

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

**JOÃO VICENTE SILVA DOS SANTOS
VANESSA CAROLINE CESAR**

**AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APÓS A
DESFORMA DE CASAS GEMINADAS COM O SISTEMA DE
PAREDES DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

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

**JOÃO VICENTE SILVA DOS SANTOS
VANESSA CAROLINE CESAR**

**AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APÓS A
DESFORMA DE CASAS GEMINADAS COM O SISTEMA DE
PAREDES DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Juliana Machado Casali, Engenheira Civil.

FLORIANÓPOLIS, 2023.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Santos e Cesar, João Vicente Silva dos Santos e Vanessa Caroline Cesar

AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APÓS A DESFORMA DE CASAS GEMINADAS COM O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO. / João Vicente Silva dos Santos e Vanessa Caroline Cesar Santos e Cesar; orientação de Juliana Machado Casali. - Florianópolis, SC, 2023. 98 p.

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

Inclui Referências.

1. Paredes de concreto moldadas no local. 2. Industrialização na construção. 3. Manifestações patológicas.

I. Casali, Juliana Machado . II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APÓS A DESFORMA DE CASAS GEMINADAS COM O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO..

**AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS APÓS A DESFORMA DE
CASAS GEMINADAS COM O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO: ESTUDO
DE CASO.**

**JOÃO VICENTE SILVA DOS SANTOS
VANESSA CAROLINE CESAR**

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

Florianópolis, 13 de dezembro, 2023.

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Juliana Machado Casali, Engenheira Civil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Prof^a. Andrea Murillo Betioli, Engenheira Civil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Prof. Me. Lucas Bastianelo Scremin, Engenheiro Civil
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

João

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. Gostaria de agradecer a nossa orientadora, Juliana Machado Casali pela sua orientação e sugestão que foram de grande valor durante todo o processo. Agradeço também aos meus pais, minha irmã, meus avós e demais familiares, que me deram apoio durante toda a minha jornada acadêmica, sem eles nada disso seria possível.

Agradeço também aos meus amigos e colegas de trabalho, que sempre nos apoiaram e deram ideias e sugestões para agregar nosso trabalho. E por fim, agradeço a minha namorada, Vanessa Caroline Cesar, que me apoiou e se dedicou durante toda essa fase juntos, sem ela, nada disso teria sido possível.

Vanessa

Início os agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse concluído. Agradeço em especial a nossa orientadora Juliana Machado Casali pelo auxílio, pelos puxões de orelha e principalmente, por todo apoio.

Agradeço aos meus pais e meu irmão, que por meio de muitas lutas e sacrifícios, não mediram esforços por mim. Em especial ao meu irmão, que sempre me apoiou, incentivou e ajudou sempre que precisei. A minha falecida avó que hoje estaria orgulhosa de toda minha trajetória. Não menos especial, a minha melhor amiga Elisa, que mesmo de longe, estava em cada passo meu, torcendo por mim.

Agradeço aos meus amigos pela parceria e apoio, por todas as risadas e festas juntos. Agradeço aos meus chefes durante essa trajetória, por todas as oportunidades a mim dadas, pela confiança e por todos os ensinamentos.

Por fim e não menos importante, agradeço ao meu namorado e melhor amigo, João Vicente Silva dos Santos, por todo apoio, amor e dedicação, pela parceria desses anos. Ele foi essencial para que pudéssemos concluir, não somente o presente documento, mas também a nossa graduação. Agradeço por toda nossa história juntos e serei eternamente grata por termos nos encontrado nessa jornada.

RESUMO

A construção civil é um dos pilares da economia brasileira, atingindo todas as classes sociais, desde a geração de empregos até o desenvolvimento de novas tecnologias. Devido ao grande déficit habitacional em que o país se encontra, novos métodos vão ganhando força no mercado, competindo com os sistemas convencionais já existentes há décadas. Aliados a isso, incentivos governamentais ajudam a amplificar o sistema de paredes de concreto moldadas no local. Este sistema de construção é racionalizado, que busca aumentar a produtividade e qualidade e diminuir os custos e desperdícios de uma obra. O desenvolvimento deste trabalho consistiu em um estudo de caso, de uma obra em execução de sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, com a utilização de fôrmas metálicas, para casas geminadas, possuindo variações de tipologia. Visando entender melhor quais são as dificuldades e manifestações patológicas encontradas após a desforma, foi realizado um levantamento de dados em todos os tipos de casas, além de acompanhamentos no local. Com os dados obtidos, foi possível mapear as possíveis causas das manifestações patológicas, quantificar as ocorrências e indicações de como prevenir, a fim de melhorar o ciclo construtivo para futuras implementações do sistema.

Palavras-chave: Paredes de concreto moldadas no local. Industrialização na construção. Manifestações patológicas.

ABSTRACT

The construction industry is one of the pillars of the Brazilian economy, reaching all social classes, from job creation to the development of new technologies. Due to the significant housing deficit in the country, new methods are gaining momentum in the market, competing with conventional systems that have existed for decades. In addition to this, government incentives help amplify the on-site molded concrete wall system. This construction system is rationalized, aiming to increase productivity and quality while reducing costs and waste in a project. The development of this work consisted of a case study of an ongoing construction project using on-site molded concrete wall systems, utilizing metal forms for townhouses with variations in typology. To better understand the difficulties and pathological manifestations encountered after demolding, data collection was carried out for all types of houses, along with on-site monitoring. With the obtained data, it was possible to map the possible causes of pathological manifestations, quantify occurrences, and provide indications on how to prevent them, in order to improve the construction cycle for future system implementations.

Keywords: On-site molded concrete walls. Industrialization in construction. Pathological manifestations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obra com o sistema de paredes de concreto moldada no local.....	18
Figura 2 - Fundação em radier.....	20
Figura 3 - Aumento de laje radier.....	21
Figura 4 - Reforço de armadura nos cantos.....	22
Figura 5 - Espaçadores e a tela de armação.....	23
Figura 6 - Caixas e eletrodutos presos na armadura.....	24
Figura 7 - Fôrmas metálica.....	25
Figura 8 - Diferença de acabamento entre os sistemas tradicionais e o sistema de parede de concreto.....	27
Figura 9 - Índices de manifestações patológicas no Brasil.....	29
Figura 10 - Casas concretadas com a utilização das fôrmas.....	33
Figura 11 - Planta de situação da implantação da terceira fase.....	33
Figura 12 – Foto aérea do empreendimento.....	34
Figura 13 - Casa modelo.....	34
Figura 14 - Diferentes linhas de montagem.....	35
Figura 15 - Casa A: Térreo, Segundo Pavimento e Cobertura.....	36
Figura 16 - Casa B: Térreo e Segundo Pavimento.....	36
Figura 17 - Casa C: Térreo e Segundo Pavimento.....	37
Figura 18 - Casa D: Térreo e Segundo Pavimento.....	37
Figura 19 - Casa E: Térreo e Segundo Pavimento.....	38
Figura 20 - Tipologia 1: AEEB.....	39
Figura 21 - Tipologia 2: ADDC.....	39
Figura 22 - Fundação.....	40
Figura 23 – Fundação externa.....	41
Figura 24 - Armação com tela soldável.....	42
Figura 25 - Detalhamento de uma parede no projeto de fôrmas.....	43
Figura 26 - Posição das fôrmas em planta baixa.....	44
Figura 27 - Detalhamento da posição dos esquadros.....	44
Figura 28 - Rede hidráulica vertical e horizontal.....	45
Figura 29 - Instalações elétricas.....	46
Figura 30 - Planta de implantação ampliada com as marcações das casas visitadas.....	48
Figura 31 - Desalinhamento da fundação com a fôrma.....	55

Figura 32 - Falha no alinhamento da sapata corrida	56
Figura 33 - Desaprumo entre os pavimentos.....	57
Figura 34 - Utilização de madeira para fechamento das fôrmas	58
Figura 35 – Uso de polímero para fechamento das fôrmas	59
Figura 36 - Segregação do concreto na superfície da laje.....	60
Figura 37 - Segregação na superfície do concreto em paredes	61
Figura 38 Fissuras	62
Figura 39 - Armadura exposta.....	63
Figura 40 - Danos causados pela retirada de pinos e faquetas de travamento	64
Figura 41 - Falhas de cobrimento do concreto	65
Figura 42 - Defeito nos vãos das abertura das portas.....	67
Figura 43 - Caixas de elétrica desalinhadas	68
Figura 44 - Planta de situação demarcada com as casas visitadas.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator de ponderação (Fp) em Lajes.....	50
Tabela 2 - - Fator de ponderação (Fp) em Pilares	50
Tabela 3 - Fator de ponderação (Fp) em Vigas	51
Tabela 4 - Fator de intensidade de dano (Fi).....	52
Tabela 5 - Classificação dos níveis de deterioração dos elementos.....	53
Tabela 6 - Fator de ponderação (Fp)	70
Tabela 7 - Levantamento de dados da casa do tipo A.....	71
Tabela 8 – Aplicação da metodologia GDE na casa A	72
Tabela 9 - Levantamento de dados da casa do tipo B.....	73
Tabela 10 - Aplicação da metodologia GDE na casa B.	74
Tabela 11 - Levantamento de dados da casa tipo C.	75
Tabela 12 - Aplicação da metodologia GDE na casa C.	76
Tabela 13 - Levantamento de dados da casa D	77
Tabela 14 - Aplicação da metodologia GDE na casa D.....	78
Tabela 15 - Levantamento de dados da casa E.....	79
Tabela 16 – Aplicação da metodologia GDE da casa E	80
Tabela 17 – GDE casa tipo A.....	81
Tabela 18 – GDE casa tipo B.....	81
Tabela 19 – GDE casa tipo C.....	82
Tabela 20 – GDE casa tipo D.....	82
Tabela 21 – GDE casa tipo E.....	82
Tabela 22 – Tipologia 1 (AEEB)	83
Tabela 23 – Tipologia 2 (ADDC).....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
D	Grau de dano
Fi	Fator de intensidade de dano
Fp	Fator de ponderação
Gde	Grau de dano no elemento
NBR	Normas Brasileiras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa	14
1.2	Definição do Problema.....	14
1.3	Objetivo Geral.....	15
1.4	Objetivos Específicos	15
1.5	Estrutura do Trabalho	15
2	SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL	17
2.1	Definição do problema.....	17
2.2	Vantagens e desvantagens	18
2.3	Etapas de execução	19
2.3.1	Fundação	19
2.3.2	Armação	21
2.3.3	Instalações.....	23
2.3.4	Fôrmas	24
2.3.5	Concreto	26
2.3.6	Desforma	26
2.3.7	Acabamentos	27
2.4	Mão de obra	27
2.5	Manifestações patológicas	28
2.5.1	Falhas de execução	29
2.5.2	Fissuras	30
2.5.3	Falhas de concretagem.....	30
3	ESTUDO DE CASO	32
3.1	Métodos Aplicados	32
3.2	Dados do Empreendimento	32
3.3	Projetos Arquitetônico das Casas	35
3.4	Dados da execução.....	39
3.4.1	Fundação	40
3.4.2	Armação	41
3.4.3	Projeto de Fôrmas	42
3.4.4	Instalações.....	45
3.4.5	Concreto	46
3.5	Etapas do Trabalho.....	46
3.6	Metodologia Gde/UnB.....	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1	Manifestações Patológicas	54
4.1.1	Desalinhamento entre a fundação e a estrutura.....	54
4.1.2	Desalinhamento da sapata corrida.....	55
4.1.3	Pavimentos desaprumados	56
4.1.4	Utilização de madeira para fechamento das fôrmas	57
4.1.5	Uso de polímero no fechamento das formas.....	59
4.1.6	Segregação na superfície do concreto na laje.....	60
4.1.7	Segregação na superfície do concreto em paredes.....	61
4.1.8	Fissuras	61
4.1.9	Armadura exposta.....	63
4.1.10	Estruturas danificadas.....	64

4.1.11	Falhas de cobrimento do concreto	65
4.1.12	Defeito nos vãos das aberturas.....	66
4.1.13	Caixas elétricas desalinhadas.....	68
4.2	Análise dos Dados Obtidos	68
4.2.1	Casa tipo A.....	70
4.2.2	Casa tipo B.....	72
4.2.3	Casa tipo C	74
4.2.4	Casa tipo D	76
4.2.5	Casa tipo E.....	78
4.3	Grau de deterioração do elemento.....	80
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	86
	REFERÊNCIAS	87
	ANEXO A – PLANTA BAIXA DAS CASAS DA TIPOLOGIA ADDC	93
	ANEXO B – PLANTA BAIXA DAS CASAS DA TIPOLOGIA AEEB	94

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos mudaram a indústria da construção civil, modernizando a forma de como os projetos são planejados, executados e gerenciados. Ao aumentar a eficiência, a qualidade e a sustentabilidade das construções, novas tecnologias e estudos mais aprofundados têm proporcionado benefícios significativos para o setor.

Aliando essas novas tecnologias com a alta demanda de construções, fizeram-se necessários estudos em sistemas que oferecessem velocidade aos processos construtivos, sem que esses perdessem durabilidade e eficácia. Para um empreendimento com alto nível de repetição e em larga escala, as paredes de concreto moldadas no local colaboram para a agilidade da construção. A longo prazo, seu investimento inicial elevado é vantajoso, se comparado com os sistemas de construções convencionais, segundo Santos (2016). “O sistema construtivo de paredes de concreto é um método de construção racionalizado que oferece produtividade, qualidade e economia de escala quando o desafio é a redução do déficit habitacional.” (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

Devido aos incentivos governamentais nas últimas décadas, gerados pela demanda de reduzir essa deficiência de moradias através de condomínios habitacionais padronizados, muitas construtoras procuraram se aproveitar, buscando um sistema rápido e racionalizado. “O sistema parede de concreto atende a todas as atuais premissas do mercado, oferecendo as vantagens de uma metodologia construtiva voltada à produção de empreendimentos que têm alta repetitividade, como condomínios e edifícios residenciais.” (ABCP, 2007).

À proporção em que o método foi ganhando espaço no mercado, observou-se a carência de uma norma, os dados da NBR 6118 (ABNT, 2023) - Projetos de Estrutura de Concreto Armado, e da norma norte americana ACI 318 (ACI, 1995) - Código de Construção para Estruturas de Concreto, eram utilizados como referência, pois não se havia normatizado o sistema. Em 2012, entrou em vigência a norma NBR 16055 (ABNT, 2012) - Parede de Concreto Moldada no local para a construção de edificações, com revisão em 2022. A criação dessa norma impulsionou o sistema e

padronizou sua técnica, além de criar critérios para serem fiscalizados dentro do canteiro de obra, garantindo a qualidade no uso do sistema.

A norma NBR 16055 (ABNT, 2022) para a execução do sistema de parede de concreto permite a utilização de fôrmas metálicas, de madeira, plástica e outros tipos. Apesar de existirem diversos tipos de fôrmas, segundo Carvalho (2012), as fôrmas de metal possuem uma maior durabilidade e são as mais indicadas aos esforços em que são submetidas e não deformam com facilidade. A utilização deste tipo de fôrma permite a reutilização e a repetição em escala do sistema.

A fim de garantir a produtividade, racionalização de tempo de construção e a possibilidade de repetição utilizando a tecnologia de moldar paredes de concreto no local, torna-se necessário um estudo prévio para que o sistema seja efetivo. Segundo a ABCP (2013) a etapa de projeto é a mais importante para o sistema em si, pois não há espaço para tomar decisões na obra com rapidez. O projeto arquitetônico deve estar bem definido. A criação do projeto de fôrmas com medidas inteiras e dispostas em padrões métricos, possibilita a sua reutilização. Não necessariamente essa repetição de uso das fôrmas deverá ser idêntica ao projeto inicial arquitetônico, pois poderá ser aproveitado para diferentes tipologias. Entretanto, para que isso ocorra, deverá ser realizado um estudo prévio de reorganização das placas, para viabilizar esse remanejo e para que o projeto de fôrmas esteja em completa conformidade com o projeto estrutural, como especificado pela norma NBR 16055 (ABNT, 2022).

Juntamente com a alta produtividade do sistema, é necessário que exija um controle de qualidade eficiente, caso contrário podem ocorrer diversas manifestações patológicas, retrabalho na execução e custos adicionais. Segundo Bolina, Tultikian e Helene (2019), por ser um sistema com o alto consumo de concreto, dificilmente as manifestações patológicas são relacionadas a uma única origem. Normalmente se justificam com a sobreposição de agente causadores, atuando simultaneamente no sistema estrutural. O diagnóstico correto é determinante no sucesso da intervenção corretiva.

Para entender melhor todos os processos de execução do sistema de paredes de concreto e as manifestações patológicas que podem ser geradas após o processo de desforma, será utilizado como estudo de caso um empreendimento que está sendo construído em Florianópolis, no estado de Santa Catarina.

1.1 Justificativa

No Brasil tentou-se implantar o sistema construtivo de parede de concreto moldada no local ainda na década de 70, porém o seu valor, se comparado ao sistema convencional, é de até 12% mais caro para um único imóvel, segundo Nakamura (2019). Esse tipo de construção ganhou bastante espaço no mercado da construção civil, impulsionado principalmente pelo programa do governo Minha Casa Minha Vida (MCMV), visando solucionar o problema do déficit habitacional no país (SANTOS, 2016).

E com esse déficit habitacional sendo algo contemporâneo e impactando diretamente o Brasil, surgiu a necessidade das construtoras de industrializar e padronizar esses processos, sem perder a economia e qualidade exigida pela NBR 15575 (ABNT, 2021), reduzindo ainda mais o tempo necessário para a conclusão de uma obra, com isso o sistema torna-se algo atrativo, tanto para o mercado imobiliário quanto para buscar novos conhecimentos.

Essa industrialização dos processos também está diretamente ligada às novas implementações que as empresas estão incorporando nos seus processos, como o *lean construction*, criado a partir das ideias de um engenheiro da Toyota, Taiichi Ohno (SANTOS; DANTAS, 2022). O sistema das paredes de concreto moldadas no local converge diretamente com essas ideias, isso porque ambas buscam o controle dos processos, aumento da produtividade e a redução da variabilidade, do tempo do ciclo de produção e do desperdício de tempo e material no canteiro de obra.

Pelo fato desse sistema ter sido implementado em casas inicialmente projetadas para a alvenaria convencional, surgiu o interesse em estudar quais adversidades e manifestações patológicas aconteceram quando implementadas às variações de tipologias, algo pouco usual neste modelo de construção.

1.2 Definição do Problema

Este trabalho tem por objetivo avaliar as manifestações patológicas que ocorrem após a desforma e uma obra com diferentes tipos de casas.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo foi avaliar e quantificar as manifestações patológicas que ocorrem na implementação do sistema de parede de concreto moldadas no local, após a etapa de desforma, utilizado em cinco diferentes tipos de casas, para uma obra na região da grande Florianópolis.

1.4 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Realizar um levantamento em obra da execução realizada em cinco tipos de casa após a desforma;
- b) Avaliar as manifestações patológicas geradas pelo processo executivo das cinco diferentes casas;
- c) Analisar as possíveis causas e soluções para as manifestações patológicas encontradas;
- d) Quantificar e analisar o grau de deterioração das manifestações patológicas encontradas.

1.5 Estrutura do Trabalho

Esse trabalho possui a estrutura em cinco capítulos.

No primeiro capítulo foi feita uma introdução do sistema construtivo, juntamente com a justificativa do trabalho e seus objetivos.

No segundo capítulo foi feita uma fundamentação teórica, em que se discutirá as definições do sistema, suas etapas de execução, as vantagens e as desvantagens do método.

No terceiro capítulo, foi apresentado o estudo de caso, junto com a metodologia utilizada para o trabalho.

No quarto capítulo foi apresentado os resultados e discussões dos dados obtidos. No quinto capítulo é dissertado as considerações finais do presente trabalho. No sexto e último capítulo, é apresentado sugestões para trabalhos futuros.

2 SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL

Neste capítulo será abordado sobre a definição do sistema construtivo, vantagens e desvantagens, além das etapas construtivas desse sistema e manifestações patológicas.

2.1 Definição do sistema

Segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022), a parede de concreto é definida como um elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que cinco vezes a sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede.

Arêas (2013) define o sistema construtivo sendo baseado nos princípios da industrialização, com padronização dos processos e qualificação da mão de obra. Esse sistema também necessita de um maior controle tecnológico e de qualidade dentro do canteiro, mapeando erros e melhorando nas próximas etapas, influenciando diretamente o custo e a produtividade destes ciclos.

O sistema de paredes de concreto moldado no local é um sistema eficiente e sustentável. Segundo Lorenceto (2019), a estrutura do sistema também é usada como vedação, eliminando assim os pilares e na maioria dos casos, as vigas. Os elementos estruturais são moldados no local, com a utilização de fôrmas, por consequência, sua concretagem é feita de uma vez, unindo as lajes com as paredes, gerando assim um ciclo construtivo. A NBR 16055 (2022) reitera que todas as paredes de cada ciclo construtivo devem ser moldadas em uma única etapa de concretagem.

Para Braguim e Bittencourt (2014) é essencial a escolha da espessura da parede, não devendo ser inferior a dez centímetros, já que é um dos fatores que influenciam no suporte das ações que a construção for submetida.

Os benefícios da parede de concreto são: velocidade de execução, prazos de entrega, custo programados, industrialização do processo, maior durabilidade e desempenho técnico, economia de material (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

Com as inovações do mercado em busca de soluções mais práticas e eficazes, foram criados materiais específicos para o sistema, como a parte de elétrica, que já vem embutido dentro da estrutura, com mangueiras e caixas de passagem capazes de suportar a pressão do concreto, além da parte hidráulica, que pode ser interna ou externa as paredes, variando conforme escolha da construtora.

Na Figura 1 apresenta um exemplo de uma obra com o sistema de parede de concreto moldada no local.

Figura 1 - Obra com o sistema de paredes de concreto moldada no local



Fonte: Núcleo de parede de concreto (2013).

2.2 Vantagens e desvantagens

Segundo Pedral (2012), gerente regional de contratos da OAS Empreendimentos, o sistema apresenta vantagens como a redução de mão de obra, reduções nos prazos de execução e dos processos construtivos, padronização das medidas, indicação bem definida dos ciclos construtivos existentes e a possibilidade de reaproveitamento do jogo das fôrmas em outras construções.

Carvalho (2012) já apresenta vantagens diferentes, como a velocidade de execução, economia de materiais, visto que não são utilizados blocos cerâmicos, argamassa para reboco, gerando também menos resíduos na obra. Os controles de

qualidade e de desempenho técnico também são vantajosos, identificando erros e os corrigindo de forma prática.

Em contraponto, são identificadas desvantagens, como a falta de mão de obra qualificada, que acarreta uma baixa produtividade e não cumprimento das atividades, como cita Silva (2011). Também entram como desvantagens a utilização de peças soltas como cunhas e pinos, sendo facilmente perdidas ou estragadas e o alto investimento inicial, que elimina a relação custo-benefício em obras de menor porte, apresentados por Nakamura (2014).

Além disso, Pedral (2012) explica que uma das desvantagens é a limitação para alterações de projetos, já que não é permitido a retirada de paredes que compõem o sistema estrutural, além da dificuldade de acertar o jogo de fôrmas em outros *layouts*.

2.3 Etapas de execução

Nas etapas de execução serão abordadas a respeito da fundação, armação, instalações, fôrma, concreto, desforma, acabamento e mão de obra.

2.3.1 Fundação

Para esse tipo de sistema construtivo, não existe restrição quanto à fundação, ela vai depender de acordo com o estudo do solo e geografia do terreno, podendo ser feitas com estacas, sapatas corridas ou em radier. Esse último é mais indicado para uso em casas (MISURELLI e MASSUDA, 2009), conforme um exemplo demonstrado na Figura 2.

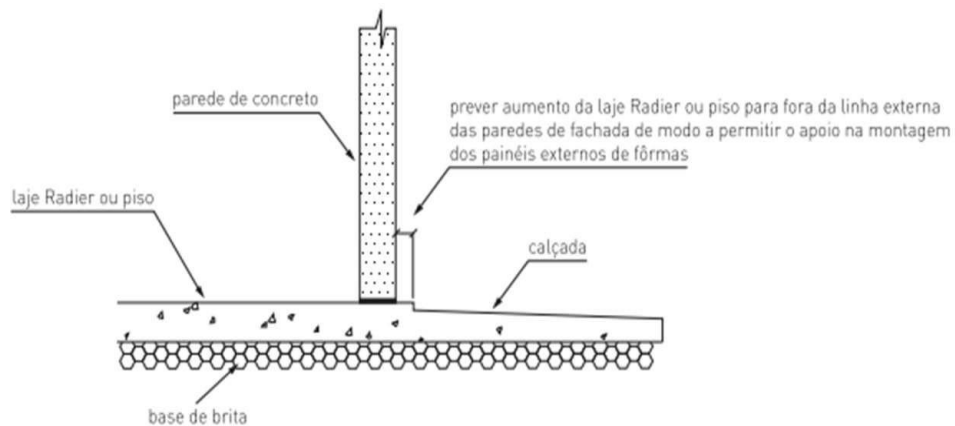
Figura 2 - Fundação em radier



Fonte: Carvalho e Santos (2012).

Cabe salientar que é necessário o cuidado na sua execução, como a precisão e o nivelamento da primeira laje, para que já sirva de apoio e facilite a montagem e o alinhamento das fôrmas. Segundo Arêas (2013), é interessante que essa primeira laje seja construída excedendo a dimensão igual à espessura dos painéis externos das fôrmas, para servir de apoio das fôrmas, conforme apresentado na Figura 3. Caso aconteça de a fundação não ser executada como um radier, deve ser feita uma primeira laje para a regularização, nivelamento e apoio das primeiras fôrmas.

Figura 3 - Aumento de laje radier



Fonte: ABCP (2007).

Nota-se que devem ser marcados os pontos e a passagem das tubulações onde forem previstas em projeto já nessa fase de fundação, além de ter o cuidado com a umidade que vem do solo para a edificação (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

2.3.2 Armação

Segundo Misurelli e Massuda (2009), a armação adotada no sistema paredes de concreto é a tela soldada posicionada no eixo vertical da parede, com reforços necessários, nos vãos de portas, janelas e nas bordas, em aço convencional. Uma das soluções apontadas pela ArcelorMittal (2018) pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Reforço de armadura nos cantos



Fonte: ArcelorMittal – Soluções para paredes de concreto armado (2018).

Nesse método as armaduras têm três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás (ABCP, 2007).

A marcação da laje é o início das atividades, ela vai delimitar onde irá ser posicionado a tela soldada, e é executada com os espaçadores (Figura 5) de mesmo diâmetro dos utilizados na base, para garantir o cobrimento, geometria dos painéis e a centralização da armadura (Arêas, 2013).

Figura 5 - Espaçadores e a tela de armação

Fonte: Cambraia (2017).

2.3.3 Instalações

O sistema de parede de concreto moldado no local permite que após a desforma, já contar com sistemas hidráulicos e elétricos embutidos dentro da estrutura, desde que sejam seguidas as condições da NBR 16055 (ABNT, 2022). Dentre as indicações da norma, deve-se respeitar as condições de manutenibilidade, utiliza-se tubulações com diâmetro máximo de 25% da espessura da parede, que deverão estar espaçados em no mínimo 5cm entre si e livres entre as faces da tubulação, sem necessidade de reforços. Quando o diâmetro da tubulação for maior que 25% e menor que 50% da espessura da parede, recomenda-se o uso de telas metálicas nas duas faces da tubulação, com largura mínima de 60 cm. A norma não permite o uso de tubos metálicas embutidos.

Como são muitas condições para serem seguidas simultaneamente, é comum se optar por deixar as tubulações fora da parede. Conforme Arêas (2013), os tubos horizontais ficam escondidos pelo uso do rebaixamento da laje ou uso de gesso já nos tubos verticais são utilizados *shafts* através das lajes, com o fechamento interno de *drywall* ou placas cimentícias, a fim de facilitar uma manutenção futura.

Conforme Santos, Teixeira e Rocha (2023) as instalações elétricas são instaladas assim que a armadura for posicionada. Os eletrodutos são presos com arame junto a tela soldável para evitar o deslocamento durante o processo de concretagem, obedecendo o projeto de instalações elétricas.

As caixas de interruptores, tomadas, luzes, entre outras são fixadas nos painéis de fôrmas de paredes por meio de gabaritos, de acordo com a posição indicada nos respectivos projetos, conforme pode ser observada na Figura 6. Já existem no mercado caixas de passagem que foram feitas para o sistema de paredes de concreto moldadas no local, elas possuem tampas removíveis e que eliminam a possibilidade da entrada de concreto (ABCP, 2007).

Segundo Arêas (2013), por motivos estéticos, não é recomendado a execução das tubulações elétricas fora das paredes, devido ao alto trabalho para ocultar todos os objetos.

Figura 6 - Caixas e eletrodutos presos na armadura



Fonte: ArcelorMittal - Soluções para paredes de Concreto Armado (2018).

2.3.4 Fôrmas

De acordo com Arêas (2013) às fôrmas possuem a função de moldar o concreto fresco de acordo com o que foi projetado e dimensionado, devem também suportar a pressão do concreto, sendo depois retiradas e reaproveitadas.

Para o sistema de parede de concreto moldadas no local são utilizados os seguintes tipos de fôrmas:

a) Fôrmas Metálicas (Figura 7);

Fôrmas Metálicas com madeira (compensado)

Fôrmas Poliméricas

Segundo Carvalho (2012), deve ser feito um estudo do material a ser escolhido antes de iniciar a obra, como a qualidade do material, sua viabilidade de transporte dentro do canteiro e o nível de detalhamento. Deve-se ainda considerar alguns fatores como o número de peças no kit, a durabilidade e quantidade de repetições, a modulação e o peso dos painéis, a garantia e o suporte adequado do fornecedor e considerar a sequência executiva de montagem e desmontagem.

De acordo com a ABCP (2007), o projeto de fôrmas deve prever que os painéis sejam modulados com dimensões e peso, de maneira que permitam o fácil manuseio e transporte por um operário. Além de garantir um encaixe perfeito entre as peças para manter a rigidez necessária.

Figura 7 - Fôrmas metálica



Fonte: Sienge – Parede de concreto: vantagens e características (2019).

2.3.5 Concreto

Segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022), o concreto também deve seguir também as especificações da NBR 6118 (ABNT, 2014) (Projetos de estruturas de concreto), NBR 8953 (ABNT, 2015) (Concreto para fins estruturais) e NBR 12655 (ABNT, 2022) (Concreto de cimento Portland), conforme a classe de agressividade ambiental que a estrutura estiver sujeita.

Misurelli e Massuda (2009) recomendam quatro tipos de concretos para serem utilizados:

- a) Concreto celular;
- b) Concreto com ar incorporado;
- c) Concreto com agregados leves e baixa massa específica;
- d) Concreto autoadensável.

A NBR 16055 (ABNT, 2022) recomenda a utilização do concreto autoadensável de baixa retração.

Cabe ressaltar que o lançamento desses concretos obedece a um critério de escolha de pontos, de modo que a massa fluída possa caminhar homogeneamente pelas fôrmas e preencher todos os vazios sem quaisquer dificuldades (ABCP, 2007).

2.3.6 Desforma

A desforma deve ser feita apenas quando as amostras de concreto atinjam a resistência à compressão indicada em projeto e a retirada das fôrmas junto com o escoramento deve ser feita sem choques, a fim de evitar o aparecimento de fissuras e imperfeições (ABCP, 2007).

Para Carvalho e Santos (2012), as fôrmas retiradas devem ser posicionadas ao lado de onde foram tiradas, quando possível, para que seja feita sua limpeza, além de indicarem o uso de um jato de água com a pressão regulada, para que não danifique a fôrma, com o objetivo de eliminar resto de argamassas aderidas

na própria, feito isso, ela está liberada para receber o desmoldante para o próximo ciclo.

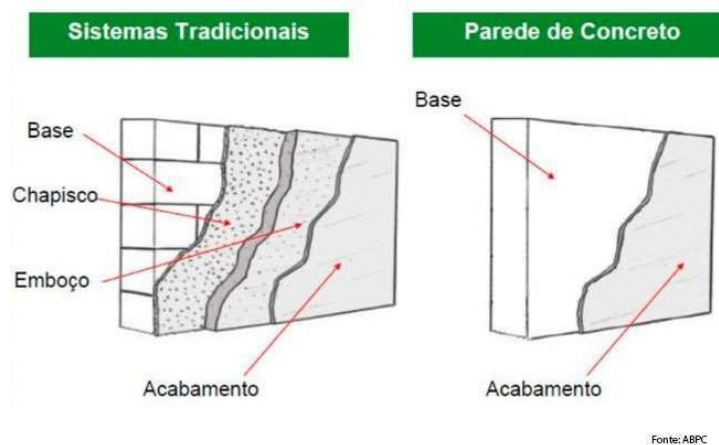
2.3.7 Acabamentos

Segundo a Coletânea de Ativos (ABCP, 2007) uma das características do sistema de paredes de concreto moldado no local é a redução da espessura das camadas de revestimento, como a eliminação de chapisco e reboco, pois logo após a desforma, as paredes já estão niveladas e apumadas. Assim, nesse caso não existem limitações quanto a utilização de revestimentos.

Para Misurelli e Massuda (2009), as imperfeições apresentadas, como as que surgem nas junções das fôrmas, devem ser retiradas com uma espátula, e os furos deixados pelas faquetas, devem ser fechados com argamassa.

A Figura 8 demonstra a diferença de acabamento entre os sistemas tradicionais e o sistema de parede de concreto moldada no local.

Figura 8 - Diferença de acabamento entre os sistemas tradicionais e o sistema de parede de concreto



Fonte: ABCP (2007).

2.4 Mão de obra

Segundo Arêas (2013), a mão de obra selecionada não é classificada como pedreiros e carpinteiros, como nos sistemas tradicionais, para esse caso, os

trabalhadores são indicados como montadores, armadores e instaladores, além de ser interessante ter líderes em cada um dos setores, para dar um incentivo a mais e organizar o ambiente de trabalho.

Na hora da escolha da equipe, segundo Silva (2019), é indicado a contratação de profissionais especializados com o método, já que o prazo é fundamental para o planejamento da obra. Contudo, o autor também ressalta que não é problema formar uma equipe desde o início, contribuindo com treinamentos e capacitações, além de uma oportunidade profissional, já que todo cuidado, tanto para montar quanto para desmontar, deve ser tomado.

Segundo Carvalho e Santos (2012) com a evolução da obra, é esperado que o índice de desempenho de produção da mão de obra também evolua, devido às repetições executadas.

2.5 Manifestações patológicas

Segundo Macedo (2018), o concreto neste sistema construtivo, como em qualquer outro, está sujeito ao aparecimento de manifestações patológicas, que acabam comprometendo a durabilidade e o desempenho correto da estrutura, podendo ser causadas por falhas executivas, ou até mesmo de projetos.

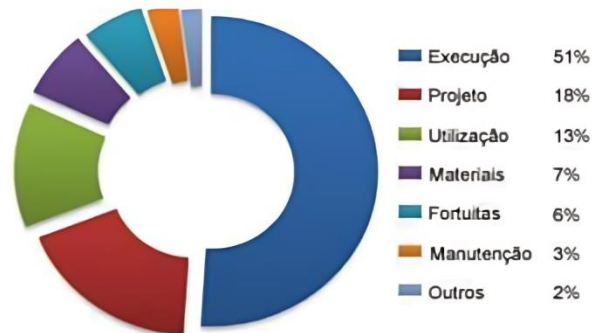
Custódio (2012), comenta que o aparecimento de manifestações patológicas indica a existência de uma ou mais falhas durante a execução das etapas da construção e erros no sistema de controle de qualidade das atividades. Indica também que as falhas podem ser de naturezas diversas, como a falta de condições de trabalho, a não profissionalização da mão de obra, um sistema de qualidade pobre ou inexistente até mesmo a falta de qualidade de materiais.

Thomaz (1989) também cita que a mão de obra desqualificada, que surge devido à necessidade do sistema em acelerar a produção, pode gerar um grande prejuízo na qualidade final do produto, podendo ser uma das razões dos aparecimentos das manifestações patológicas.

É constatado também que existem problemas relacionados aos danos gerais do sistema construtivo, como a parte da execução, e problemas específicos da obra, como a parte de projetos, segundo o Engenheiro Piancastelli (2019), essas

manifestações representam cerca de 51% e 18%, respectivamente, dos problemas registrados em estruturas de concreto, conforme Figura 9.

Figura 9 - Índices de manifestações patológicas no Brasil



Fonte: Piancastelli (2019).

Para Corrêa (2012), as paredes de concreto também estão sujeitas ao aparecimento de manifestações patológicas como qualquer outro sistema construtivo, reduzindo assim sua resistência e desempenho estrutural.

2.5.1 Falhas de execução

Para Mitidieri Filho, Souza e Barreiros (2013), em visitas técnicas em obras com o sistema construtivo de parede de concreto, citam as falhas de execução a seguir:

- a) Vazamento de concreto pela base das fôrmas, razão de existência de frestas entre as placas e a laje;
- b) Ausência de espaçadores na armadura causando exposição dela.

Os autores recomendaram os itens a seguir para que seja evitado os problemas de falhas de execução:

- a) Controle do concreto, seu recebimento e suas propriedades;
- b) Execução das paredes
 - Montagem das armaduras e das instalações embutidas;
 - Montagem das fôrmas;

- Concretagem;
 - Cura do concreto;
- c) Controle no recebimento das paredes após desenforma.

2.5.2 Fissuras

Para Souza e Ripper (2009), as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica do concreto armado, sendo a que mais chama a atenção dos leigos. Além disso, citam que as fissuras dependem de sua origem, intensidade e magnitude, visto que o concreto, por possuir baixa resistência a tração, irá fissurar por natureza, sempre que as tensões superarem a sua resistência última a tração.

Segundo Nunes (2007 apud CORRÊA, 2012), as fissuras podem ser classificadas de acordo com a sua origem, sendo:

- a) Deformação;
- b) Retração Hidráulica;
- c) Retração Térmica;
- d) Expansão hidráulica.

Segundo Correa (2012), as fissuras por deformação são causadas devido a esforços superiores ao que a estrutura suporta, sendo esforços de compressão, cisalhamento ou flexão. Estes esforços podem ser gerados por impactos mecânicos, armazenamento de cargas incorretas ou sobrecargas.

2.5.3 Falhas de concretagem

A concretagem é de extrema importância para o sistema construtivo de paredes de concreto, visto que, qualquer não conformidade no produto, resultará perdas na qualidade e resistência da estrutura, conforme Corrêa (2012).

Para Mitidieri Filho, Souza e Barreiros (2013), ainda em suas visitas técnicas em obras de paredes de concreto, comentam que as principais falhas de concretagem possuem como causas:

- a) Segregação do concreto, provocada por propriedades do concreto inadequadas ou falha de execução;
- b) Formações de vazios de grandes dimensões que o concreto não preencheu localizado sob eletrodutos horizontais.

3 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será abordado a respeito do método aplicado, da metodologia empregada, dados de empreendimento do estudo de caso, os projetos para exemplificar as casas que serão abordadas neste estudo, dados da execução da obra e as etapas do trabalho.

3.1 Métodos Aplicados

O propósito do trabalho é uma pesquisa exploratória, que segundo Gil (2019), tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.

O trabalho permitirá uma análise qualitativa, de acordo com Marconi e Lakatos (2007) esta é uma abordagem que tem como premissa analisar e interpretar aspectos mais profundos, fornecendo análises detalhadas sobre as investigações, atitudes e tendências de comportamento do objeto de estudo.

Desta forma, o trabalho é um estudo de caso, onde os dados foram coletados em um empreendimento localizado no bairro Morro das Pedras, em Florianópolis, conforme será descrito a seguir.

3.2 Dados do Empreendimento

O objeto de estudo é um conjunto residencial com edificações de casas geminadas e dispõe de diferentes fases de obra. A primeira fase, as casas foram executadas com o sistema de concreto armado e vedação de alvenaria. A segunda e terceira fase, as casas estão sendo executadas de maneira simultânea, com a utilização do sistema de parede de concreto moldado no local. Dentro do empreendimento, ainda estão sendo planejadas novas fases para iniciar após o término da segunda e terceira fase.

As edificações são compostas por quatro casas geminadas com plantas distintas (que será abordado no item 3.3). A Figura 10 apresenta um exemplo das

edificações com quatro casas já concretadas, com a utilização das fôrmas metálicas, em que a variação das casas forma uma tipologia.

Figura 10 - Casas concretadas com a utilização das fôrmas



Fonte: Acervo da obra (2023).

No acompanhamento deste trabalho foi observado e analisado a fase três, que dispõe de trinta e uma edificações (lotes), com cada edificação possuindo quatro casas, totalizando 124 unidades, como mostra a planta de implantação na Figura 11. A Figura 12 apresenta uma imagem aérea do empreendimento. A Figura 13 apresenta a casa modelo já finalizada com os acabamentos.

Figura 11 - Planta de situação da implantação da terceira fase



Fonte: Arquitetura (2022).

Figura 12 – Foto aérea do empreendimento



Fonte: Acervo da obra (2023).

Figura 13 - Casa modelo



Fonte: Acervo da obra (2023).

A Figura 14 apresenta uma foto aérea do terreno. O planejamento nesta etapa é fundamental para que o tempo seja otimizado e não ocorra transportes de materiais em grandes distâncias inúmeras vezes.

Figura 14 - Diferentes linhas de montagem

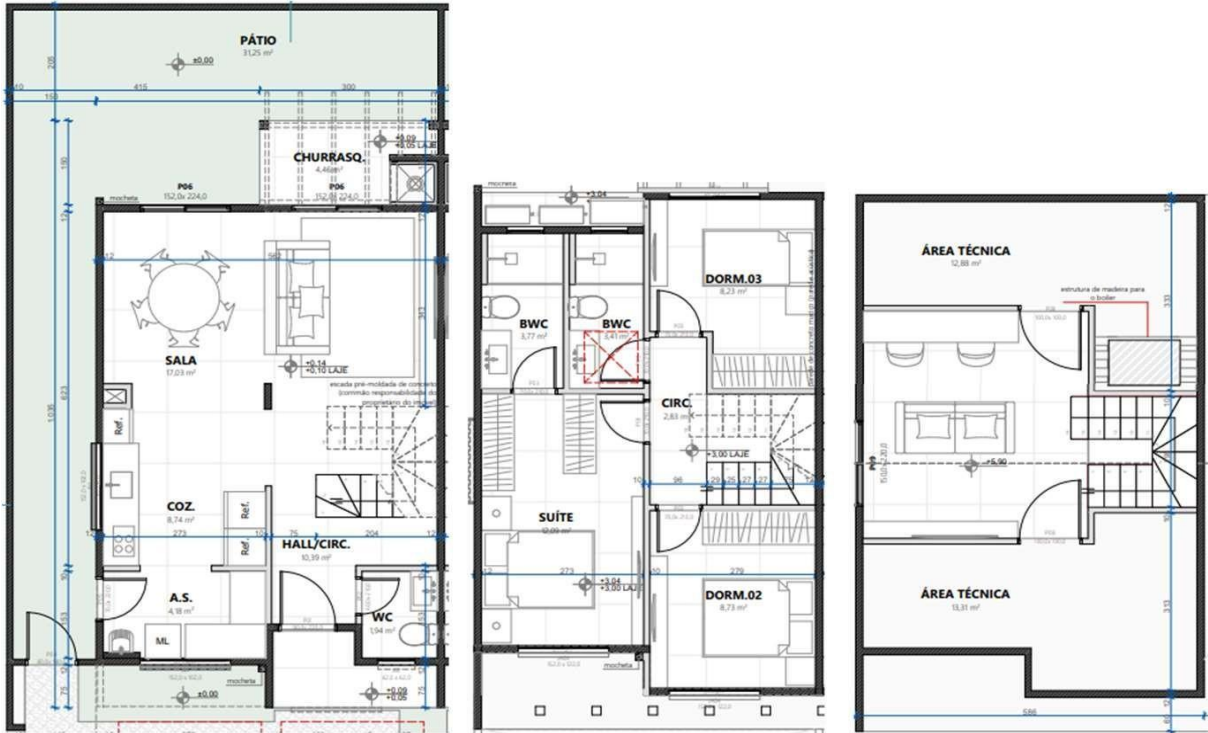


Fonte: Acervo da obra (2023).

3.3 Projetos Arquitetônico das Casas

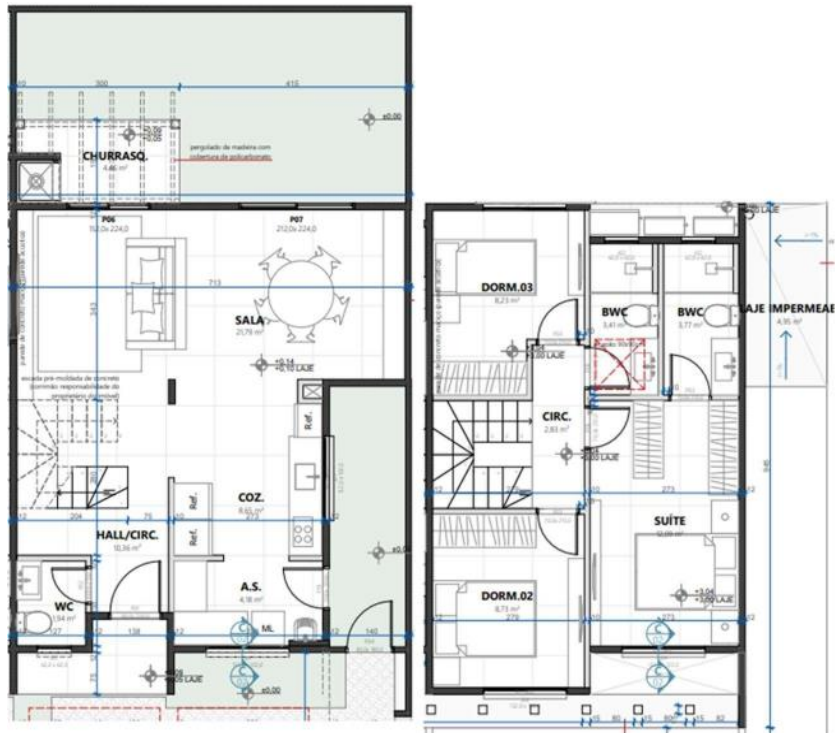
O projeto conta com cinco diferentes projetos arquitetônicos, com plantas baixas, separadas em casas tipo A (Figura 15), tipo B (Figura 16), tipo C (Figura 17), tipo D (Figura 18) e tipo E (Figura 19). Com isso, foram definidas as alternativas disponíveis para a execução do projeto e assim as tipologias foram formadas com variações. Cabe ressaltar que cada edificação possui um total de quatro casas, e que todas as casas possuem dois pavimentos, com exceção da casa tipo A que possui três pavimentos. Para melhor visualização, as pranchas que contêm as plantas baixas estão em anexos, junto das tipologias em que elas se encontram.

Figura 15 - Casa A: Térreo, Segundo Pavimento e Cobertura



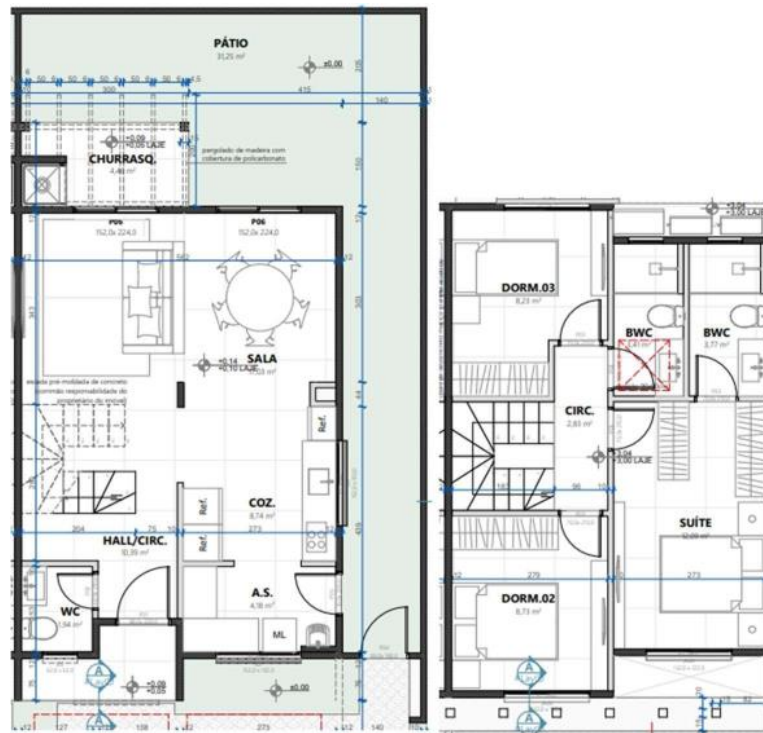
Fonte: Arquitetura (2022).

Figura 16 - Casa B: Térreo e Segundo Pavimento



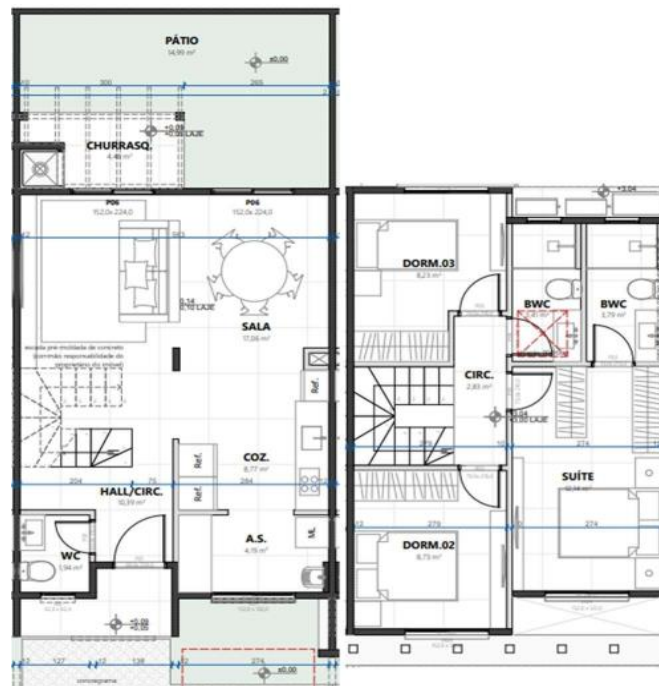
Fonte: Arquitetura (2022).

Figura 17 - Casa C: Térreo e Segundo Pavimento



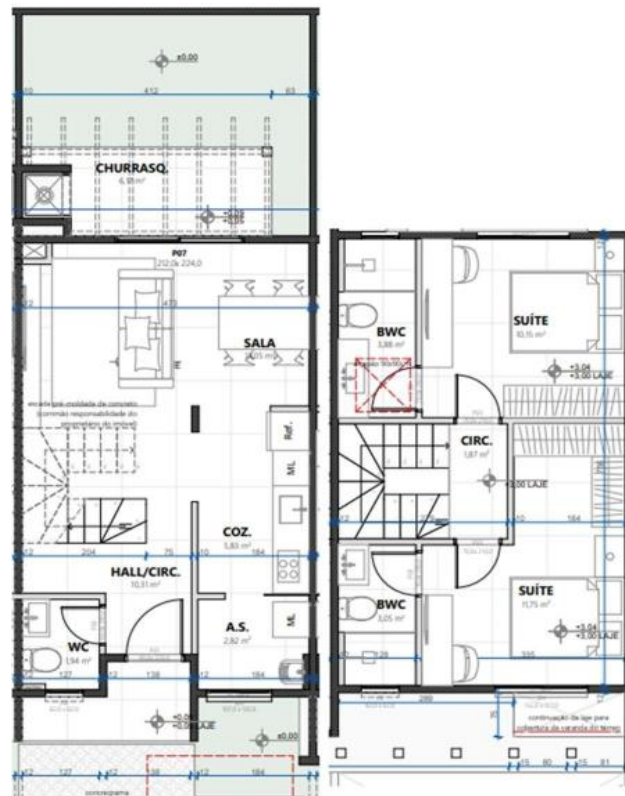
Fonte: Arquitetura (2022).

Figura 18 - Casa D: Térreo e Segundo Pavimento



Fonte: Arquitetura (2022).

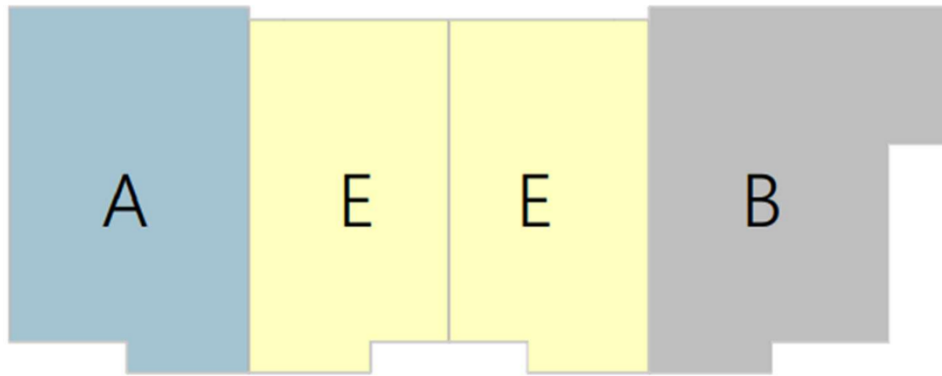
Figura 19 - Casa E: Térreo e Segundo Pavimento



Fonte: Arquitetura (2022).

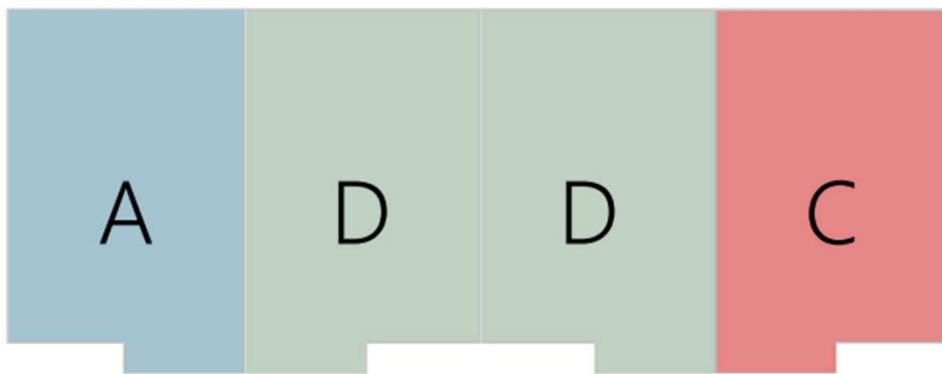
A partir da concepção dos projetos arquitetônicos das cinco casas definidas, foram montadas as seis tipologias das edificações diferentes a serem construídos. No entanto foram analisadas apenas duas tipologias, que estava sendo executadas no momento do estudo: Tipologia 1 e Tipologia 2. A Tipologia 1 contém os projetos arquitetônicos de quatro casas construídas germinadas, com a seguinte ordem das casas AEEB, conforme a Figura 20. A Tipologia 2 contém os projetos arquitetônicos de quatro casas construídas germinadas, com a seguinte ordem das casas ADDC, conforme a Figura 21.

Figura 20 - Tipologia 1: AEEB



Fonte: Arquitetura (2022).

Figura 21 - Tipologia 2: ADDC



Fonte: Arquitetura (2022).

Dessa forma, é possível observar padrões na disposição das plantas, como a Casa A, que é a única que possui três pavimentos, sempre se mantém nas laterais, juntamente com as Casas C e B, essa última possui uma área maior. Já as Casas D e E são mantidas nas posições centrais das tipologias.

3.4 Dados da execução

Neste tópico será abordado como que a obra executou algumas das etapas de produção do sistema construtivo de paredes de concreto, além das singularidades utilizadas no decorrer da obra.

3.4.1 Fundação

Devido às características do terreno, a fundação foi executada em estacas pré-moldadas com o tamanho de 16x16cm, cravadas com um bate estaca e feito um radier sobre elas. Desta forma, considera-se uma fundação mista do tipo radier estaqueado conforme pode ser observado na Figura 22. Na parte externa à edificação, ainda existe uma sapata corrida na qual sustenta uma parede divisória entre as casas como na Figura 23.

Figura 22 - Fundação



Fonte: Acervo da obra (2023).

Figura 23 – Fundação externa à edificação.



Fonte: Os autores (2023).

3.4.2 Armação

Para a armação, foi utilizada a tela soldável, com reforços conforme definido em projeto estrutural. Inicialmente é feita a marcação na laje onde ficarão localizadas as fôrmas, com isso pronto, já é feita a amarração da armadura, já previamente cortada, respeitando as aberturas do projeto arquitetônico. O último passo é a colocação dos espaçadores, para que ocorra a garantia do cobrimento e da espessura da parede, que para esse projeto, é de 10 centímetros. A Figura 24 mostra as etapas de montagem da tela.

Figura 24 - Armação com tela soldável



Fonte: Acervo da obra (2023).

3.4.3 Projeto de Fôrmas

O projeto de fôrmas foi executado pelo próprio fornecedor e conta com mais de 150 páginas de informações e detalhamentos. O projeto original das fôrmas foi concebido para atender às casas A e E, já para as outras casas, foram feitas adaptações nas fôrmas de modo que o encaixe final seja fiel a planta arquitetônica.

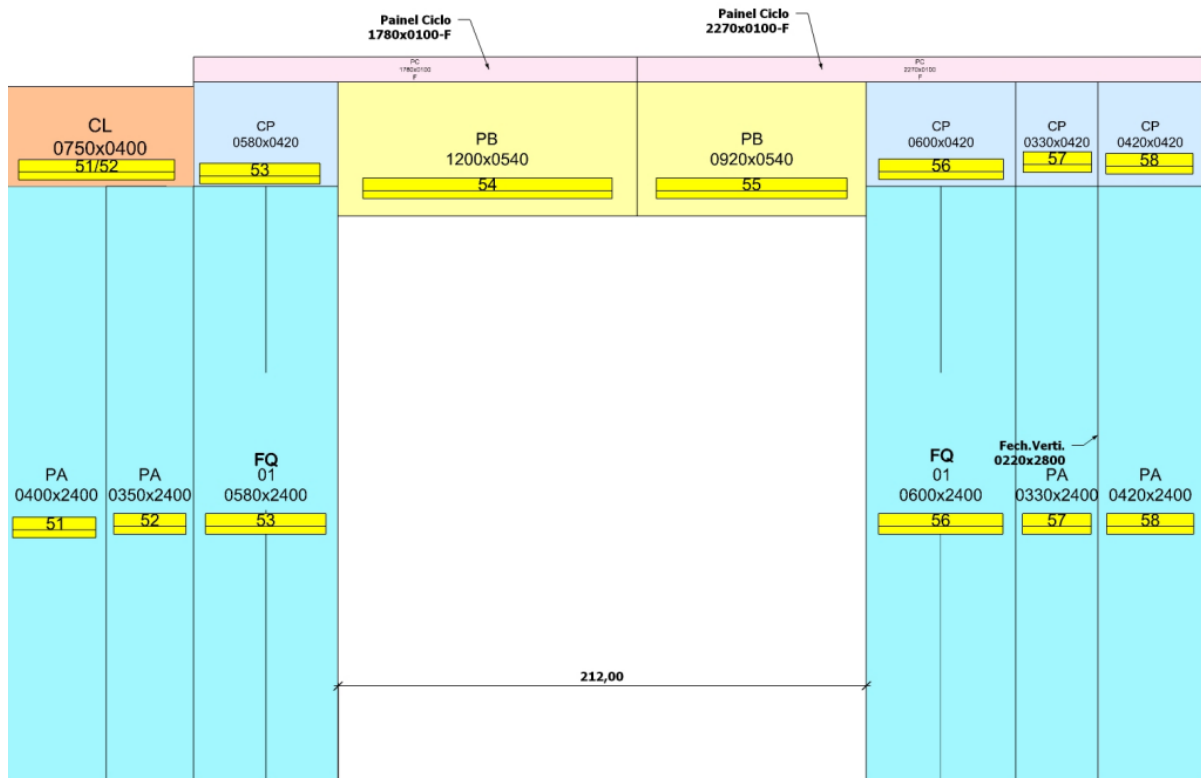
Nessa etapa de projeto, são realizados o tamanho da abertura dos vãos de portas e janelas, prevendo a folga necessária para o encaixe, do mesmo modo que detalhes arquitetônicos, como frisos feitos nas paredes de fachadas, por exemplo.

O projeto de fôrmas ainda apresenta o detalhamento de onde os painéis devem ser posicionados, tamanho e modulação já especificados, além de numeração definida para fácil identificação e montagem.

A Figura 25 apresenta o detalhamento de uma parede apresentada pelo fornecedor das fôrmas, nela é possível verificar a disposição das placas inferiores, onde consta a numeração, nomenclatura e a dimensão, já as superiores contam com todas essas informações anteriores, porém seguindo a numeração da placa inferior.

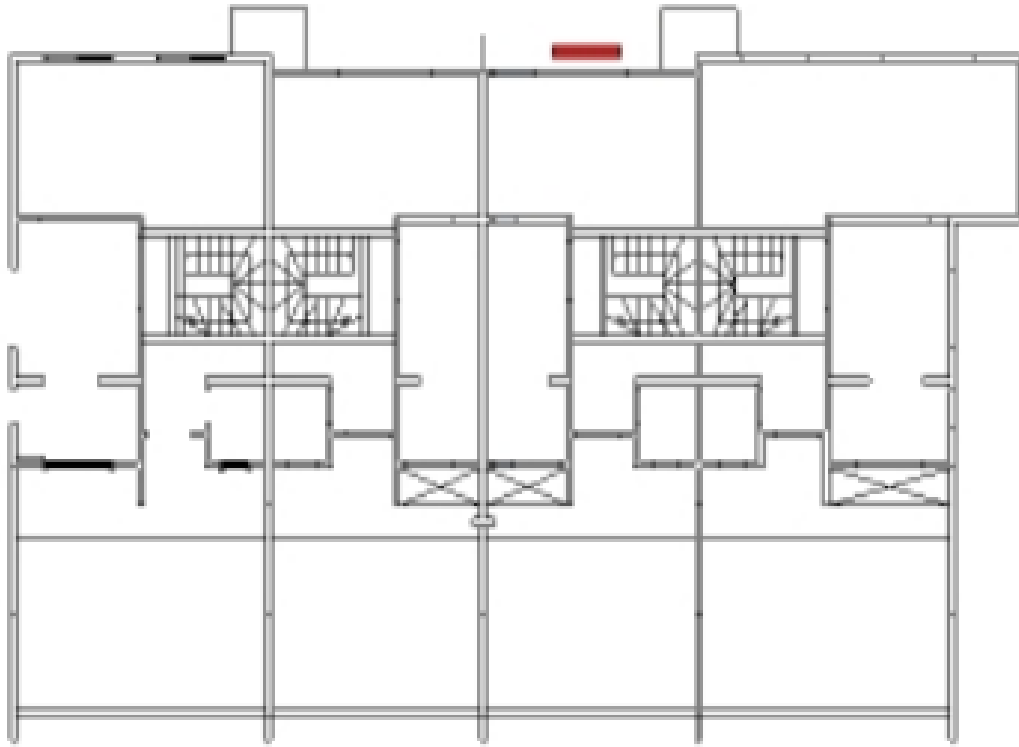
A Figura 26 indica no projeto arquitetônico, na planta baixa, o local da fôrma, se é interna ou externa, e a Figura 27 apresenta o detalhamento dos esquadros, também na planta baixa, que devem ser posicionados nos cantos das paredes para travamento das fôrmas.

Figura 25 - Detalhamento de uma parede no projeto de fôrmas



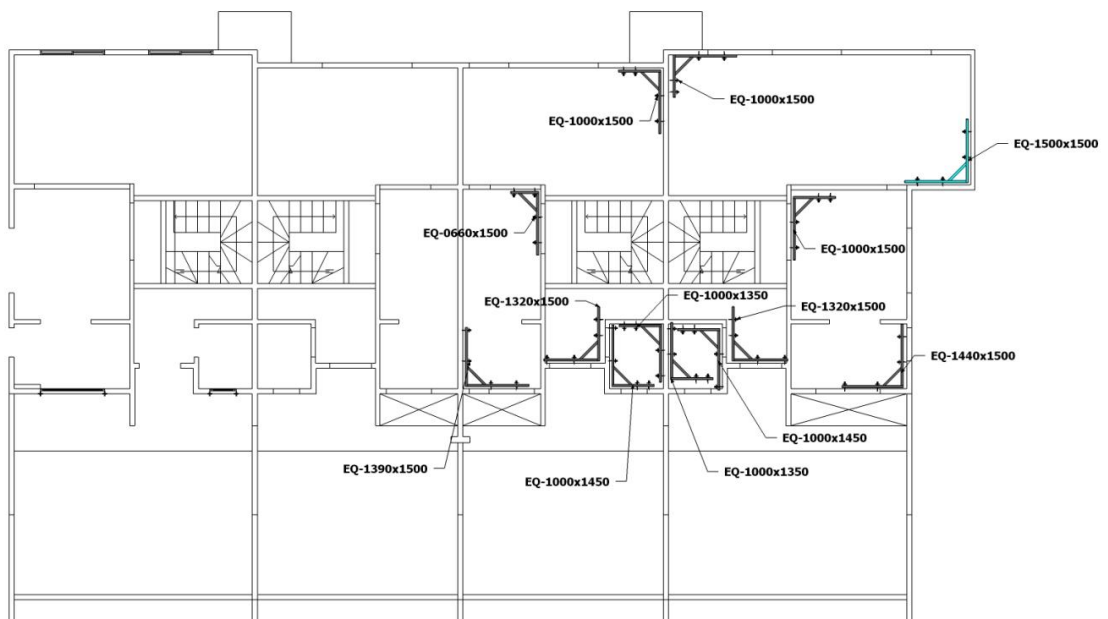
Fonte: SH Brasil (2022).

Figura 26 - Posição das fôrmas em planta baixa



Fonte: SH Brasil (2022).

Figura 27 - Detalhamento da posição dos esquadros.



Fonte: SH Brasil (2022).

3.4.4 Instalações

As instalações elétricas foram feitas de acordo com os requisitos da NBR 16055 (ABNT, 2022).

As instalações hidráulicas foram executadas fora das paredes, com o intuito de facilitar uma possível manutenção futura. Para o fechamento da tubulação vertical, foi executado um *shaft* com gesso acartonado. Para a tubulação horizontal, será necessário o uso de forro de gesso. A Figura 28 e Figura 29 apresentam a instalação elétrica já executada.

Figura 28 - Rede hidráulica vertical e horizontal



Fonte: Os autores (2023).

Figura 29 - Instalações elétricas

Fonte: Os autores (2023).

3.4.5 Concreto

O concreto utilizado na obra foi usinado, fornecido por uma central dosadora de concreto da região da Grande Florianópolis. Seguindo a recomendação da NBR 16055 (ABNT, 2022), foi utilizado o concreto autoadensável, com alta fluidez aplicado no interior das fôrmas, dispensando o uso de vibradores. Cabe ressaltar que se deve observar que com a utilização desse tipo de concreto, não pode ter buracos ou aberturas na fôrma, pois isso ocorrerá o vazamento contínuo até o nível da deformação.

3.5 Etapas do Trabalho

O trabalho ocorreu em quatro etapas que serão descritas a seguir.

Inicialmente, na primeira etapa foram estudados os projetos arquitetônicos das diferentes casas, com o intuito de estar habituado com a obra antes das visitas.

Na segunda etapa foram realizadas as visitas técnicas, de acordo com o cronograma da obra, nas casas, para que seja feito o levantamento fotográfico das manifestações patológicas encontradas após a desforma. Também foram realizadas entrevistas com os responsáveis pela execução da obra, com o intuito de sanar as dúvidas encontradas.

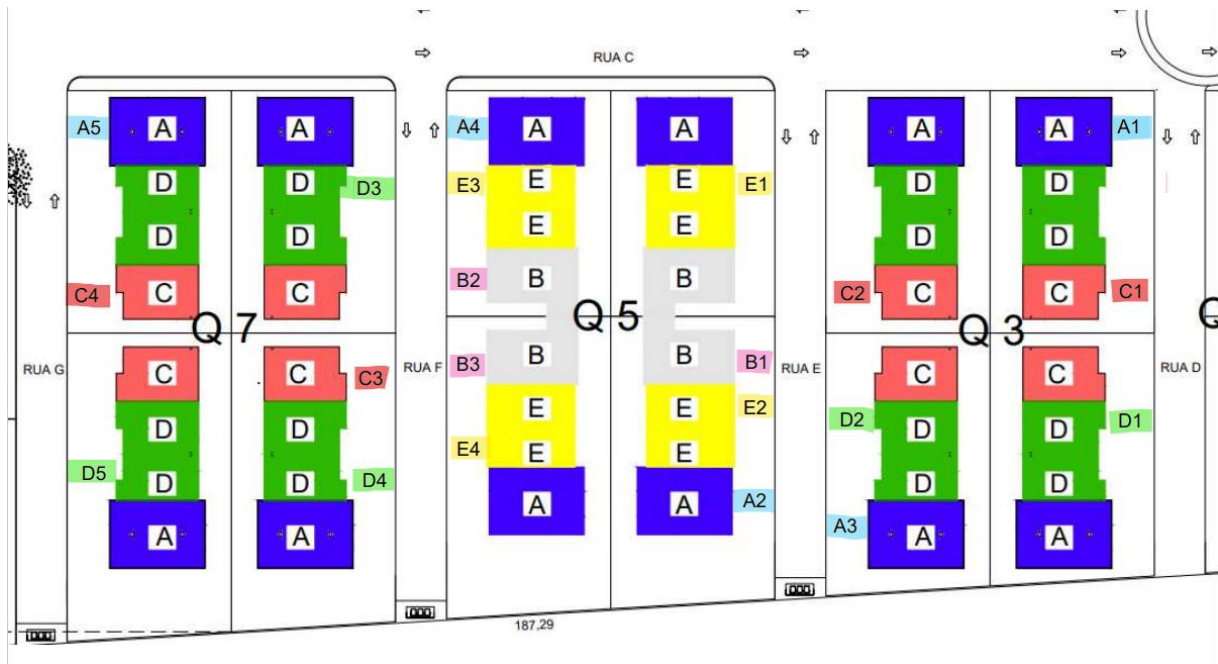
O levantamento fotográfico foi importante nesta etapa, pois serviu de complemento para a comparação das manifestações encontradas.

Com o intuito de facilitar as visitas técnicas no local, foram feitos levantamentos e definições, nas investigações das casas. Em ordem, foi feita a seguinte análise:

- a) Análise externa da parte frontal e fundos;
- b) Análise interna do pavimento térreo;
- c) Análise interna do segundo pavimento.

A escolha das edificações para o estudo ocorreu de forma aleatória. Na finalização das visitas, 48 (quarenta e oito) casas, totalizando 12 edificações, que estavam com todos os ciclos de concretagem concluídos, sendo elas pertencentes as quadras “Q3”, “Q5” e “Q7”, indicadas na Figura 30. As casas pertencentes as outras quadras se encontravam em construção e por isso não fizeram parte do estudo.

Figura 30 - Planta de implantação ampliada com as marcações das casas visitadas



Fonte: Adaptado Arquitetura (2022).

Das 48 casas já construídas no momento do estudo, foram vistoriadas 21 (vinte e uma) casas no total, conforme indicado na Figura 30, numeradas respeitando a sequência visitada, sendo 5 (cinco) casas A (Figura 15), 3 (três) casas B (Figura 16), 4 (quatro) casas C (Figura 17), 5 (cinco) casas D (Figura 18) e 4 (quatro) casa E (Figura 19).

A terceira etapa corresponde à análise e discussão dos dados obtidos com o estudo de campo. Serão apresentadas as manifestações patológicas que foram verificadas durante as visitas na obra, além de uma explicação de suas causas e possíveis soluções, em um levantamento junto com os responsáveis pela obra.

Na quarta etapa foi realizada uma compilação de todas as informações obtidas indicando a casa, sua respectiva tipologia, as manifestações patológicas encontradas em cada casa, as quantidades encontradas, a porcentagem de cada manifestação patológica obtida nas casas, o fator de ponderação, o fator de intensidade e o grau de deterioração. Os três últimos índices foram realizados conforme a metodologia GDE/UnB que será apresentada.

3.6 Metodologia Gde/UnB

Neste estudo de caso foi adotado o método de grau de deterioração de estruturas (GDE/UnB), que se baseia no apontamento dos problemas existentes das estruturas e na análise de dados coletados em inspeções realizadas. Tal método classifica a gravidade de cada dano encontrado e posteriormente analisa um plano de intervenção a ser realizado.

A metodologia surgiu através de Castro (1994), em sua tese de dissertação, *Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado*. O objetivo era quantificar o grau de deterioração dos elementos isolados e da estrutura por um todo. A autora elaborou um *Caderno de Inspeções*, para auxiliar nas vistorias, baseando-se nas duas fases que deterioração: inicial e propagação.

Para as determinações ela utilizou um fator de ponderação (F_p), em que para cada elemento são listadas possíveis manifestações patológicas e seu respectivo valor. Este fator, previamente estabelecido, visa quantificar a relevância de um determinado dano referente às condições de funcionalidade, segurança e estética dos elementos, variando o grau estabelecido para uma manifestação patológica de acordo com as características de inserção do elemento, dependendo das consequências causadas por esse dano. Nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3 pode-se verificar diferentes graus entre os elementos, já que se trata de elementos isolados e não da estrutura como um todo.

Tabela 1 - Fator de ponderação (Fp) em Lajes

Laje

<i>DANOS</i>	<i>Fp</i>
segregação	5
lixiviação	3
esfoliação	8
desagregação	7
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
flechas	10
fissuras	10
carbonatação	7
infiltração	6
presença de cloretos	10
manchas	5

Fonte: Castro, 1994.

Tabela 2 - - Fator de ponderação (Fp) em Pilares

Pilar

<i>DANOS</i>	<i>Fp</i>
desvio de geometria	8
recalque	10
infiltração na base	6
segregação	6
lixiviação	5
esfoliação	8
desagregação	7
sinais de esmagamento	10
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
fissuras	10
carbonatação	7
presença de cloretos	10
manchas	5

Fonte: Castro, 1994.

Tabela 3 - Fator de ponderação (Fp) em Vigas

<i>Vigas</i>	
<i>DANOS</i>	<i>Fp</i>
segregação	4
lixiviação	5
esfoliação	8
desagregação	7
cobrimento deficiente	6
manchas de corrosão	7
flechas	10
fissuras	10
carbonatação	7
infiltração	6
presença de cloretos	10
manchas	5

Fonte: Castro, 1994.

O fator de ponderação (Fp) foi adaptado, isto porque a metodologia da autora em questão trazia os elementos de forma isolada, compondo a estrutura, e situações mais características a estruturas de concreto armado convencionais. Como no estudo em si, trata-se de um sistema monolítico, ou seja, os elementos fazem parte da estrutura como um todo, padronizou-se os graus conforme as manifestações encontradas e modificou a variação destes somente de 1 (um) a 5 (cinco), sendo 5 (cinco) o valor mais crítico. Estes índices foram indicados nos resultados.

A autora também estabeleceu um fator de intensidade de dano (Fi), para classificação da gravidade e evolução da manifestação no elemento. Para o estudo de caso adaptou-se o fator de intensidade de dano, estipulado para a gravidade nos danos, erros executivos ou uso indevido de materiais não condizentes com o sistema de paredes de concreto. Além da adaptação do fator, também foram realizados ajustes nos danos, visto que a metodologia da autora em questão trazia situações mais características a estruturas de concreto armado convencionais.

O fator de intensidade de dano (Fi), por ser estabelecido pelo vistoriador, varia de 0 (zero) a 4 (quatro), estipulou-se como 0 (zero) nenhuma manifestação patológica, erro de execução e/ou uso indevido de materiais que não fazem parte do sistema de parede de concreto, e fator 4 (quatro) para estados críticos. relacionados aos itens citados, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Fator de intensidade de dano (Fi)

Elemento sem lesão	Fi=0
Elemento com lesões leves	Fi=1
Elementos com lesões medianas	Fi=2
Elementos com lesões graves	Fi=3
Elementos com lesões críticas	Fi=4

Fonte: Adaptado de UnB/FONSECA, 2007.

O grau do dano (D) é calculado em função dos fatores de intensidade de dano (Fi) e de ponderação (Fp), tendo diferentes equações para um intervalo distinto de valores para os fatores, como segue a Equação 1:

$$\begin{aligned}
 D &= 0,8 \times Fi \times Fp, \text{ para } Fi \leq 2,0 \\
 D &= (12 \times Fi - 28) \times Fp, \text{ para } Fi > 2,0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Após encontrar o grau do dano (D), utiliza-se o resultado para efetuar o cálculo do grau de deterioração do elemento, que no presente caso será cada casa dentre os 5 tipos tratados (A, B, C, D e E), para que possa entender a influência dos conjuntos de danos em cada imóvel através da Equação 2 a seguir:

$$Gde = Dmáx + \left(\frac{\sum D(i) - Dmáx}{\sum D(i)} \right)
 \tag{2}$$

Onde:

Gde = grau de deterioração do elemento;

Dmáx = grau de dano máximo encontrado no elemento;

D(i)= grau de dano de índice “i”;

A classificação dos níveis de deterioração de cada casa será apresentada posteriormente nos resultados e discussões, sendo classificada conforme a Tabela 5 a seguir:

Tabela 5 - Classificação dos níveis de deterioração dos elementos

Nível de Deterioração	Gde
Baixo	0 – 15
Médio	15 - 50
Alto	50 - 80
Sofrível	81 - 100
Crítico	> 100

Fonte: Adaptado de UnB/FONSECA (2007).

Com as adaptações necessárias para aplicação, o presente trabalho se baseou na metodologia GDE/UnB. É importante ressaltar, que para aplicação do método utilizou-se das análises sensoriais e visuais e os registros foram feitos através de fotografias que posteriormente serão apresentadas.

Apesar do método servir para aplicações em edificações existentes com o intuito de definir planos e periodicidades de manutenção, baseou-se no método para que fosse possível identificar as manifestações patológicas encontradas. Dessa forma, po

Este método servirá para quantificar e qualificar os danos encontrados. O método foi adaptado considerando que os danos apresentados nos elementos isolados de cada casa fossem considerados como avarias gerais, em virtude de o sistema ser monolítico. O intuito da aplicação é correlacionar os graus de deterioração encontrados em cada unidade visitada, analisar quais os modelos de casa que obtiveram os maiores danos e verificar se esses problemas são isolados para cada tipologia de edificação ou são gerais do sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as definições, manifestações patológicas encontrados e as possíveis soluções, além de uma análise dos resultados.

4.1 Manifestações Patológicas

Neste tópico, serão apresentadas as manifestações patológicas encontradas durante as visitas técnicas, além de imagens de cada uma delas.

As principais manifestações patológicas encontradas foram: desalinhamento entre a fundação e a estrutura, desalinhamento entre pavimentos, fechamento das fôrmas metálicas com madeira ou polímeros, segregação do concreto, fissuras internas e externas, armadura exposta, paredes danificadas (estrutura danificada), falhas de cobrimento do concreto, defeitos nos vãos das aberturas (portas e janelas) e desalinhamento das caixas de passagem.

4.1.1 Desalinhamento entre a fundação e a estrutura

Essa manifestação patológica se caracterizou pela fundação mista de radier estaqueado ter sido executada menor do que a dimensão interna considerando a parede do pavimento térreo, resultando em diferenças para o apoio das fôrmas térreas, conforme Figura 31, encontrada em uma das casas do tipo C visitada.

Figura 31 - Desalinhamento da fundação com a fôrma



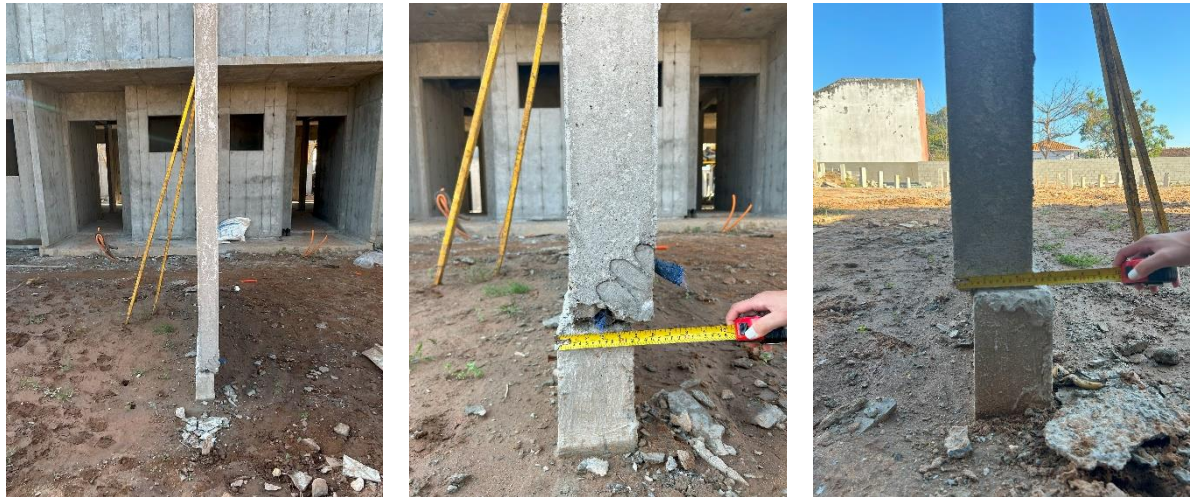
Fonte: Os autores (2023).

Esse desalinhamento foi causado devido a fundação possuir dimensões menores do que a fôrma necessitava, tanto para seu apoio, quanto para sua locação final. O recomendado seria aumentar o tamanho da fundação, para que também seja facilitado o apoio das fôrmas térreas, conforme o item 2.3.1.

4.1.2 Desalinhamento da sapata corrida

Outra manifestação patológica encontrada, semelhante ao tópico anterior, é caracterizada em decorrência da fôrma não estar adequadamente apoiada na sapata corrida. Quanto maior a variação de posicionamento da sapata corrida para a fôrma, menor será a área de apoio da parede na respectiva fundação. A Figura 32 exemplifica esse desalinhamento da casa tipo C citada no item anterior, comprovando que o tamanho que excede as fôrmas, irá passar também na parede sob a sapata corrida.

Figura 32 - Falha no alinhamento da sapata corrida



Fonte: Os autores (2023).

Possivelmente este desalinhamento foi causado pelo deslocamento da fôrma principal (casa), conseqüentemente esse desvio é transferido para os outros elementos que compõem a casa. Poderia ter sido evitado na etapa de montagem das fôrmas, alinhando a fundação da casa com a dos outros elementos, como as paredes de divisão entre as casas geminadas.

4.1.3 Pavimentos desaprumados

O desaprumo entre pavimentos foi verificado pelo pavimento superior não estar no mesmo prumo do pavimento térreo, caracterizando um desaprumo. Este desaprumo representa um gasto desnecessário em argamassa de reboco para que seja regularizada toda esta superfície. O problema foi encontrado em uma casa tipo C vistoriada, e está apresentado conforme a Figura 33:

Figura 33 - Desaprumo entre os pavimentos



Fonte: Os autores (2023).

A solução para isso seria engrossar o revestimento externo, mantendo o prumo entre os pavimentos. Foi indicado também um controle de qualidade maior antes das concretagens, com o intuito de verificar se as fôrmas não estão saindo desaprumadas.

4.1.4 Utilização de madeira para fechamento das fôrmas

O sistema construtivo de paredes de concreto da obra em estudo, utiliza de fôrmas metálicas, no entanto, foi empregado o uso de madeiras em algumas casas como fechamento de fôrmas que não encaixaram e gabaritos para locações de fôrmas do pavimento superior. Podendo ser confirmado conforme a Figura 34, ambas visualizadas em uma casa do tipo D.

Figura 34 - Utilização de madeira para vedação das fôrmas



Fonte: Os autores (2023).

Cabe ressaltar que segundo as informações repassadas, as fôrmas metálicas foram produzidas para as plantas das casas tipo A e tipo E. Para as outras casas foram produzidas fôrmas de encaixe conforme as adaptações necessárias. Assim uma possível causa para a utilização da madeira foi que as fôrmas do conjunto estavam empenadas, o que impossibilita o fechamento das peças. Outra possibilidade, foi que a montagem das placas ocorreu erroneamente, resultando na sobra de espaço ou impossibilidade de encaixe dos itens.

Conforme a NBR 14.931 (ABNT, 2004), no item 7.2.6, caso ocorra a reminiscência da fôrma dentro da estrutura, deverá ser analisado junto ao projetista a verificação da sua permanência. Dessa forma, deverá ser verificada a durabilidade do material, neste caso se o elemento está imunizado contra insetos e fungos, a compatibilidade deste para com o concreto, a estabilidade estrutural e a correta ancoragem da fôrma perdida.

Caso a verificação do projetista ateste o comprometimento da estrutura mantendo o elemento, deverá ser realizada a retirada da tábua e reparar a estrutura para garantir a segurança e estanqueidade do sistema.

Desse modo, verifica que é imprescindível o mapeamento das causas do uso de madeira. Se este for um problema relacionado ao empenamento das peças, estas deverão ser trocadas, evitando o uso de outros materiais. Já se o ocorreu por

erro de montagem, deverá ser reiniciado o processo, para que os itens sejam inseridos nas posições corretas.

4.1.5 Uso de polímero no fechamento das formas

O uso de polímeros para o fechamento das formas ocorre quando a fôrma não estava vedando completamente o concreto, que por ser autoadensável e a pressão interna ser grande, resultava em frestas com vazamentos. Neste caso, se o polímero não for totalmente retirado, poderá prejudicar a aplicação e a fixação do revestimento, independentemente do tipo. Nesse caso, o polímero acabou servindo para vedar as frestas, e quando ocorre a desforma, aparece onde foi utilizado, conforme a Figura 35, em casas diferentes, porém ambas são do tipo D.

Figura 35 – Uso de polímero para fechamento das fôrmas



Fonte: Os autores (2023).

Observou-se que o polímero foi utilizado para que ocorresse a vedação de qualquer espaço onde o concreto autoadensável poderia vasar. A manutenção e o bom manuseio das fôrmas poderiam proporcionar uma vida útil maior, melhorando a qualidade após a desforma e não necessitando da utilização de outros materiais para o fechamento. Como o estado de conservação não se encontrava adequado foi optado pela utilização do material.

4.1.6 Segregação na superfície do concreto na laje

O concreto quando segregado, apresenta a formação de vazios nos espaços em que não houve cobertura suficiente. Nota-se que o agregado graúdo utilizado no concreto é aparente podendo ser observado visualmente na sua superfície, conforme a Figura 36. Na imagem também é possível verificar mais uma vez a utilização da madeira para o fechamento da forma citada no item 4.1.4. Ambas as fotos foram encontradas em uma casa de tipo D.

Figura 36 - Segregação do concreto na superfície da laje



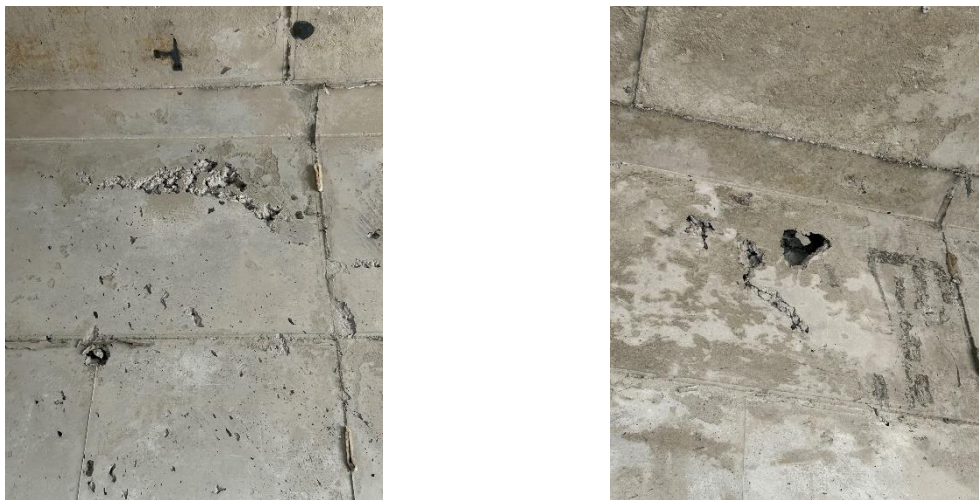
Fonte: Os autores (2023).

Um dos motivos para que isso aconteça é o lançamento incorreto do concreto, outra possibilidade seria a falta de limpeza das fôrmas, fazendo com que o concreto não seja aderido, pois elas podem conter pedaços de concreto passados, de forma adequada. Neste caso, dependendo do tamanho da falha, uma das soluções possíveis é a aplicação de argamassa de reparo estrutural. Para isso, deverá ser feita a remoção de todo concreto não uniforme até a superfície íntegra do elemento. Cabe ressaltar que é importante diagnosticar a causa dessas ocorrências para que possam ser corrigidos os processos de concretagem futuros, evitando retrabalhos e recuperações nas estruturas.

4.1.7 Segregação na superfície do concreto em paredes

Esse tipo de segregação ocorre nas paredes, podendo ser causados por fatores diferentes dos que ocasionam nas lajes como no item anterior, porém são igualmente visíveis após a desforma, conforme Figura 37, que foi encontrada em uma casa tipo D.

Figura 37 - Segregação na superfície do concreto em paredes



Fonte: Os autores (2023).

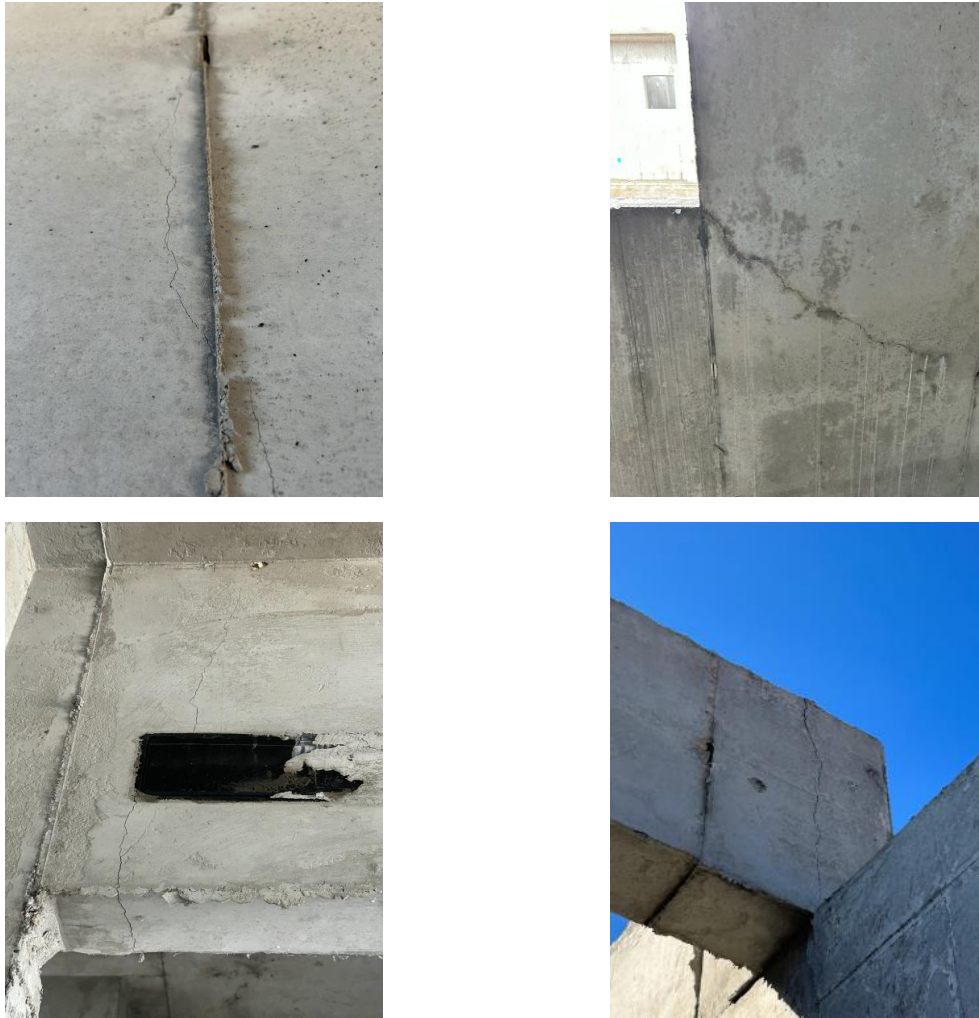
Os motivos e soluções para essa manifestação patológica são iguais ao do item anterior, porém com a diferença de que a altura de lançamento do concreto nas paredes é maior que nas lajes, logo, o cuidado nesse momento deve ser maior, não podendo ser lançado a uma altura maior que dois metros, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2022).

4.1.8 Fissuras

As fissuras observadas foram com ângulos de 90° e 45°, geralmente em vãos perto de janelas e aberturas, porém também foram observadas em paredes sem qualquer tipo de abertura próxima. Assim, foi identificado fissuras na estrutura externa

à edificação em uma viga, próxima ao seu apoio e na região central, como mostra a Figura 38. As fotos foram tiradas nas casas do tipo E, B, D e A, respectivamente.

Figura 38 - Fissuras



Fonte: Os autores (2023).

Estas fissuras encontradas podem ser causadas por diversos fatores, entre eles a desforma com muito impacto, falta de cura do concreto, retração térmica e armadura insuficiente. As soluções encontradas para minimizar a fissuração envolvem um controle maior de conferência de armadura, um processo de cura adequado e um cuidado na hora da execução da desforma.

4.1.9 Armadura exposta

Outra manifestação patológica perceptível após a desforma, foi a armadura estar exposta, seja ela nas paredes, na laje ou até mesmo nas vigas, tornando necessário a recuperação dessa parte da estrutura para que não ocorra a corrosão da armadura, conforme a Figura 39, que foram encontradas nas casas do tipo C, B e E, respectivamente.

Figura 39 - Armadura exposta



Fonte: Os autores (2023).

Foi observado que as causas dessa manifestação patológica foram a falta ou mal uso de espaçadores, principalmente nas lajes, e o pouco espaço para o concreto se espalhar e passar, como no caso do acúmulo de eletrodutos perto dos quadros de luz. A falta de adensamento adequado na hora do lançamento do concreto é um dos principais fatores para que ocorra essa manifestação patológica, porém como o concreto utilizado na obra foi o autoadensável, ele não necessita de adensamento por meio de vibradores. A solução para a armadura exposta é o grauteamento do local, além de cuidado e controle na hora da concretagem.

4.1.10 Estruturas danificadas

Essa manifestação patológica também foi observada após a desforma, em que o local de ocorrência do travamento das fôrmas é o mais danificado. A estrutura danificada foi localizada nas paredes, pela execução errada na retirada das faquetas e na laje pela retirada errônea dos pinos de travamento, conforme pode ser observado na Figura 40, que foram encontradas nos tipos de casas A, E e A, respectivamente.

Figura 40 - Danos causados pela retirada de pinos e faquetas de travamento



Fonte: Os autores (2023).

Já as manifestações patológicas encontradas nas lajes possivelmente foram ocasionadas devido ao travamento das fôrmas das lajes serem retiradas de forma errônea, com muita força, gerando o desgaste do concreto naquele local. Já nas paredes, os furos são normais devido ao sistema das formas contar com travamento na fôrma interna e externa, com a utilização das gravatas de travamento, porém quando ocorre o desgaste no concreto ao redor, sabe-se que o uso das peças foi utilizado de forma errônea.

Para solucionar e amenizar esses danos, foi instruído aos trabalhadores um cuidado maior na hora da retirada das fôrmas, além da utilização da proteção para as gravatas de travamento.

4.1.11 Falhas de cobertura do concreto

Nas paredes de concreto foram utilizados espaçadores com o intuito de garantir o cobrimento da armadura, que segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022), as estruturas em paredes de concreto devem seguir os requisitos estabelecidos para pilares, conforme a NBR 6118 (ABNT, 2023), os eletrodutos e toda a infraestrutura que pode estar passando pelo meio da estrutura, conforme a Figura 41, onde foram encontradas nas C, E, A e B, respectivamente.

Figura 41 - Falhas de cobertura do concreto



Fonte: Os autores (2023).

Observou que não foi possível preencher todos os vazios com o concreto. No caso dos eletrodutos, o principal local onde aparecem os problemas é na região do quadro de distribuição, pois o acúmulo em um curto espaço dessas mangueiras impede que o concreto transpasse por entre elas. Desse modo, foi indicado seguir um espaçamento mínimo entre as mangueiras de 2,5 centímetros, permitindo que o concreto consiga fluir adequadamente.

No caso de o espaçador ter ficado aparente, provavelmente foi causado devido ao mal posicionamento antes do fechamento das fôrmas, podendo ser solucionado no momento da conferência das armaduras.

A solução final para o ajuste da falha do cobrimento é desgastar o concreto até o ponto que o material estiver livre, no caso dos eletrodutos, e empurrá-lo para sua posição original. No caso dos espaçadores, devem ser retirados para que não prejudique a aplicação do revestimento final. Após isso é realizado o fechamento com graute.

4.1.12 Defeito nos vãos das aberturas

Observou que alguns vãos das aberturas de porta, janela ou alçapão que, após a desforma, apresentaram algumas alterações do que foi projetado inicialmente, conforme a Figura 42, que representa as casas do tipo C, C e A, respectivamente.

Figura 42 - Defeito nos vãos das abertura das portas



Fonte: Os autores (2023).

As possíveis causas para esses defeitos são os erros causados pelo travamento das fôrmas, encaixe, escoramento e/ou, a falta de desmoldante na fôrma, impossibilitando a sua retirada. A solução para os defeitos no desalinhamento do vão, é nivelar as aberturas com argamassa, sem que comprometa o vão estipulado em projeto.

Já para o caso do embutimento da fôrma na estrutura, caso ocorra a reminiscência, deverá ser analisado junto ao projetista a verificação da sua permanência, conforme a última imagem da Figura 42, na qual ficou embutido na estrutura um pedaço da fôrma. Dessa forma, deverá ser verificada a durabilidade do material, a compatibilidade deste para com o concreto, a estabilidade estrutural e a correta ancoragem da fôrma perdida, como menciona o item 7.2.6 da NBR 14.931 (ANBT, 2004).

Como informado no item 4.1.4 no presente trabalho, caso não seja possível a permanência, deverá ser feita a remoção do elemento e seguir as recomendações do projetista para que não seja comprometida a resistência no local.

4.1.13 Caixas elétricas desalinhas

Essa manifestação patológica foi visível após a desforma, ocorrendo nas caixas elétricas que são fixadas por grampos próprios do produto. A Figura 43 ilustra o desalinhamento nas casas do tipo D.

Figura 43 - Caixas de elétrica desalinhas



Fonte: Os autores (2023).

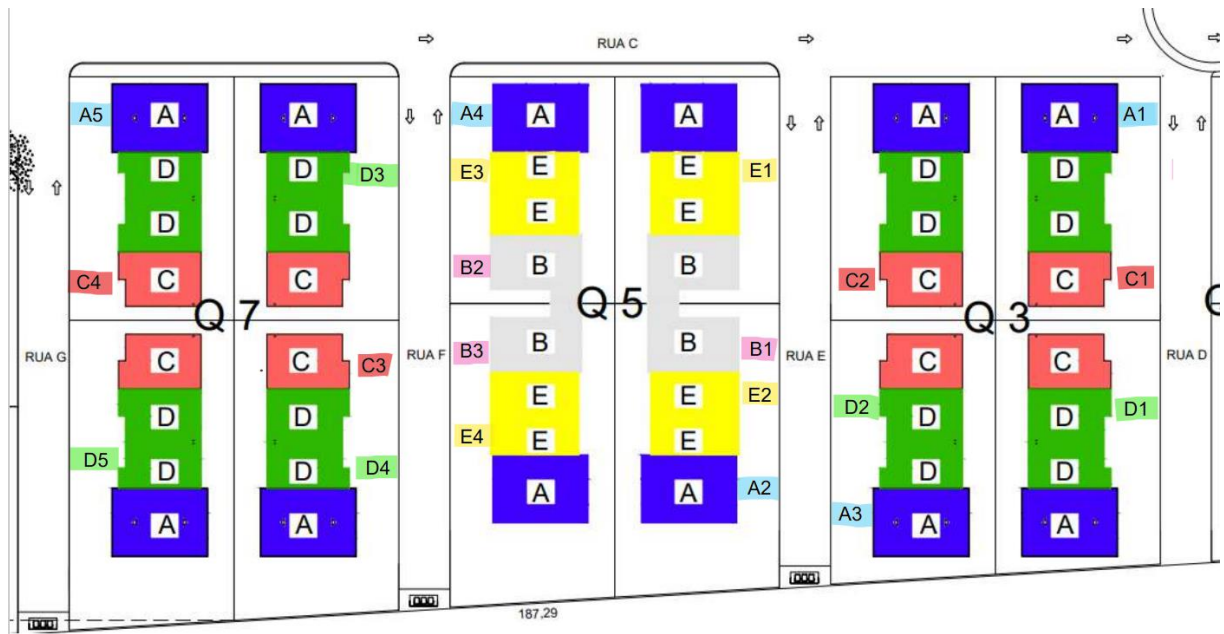
Observou-se que ocorre esse defeito devido ao grampo que é embutido na caixa, não resistir de forma eficiente ao peso do concreto no momento do seu lançamento. A solução para esse defeito seria a quebra do concreto ao redor e a recolocação.

4.2 Análise dos Dados Obtidos

Neste tópico serão apresentados os resultados dos quantitativos e levantamento das manifestações patológicas citadas no tópico anterior (4.1), além do seu fator de intensidade de dano (F_i), fator de ponderação (F_p) e o seu grau de deterioração (D), separados também pelos tipos de casas.

As casas visitadas, conforme citado no item 3.2, estarão apresentadas na Figura 44 - Planta de situação demarcada com as casas visitadas, que contém novamente a indicação na planta de situação das edificações vistoriadas.

Figura 44 - Planta de situação demarcada com as casas visitadas



Fonte: Adaptada Arquitetura (2022).

O levantamento será apresentado conforme o tipo de casa a seguir, sendo na primeiramente foi indicada a manifestação patológica manifestada, com um "X", caso não seja verificado, será preenchido por um hífen "-". E em seguida a quantidade dessa ocorrência estará presente na coluna ao lado da marcação. Cada tipo de casa estará identificado de acordo com a tipologia em que ela se encontra.

Também foi indicado o fator de ponderação (Fp) ao lado da manifestação patológica. Esse fator irá dar um peso para o problema. Foi classificado de um a cinco, sendo um como um problema leve e cinco como gravíssimo, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6 - Fator de ponderação (Fp)

Manifestação patológica	Elemento
Falha no alinhamento da fundação com a fôrma	1
Falha no alinhamento da sapata corrida	1
Pavimentos desaprumados	3
Utilização de madeira para fechamento	2
Utilização de polímeros para fechamento das fôrmas	2
Segregação do concreto	3
Fissuras internas	4
Fissuras externas	4
Armadura exposta	5
Estrutura danificada – pinos	3
Estrutura danificada - faquetas	3
Falha de cobrimento dos espaçadores	3
Falha de cobrimento nas mangueiras	3
Defeito nos vãos das aberturas - portas	2
Defeito nos vãos das aberturas - janelas	2
Caixas desalinhadas ou fora de esquadro	2

Fonte: Adaptado de UnB/FONSECA, 2007.

Também serão apresentados o Fator de intensidade (Fi) e o cálculo do grau do dano (D), conforme equação 1. O parâmetro para a utilização desses pesos é o que essa adversidade causa na estrutura a longo prazo, o tempo perdido no seu retrabalho e a importância do elemento na edificação.

4.2.1 Casa tipo A

Foram feitas cinco visitas técnicas em casas do tipo A, os dados obtidos são apresentados nas Tabela 7 e Tabela 8, com o levantamento dos dados e os resultados da aplicação da metodologia GDE, respectivamente.

Tabela 7 - Levantamento de dados da casa do tipo A

PROBLEMAS	A1 (ADDC)		A2 (ADDC)		A3 (ADDC)		A4 (ADDC)		A5 (AEEB)		%
	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	
Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	X	2	-	0	X	1	X	1	X	2	80
Falhas no alinhamento da sapata corrida	X	1	-	0	X	1	X	1	X	1	80
Pavimentos desaprumados	-	0	-	0	X	1	-	0	-	0	20
Fechamento da fôrma com madeira	X	1	X	2	-	0	-	0	X	1	60
Fechamento da fôrma com polímeros	X	1	-	0	-	0	X	4	X	3	60
Segregação do concreto em laje	X	2	X	1	X	2	X	3	X	6	100
Segregação do concreto em paredes	X	1	X	2	X	2	-	0	X	3	80
Fissura internas	-	0	-	0	X	2	-	0	-	0	20
Fissuras externas	X	1	-	0	-	0	-	0	X	1	40
Armadura exposta - parede	-	0	-	0	X	1	X	2	-	0	40
Armadura exposta - vigas	-	0	-	0	X	2	-	0	X	1	40
Armadura exposta - laje	-	0	-	0	-	0	X	1	X	3	40
Estruturas danificadas - pinos	X	2	X	2	X	2	X	2	X	3	100
Estruturas danificadas - faquetas	X	3	-	0	-	0	X	2	-	0	40
Falha de cobrimento espaçadores	-	0	-	0	X	1	X	2	X	6	60
Falha de cobrimento mangueiras	X	4	X	3	X	6	X	4	X	12	100
Defeito nas aberturas - portas	-	0	X	2	X	3	-	0	X	2	60
Defeito nas aberturas - janelas	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
Caixas desalinhadas	X	1	X	3	X	1	X	3	X	3	100

Fonte: Os autores (2023).

Na verificação das manifestações patológicas das casas de tipo A, três itens obtiveram frequência igual a 100%, sendo elas a segregação do concreto em laje, as estruturas danificadas por pinos e falhas no cobrimento das mangueiras. E outras três obtiveram frequência igual a 80%, como as falhas de alinhamento das paredes das sapatas corridas, falhas no alinhamento da fundação com a fôrma e segregação do concreto nas paredes. Apenas o item defeitos nas aberturas (janelas) não apresentou nenhuma manifestação patológica.

Tabela 8 – Aplicação da metodologia GDE na casa A

Fp	PROBLEMAS	A1 (ADDC)		A2 (ADDC)		A3 (ADDC)		A4 (ADDC)		A5 (AEEB)	
		Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
1	Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	1	0,8	0	0	1	0,8	1	0,8	1	0,8
1	Falhas no alinhamento da sapata corrida	1	0,8	0	0	1	0,8	2	1,6	1	0,8
3	Pavimentos desaprumados	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0
2	Fechamento da fôrma com madeira	1	1,6	1	1,6	0	0	0	0	1	1,6
2	Fechamento da fôrma com polímeros	1	1,6	0	0	0	0	1	1,6	1	1,6
3	Segregação do concreto em laje	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Segregação do concreto em paredes	2	4,8	1	2,4	1	2,4	0	0	2	4,8
4	Fissuras internas	0	0	0	0	2	6,4	0	0	0	0
4	Fissuras externas	2	6,4	0	0	0	0	0	0	2	6,4
5	Armadura exposta - parede	0	0	0	0	2	8	3	40	0	0
5	Armadura exposta - vigas	0	0	0	0	2	8	0	0	3	40
5	Armadura exposta - laje	0	0	0	0	0	0	1	4	2	8
3	Estruturas danificadas - pinos	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Estruturas danificadas - faquetas	1	2,4	0	0	0	0	1	2,4	0	0
3	Falha de cobrimento espaçadores	0	0	0	0	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Falha de cobrimento mangueiras	1	2,4	1	2,4	2	4,8	2	4,8	2	4,8
2	Defeito nas aberturas - portas	0	0	1	1,6	1	1,6	0	0	1	1,6
2	Defeito nas aberturas - janelas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Caixas desalinhadas	1	1,6	1	1,6	1	1,6	1	1,6	1	1,6

Fonte: Os autores (2023).

Na verificação em relação ao grau de deterioração dos elementos, foi constada apenas uma manifestação patológica de nível médio, no item Armadura exposta (parede), localizado na casa A4. Foi constatado também que a casa A5 é a única que não faz parte da tipologia ADDC (Figura 21), onde apresentou um nível média no item amadura exposta (vigas).

4.2.2 Casa tipo B

Foram feitas três visitas técnicas em casas do tipo B, os dados obtidos são apresentados nas Tabela 9 e Tabela 10, com o levantamento dos dados e os resultados da aplicação da metodologia GDE, respectivamente:

Tabela 9 - Levantamento de dados da casa do tipo B.

PROBLEMAS	B1 (AEEB)		B2 (AEEB)		B3 (AEEB)		%
	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	
Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	X	2	X	1	-	0	66,6
Falhas no alinhamento da sapata corrida	X	2	X	2	-	0	66,6
Pavimentos desaprumados	-	0	X	1	-	0	33,3
Fechamento da fôrma com madeira	X	2	X	2	-	0	33,3
Fechamento da fôrma com polímeros	x	2	X	1	X	2	100
Segregação do concreto em laje	X	5	-	0	X	1	66,6
Segregação do concreto em paredes	X	2	X	3	X	5	100
Fissura internas	-	0	-	0	X	2	33,3
Fissuras externas	-	0	-	0	X	1	33,3
Armadura exposta - parede	X	1	X	1	X	2	100
Armadura exposta - vigas	X	3	-	0	X	1	66,6
Armadura exposta - laje	X	2	-	0	X	2	66,6
Estruturas danificadas - pinos	X	3	X	1	X	2	100
Estruturas danificadas - faquetas	X	1	X	2	-	0	66,6
Falha de cobrimento espaçadores	X	6	X	5	X	1	100
Falha de cobrimento mangueiras	X	8	X	7	X	3	100
Defeito nas aberturas - portas	X	4	X	4	X	3	100
Defeito nas aberturas - janelas	-	0	-	0	X	1	33,3
Caixas desalinhadas	X	4	-	0	-	0	33,3

Fonte: Os autores (2023).

Todas as manifestações patológicas citadas foram encontradas nas três visitas nas casas B. Observou-se que sete itens tinham 100% de frequência, sendo eles o fechamento da fôrma com polímeros, segregação do concreto em paredes, armadura exposta (parede), estruturas danificadas por pinos, falha de cobrimento nos espaçadores, nas mangueiras e o defeito nos vãos das aberturas das portas.

Tabela 10 - Aplicação da metodologia GDE na casa B.

Fp	PROBLEMAS	B1 (AEEB)		B2 (AEEB)		B3 (AEEB)	
		Fi	D	Fi	D	Fi	D
1	Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	1	0,8	1	0,8	0	0
1	Falhas no alinhamento da sapata corrida	2	1,6	1	0,8	0	0
3	Pavimentos desaprumados	0	0	1	2,4	0	0
2	Fechamento da fôrma com madeira	1	1,6	1	1,6	0	0
2	Fechamento da fôrma com polímeros	1	1,6	1	1,6	1	1,6
3	Segregação do concreto em laje	3	24	0	0	1	2,4
3	Segregação do concreto em paredes	2	4,8	2	4,8	1	2,4
4	Fissuras internas	0	0	0	0	2	6,4
4	Fissuras externas	0	0	0	0	3	32
5	Armadura exposta - parede	4	100	2	8	1	4
5	Armadura exposta - vigas	2	8	0	0	0	0
5	Armadura exposta - laje	2	8	0	0	0	0
3	Estruturas danificadas - pinos	1	2,4	1	2,4	2	4,8
3	Estruturas danificadas - faquetas	1	2,4	1	2,4	0	0
3	Falha de cobrimento espaçadores	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Falha de cobrimento mangueiras	3	7,2	3	24	1	2,4
2	Defeito nas aberturas - portas	1	1,6	1	1,6	1	1,6
2	Defeito nas aberturas - janelas	0	0	0	0	1	1,6
2	Caixas desalinhadas	2	3,2	1	1,6	0	0

Fonte: Os autores (2023).

Em relação ao grau de deterioração, foi obtido também no item Armadura exposta (parede), o nível sofrível, de acordo com a Tabela 5, localizado na casa B1. Já nos outros itens de armaduras expostas, não foram verificados níveis elevados.

4.2.3 Casa tipo C

Foram feitas quatro visitas técnicas em casas do tipo C, os dados obtidos são apresentados nas Tabela 8 e Tabela 9, com o levantamento dos dados e os resultados da aplicação da metodologia GDE, respectivamente.

Tabela 11 - Levantamento de dados da casa tipo C.

PROBLEMAS	C1 (ADDC)		C2 (ADDC)		C3 (ADDC)		C4 (ADDC)		%
	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	
Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	-	0	X	1	X	1	X	4	75
Falhas no alinhamento da sapata corrida	-	0	X	2	-	0	X	2	50
Pavimentos desaprumados	-	0	-	0	X	1	-	0	25
Fechamento da fôrma com madeira	X	2	X	1	X	1	X	1	100
Fechamento da fôrma com polímeros	X	2	X	3	X	2	X	2	100
Segregação do concreto em laje	X	1	X	0	X	2	-	0	75
Segregação do concreto em paredes	X	2	X	1	X	9	X	7	100
Fissura internas	-	0	-	0	-	0	X	3	25
Fissuras externas	-	0	X	1	-	0	-	0	25
Armadura exposta - parede	X	2	-	0	X	2	-	0	50
Armadura exposta - vigas	-	0	-	0	X	3	-	0	25
Armadura exposta - laje	X	2	-	0	-	0	-	0	25
Estruturas danificadas - pinos	X	4	X	2	X	1	X	3	100
Estruturas danificadas - faquetas	X	12	X	3	X	1	X	2	100
Falha de cobrimento espaçadores	X	3	X	1	X	6	X	2	100
Falha de cobrimento mangueiras	X	4	X	1	X	11	X	5	100
Defeito nas aberturas - portas	X	4	X	1	X	3	X	4	100
Defeito nas aberturas - janelas	-	0	-	0	-	0		0	0
Caixas desalinhadas	X	2	X	5	X	4	X	1	100

Fonte: Os autores (2023).

Durante as visitas nas quatro casas C, nove itens apresentaram uma frequência de 100%, como o fechamento da fôrma com madeira e polímeros, segregação do concreto em paredes, estruturas danificadas por pino e faquetas, falha de cobrimento nos espaçadores e mangueiras, defeito nos vãos das aberturas das portas e as caixas desalinhadas. Apenas um item não foi verificado, defeito nas aberturas das janelas. Vale ressaltar que nas casas C2 e C4 não foi verificado armadura exposta, como verificada nas outras casas vistoriadas.

Tabela 12 - Aplicação da metodologia GDE na casa C.

Fp	PROBLEMAS	C1 (ADDC)		C2 (ADDC)		C3 (ADDC)		C4 (ADDC)	
		Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
1	Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	0	0	3	8	1	0,8	3	8
1	Falhas no alinhamento da sapata corrida	0	0	2	1,6	0	0	1	0,8
3	Pavimentos desaprumados	0	0	0	0	3	24	2	4,8
2	Fechamento da fôrma com madeira	1	1,6	4	40	1	1,6	1	1,6
2	Fechamento da fôrma com polímeros	1	1,6	1	1,6	1	1,6	1	1,6
3	Segregação do concreto em laje	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0
3	Segregação do concreto em paredes	2	4,8	1	2,4	4	60	2	4,8
4	Fissura internas	0	0	0	0	0	0	3	32
4	Fissuras externas	0	0	3	32	0	0	0	0
5	Armadura exposta - parede	2	8	0	0	4	100	0	0
5	Armadura exposta - vigas	0	0	0	0	2	8	0	0
5	Armadura exposta - laje	2	8	0	0	0	0	0	0
3	Estruturas danificadas - pinos	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Estruturas danificadas - faquetas	2	4,8	1	2,4	1	2,4	2	4,8
3	Falha de cobrimento espaçadores	1	2,4	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Falha de cobrimento manguelras	1	2,4	1	2,4	4	60	1	2,4
2	Defeito nas aberturas - portas	2	3,2	2	3,2	1	1,6	1	1,6
2	Defeito nas aberturas - janelas	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Caixas desalinhadas	1	1,6	2	3,2	1	1,6	1	1,6

Fonte: Os autores (2023).

Em relação ao grau de deterioração dos itens vistoriados, as casas C2 e C4, receberam o nível médio em relação as fissuras apresentadas, interna e externamente. Já na casa C3, que é considerada espelhada das demais, foi encontrado uma segregação do concreto junto com armadura exposta nas paredes, estabelecendo um nível sofrível. A casa C1 foi a que obteve o menor grau de deterioração nos itens vistoriados.

4.2.4 Casa tipo D

Foram feitas cinco visitas técnicas em casas do tipo D, os dados obtidos são apresentados nas Tabela 13 e Tabela 14, com o levantamento dos dados e os resultados da aplicação da metodologia GDE, respectivamente.

Tabela 13 - Levantamento de dados da casa D

PROBLEMAS	D1 (ADDC)		D2 (ADDC)		D3 (ADDC)		D4 (ADDC)		D5 (ADDC)		%
	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	
Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	X	1	-	0	X	2	X	3	X	1	80
Falhas no alinhamento da sapata corrida	X	1	X	1	X	2	X	1	X	1	100
Pavimentos desaprumados	-	0	-	0	X	2	X	1	X	1	60
Fechamento da fôrma com madeira	X	2	-	0	X	5	X	1	X	4	80
Fechamento da fôrma com polímeros	-	0	X	9	X	1	X	3	X	4	80
Segregação do concreto em laje	X	1	X	2	X	10	X	3	X	3	100
Segregação do concreto em paredes	X	2	X	1	X	8	X	6	X	3	100
Fissura internas	-	0	X	2	X	2	X	4	X	2	80
Fissuras externas	-	0	-	0	-	0	-	0	X	2	20
Armadura exposta - parede	X	2	-	0	-	0	X	1	-	0	40
Armadura exposta - vigas	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
Armadura exposta - laje	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
Estruturas danificadas - pinos	X	2	-	0	X	3	X	3	-	0	60
Estruturas danificadas - faquetas	-	0	X	1	-	0	-	0	X	2	40
Falha de cobrimento espaçadores	-	0	-	0	X	6	X	2	X	4	60
Falha de cobrimento mangueiras	X	3	X	8	X	10	X	5	X	4	100
Defeito nas aberturas - portas	-	0	X	4	-	0	X	1	X	2	60
Defeito nas aberturas - janelas	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
Caixas desalinhadas	X	2	X	2	X	3	X	10	X	6	100

Fonte: Os autores (2023).

Durante as visitas nas cinco casas do tipo C, cinco itens apresentaram frequência de 100%, sendo as falhas no alinhamento da sapata corrida, segregação nas lajes e paredes, falha no cobrimento das mangueiras e caixas desalinhadas. Além disso três itens não foram encontrados, armadura exposta nas vigas e lajes e defeitos nas aberturas das janelas. Pode-se notar que neste tipo de casa, observou-se a baixa taxa de armaduras expostas. No entanto, observou-se fissuras internas, o uso em excesso de madeira e a grande quantidade de segregação do concreto, tanto nas paredes quanto nas lajes.

Tabela 14 - Aplicação da metodologia GDE na casa D.

Fp	PROBLEMAS	D1 (ADDC)		D2 (ADDC)		D3 (ADDC)		D4 (ADDC)		D5 (ADDC)	
		Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
1	Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	1	0,8	0	0	2	1,6	2	1,6	1	0,8
1	Falhas no alinhamento da sapata corrida	1	0,8	1	0,8	2	1,6	1	0,8	1	0,8
3	Pavimentos desaprumados	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8	1	2,4
2	Fechamento da fôrma com madeira	3	16	0	0	3	16	1	1,6	3	16
2	Fechamento da fôrma com polímeros	0	0	2	3,2	1	1,6	1	1,6	1	1,6
3	Segregação do concreto em laje	2	4,8	1	2,4	3	24	2	4,8	2	4,8
3	Segregação do concreto em paredes	2	4,8	1	2,4	3	24	2	4,8	1	2,4
4	Fissuras internas	0	0	3	32	2	6,4	4	80	4	80
4	Fissuras externas	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6,4
5	Armadura exposta - parede	2	8	0	0	0	0	1	4	0	0
5	Armadura exposta - vigas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Armadura exposta - laje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Estruturas danificadas - pinos	1	2,4	0	0	1	2,4	1	2,4	0	0
3	Estruturas danificadas - faquetas	0	0	1	2,4	0	0	0	0	1	2,4
3	Falha de cobrimento espaçadores	0	0	0	0	1	2,4	1	2,4	1	2,4
3	Falha de cobrimento mangueiras	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8
2	Defeito nas aberturas - portas	0	0	2	3,2	0	0	1	1,6	2	3,2
2	Defeito nas aberturas - janelas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Caixas desalinhadas	1	1,6	1	1,6	2	3,2	2	3,2	2	3,2

Fonte: Os autores (2023).

Referente ao grau de deterioração, o uso de madeiras tornou-se um problema, pois ficaram presas ao concreto, impossibilitando a retirada e conseqüentemente segregando o concreto da laje. As fissuras internas também apresentaram um grande grau de deterioração, podendo ser classificado como sofrível.

4.2.5 Casa tipo E

Foram feitas quatro visitas técnicas em casas do tipo E, os dados obtidos são apresentados nas Tabela 15 e Tabela 16, com o levantamento dos dados e os resultados da aplicação da metodologia GDE, respectivamente.

Tabela 15 - Levantamento de dados da casa E

PROBLEMAS	E1 (AEEB)		E2 (AEEB)		E3 (AEEB)		E4 (AEEB)		%
	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	Ver.	Qde.	
Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	X	1	-	0	X	1	X	2	75
Falhas no alinhamento da sapata corrida	X	1	X	1	-	0	X	1	75
Pavimentos desaprumados	X	1	X	1	-	0	-	0	50
Fechamento da fôrma com madeira	X	5	X	3	X	1	-	0	75
Fechamento da fôrma com polímeros	X	3	X	4	X	2	X	2	100
Segregação do concreto em laje	X	10	X	5	X	5	X	1	100
Segregação do concreto em paredes	X	5	X	2	X	4	X	2	100
Fissura internas	X	3	X	4	X	5	X	3	100
Fissuras externas	-	0	-	0	-	0	-	0	0
Armadura exposta - parede	-	0	X	2	X	2	-	0	50
Armadura exposta - vigas	-	0	-	0	X	1	X	1	50
Armadura exposta - laje	X	2	X	2	X	1	X	2	100
Estruturas danificadas - pinos	X	4	X	3	X	3	X	4	100
Estruturas danificadas - faquetas	-	0	X	1	-	0	-	0	25
Falha de cobrimento espaçadores	X	4	X	1	-	0	-	0	50
Falha de cobrimento mangueiras	X	9	X	12	X	4	X	3	100
Defeito nas aberturas - portas	X	2	-	0	-	0	-	0	25
Defeito nas aberturas - janelas	-	0	-	0	-	0	-	0	0
Caixas desalinhadas	X	2	X	3	X	1	X	1	100

Fonte: Os autores (2023).

Em relação as quatro casas E visitadas, oito apresentaram frequência de 100%, sendo eles fechamentos da fôrma com polímeros, segregação do concreto em laje e paredes, fissuras internas, armadura exposta nas lajes, estruturas danificadas por pinos, falha de cobrimento das mangueiras e caixas desalinhadas. Outros dois itens não apresentaram, sendo fissuras externas e defeito nas aberturas das janelas. Por outro lado, a porcentagem de armadura exposta continuou diminuindo.

Tabela 16 – Aplicação da metodologia GDE da casa E

Fp	PROBLEMAS	E1 (AEEB)		E2 (AEEB)		E3 (AEEB)		E4 (AEEB)	
		Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
1	Falhas no alinhamento da fundação com a fôrma	1	0,8	0	0	1	0,8	1	0,8
1	Falhas no alinhamento da sapata corrida	1	0,8	1	0,8	0	0	1	0,8
3	Pavimentos desaprumados	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0
2	Fechamento da fôrma com madeira	2	3,2	1	1,6	1	1,6	0	0
2	Fechamento da fôrma com polímeros	1	1,6	1	1,6	1	1,6	1	1,6
3	Segregação do concreto em laje	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8
3	Segregação do concreto em paredes	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8
4	Fissura internas	4	80	4	80	4	80	4	80
4	Fissuras externas	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Armadura exposta - parede	0	0	2	8	3	40	0	0
5	Armadura exposta - vigas	0	0	0	0	3	40	2	8
5	Armadura exposta - laje	2	8	3	40	2	8	2	8
3	Estruturas danificadas - pinos	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8
3	Estruturas danificadas - faquetas	0	0	1	2,4	0	0	0	0
3	Falha de cobrimento espaçadores	1	2,4	1	2,4	0	0	0	0
3	Falha de cobrimento mangueiras	2	4,8	3	24	2	4,8	2	4,8
2	Defeito nas aberturas - portas	2	3,2	0	0	0	0	0	0
2	Defeito nas aberturas - janelas	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Caixas desalinhadas	1	1,6	1	1,6	1	1,6	1	1,6

Fonte: Os autores (2023).

Em relação ao grau de deterioração, todas as casas apresentaram um nível alto em relação as fissuras internas. Notou-se que mesmo que baixa a quantidade verificada, as armaduras expostas apresentaram níveis médios.

4.3 Grau de deterioração do elemento.

Após todos os dados levantados e quantificados, foi feito o cálculo final, seguindo a equação 2. Foram obtidos os níveis para cada uma das casas, além da sua média final, como mostrado na Tabela 17, Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20 e Tabela 21.

As casas do tipo A obtiveram uma média de grau de deterioração de 29,04 sendo a menor média entre todos os tipos de casas. Além disso, possui também o

menor valor entre todas as casas estudadas, sendo a A2 com 4,4, como apresentado na Tabela 17. Conclui-se que esse tipo de casa apresentou um nível médio dentro dos critérios adotados na metodologia Gde.

Tabela 17 – GDE casa tipo A

	A1 (ADDC)	A2 (AEEB)	A3 (ADDC)	A4 (AEEB)	A5 (ADDC)	MÉDIA
GDE	11,3	4,4	14,7	55	59,8	29,04

Fonte: Os autores (2023).

A Tabela 18 referente aos graus de deterioração dos elementos das casas do tipo B, apresentou uma média de Gde de 75,33. Foi possível identificar a disparidade entre cada casa analisada deste tipo. A casa B1 obteve o maior nível de grau de deterioração entre todos os tipos de casas analisadas, com valor de 141,1. Conclui-se que o tipo B apresenta um nível alto dentro dos critérios adotados na metodologia Gde.

Tabela 18 – GDE casa tipo B

	B1 (AEEB)	B2 (AEEB)	B3 (AEEB)	MÉDIA
GDE	141,1	37,5	47,4	75,33

Fonte: Os autores (2023).

Conforme a Tabela 19, a média obtida nas casas do tipo C em seu grau de deterioração foi de 73. Assim como ocorreu nas casas do tipo B, houve bastante diferença de grau entre as casas visitadas dentro deste tipo. A casa C3 apresentou um grau muito elevado, em contrapartida a casa C1 apresentou um grau muito inferior. Conclui-se que o tipo C apresenta um nível alto dentro dos critérios adotados na metodologia Gde.

Tabela 19 – GDE casa tipo C

	C1 (ADDC)	C2 (ADDC)	C3 (ADDC)	C4 (ADDC)	MÉDIA
GDE	14,6	65	163,2	49,2	73

Fonte: Os autores (2023).

Conforme a Tabela 20, as casas do tipo D obtiveram média de 68,54 de grau de deterioração. O valor médio ficou próximo das casas tipo B e C. Conclui-se que o tipo D apresenta um nível alto dentro dos critérios adotados na metodologia Gde.

Tabela 20 – GDE casa tipo D

	D1 (ADDC)	D2 (ADDC)	D3 (ADDC)	D4 (ADDC)	D5 (ADDC)	MÉDIA
GDE	38,9	44,7	41,8	106	111,3	68,54

Fonte: Os autores (2023).

Conforme a Tabela 21, as casas do tipo E foram que apresentaram a maior média entre todas as casas, com uma média final de 118,25. É possível identificar que não teve disparidade entre elas, visto que a diferença entre o menor e o maior valor foi de 23,3. Conclui-se que o tipo E apresenta um nível crítico dentro dos critérios adotados na metodologia Gde.

Tabela 21 – GDE casa tipo E

	E1 (AEEB)	E2 (AEEB)	E3 (AEEB)	E4 (AEEB)	MÉDIA
GDE	109,1	124,8	132,4	106,7	118,25

Fonte: Os autores (2023).

Em relação as tipologias, também foi analisado comparando as casas que pertencem a Tipologia 1 (Figura 20), E1, E2, E3, E4, B1, B2, B3, A2, A4, e a Tipologia 2 (Figura 21), sendo elas C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3, D4, D5, A1, A3 e A5. Os resultados foram apresentados na Tabela 22 e Tabela 23.

Tabela 22 – Tipologia 1 (AEEB)

	E1	E2	E3	E4	B2	B3	A2	A4	MÉDIA
GDE	109,1	124,8	132,4	106,7	37,5	47,4	4,4	55,0	77,16

Fonte: Os autores (2023).

Tabela 23 – Tipologia 2 (ADDC)

	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4	D5	A1	A3	A5	MÉDIA
GDE	14,6	65,0	163,2	49,2	38,9	44,7	41,8	106,0	111,3	11,3	14,7	59,8	60,04

Fonte: Os autores (2023).

Ao analisar as médias finais, é possível identificar que a Tipologia 1, mesmo possuindo a menor média entre as casas, possui uma média maior que a Tipologia 2, que inclusive possui a maior das médias também entre as casas. Isso se deve ao fato de que as casas do tipo E, possuem uma média elevada em comparação com as outras casas estudadas, evidenciando que neste tipo de casa ocorreu muitas manifestações patológicas.

Essas manifestações patológicas não necessariamente são devido ao lugar central que ela foi definida, visto que as casas tipo D, que também são centrais, possuem problemas menos graves que as casas tipo E.

Na questão dos projetos, também não seria um problema, devido a esse tipo de casa já possuir projeto de fôrmas originais, em comparação com o tipo de casa A, que também foi dimensionada originalmente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi constatado no presente trabalho que, o sistema construtivo de paredes de concreto, mesmo que tenha uma alta produtividade, apresentou também uma alta taxa de manifestações patológicas após a desforma. Porém, as principais falhas encontradas não estão exclusivamente ligadas ao sistema construtivo, e sim aos erros de execução.

As casas do tipo A e E foram os dois extremos em relação a média do grau de deterioração, com 29,04 sendo nível médio e 118,251 como sendo crítico, respectivamente. Dessa forma, conforme análise de dados do item acima, pode-se constatar que não há relação dos graus apresentados com os tipos de casas e seus projetos, visto que foram feitos originalmente para as tipologias citadas. Já as casas do tipo B, C e D, que obtiveram os resultados muito próximos, não constavam no projeto original e foram feitos a partir das fôrmas das casas A e E. Em decorrência disso, pode-se concluir que os problemas apresentados têm relação direta com o modo em que as etapas foram executadas e não por apenas possuir os projetos originais de fôrmas.

Os resultados obtidos confirmam que cada tipo de casa possui um nível diferente de grau de deterioração, além de cada uma apresentar uma maior taxa de incidência em itens específicos. As manifestações patológicas que mais foram verificadas nas casas foram o uso de polímeros para fechamento das fôrmas, as segregações do concreto nas paredes e lajes, as estruturas danificadas por causa dos pinos e o defeito nos vãos das aberturas das portas. Apenas um item apresentou 100% em todas as casas, sendo ele a falha de cobertura das mangueiras. Porém o item que apresentou os níveis mais sofríveis foi o de armadura exposta, principalmente nas paredes.

Esse trabalho foi importante para que a equipe responsável pela execução da obra saiba o que está acontecendo e quais as especificidades de cada tipo de casa, além de retroalimentar os dados da empresa, para que os empreendimentos futuros sejam executados da maneira correta.

Conclui-se também que para as vantagens do sistema construtivo sejam aproveitadas ao máximo, o retrabalho deve ser mínimo, ou seja, o investimento em

materiais de boa qualidade, mão de obra qualificada e o acompanhamento das etapas construtivas se fazem necessário.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao longo do trabalho foram gerados diversos questionamentos em relação a outros pontos do sistema construtivo, como a relação das manifestações patológicas afetam e influenciam o cronograma físico-financeiro da obra. Qual seria a margem que uma empresa deve trabalhar para que isso não afete significativamente ela. Um estudo desse caso facilitaria e pouparia tempo e trabalho em diversas áreas dentro da engenharia.

Outra sugestão é um estudo do comportamento das paredes de concreto ao longo do tempo, considerando alguns fatores como a durabilidade, resistência e manutenção. Pois como já estudado, as estruturas de concreto possuem cuidados que, se não forem feitos, acabam levando a diversas manutenções futuras.

Um trabalho futuro interessante seria sobre novos materiais que possam ser utilizados na fabricação de fôrmas ou na composição do concreto para melhorar as propriedades das paredes. Visto que, as fôrmas metálicas são, na maioria dos casos, pesadas e exigem grandes esforços da equipe responsável pela montagem. A utilização de fôrmas mais leves e que consigam resistir às pressões advindas do concreto, poderia gerar ainda mais produtividade dentro do canteiro de obra.

Esses são alguns temas para trabalhos futuros dentro de um leque gigante que a construção civil nos proporciona. A busca por inovações em todas as áreas é sempre muito importante, pois o progresso constante e evolução na construção civil, irá nos proporcionar projetos mais eficazes, sustentáveis e economicamente viáveis, contribuindo para o avanço da sociedade em geral.

REFERÊNCIAS

ARCELORMITTAL. **Soluções para paredes de concreto armado**. Disponível em: <https://xdocz.com.br/download/405-af-solucoes-p-paredes-concreto-armado-web-loywg7yrxv83?hash=4340575d7681f2a0a555a03a4ce0f066>. Acesso em 20 mai. 2023.

ARÊAS, Daniel Moraes. **Descrição do processo construtivo de parede de concreto para obra de baixo padrão**. 69f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/9517>. Acesso em: 28 mar. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de concreto - Coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2007. 216p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de concreto - Coletânea de ativos 2011/2013**. São Paulo, 2013. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014. 238p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15696: Fôrmas e escoramento para estruturas de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos**. Rio de Janeiro, 2009. 3p, 8p.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P.; **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de textos. 2022

BRAGUIM, T. C.; BITTENCOURT, T. N. **Dimensionamento de paredes de concreto armado moldadas no local para a máxima tensão normal de compressão**. Revista IBRACON Estrut. Mater., São Paulo, jun., 2014. Disponível em: < <https://> >. Acesso em: 8 mai. 2023.

CAMBRAIA, Matheus Neves. **Processo construtivo de paredes de concreto moldadas in loco em fôrmas de alumínio**. 53f. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Produção e Gestão do Ambiente) - Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/30919/1/TCC%20%20Matheus%20N.%20Cambraia%2010-10-17.pdf>. Acesso em: 18 de abri. 2023.

CARVALHO, G. S. C.; SANTOS, M. M. **Construção em parede de concreto moldada in-loco com fôrma metálica**. 36f. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de graduação de Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/handle/123456789/45583>. Acesso em: 21 abri. 2023.

CARVALHO, Leandro Faria. **Sistema construtivo em paredes de concreto para edifícios: dimensionamento da estrutura e aspectos construtivos**. 106f. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9JTK7S/1/253.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CASTRO, Eliane Kraus. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado**. 1994. Dissertação de mestrado – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília.

CORRÊA, Julio Marcelino. **Considerações Sobre Projeto e Execução de Edifícios em Paredes de Concreto Moldados In Loco**. 2012. 75. TCC – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012

CUSTÓDIO M. DE SOUZA, Vicente RIPPER, Thomaz. **PATOLOGIA, RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2009. 245 p. v. 1.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2019.
LORENCETO, Danilo. Tudo o que você precisa saber sobre paredes de concreto in loco. **AECweb**. São Paulo, set. 2019. Seção artigos. Disponível em: aecweb.com.br/revista/artigos/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-paredes-de-concreto-in-loco/19196. Acesso em: 01 jun. 2023.

MACEDO, José Vitor da Silva et al. **Manifestações Patológicas e falhas construtivas em parede de concreto**. In: PATORREB, 2018, RECIFE. **Manifestações Patológicas e falhas construtivas em parede de concreto**, 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. São Paulo: Atlas, 2007.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Como construir paredes de concreto. **Revista Técnica**, São Paulo, jun. 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1653308-Como-construir-paredes-de-concreto.html>. Acesso em: 23 mar. 2023

MITIDIERI, C, V; SOUZA, J, C, S; BARREIROS, T, S. **Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local: aspectos do controle de execução.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 54, 2012, Maceió. Anais. Alagoas: IBRACON, 2013.

NAKAMURA, Juliana. **Conheça as vantagens que as paredes de concreto proporcionam para ganhar produtividade e reduzir custos de obras.** Disponível em: <<https://www.sience.com.br/blog/parede-de-concreto/>>. Acesso em: 8 de abril 2023.

NEOFORMAS PARA CONCRETO. **Formas metálicas para construção de casas.** Disponível em: <https://www.neoformas.com.br/formas-metalicas-construcao-casas>. Acesso em: 22 maio 2023.

NUCLEO PAREDE DE CONCRETO. **Uma receita para o sucesso.** Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/uma-receita-para-o-sucesso/>. Acesso em: 24 maio 2023.

NUCLEO PAREDE DE CONCRETO. **Velocidade com qualidade.** Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/velocidade-com-qualidade/>. Acesso em: 24 maio 2023.

NUNES, V.Q.G. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado.** Dissertação (Mestrado em Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PEDRAL SAMPAIO, A. J. Racionalização dos sistemas construtivos à base de cimento. **Parede de concreto em edifícios altos.** Disponível em:

https://abesc.org.br/arquivos/04Parede_concreto_edificios_altos_Alexandre_Pedral_Sampaio.pdf. Acesso em: 20 mai. 2023

PIANCASTELLI, Élvio Mosci. **Patologias do concreto**. 2017. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0. Acesso em 17 de Outubro de 2019.

PORTAL VIRTUALHAB. **Paredes de concreto moldadas "in loco"**. Disponível em: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/paredes-de-concreto/>. Acesso em: 22 mai. 2023.

SANTOS, A. F.; DANTAS, F. R. T. **Aplicação de lean construction no método executivo de parede de concreto em uma obra no município de Lauro Freitas/BA**. 4f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharel em Engenharia Civil) - Pró-Reitoria de Graduação do Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Salvador, Salvador, 2022. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/bitstream/prefix/4815/1/TCCANANDASANTOS%20e%20FELIPEDANTAS.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.

SANTOS, Vinícius F. Paredes de concreto com fôrmas metálicas. **Revista Técnica**, São Paulo, abr. 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/356756190/techne-edicao-169-19-04-2011#>. Acesso em: 23 mar. 2023.

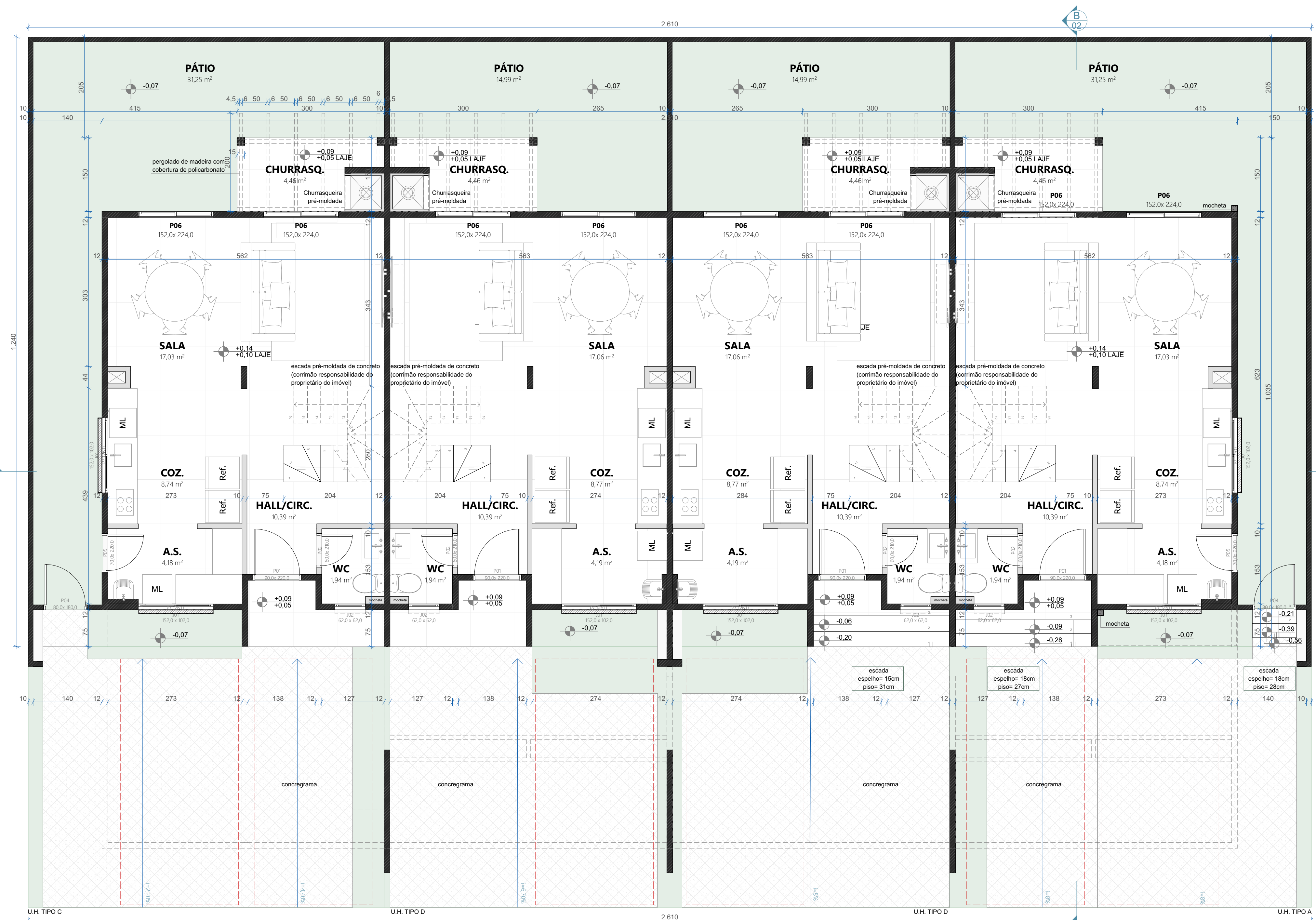
SILVA, Kevin Costner Cristoffer. **A necessidade de qualificação da mão de obra para técnica construtiva de parede de concreto**. 16f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharel em Engenharia Civil). Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara, Itumbiara, 2019. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-necessidade-de-qualificacao-da-mao-de-obra-para-a-tecnica-construtiva-de-paredes-de-concreto/164894>. Acesso em: 25 mai. 2023.

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. **Planejamento e controle de obras**. 62f. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharel em Engenharia Civil) - Escola Politécnica Colegiado do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/Planejamento%20e%20Controle%20de%20Obras%20-%20Marize%20Silva.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

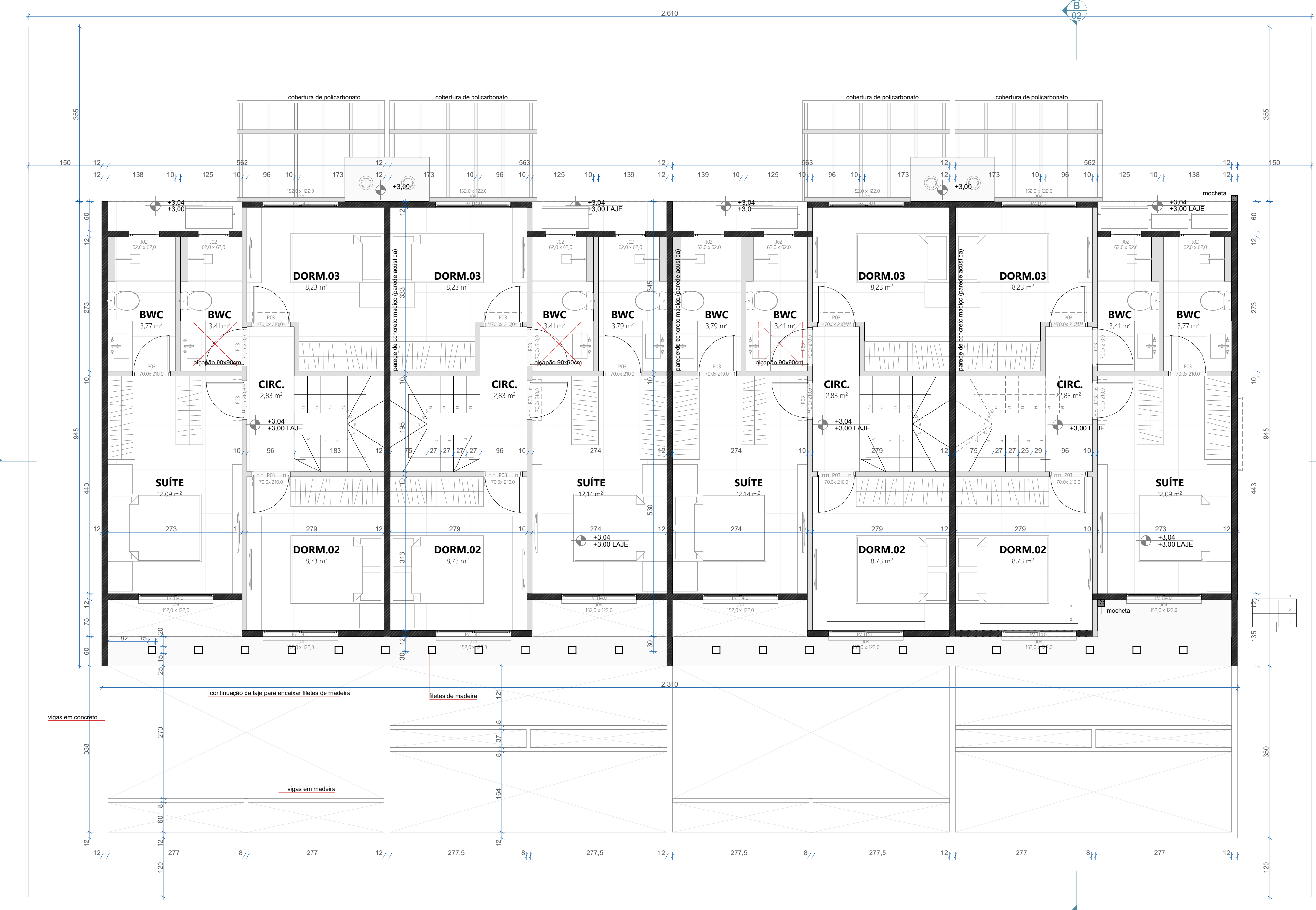
SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª.ed. São Paulo: Pini Ltda, 2009. 257 p

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989

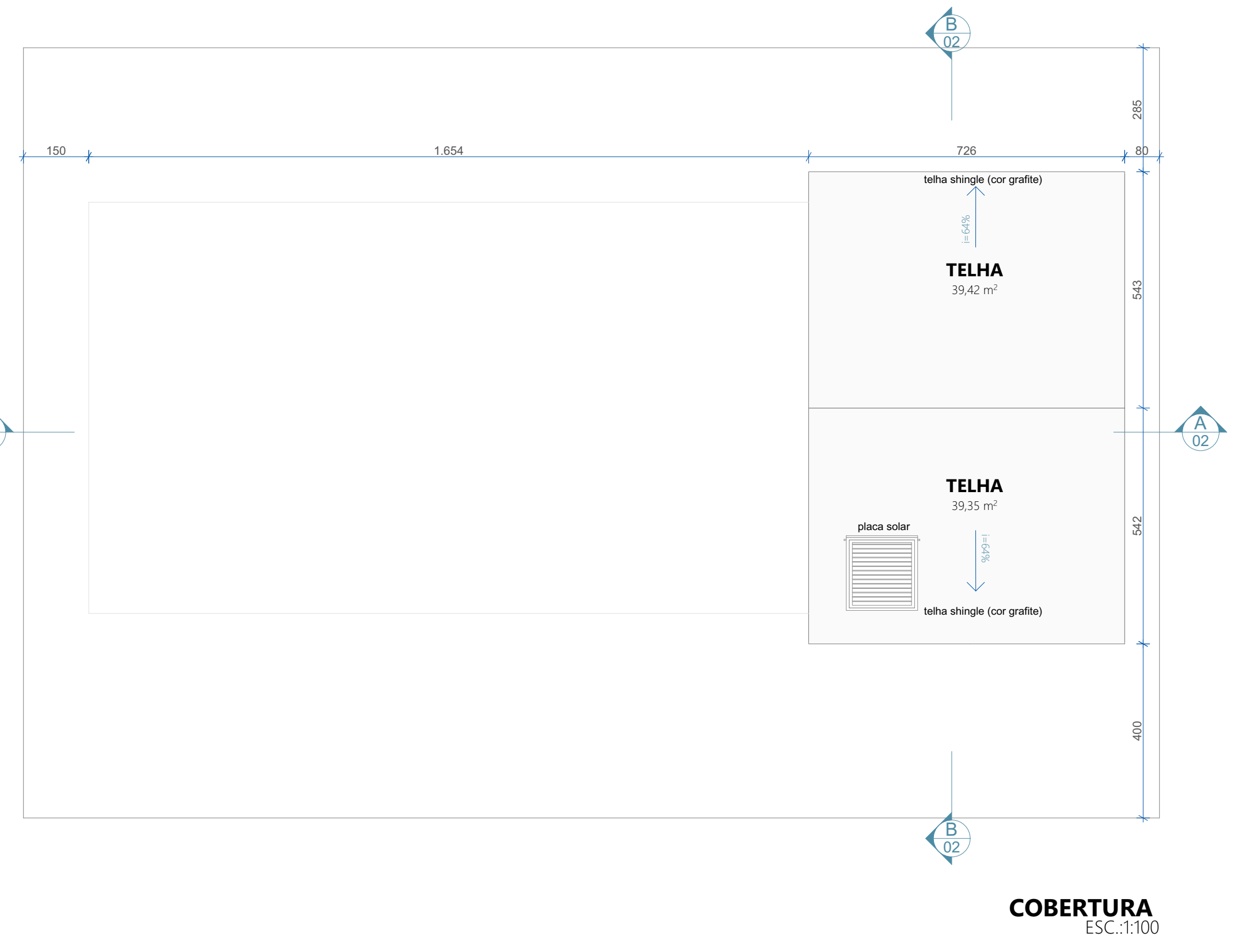
ANEXO A – PLANTA BAIXA DAS CASAS DA TIPOLOGIA ADDC



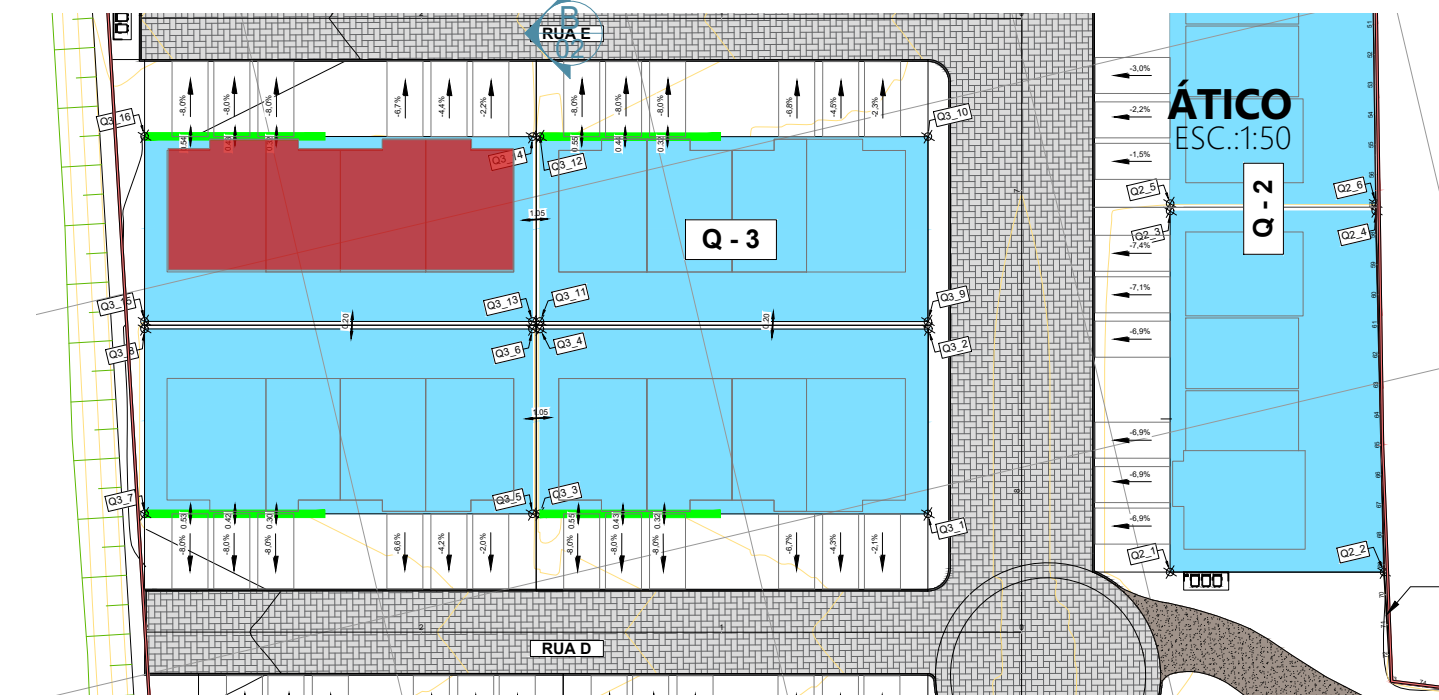
TÉRREO
ESC.1:50



2º PAVIMENTO
ESC.1:50



COBERTURA
ESC.1:100



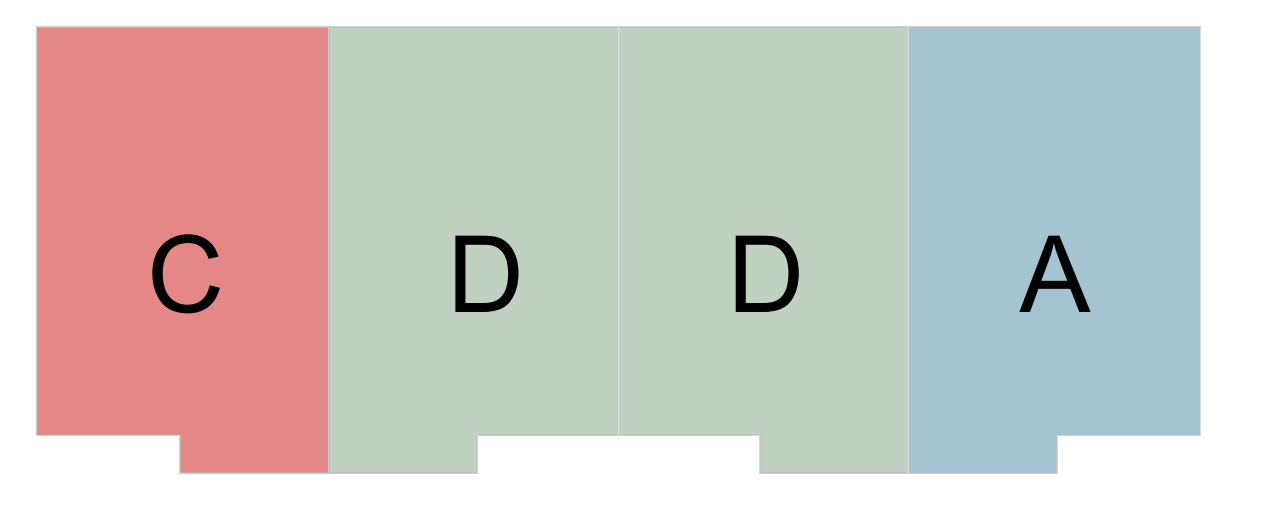
ÁTICO
ESC.1:50

Mapa de Portas

ID	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
Quantidade	4	4	2	2	4	2	4	1
Tamanho L x A	90x102	60x170	90x170	80x10	70x200	150x124	100x100	100x200
Tipo de Abertura	Abertura Simples	Abertura Simples	Abertura Simples	Abertura Simples	Abertura Simples	Com 2 Folhas	Abertura Simples	Com 2 Folhas
Material	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio

Mapa de Janelas

ID	J01	J02	J03	Alças
Quantidade	6	12	12	Quantidade: 3
Tamanho L x A	150x102	62x62	150x122	LxA: 110x110
Tipo de Abertura	Com 2 Folhas	Balcão 2 lobo de correr com persiana de rolô	Alumínio	Alumínio
Material	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio



CASA Nº: 225 - 226 - 227 - 228

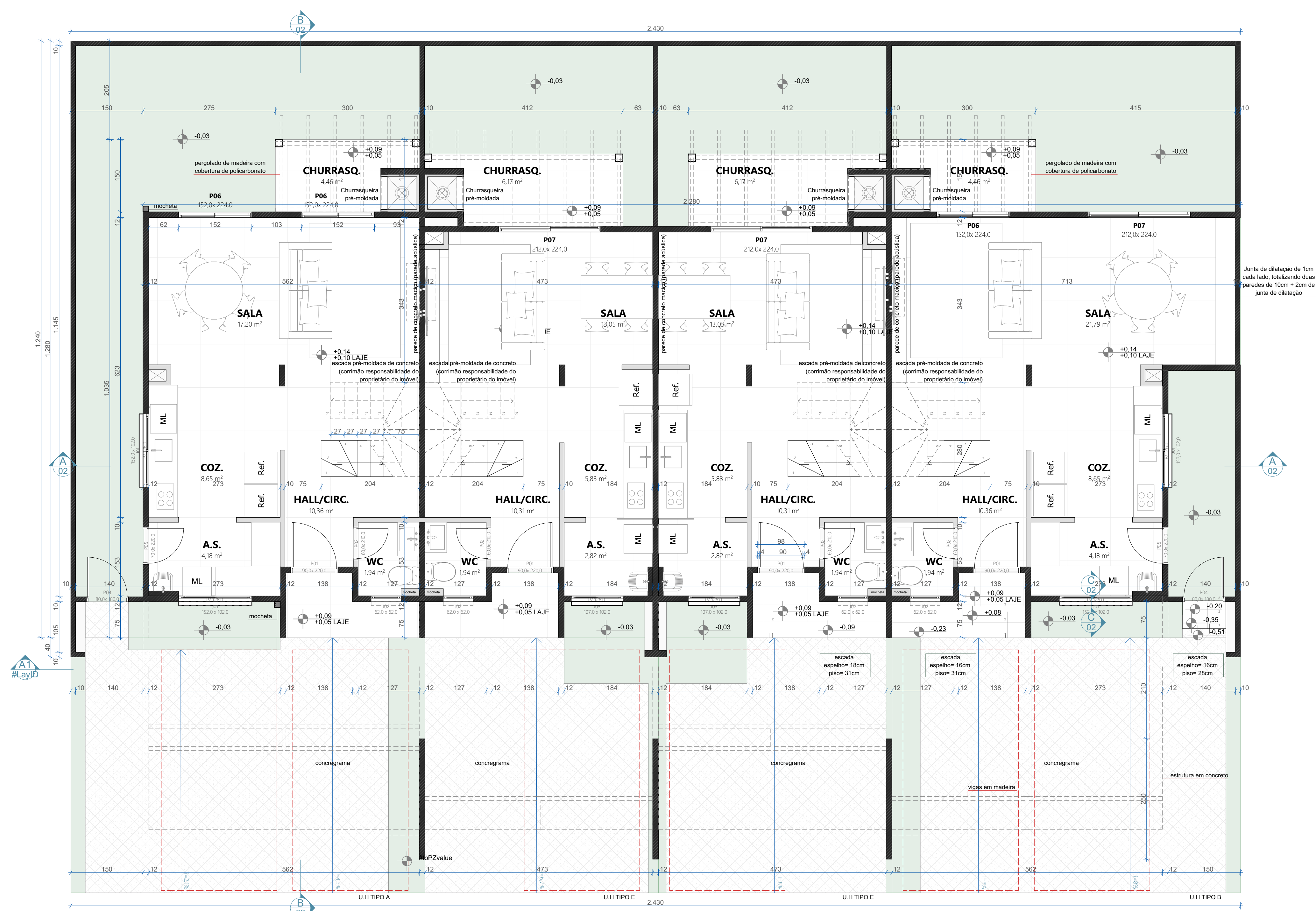
- R03 - Adição das evaporadoras de ar de acordo com projeto de climatização;
- Ajuste dos condicionadores de ar de acordo com projeto de climatização;
- Adição do forro de gesso em todo pavimento térreo e nos banheiros e hall do pav superior
- Adição de mochetas ao lado do vaso sanitário do pav térreo
- Ajuste dos equipamentos da cozinha (geladeira, lava-louças, ...)
- Adição da informação "Churrasqueira pré-moldada"
- Correção dos níveis nos cortes e fachadas que estavam sobrepostos anteriormente

- R02 - Remuneração das pranchas
- R01 - Aumento das mochetas de 10 para 15cm
- R00 - Criação do projeto

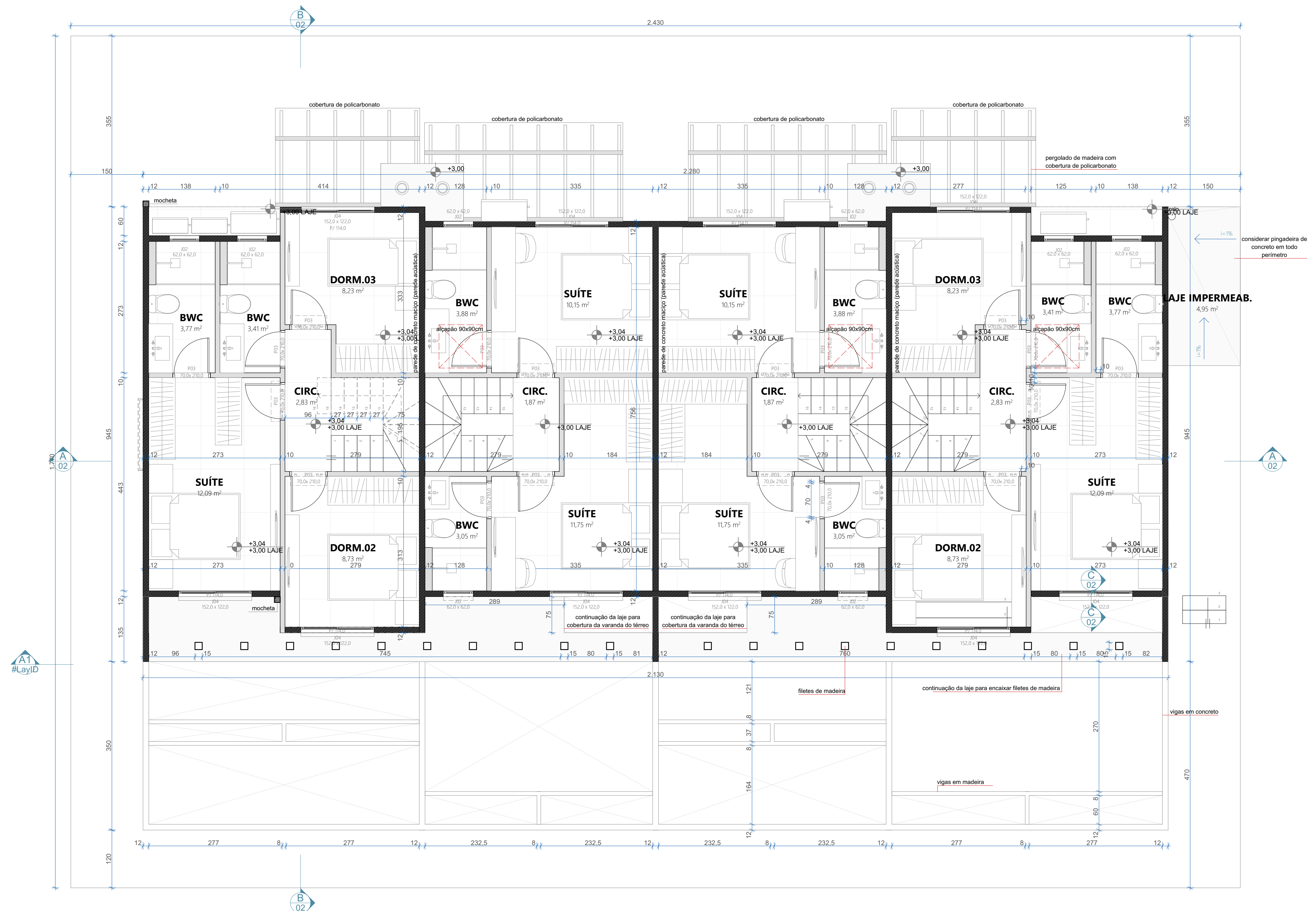
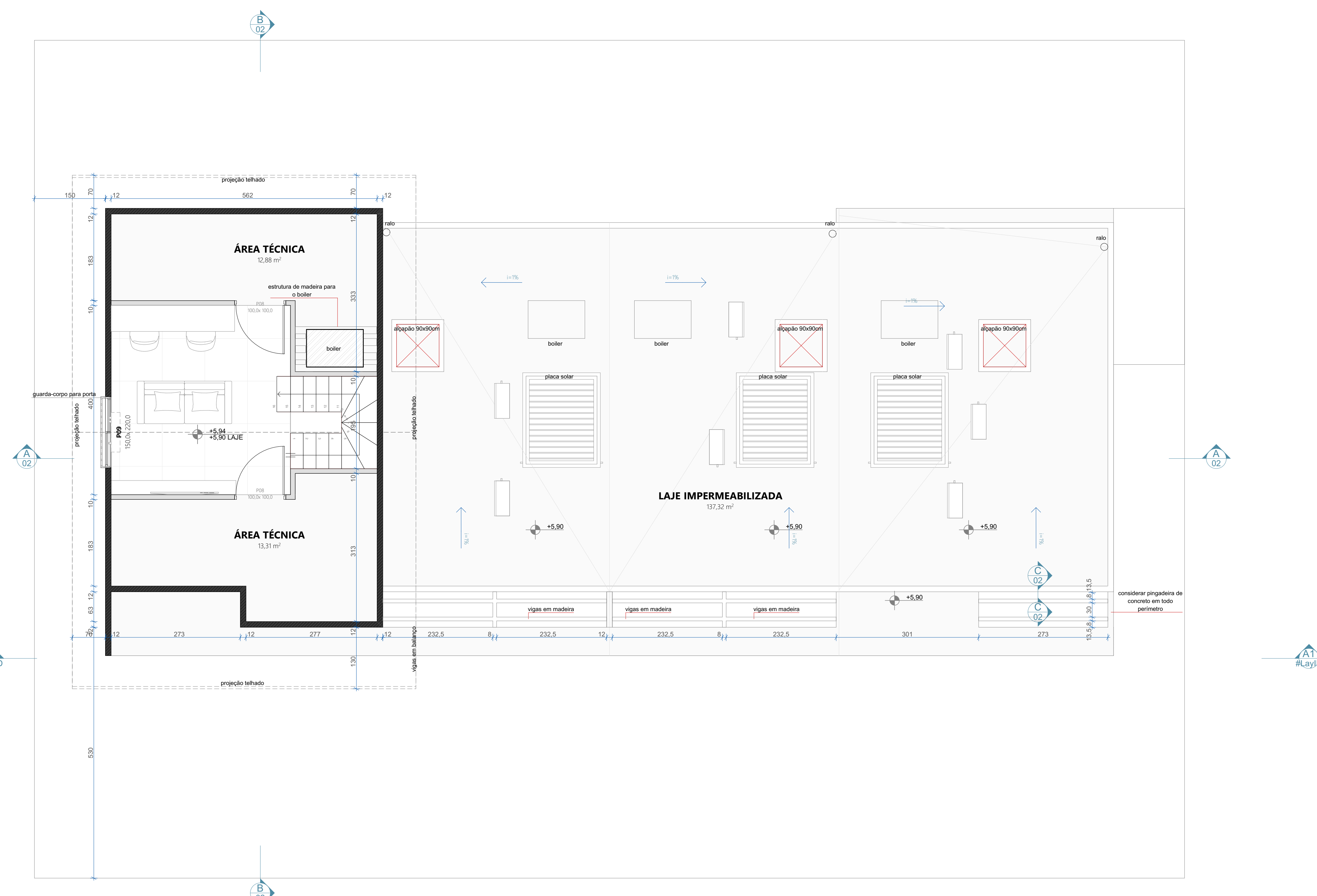
Item	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

EGEHO

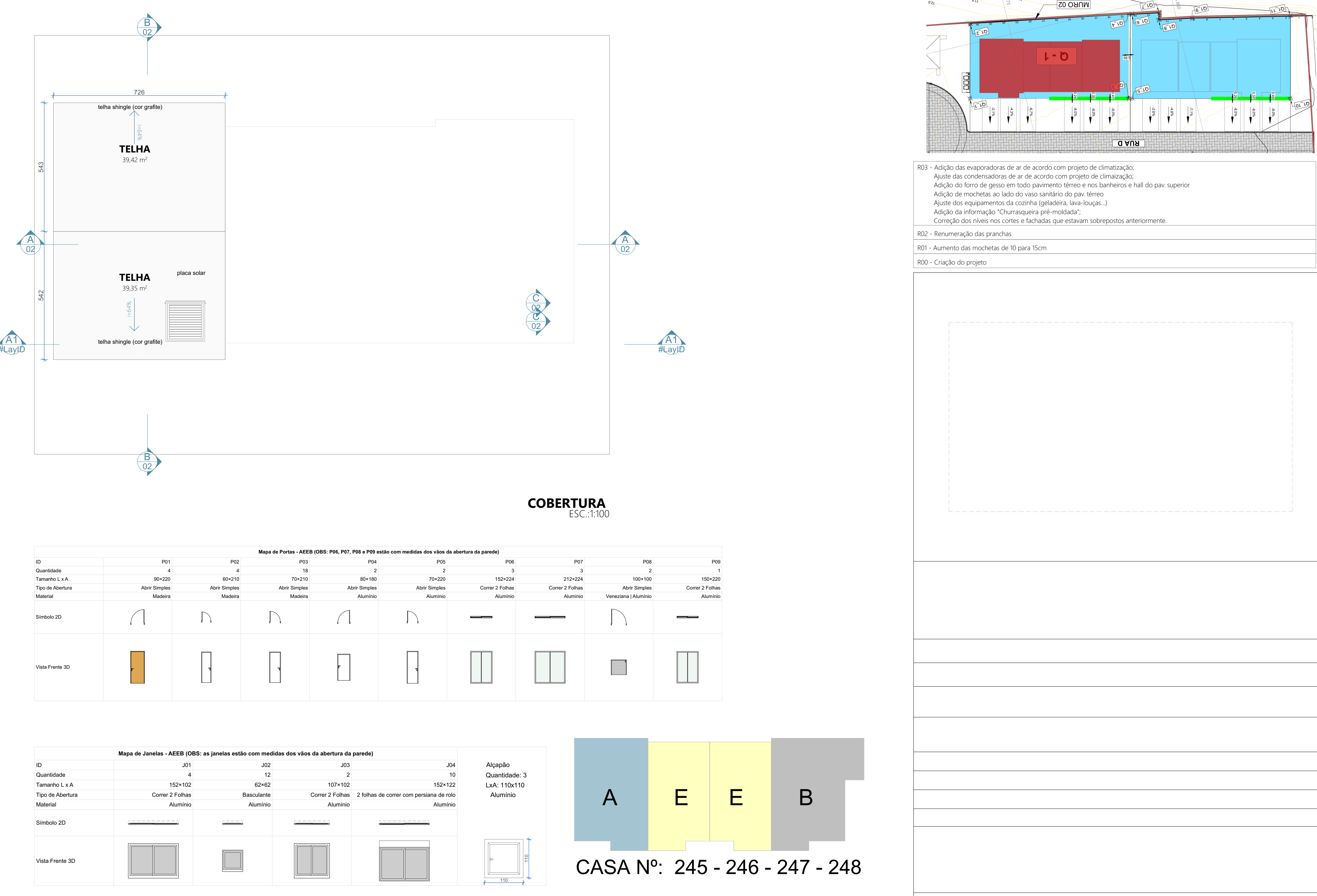
ANEXO B – PLANTA BAIXA DAS CASAS DA TIPOLOGIA AEEB



TÉRREO
ESC.1:150



2º PAVIMENTO
ESC.1:150

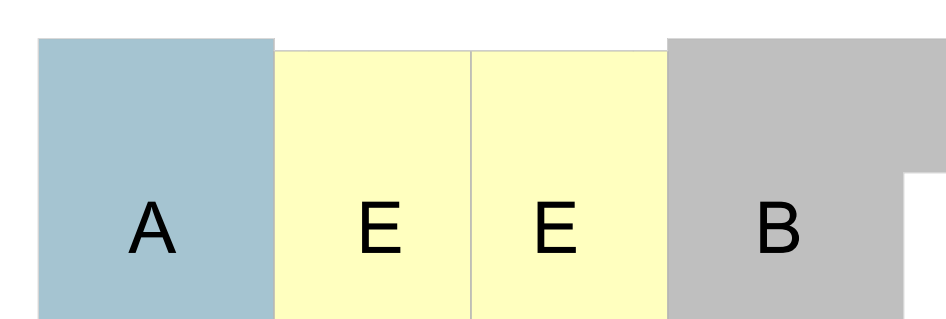


COBERTURA
ESC.1:100

Mapa de Portas - AEEB (OBS: P06, P07, P08 e P09 estão com medidas em vãos de abertura da parede)

ID	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Quantidade	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tamanho L x A	80x210	80x210	80x210	80x210	80x210	180x210	180x210	180x210	180x210
Tip de Abertura	Abre Simples	Abre Simples	Abre Simples	Abre Simples	Abre Simples	Correr 2 Folhas	Correr 2 Folhas	Abre Simples	Correr 2 Folhas
Materiais	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio

ID	J01	J02	J03	J04
Quantidade	4	12	2	10
Tamanho L x A	150x102	60x102	107x102	150x122
Tip de Abertura	Correr 2 Folhas	Basculante	Correr 2 Folhas	2 folhas de correr com persiana de vidro
Materiais	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio



CASA Nº: 245 - 246 - 247 - 248

ÁTICO
ESC.1:50

Q-VIS

803 - Adição das evaporadoras de ar de acordo com projeto de climatização;
Ajuste das condensadoras de ar de acordo com projeto de climatização;
Adição do forro de gesso em todo pavimento térreo e nos banheiros e hall do pav superior
Adição de mochetes ao lado do vaso sanitário do pav térreo
Ajuste dos equipamentos da cozinha (geladeira, lava louças, J
Adição da informação "Churrasqueira pré-moldada".
Correção dos níveis nos cortes e fachadas que estavam sobreportos anteriormente

802 - Remoção das pranchas.
801 - Aumento das mochetes de 10 para 15cm
800 - Criação do projeto