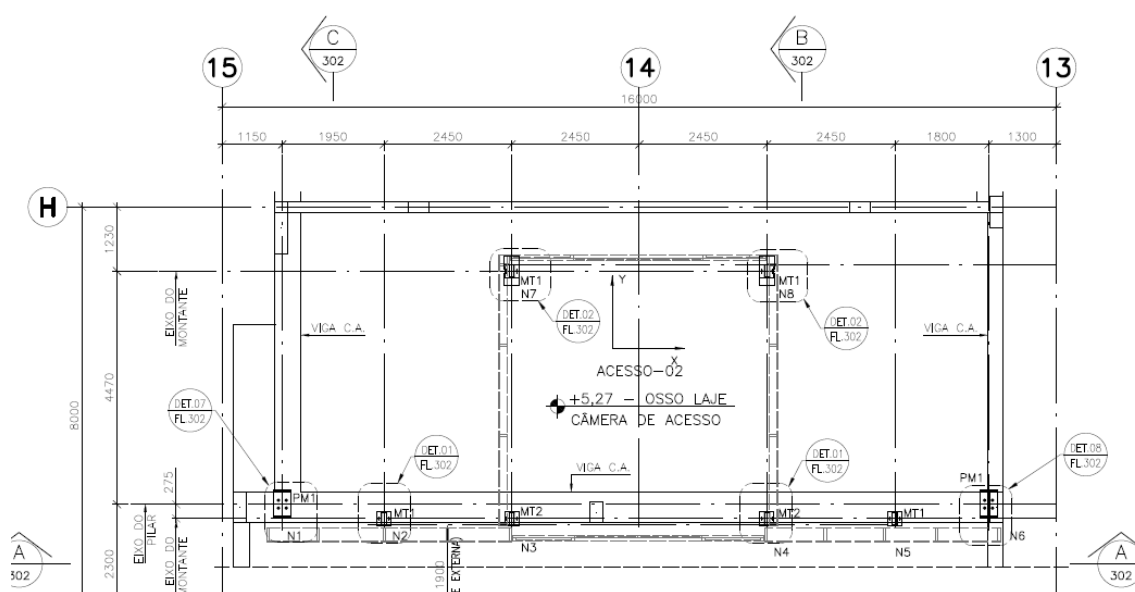


Fonte: (acervo da gerenciadora)

6.1.3.2 Estrutura metálica

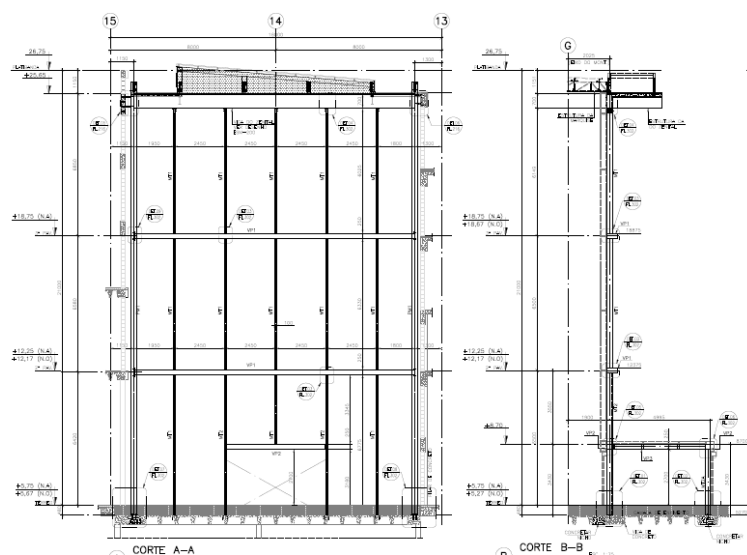
Além da estrutura de concreto armado, o edifício também possui estruturas metálicas complementares, como as marquises da fachada. Além disso na alameda central, onde a esquadria se desenvolve a 20 metros acima do nível do térreo, se fazem necessário estruturas metálicas auxiliares para fixação e descarregamento das cargas atuantes sobre a fachada de vidro. Na Figura 23 e na Figura 24 é possível observar a locação desta estrutura, na fachada leste, que é composta por montantes de perfis tubulares para fixar a esquadria e perfis I para apoio da cobertura de vidro.

Figura 23 – Locação da estrutura metálica no setor 6



Fonte: (acervo da gerenciadora)

Figura 24 – Estrutura Metálica da Alameda no setor 6 - Corte AA e BB



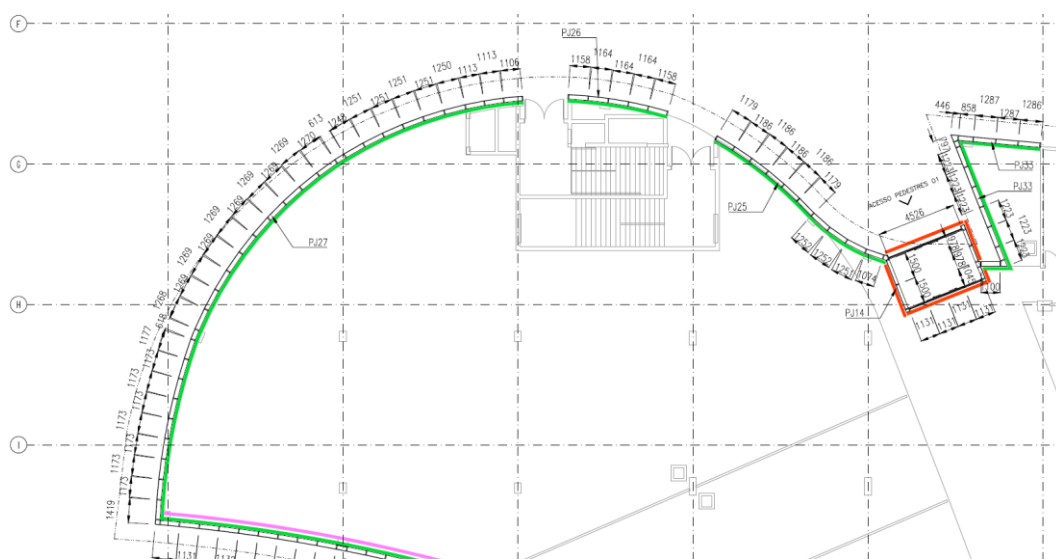
Fonte: (acervo da gerenciadora)

6.1.4 Caracterização do projeto de esquadria

O projeto de esquadria do *shopping* foi elaborado por uma empresa especializada em esquadrias de alumínio. A fachada de vidro deste empreendimento pode ser classificada como fachada cortina com sistema de construção do tipo *stick*. Embora a fachada cortina seja conhecida por se desenvolver acima de 2 pavimentos, e neste empreendimento em específico na sua maior parte existirem elementos que quebram a continuidade da fachada de vidro entre os pavimentos, ela pode ser caracterizada desta forma, pois a esquadria de vidro é projetada externa à estrutura do edifício, e não entre vãos, além disso na parte central do *shopping* – denominado como alameda central, a fachada de vidro não possui nenhuma interrupção, desenvolvendo-se do térreo ao 3º pavimento.

O projeto de esquadria do edifício também foi elaborado com ferramenta CAD e é composto por planta baixa dos pavimentos, elevações e detalhes construtivos. Na planta baixa é apresentada a locação da esquadria com sua modulação, como pode ser observado em um trecho retirado da planta baixa do térreo (Figura 25).

Figura 25 – Modulação da esquadria (trecho do térreo)



Fonte: (acervo da gerenciadora)

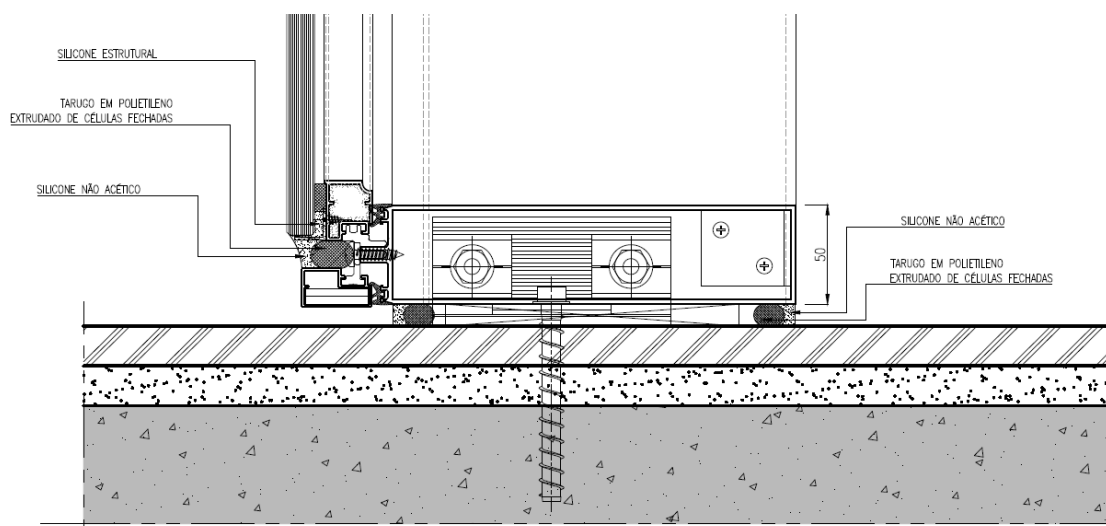
As elevações apresentam a altura das esquadrias, a marcação dos módulos que deverão ter acabamento (*shadow-box*) para esconder elementos como a estrutura, e ainda a chamada para os detalhamentos (Figura 26); as pranchas de detalhamentos por sua vez, apresentam os detalhes de fixação para cada trecho destacado na elevação (Figura 27), composição da esquadria e descrição de cada material.

Figura 26 – Elevação (chamada de detalhamento)



Fonte: (acervo da gerenciadora)

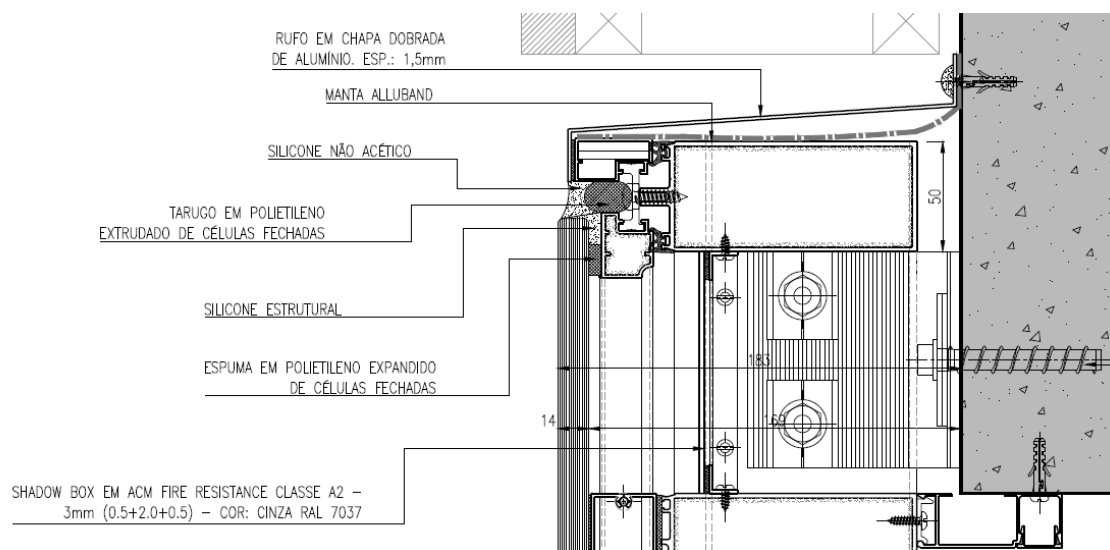
Figura 27 – Detalhe fixação c.2.25



Fonte: (acervo da gerenciadora)

A fixação dos vidros nos perfis de alumínio é realizada com silicone estrutural, e para vedação foi especificado tarugo em polietileno extrudado com células fechadas e silicone não acético. Para garantir a estanqueidade, na fixação da esquadria na viga do nível superior, foi especificado manta de alluband com rufo em chapa dobrada, com inclinação para o lado externo. A fachada de vidro é composta travessas e montantes em perfis de alumínio protegidos por pintura eletrostática, guarnições de EPDM e ancoragens. A fixação da esquadria na estrutura é realizada com chumbadores que estão conectados à esquadria por meio de um perfil cantoneira. Alguns destes componentes podem ser observados do detalhe da Figura 28 – Componentes da fachada de vidro.

Figura 28 – Componentes da fachada de vidro



Fonte: (acervo da gerenciadora)

6.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da compatibilização do projeto de fachada de vidro com as demais disciplinas. A análise foi realizada a partir da sobreposição dos projetos, inicialmente os projetos foram separados em blocos com o nome do arquivo e classificados em uma camada (*layer*) específica no AutoCAD para melhor controle das diferentes disciplinas.

6.2.1 Considerações Iniciais

Antes de sobrepor os projetos é importante estabelecer um ponto de origem. Observou-se que todos os projetos usam os eixos definidos na estrutura de concreto armado como referência, assim, definiu-se a interseção do eixo 1-F como origem para coordenação dos arquivos. Além disso, deve ser avaliada a unidade métrica e a escala que os projetos apresentam, assim foi realizado um levantamento nas diferentes disciplinas, os resultados podem ser observados no Quadro 6 a seguir:

Quadro 6 – Unidades e escala de projeto

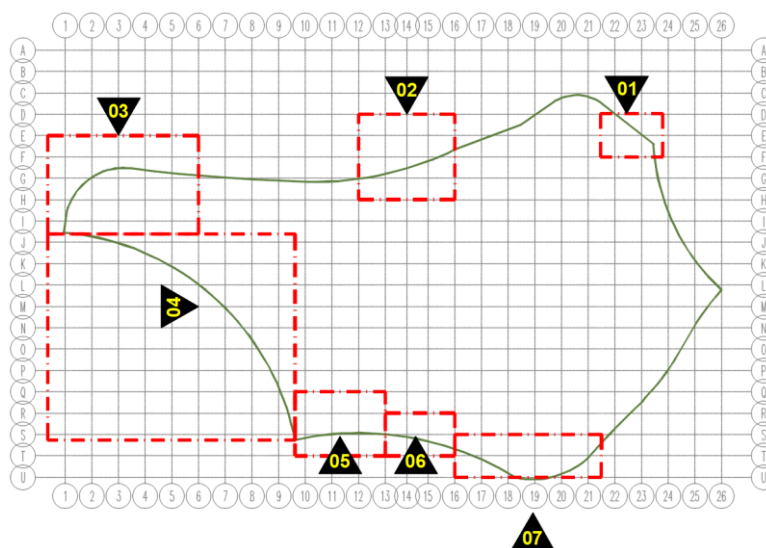
Disciplina	Unidade métrica	Escala
Arquitetura	cm	1:1
Esquadrias	mm	1:1
Estrutura CA	cm e m	Diversas
Estrutura Metálica	mm	1:1

Fonte: (elaborada pela autora, 2022)

Para proceder com a sobreposição dos projetos, todas disciplinas tiveram suas escalas ajustadas para 1:1 e as unidades para cm. Além disso, para diferenciar os projetos, foi adotado a cor magenta para as esquadrias, verde para estrutura CA e para as demais disciplinas foram mantidas as cores de projeto.

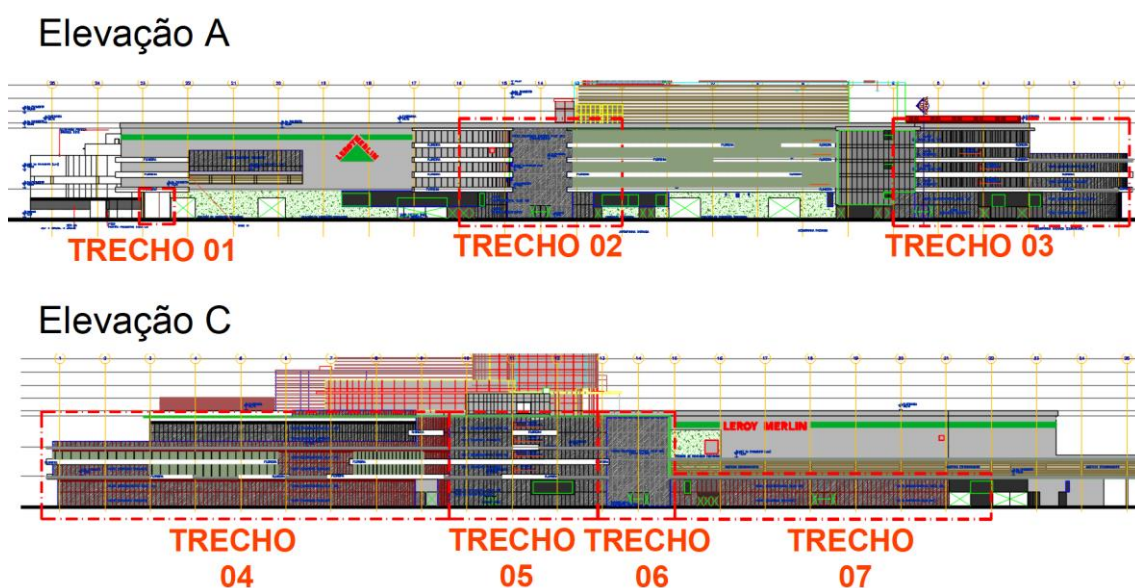
A compatibilização foi dividida em sete trechos, para melhor apresentação dos resultados, dado que as incompatibilidades nem sempre são visualizadas apenas em planta baixa, esta divisão pode ser observada na Figura 29 e na Figura 30.

Figura 29 – Trechos de análise da fachada (Planta baixa)



Fonte: (elaborada pela autora)

Figura 30 – Trechos de análise da fachada (Elevações)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

6.2.2 Resultados

As interferências observadas foram numeradas no projeto considerando o conflito encontrado em cada disciplina e, no Quadro 7 é apresentado a convenção adotada. Todas as incompatibilidades podem ser observadas no apêndice A deste trabalho.

Quadro 7 – Tipos de interferências

Tipo	Disciplinas
01	Arquitetura x Esquadria
02	Estrutura CA x Esquadria
03	Estrutura metálica x Esquadria
04	Esquadria x Esquadria

Fonte: (elaborado pela autora)

A partir da análise de todos os trechos, pôde-se observar as seguintes incompatibilidades, descritas na Tabela 1, abaixo.

Tabela 1 – Incompatibilidades encontradas entre os projetos

Descrição
01 – Arquitetura x Esquadria
a) Falta detalhe do encontro da esquadria de vidro com a parede de alvenaria indicado na arquitetura.
b) Modulação da esquadria está terminando antes do indicado no projeto de arquitetura.
c) Falta detalhe do encontro da esquadria com a veneziana indicada na arquitetura.
d) Esquadria desconsiderou a veneziana existente na fachada.
e) Identificados vigas no nível do mezanino que não foram considerados no projeto da fachada.
f) Vidro em frente a parede de alvenaria é translúcido, logo deverá ser previsto acabamento.
g) Projeto de esquadrias não indica a modulação da esquadria no nível do mezanino, conforme está indicado na arquitetura.
h) Falta indicação e detalhe do encontro da esquadria com o ACM da fachada, indicado no projeto de arquitetura.
i) Porta-corta fogo aparente na fachada segundo projeto de esquadria, arquitetura indicou a fachada de vidro passando na frente.
j) Falta detalhe do encontro da esquadria com pilar indicado na arquitetura.
k) Nível da floreira na elevação não está de acordo com a indicada na arquitetura e estrutura CA.
l) Nível da Marquise não está de acordo com o indicado na arquitetura e estrutura metálica.
m) Trecho destacado não possui esquadria.
n) Arquitetura indica portas de acesso que não estão indicadas no projeto de esquadria.
o) Veneziana de 50 cm que faz composição com a fachada de vidro continua na parede de alvenaria, falta detalhe da fixação da veneziana na alvenaria.
p) Esquadria não considerou em planta baixa a abertura para acesso à floreira conforme indicado na arquitetura.
02 – Estrutura CA x Esquadria
a) Esquadria locada na posição correta, porém a estrutura estendeu o <i>shaft</i> além do limite indicado na arquitetura.
b) Esquadria locada em posição conflitante com a viga do mezanino.

(continua)

(continuação)

Descrição
02 – Estrutura CA x Esquadria
c) Esquadria locada em posição conflitante com a floreira de concreto.
d) Detalhe de fixação indicado pelo projeto de esquadria não se aplica para posição indicada.
e) Conflito físico entre esquadria e pilar.
f) Esquadria desconsiderou a junta de dilatação estrutural em diversos níveis.
g) Locação da esquadria desalinhada com a estrutura de CA em diversos níveis.
h) Floreira de CA está em conflito com a locação da estrutura metálica auxiliar da esquadria.
03 – Estrutura metálica x Esquadria
a) Estrutura metálica auxiliar solicitada pelo projeto de esquadria desconsiderado pelo projeto de estrutura metálica devido à locação do pilar metálico PM1 do <i>skylight</i> .
b) Locação da estrutura metálica auxiliar locada a 20 cm (eixo X) do solicitado pelo projeto de esquadrias.
c) Leve desalinhamento em relação ao eixo Y entre a estrutura metálica auxiliar solicitada pelo projetista de esquadria e o projeto de estrutura metálica.
04 – Esquadria x Esquadria
a) Falta detalhe do encontro da esquadria da prancha 203 com a da prancha 100 (alameda central).
b) Trecho analisado não indica chamadas de detalhes de execução.
c) Falta detalhe de fixação da esquadria do nível mezanino 3º pavimento na estrutura do 4º pavimento.
d) Desalinhamento entre os projetos de esquadria da fachada geral com a locação da esquadria da fachada da alameda.

Fonte: (elaborado pela autora)

A seguir serão apresentadas as inconsistências identificadas em cada trecho, a partir da análise da autora, com algumas imagens ilustrando essas inconsistências. Na sequência apresenta-se um quadro resumo, onde é proposto uma ação para resolução do problema.

6.2.2.1 Trecho 01

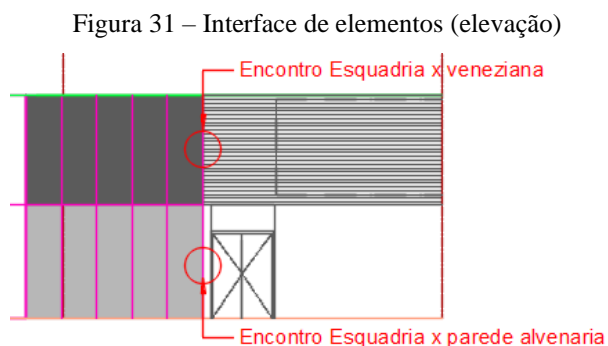
A partir da análise da autora ao sobrepor os projetos, não se identificou nenhuma inconsistência no projeto de esquadria com as demais disciplinas no trecho 01.

6.2.2.2 Trecho 02

No trecho 02 foram identificadas incompatibilidades físicas e funcionais entre o projeto de esquadria de vidro com a estrutura CA, a arquitetura e a estrutura metálica.

Um ponto observado no projeto foi o encontro da esquadria com os diferentes materiais. A partir desta análise identificou-se que faltam detalhamentos em relação ao encontro da esquadria com a alvenaria, e as venezianas de tomada de ar e exaustão em algumas partes do projeto, como pode ser observado na Figura 31. O detalhamento dessas interfaces é

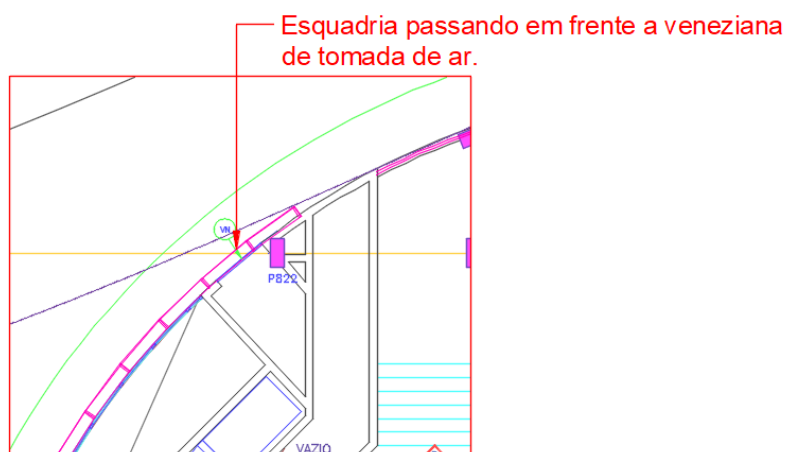
importante para garantir que os elementos trabalhem em conjunto garantindo a estanqueidade do edifício.



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Também foram identificadas inconformidades na locação da esquadria em planta baixa, onde alguns módulos da fachada estão terminando antes do solicitado pela arquitetura, ou passando em frente a tomada de ar da escada pressurizada. A Figura 32 apresenta uma situação, em que a modulação de esquadria não considera a tomada de ar da escada pressurizada ao lado.

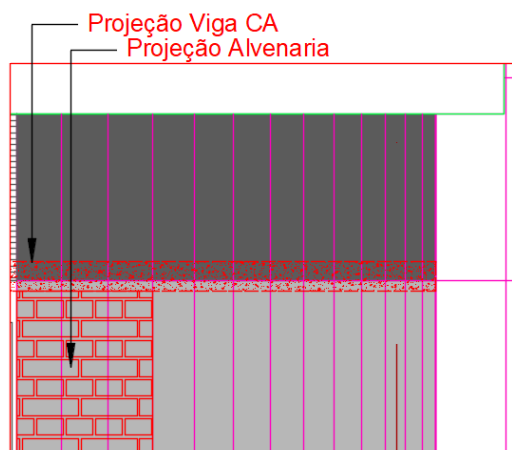
Figura 32 – Inconformidade na locação da esquadria com Estrutura CA (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

O vidro no nível do térreo, 2º e 3º pavimento possui baixo índice de reflexão externa, ou seja, possui maior transparência, diferente do vidro especificados no nível dos mezaninos. Em alguns trechos a esquadria está locada na frente de paredes de alvenaria e estrutura de concreto armado e não foi identificado na elevação a inserção de *shadow-box* para esconder esses elementos, assim como o projetista indicou em outros trechos. A Figura 33 ilustra essa inconformidade.

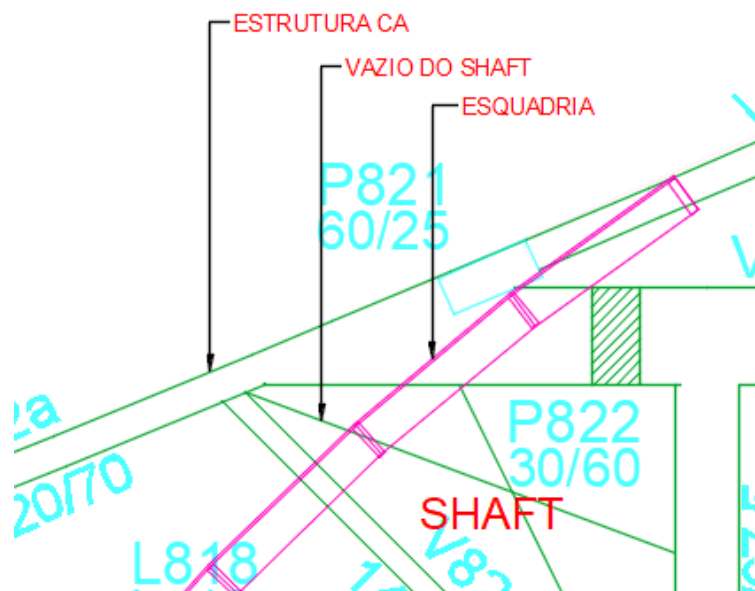
Figura 33 – Projeção de paredes e estrutura de CA na fachada de vidro (elevação)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Analisando o projeto de esquadria com o projeto de estrutura de CA, observou-se no nível do pavimento térreo um trecho que a esquadria passa pelo vazio de um *shaft* (Figura 34). Esta situação é um erro claro no projeto estrutural, pois a abertura do *shaft* marcada no projeto de estrutura é superior ao indicado na arquitetura.

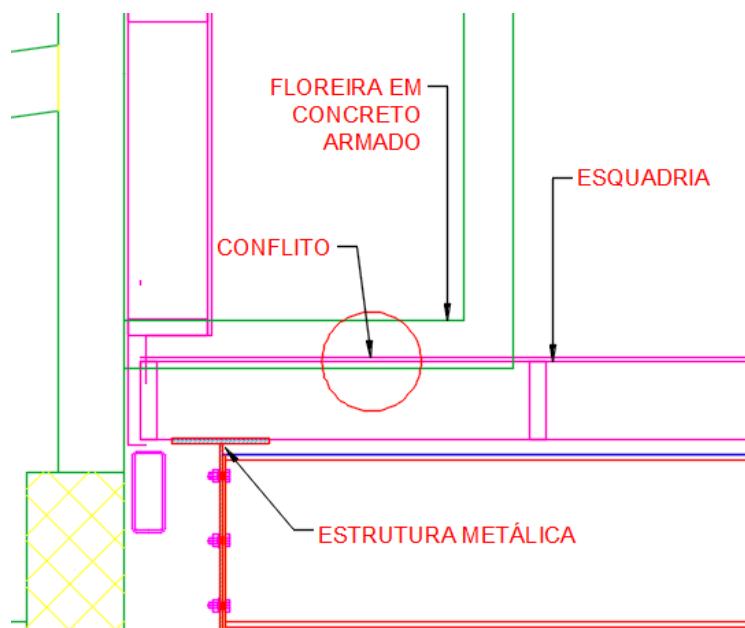
Figura 34 – Incompatibilidade estrutura CA e esquadria (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Além disso, identificou-se o conflito físico entre a fachada de vidro com a estrutura de concreto armado. O caso mais grave identificado ocorre entre a localização da estrutura metálica de apoio à cobertura e a floreira de concreto, ocasião na qual não foi deixado espaço suficiente entre esses elementos para executar a fachada de vidro, conforme pode-se observar na Figura 35 a seguir.

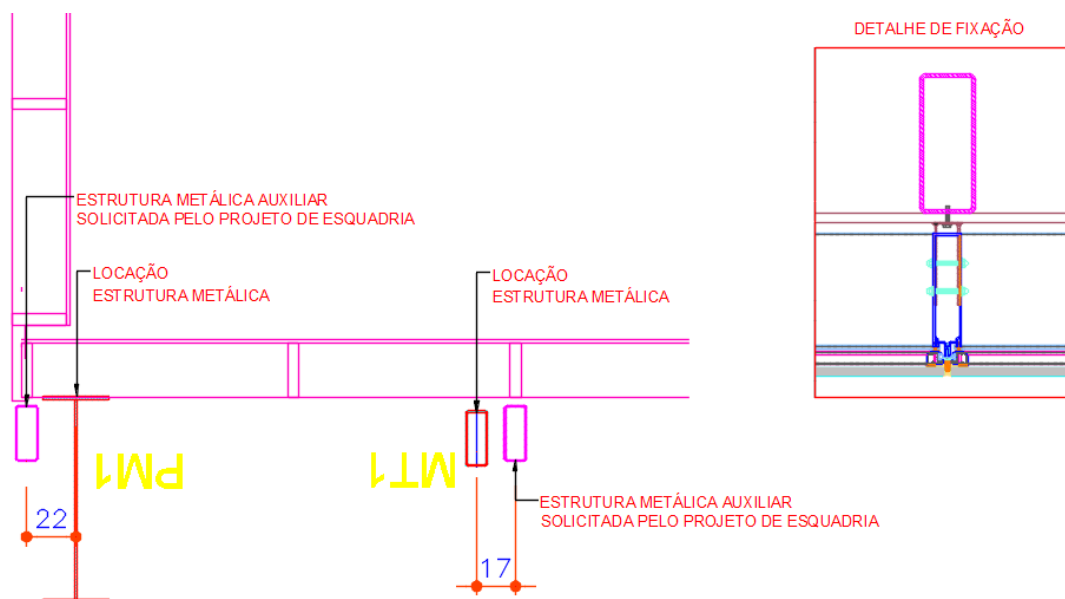
Figura 35 – Conflito entre floreira de CA, esquadria de vidro e estrutura metálica (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

A fachada de vidro da alameda solicita algumas estruturas metálicas auxiliares para sustentação da esquadria. O projeto de estrutura metálica não locou na posição solicitada inicialmente pelo projetista de esquadria, ficando alguns montantes defasados da estrutura metálica auxiliar, impossibilitando assim a fixação da esquadria. A Figura 36 ilustra esse conflito, pode-se observar a estrutura metálica solicitada pelo projetista de esquadria de vidro na cor magenta, e a posição que o projetista de estrutura metálica locou em vermelho.

Figura 36 – Estrutura metálica x esquadria (Planta Baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Por fim, destaca-se a falta de indicação de detalhamentos de fixação e composição da esquadria na elevação do projeto de fachada de vidro e a falta de detalhamento do encontro da fachada de vidro da prancha 203 com a prancha 100 da alameda central

A Tabela 2 a seguir descreve todas as inconsistências levantadas na análise de projetos e compatibilização realizada pela autora e estão identificadas na prancha 01 do apêndice A deste trabalho; na tabela também é apresentado o número de ocorrências e a proposta de ação a ser tomada para sanar os problemas identificados.

Tabela 2 – Resultados da compatibilização (Trecho 02)

Descrição	Nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura x Esquadrias		
a) Falta detalhe do encontro da esquadria de vidro com a parede de alvenaria indicado na arquitetura.	1	Revisar projeto de esquadria: - Identificar o encontro entre diferentes elementos no projeto (planta e/ou elevação) e emitir detalhe.
b) Modulação da esquadria está terminando antes do indicado no projeto de arquitetura. A arquitetura indica que a esquadria de vidro termina na vitrine da loja 1045, porém na elevação indica que a esquadria segue até a saída da escada 02.	1	Revisar projeto de esquadria: - Ajustar modulação da esquadria visando alinhar com o vértice da parede de alvenaria; - Identificar e emitir detalhe da mudança de elementos (parede x esquadria). Revisar projeto de arquitetura: - Ajustar posição da pj31 conforme apresentado na elevação.
c) Falta detalhe do encontro da esquadria com a veneziana indicada na arquitetura.	2	Revisar projeto de esquadria: - Identificar em planta/elevação e emitir detalhe do encontro da esquadria com a veneziana. (as venezianas indicadas na fachada não possuem projeto específico, o ideal seria o projetista de esquadria detalhar as venezianas).
d) Esquadria desconsiderou a veneziana existente na fachada.	1	Revisar projeto de esquadria: - Retirar os módulos de esquadrias indicado na elevação a (prancha 200) e na planta baixa do mezanino do térreo (prancha 204).
e) Identificados vigas no nível do mezanino que não foram considerados no projeto da fachada.	2	Revisar projeto de esquadria: - Inserir <i>shadow-box</i> conforme dimensão das vigas identificadas na fachada. Emitir detalhe da esquadria com <i>shadow-box</i> . ou - Arquitetura especificar acabamento para viga.
f) Vidro em frente a parede de alvenaria é translúcido, logo deverá ser previsto acabamento.	1	Revisar projeto de esquadria: - Inserir <i>shadow-box</i> nos módulos de esquadria que estão locados em frente a parede de alvenaria.
2. Estrutura CA X Esquadrias		
a) Esquadria locada na posição correta, porém a estrutura estendeu o <i>shaft</i> além do limite indicado na arquitetura.	1	Revisar projeto estrutural: - Prever viga/laje para apoio da esquadria e da alvenaria.

(continua)

(continuação)

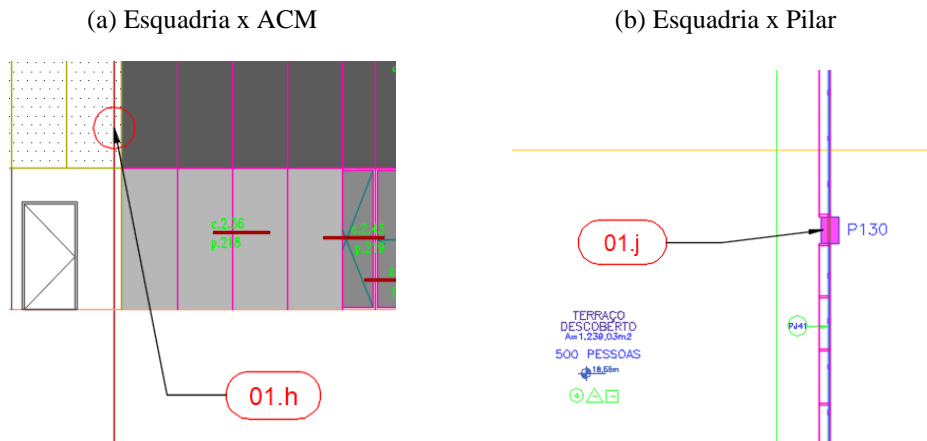
Descrição	Nº de ocorrências	Ação
2. Estrutura CA X Esquadrias		
b) Esquadria locada em posição conflitante com a viga do mezanino.	1	Revisar projeto de esquadria: - Ajustar posição da esquadria, alinhando com a face da viga 202.
c) Esquadria locada em posição conflitante com a floreira de concreto. Esta inconformidade ocorre no nível do 2º pavimento, mezanino 2º, 3º pavimento, e mezanino do 3º pavimento (floreira está locada em conformidade com a arquitetura, porém a arquitetura não deixou uma folga para esquadria).	8	Revisar Projeto estrutural: - Reduzir floreira no mínimo 15 cm.
3. Estrutura metálica x Esquadrias		
a) Estrutura metálica auxiliar solicitada pelo projeto de esquadria desconsiderado pelo projeto de estrutura metálica devido a locação do pilar metálico PM1 do <i>skylight</i> .	1	Necessário reunir projetista de estrutura metálica e esquadria para obter a solução mais eficiente que atenda as duas disciplinas. Avaliar viabilidade de fixar esquadria no pilar PM1.
b) Locação da estrutura metálica auxiliar a 20 cm (eixo X) do solicitado pelo projeto de esquadrias.	2	Revisar projeto de estrutura metálica: - Na impossibilidade de alterar a posição do pilar metálico deverá ser ajustado a modulação da esquadria de acordo com o projeto de estrutura metálica.
c) Leve desalinhamento em relação ao eixo Y entre a estrutura metálica auxiliar solicitada pelo projetista de esquadria e o projeto de estrutura metálica.	4	Revisar projeto de esquadria: - Ajustar posição da estrutura metálica auxiliar, conforme projeto específico de estrutura metálica; - Ajustar detalhe do corte 1.14.
4. Esquadria X Esquadrias		
a) Falta detalhe do encontro da esquadria da prancha 203 com a da prancha 100 (alameda central).	1	Revisar projeto de esquadria: - Indicar em planta a chamada e emitir detalhe.
b) Trecho analisado não indica chamadas de detalhes de execução.	1	Revisar projeto de esquadria: - Indicar chamada e emitir detalhes de fixação e composição da esquadria, observando a estrutura de CA.

Fonte: (elaborada pela autora)

6.2.2.3 Trecho 03

No trecho 03 também foi identificada a falta de detalhamentos em relação ao encontro da esquadria com outros elementos. Neste caso, além dos itens citados no trecho 02, acrescenta-se a necessidade de detalhar o encontro da esquadria com o revestimento em ACM, que ocorre no nível do mezanino, assim como o encontro da esquadria com o pilar na fachada do terraço do 3º pavimento. A Figura 37 mostra as situações descritas acima.

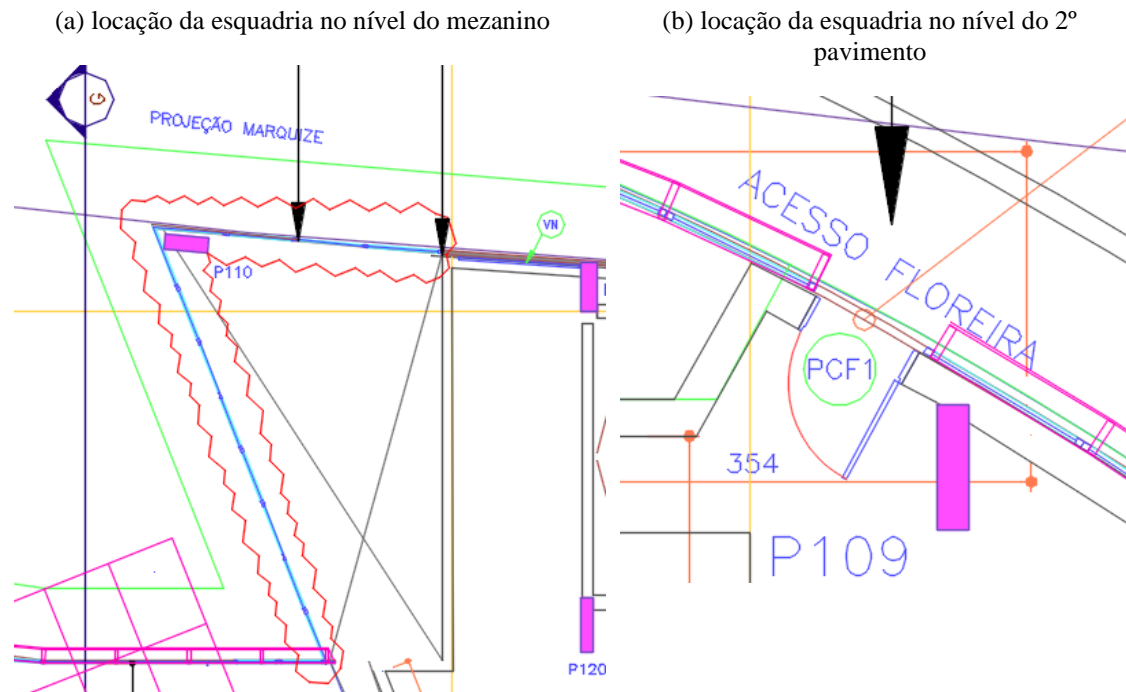
Figura 37 – Encontro esquadria com ACM e com Pilar 130 do terraço.



Fonte: (Adaptado do acervo da gerenciadora)

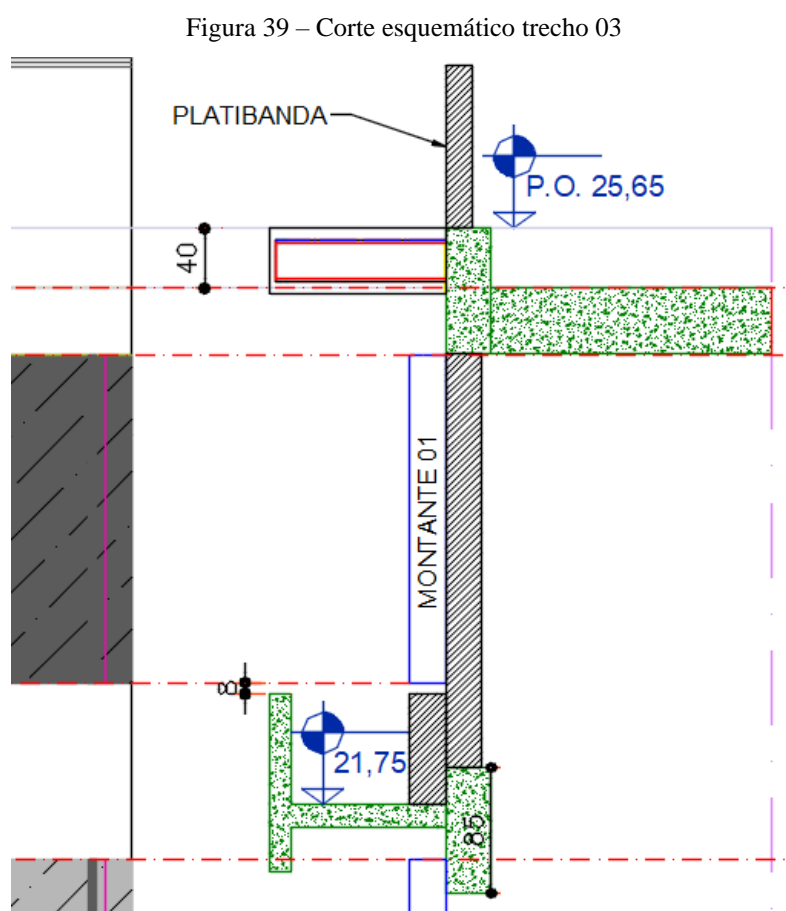
No nível do mezanino um trecho ficou sem a indicação da locação da esquadria. Além disso, no acesso à floreira no 2º e 3º pavimento ocorreu uma interrupção na esquadria, enquanto na elevação do projeto de arquitetura indica uma porta de vidro externa que mantém a continuidade da fachada de vidro. Essas inconformidades podem ser observadas na Figura 38

Figura 38 – Locação da esquadria (Planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

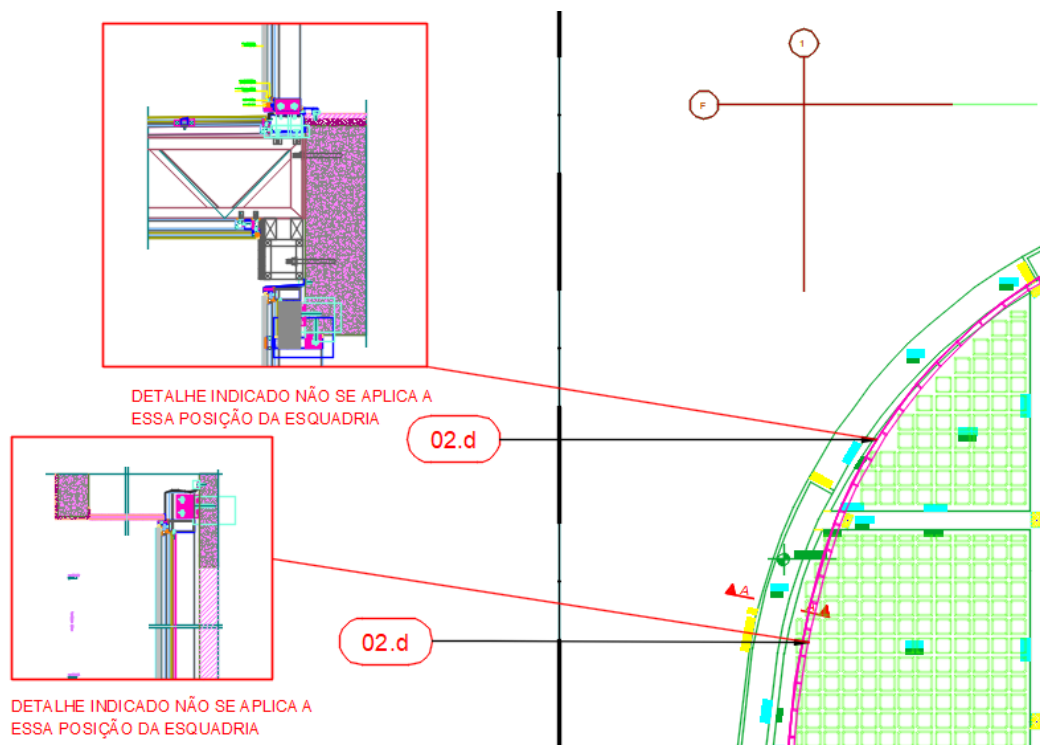
O nível das floreiras no projeto de esquadria está 8 cm acima do nível indicado no projeto de arquitetura, e a marquise do 4º pavimento encontra-se 40 cm abaixo do nível indicado no projeto de arquitetura. Essa divergência implica na dimensão da esquadria especificada pelo projetista. A Figura 39 apresenta um corte esquemático elaborado pela autora, em que é possível visualizar essa divergência de níveis. O corte está desenhado de acordo com os níveis indicados na arquitetura, e a linha tracejada vermelha indica os níveis indicados pelo projeto de esquadria.



Fonte: (elaborada pela autora)

Outro ponto a ser destacado está relacionado ao trecho da esquadria do térreo e mezanino que se projeta abaixo da laje nervurada do 2º pavimento (Figura 40). Neste caso os detalhes de fixação fornecidos pelo projeto de esquadrias não se aplicam para a posição que a esquadria está locada, visto que o detalhe faz referência à fixação da esquadria pela face da viga externa da edificação e não na parte inferior da laje.

Figura 40 – Fixação esquadria na laje do 2º pavimento (detalhes construtivos e planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

A Tabela 3, a seguir, descreve todas as inconsistências levantadas na compatibilização realizada pela autora no trecho 03. Na prancha 02 do apêndice A deste trabalho, é possível visualizar todos os pontos descritos na tabela.

Tabela 3 – Resultados da compatibilização (Trecho 03)

Tipo	nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura X Esquadrias		
a) Falta detalhe do encontro da esquadria de vidro com a parede de alvenaria indicado na arquitetura.	5	Revisar projeto de esquadria: -Necessário identificar em planta e detalhar o encontro da alvenaria com a esquadria.
c) Falta detalhe do encontro da esquadria com a veneziana indicada na arquitetura.	3	Revisar projeto de esquadria: -Identificar em planta/elevação e emitir detalhe do encontro da esquadria com a veneziana. (as venezianas indicadas na fachada não possuem projeto específico, o ideal seria o projetista de esquadria detalhar as venezianas).
g) Projeto de esquadrias não indica a modulação da esquadria no nível do mezanino.	1	Revisar projeto de esquadria: - Identificar a modulação da esquadria na planta baixa.
h) Falta indicação e detalhe do encontro da esquadria com o ACM.	1	Revisar projeto de esquadria: -Necessário identificar em planta e detalhar o encontro do ACM com a esquadria

(continua)

(continuação)

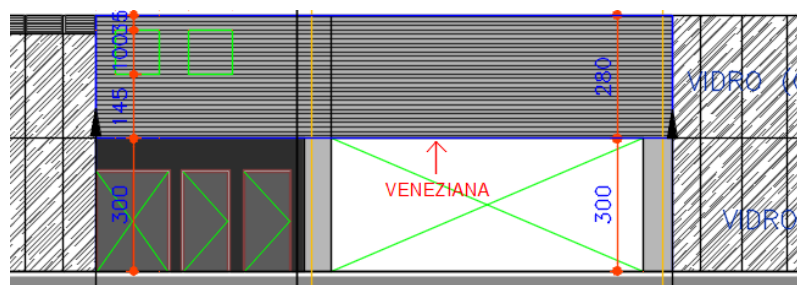
Tipo	nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura X Esquadrias		
i) Porta-corta fogo aparente na fachada, arquitetura indicou a fachada de vidro passando na frente	3	Revisar projeto de esquadria: -Fazer uma porta de vidro que abra no sentido da floreira. (neste caso será necessário retirar vaso de planta na floreira para abertura da porta de vidro, ou avaliar a possibilidade de alterar o acesso à floreira para mesma posição que a porta se encontra no mezanino do 3º pavimento.
j) Falta detalhe do encontro da esquadria com Pilar	1	Revisar projeto de esquadria: - Avaliar a viabilidade de inserir vidro em frente ao pilar, sem perder o alinhamento da fachada ou aumentar pilar, alinhando com a esquadria ou arquitetura prever acabamento para ao pilar (placa cimentícia).
k) Nível da floreira na elevação não está de acordo com a indicada na arquitetura e estrutura CA.	4	Revisar projeto de esquadria: - Ajustar os níveis das floreiras de acordo com projeto de arquitetura.
l) Nível da Marquise não está de acordo com o indicado na arquitetura e estrutura metálica.	1	Revisar projeto de esquadria: - Ajustar o nível da marquise.
2. Estrutura CA X Esquadrias		
d) Detalhe de fixação indicado pelo projeto de esquadria não se aplica para posição indicada.	2	Revisar projeto de esquadria: -Fixação superior na laje maciça; -Fixação superior na laje nervurada.

Fonte: (elaborada pela autora)

6.2.2.4 Trecho 04

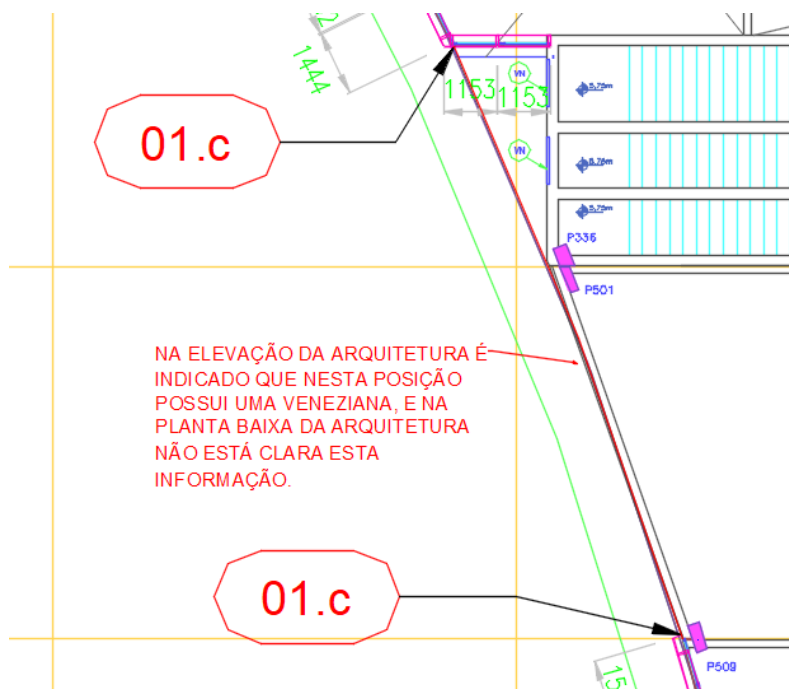
Após análise do trecho 04, identificou-se a falta de detalhamento do encontro da fachada de vidro com a parede de alvenaria, assim como identificados em outros trechos. Também foi identificada a falta de detalhamento no encontro da esquadria com a alvenaria e com a veneziana no nível do mezanino do térreo entre os eixos Q-S. É importante destacar que o projeto de arquitetura não identifica a posição desta veneziana em planta baixa, a veneziana em questão aparece somente no desenho da elevação, dificultando a compreensão de quem analisa o projeto, situação observada na Figura 41 e na Figura 42 a seguir.

Figura 41 – Veneziana x esquadria (elevação)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

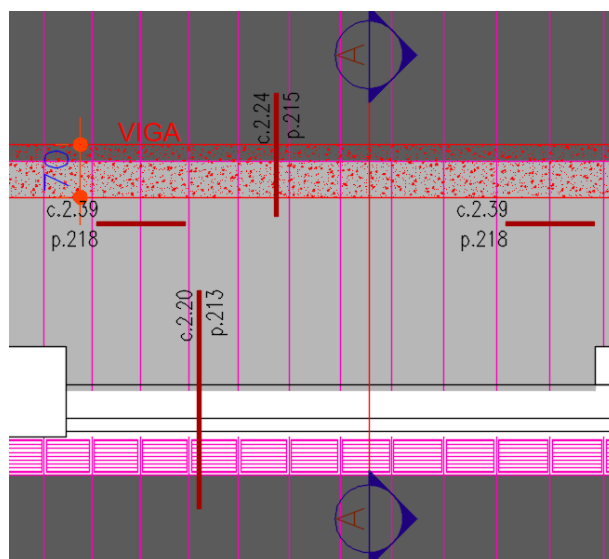
Figura 42 – Veneziana x esquadria (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

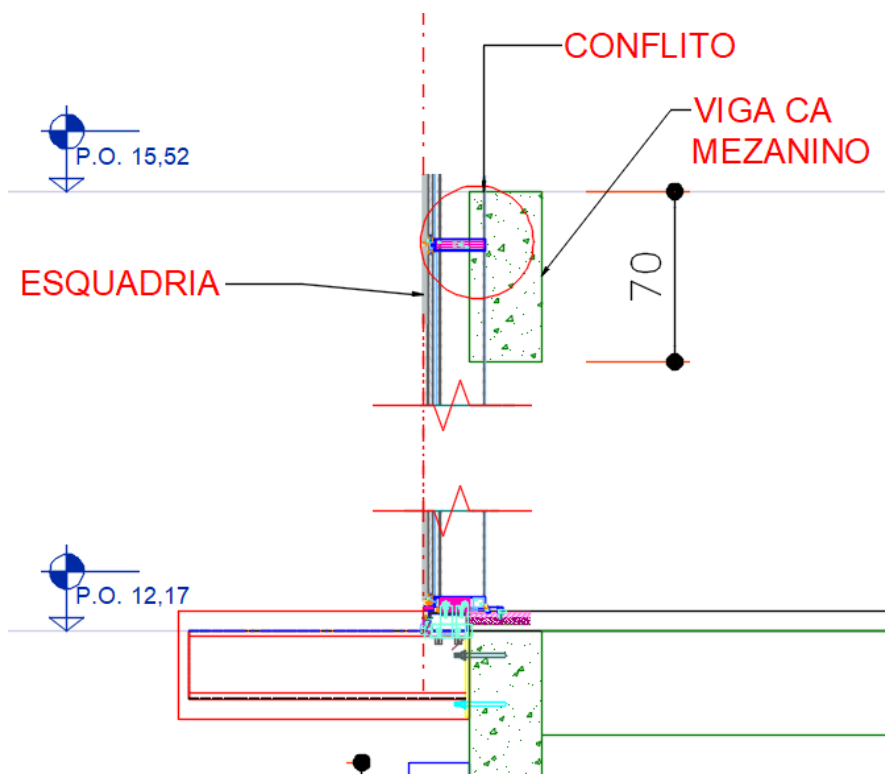
Neste trecho também foram identificadas vigas no nível do mezanino que não foram consideradas no projeto de arquitetura e esquadria, um exemplo está ilustrado na Figura 43. Diante do exposto o corte c.2.20 e o c.2.24 indicados no projeto de esquadria não se aplicam para essa situação, pois ao confrontar o detalhamento com a estrutura do edifício percebe-se que a travessa da esquadria se sobrepõe à posição da viga, essa situação pode ser observada no corte AA, elaborado pela autora e ilustrado na Figura 44.

Figura 43 – Viga x esquadria (elevação)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Figura 44 – Corte AA



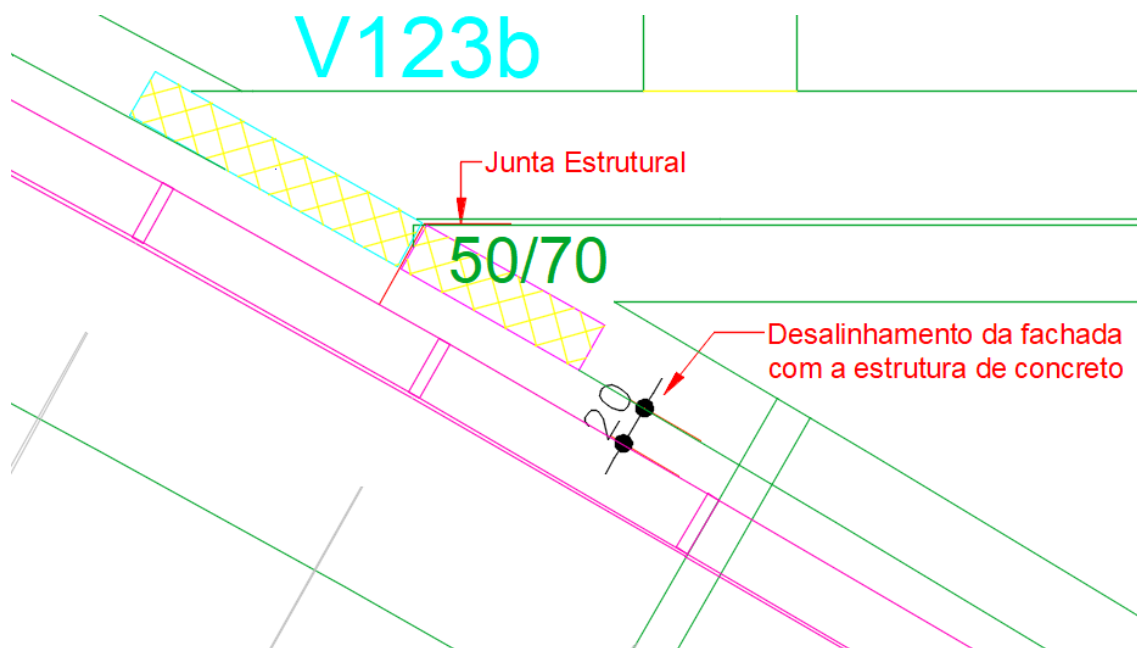
Fonte: (elaborada pela autora)

Os níveis de todas as floreiras e o nível da marquise do 4º pavimento não correspondem ao indicado na arquitetura. Além disso o projeto da arquitetura apresenta trechos no 2º pavimento e no nível do mezanino onde a fachada de vidro é interrompida por paredes de alvenaria e que não foram consideradas pelo projeto de fachada na locação da esquadria.

Também se observou que o projeto de arquitetura indica uma porta de acesso no térreo e três portas de acesso ao terraço que não foram consideradas no projeto de esquadria; no caso do térreo a porta é indicada em planta baixa, mas não foi considerada na elevação, diferente das portas do terraço que não estão indicadas em nenhuma parte do projeto de esquadria.

Em relação à análise da esquadria com o projeto estrutural, foi observado o conflito físico entre a locação da esquadria e o pilar de concreto armado no nível do térreo e mezanino. Outrossim, foi identificado que o projeto de esquadria não considerou a junta estrutural entre o setor 1 e o setor 2 na sua modulação em todos os pavimentos, e que a esquadria neste trecho está desalinhada com a estrutura do edifício, deixando um vão de 20 cm entre eles, conforme ilustrado na Figura 45 abaixo.

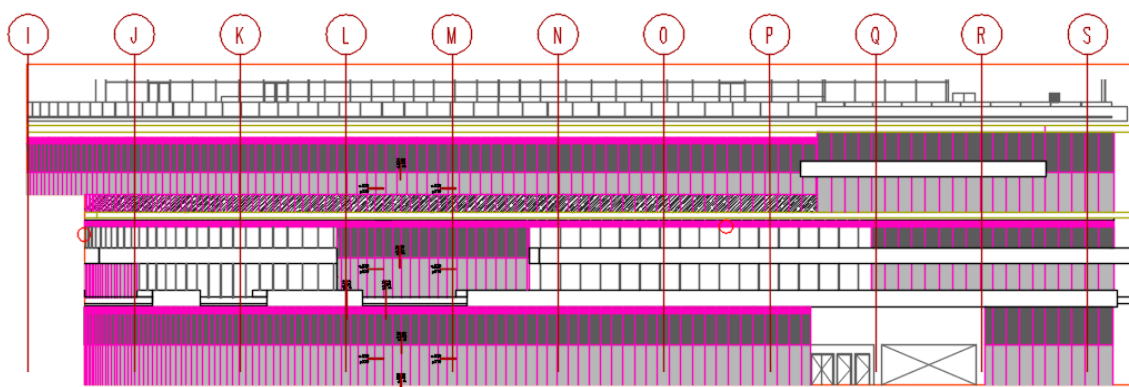
Figura 45 – Conflito com estrutura de concreto armado (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Ainda se destaca a falta de detalhes de execução no projeto de esquadria para o trecho 04 analisado. O projeto de esquadria possui chamada de detalhes de execução apenas entre os eixos L e M, conforme ilustrado na Figura 46. É importante que sejam executados detalhes construtivos contemplando toda a fachada, pois o projeto arquitetônico não possui simetria e o projeto de estruturas não possui dimensão de vigas padronizadas, sendo assim, o detalhe de fixação indicado em um trecho pode não ser aplicável para outro.

Figura 46 – Detalhes construtivos (elevação)



Fonte: (acervo da gerenciadora)

A Tabela 4, a seguir, descreve todas as inconsistências levantadas na compatibilização do trecho 04 e na prancha 03 do apêndice A deste trabalho, é possível visualizar todos os pontos descritos na tabela.

Tabela 4 – Resultados da compatibilização (Trecho 04)

Tipo	nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura x Esquadrias		
a) Falta detalhe do encontro da esquadria de vidro com a parede de alvenaria indicado na arquitetura.	9	Revisar projeto de esquadria: -Identificar este encontro entre diferentes elementos no projeto (planta e/ou elevação) e emitir detalhe.
c) Falta detalhe do encontro da esquadria com a veneziana indicada na arquitetura.	2	Revisar projeto de esquadria: -Identificar em planta/elevação e emitir detalhe do encontro da esquadria com a veneziana. (As venezianas indicadas na fachada não possuem projeto específico, o ideal seria o projetista de esquadria detalhar as venezianas).
e) Identificada viga aparente no nível mezanino que não foram consideradas no projeto de esquadria. Neste caso o detalhe do corte indicado c.24 da prancha 215 e o c.20 da prancha não se aplicam para esse caso.	2	Revisar projeto de esquadria: -Inserir <i>shadow-box</i> conforme dimensão das vigas identificadas na fachada; Emitir detalhe da esquadria com <i>shadow-box</i> , ou -Arquitetura especificar acabamento para viga; -Revisar os detalhes de fixação, considerando o alinhamento com a viga indicada.
k) Nível da floreira na elevação não está de acordo com a indicada na arquitetura e estrutura CA.	6	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar os níveis das floreiras de acordo com projeto de arquitetura.
l) Nível da Marquise não está de acordo com o indicado na arquitetura e estrutura metálica.	1	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar o nível da marquise.
m) Trecho destacado não possui esquadria.	1	Revisar projeto de esquadria: -Remover esquadria, pois nesta posição é somente parede de alvenaria; -Indicar detalhe do encontro da esquadria com a alvenaria.
n) Arquitetura indica portas de acesso que não estão indicadas no projeto de esquadria.	3	Revisar projeto de esquadria: -Incluir portas PV8 no projeto (indicar na planta baixa e na elevação).
o) Veneziana de 50 cm que faz composição com a fachada de vidro continua na parede de alvenaria, falta detalhe da fixação da veneziana na alvenaria.	2	Revisar projeto de esquadria. -Identificar na elevação emitir detalhe de fixação.
2. Estrutura CA X Esquadrias		
e) conflito físico entre esquadria e pilar	1	Revisar projeto estrutural -Ajustar geometria do pilar de acordo com o alinhamento da arquitetura.
f) esquadria desconsiderou a junta de dilatação estrutural em diversos níveis.	6	Revisar projeto de esquadria: -Incluir junta de dilatação na modulação da esquadria entre estrutura do Setor 1 com Setor 3, assim como foi considerado entre setor 3 e setor 8.

(continua)

(continuação)

Tipo	nº de ocorrências	Ação
2. Estrutura CA X Esquadrias		
g) Locação da esquadria desalinhada com a estrutura de CA em diversos níveis	6	Revisar projeto de esquadria: -Revisar locação da alvenaria em planta baixa (alterará a modulação da esquadria), e os detalhes de fixação considerando o projeto estrutural.
4. Esquadra x Esquadrias		
b) Trecho analisado não indica chamadas de detalhes de execução. Elevação do projeto de esquadria apresenta chamada de detalhes apenas entre os eixo L-N. É importante que os detalhes sejam emitidos contemplando toda a fachada, uma vez que o projeto de arquitetura não possui simetria, assim como o projeto estrutural não possui dimensão de vigas padronizadas.	1	Revisar projeto de esquadria: -Indicar chamada e emitir detalhes de fixação e composição da esquadria, observando a estrutura de CA.

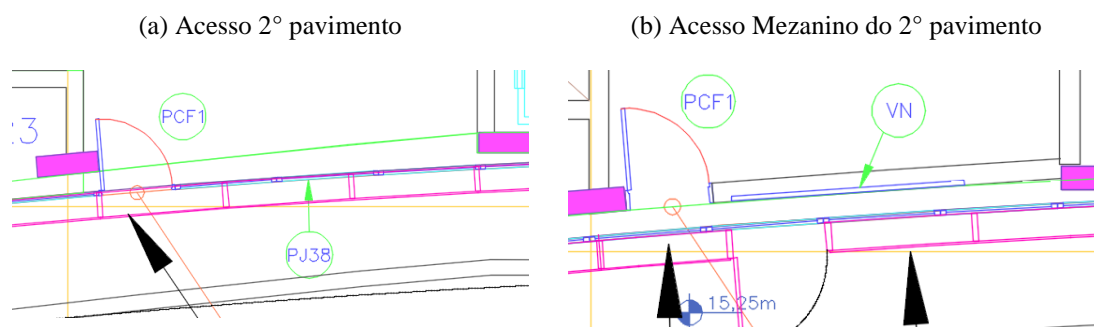
Fonte: (elaborada pela autora)

6.2.2.5 Trecho 05

O trecho 05 apresenta algumas inconformidades similares as apresentadas nos trechos anteriores, tais como a falta de indicação de algumas venezianas de tomada e exaustão de ar, vigas presentes nos níveis de mezanino que não foram consideradas em projeto, falta de detalhes de fixação, e erro nos níveis de floreiras e marquises indicadas na fachada, que implicam na mudança na altura da esquadria.

Ademais, observou-se que a modulação da esquadria desconsiderou o acesso de manutenção da floreira no 2º e 3º pavimento, assim como seus respectivos mezaninos, nos quais a locação da abertura não corresponde à posição indicada na arquitetura. Este conflito pode ser observado na Figura 47.

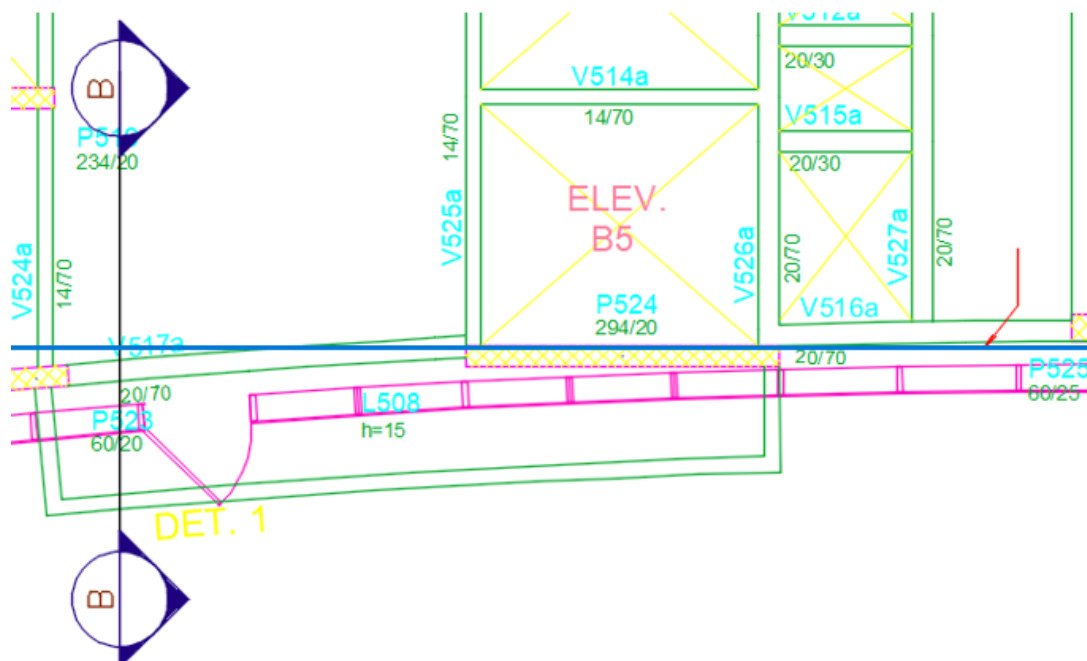
Figura 47 – Acesso de manutenção as floreiras (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

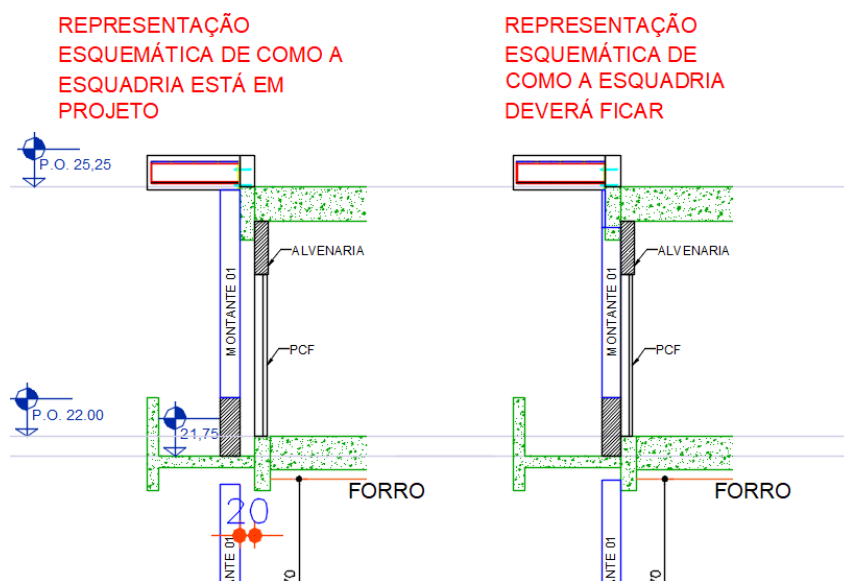
Entre o projeto de estrutura de concreto armado e o projeto de esquadrias, identificou-se o desalinhamento da locação da esquadria em relação às vigas, como pode ser observado na Figura 48. Entretanto, neste trecho o alinhamento da esquadria com a viga implica no conflito da esquadria com o pilar P524, além disso, no nível do 4º pavimento a viga encontra-se alinhada com o pilar P524. O alinhamento das vigas nos pavimentos está ilustrado no corte BB da Figura 49.

Figura 48 – Locação da esquadria no mezanino do 2º pavimento (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Figura 49 – Corte BB



Fonte: (elaborada pela autora)

A Tabela 5 a seguir descreve todas as inconsistências levantadas na compatibilização do trecho 05 e na prancha 04 do apêndice A deste trabalho é possível visualizar todos os pontos descritos na tabela.

Tabela 5 – Resultados da compatibilização (Trecho 05)

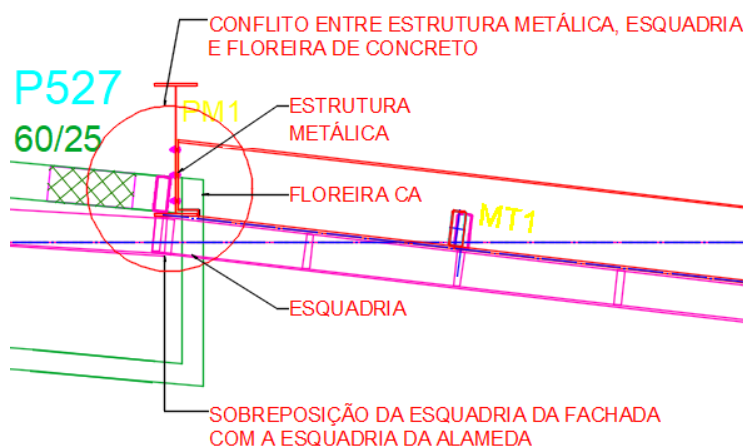
Tipo	nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura x Esquadrias		
d) Esquadria desconsiderou a veneziana existente na fachada.	3	Revisar projeto de esquadria: -Indicar venezianas conforme indicada posição indicada na arquitetura, e emitir detalhe do encontro da esquadria com a veneziana.
e) Identificada viga aparente no nível mezanino que não foi considerada no projeto de esquadria.	3	Revisar projeto de esquadria: -Inserir <i>shadow-box</i> conforme dimensão das vigas identificadas na fachada; -Emitir detalhe da esquadria com <i>shadow-box</i> , ou arquitetura especificar acabamento para viga; -Revisar os detalhes de fixação, considerando o alinhamento com a viga indicada.
k) Nível da floreira na elevação não está de acordo com a indicada na arquitetura e estrutura CA.	4	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar os níveis das floreiras de acordo com projeto de arquitetura.
l) Nível da Marquise não está de acordo com o indicado na arquitetura e estrutura metálica.	1	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar o nível da marquise (aumentará a dimensão da fachada de vidro).
p) Esquadria não considerou em planta baixa a abertura para acesso à floreira conforme indicado na arquitetura.	3	Revisar projeto de esquadria: -Indicar abertura na modulação da esquadria no 2º pavimento; -Ajustar posição da abertura conforme indicado na arquitetura no mezanino do 2º e no 3º pavimento.
2. Estrutura Ca X Esquadrias		
g) Locação da esquadria desalinhada com a viga da estrutura de CA em diversos níveis. Nesta situação as vigas estão recuadas a 20 cm da posição indicada da esquadria, impossibilitando a fixação da esquadria na viga.	6	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar locação da alvenaria em planta baixa (alterará a modulação da esquadria), e os detalhes de fixação considerando o projeto estrutural. Revisar projeto de estrutura de CA: -Para manter o alinhamento da fachada de vidro o pilar 524 deverá recuar, alinhando com as vigas adjacentes; -Outra possibilidade é contornar com a esquadria de vidro pilar na posição que ele está indicado, neste caso a fachada perderá o alinhamento inicial. Revisar projeto arquitetônico: -Retirar alvenaria ao lado do pilar 524 e em frente aos <i>shafts</i> para locação da esquadria.
4. Esquadra x Esquadrias		
c) Falta detalhe de fixação da esquadria do nível mezanino 3º pavimento na estrutura do 4º pavimento. Neste caso a esquadria se projetará parcialmente abaixo da viga após ajustes do item 02.g (ver corte BB).	1	Revisar projeto de esquadria: -Indicar chamada em planta e emitir detalhe.

Fonte: (elaborada pela autora)

6.2.2.6 Trecho 06

O trecho 06 apresenta incompatibilidades similares ao descrito no trecho 02 em relação à locação da estrutura metálica com a esquadria. Neste trecho, a locação da esquadria também conflita com a posição da floreira de concreto armado no nível do mezanino do 2º pavimento e o pilar da estrutura metálica, conforme ilustrado na Figura 50 a seguir.

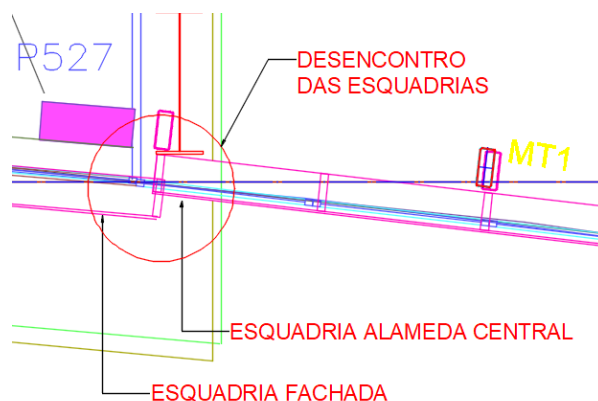
Figura 50 – Conflito entre esquadria, estrutura de CA e estrutura metálica (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

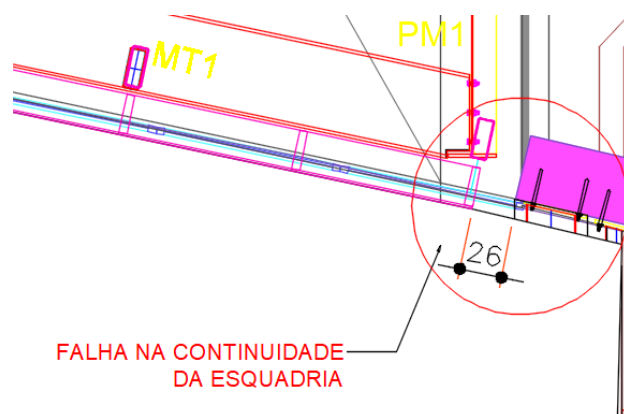
Outra situação encontrada no trecho 06 refere-se ao encontro da esquadria da alameda central com a esquadria do restante da fachada. No nível do térreo as esquadrias estão totalmente desencontradas, conforme mostra a Figura 51, e nos níveis a partir do segundo pavimento a modulação da esquadria segue a mesma indicada no térreo, o que implica na esquadria terminando antes de encontrar a parede de alvenaria da loja comercial, deixando assim uma abertura em toda a alameda conforme ilustrado na Figura 52.

Figura 51 – Locação da esquadria no nível do 2 mezanino do térreo



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Figura 52 – Localização da esquadria no nível do 2º pavimento



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

A Tabela 6 a seguir descreve todas as inconsistências levantadas na compatibilização do trecho 06 e na prancha 05 do apêndice A deste trabalho é possível visualizar todos os pontos descritos na tabela.

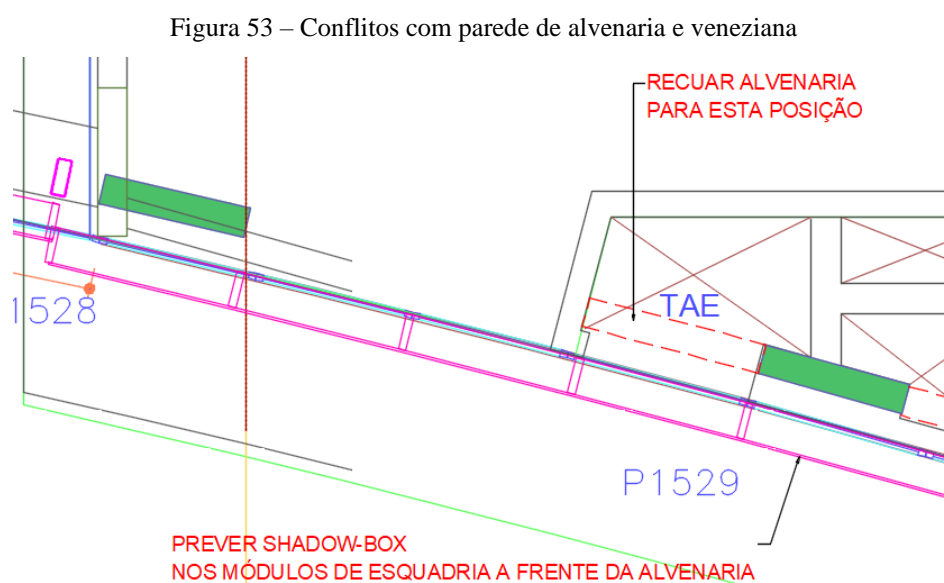
Tabela 6 – Resultados da compatibilização (Trecho 06)

Tipo	nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura x Esquadrias		
b) Modulação da esquadria está terminando antes do indicado no projeto de arquitetura. A modulação da esquadria da alameda deverá ser revisada, a esquadria deverá ir até pilar 1528, pois nos níveis a partir do 2º pavimento está ficando uma abertura entre a esquadria e o pilar.	3	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar modulação e indicar detalhe do encontro da esquadria com pilar de CA.
l) Nível da Marquise não está de acordo com o indicado na arquitetura e estrutura metálica.	1	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar o nível da marquise (aumentará a dimensão da fachada de vidro).
2. Estrutura X Esquadrias		
h) Floreira de CA está em conflito com a locação da estrutura metálica auxiliar da esquadria.	1	Revisar projeto de estrutura CA: -Alinhar floreira no pilar 527.
3. Estrutura Metálica X Esquadrias		
a) Estrutura metálica auxiliar solicitada pelo projeto de esquadria foi desconsiderado pelo projeto de estrutura metálica devido a locação do pilar metálico PM1 para apoio da cobertura (<i>skylight</i>).	1	Revisar projeto de esquadria: -Avaliar viabilidade de fixar esquadria no pilar PM1.
c) Leve desalinhamento em relação ao eixo Y entre a estrutura metálica auxiliar solicitada pelo projetista de esquadria e o projeto de estrutura metálica.	1	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar modulação da esquadria para fixar na estrutura metálica.
4. Esquadra X Esquadrias		
d) Desalinhamento dos projetos de esquadria.	2	Revisar projeto de esquadria: -Alinhar projeto da fachada de vidro com a fachada da alameda central (Prancha 203 e 100).

Fonte: (elaborada pela autora)

6.2.2.7 Trecho 07

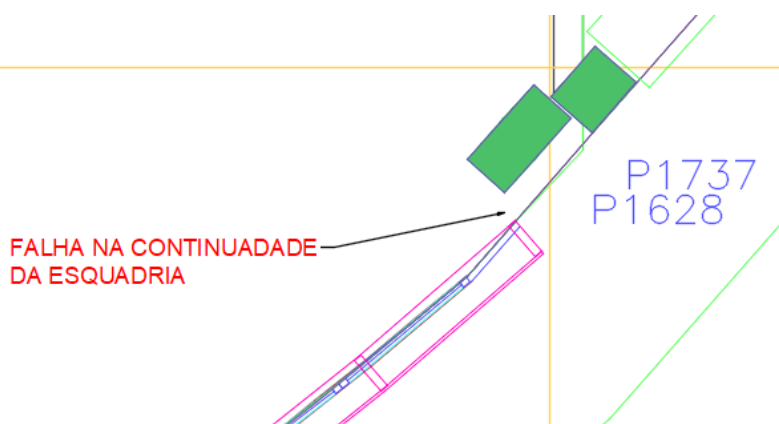
A esquadria do trecho 07 deverá ser alinhada com a da alameda central, conforme mostrado no trecho 06. Este alinhamento implicará no conflito físico com a alvenaria do *shaft* da tomada de ar da escada pressurizada, dessa forma a estrutura de concreto deverá aumentar a viga para dar apoio a essa alvenaria que recuará. Além disso, o projeto de esquadria não indicou nos módulos que estão à frente da alvenaria o acabamento com *shadow-box* e não previu no nível do mezanino a veneziana da tomada de ar, que faz composição com essa esquadria. A Figura 53 ilustra estes conflitos identificados.



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

A locação da esquadria neste trecho apresenta falhas de continuidade na modulação, deixando algumas aberturas no edifício, conforme pode ser visualizado na Figura 54

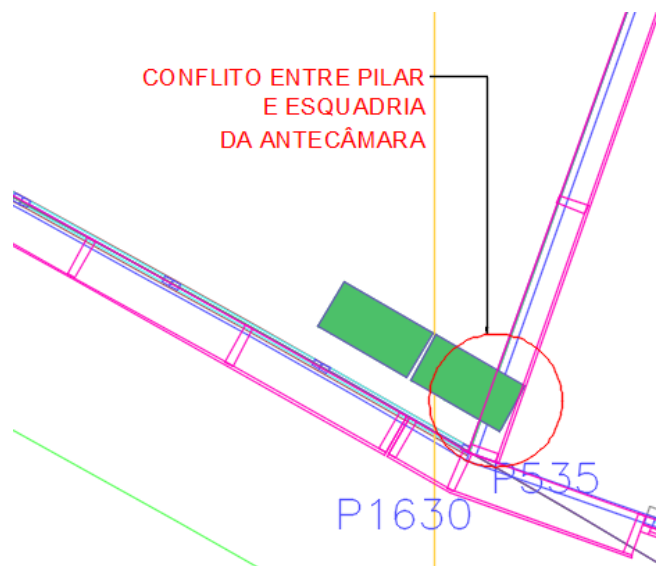
Figura 54 – Erro na locação da esquadria (planta baixa)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Neste trecho também foi encontrado conflito entre a locação da esquadria e a estrutura de concreto armado, conforme ilustrado na Figura 55 a seguir.

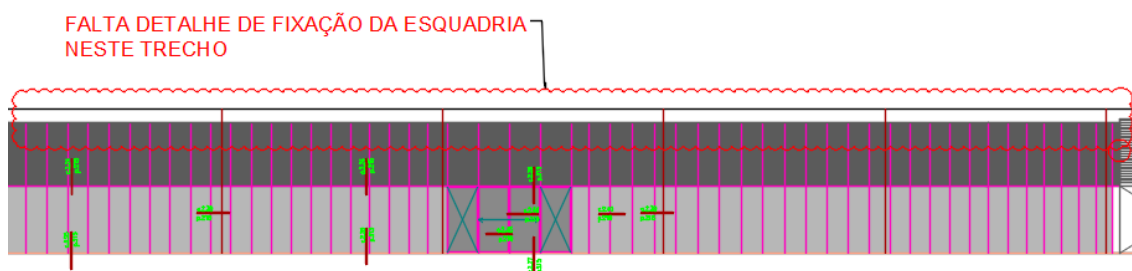
Figura 55 – Conflito com estrutura de CA



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Por último, destaca-se a falta de detalhamento da fixação da esquadria do mezanino na estrutura do 2º pavimento (Figura 56). É importante destacar que após alinhamento da esquadria com restante da fachada, a esquadria se projetará abaixo da viga do segundo pavimento.

Figura 56 – Detalhes projeto de esquadria (elevação)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

A Tabela 7 descreve todas as inconsistências levantadas na compatibilização do trecho 05 e na prancha 06 do apêndice A deste trabalho é possível visualizar todos os pontos descritos na tabela.

Tabela 7 – Resultados da compatibilização (Trecho 07)

Tipo	nº de ocorrências	Ação
1. Arquitetura X Esquadrias		
b) Modulação da esquadria está terminando antes do indicado no projeto de arquitetura.	3	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar modulação da esquadria para que ela termine conforme indicação da arquitetura, visando o fechamento do edifício; -Identificar em planta e emitir detalhe do encontro dos diferentes materiais (alvenaria x esquadria/ pilar x alvenaria).
c) Falta detalhe do encontro da esquadria com a veneziana indicada na arquitetura.	1	Revisar projeto de esquadria: -Identificar em planta/elevação e emitir detalhe do encontro da esquadria com a veneziana. (As venezianas indicadas na fachada não possuem projeto específico, o ideal seria o projetista de esquadria detalhar as venezianas).
d) Esquadria desconsiderou a veneziana existente na fachada.	1	Revisar projeto de esquadria: -Indicar venezianas conforme posição indicada na arquitetura; -Indicar chamada e emitir detalhe do encontro da esquadria com a veneziana.
e) conflito físico entre esquadria e pilar	1	Revisar projeto de esquadria: -Ajustar modulação da esquadria, levando em consideração o pilar P1630; -indicar chamada e emitir detalhe da fixação da esquadria no pilar.
f) vidro em frente a parede de alvenaria é translúcido, logo deverá ser previsto acabamento.	1	Revisar projeto de esquadria: -Inserir <i>shadow-box</i> nos módulos de esquadria que estão locados em frente a parede de alvenaria.
2. Estrutura X Esquadrias		
g) Locação da esquadria desalinhada com o alinhamento do edifício. (Ocorre na planta de locação da esquadria do térreo e na locação da esquadria do nível do mezanino)	2	Revisar projeto de esquadria: -Revisar locação da alvenaria em planta baixa (alterará a modulação da esquadria), e os detalhes de fixação superior na viga do 2º pavimento. Revisar projeto de arquitetura: -Recuar alvenaria do <i>shaft</i> de tomada de ar da escada pressurizada para esquadria alinhar no pilar P1529. Revisar projeto de estrutura: -Aumentar viga V151a até o alinhamento do P1529, pois a alvenaria que será recuada necessitará de base.
4. Esquadra X Esquadrias		
b) Trecho analisado não indica chamadas de detalhes de execução relacionado à fixação superior da esquadria do mezanino na estrutura do 2º pavimento. Observar corte esquemático elaborado pela autora.	1	Revisar projeto de esquadria: -Indicar chamada e emitir detalhes de fixação observando a estrutura de CA. Observar que a esquadria deverá se projetar parcialmente abaixo da viga V1513, desta forma a fixação deverá ser quase na sua totalidade na parte inferior da viga. (observar corte esquemático elaborado pela autora)

Fonte: (elaborada pela autora)

6.2.3 Considerações finais da análise e compatibilização de projetos

A análise e compatibilização do projeto resultou no total de 128 incompatibilidades entre os projetos, conforme pode ser observado na Tabela 8 a seguir.

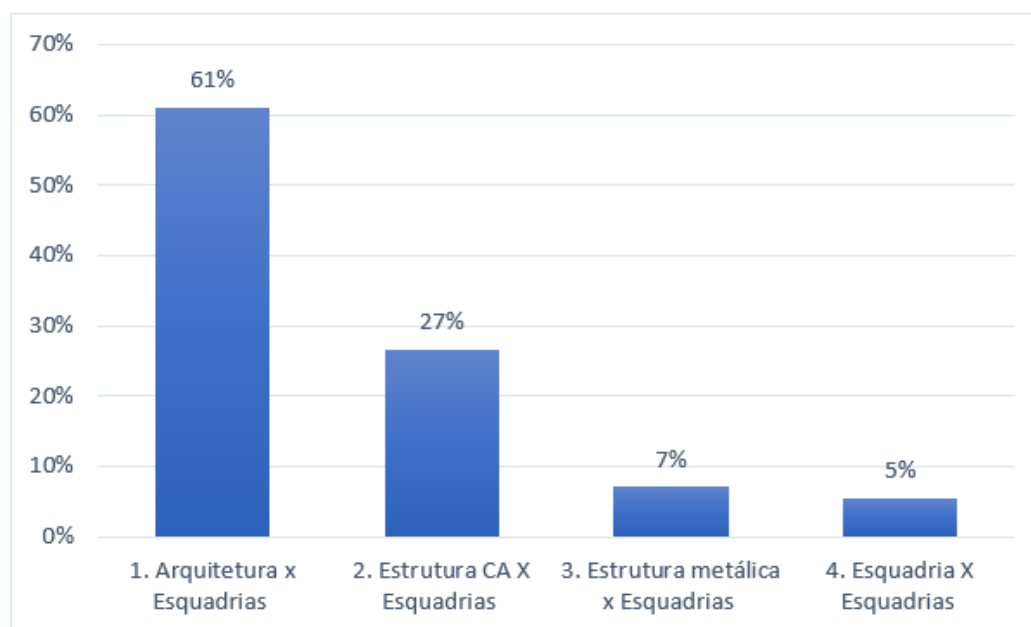
Tabela 8 – Resultado da análise entre projetos

Tipo	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 4	Trecho 5	Trecho 6	Trecho 7	Total
1. Arquitetura x Esquadrias	8	19	26	14	4	7	78
2. Estrutura CA X Esquadrias	10	2	13	6	1	2	34
3. Estrutura metálica x Esquadrias	7	-	-	-	2	-	9
4. Esquadria X Esquadrias	2	-	1	1	2	1	7
Total	27	21	40	21	9	10	128

Fonte: (elaborada pela autora)

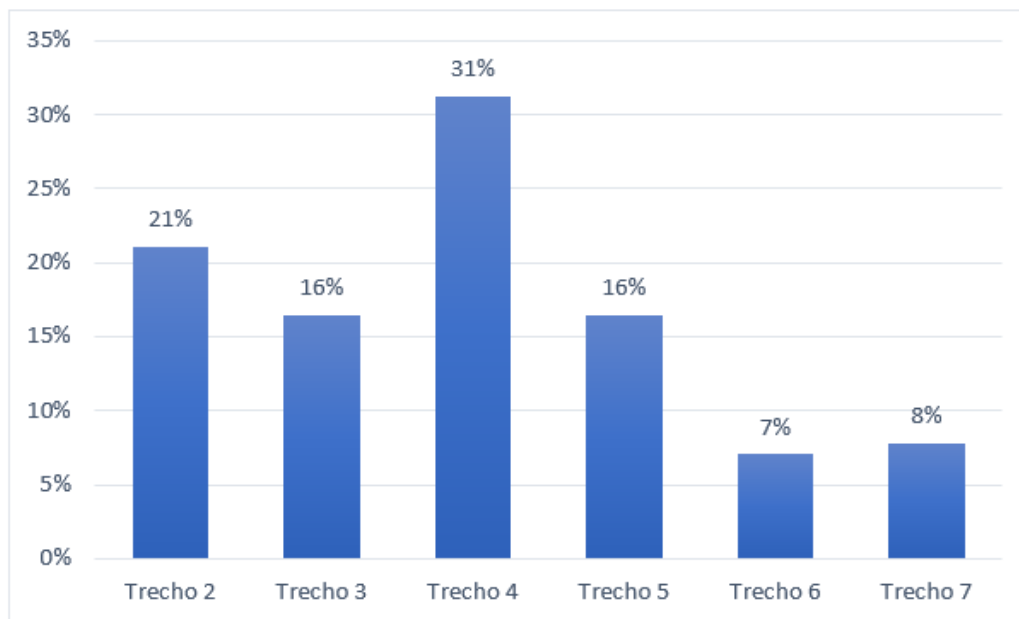
A partir da Tabela 8 pode-se identificar que a maior incidência de incompatibilidades ocorrem entre o projeto de esquadria e o de arquitetura e dentre os sete trechos analisados, o que apresenta maior número de incompatibilidades é o trecho 04, como pode-se observar no Gráfico 1 e no Gráfico 2, respectivamente.

Gráfico 1 – Resultados de incompatibilidades entre projetos



Fonte: (elaborado pela autora)

Gráfico 2 – Resultados incompatibilidades nos trechos analisados



Fonte: (elaborado pela autora)

É importante destacar que a arquitetura deve apresentar dados suficientes para que os projetos complementares possam ser desenvolvidos com maior assertividade. Também é importante estabelecer um escopo bem definido dos projetos contratados, incluindo quantas revisões o projeto contempla.

Por fim, destaca-se que devido aos projetos serem contratados em CAD dificultou o processo de compatibilização, dado que para determinadas situações foram necessárias a elaboração de cortes esquemáticos para compreensão espacial dos itens vistos em planta baixa, e para confrontar com os detalhes construtivos do projeto de esquadria. Caso os projetos tivessem sido executados em plataforma BIM, otimizaria o tempo dessa análise entre a interface dos projetos, pois não seria necessário elaborar cortes manualmente, visto que a modelagem 3D auxiliaria na compreensão espacial dos projetos.

6.3 SOLUÇÕES DE INCOMPATIBILIDADES EM OBRA

O levantamento de dados relacionado à execução teve seu encerramento em 31 de março de 2022, período em que a fachada de vidro se encontrava em fase de execução na obra. Desta forma nem todos os conflitos descritos no capítulo 6.2 foram resolvidos a tempo de documentar neste trabalho, ainda assim serão descritas as situações identificadas até este ponto.

A estrutura de concreto armado teve início em 2019 e sua conclusão no ano de 2021, portanto os conflitos encontrados que dependiam de alterar a estrutura de concreto armado não puderam ser ajustadas em projeto antes de sua execução. Para as vigas que precisaram ser aumentadas para dar apoio à esquadria no trecho 02 e para dar apoio à alvenaria que recuou no trecho 07, contratou-se uma empresa para fazer projeto e execução destas vigas, resultando num custo adicional não planejado.

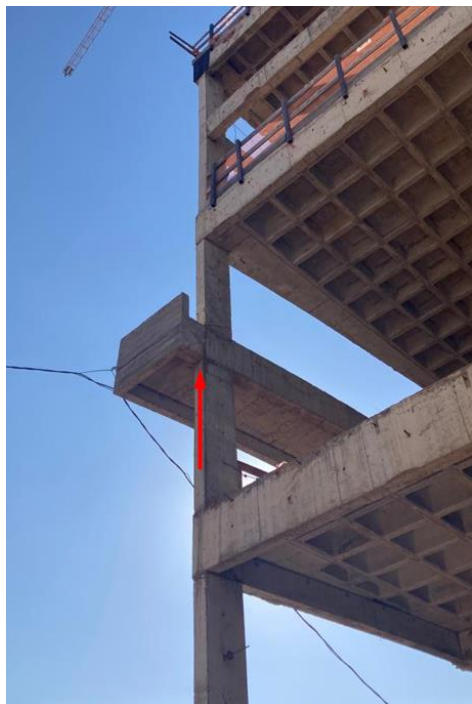
O conflito no trecho 02, na alameda central, relacionado à falta de espaço para locação da esquadria entre as floreiras de concreto e a estrutura metálica também não puderam ser resolvidos na fase de projeto da estrutura de CA. Ao observar a falta de espaço para execução da esquadria foi contratado o levantamento topográfico para medir o espaço real disponível, e como constatado na compatibilização de projetos deste trecho, o espaço para locação da esquadria é insuficiente. Esta situação não foi solucionada até o fim do levantamento desta pesquisa, todavia, discutiu-se demolir as peças em concreto armado que formam as floreiras para execução da esquadria, ou mudar o projeto neste trecho inserindo chapas de ACM. As duas soluções apresentadas descaracterizam o projeto original e implicam em custos adicionais não planejados, além da falta de definição para esta situação resultar no atraso do planejamento geral da obra, uma vez que o fechamento da fachada dará estanqueidade para o edifício e liberará as atividades que dependem deste fechamento para iniciar.

A estrutura metálica da alameda central também foi executada sem revisão no projeto para atender às esquadrias, sendo assim a modulação da esquadria da alameda central, que foram descritas no trecho 02 e 06, deverão ser alteradas para alinhar os montantes na estrutura metálica, permitindo assim sua fixação.

Na locação da estrutura metálica no trecho 06, foi identificado em obra o conflito do pilar metálico com a floreira de concreto armado no nível do mezanino do 2º pavimento. Para viabilizar a execução da estrutura metálica foi realizado o recorte e reforço da estrutura da floreira, conforme observado na Figura 57. Um ponto que não foi observado é que o recorte deveria ser maior, para que haja espaço para locação da esquadria, conforme identificado no item 2.h da compatibilização do trecho 6, sendo assim a floreira deverá ser recortada e reforçada novamente, gerando o “retrabalho do retrabalho”.

Figura 57 – Floreira de CA do trecho 06

(a) Floreira de CA executada conforme projeto



(b) Recorte da floreira para locação da estrutura metálica



Fonte: (registro fotográfico da autora na obra)

Algumas venezianas, que constam no projeto da fachada e que não foram consideradas na revisão zero do projeto de esquadria ainda se encontram sem solução. O projeto de esquadria apresentou solução apenas para as venezianas que fazem composição com a esquadria no trecho 05, as demais o projetista não identificou como sendo seu escopo e devido à falta de informação do projeto de arquitetura, não foram emitidos detalhes construtivos do encontro da esquadria com as venezianas. A gerenciadora optou por não incluir o projeto das venezianas no escopo do projetista de esquadria por julgar que essa situação poderia ser solucionada em obra.

Como esperado a falta de projeto executivo dessas venezianas e a falta de detalhe do encontro dos dois elementos (esquadria de vidro e veneziana) resultou na execução equivocada de alguns destes elementos, sem a devida atenção em relação à composição com a esquadria que será executada posteriormente. Um exemplo é a veneziana da tomada de ar identificada no trecho 07 já foi executada alinhada com a alvenaria, conforme mostrado na Figura 58. A veneziana foi executada sem considerar que deveria fazer composição com a esquadria de vidro que possui montantes com 22 cm que se

projetam à frente da alvenaria, e a dimensão da veneziana executada não está conforme indicada na fachada da arquitetura.

Figura 58 – Execução de veneziana (Trecho 07)



Fonte: (registro fotográfico da autora na obra)

A falta de um projeto com informações executivas adequadas, resultou no custo de material e mão-de-obra para execução de uma veneziana que deverá ser descartada. Este erro ainda implicará no custo pelo trabalho de retirar a veneziana executada, e o aditivo por parte da empresa que executará a fachada de vidro para executar essa veneziana que não está indicada no projeto executivo contratado, sem contar no atraso no planejamento da obra devido à parada para identificar e resolver o problema.

Os acabamentos com placas de alumínio na esquadria necessários para esconder a estrutura (*shadow-box*), foram levantados pela empresa executora e cobrado aditivos por não estarem indicados no projeto contratado.

As inconformidades apontadas relacionadas a erros na modulação da esquadria, inserção de portas indicadas na arquitetura que não estavam indicadas no projeto de esquadria, nível da marquise e das floreiras, indicação de porta de acesso para manutenção da floreira, e detalhe executivo para as juntas de dilatação foram ajustados na revisão 01 do projeto de esquadrias.

O acabamento abaixo da marquise que fazia composição com a fachada de vidro no nível do mezanino do 3º pavimento teve que ser alterado para que a esquadria que se projeta abaixo da viga do 4º pavimento pudesse ser fixada. A solução encontrada pelo projetista da fachada de vidro para essa situação foi estender o ACM da marquise até a travessa da esquadria, conforme detalhe apresentado na Figura 59 a seguir.

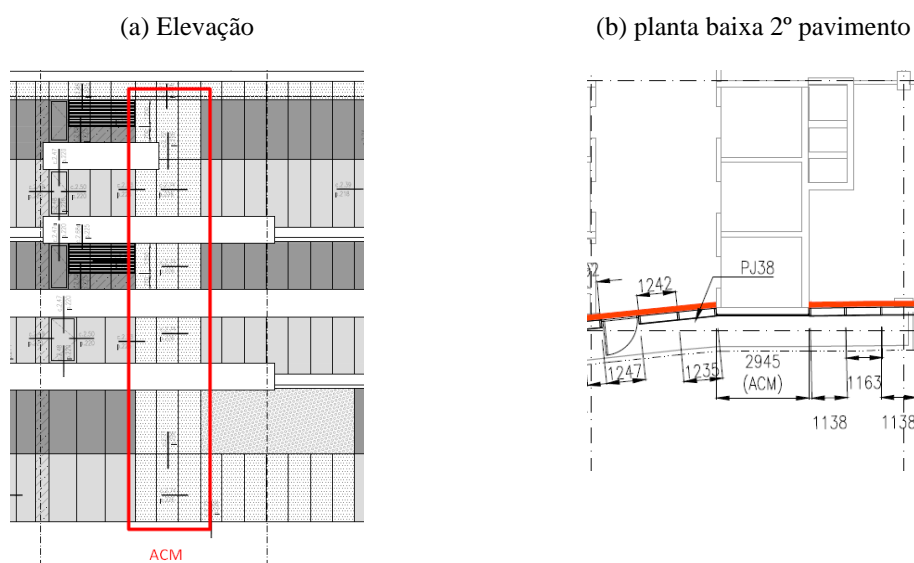
Figura 59 – Alteração de acabamento na fachada (Trecho 05)



Fonte: (acervo da gerenciadora)

O trecho 05 foi o único que não teve solução imediata, devido à estrutura estar executada e o pilar P524 não poder ser recuado. Neste trecho, para manter o alinhamento indicado na fachada, a esquadria que ficava à frente do pilar teve que ser alterada por ACM, que exige uma estruturação menor que a esquadria de vidro, como ilustrado na Figura 60. O maior prejuízo nesta situação está relacionado à estética idealizada pela arquitetura que não pode ser cumprida devido à falta de compatibilização de projeto, desde a concepção do projeto estrutural. Segundo Vedovello (2012) para os edifícios comerciais o apelo estético é um recurso importante para atrair o locatário, e a fachada de um edifício é subsistema que tem maior responsabilidade para agregar esse valor.

Figura 60 – Alteração da fachada (Trecho 05)



Fonte: (adaptado do acervo da gerenciadora)

Vale salientar que ter um projeto de arquitetura bem definido, compatibilizado com as demais disciplinas e com detalhes que atendam as diferentes interfaces que ocorrem entre elas é essencial para um orçamento assertivo. Indefinições que ficam para serem solucionadas em obra, nem sempre receberão as soluções mais eficientes, ainda sim devem ser executadas. As indefinições afetam diretamente o planejamento de uma construção, uma vez que estes pontos a serem solucionados demandam tempo para discutir uma solução, demandam tempo até para a liberação dos recursos financeiros para execução desses serviços que não estavam no escopo das empresas contratadas, resultando no atraso e replanejamento das atividades e, por consequência, no aumento do custo indireto da obra.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados do estudo de caso e da revisão bibliográfica, foi possível compreender a importância da atividade de compatibilização de projetos na gestão e coordenação de projetos, pois a falta dela pode implicar em diversos prejuízos.

Ainda se destaca a importância do trabalho simultâneo entre os projetistas, assim é possível discutir as demandas de cada disciplina ainda na concepção do produto. Para isso ocorrer é importante ter um projeto arquitetônico bem definido, pois 61% das incompatibilidades identificadas no estudo de caso estão foram da análise entre esquadria e projeto arquitetônico que está diretamente relacionada à falta de informação e definição dele.

Além disso, muitas das falhas observadas são relativas a detalhamentos de fixação do próprio projeto de esquadria de vidro. Para um projeto arquitetônico complexo como o do *shopping*, que não possui simetria e com diversos elementos em sua fachada, se torna essencial que o projetista da fachada de vidro execute detalhes que abordem as diferentes situações encontradas. Como exemplo, pode-se citar o encontro da esquadria de vidro com outros materiais da fachada, outrossim, é importante que o projeto de esquadrias considere as dimensões das vigas e pilares de estrutura de concreto armado, assim se evita vazios de projetos que só serão constatados na execução.

A fase de projetos ainda é vista como um custo por parte dos empreendedores, mas essa visão é totalmente equivocada. Conforme pode ser visto no capítulo quatro, diversos autores destacam a importância do projeto como fator decisivo no custo final de uma edificação, assim como pode ser identificado neste estudo de caso, em que ocorreram situações de retrabalho, perda de materiais e tempo de execução.

É importante que as empresas de arquitetura, engenharia e construção acompanhem a evolução tecnológica, pois projetos desenhados em ferramentas CAD dificultam o processo de compatibilização. Diversas empresas adotam a modelagem BIM pelos benefícios que ele traz para construção, desde a etapa de concepção do produto até o planejamento da obra. Entretanto, é imprescindível que a atividade de compatibilização

seja realizada independente da forma que o projeto foi contratado, e, principalmente, deve ser desenvolvida nas fases iniciais de concepção de produto.

Por fim, os objetivos propostos deste trabalho foram atingidos, pois através dos resultados foi possível ratificar a importância da compatibilização de projetos. Esse assunto é pouco trabalhado na graduação, e deveria ter mais ênfase, visto que impacta diretamente no gerenciamento, execução e controle de custos da construção.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5601: aços inoxidáveis – classificação por composição química.** 2 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas; 2011.

ABNT. **NBR 10821-1: Esquadrias para edificações - Parte 1 – Esquadrias externas e internas.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017a.

ABNT. **NBR 10821-2: Esquadrias para edificações - Parte 2 – Esquadrias externas - Requisitos e classificação.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017b.

ABNT. **NBR 12609: Alumínio e suas ligas – Tratamento de superfície–Anodização para fins arquitetônicos – Requisitos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006.

ABNT. **NBR 14125: Tratamento de superfícies do alumínio e suas ligas – Revestimento orgânico para fins arquitetônicos - Pintura.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003.

ABNT. **NBR 15737: Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - Colagem de vidros com selante estrutural.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.

ABNT. **NBR 15919: Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - Colagem de vidros com fita dupla-face estrutural de espuma acrílica para construção civil.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011.

ABNT. **NBR 16636-1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1 - Diretrizes e terminologia.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017c.

ABNT. **NBR 16636-2: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2 - Projeto arquitetônico.** 1. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017d.

ALTERNATIVAS tecnológicas para edificações. São Paulo: PINI, 2008.

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil:** estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. **Implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade em Empresas de Arquitetura.** São Paulo: EPUSP, 1998. (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, departamento de Engenharia e Construção Civil, BT/PCC/221). 21p.

CARRARO, M.; OLIVEIRA, L. A. Os impactos do processo de projeto na execução e desempenho da fachada, 2015. *In: IV Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído*, 4., 2015, Viçosa-MG. **Anais... Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa**, 2015.

FACHADAS em pele de vidro. 2016. Disponível em: <https://vidroimpresso.com.br/noticia-setor-vidreiro/fachadas-em-pele-de-vidro->. Acesso em: 13 Fev. 2022.

FIGUEROLA, V. Structural glazing: caracterizado pela colagem de vidros em caixilhos de alumínio, o sistema requer cuidados de projeto e instalação para bom desempenho e segurança. **Revista Téchné**, São Paulo, ano 13, n. 96, p. 30–34, mar. 2005.

JOVANOVICH, C. T.; MOUNZER, E. C. Evolução tecnológica do desenvolvimento de projetos nos setores de engenharia civil e arquitetura / Technological evolution of project development in the sectors of civil engineering and architecture. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 7, n. 8, p. 77089–77111, 2021.

KOWALTOWSKI, D. *et al.* **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LEUSIN, S. R. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018.

MANUAL de escopo de projetos e serviços de coordenação de projetos. 3. ed. São Paulo: [s. n.], 2019. *E-book*. Disponível em: <http://www.manuaisdeescopo.com.br/manual/>. Acesso em: 30 Jan. 2022.

MANZIONE, L.; MELHADO, S.; JR., C. L. **BIM e Inovação em Gestão de Projetos**. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2021.

MEDEIROS, J. S. *et al.* **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2014.

MELHADO, S. B. *et al.* **Coordenação de Projetos de Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B.; VIOLANI, M. A. F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1992. (Texto técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/02).

MEREB, Márcia Pellegrini et al. Guia para arquitetos na aplicação da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575. São Paulo: ASBEA, p. 56, 2015.

OLIVEIRA, L. A. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves**. 2009. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2009.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK®)**. 5 ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. 2013.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

ROSSO, S. Cortina de vidro: o que considerar no projeto de fachada-cortina e como evitar sobrecarga de ar-condicionado. **Revista Técnica**, São Paulo, ano 15, n. 122, p. 42–50, maio 2007.

SACKS, R. *et al.* **Manual de BIM: Um guia da modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SANTOS, M. M. dos S. **Análise crítica da execução de uma fachada de vidro**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

SILVA, M. V. M. F. P. **As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações**. 2005. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

SILVA, T. F. L. **Início do Projeto e Gestão do Escopo do Projeto**: Aula 2 do curso de Introdução aos princípios e práticas de Gestão de Projetos. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.coursera.org/learn/projeto-aplicado?> Acesso em: 28 Jan. 2022.

SILVA, M. V. M. F. P.; NOVAES, C. C. A coordenação de projetos de edificações: Estudo de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 44–78, 2008.

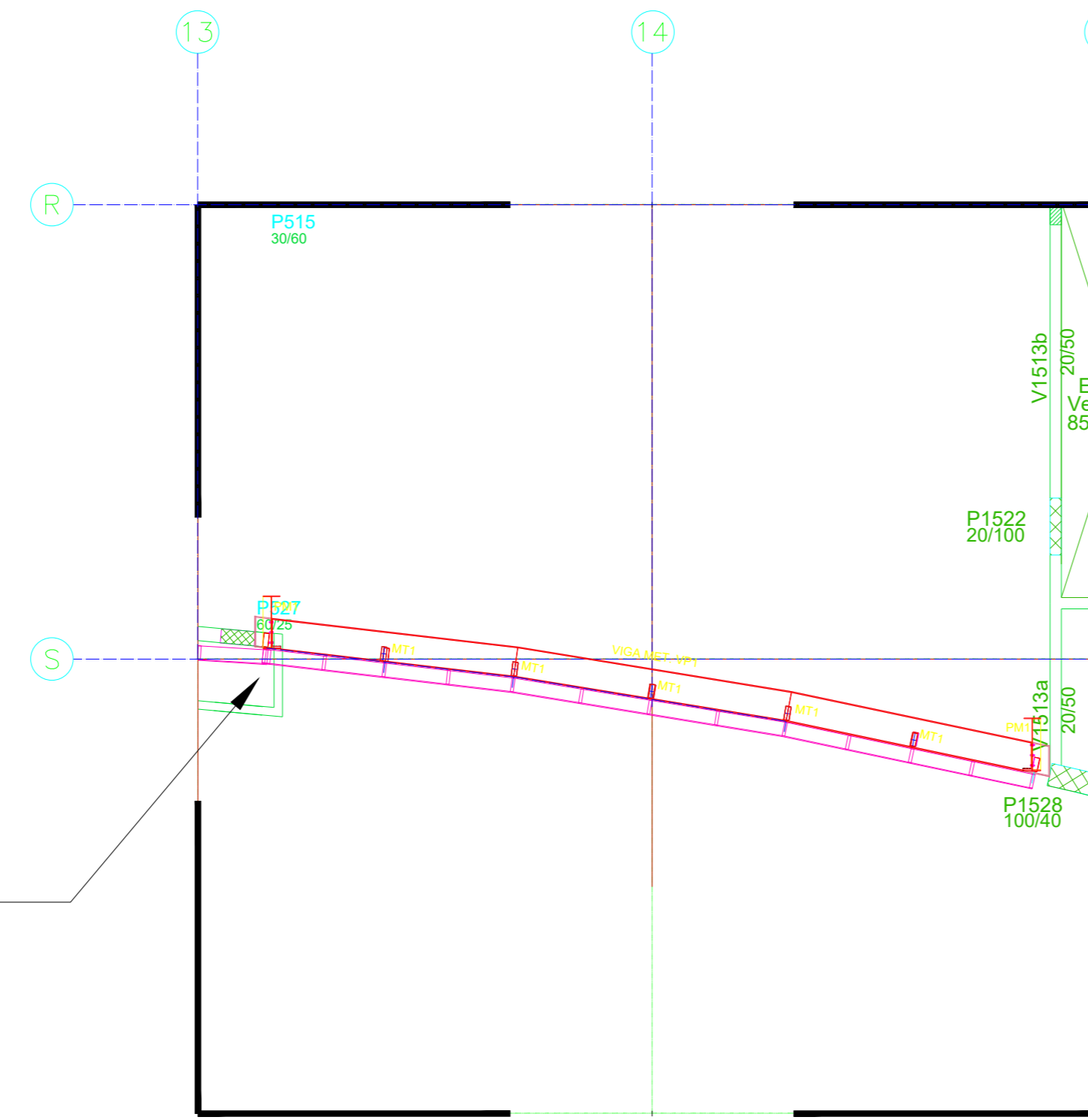
SOUZA, R. *et al.* **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: PINI, 1995.

VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

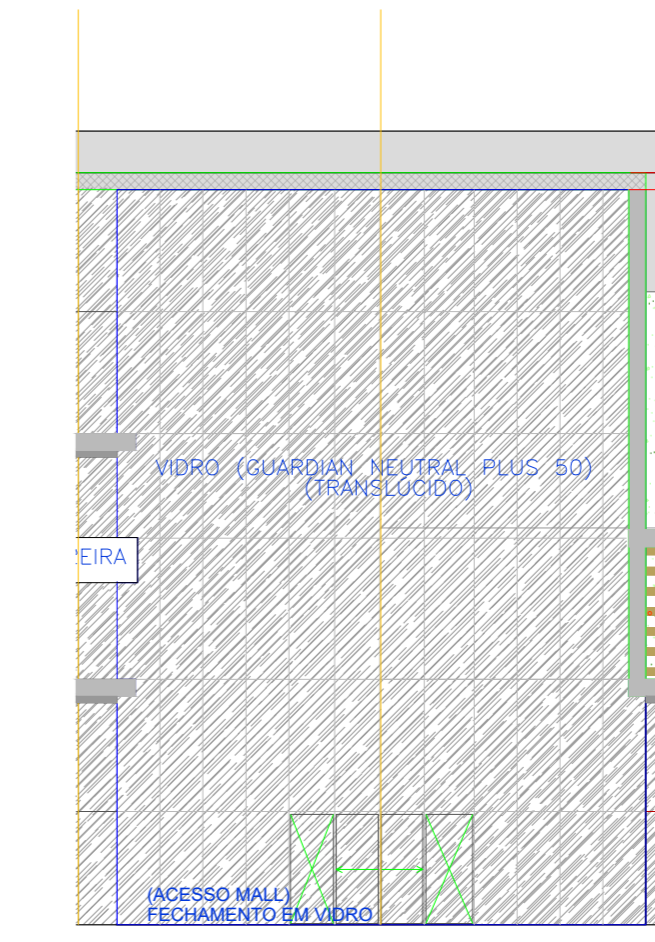
VEDOVELLO, C. A. da S. **Gestão de projetos de fachadas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

APÊNDICE A – PRANCHAS DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

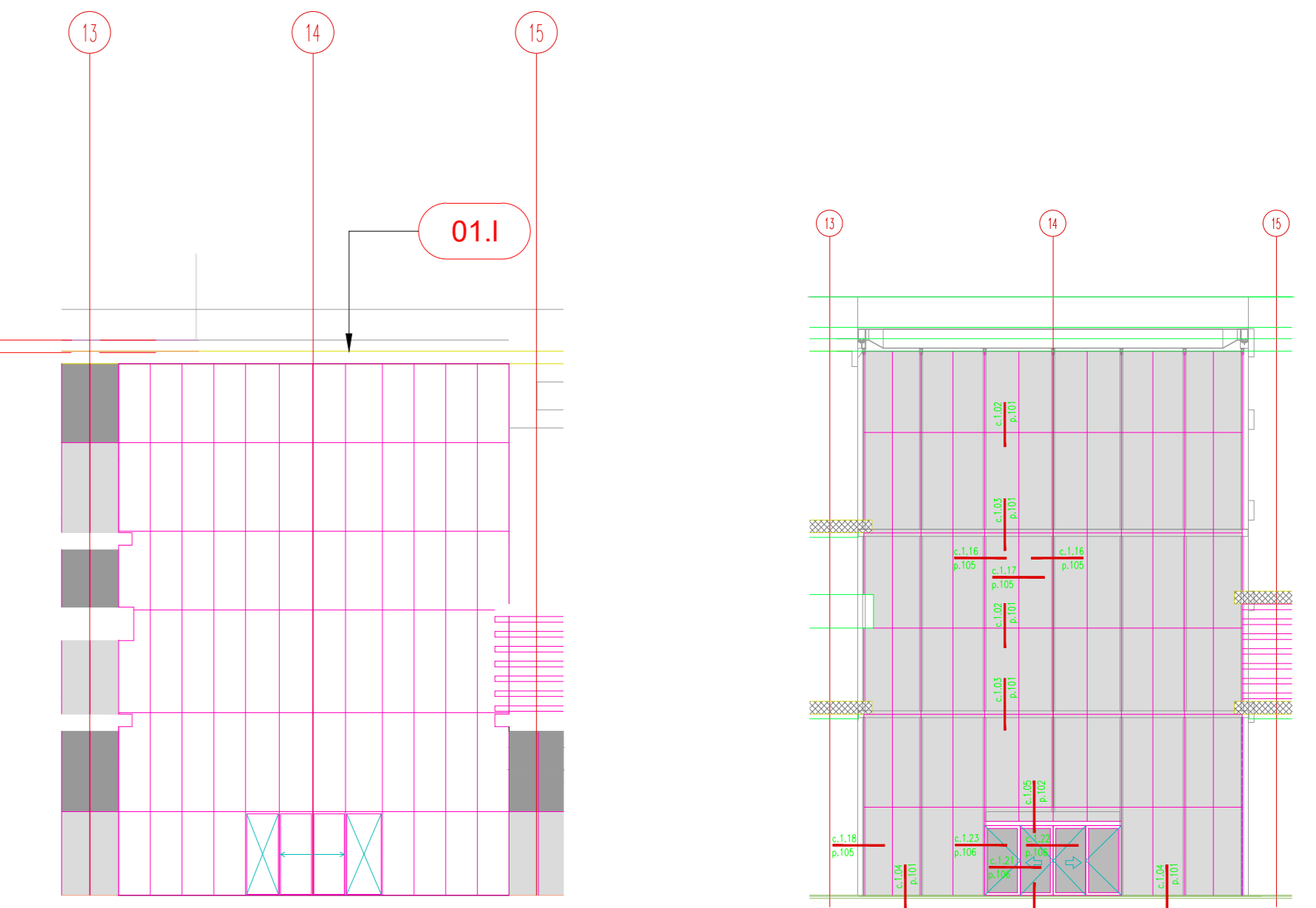
PROJETO DE ESTRUTURA MEZANINO 2º PAVIMENTO PROJETO DE ESQUADRIA MEZANINO 2º PAVIMENTO - 100 E 206 ESCALA: 1:100



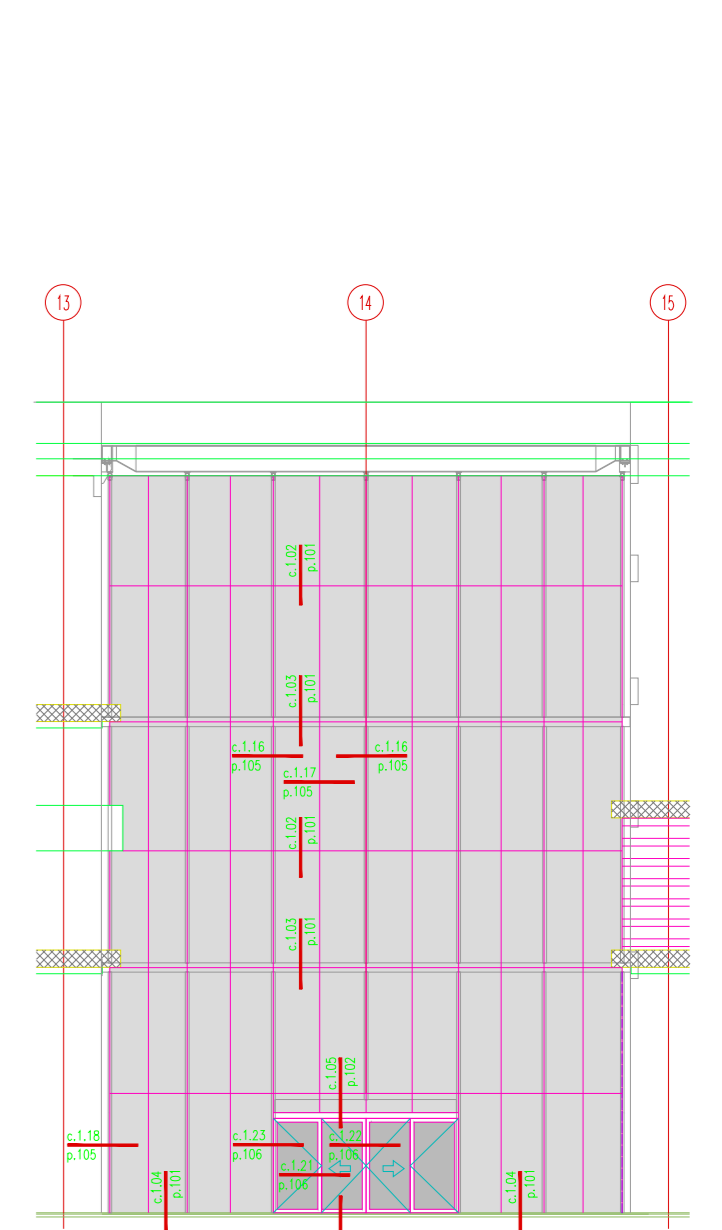
02.h



ELEVAÇÃO PROJETO DE ARQUITETURA ESCALA 1:200

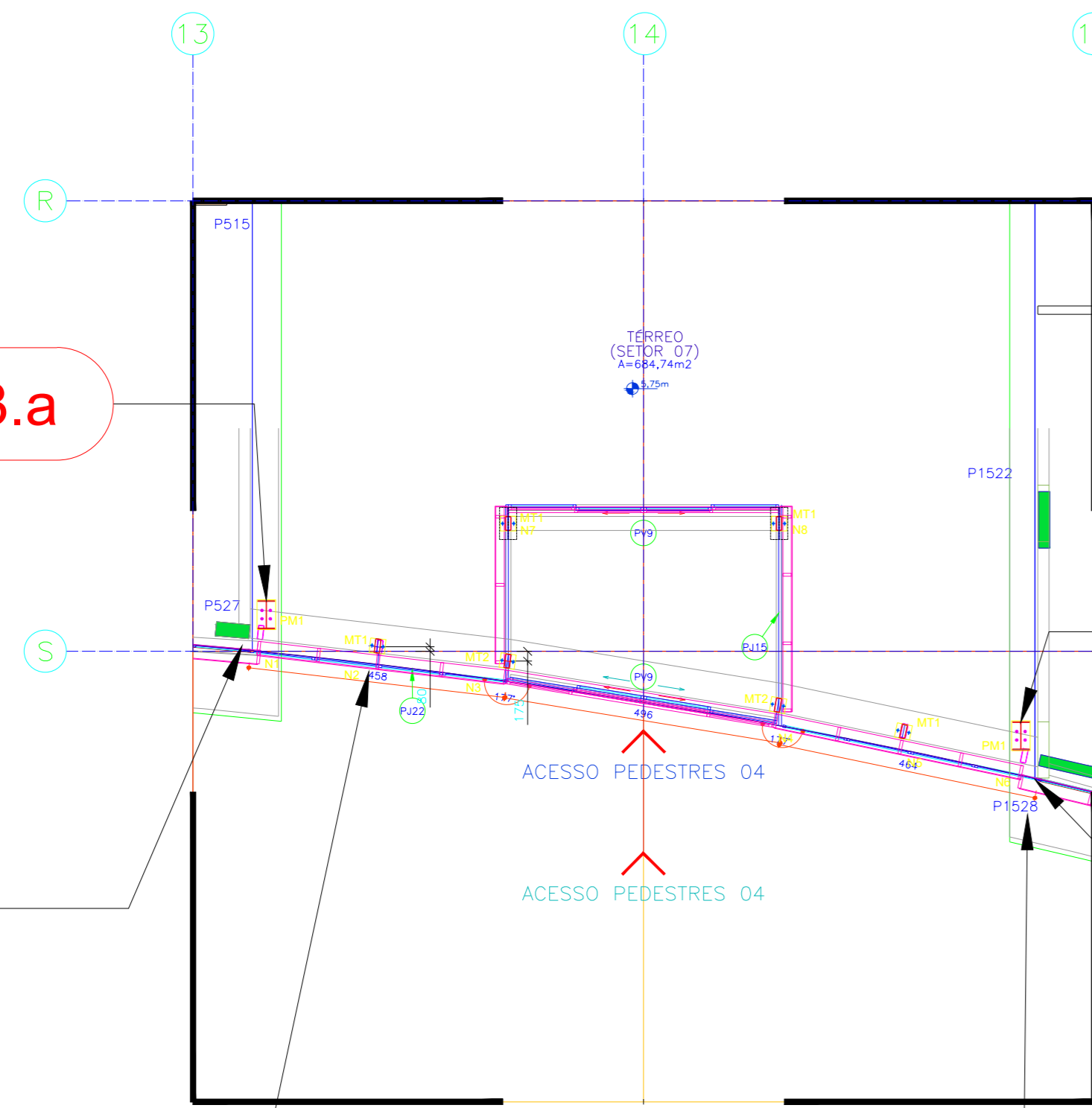


ELEVAÇÃO PROJETO DE ESQUADRIA DE VIDRO PRANCHA 203 ESCALA 1:200



ELEVAÇÃO PROJETO DE ESQUADRIA DE VIDRO PRANCHA 203 ESCALA 1:200

PROJETO DE ARQUITETURA TERREO PROJETO DE ESQUADRIA TERREO - PRANCHA 203 PROJETO DE ESTRUTURA METÁLICA - PRANCHA 303 ESCALA: 1:100



03.a

03.a

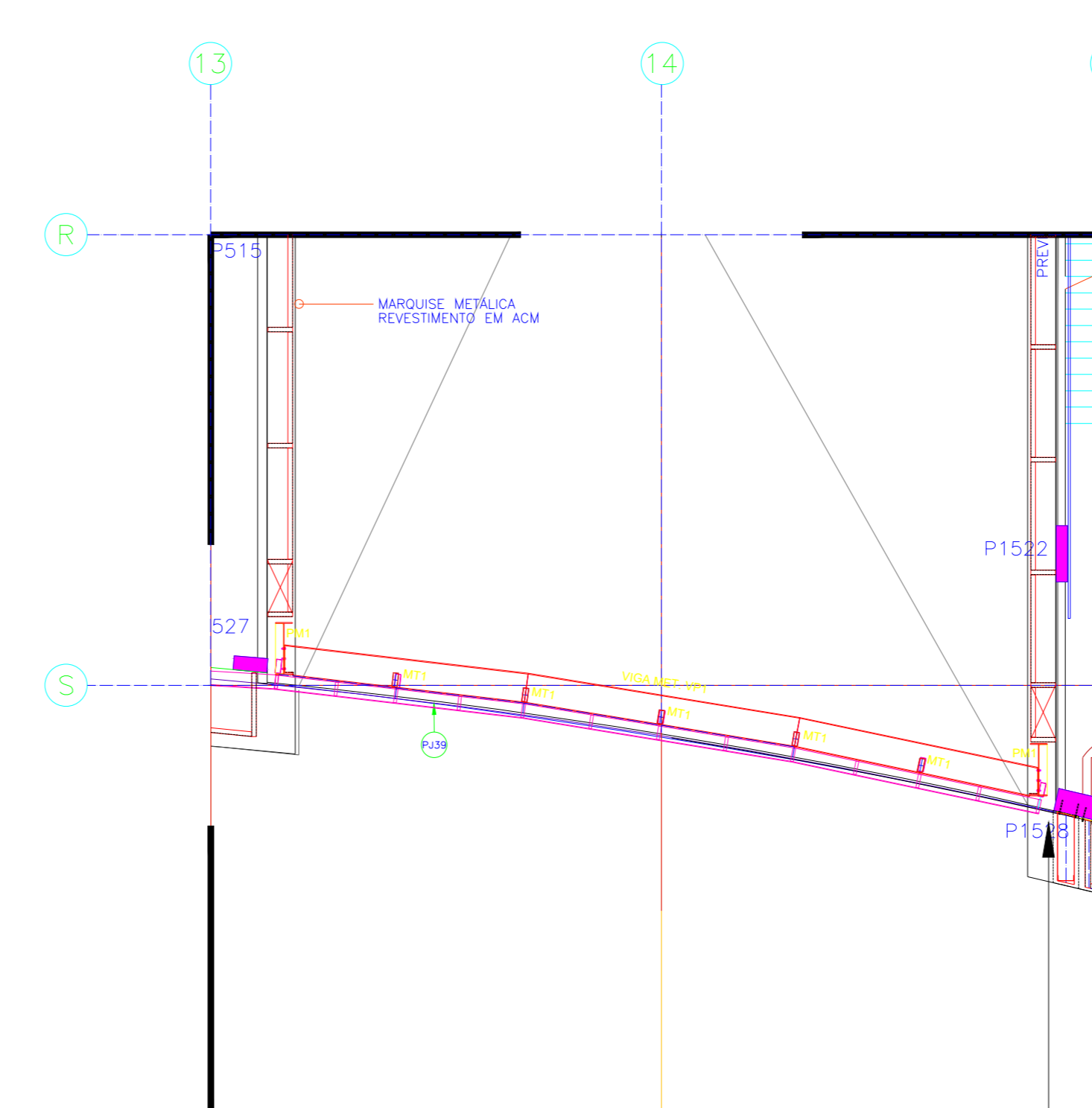
04.d

04.d

03.c

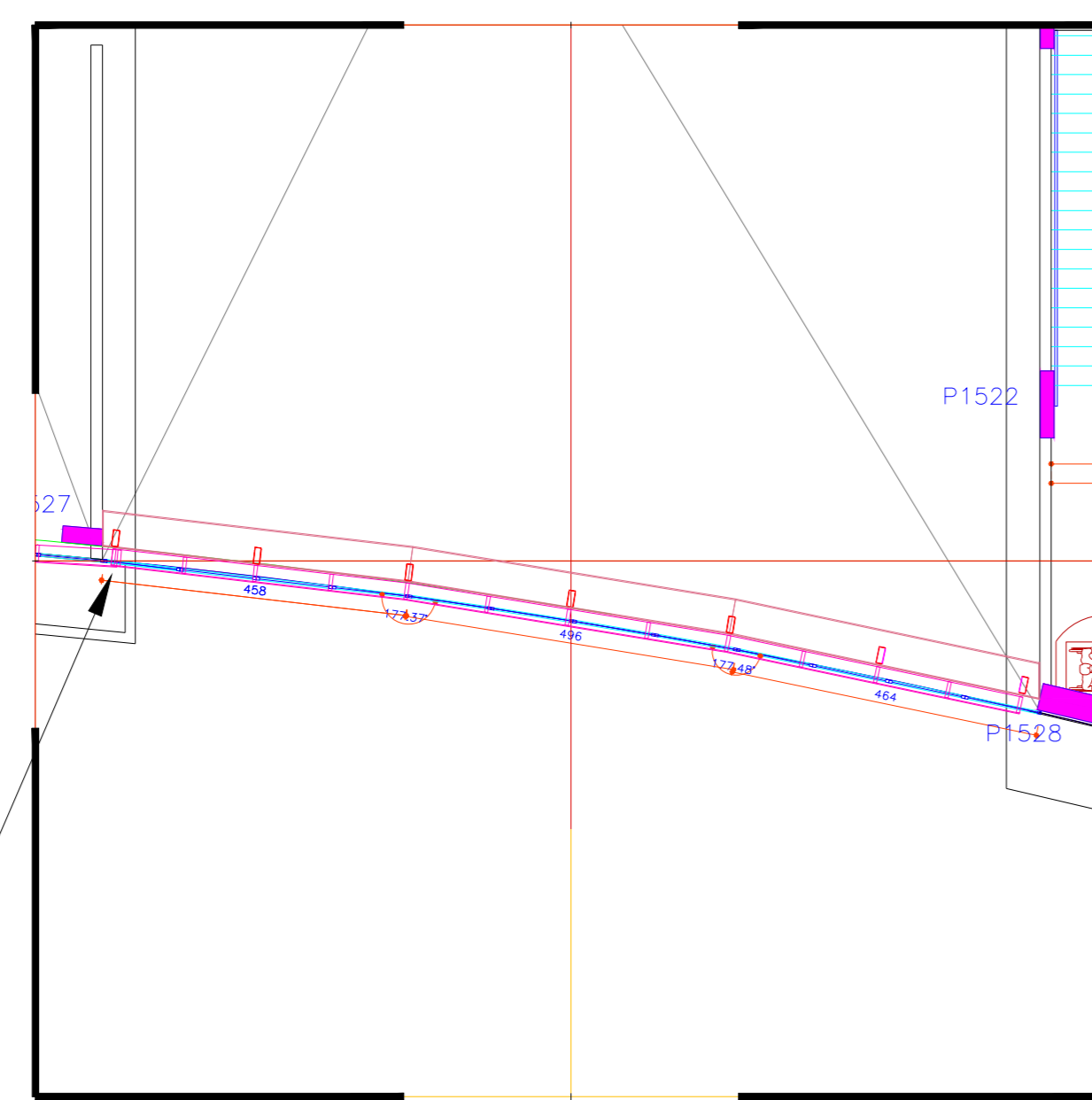
01.q

PROJETO DE ARQUITETURA 2º PAVIMENTO PROJETO DE ESQUADRIA 2º PAVIMENTO - PRANCHA 100 E 205 PROJETO DE ESTRUTURA METÁLICA - PRANCHA 303 E 700 ESCALA: 1:100



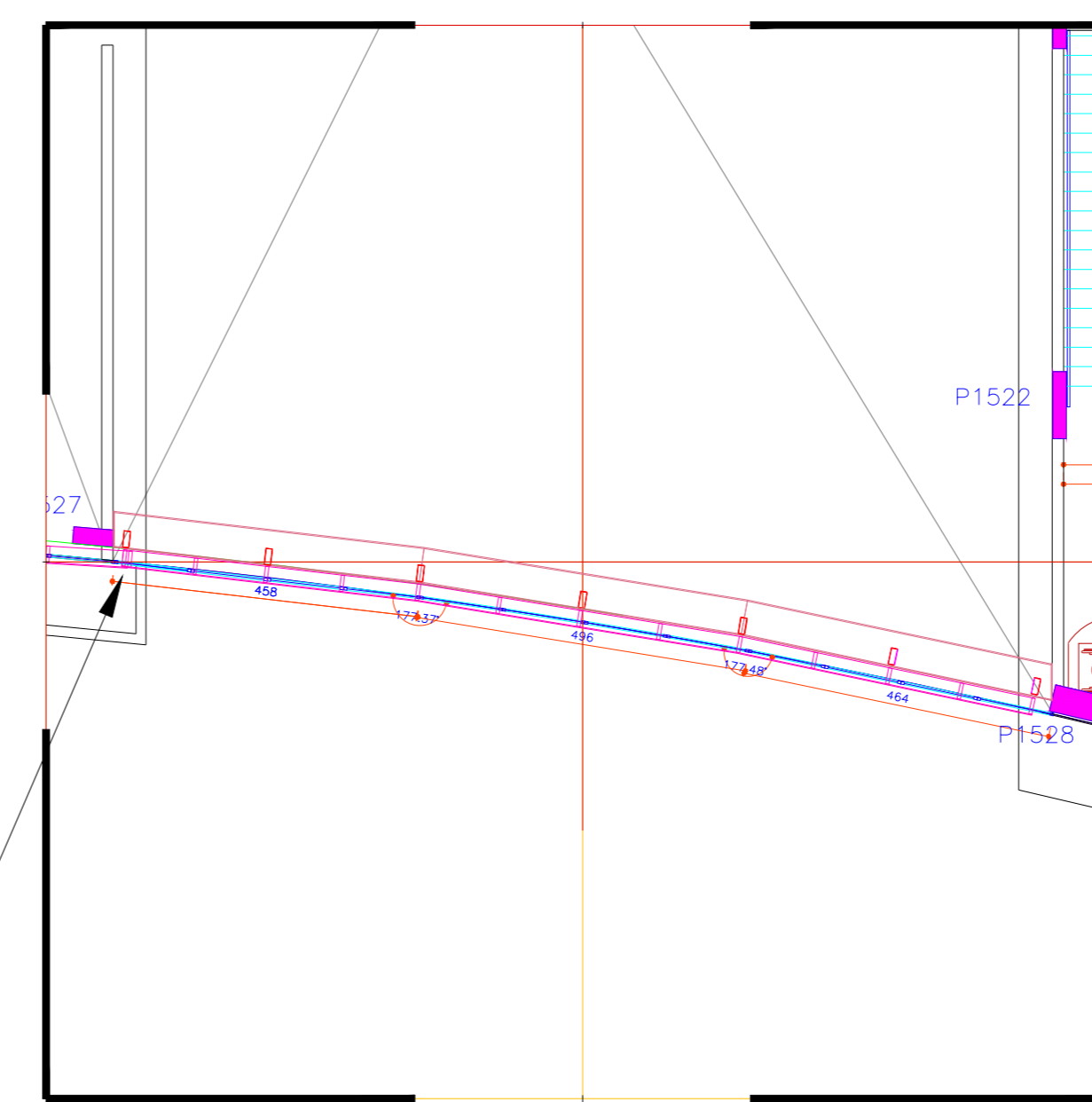
01.q

PROJETO DE ARQUITETURA MEZANINO 2º PAVIMENTO PROJETO DE ESQUADRIA MEZANINO 2º PAVIMENTO - PRANCHA 100 E 206 ESCALA: 1:100

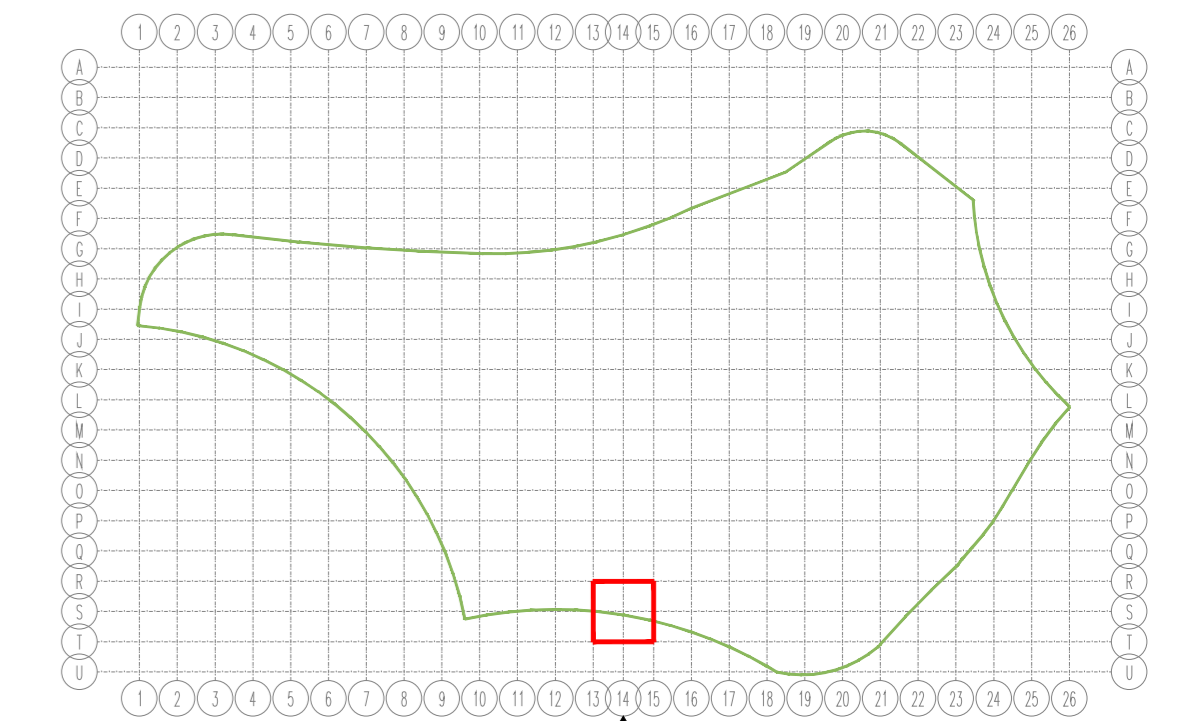


04.d

PROJETO DE ARQUITETURA 3º PAVIMENTO PROJETO DE ESQUADRIA 3º PAVIMENTO - PRANCHA 100 E 207 ESCALA: 1:100



04.d



06

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

ARQUIVO	DISCIPLINA
8880-SHP-EX-ARC-103-R09	ARQUITETURA - P.B. TERREO
8880-SHP-EX-ARC-104-R08	ARQUITETURA - P.B. 1º TERREO
8880-SHP-EX-ARC-107-R07	ARQUITETURA - P.B. 2º PAVTO
8880-SHP-EX-ARC-110-R16	ARQUITETURA - ELEVACAO A
8880-SHP-EX-ESQ-200-R00	ESQUADRIAS FACHADA - ELEVACAO A
8880-SHP-EX-ESQ-201-R00	ESQUADRIAS FACHADA - TERREO
8880-SHP-EX-ESQ-204-R00	ESQUADRIAS FACHADA - M. TERREO
8880-SHP-EX-ESQ-206-R00	ESQUADRIAS FACHADA - M. 2º PAVIMENTO
8880-SHP-EX-ESQ-207-R00	ESQUADRIAS FACHADA - 3º PAVIMENTO
8880-SHP-EX-ESQ-208-R00	ESQUADRIAS FACHADA - M. 3º PAVIMENTO
8880-SHP-EX-ESM-303-R00	ESTRUTURA METÁLICA - LOCAÇÃO DE VIGAS E MONTANTES
8880-SHP-EX-ESM-300-R03	ESTRUTURA METÁLICA - MARRUFE METÁLICA
8880-SHP-EX-EST-903-R08	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA GERAL TERREO - SETOR 08 AD 17
8880-SHP-EX-EST-904-R08	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA GERAL MEZANINO TERREO - SETOR 08 AD 17
8880-SHP-EX-EST-905-R08	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA GERAL 2º PAVTO - SETOR 08 AD 17
8880-SHP-EX-EST-106-R07	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA TERREO - SETOR 05
8880-SHP-EX-EST-106-R07	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA MEZANINO TERREO - SETOR 05
8880-SHP-EX-EST-107-R09	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA 2º PAVIMENTO - SETOR 05
8880-SHP-EX-EST-108-R06	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA TERREO - SETOR 05
8880-SHP-EX-EST-111-R07	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA MEZANINO 2º PAVIMENTO - SETOR 05
8880-SHP-EX-EST-111-R08	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA 4º PAVIMENTO - SETOR 05
8880-SHP-EX-EST-105-R03	ESTRUTURA CA - GEOMETRIA TERREO - SETOR 06

SIMBOLOGIA:

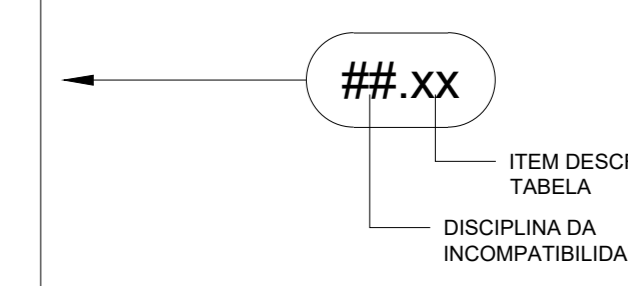


Tabela de compatibilização

TIPO	Quantidade (potências)	AÇÃO
1. ARQUITETURA x ESQUADRIAS		
1) Trecho de Mezanino não está de acordo com o indicado na arquitetura e estrutura metálica.	1	Revisar projeto de esquadria. Ajustar o nível da marquise (diferença à diferença do fachado de vidro).
1c) Esquadria da alameda deverá ser instalada com moldura para terminar no piso 300, pois não existe o piso do 2º pavimento nas áreas entre as pranchas 203 e 206.	3	Ajustar produção e indicar detalhe do encontro da esquadria com piso de CA.
2. ESTRUTURA x ESQUADRIAS		
1a) Fôrmea de CA está em conflito com a locação da estrutura metálica ao redor da marquise.	1	Revisar projeto de estrutura CA. Alterar fôrmea no piso 307.
3. ESTRUTURA METÁLICA x ESQUADRIAS		
a) Estrutura metálica auxiliar adotada pelo projeto de esquadria foi desconsiderada pelo projeto de estrutura metálica devido à ligação de perfil metálico (PM) para ancorar os pontos de ligação.	01	Analisar viabilidade de fixar esquadria no perfil PM.
1) Lamea de acabamento em relação ao nível Y entre a estrutura metálica auxiliar adotada pelo projeto de esquadria e o projeto de estrutura metálica.	01	Ajustar moldura da esquadria para fixar na estrutura metálica.
4. ESQUADRIA x ESQUADRIAS		
1) Desalinhamento dos projetos de esquadria.	2	Revisar projeto de esquadria. Ajustar projeto de fôrmea de piso com a fachada da alameda central (prancha 203 e 100).

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 ESCOLA DE ENGENHARIA UFRGS

Trabalho de Conclusão de Curso

ASSUNTO: Estudo de caso: compatibilização de projetos da fachada de um edifício comercial
 ALUNA: Amanda Raquel Fraga da Silva
 PLANTA: Compatibilização Trecho 06

DATA: ABRIL/2022
 DESENHO: COMPAT-FACHADA
 PRANCHA: 05

