



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

JHENNY BARBOSA MELO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PAREDE DE CONCRETO:
ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE IMPERATRIZ-MA**

Palmas, TO

2025

JHENNY BARBOSA MELO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PAREDE DE CONCRETO:
ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE IMPERATRIZ-MA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel no
Curso Superior de Engenheiro Civil do
Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Gilson M.
Pedroso

Palmas, TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M528c Melo, Jhenny Barbosa
 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PAREDE DE
 CONCRETO: ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE
 IMPERATRIZ-MA / Jhenny Barbosa Melo. – Palmas, TO, 2025.
 56 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientador: Dr. Gilson Marafiga Pedroso

1. Parede de Concreto. 2. Compatibilização de projetos. 3.
Construção Civil. I. Pedroso, Gilson Marafiga. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

FOLHA DE APROVAÇÃO

JHENNY BARBOSA MELO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM PAREDE DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE IMPERATRIZ-MA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins - *Campus* Palmas, como exigência à obtenção do grau em Engenheiro Civil.

Aprovado em: **05 / 07 / 2025**

BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente
 **GILSON MARAFIGA PEDROSO**
Data: 11/07/2025 16:49:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedroso
Presidente/Orientador

Documento assinado digitalmente
 **MOACYR SALLES NETO**
Data: 14/07/2025 14:46:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Moacyr Salles Neto
Avaliador 1

Documento assinado digitalmente
 **OCTAVIANO SIDNEI FURTADO**
Data: 14/07/2025 15:52:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Octaviano Sidney Furtado
Avaliador 2

RESUMO

MELO, Jhenny Barbosa. **Compatibilização de projetos em parede de concreto: Estudo de caso em obra na cidade de Imperatriz-MA**. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2025.

O déficit habitacional no Brasil é um gargalo há muito tempo. A partir da década de 2010, com o programa Minha Casa Minha Vida, a população de baixa e média renda tiveram o acesso à moradia própria facilitado. Dessa forma, as construtoras empregaram recursos consideráveis em habitações de interesse social, financiadas pelo Governo Federal. A utilização do sistema em paredes de concreto para construção dessas habitações, se popularizou devido à rapidez do processo construtivo. Entretanto, para que o sistema seja exequível há a necessidade de integração de todas as disciplinas envolvidas na construção. A compatibilização de projetos é vital para que todos os componentes da parede de concreto harmonizem entre si sem interferências. A pesquisa fez um estudo de caso em uma obra residencial multifamiliar na cidade de Imperatriz – MA, para analisar de maneira sistêmica a execução do sistema em parede de concreto com todos os seus subsistemas. A análise envolveu desde visitas em obra a estudo e avaliação dos projetos do empreendimento, para compreender a compatibilização e integração dos projetos do empreendimento. A harmonia das disciplinas foi constatada na maior parte da execução. Observou-se interferência entre os sistemas de drenagem de ar condicionado e o sistema de proteção da fôrma, e das arandelas das áreas comuns também com o sistema de proteção da fôrma. A colaboração entre as equipes envolvidas no desenvolvimento de projeto e execução do sistema é a chave para a integração perfeita das disciplinas envolvidas.

Palavras-chave: Parede de concreto. Compatibilização de projetos. Construção Civil.

ABSTRACT

MELO, Jhenny Barbosa. **Project Coordination in Concrete Wall Construction: A case study of a construction site in Imperatriz-MA.** 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2025.

Brazil's housing deficit has long been a major bottleneck. Beginning in the 2010s, the Minha Casa Minha Vida program made homeownership more accessible to low- and middle-income families. In response, builders invested considerable resources in government-financed social-housing projects. The cast-in-place concrete-wall system became popular for these developments because of its rapid construction cycle. For the system to be viable, however, all disciplines involved in the project must be fully integrated. Thorough design coordination is essential to ensure that every component embedded in the concrete walls fits together without clashes. This study presents a case study of a multifamily residential project in Imperatriz, Maranhão, examining the execution of the concrete-wall system and all its subsystems from a holistic perspective. The analysis combined on-site visits with a detailed review of the project drawings to assess the level of design coordination and integration. Overall, the disciplines worked together harmoniously, although conflicts were identified between the air-conditioning drainage lines and the formwork-protection system, as well as between common-area sconces and the same protection system. Effective collaboration among the design and construction teams proved to be the key factor for seamless interdisciplinary integration.

Keywords: Concrete wall system; Design coordination; Civil construction

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM – Building Information Modeling

BNH – Banco Nacional da Habitação

CAD – Computer-Aided Design

DVI – Dados, Voz e Imagem

IPD – Integrated Project Delivery

MCMV – Minha Casa Minha Vida

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
3	JUSTIFICATIVA	10
4	OBJETIVOS	11
4.1	Objetivo Geral	11
4.2	Objetivos Específicos.....	11
5	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
5.1	Histórico do Sistema em Parede de Concreto no Brasil	11
5.2	Sistema Construtivo	12
5.3	Fundamentos da Compatibilização de Projetos em Paredes de Concreto	16
5.4	<i>Building Information Modeling</i>	17
5.5	Técnicas Convencionais e Avanços Tecnológicos	18
5.6	Desafios na Compatibilização de Projetos em Paredes de Concreto ..	19
5.7	Metodologias e Ferramentas para Compatibilização em Paredes de Concreto	20
5.8	Coordenação Multidisciplinar	21
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
6.1	Caracterização do objeto de estudo.....	22
6.2	Visitas de Campo	24
6.3	Estudo dos projetos	39
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45
	GLOSSÁRIO	47
	ANEXOS	49
	ANEXO A – ARQUITETURA PADRÃO PAVIMENTO TÉRREO	50
	ANEXO B – FACHADA LATERAL DO BLOCO PADRÃO	51
	ANEXO C – CORTE DO BLOCO PADRÃO (ESCADA).....	52
	ANEXO D – CORTE DO BLOCO PADRÃO (HALL/COZINHA).....	53
	ANEXO E – CORTE DO BLOCO PADRÃO (SALA/QUARTO/WC).....	54

ANEXO F – EMPREENDIMENTO JÁ ENTREGUE PELA COMPANHIA	55
55	
ANEXO G – APARTAMENTO PADRÃO JÁ ENTREGUE PELA COMPANHIA .	56

1 INTRODUÇÃO

A compatibilização de projetos é um processo crucial na engenharia, especialmente em construções que utilizam paredes de concreto, devido à necessidade de integrar os diversos sistemas e subsistemas de uma obra, como estrutura, instalações elétricas, hidráulicas, e demais componentes. A parede de concreto, caracterizada pela sua eficiência e durabilidade, é amplamente utilizada em edifícios residenciais, comerciais e industriais, destacando-se como uma solução construtiva que combina rapidez na execução e redução de resíduos. No entanto, sem uma compatibilização adequada, os benefícios dessa técnica podem ser prejudicados por conflitos entre projetos, resultando em retrabalhos, custos adicionais e atrasos.

Com o aumento da complexidade dos projetos de construção e a crescente demanda por edificações mais sustentáveis e eficientes, a compatibilização de projetos se torna ainda mais relevante. A falta de integração e coordenação entre as disciplinas envolvidas pode gerar problemas como interferências entre sistemas, comprometimento da integridade estrutural e dificuldades na instalação de infraestruturas. Esses desafios ressaltam a importância de uma abordagem sistemática para a compatibilização de projetos, visando a eliminação de conflitos e a melhoria na qualidade do produto final.

A metodologia de compatibilização inclui o uso de tecnologias como o BIM, que permite a visualização tridimensional dos projetos e a detecção prévia de possíveis interferências. A adoção do BIM e de outras ferramentas digitais representa um avanço significativo na gestão de projetos, facilitando a comunicação entre as equipes e contribuindo para uma execução mais eficiente e coordenada. Além das ferramentas tecnológicas, a compatibilização requer uma análise criteriosa dos aspectos técnicos e normativos, bem como a colaboração ativa entre todos os profissionais envolvidos.

Esta pesquisa busca revisar a literatura existente sobre a compatibilização de projetos em paredes de concreto, com o objetivo de identificar as melhores práticas e metodologias utilizadas na área. Além do mais, a pesquisa vai ter como objeto de observação para estudo uma obra civil na cidade de Imperatriz – MA, que utiliza o sistema de parede de concreto com fôrma de alumínio.

A revisão foca em estudos que abordam desde os processos de planejamento até a execução das obras, destacando os principais desafios enfrentados e as soluções implementadas. Ao explorar o estado da arte sobre o tema, pretende-se oferecer um panorama abrangente que possa servir de base para futuras inovações e melhorias na prática profissional.

O interesse por soluções construtivas mais eficientes é impulsionado pela necessidade de atender a prazos de construção mais curtos, reduzir custos e minimizar impactos ambientais. A compatibilização de projetos surge como uma resposta a essas demandas, ao permitir a otimização dos recursos e a prevenção de problemas que poderiam comprometer o andamento das obras. Por meio de uma revisão bibliográfica, esta pesquisa visa não apenas mapear as técnicas e ferramentas disponíveis, mas também discutir suas limitações e potencial de aplicação em diferentes contextos construtivos.

As paredes de concreto, por suas características de resistência e versatilidade, têm se consolidado como uma escolha preferencial em diversos tipos de edificações. Contudo, a eficácia desse sistema depende diretamente da qualidade do processo de compatibilização, o que reforça a necessidade de aprimoramento contínuo das práticas adotadas. A análise das experiências relatadas na literatura permitirá identificar os fatores críticos de sucesso e os principais obstáculos enfrentados, fornecendo subsídios para a elaboração de diretrizes e recomendações específicas.

Portanto, a compatibilização de projetos em paredes de concreto é um campo de estudo com grande relevância para a construção civil, oferecendo possibilidades para a inovação e o desenvolvimento de técnicas mais integradas e eficientes. Ao aprofundar o conhecimento sobre as práticas atuais e os desafios associados, esta pesquisa espera contribuir para a melhoria das metodologias de compatibilização, promovendo construções mais seguras, sustentáveis e alinhadas às necessidades do mercado.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Como a compatibilização de projetos pode otimizar o uso de paredes de concreto em construções civis?

3 JUSTIFICATIVA

A compatibilização de projetos é uma etapa essencial na construção civil, especialmente em projetos que utilizam paredes de concreto, devido ao alto grau de integração necessário entre os diferentes sistemas de uma obra. A falta de compatibilização adequada pode resultar em problemas significativos, como retrabalhos, aumento de custos, atrasos no cronograma e comprometimento da qualidade e segurança da edificação. Esses impactos são particularmente críticos em projetos que utilizam paredes de concreto, visto que o sistema construtivo é valorizado pela sua eficiência, durabilidade e capacidade de reduzir o tempo de execução das obras. Portanto, a pesquisa sobre compatibilização de projetos visa contribuir para a redução dos gargalos já citados, promovendo uma construção mais eficiente e econômica.

Além disso, a crescente adoção de tecnologias como o BIM no setor da construção civil oferece uma oportunidade para melhorar significativamente os processos de compatibilização de projetos. O uso de ferramentas digitais para detectar interferências e coordenar os diversos aspectos dos projetos ainda enfrenta desafios na sua implementação, especialmente em empresas de pequeno e médio porte que podem não dispor de recursos suficientes para investir em tecnologias avançadas. Ao revisar as práticas e metodologias de compatibilização, esta pesquisa busca identificar maneiras de superar esses desafios, tornando a compatibilização mais acessível e eficaz para diferentes perfis de empresas e projetos.

Por fim, a escolha de paredes de concreto como foco desta pesquisa justifica-se pela relevância crescente desse sistema construtivo no mercado brasileiro. As paredes de concreto apresentam vantagens como a redução de custos com mão de obra, menor geração de resíduos e maior rapidez na construção, alinhando-se às diretrizes de sustentabilidade e eficiência energética. No entanto, essas vantagens podem ser diminuídas ou até anuladas

se não houver um processo de compatibilização eficaz dos projetos. Desta forma, a pesquisa visa não apenas evidenciar os benefícios da compatibilização, mas também propor melhorias que possam ser implementadas na prática, contribuindo para o avanço da construção civil no Brasil.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Observar as práticas de compatibilização de projetos em obras paredes de concreto, utilizando como objeto de estudo uma obra residencial em Imperatriz – MA.

4.2 Objetivos Específicos

Revisar a literatura sobre os métodos de compatibilização de projetos;

Analisar as principais falhas encontradas na falta de compatibilização;

Discutir boas práticas com base nas análises realizadas;

Avaliar soluções adotadas em obra para implementação em fase de projeto.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Histórico do Sistema em Parede de Concreto no Brasil

O início da utilização do sistema construtivo em parede de concreto no Brasil remonta à década de 70, onde segundo Sacht, Rossignolo e Bueno (2011), despontaram grandes programas habitacionais com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) no período do regime militar no país. Para Stumpf (2023), o objetivo da instituição financeira era promover o acesso à moradia, principalmente para famílias de baixa renda, por meio de financiamentos e programas habitacionais. Além disso, o BNH também firmava o compromisso de promover construções de habitações de interesse social através de parcerias com a iniciativa privada.

Para construções de habitações de interesse social e para superar o déficit de moradia da época, necessitava-se de um sistema construtivo de

execução rápida e com qualidade (Stumpf, 2023). Dessa forma, o sistema em parede de concreto era perfeito para ocasião. Foi quando o sistema se concretizou e foi utilizado durante um período de tempo.

Entretanto, devido ao momento político da época, o banco foi extinto na década de 80, após o fim do regime militar. Consequentemente, as construções ficaram escassas ao ponto de não existirem mais.

Depois de mais de 20 anos, com a criação do programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal, as paredes de concreto voltam a protagonizar o “boom” de construções de interesse social, visando também suprir o déficit de moradia para população de baixa renda, agora com o financiamento da Caixa Econômica Federal, que assumiu a maior parte das atribuições do BNH.

5.2 Sistema Construtivo

No sistema de parede de concreto, a estrutura da edificação e o fechamento dos vãos são formadas por um único elemento moldado in loco. Todas as etapas construtivas são, geralmente, realizadas em um único dia. Armadura da estrutura, instalações prediais, fôrma para conformação do concreto e concretagem acontecem de maneira ordenada como em uma linha de produção.

O sistema construtivo de parede de concreto é um método de construção racionalizado, que oferece produtividade, qualidade e economia de escala, conforme descreveu Misurelli e Massuda (2018), ressaltando ainda que o sistema possibilita a construção de casas térreas, assobradadas, edifícios de até cinco pavimentos-padrão, edifícios de oito pavimentos-padrão com esforços de compressão, de até 30 pavimentos-padrão e com mais de 30 pavimentos, considerados casos especiais e específicos.

Este sistema construtivo se destaca como uma alternativa tecnológica eficiente na construção civil, especialmente em empreendimentos habitacionais de larga escala. O mesmo é caracterizado pela utilização de fôrmas montadas no local, permitindo a execução monolítica das paredes e lajes, o que resulta em maior integração estrutural e redução de falhas de execução. Segundo Scharamm (2009), essa abordagem favorece a produtividade no canteiro de obras e reduz significativamente os desperdícios, consolidando-se como uma solução sustentável para o setor. Além disso, o uso de simulação computacional

tem demonstrado ser uma ferramenta estratégica para modelar o desempenho desses sistemas e otimizar os processos construtivos.

Figura 1 – Início da montagem da fôrma de parede



Fonte: Autora, 2025

Na figura acima, observa-se a disposição das placas de alumínio que compõem a fôrma nos cômodos a serem construídos, além de enxergar também as ferragens da estrutura da parede. Nota-se que já foram dispostos também os eletrodutos e caixas elétricas, de modo que, quando a placa de alumínio externa for colocada, todas as instalações ficarão dentro da parede a ser concretada.

Figura 2 – Acessórios de travamento: faquetas, pinos e cunhas



Fonte: Fundiferro, 2025

O sistema é composto por: placas de alumínio – para conformação e moldagem do concreto fresco; acessórios de travamento (faquetas, pinos e cunhas) – para fechar e travar as peças internas e externas da fôrma; alinhadores e esquadros – para garantir o prumo e esquadrejamento das paredes; sistema de escoramento – para escorar e reescorar a laje; plataforma de proteção – para servir como “andaime” para montagem da fôrma conforme o edifício for subindo; proteção de periferia – para execução dos serviços em cima da laje quando a fôrma do teto estiver pronta.

Um dos principais benefícios do sistema de paredes de concreto é a sua economia de custos quando comparado a métodos tradicionais. De acordo com Weise et al. (2018), a aplicação deste sistema pode reduzir os custos relacionados à mão de obra e aos materiais, já que o processo é mais industrializado e exige menos retrabalhos. Ademais, a simplicidade do processo construtivo possibilita a capacitação mais ágil da equipe envolvida, aumentando a eficiência geral da obra.

Figura 3 – Fôrma de alumínio para parede de concreto fechada



Fonte: Neo Formas, 2025

Para Wendler e Monge (2018), o sistema é industrializado e tem a característica básica de permitir executar obras com rapidez e repetitividade, utilizando fôrmas autoportantes que permitem a execução de duas a quatro unidades habitacionais por dia. Dessa forma, o sistema permite que empresas da construção civil possam reduzir seus prazos de execução e a racionalizar os insumos aplicados, gerando assim, menor custo. Para Misurelli e Massuda,

essas fôrmas são estruturas provisórias cujo objetivo é moldar o concreto fresco, para obter as paredes estruturais. Desde o lançamento do concreto até seu endurecimento, as fôrmas precisam resistir às pressões, devendo as mesmas serem estanques e favorecerem a geometria das peças que estão sendo moldadas.

Um dos principais benefícios do sistema de paredes de concreto é a sua economia de custos quando comparado a métodos tradicionais. De acordo com Weise et al. (2018), a aplicação deste sistema pode reduzir os custos relacionados à mão de obra e aos materiais, já que o processo é mais industrializado e exige menos retrabalhos. Ademais, a simplicidade do processo construtivo possibilita a capacitação mais ágil da equipe envolvida, aumentando a eficiência geral da obra.

Apesar das vantagens econômicas, o sistema de paredes de concreto apresenta desafios relacionados ao planejamento e à compatibilização de projetos. Bridi (2012) destaca que a gestão da segurança no trabalho é uma área crítica nesse tipo de construção, devido ao uso intensivo de formas e concretagem em larga escala. A implementação de protocolos de segurança e melhores práticas é fundamental para garantir a proteção dos trabalhadores e a qualidade do produto final.

Figura 4 – Execução da fôrma com utilização de plataforma e proteção de periferia.



Fonte: Neo Formas, 2025

Segundo Braguim (2013), nas construções das paredes de concreto, o tipo de armadura a ser utilizado é um aspecto relevante para a viabilidade do sistema, já que uma das principais características deste é a produtividade. Entretanto, deve-se respeitar as normativas com relação a taxa mínima de aço, para que a estrutura possa desempenhar sua função.

A ABNT NBR 6118 com suas revisões e atualizações, regulamentava a construção em parede de concreto, todavia, com a crescente do sistema construtivo e abertura de linha de crédito do programa Minha Casa, Minha Vida do Governo Federal, foi desenvolvida e aprovada a norma própria para parede de concreto, a ABNT NBR 16055:2012. Dessa forma, as construtoras puderam aumentar a produção de unidades habitacionais, com facilidade para financiamento e normativa para regulamentar o sistema construtivo.

5.3 Fundamentos da Compatibilização de Projetos em Paredes de Concreto

A compatibilização de projetos é definida como o processo de integração entre os diversos projetos de uma edificação, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, com o objetivo de minimizar conflitos e interferências, simplificando a execução e otimizando a utilização de materiais, tempo e mão de obra (Mikaldo Jr; Scheer, 2008).

No contexto das construções em paredes de concreto, a compatibilização assume um papel ainda mais relevante devido às características específicas deste sistema construtivo. As paredes de concreto são elementos estruturais que também desempenham a função de vedação, incorporando em seu interior as instalações elétricas e de drenagem de ar-condicionado. Esta particularidade exige um alto nível de precisão na fase de projeto para evitar interferências e retrabalhos durante a execução (Corsini, 2011).

O processo de compatibilização em paredes de concreto envolve diversas etapas, desde a concepção arquitetônica até o detalhamento das instalações. É fundamental que haja uma comunicação efetiva entre os diferentes profissionais envolvidos, incluindo arquitetos, engenheiros estruturais, projetistas de instalações e construtores. Esta interação multidisciplinar é essencial para garantir a coerência entre os diversos sistemas da edificação (Brito, 2015).

Uma das principais ferramentas utilizadas na compatibilização de projetos é a sobreposição de plantas e cortes dos diferentes projetos. Esta técnica permite identificar visualmente possíveis interferências entre elementos estruturais, tubulações, eletrodutos e outros componentes. Com o avanço da tecnologia, esta sobreposição tem sido realizada cada vez mais em ambiente digital, utilizando *softwares* de CAD e BIM (Goes; Santos, 2011).

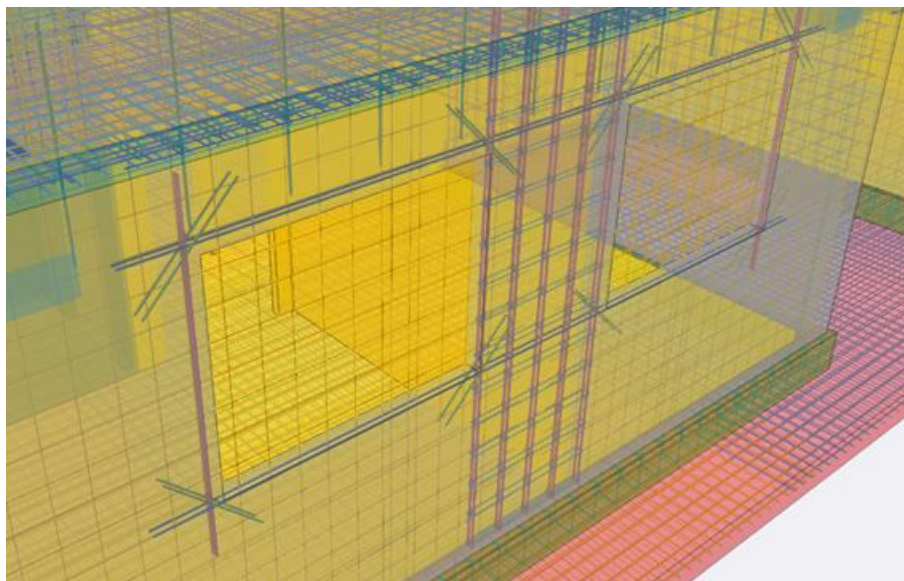
O uso de tecnologias BIM tem revolucionado o processo de compatibilização, permitindo a criação de modelos tridimensionais integrados que facilitam a detecção de conflitos. Estas ferramentas possibilitam não apenas a visualização espacial dos elementos, mas também a simulação de sequências construtivas e a extração automática de quantitativos, contribuindo para um planejamento mais preciso da obra (Eastman et al., 2011).

Apesar dos avanços tecnológicos, a compatibilização de projetos em paredes de concreto ainda enfrenta desafios significativos. A falta de padronização nos processos e a resistência de alguns profissionais em adotar novas metodologias são obstáculos frequentemente citados na literatura. Além disso, a complexidade crescente das edificações e as demandas por prazos cada vez mais curtos impõem pressões adicionais sobre o processo de compatibilização (Melhado, 2005).

5.4 *Building Information Modeling*

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia que integra informações multidisciplinares em um modelo digital único, permitindo a visualização e a coordenação de projetos de forma colaborativa. Segundo Azhar (2011), o BIM facilita a identificação de conflitos entre sistemas estruturais, arquitetônicos e de instalações antes da execução da obra, reduzindo retrabalhos e custos. Além disso, a tecnologia BIM permite a simulação de diferentes cenários, contribuindo para a tomada de decisões mais assertivas durante o planejamento e a execução de projetos.

Figura 5 – Trecho de parede e laje com armaduras modeladas e compatibilizadas



Fonte: Pedreira Topázio, 2023.

A aplicação do BIM na compatibilização de paredes de concreto tem se mostrado particularmente eficaz. Por exemplo, a modelagem tridimensional permite a visualização detalhada de interfaces entre sistemas, como a integração de instalações elétricas e hidrossanitárias com as paredes de concreto (SUCCAR, 2009). Essa abordagem não apenas melhora a precisão do projeto, mas também aumenta a produtividade e a qualidade da construção. No entanto, a implementação do BIM requer investimentos em capacitação e infraestrutura tecnológica, o que pode representar um desafio para empresas de menor porte (EASTMAN et al., 2011).

5.5 Técnicas Convencionais e Avanços Tecnológicos

Embora o BIM represente um avanço significativo, técnicas convencionais de compatibilização ainda são amplamente utilizadas na construção civil. Essas técnicas incluem a revisão manual de projetos, a realização de reuniões de coordenação entre equipes e a utilização de desenhos 2D para identificar interferências (KRYGIEL; NIES, 2008). Apesar de serem mais acessíveis, essas abordagens são propensas a erros humanos e demandam maior tempo para a detecção e resolução de conflitos.

Nos últimos anos, avanços tecnológicos têm aprimorado as técnicas convencionais. *Softwares* de desenho assistido por computador (CAD) têm incorporado funcionalidades que permitem a sobreposição de projetos de diferentes disciplinas, facilitando a identificação de interferências (SACKS et al., 2018). Além disso, a integração de ferramentas de gestão de projetos com plataformas digitais tem otimizado a comunicação entre equipes, reduzindo atrasos e retrabalhos.

No contexto de paredes de concreto, a combinação de técnicas convencionais com tecnologias emergentes tem se mostrado eficaz. Por exemplo, a utilização de *scanners a laser* para mapear o ambiente de construção permite a criação de modelos digitais precisos, que podem ser comparados com os projetos originais para identificar discrepâncias (TANG et al., 2010). Essa abordagem híbrida tem sido particularmente útil em obras de *retrofit*, onde a precisão é crucial para garantir a viabilidade técnica das intervenções.

Apesar dos avanços, a compatibilização de projetos ainda enfrenta desafios significativos, especialmente em sistemas complexos como paredes de concreto. A integração de diferentes tecnologias requer uma abordagem sistêmica, que considere não apenas aspectos técnicos, mas também organizacionais e humanos. Nesse sentido, a adoção de boas práticas, como a coordenação multidisciplinar e o planejamento integrado, é essencial para superar esses desafios e garantir a qualidade das obras (EASTMAN et al., 2011).

5.6 Desafios na Compatibilização de Projetos em Paredes de Concreto

A compatibilização de projetos em paredes de concreto apresenta desafios específicos que demandam atenção dos profissionais envolvidos. Um dos principais obstáculos é a necessidade de prever com precisão a posição de todas as instalações antes da concretagem, uma vez que alterações posteriores são complexas e onerosas (Ferreira e Santos, 2018).

A integração entre os projetos estrutural e de instalações é particularmente crítica no sistema de paredes de concreto. A disposição de eletrodutos e tubulações deve ser cuidadosamente planejada para não comprometer a integridade estrutural das paredes. Isso requer um alto nível de coordenação entre os projetistas de diferentes especialidades (Costa e Silva, 2017).

Outro desafio significativo é a limitação de espaço para as instalações dentro das paredes de concreto. A espessura reduzida das paredes, geralmente entre 10 e 15 cm, impõe restrições quanto ao diâmetro e à quantidade de tubulações que podem ser embutidas. Esta limitação exige soluções criativas e um planejamento minucioso para acomodar todas as instalações necessárias (Oliveira et al., 2019).

A variabilidade dimensional inerente ao processo construtivo de paredes de concreto também representa um desafio para a compatibilização. Pequenas variações na espessura ou no prumo das paredes podem afetar significativamente o posicionamento das instalações embutidas. Portanto, é necessário considerar tolerâncias adequadas no projeto e estabelecer procedimentos rigorosos de controle de qualidade durante a execução (Barros e Melhado, 2016).

A coordenação temporal entre as diferentes etapas do projeto e da execução é outro aspecto desafiador. O sistema de paredes de concreto exige que decisões cruciais sejam tomadas em estágios iniciais do projeto, o que nem sempre é compatível com o fluxo de informações e o processo decisório tradicional na construção civil. Isso demanda uma mudança de paradigma na gestão do processo de projeto (Nunes e Carvalho, 2020).

Por fim, a resistência à mudança e a falta de familiaridade com as particularidades do sistema de paredes de concreto por parte de alguns profissionais podem dificultar o processo de compatibilização. A adoção de novas tecnologias e metodologias, embora benéfica a longo prazo, muitas vezes enfrenta resistência inicial, o que pode comprometer a eficácia da compatibilização (Rodrigues e Freitas, 2018).

5.7 Metodologias e Ferramentas para Compatibilização em Paredes de Concreto

A adoção de metodologias estruturadas é fundamental para o sucesso da compatibilização de projetos em paredes de concreto. Uma abordagem comum é a realização de reuniões periódicas de coordenação, envolvendo todos os projetistas e o responsável pela compatibilização. Estas reuniões permitem a discussão de interferências identificadas e a busca coletiva por soluções (Melhado e Fabricio, 2015).

O uso de *checklists* específicos para o sistema de paredes de concreto tem se mostrado uma ferramenta eficaz na compatibilização. Estes *checklists* incluem itens como verificação de espaçamentos mínimos entre instalações, conformidade com as normas técnicas e análise de pontos críticos como intersecções de paredes e aberturas para portas e janelas (Santos e Ferreira, 2017).

A modelagem paramétrica, possibilitada por ferramentas BIM, tem revolucionado o processo de compatibilização em paredes de concreto. Esta tecnologia permite a criação de modelos tridimensionais integrados, nos quais alterações em um elemento são automaticamente refletidas em todo o modelo, facilitando a detecção e resolução de conflitos (Eastman et al., 2014).

Além da detecção de interferências, as ferramentas BIM oferecem recursos avançados como a simulação do processo construtivo (4D BIM) e a integração com o orçamento (5D BIM). Estas funcionalidades permitem uma visão holística do projeto, contribuindo para uma compatibilização mais eficiente e para a otimização do processo construtivo como um todo (Kassem et al., 2018).

A utilização de protótipos virtuais e *mock-ups* físicos tem se mostrado uma prática valiosa na compatibilização de projetos em paredes de concreto. Estas ferramentas permitem a visualização e teste de soluções antes da execução, reduzindo riscos e facilitando a identificação de potenciais problemas (Souza e Lima, 2016).

Por fim, a implementação de processos colaborativos, como o IPD (*Integrated Project Delivery*), tem ganhado espaço na compatibilização de projetos complexos. Esta abordagem promove a integração precoce entre os diversos agentes envolvidos no projeto, desde o proprietário até os fornecedores, favorecendo a troca de informações e a resolução antecipada de conflitos (Kent e Becerik-Gerber, 2019).

5.8 Coordenação Multidisciplinar

A coordenação multidisciplinar é um dos pilares da compatibilização de projetos, pois envolve a integração de diferentes especialidades, como arquitetura, engenharia estrutural e instalações prediais. Segundo Eastman et al. (2011), a falta de comunicação entre essas disciplinas é uma das principais causas de conflitos em projetos de construção civil. Para mitigar esse problema,

é essencial estabelecer processos claros de comunicação e colaboração, utilizando ferramentas como o BIM para facilitar a troca de informações.

A aplicação da coordenação multidisciplinar em sistemas de paredes de concreto é particularmente desafiadora devido à complexidade das interfaces entre os sistemas estruturais e as instalações prediais. Por exemplo, a passagem de tubulações e dutos através das paredes de concreto requer um planejamento detalhado para evitar o comprometimento da integridade estrutural. Nesse contexto, reunir regularmente as equipes envolvidas e a utilização de ferramentas digitais para simular diferentes cenários são práticas recomendadas para garantir a compatibilidade entre os sistemas.

Além disso, a coordenação multidisciplinar deve ser iniciada nas fases iniciais do projeto, quando as decisões de design ainda estão em desenvolvimento. Essa abordagem proativa permite a identificação precoce de potenciais conflitos, reduzindo a necessidade de alterações durante a execução da obra. A integração de ferramentas de gestão de projetos, como plataformas colaborativas, também pode facilitar a coordenação entre as equipes, especialmente em projetos de grande escala.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata dos procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, abordando as vistas de campo – com foco na análise da execução do sistema construtivo e seus componentes –, e o estudo dos projetos executivos de todos os sistemas envolvidos na atividade fim: parede de concreto.

6.1 Caracterização do objeto de estudo

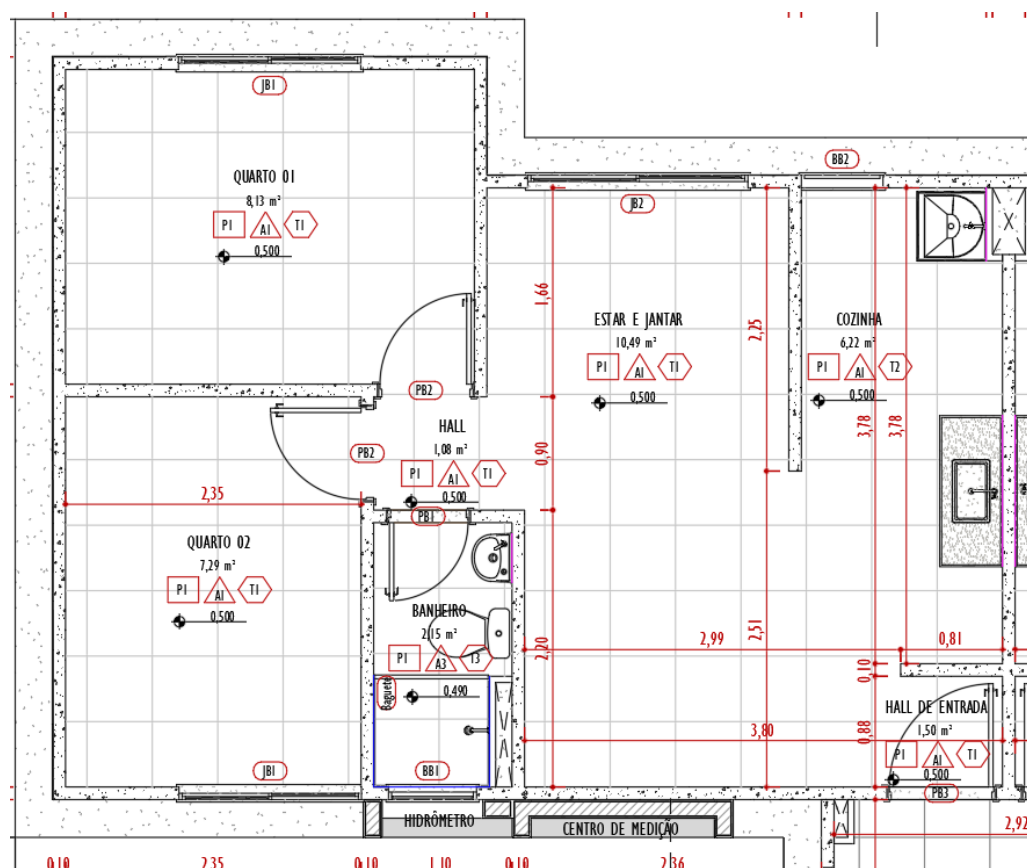
O objeto de estudo da pesquisa é uma obra residencial multifamiliar na cidade de Imperatriz – MA. Um condomínio de apartamentos faixa 1 do programa do Governo Federal MCMV (Minha Casa Minha Vida) em construção, sendo a tipologia da edificação T+3 (1 pavimento térreo e mais 3 pavimentos tipo), cada pavimento com 4 apartamentos e escada de acesso. Ao final da construção, serão 320 unidades habitacionais, distribuídas em 20 blocos de 16 apartamentos cada.

geminados possuem apenas a fundação em comum: um radier protendido é a fundação de ambos.

O empreendimento em pauta, consta para melhor visualização e compreensão nos anexos, com imagens dos projetos de planta baixa, fachada e cortes. Além disso, constam também imagens de um outro empreendimento com a mesma planta e mesma tipologia entregue recentemente pela construtora. Todos esses arquivos serão disponibilizados para que o leitor possa assimilar o objeto de estudo da pesquisa.

Abaixo, a arquitetura do apartamento padrão, com 2 quartos, 1 banheiro social, 1 sala de estar/jantar e cozinha integrada com área de serviço.

Figura 8 – Arquitetura padrão do empreendimento objeto de estudo



Fonte: Autora, 2025

6.2 Visitas de Campo

Para compreensão da compatibilidade (ou ausência dela) nos projetos, iniciamos nossa abordagem nas fundações da edificação, de onde “nasce” a maior parte das instalações dos apartamentos no pavimento térreo. Dessa

maneira, o posicionamento, nivelamento e prumo das tubulações devem seguir padrões rigorosos, de modo que não haja interferência no momento da montagem das fôrmas de alumínio para moldagem da parede de concreto.

O posicionamento das instalações é definido através de marcação no gabarito, onde todas as paredes são marcadas com a referência de cada componente de instalação. A partir daí, posicionam-se linhas de *nylon* de uma extremidade a outra do gabarito (paralelamente), de modo que seja projetada a posição da parede para disposição das tubulações, seja no interior da parede ou faceando a mesma.

Na Figura 9, observa-se a execução das instalações de fibra (dados), voz (interfone) e antena (imagem), além de alimentação elétrica do bloco e dos apartamentos do térreo.

Figura 9 – Instalações de Dados, Voz, Imagem e Elétrica do radier



Fonte: Autora, 2025

No caso das instalações hidrossanitárias, que não são embutidas na parede (exceto drenagem de ar-condicionado), utiliza-se a face das paredes como referência. Entretanto, devido à espessura da placa de alumínio da fôrma, necessita-se de um afastamento mínimo de 5cm, para que a fôrma não seja assentada em cima das tubulações ou ocorra interferência na montagem.

Figura 10 – Instalações hidrossanitárias do radier



Fonte: Autora, 2025

Observa-se na Figura 10, as linhas de *nylon* para referência da parede onde as instalações serão dispostas. Nota-se que alguns tubos estão no eixo da parede, entretanto, neste caso específico, são tubulações que ficarão dispostas dentro de um *shaft* vertical.

Com a execução das instalações enterradas, é realizada a regularização do terreno da área do radier, com posterior colocação de lona plástica e execução dos componentes que compõem a malha estrutural da peça, que é um radier protendido.

Figura 11 – Radier pronto para concretar



Fonte: Autora, 2025

Na Figura 11 acima observamos um radier pronto para concretagem. O mesmo tem armadura positiva e negativa em tela soldada, armadura de protensão em cordoalha engraxada e armadura de fretagem da protensão em vergalhão de aço. Observa-se a disposição de “cocadas” para as armaduras positivas, assim como para as cordoalhas, bem como os “caranguejos” da armadura negativa para que seja garantido o correto posicionamento de cada elemento na peça estrutural, além de recobrimento adequado.

Vale ressaltar que as instalações anteriormente citadas, apesar de descritas como instalações do radier, ficam enterradas abaixo da face inferior da laje de radier, que tem 20cm de espessura.

Durante a tarefa de concretagem do radier o cuidado com o lançamento do concreto deve ser minucioso, pois a força do bombeamento do mesmo pode deslocar tubulações já executadas e qualquer deslocamento pode prejudicar as etapas posteriores do sistema construtivo.

Com o radier concretado, iniciam-se efetivamente os trabalhos para execução da parede de concreto. Marcação das paredes no radier, inserção dos arranques de parede, disposição das telas para a malha das paredes, reforços dos vãos, instalações embutidas, distribuição dos espaçadores de parede e, enfim, o início da montagem da fôrma de alumínio.

Figura 12 – Radier pronto para início da parede de concreto



Fonte: Autora, 2025

Para a marcação das paredes, utiliza-se também do gabarito anteriormente marcado. O esquadro deve ser conferido, de modo que haja garantia do esquadrejamento do bloco e dos apartamentos, evitando, assim, problemas futuros, tais como paginação de revestimento cerâmico.

A companhia faz o uso de dois métodos de marcação de radier para fôrma da parede de concreto. O primeiro é recomendado quando o nivelamento do radier, durante a regularização na concretagem, tem variação igual ou maior a 5mm. O segundo é utilizado quando a peça estrutural da fundação está com a regularização perfeita, ou com desnível menor que 5mm.

O primeiro método de marcação consiste na criação de uma camada de argamassa de nivelamento para assentamento das fôrmas ao longo da extensão de todas as paredes, que atua como um berço receptivo para as placas da fôrma de alumínio. O gabarito é utilizado para marcação da posição das paredes. São necessárias duas mestras niveladas para cada parede, de modo que as duas faces da fôrma sejam apoiadas na argamassa nivelada e não hajam desníveis na laje do pavimento acima.

Figura 13 – Radier com mestras niveladas para receber a fôrma



Fonte: Autora, 2025

O segundo método consiste na marcação do radier nivelado com giz de linha e espaçador de piso para parede. O responsável pela marcação retira a referência das paredes do gabarito e repassa para o radier com a linha

pigmentada de marcação. Após a marcação, instalam-se os espaçadores de piso de modo a “galgar” a espessura da parede.

Figura 14 – Marcação de parede com espaçador de piso para fôrma



Fonte: Autora, 2025

Após a marcação das paredes, inicia-se o processo de instalação dos arranques de parede no radier, sendo dispostos os arranques conforme solicita o projeto estrutural. A fixação é feita com adesivo estrutural bicomponente a base de resina epóxi, para interação da fundação com a malha da estrutura da parede de concreto.

Figura 15 – Arranques de radier



Fonte: Autora, 2025

Com as paredes marcadas e arranques instalados, a equipe inicia a montagem da malha da parede, o que chamam de “gaiola”. Dispõem as telas nos eixos das paredes, acompanhando os arranques já instalados e realizam os cortes de vãos de portas e janelas, além de amarração de reforços estruturais em vergalhão de aço.

Figura 16 – Montagem da malha estrutural da parede



Fonte: Autora, 2025

Logo após o início da montagem da malha de parede, a instalação elétrica com as instalações de DVI (Dados, Voz e Imagem) entram em cena. São marcadas as posições das caixinhas elétricas, com posterior instalação das mesmas e disposição dos eletrodutos conforme encaminhamentos solicitados em projeto. As instalações elétricas do apartamento, são todas alimentadas pela laje, enquanto DVI estão dispostos no radier.

Acontecem episódios de deslocamento de eletrodutos no radier, devido a movimentação da tubulação no momento da concretagem. Quando ocorrem, esses episódios são corrigidos antes da montagem da forma, de maneira que a placa de alumínio da fôrma não amasse o eletroduto. Então, é realizada a quebra superficial do radier para reposicionamento dos eletrodutos deslocados e o posterior fechamento do nicho com graute industrializado.

Figura 17 – Elétrica e DVI de parede



Fonte: Autora, 2025

É possível perceber que os eletrodutos dos apartamentos têm pontas maiores sobrando, como se estivessem caídas. Todavia, esses eletrodutos serão conectados aos eletrodutos da laje para fechamento dos circuitos elétricos dos apartamentos.

O último componente de instalações embutido na parede de concreto é o dreno do ar-condicionado. Com a tubulação de saída do fluido já instalada no radier, cabe aos colaboradores executar a caixa de drenagem dos apartamentos. Da mesma forma da instalação elétrica, é realizada a marcação da posição da caixa de drenagem e a posterior instalação da mesma com uma espera para o apartamento superior, visto que o sistema de drenagem de ar-condicionado funciona em prumada.

Para o caso da drenagem de ar-condicionado, observou-se alterações na execução de alguns ciclos da fôrma, em virtude da posição da tubulação no radier. A posição de saída da caixa de drenagem deve obedecer a posição da tubulação de recebimento no radier.

Figura 18 – Drenagem de ar-condicionado



Fonte: Autora, 2025

Nota-se que há uma alteração no caminho percorrido pela tubulação (com a utilização de 2 joelhos soldáveis de 45°), tendo esta que sair de um lado para o outro da caixa de drenagem, de modo a coincidir com a saída já existente do dispositivo de drenagem.

Com todos os componentes da parede já instalados, fixados e verificados, é feita a distribuição dos espaçadores centralizadores para parede, de modo que seja garantido que a estrutura da malha de aço fique posicionada corretamente no eixo da parede.

A partir de então, inicia-se o processo de montagem da fôrma de alumínio para conformação do concreto que resultará na estrutura da parede da edificação.

Figura 19 – Visualização dos espaçadores centralizadores de parede



Fonte: Autora, 2025

Prosseguindo com as etapas, é dado início à execução da fôrma de parede. Os projetos definem a paginação das placas, onde deve ser colocada cada peça, com a finalidade de construir uma estrutura autoportante de parede para a concepção da estrutura do edifício.

O processo de montagem da fôrma de alumínio começa pela escada, visto que a escada montada dá acesso à laje de teto do primeiro ciclo a ser concretado.

Figura 20 – Início de montagem de ciclo pela escada



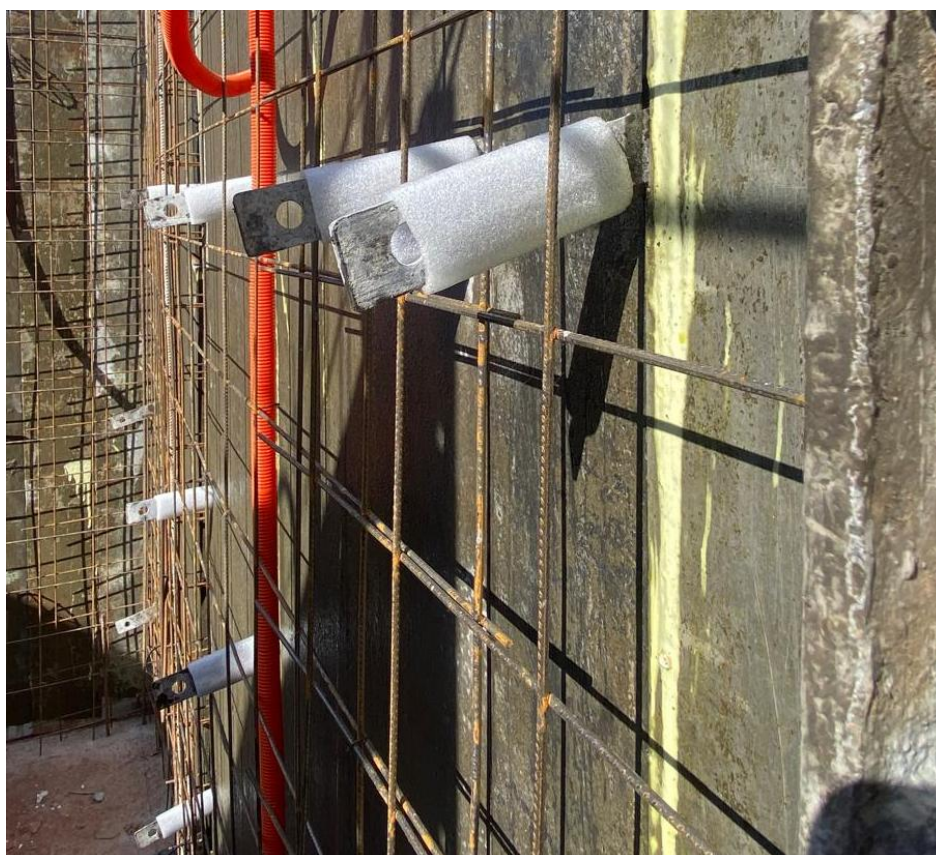
Fonte: Autora, 2025

Com a escada iniciada, as equipes iniciam também a montagem do apartamento. Cada equipe é responsável por montar um ou mais cômodos, sendo encarregada de montar as paredes internas e o teto do ambiente. A parte externa das paredes, que chamamos de fachada, é montada por outra equipe que fica apenas do lado externo da edificação.

Cada equipe transporta as peças da fôrma para o ambiente a ser montado, posiciona a placa de alumínio e já realiza uma “pré-ancoragem” das placas para que fiquem na posição desejada. Como os ambientes são montados por 2 equipes (a interna e a externa), a equipe que iniciar a montagem do ambiente primeiro já deixa a dispositivo de travamento e amarração das placas posicionado e protegido.

A faqueta, dispositivo de travamento acima citado, é o que garante que a parede possua a espessura exigida em projeto e o travamento da mesma. É posicionada nos encontros entre as placas da fôrma e em pontos chave ao longo da altura da placa, para tornar o painel da parede monolítico

Figura 21 – Faqueta protegida com cilindro



Fonte: Autora, 2025

O material que envolve a faqueta é um cilindro de proteção fabricado em polímeros sintéticos. Esse cilindro tem a função de evitar o contato do concreto com o dispositivo de travamento das fôrmas, permitindo maior facilidade na remoção das faquetas e assegurando que a vida útil do material seja prolongada.

Eventualmente, as faquetas coincidem com o caminho percorrido por instalações elétricas ou de drenagem de ar-condicionado. Quando esses eventos ocorrem é preciso alterar o encaminhamento das tubulações, pois as faquetas não tem possibilidade de serem mudadas de local, uma vez que a paginação da fôrma não muda.

Figura 22 – Montagem de fôrma de parede



Fonte: Autora, 2025

Com a rotina da montagem esses erros são dirimidos, pois a equipe das instalações já consegue visualizar onde serão pontos de travamento da fôrma e desviar os eletrodutos e tubulações. Consequentemente, as interferências entre os sistemas são diminuídas, podendo ocorrer, ainda, esporadicamente.

Para realizar o fechamento da fôrma posicionam-se as placas da outra face da parede, ajusta-se a posição da faqueta para travamento e procede-se com o aferrolhamento da trava da parede com os pinos e cunhas. Executam-se as travas de porta, para que seja garantido o prumo das portas; executam-se os alinhadores de parede (com esquadro), para que as paredes possuam alinhamento perfeito e não fujam do esquadramento proposto.

Figura 23 – Pino e cunha travando as placas da fôrma



Fonte: Autora, 2025

Com a finalização da montagem das fôrmas que compõem a parede, parte-se para montagem do teto que receberá a malha estrutural da laje, as instalações e o concreto. O procedimento é iniciado com a disposição das transversinas de escoramento onde as placas da fôrma do teto serão apoiadas.

Figura 24 – Montagem de teto/laje



Fonte: Autora, 2025

E, com lastro da laje montado, começa a disposição das telas soldadas que irão compor a armadura positiva da laje. Depois incluem-se os reforços da laje e os reforços nas aberturas onde estão localizados vãos de *shaft*.

Figura 25 – Reforço estrutural em vão de *shaft* e passantes de banheiro



Fonte: Autora, 2025

Após a finalização da armadura positiva da laje, as instalações elétricas são executadas. Instalam-se as caixinhas de teto conforme projeto elétrico e realiza-se o encaminhamento dos eletrodutos conforme saída dos circuitos do quadro de distribuição embutido na fôrma da parede.

Salienta-se que, em virtude da particularidade do sistema construtivo, as instalações hidráulicas e sanitárias são executadas depois que a estrutura do edifício já está pronta. Entretanto, além dos *shafts* previstos em projeto, a obra realiza a inserção de passantes na laje (em evidência na Figura 25) para as tubulações que precisam transpassar a estrutura. Como os projetos indicam a localização exata das tubulações, marca-se o posicionamento das mesmas e insere-se pequenos pedaços de tubo PVC para facilitar o próximo serviço. Essa

prática reduz o serviço de quebra da laje, além de reduzir o tempo de serviço dos colaboradores que irão executar essas instalações.

Figura 26 – Elétrica de laje, passantes de laje e *shaft*



Fonte: Autora, 2025

Assim como nas paredes, a laje também precisa de espaçadores para o correto posicionamento das telas que compõem a malha estrutural. Na Figura 26, conseguimos constatar a utilização de espaçadores da armadura positiva e negativa da laje. Esta última armadura é colocada após o termino da execução das instalações elétricas, reforços estruturais e passantes de laje.

Com todos os sistemas já executados, conferidos e liberados, inicia-se o processo de concretagem. Para este processo, neste empreendimento é utilizado concreto super fluido, com resistência característica de 20MPa. A obra dispõe de laboratório terceirizado instalado nas dependências da mesma, onde é realizado o teste de abatimento de tronco de cone (slump test), moldagem dos corpos de prova (CP's) e rompimento dos CP's para liberar a desforma da parede de concreto em 12h.

A concretagem inicia com o enchimento das paredes de maneira gradual. Todas as paredes recebem concreto até ficarem completamente cheias e inicia-se o lançamento do concreto na laje. Para esta atividade, realiza-se mapeamento do concreto aplicado, de maneira que seja possível identificar os locais de

aplicação de cada carro de concreto caso algum CP após rompimento não atinja a resistência de projeto.

Figura 27 – Início de concretagem pelas paredes



Fonte: Autora, 2025

Figura 28 – Finalização de concretagem na laje



Fonte: Autora, 2025

6.3 Estudo dos projetos

A análise do empreendimento de maneira sistêmica, buscando compreender a compatibilização dos projetos e corroborar com a execução, conduziu a pesquisa para os sistemas de drenagem de ar-condicionado e sistema de segurança da fôrma da parede.

O sistema de segurança em questão é executado apenas após a desforma dos ciclos do térreo, uma vez que, no pavimento térreo não há necessidade de instalação da plataforma de proteção para execução das atividades de fachada da fôrma de alumínio.

Figura 29 – Plataforma de proteção



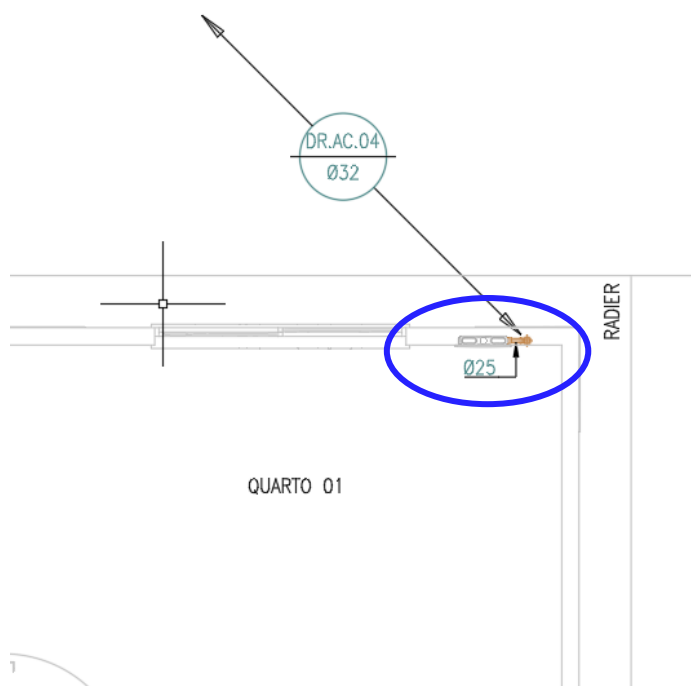
Fonte: Autora, 2025

Na Figura 29, é possível observar a plataforma de proteção vista de baixo. Nota-se que o sistema possui mãos-francesas que servem de estrutura para o lastro do piso. Essas mãos de força são parafusadas na parede, havendo necessidade de realizar furos que transpassam a estrutura para ancoragem dos parafusos.

Acontece que determinados locais da disposição das mãos-francesas da plataforma de proteção, coincidem com a tubulação vertical da drenagem do ar-condicionado e de instalação elétrica. Neste último caso, acontece de coincidir tanto com eletrodutos do apartamento como da área comum do bloco (arandelas).

Para sanar a interferência ocasionada pelo sistema de segurança, realiza-se o ajuste da posição da mão-francesa de modo que a montagem da plataforma não seja prejudicada. Além do mais, os colaboradores que são envolvidos nos procedimentos executivos da parede de concreto estão sempre em diálogo, apontando possíveis pontos de interferência para que, antes mesmo da montagem, sejam corrigidos sem prejudicar ou danificar as instalações da parede de concreto.

Figura 30 – Posição da drenagem do ar-condicionado



Fonte: Autora, 2025

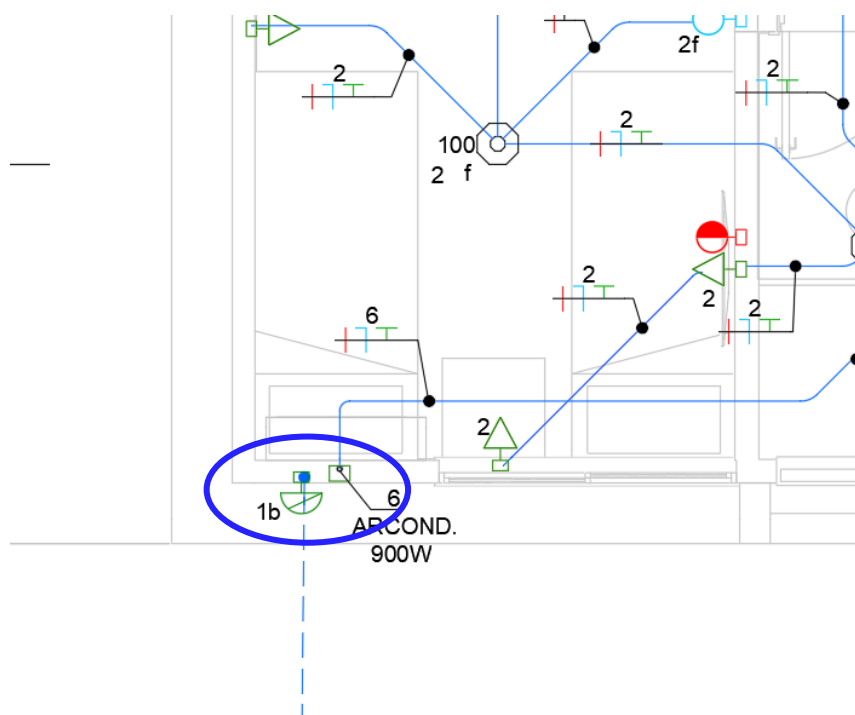
Figura 31 – Posição da mão-francesa da plataforma de proteção



Fonte: Autora, 2025

Com o remanejamento da mão-francesa deste ponto em questão, consegue-se proceder com a execução dos sistemas sem interferência. Entretanto, é um ponto de atenção para compatibilizar os projetos de instalações com os projetos da fôrma em geral, tanto da montagem da fôrma para parede, quanto do sistema de segurança da mesma.

Figura 32 – Posição da arandela de entrada do bloco e ponto de força do ar-condicionado



Fonte: Autora, 2025

Além dos itens já descritos que sofreram alteração por conta da incompatibilidade dos sistemas, verificou-se também um gargalo para o sistema construtivo. Nichos de concretagem foram constatados em alguns pontos chave da edificação, devido à falta de espaço útil para fluidez do concreto.

Figura 33 – Nicho de concretagem



Fonte: Autora, 2025

Na Figura 33 observamos nichos de concretagem abaixo da caixa de drenagem do ar-condicionado e ao lado de uma janela, onde podemos visualizar a caixa de drenagem e os reforços de canto da janela. Os agregados graúdos que compõem o concreto ficaram presos na alta densidade de componentes da parede e impediram que o concreto fluísse para o preenchimento total da peça.

Em casos como este é utilizado graute industrializado, de resistência pelo menos 2x maior que o concreto utilizado na concretagem da peça, para o fechamento, pois trata-se de uma peça estrutural e quaisquer aberturas não previstas na estrutura podem comprometer a segurança da edificação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando e ponderando as constatações obtidas nas visitas de campo, podemos inferir que o sistema construtivo em parede de concreto possui compatibilização entre os projetos pouco vista em outros sistemas. Apesar disso, são encontradas ainda interferências no processo executivo devido à pequenas falhas na harmonia das disciplinas envolvidas.

A equipe de projetos, na etapa de criação dos mesmos, por demandar planejamento minucioso e muito conhecimento técnico, deveria solicitar sugestões da equipe que executa o sistema. Por vezes, pequenos ajustes alteram toda sistemática executiva e melhora a interação dos componentes que compõem o sistema construtivo de parede de concreto.

No processo executivo do sistema, os próprios colaboradores promovem a compatibilização das disciplinas quando ocorrem interferências. Por mais que os projetos definam as diretrizes executivas, em alguns casos são tomadas providências empíricas para tornar exequível alguns sistemas, como foi o caso da interferência entre sistema de segurança e drenagem de ar/arandela.

Quando há a colaboração entre os departamentos envolvidos no processo de concepção da parede de concreto, do projeto à execução, os métodos executivos são melhorados, promovendo maior eficiência e qualidade nos empreendimentos que utilizam o sistema construtivo em questão.

Deixamos como sugestão para futuros trabalhos que abordem o sistema de parede de concreto, o estudo das instalações elétricas da laje em projetos com espessura de laje $h=10\text{cm}$. Nesta pesquisa foi possível observar que o espaço para conformação dos eletrodutos na laje é pequeno, devido à malha dupla (positiva e negativa).

REFERÊNCIAS

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**. Leadership and Management in Engineering, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.

BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: EPUSP, 2016.

BRIDI, M. E. **Protocolo de avaliação das práticas de gestão da segurança e saúde no trabalho na construção civil**. Disponível em: <<https://consensus.app/papers/protocolo-de-avaliacao-das-praticas-de-gestao-da-seguranca-brid/9a02df350d7e5c88bb2d46f97e31d6d6/>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

BRAGUIM, T. C. **Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. 2013. 227f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

BRITO, A. C. **Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

CORSINI, R. **Paredes normatizadas**. Técnica, São Paulo, n. 167, p. 32-38, fev. 2011.

COSTA, E. N.; SILVA, M. F. S. **Considerações sobre a compatibilidade entre projetos na construção civil**. Revista de Engenharia Civil IMED, v. 4, n. 2, p. 89-98, 2017.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. **A percepção de interferências espaciais através de desenhos 2D e modelos 3D por profissionais de projetos de edificações**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 13, n. 1, p. 105-118, 2018.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GOES, R. H. T. B.; SANTOS, E. T. **Compatibilização de projetos: comparação entre o BIM e CAD 2D**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2011, Salvador. Anais [...]. Salvador: UFBA, 2011.

KASSEM, M. et al. **Building Information Modelling: Protocol for collaborative design processes**. Journal of Information Technology in Construction, v. 23, p. 298-323, 2018.

KENT, D. C.; BECERIK-GERBER, B. **Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 145, n. 3, p. 04019004, 2019.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MISURELLI, H., MASSUDA, C. **Como construir Paredes de Concreto**. Revista TÉCNNE, Edição 147. Jun. 2009.

PEDREIRA TOPÁZIO. **BIM no Sistema de Parede de Concreto**. Disponível em: <www.pedreiratopazio.eng.br>. Acesso em 28 jan. 2025

SACH, H.M.; ROSSIGNOLO, J.A.; BUENO, C. **Vedações verticais em concreto moldadas in loco: avaliação do conforto térmico de habitações térreas no Estado de São Paulo**. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v.4, p.31-48, São Paulo, 2011.

STUMPF, K. **Banco Nacional da Habitação (BNH): O que é e por que foi extinto?**. Disponível em: < www.topinvest.com.br/glossario/banco-nacional-da-habitacao/>. Acesso em 02 jun. 2025

SUCCAR, B. **Building Information Modeling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders**. Automation in Construction, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

WEISE, A. D.; MORO, M. F.; REIS, C.; FLORES, S. A. **Custo unitário básico na indústria da construção civil: influência de indicadores econômicos na composição do CUB**. Revista FSA, v. 15, n. 6, 2018.

WENDLER, MONGE. **Paredes de concreto – como ter uma obra sem manifestações patológicas**. Revista TÉCNNE, abril de 2018.

GLOSSÁRIO

Armadura de fretagem – Armadura utilizada para resistir a esforços em regiões de forças concentradas, como em ancoragens da protensão.

Armadura negativa – Armadura posicionada na parte superior de elementos estruturais, para resistir a momentos negativos.

Armadura positiva – Armadura posicionada na parte inferior de elementos estruturais, para resistir a momentos negativos.

Caranguejo – Espaçador utilizado para manutenção do espaçamento da armadura negativa.

Ciclo – Conjunto de 2 apartamentos, com ou sem escada, que são concretados de uma só vez durante o processo de construção em parede de concreto.

Cocada – Espaçador fabricado em obra, geralmente de massa de cimento e areia, utilizado para a manutenção do espaçamento das armaduras positivas e de protensão.

Corte – Elemento arquitetônico que possui detalhamentos executivos e visuais internos de determinado projeto.

Fachada – Parte externa de uma edificação, com detalhes construtivos.

Faqueta – Presilha de travamento da fôrma de alumínio para parede de concreto.

Gabarito – Exemplar em verdadeira grandeza para traçar, verificar ou controlar formas e medidas durante a execução de uma obra.

Geminados – Que é conjugado, encostado um no outro.

Graute – Microconcreto de alta resistência, mais fluido que o concreto comum, utilizado para fechamento de nichos de concretagem.

Junta de dilatação – Espaçamento planejado em estruturas para permissão da movimentação natural (trabalho) dos materiais devido à variações térmicas.

Mestra – Faixa de argamassa para nivelamento de piso.

Minha Casa Minha Vida – Programa habitacional do Governo Federal, que visa facilitar o acesso à casa própria de famílias de baixa e média renda.

Mock-up – Representação visual, em tamanho reduzido, para visualizar e testar conceitos. Maquete.

Nicho de concretagem – Espaços não preenchidos com concreto na peça estrutural.

Planta baixa – Desenho técnico, em escala, que representa a visão superior de um imóvel.

Platibanda – Faixa vertical na parte superior da edificação que tem a função de ocultar o telhado.

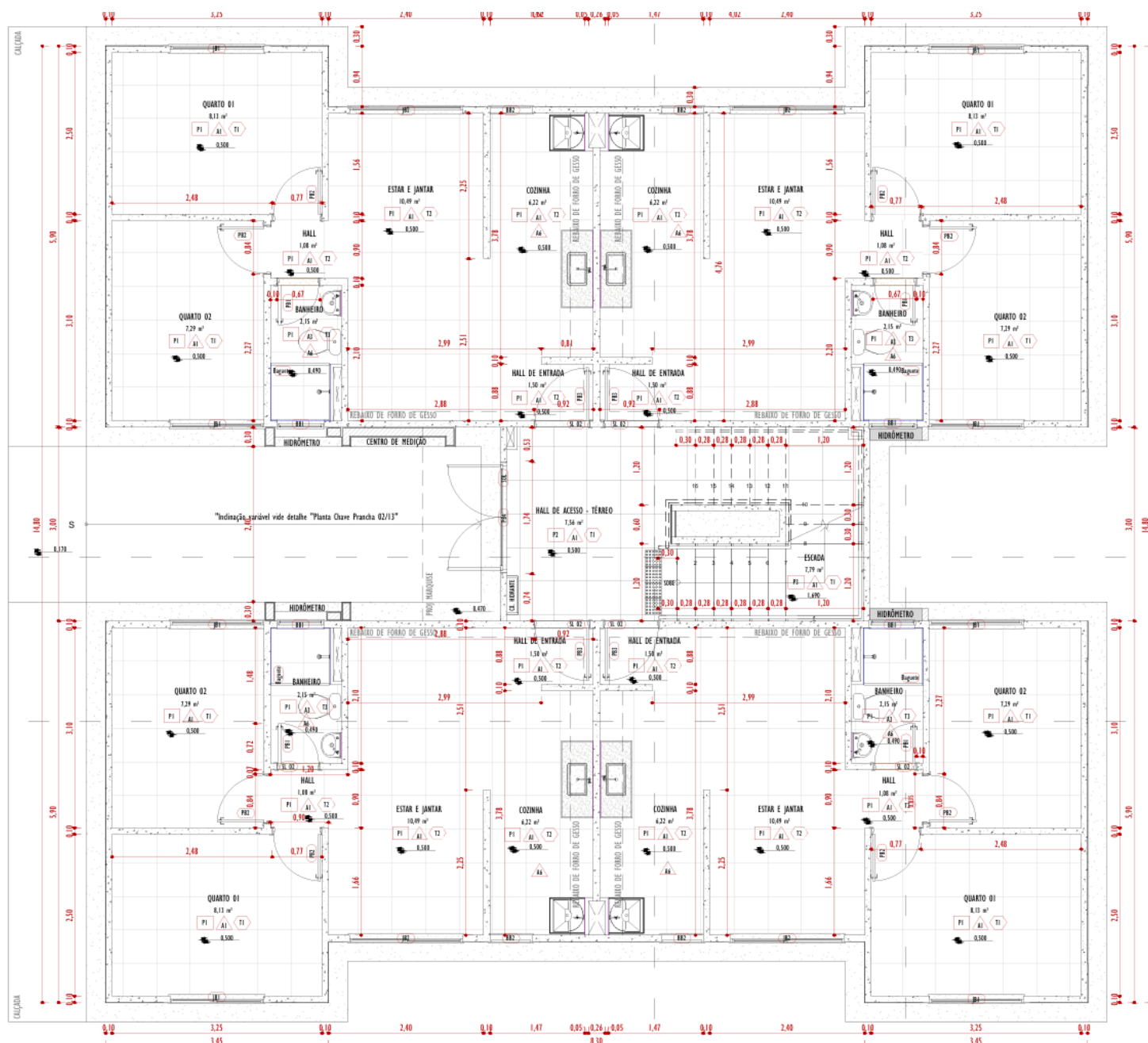
Protensão – Tratamento para aumentar a resistência do concreto.

Radier – Fundação rasa, sendo uma laje de concreto armado que se estende por toda a área da construção.

Shaft – Abertura, vertical ou horizontal, que permite a passagem de tubulações sem prejuízo à estrutura da edificação.

ANEXOS

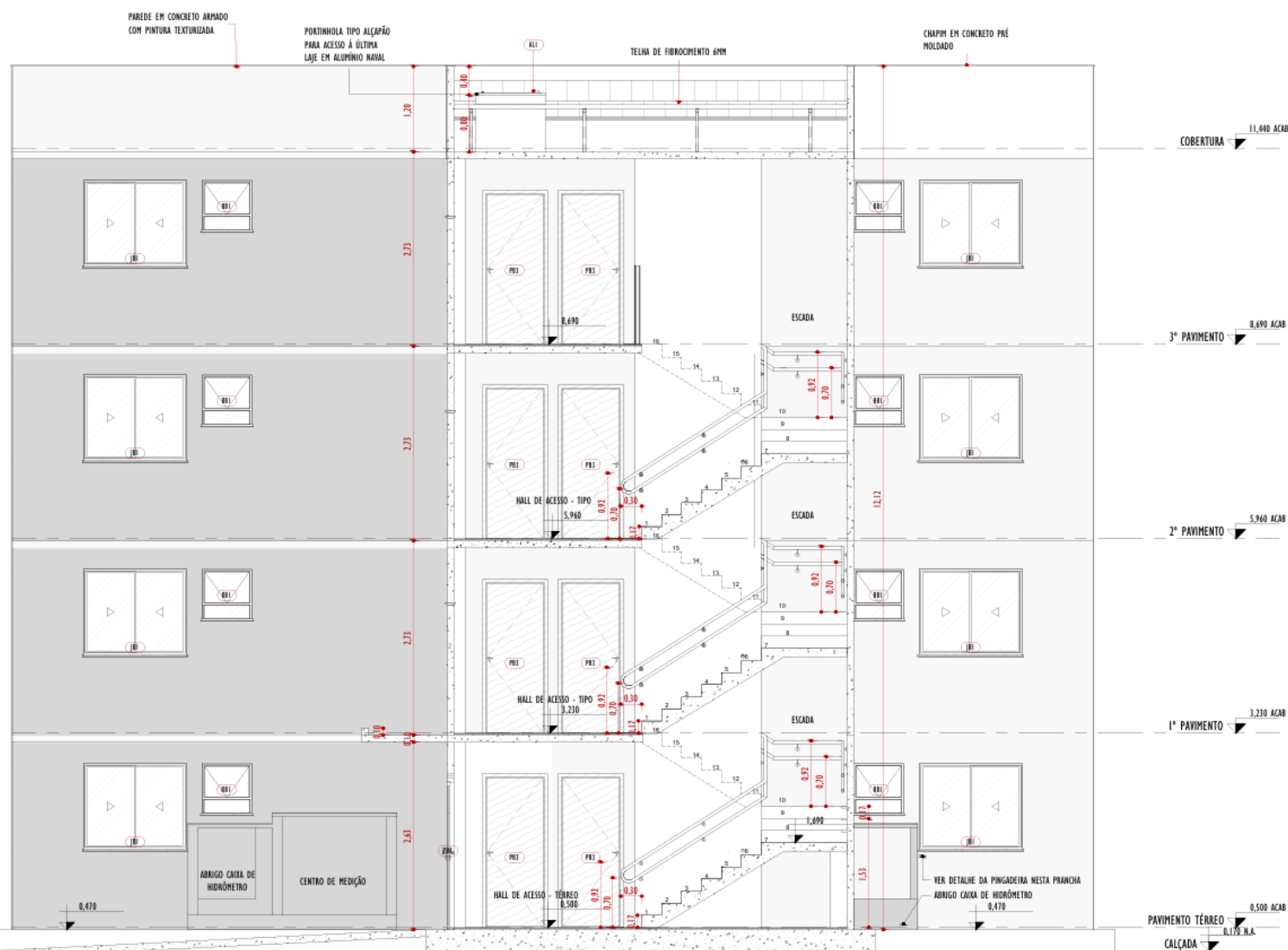
ANEXO A – ARQUITETURA PADRÃO PAVIMENTO TÉRREO



ANEXO B – FACHADA LATERAL DO BLOCO PADRÃO

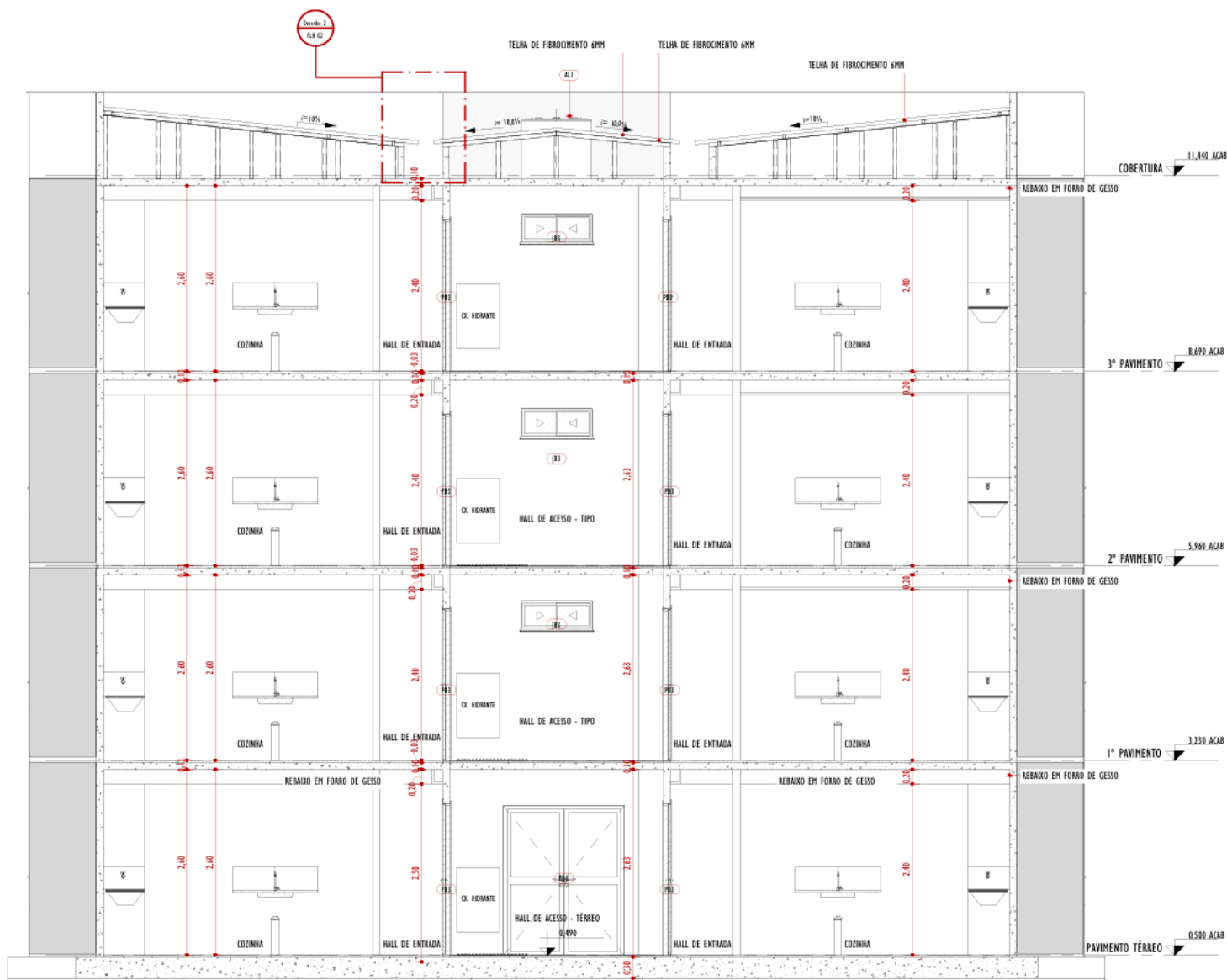


ANEXO C – CORTE DO BLOCO PADRÃO (ESCADA)



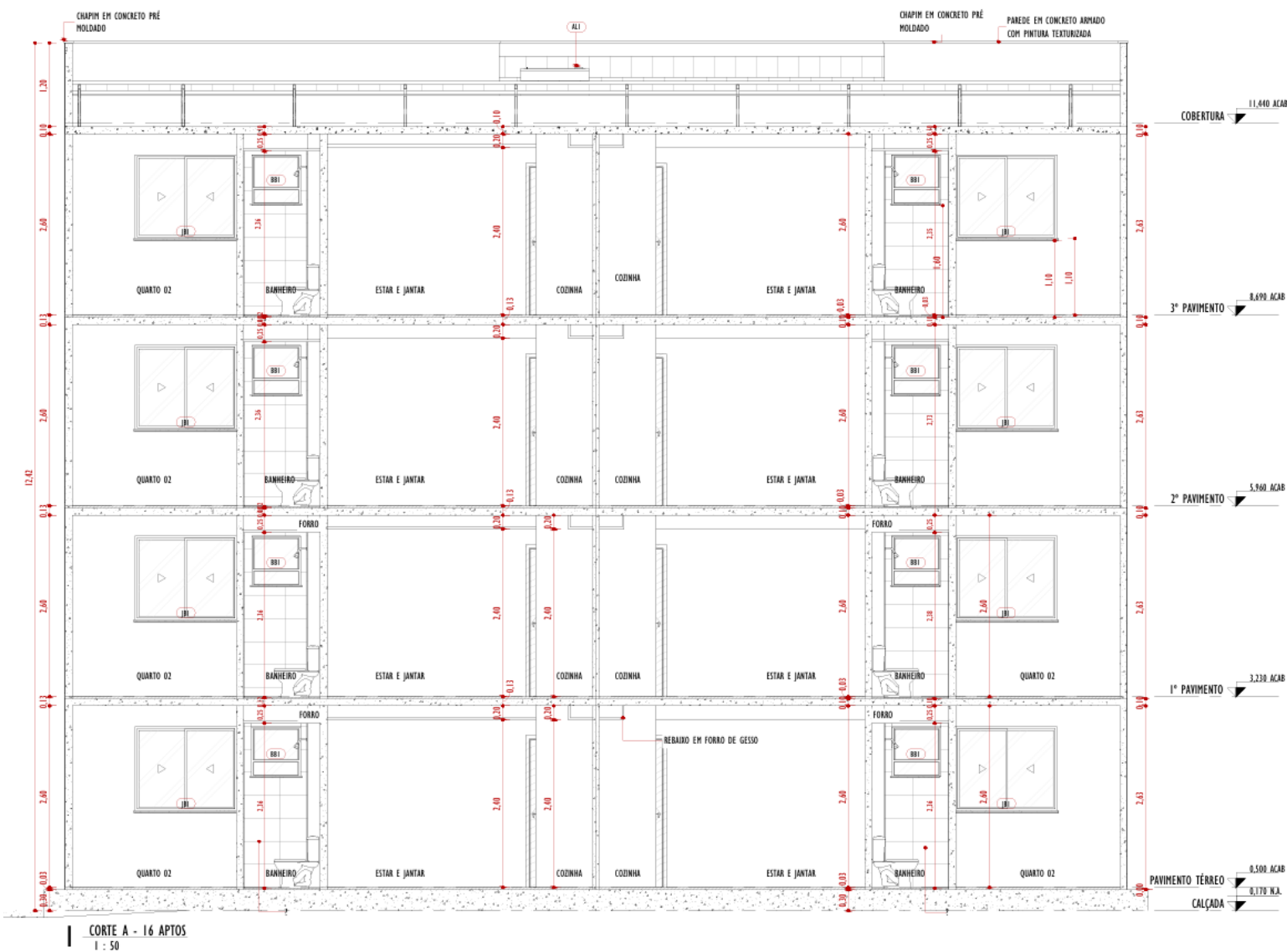
2 CORTE B - 16 APTOS
1 : 50

ANEXO D – CORTE DO BLOCO PADRÃO (HALL/COZINHA)



4 CORTE D - 16 APTOS
1 : 50

ANEXO E – CORTE DO BLOCO PADRÃO (SALA/QUARTO/WC)



ANEXO F – EMPREENDIMENTO JÁ ENTREGUE PELA COMPANHIA

**ANEXO G – APARTAMENTO PADRÃO JÁ ENTREGUE PELA
COMPANHIA**

