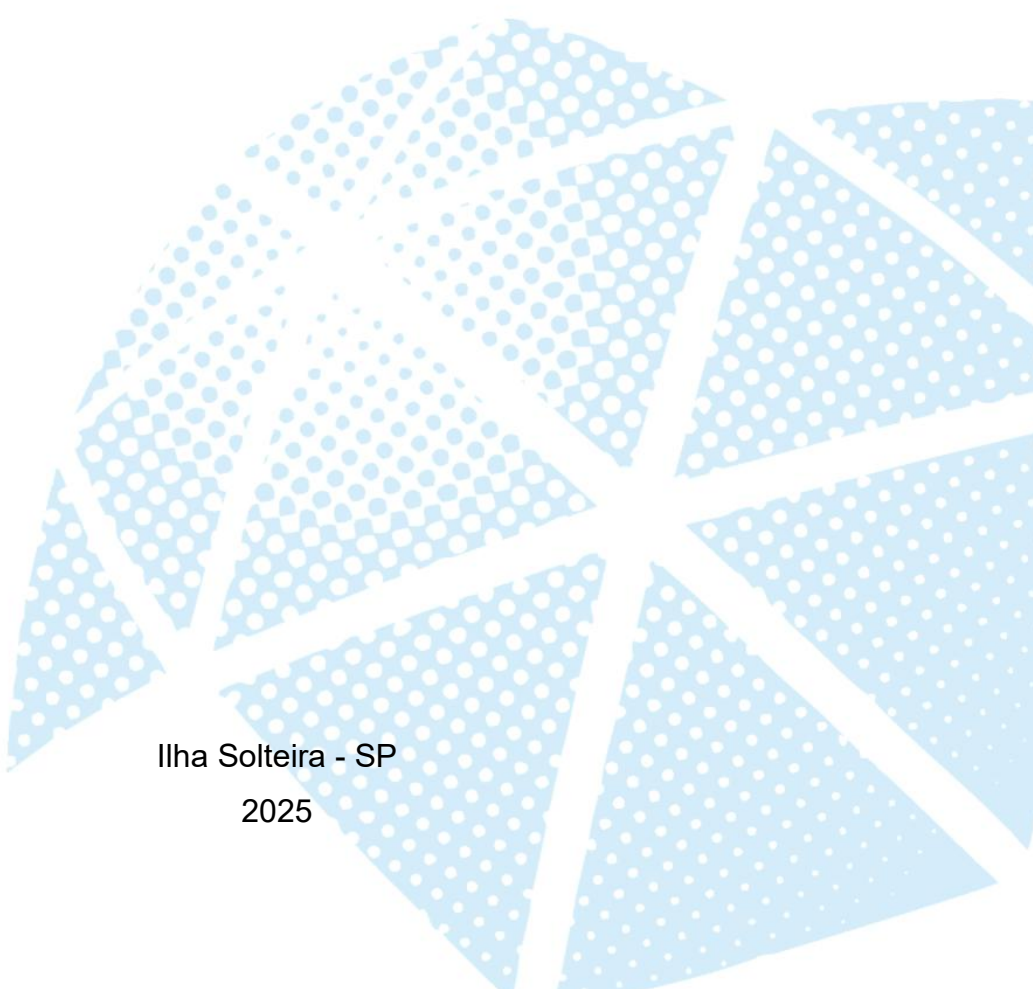


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

IGOR SURMANI MASCHIO

**ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE CUSTO, DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS E
OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO EM OBRAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL NO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR**

Ilha Solteira - SP
2025



IGOR SURMANI MASCHIO

**ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE CUSTO, DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS E
OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO EM OBRAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL NO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia Civil
da Faculdade de engenharia Campus Ilha
Solteira-UNESP, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador(a):
Prof Dr. Artur Pantoja Marques

Ilha Solteira - SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Maschio, Igor Surmani.

M395e Estratégias para redução de custo, desperdícios de materiais e otimização do tempo de execução em obras de alvenaria estrutural no modelo de habitação popular / Igor Surmani Maschio. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
127 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
2025

Orientador: Artur Pantoja Marques

Inclui bibliografia

1. Planejamento. 2. Produtividade. 3. Alvenaria estrutural . 4. Habitação popular . 5. Gestão de Custos. 6. Otimização .

IGOR SURMANI MASCHIO

**ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DE CUSTO, DESPERDÍCIOS DE
MATERIAIS E OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO EM OBRAS DE
ALVENARIA ESTRUTURAL NO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira

Aprovado em: 18/12/2025

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (Orientador)

Prof. Dr. Adriano Souza
UNESP - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (Examinador)

Prof. Dr. Marco Antonio de Moraes Alcantara
UNESP - Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira (Examinador)

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, pelo amor, incentivo e compreensão em todos os momentos desta jornada. Cada palavra de apoio e cada gesto de confiança foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui.

Meu sincero agradecimento ao meu orientador, Prof. Artur Pantoja Marques, pela orientação dedicada, pela disponibilidade constante, pelos ensinamentos transmitidos e pela contribuição essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS, pela estrutura oferecida, pela qualidade do ensino e por todo o ambiente formativo que contribuiu diretamente para minha formação pessoal e profissional.

Agradeço a empresa Vitta Residencial, que encarecidamente disponibilizou os projetos e informações para realização do estudo em campo.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte deste percurso, deixo o meu muito obrigado.

“A persistência é o caminho do êxito” (Charles Chaplin)

RESUMO

Este trabalho analisa a influência do planejamento e da gestão da produção no desempenho de obras executadas em alvenaria estrutural, com foco em empreendimentos de habitação popular. Considerando que esse segmento enfrenta limitações financeiras, desperdício de materiais e desafios relacionados à eficiência produtiva, o estudo pretende explorar estratégias capazes de reduzir as barreiras que impedem o crescimento dos modelos de habitação popular, contribuindo para obras mais acessíveis, rápidas e de maior qualidade.

Os resultados incluem a identificação de gargalos produtivos, das principais fontes de desperdício e de oportunidades de melhoria por meio de planejamento detalhado, padronização de processos e controle sistemático da obra. Demonstra-se que a adoção de estratégias gerenciais adequadas pode reduzir custos, minimizar retrabalhos, otimizar prazos e remover obstáculos que comprometem a expansão da habitação popular no país. Conclui-se que a eficiência na gestão do tempo e dos recursos exerce influência direta no desempenho final da alvenaria estrutural e na viabilidade técnica e econômica dos empreendimentos habitacionais.

Palavras-chave: planejamento; produtividade; alvenaria estrutural; habitação popular; gestão de custos; otimização.

ABSTRACT

This study analyzes the influence of planning and production management on the performance of construction projects executed with structural masonry, focusing on affordable housing developments. Considering that this segment faces financial constraints, material waste, and challenges related to productive efficiency, the research aims to explore strategies capable of reducing the barriers that hinder the expansion of affordable housing models, contributing to projects that are more accessible, faster to execute, and of higher quality.

The include the identification of production, major sources of waste, and opportunities for improvement through detailed planning, process standardization, and systematic control. The study demonstrate that adopting adequate managerial strategies can reduce costs, minimize rework, optimize schedules, and remove obstacles that compromise the expansion of affordable housing in the country. It is concluded that efficiency in managing time and resources directly influences the final performance of structural masonry and the technical and economic feasibility of housing developments.

Keywords: Planning; productivity; structural masonry; affordable housing; cost management; optimization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Edifícios de habitação popular cadastrados em programa federal.....	20
Figura 2- Descrição do processo de inscrição do programa Minha Casa Minha Vida	23
Figura 3 - Execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto em obra.	25
Figura 4 - Detalhe construtivo de bloco estrutural utilizado em alvenaria estrutural..	27
Figura 5 - Execução de alvenaria estrutural com argamassa de assentamento	28
Figura 6 - Diagrama técnico do processo de grauteamento e fechamento da armadura em alvenaria estrutural.	29
Figura 7 - Exemplo de paginação.....	31
Figura 8- Exemplo de Marcação e Primeira fiada	32
Figura 9- Exemplo de Elevação da Paredes e Grauteamento das Canaletas	33
Figura 10 – Exemplo das Instalações Hidráulicas.....	34
Figura 11 – Resíduos gerados pela Construção Civil	40
Figura 12 – Descrição dos Tipos de Resíduos da Construção Civil.....	41
Figura 13 - Desvios médios de prazo e custo em cerca de 300 obras de incorporação imobiliária	43
Figura 14 - Esquema Cronograma Gantt com barras horizontais.	46
Figura 15 – Os Princípios do Lean	47
Figura 16 – Esquematização Last Planner System.....	48
Figura 17 – Exemplo da Tabela de Composições da SINAPI	50
Figura 18 – Esquema Layout da Obra	55
Figura 19 – Mapeamento da obra pelo Google Earth	56
Figura 20 – Transporte de material para as Lajes.....	58
Figura 21 - Quadro SINAPI: composição de custos e índices, GRAUTE FCK 20 (90279).....	62
Figura 22 - Quadro SINAPI: composição de custos e índices de graute.....	63
Figura 23 – Panorama da obra.....	73
Figura 24 – Exemplo da implantação dos kits de elétrica	77
Figura 25 - Exemplo da implantação dos kits de hidráulica	78
Figura 26 - Comparativo de índices de produção de graute	87
Figura 27 - Comparativo de tempo entre os métodos	88
Figura 28 - Comparativo de custo entre os métodos.....	89

Figura 29 - Produtividade de alvenarias por período.....	90
Figura 30 - Comparativo entre valores da SINAPI e Obra	92
Figura 31 - Comparativo de custo entre método convencional e pré-fabricado	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Traço utilizado para o Graute	58
Quadro 2 - Registro de tempo de atividade: 1° levantamento – TORRE 7C - TÉRREO	59
Quadro 3 - Registro de tempo de atividade: 2° levantamento – TORRE 6B - TÉRREO	60
Quadro 4 - Registro de tempo de atividade: 3° levantamento – TORRE 5B- TÉRREO	61
Quadro 5 - Quantidade de graute por pavimento	65
Quadro 6 - Registro de tempo de 1° atividade: Graute – Torre 7 A - 1° PAV.....	65
Quadro 7 - Registro de tempo de 2° atividade: Graute - Torre 7 A - 1° PAV.....	66
Quadro 8 - Registro de tempo de 3° atividade: Graute - Torre 7 A - 1° PAV.....	67
Quadro 9 - Registro de tempo de 4° atividade: Graute – TORRE 4ª – 1°PAV	68
Quadro 10 - Registro de tempo de 5° atividade: Graute - TORRE 4ª – 1°PAV	68
Quadro 11 - Registro de tempo de 6° atividade: Graute - TORRE 4ª – 1°PAV	69
Quadro 12 - Quantitativo de material de graute in loco, traço utilizado	70
Quadro 13 - Quantitativo de material e custo para graute in loco	70
Quadro 14 - Quantitativo de material de graute in loco, para 1m3	71
Quadro 15 - Custos graute usinado	71
Quadro 16 - Custos do graute - Composição SINAPI	72
Quadro 17 - Resumo do andamento físico da obra.....	74
Quadro 18 - Relação de custo e valores de confecção e instalação dos kits.....	78
Quadro 19 - Valores de horas e custo das composições de serviço: Água fria.....	79
Quadro 20 - Valores de horas e custo das composições de serviço: Esgoto.....	80
Quadro 21 - Valores de horas e custo das composições de serviço: Elétrica	80
Quadro 22 - Valores de horas das composições de serviço: Água fria	82
Quadro 23: Valores de horas das composições de serviço: Esgoto	82
Quadro 24 - Valores de horas das composições de serviço: Elétrica	83
Quadro 25 - Resumo de custos para cada método adotado	93

LISTA DE SÍMBOLOS

IP	Índice de produção no processo de grauteamento
IPbt	Índice de produção na produção do traço na betoneira
Q	Quantidade produzida (unidades, m2, m3 etc.)
T	Tempo total de trabalho (em horas ou dias)
N	Número de operários

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	JUSTIFICATIVA.....	18
3	OBJETIVO	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
4.1	HABITAÇÃO POPULAR	19
4.2	ALVENARIA ESTRUTURAL	24
4.2.1	MATERIAIS UTILIZADOS NA ALVENARIA ESTRUTURAL	26
4.2.2	ETAPAS EXECUTIVAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	30
4.2.3	VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	35
4.2.4	LIMITAÇÕES E DESAFIOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL	36
4.3	GESTÃO DE RESÍDUOS E DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	39
4.3.1	CONCEITO DE RESÍDUOS E PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	40
4.3.2	PRINCIPAIS CAUSAS DO DESPERDÍCIO DE MATERIAIS	41
4.3.3	IMPACTOS ECONÔMICOS DO DESPERDÍCIO NA OBRA	42
4.3.4	BOAS PRÁTICAS PARA GESTÃO EFICIENTE.....	43
4.3.5	LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS	44
4.4	PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO.....	44
4.4.1	DEFINIÇÕES.....	44
4.4.2	MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA OTIMIZAÇÃO.....	46
4.4.3	IMPACTOS DO PLANEJAMENTO NA OTIMIZAÇÃO.....	51
5	METODOLOGIA	53
6	ESTUDO DE CASO	54
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA E TEMAS TRATADOS	54
6.2	CASOS.....	56
6.2.1	COMPARATIVO DE MATERIAIS FEITOS IN LOCO E USINADOS (FOCO EM GRAUTE)	57
6.2.2	MUDANÇAS LOGÍSTICA DE CANTEIRO	72
6.2.3	MODULARIZAÇÃO DE MATERIAIS.....	76
7	RESULTADOS.....	86
8	DISCUSSÃO	95
9	CONCLUSÕES	97

ANEXO A – Registro de início e término das tarefas de alvenaria para cada pavimento	102
ANEXO B– Registro de início e término das tarefas de Distribuição hidráulica para cada pavimento.....	105
ANEXO C - Registro de início e término das tarefas de Prumadas de Esgoto para cada pavimento.....	106
ANEXO D - Registro de início e término das tarefas de Distribuição Elétrica para cada pavimento.....	106
ANEXO E - PROJETO DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL, 1º PAVIMENTO.....	110
ANEXO F - PROJETO DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL, 2/3º PAVIMENTO	111
ANEXO G - PROJETO DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL, 4º PAVIMENTO	112
ANEXO H - PROJETO DE ELEVAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL, PLATIBANDA	113
ANEXO I - PROJETO DE ELÉTRICA - TIPO	114
ANEXO J - PROJETOS DE DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA	115
ANEXO K - PROJETOS DE PRUMADAS DE ESGOTO	118

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, enfrenta um cenário marcado por significativa carência de infraestrutura e por um expressivo déficit habitacional. A necessidade de ampliar o acesso à moradia digna e promover melhorias estruturais constitui um dos grandes desafios nacionais, especialmente diante do crescimento populacional e da expansão urbana desordenada (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2021).

As cidades passaram a integrar de forma mais intensa a agenda do desenvolvimento internacional em razão do crescimento demográfico sem precedentes, dos impactos das mudanças climáticas e do aumento da exposição humana a riscos naturais e urbanos (UN-HABITAT, 2020).

Nesse contexto, a construção civil assume um papel central, atuando como um dos setores que mais influenciam o desenvolvimento econômico e social do país, além de contribuir para a promoção do direito à moradia e para a redução das desigualdades sociais (CBIC, 2022). O setor é responsável por gerar empregos, movimentar a economia e viabilizar soluções construtivas capazes de atender às demandas habitacionais da população.

O acesso à moradia adequada constitui um elemento fundamental para garantir a dignidade humana e promover a justiça social, sobretudo no contexto brasileiro, marcado por fortes desigualdades socioeconômicas (ONU, 2016). O processo de urbanização acelerada, aliado a um desenvolvimento urbano pouco planejado, intensifica o déficit habitacional e amplia a segregação socioespacial. Como consequência, observa-se a expansão contínua de ocupações irregulares e de assentamentos precários, evidenciando a urgência de políticas públicas mais eficazes, integradas e inclusivas (MARICATO, 2015).

Diante desse panorama, torna-se essencial a busca por soluções capazes de reduzir as barreiras que impedem a eficiência dos processos construtivos, tornando-os mais rápidos, econômicos e sustentáveis, sobretudo quando se trata da habitação de interesse social. Nesse sentido, este trabalho propõe-se a explorar estratégias que contribuam para a redução dos fatores que comprometem a produtividade, elevam os custos e ampliam o desperdício de materiais nas obras destinadas à população de baixa renda (KERN; FORMOSO, 2016).

Entre os diversos sistemas construtivos disponíveis, a alvenaria estrutural destaca-se como uma das soluções mais utilizadas na construção habitacional popular no Brasil. Essa predominância está associada a fatores como a rapidez de execução, a redução do uso de formas e armaduras, o menor número de etapas construtivas em comparação aos sistemas convencionais e a boa relação custo-benefício (ABCP, 2018). Além disso, trata-se de um sistema amplamente consolidado no país, com mão de obra familiarizada, materiais de fácil acesso e elevada repetitividade construtiva, características que favorecem a padronização, a racionalização e o controle mais eficientes do processo executivo (ROMANELLI; MELHADO, 2014).

No entanto, mesmo sendo um sistema adequado para construções em larga escala, a alvenaria estrutural ainda enfrenta desafios relacionados à logística, ao planejamento e ao controle dos insumos. Quando esses aspectos não são gerenciados de forma adequada, ocorrem atrasos na execução, desperdícios de materiais e redução da produtividade no canteiro de obras (FORMOSO et al., 2015).

Dessa forma, o presente estudo busca analisar e propor estratégias aplicadas diretamente no canteiro de obras que possam minimizar esses gargalos, contribuindo para um processo construtivo mais eficiente, sustentável e compatível com as necessidades da habitação popular. Assim, pretende-se analisar e apresentar proposições para a implementação de melhorias e estratégias construtivas que possibilitem a redução de custos, do desperdício de materiais e o aumento da eficiência dos serviços executados.

2 JUSTIFICATIVA

O trabalho pretende buscar formas de amenizar a barreira financeira que impacta negativamente a expansão das construções econômicas e populares.

3 OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho de conclusão de curso é analisar e propor estratégias para implementar reduções no desperdício e melhorar a produtividade em obras de alvenaria estrutural voltadas à habitação popular.

E como objetivo específico o desenvolvimento de um Estudo de caso para avaliar e reconsiderar as principais barreiras para a implementação de melhorias e expansão desse modelo construtivo, tomando como local o canteiro de obras em Piracicaba- SP.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho está organizado em quatro eixos principais, que fundamentam a análise proposta e fornecem suporte conceitual para o estudo desenvolvido. Esses eixos contemplam a alvenaria estrutural, a gestão de resíduos e desperdícios, o planejamento e a otimização do tempo de execução, bem como as habitações populares.

Dessa forma, a estrutura teórica aqui estabelecida oferece o embasamento necessário para a compreensão dos elementos que influenciam a eficiência dos processos construtivos e sustenta as estratégias analisadas no estudo de caso.

4.1 HABITAÇÃO POPULAR

São grandes os desafios relacionados à moradia no contexto brasileiro, de forma que, muitas vezes, não são atendidas minimamente as necessidades básicas do cidadão. Conforme afirma Maricato em seu livro *O impasse da política urbana no Brasil*: “A urbanização no Brasil sempre foi marcada pela exclusão, com a produção de moradias populares ocorrendo à margem da legalidade e do planejamento” (MARICATO, 2001, p. 89).

Tendo em vista a realidade enfrentada por grande parte da população, busca-se a melhor solução para que sejam garantidas as necessidades básicas do cidadão brasileiro. Entre as principais questões relacionadas aos direitos humanos, destaca-se a garantia da dignidade; como consequência, assegura-se o direito a um ambiente e a uma moradia que proporcionem tais condições.

Dessa forma, ao tratar da moradia e da garantia dos direitos básicos de cada cidadão, observa-se a existência de diversas barreiras que impedem sua efetiva realização, sendo a principal delas de ordem econômica.

Diante da situação socioeconômica do país e da crescente demanda por habitações nos grandes centros urbanos, os congressistas do 1º Congresso de Habitação recomendaram a criação de um órgão governamental específico que

pudesse viabilizar, em âmbito nacional, a produção seriada de habitações econômicas (CARPINTÉRO, 1997).

Nesse contexto da necessidade de políticas públicas, insere-se a Política Nacional de Habitação, que define a Habitação de Interesse Social (HIS) como o conjunto de ações, programas e empreendimentos destinados prioritariamente às famílias de baixa renda, com o objetivo de garantir o acesso à moradia digna e adequada. De acordo com o Estatuto da Cidade, a moradia integra o rol de direitos sociais previstos na Constituição Federal, sendo essencial para o cumprimento da função social da cidade e da propriedade (BRASIL, 2001). Nesse sentido, a HIS configura-se como instrumento central das políticas urbanas e habitacionais, buscando enfrentar o déficit habitacional e promover a inclusão social. Como exemplo, pode-se observar a iniciativa disponibilizada pelo governo, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Edifícios de habitação popular cadastrados em programa federal.



Fonte: Governo do Brasil (2021)

Segundo a Lei nº 11.124/2005, que institui o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), a Habitação de Interesse Social (HIS) é direcionada à população que não possui condições de acessar o mercado imobiliário sem apoio público. O documento estabelece que sua finalidade é “criar mecanismos de financiamento e subsídio para famílias de baixa renda, visando garantir o direito à

moradia digna e sustentável” (BRASIL, 2005). Dessa forma, a HIS incorpora tanto os aspectos construtivos quanto os sociais e econômicos da produção habitacional.

Assim, o processo de construção de HIS deve englobar maneiras eficientes e econômicas para alcançar esse objetivo. Dessa forma, exige atenção à racionalização do sistema construtivo e a todos os elementos que o envolvem, com vistas à redução de custos e prazos, principalmente em empreendimentos de grande escala, como é característico do modelo de habitação popular. O emprego de sistemas construtivos racionalizados, como a alvenaria estrutural, os componentes pré-fabricados e os métodos industrializados, apresenta-se como uma estratégia eficaz para otimizar o uso de materiais, reduzir etapas de execução e aumentar a velocidade produtiva. Essas soluções contribuem diretamente para a eficiência do processo construtivo, tornando as obras mais econômicas e coerentes com as demandas de empreendimentos de grande escala.

Dessa forma, a Habitação de Interesse Social constitui não apenas um produto — a moradia —, mas um conjunto de políticas, métodos e diretrizes que visam assegurar condições adequadas de habitação, infraestrutura e qualidade de vida, especialmente às famílias com menor poder aquisitivo. Seu papel é estruturante na promoção do desenvolvimento urbano inclusivo e na redução das desigualdades socioespaciais.

O déficit habitacional é um indicador utilizado para mensurar a quantidade de moradias inadequadas ou inexistentes em relação às necessidades da população. Ele considera fatores como precariedade das edificações, coabitação forçada, ônus excessivo com aluguel e domicílios improvisados. De acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP), instituição referência na produção de estudos habitacionais, o déficit representa “a necessidade imediata de novas moradias ou da requalificação das existentes para garantir condições adequadas de habitabilidade” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2023). Esse indicador é essencial para o planejamento urbano, pois revela tanto a insuficiência de unidades habitacionais quanto as desigualdades socioeconômicas estruturais.

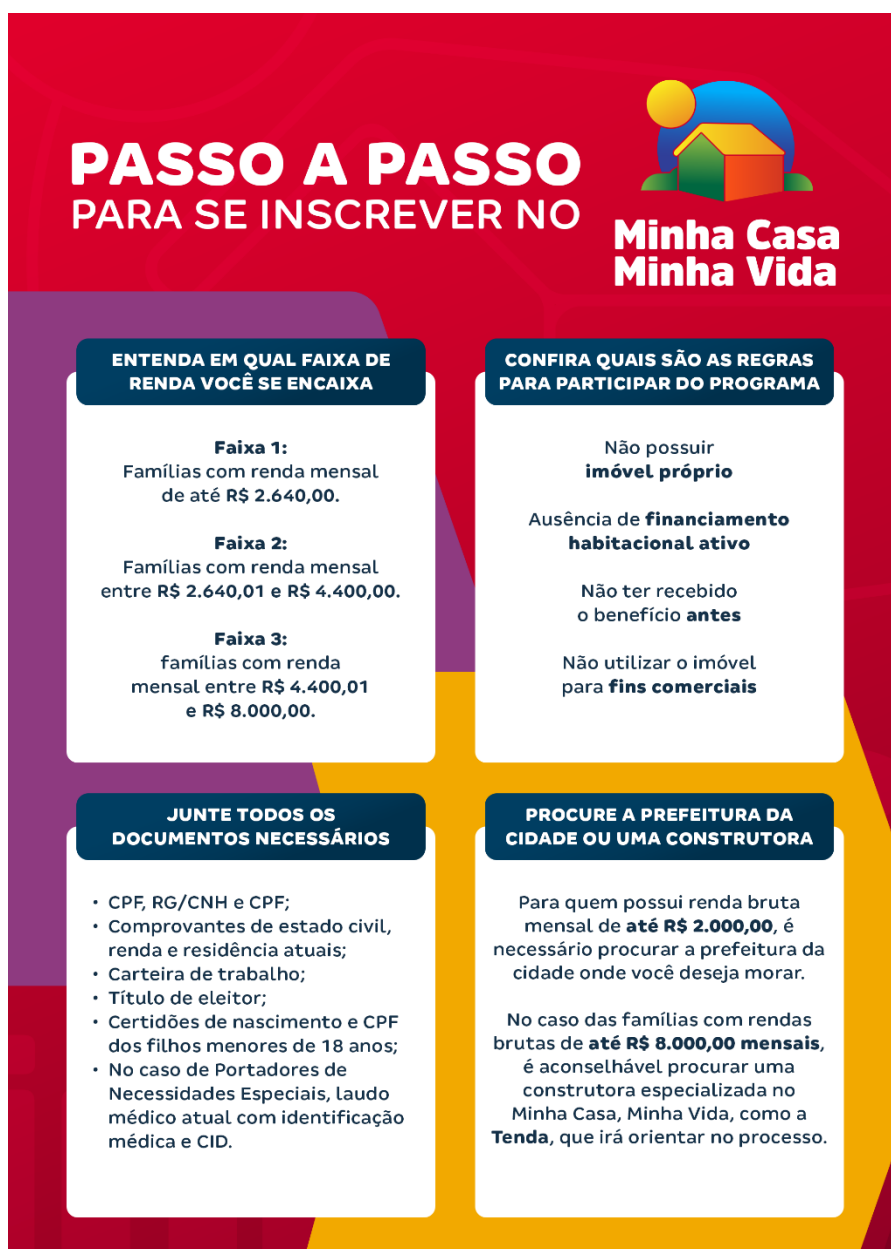
Historicamente, o déficit habitacional brasileiro mantém-se elevado, especialmente entre famílias de baixa renda, que representam mais de 80% da

demanda reprimida, segundo a FJP (2023). As causas são multifatoriais e envolvem políticas de urbanização insuficientes, crescimento populacional acelerado, baixa renda familiar e elevado custo da moradia. Maricato (2011) afirma que “o déficit habitacional no Brasil não é apenas produto da falta de casas, mas de um modelo de desenvolvimento urbano excludente, que limita o acesso das populações mais pobres ao solo urbano formal”. Assim, o déficit está intimamente relacionado à segregação socioespacial e à informalidade das cidades.

Diante desse cenário, as políticas públicas desempenham papel fundamental na mitigação do déficit habitacional e na garantia do direito à moradia. A Constituição Federal de 1988 e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) estabelecem a moradia como um direito social e orientam os municípios a promoverem políticas urbanas inclusivas. Em complemento, a criação do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), por meio da Lei nº 11.124/2005, estruturou mecanismos de financiamento e gestão participativa para programas habitacionais voltados às famílias de baixa renda.

Entre as políticas habitacionais contemporâneas, destaca-se o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), lançado em 2009, que ampliou significativamente a produção de moradias destinadas às famílias de baixa renda. Segundo Cardoso e Aragão (2013), o programa possibilitou “um salto histórico no volume de unidades produzidas, ao mesmo tempo em que enfrentou desafios relativos à localização, à qualidade construtiva e à integração urbana”. Em 2023, o programa foi retomado com novas diretrizes, reforçando a importância do investimento público na redução do déficit habitacional. A figura 2 verifica o processo do programa do Minha Casa Minha Vida.

Figura 2- Descrição do processo de inscrição do programa Minha Casa Minha Vida



Fonte: Blog da Tenda

Além de programas de financiamento, políticas urbanas integradas, como a regularização fundiária, a provisão de infraestrutura e as melhorias habitacionais, são essenciais para enfrentar o déficit qualitativo, que inclui moradias em condições precárias. Para Rolnik (2015), políticas habitacionais eficazes devem articular esforços entre o setor público, o setor privado e as comunidades locais, priorizando soluções de planejamento urbano que reduzam desigualdades e promovam cidades mais sustentáveis.

Assim, o déficit habitacional não se resume à falta de moradias, mas constitui um fenômeno estruturante das desigualdades urbanas brasileiras. As políticas públicas, portanto, desempenham papel decisivo na criação de instrumentos de acesso à moradia digna, no incentivo à produção de habitações de interesse social e na efetivação de estratégias que promovam equidade territorial e inclusão social.

Por fim, as demandas por redução de custos e prazos nas obras de habitação popular não se configuram apenas como questões econômicas, mas como elementos fundamentais para garantir a viabilidade, a continuidade e a efetividade das políticas públicas habitacionais. Tais demandas articulam-se diretamente à necessidade de ampliar o acesso à moradia digna, promover maior eficiência produtiva e atender, de forma adequada e com qualidade satisfatória, a população que mais necessita.

4.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo no qual as paredes assumem simultaneamente a função de vedação e de suporte estrutural, sendo responsáveis por transmitir as cargas da edificação, tais como peso próprio, sobrecargas de uso e ações horizontais, até as fundações. Nesse sistema, diferentemente da construção convencional, não há a necessidade de pilares e vigas em concreto armado para suportar a estrutura, pois os esforços são distribuídos verticalmente ao longo das paredes portantes. Segue exemplo conforme a Figura 3.

Figura 3 - Execução de alvenaria estrutural com blocos de concreto em obra.



Fonte: Portal VirtuHab (2009).

A eficiência da alvenaria estrutural decorre da integração entre seus componentes: blocos (cerâmicos ou de concreto), argamassa de assentamento, graute e eventuais armaduras. Esses elementos trabalham de modo conjunto para garantir resistência, estabilidade e desempenho. A NBR 15961-1:2011 define a alvenaria estrutural como um sistema no qual “as paredes são dimensionadas para resistir às cargas verticais e horizontais, podendo incluir armaduras e graute para reforço quando necessário”. Assim, o sistema pode ser classificado em não armado, armado ou parcialmente armado, dependendo da presença e da finalidade das armaduras inseridas nos vazios dos blocos estruturais.

O funcionamento estrutural da alvenaria baseia-se principalmente na resistência à compressão, característica que permite que as paredes suportem as cargas aplicadas ao longo de sua altura. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o desempenho da alvenaria estrutural está diretamente relacionado ao trabalho predominante à compressão, característica que garante eficiência ao sistema em edificações de baixa e média altura. Isso explica a ampla utilização da alvenaria

estrutural em habitações de interesse social, nas quais há a necessidade de métodos construtivos simples, econômicos e de rápida execução.

Além de sua função estrutural, a alvenaria estrutural proporciona vantagens como a racionalização do processo construtivo, a padronização dos materiais e a redução de etapas de obra, pois elimina a necessidade de fôrmas, escoramentos e armaduras típicas do concreto armado convencional. Contudo, sua adoção exige planejamento rigoroso e modulação adequada, uma vez que as paredes estruturais não podem ser removidas ou alteradas sem comprometer a estabilidade global da edificação.

Assim, a alvenaria estrutural pode ser compreendida como um sistema construtivo que alia desempenho estrutural, simplificação executiva e economia de materiais, sendo especialmente adequado para obras de habitação popular e empreendimentos repetitivos que demandam produtividade e controle rigoroso de custos.

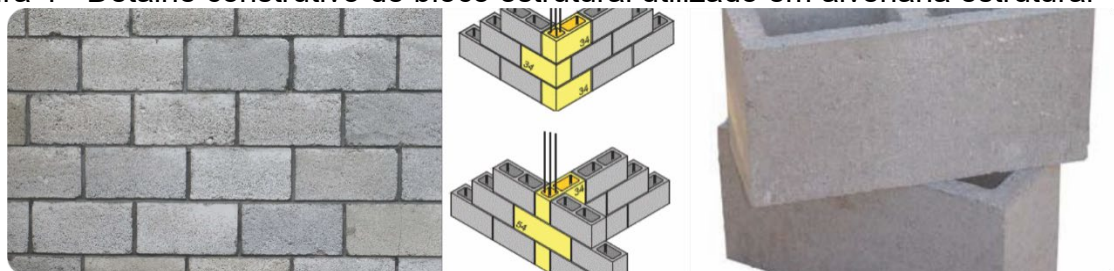
4.2.1 MATERIAIS UTILIZADOS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é constituída por um conjunto de elementos que atuam de forma integrada para garantir resistência, estabilidade e desempenho adequado à edificação. Os principais componentes utilizados nesse sistema são os blocos estruturais, o graute, as armaduras e a argamassa de assentamento. A qualidade e a compatibilidade desses materiais são essenciais para o bom desempenho do sistema, conforme estabelecido pelas normas técnicas brasileiras, especialmente a NBR 15961-1 e a NBR 15961-2.

- a) BLOCOS ESTRUTURAIS:** Os blocos estruturais são os elementos básicos da alvenaria estrutural, responsáveis por suportar e transmitir as cargas verticais e parte das ações laterais. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a padronização e a modularização dos blocos são princípios fundamentais da alvenaria estrutural, pois permitem a racionalização do projeto e da execução, reduzindo cortes, desperdícios e retrabalhos ao alinhar as dimensões dos elementos à modulação da edificação. Os blocos de concreto apresentam elevada resistência à compressão, padronização dimensional e uniformidade, sendo

amplamente utilizados em obras de habitação popular pela praticidade e desempenho. Conforme Ramalho e Corrêa (2003), esses blocos “oferecem rigidez, durabilidade e boa capacidade resistente, além de permitir execuções rápidas e econômico-rationais”. Exemplo deste conforme a figura 4:

Figura 4 - Detalhe construtivo de bloco estrutural utilizado em alvenaria estrutural

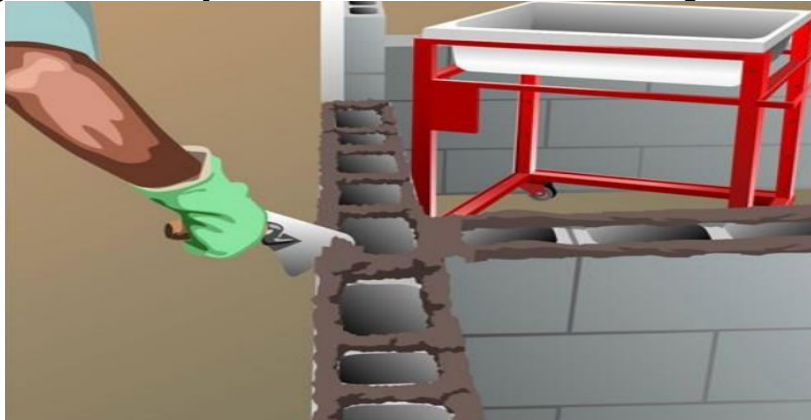


Fonte: Portal VirtuHab (UFSC)

De acordo com a NBR 6136 (ABNT, 2016), os blocos de concreto devem atender a requisitos normativos que garantem sua aplicação segura em sistemas estruturais. A norma também estabelece critérios de precisão dimensional, essenciais para o correto alinhamento, nivelamento e prumo das paredes, reduzindo a ocorrência de falhas executivas.

- b) ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO:** A argamassa de assentamento é responsável por unir os blocos da alvenaria estrutural, garantindo estabilidade e permitindo a transferência uniforme das tensões entre as fiadas. Embora sua resistência não seja o principal elemento estrutural, sua má qualidade pode comprometer significativamente o desempenho da parede. Ela é composta por cimento, agregados, água e aditivos, devendo apresentar plasticidade, aderência, resistência compatível com os blocos e boa retenção de água. A NBR 15961-2 (ABNT, 2011) estabelece que a espessura das juntas deve ser uniforme, geralmente entre 8 mm e 12 mm, para assegurar uma distribuição adequada de cargas. A figura 5 demonstra a execução dessa alvenaria:

Figura 5 - Execução de alvenaria estrutural com argamassa de assentamento

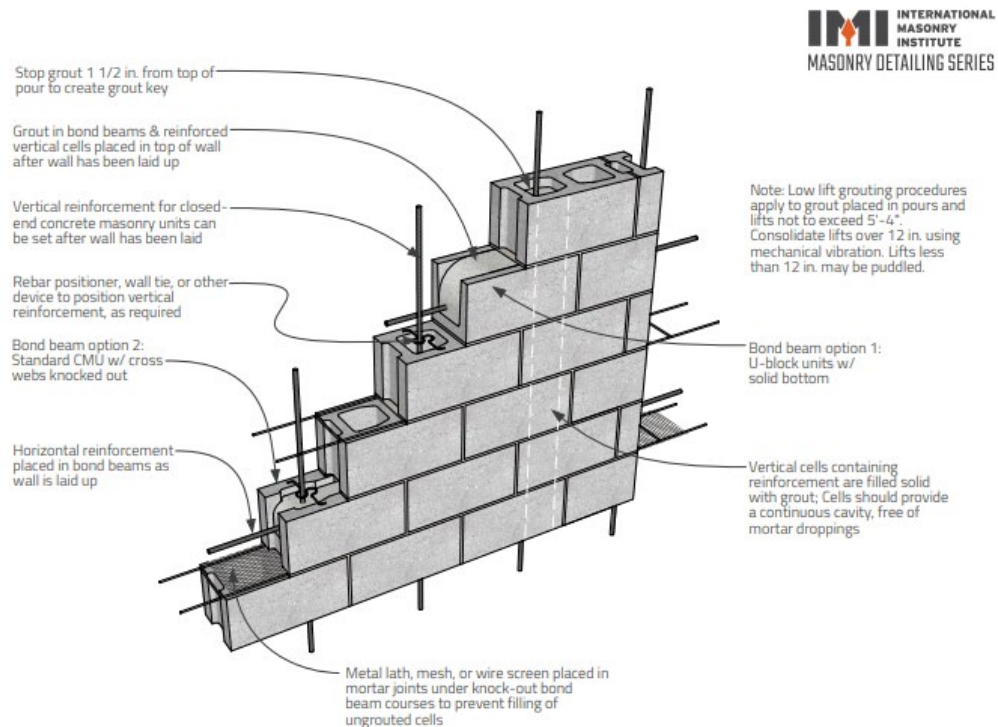


Fonte: Portal VirtuHab (UFSC)

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a argamassa funciona como uma interface reguladora, acomodando pequenas imperfeições e contribuindo para a estabilidade das paredes. Na alvenaria estrutural, essa argamassa deve apresentar consistência, resistência e trabalhabilidade compatíveis com as exigências do sistema, de modo a evitar concentrações de tensões, fissurações e problemas de desempenho mecânico.

- c) **GRAUTE:** O graute é um microconcreto fluido utilizado para preencher canais verticais e horizontais dos blocos estruturais, promovendo aumento da resistência e da rigidez da parede. Pode ser classificado em graute fino (agregados miúdos) ou graute grosso (agregados maiores), conforme a dimensão dos vazios dos blocos. O grauteamento segue o esquema da figura 6:

Figura 6 - Diagrama técnico do processo de grauteamento e fechamento da armadura em alvenaria estrutural.



Fonte: International Masonry Institute

De acordo com a NBR 15961-1, o graute é usado para reforçar pontos específicos, como regiões de concentração de esforços, encontros de paredes, vergas e contravergas, ou para complementar a capacidade resistente da parede em situações de alvenaria armada. Souza e Moliterno (1988) afirmam que o graute “atua como elemento monolítico que integra bloco e armadura, aumentando a capacidade resistente da parede”.

- d) ARMADURAS:** As armaduras são barras ou telas de aço colocadas nos vazios dos blocos e envolvidas pelo graute, conferindo ductilidade, resistência à tração e maior segurança estrutural ao conjunto. São componentes essenciais em casos de alvenaria estrutural armada ou parcialmente armada. As armaduras são utilizadas especialmente para resistir a tensões de tração, combater fissuração, reforçar regiões críticas e garantir estabilidade global. Ramalho e Corrêa (2003) destacam que o uso de armaduras possibilita maior segurança frente a ações horizontais, como vento e pequenas movimentações da

estrutura. Verifica-se o esquema de fechamento e arranque das armaduras, conforme a figura 6.

4.2.2 ETAPAS EXECUTIVAS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A execução da alvenaria estrutural exige planejamento rigoroso e integração entre projeto e obra, pois cada fase influencia diretamente o desempenho da edificação. Ramalho e Corrêa (2003) destacam que a precisão nas etapas iniciais é determinante para a estabilidade e o comportamento global das paredes. Assim, compreender cada fase executiva garante eficiência, segurança e qualidade construtiva.

a) MODULAÇÃO: A modulação consiste em planejar o posicionamento das paredes com base nas dimensões dos blocos estruturais, buscando racionalização, redução de cortes e compatibilização entre arquitetura, estrutura e instalações. Essa etapa permite prever consumos, definir múltiplos modulares e organizar aberturas e alinhamentos. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), uma modulação bem planejada assegura continuidade estrutural, evita improvisos e melhora o desempenho da execução.

b) PAGINAÇÃO: A paginação é o detalhamento da posição de cada bloco, incluindo vergas, contravergas, armaduras e pontos de grauteamento. Ela orienta a execução e garante que a obra siga fielmente o projeto estrutural. Além disso, permite antecipar interferências com instalações e outros elementos. De acordo com Drysdale, Hamid e Baker (1994), o detalhamento prévio das fiadas e amarrações reduz erros de execução e assegura o alinhamento adequado das paredes. Verifica-se o exemplo conforme a figura 7:

Figura 7 - Exemplo de paginação



Fonte: O Autor (2025)

- c) **MARCAÇÃO E EXECUÇÃO DAS PRIMEIRAS FIADAS:** A marcação transfere para o canteiro as informações da paginação, definindo alinhamentos, prumos e posições iniciais das paredes. A precisão desta fase é essencial para evitar desvios geométricos que comprometam a estabilidade global. Hendry (1998) destaca que erros iniciais de locação tendem a se propagar ao longo da elevação das paredes, resultando em correções difíceis e perdas de desempenho. As primeiras fiadas definem o prumo, o nivelamento e a base geométrica da parede. A NBR 15961-2 recomenda juntas com espessura uniforme entre 8 e 12 mm, garantindo distribuição adequada de cargas. Verifica-se o exemplo conforme a figura 8:

Figura 8- Exemplo de Marcação e Primeira fiada



Fonte: O Autor (2025)

d) ELEVAÇÃO DAS PAREDES E GRAUTEAMENTO: A elevação envolve a montagem contínua das fiadas superiores, sempre respeitando a modulação e a paginação. É necessário controlar o prumo, o alinhamento e posicionar corretamente vergas, contravergas e blocos especiais. O travamento entre paredes ortogonais é essencial para garantir estabilidade global. Ramalho e Corrêa (2003) ressaltam que esse travamento contribui significativamente para a rigidez e resistência aos esforços laterais. O grauteamento preenche cavidades e integra armaduras, formando um conjunto monolítico. O lançamento deve ocorrer em camadas controladas, utilizando funis ou tremonhas e vibrando levemente para evitar segregação. Segundo Drysdale, Hamid e Baker (1994), o grauteamento adequado aumenta a resistência das paredes, melhora a rigidez e é indispensável em regiões solicitadas ou com aberturas. Verifica-se o exemplo conforme a figura 9:

Figura 9- Exemplo de Elevação da Paredes e Grauteamento das Canaletas



Fonte: O Autor (2025)

- e) **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS EMBUTIDAS:** A execução das instalações em alvenaria estrutural exige limitações rigorosas para não comprometer a capacidade resistente das paredes. Rasgos horizontais devem ser evitados, e rasgos verticais precisam respeitar dimensões máximas. A utilização de blocos especiais para caixas elétricas e pontos hidráulicos é recomendada. De acordo com Hendry (1998), a compatibilização prévia entre instalações e estrutura é essencial para evitar retrabalhos e danos ao sistema estrutural. Verifica-se o exemplo conforme a figura 10:

Figura 10 – Exemplo das Instalações Hidráulicas



Fonte: O Autor (2025)

- f) **CONTROLE DE QUALIDADE:** O controle de qualidade deve acompanhar todas as etapas, verificando resistência e absorção dos blocos conforme a NBR 6136, propriedades da argamassa e graute, prumo, alinhamento e espessura

das juntas. Também é fundamental garantir o correto preenchimento das cavidades e o posicionamento das armaduras. Ramalho e Corrêa (2003) reforçam que o controle rigoroso assegura desempenho estrutural, durabilidade e conformidade com as normas técnicas. A NBR 15961-2 recomenda registro fotográfico, supervisão contínua e ensaios periódicos para garantir desempenho estrutural e segurança. Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que “o controle de qualidade é determinante para a segurança da edificação e para a durabilidade do sistema”.

4.2.3 VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural apresenta benefícios significativos para habitações de interesse social, especialmente em empreendimentos repetitivos e de larga escala. Por ser um sistema racionalizado, permite redução de custos, maior velocidade de execução, bom desempenho estrutural e menor necessidade de manutenção ao longo da vida útil. Sua eficiência deriva da integração entre blocos estruturais, argamassa, graute e armaduras, que atuam conjuntamente para formar um sistema seguro e durável (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

- a) REDUÇÃO DE CUSTOS:** Os custos globais da edificação são reduzidos pela eliminação de vigas e pilares convencionais, menor consumo de aço e concreto e otimização da mão de obra. A modulação e a padronização dos blocos também diminuem desperdícios e retrabalhos. Ramalho e Corrêa (2003) afirmam que a racionalização proporcionada pela alvenaria estrutural resulta em obras economicamente mais eficientes, sobretudo em habitações populares, onde a repetição de unidades facilita o planejamento logístico e o controle de materiais.
- b) REDUÇÃO DOS PRAZOS DE EXECUÇÃO:** A construção em alvenaria estrutural apresenta maior velocidade, pois as paredes portantes assumem simultaneamente a função de vedação e estrutura. A utilização de blocos modulares, aliada a procedimentos padronizados como paginação e grauteamento, agiliza as etapas de obra. Drysdale, Hamid e Baker (1994) destacam que sistemas construtivos baseados em elementos modulares

reduzem significativamente o tempo de execução devido à repetitividade e à simplicidade operacional das etapas.

- c) **DURABILIDADE E BAIXA MANUTENÇÃO:** A resistência mecânica dos blocos, aliada à integridade proporcionada pelo grauteamento, resulta em paredes duráveis e pouco suscetíveis a patologias. A execução correta reduz fissuras, infiltrações e deformações, diminuindo a necessidade de reparos futuros. Ramalho e Corrêa (2003) enfatizam que a robustez do sistema contribui para menor custo de manutenção, um fator essencial em projetos de habitação popular.
- d) **CONFORTO TÉRMICO E ACÚSTICO:** Os blocos estruturais, principalmente os cerâmicos, apresentam boa massa térmica e desempenho acústico superior ao de sistemas de vedação convencionais. Isso proporciona ambientes mais confortáveis e estáveis do ponto de vista térmico. Hendry (1998) afirma que paredes de alvenaria com elevada massa térmica são eficientes no amortecimento de variações de temperatura, sendo adequadas para diferentes condições climáticas.
- e) **SUSTENTABILIDADE:** A alvenaria estrutural contribui para a sustentabilidade da construção, pois utiliza componentes padronizados, reduz perdas de materiais e diminui o consumo de aço e concreto. A racionalização de processos e o menor número de etapas sobrepostas também reduzem impactos ambientais. Ramalho e Corrêa (2003) observam que sistemas racionalizados, como a alvenaria estrutural, favorecem a eficiência de recursos e a redução de resíduos no canteiro de obras.

4.2.4 LIMITAÇÕES E DESAFIOS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural, apesar de amplamente utilizada em habitações populares devido à sua eficiência técnica e econômica, apresenta limitações e desafios que devem ser cuidadosamente avaliados durante o projeto e a execução. Esses aspectos influenciam a flexibilidade arquitetônica, a qualidade construtiva, o

comportamento estrutural e a durabilidade da edificação, tornando essencial a compreensão detalhada de cada uma dessas restrições.

- a) LIMITAÇÕES ARQUITETÔNICAS E BAIXA FLEXIBILIDADE:** Uma das principais limitações da alvenaria estrutural é sua reduzida flexibilidade arquitetônica, já que as paredes portantes não podem ser removidas ou alteradas sem comprometimento estrutural. A criação de aberturas, como portas e janelas, exige planejamento prévio e o emprego adequado de vergas e contravergas, o que dificulta modificações posteriores. Além disso, a necessidade de seguir a modulação dos blocos impõe padronização rígida, restringindo soluções arquitetônicas mais livres ou projetos que demandem constante adaptação. Segundo Ramalho e Corrêa (2003), o sistema apresenta ótimo desempenho em projetos repetitivos, mas sua adaptabilidade é limitada em edificações que exigem mudanças de layout ou maior flexibilidade espacial.
- b) NECESSIDADE DE CONTROLE RIGOROSO DE EXECUÇÃO:** O desempenho final da alvenaria estrutural depende diretamente da precisão durante a execução. Pequenos desvios de prumo, alinhamento, nivelamento e espessura das juntas podem comprometer a estabilidade global da edificação. Por essa razão, o sistema exige supervisão técnica constante e mão de obra treinada, especialmente em empreendimentos de habitação popular, nos quais os trabalhadores muitas vezes têm menor especialização. Além disso, é essencial que haja compatibilização detalhada entre os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações, evitando interferências prejudiciais. De acordo com a NBR 15961-2 (ABNT, 2013), falhas de execução aumentam substancialmente o risco de fissuras, recalques diferenciais e perda de desempenho estrutural.
- c) LIMITAÇÕES RELACIONADAS À ALTURA E ÀS CARGAS:** A alvenaria estrutural é mais adequada para edificações de pequeno e médio porte, geralmente até quatro pavimentos, dependendo do tipo de bloco, do nível de grauteamento e do detalhamento das armaduras. Acima dessa altura, são necessários reforços adicionais, o que aumenta a complexidade e o custo da obra. Outro aspecto importante é que o sistema desempenha melhor quando

submetido a cargas verticais distribuídas uniformemente, sendo pouco eficiente frente a sobrecargas concentradas, que podem exigir soluções específicas de reforço. Drysdale, Hamid e Baker (1994) reforçam que o sistema apresenta bom desempenho estrutural em edificações baixas, desde que respeitados seus limites de carga e detalhamento.

- d) DESAFIOS RELACIONADOS À INTEGRAÇÃO DAS INSTALAÇÕES:** A incorporação de instalações elétricas e hidráulicas em paredes estruturais apresenta desafios, pois rasgos e cortes podem comprometer a resistência da alvenaria. Rasgos horizontais são proibidos em paredes estruturais, enquanto rasgos verticais só podem ocorrer dentro de limites estritos, exigindo planejamento detalhado ainda na fase de projeto. Quando não há compatibilização adequada, podem surgir necessidades de reforços estruturais ou soluções corretivas, elevando o custo e aumentando o risco de patologias. A utilização de blocos especiais pode mitigar essas dificuldades, porém demanda maior controle logístico e planejamento prévio.
- e) FRAGILIDADE FRENTE A ESFORÇOS HORIZONTAIS:** Embora apresente excelente resistência à compressão, a alvenaria estrutural possui baixa ductilidade, apresentando comportamento limitado frente a esforços horizontais, como vento ou sismos. Para garantir segurança lateral, o sistema necessita de detalhamento adequado de armaduras, grauteamento contínuo e dispositivos de confinamento, especialmente em regiões sujeitas a ações dinâmicas significativas. Ramalho e Corrêa (2003) observam que, em áreas expostas a ventos intensos ou com atividade sísmica, o projeto deve considerar elementos adicionais de reforço para assegurar o desempenho global da edificação.
- f) DESAFIOS LOGÍSTICOS E NECESSIDADE DE TREINAMENTO:** A alvenaria estrutural também demanda planejamento logístico adequado para o armazenamento e distribuição de blocos, graute e materiais complementares. Além disso, a execução do sistema requer equipes treinadas tanto para o assentamento quanto para o grauteamento e colocação das armaduras. Em

habitações populares, onde a mão de obra frequentemente apresenta formação limitada, o treinamento torna-se ainda mais essencial. Segundo Drysdale, Hamid e Baker (1994), a capacitação adequada da equipe tem impacto direto na qualidade do sistema, influenciando desde o prumo e o nivelamento até a durabilidade da estrutura.

g) CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS: Apesar de eficiente e econômica, a alvenaria estrutural apresenta limitações de altura, flexibilidade arquitetônica e resistência lateral, além de depender fortemente da qualidade da execução e dos materiais. A adoção do sistema em habitação popular exige planejamento rigoroso, supervisão técnica e treinamento da mão de obra para garantir segurança, durabilidade e conforto dos usuários.

4.3 GESTÃO DE RESÍDUOS E DESPERDÍCIO DE MATERIAIS

A gestão de resíduos e o controle do desperdício de materiais constituem etapas fundamentais para a eficiência produtiva e a sustentabilidade ambiental na construção civil. Em obras de habitação popular — onde a viabilidade econômica depende da racionalização dos recursos — torna-se essencial compreender como os resíduos são gerados, quais são seus impactos e quais práticas podem ser adotadas para reduzir perdas. A correta gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) influencia diretamente os custos, o prazo e a qualidade final do empreendimento, além de atender a exigências legais e ambientais (CONAMA, 2002; BRASIL, 2010). São comuns cenários conforme a figura 11:

Figura 11 – Resíduos gerados pela Construção Civil

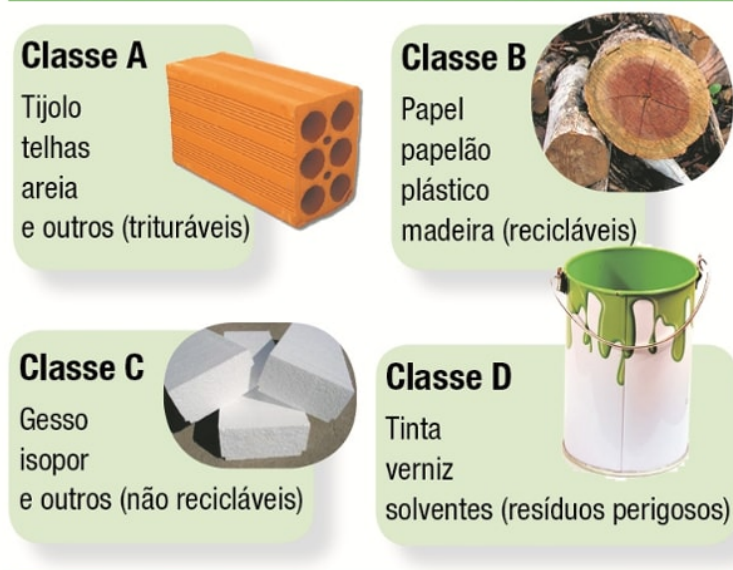


Fonte: BRK

4.3.1 CONCEITO DE RESÍDUOS E PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são definidos como todos os materiais gerados nas atividades de construção, reforma, reparo, ampliação e demolição de edificações, englobando restos de concreto, argamassa, blocos cerâmicos e de concreto, madeira, metais, plástico, papel, gesso e embalagens, bem como solos provenientes de escavações. De acordo com a Resolução CONAMA nº 307/2002, esses resíduos são classificados em categorias que orientam sua destinação ambientalmente adequada, conforme pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Descrição dos Tipos de Resíduos da Construção Civil
TIPOS DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Fonte: RESÍDUO ALL

Além da classificação legal, é fundamental diferenciar os conceitos de resíduo e desperdício. Enquanto o resíduo corresponde ao material remanescente da execução, parte do qual é inerente ao processo produtivo, o desperdício representa perdas evitáveis decorrentes de falhas gerenciais, operacionais ou executivas. As perdas podem assumir natureza material, como quebras e deteriorações; produtiva, como retrabalhos e tempos improdutivos; e econômica, refletindo custos adicionais que comprometem o orçamento da obra. Segundo Formoso et al. (2002), a compreensão dessas diferenças permite a adoção de estratégias mais eficazes de prevenção e mitigação das perdas.

4.3.2 PRINCIPAIS CAUSAS DO DESPERDÍCIO DE MATERIAIS

O desperdício em canteiros de obras decorre de um conjunto de fatores inter-relacionados que envolvem planejamento, logística, capacitação da mão de obra, condições ambientais e compatibilidade de projetos. Uma das principais causas é a deficiência de planejamento, especialmente no que se refere ao layout do canteiro, à movimentação de materiais e à integração entre equipes de diferentes especialidades. Fluxos de transporte mal definidos aumentam o risco de quebra, queda e extravio de

materiais. A armazenagem inadequada, sem proteção contra intempéries, favorece a deterioração de argamassas, blocos e componentes metálicos.

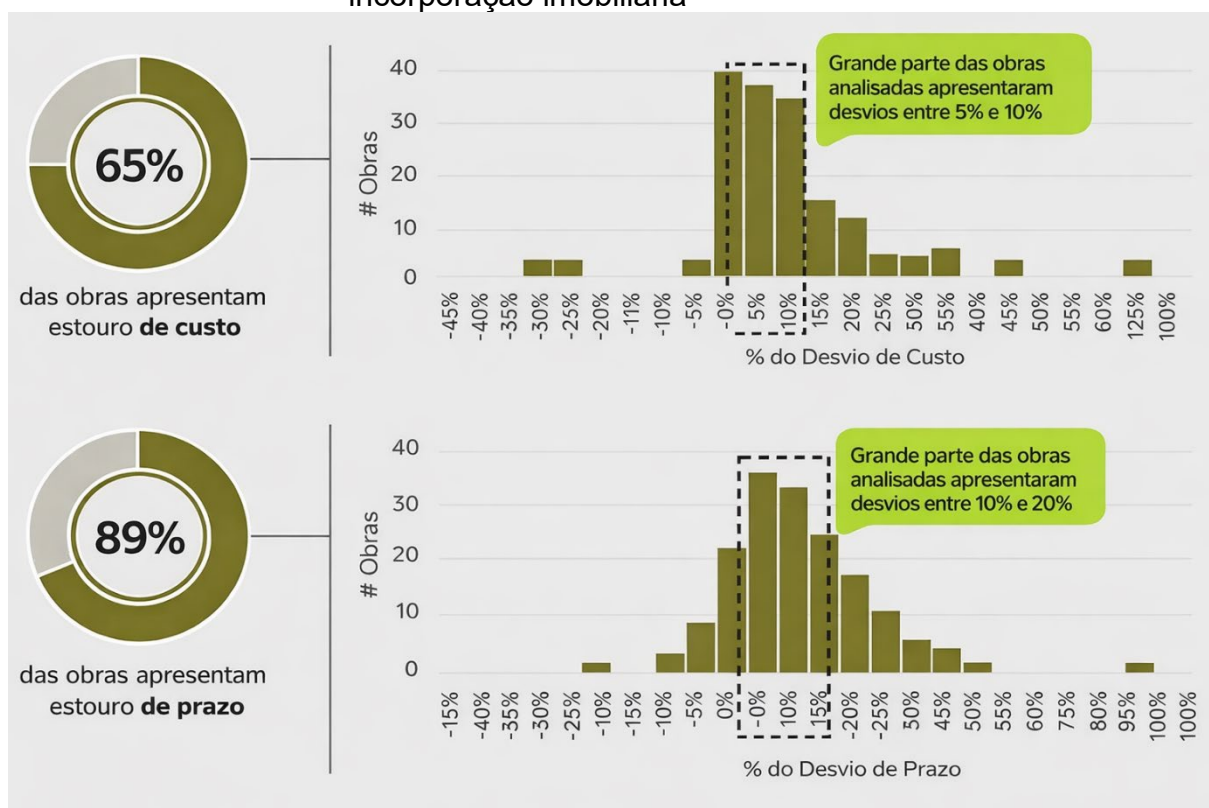
Erros de execução, frequentemente causados por leitura incorreta de projetos ou pela falta de padronização de procedimentos, geram retrabalhos que elevam o consumo de materiais. A mão de obra com baixa capacitação técnica também contribui para perdas significativas, sobretudo em sistemas industrializados, como a alvenaria estrutural, que exige precisão na paginação e nos cortes. Condições climáticas adversas podem comprometer materiais sensíveis, como argamassa e blocos cerâmicos, quando não há cobertura ou proteção adequada. Além disso, medições e cortes imprecisos, especialmente em sistemas modulares, resultam em sobras excessivas que poderiam ser evitadas. Estudos de Formoso et al. (2002) demonstram que a maior parte das perdas na construção brasileira decorre de falhas de gestão, e não de fatores inevitáveis do processo construtivo.

4.3.3 IMPACTOS ECONÔMICOS DO DESPERDÍCIO NA OBRA

As perdas de materiais geram impactos econômicos expressivos e, muitas vezes, subestimados pelas construtoras. O consumo acima do previsto aumenta diretamente o custo de aquisição de materiais, representando um dos principais fatores de elevação do orçamento em habitações populares. Os custos indiretos incluem recompras emergenciais, aumento do transporte interno, necessidade de maior espaço para armazenagem e prolongamento da jornada de trabalho em decorrência dos retrabalhos. A produtividade da equipe também é afetada, uma vez que interrupções constantes para correção de falhas ou busca de materiais desperdiçam tempo e comprometem o ritmo da obra.

O aumento das perdas contribui, ainda, para a dificuldade no cumprimento dos prazos, podendo gerar penalidades contratuais, custos adicionais de mobilização e desmobilização, além do adiamento da entrega das unidades habitacionais. Na Figura 13, podem ser observados os resultados decorrentes da falta de gerenciamento adequado desse tema.

Figura 13 - Desvios médios de prazo e custo em cerca de 300 obras de incorporação imobiliária



Fonte: CBIC

4.3.4 BOAS PRÁTICAS PARA GESTÃO EFICIENTE

A redução do desperdício e a melhoria da gestão de resíduos dependem da adoção de boas práticas organizacionais, tecnológicas e operacionais. Planejar adequadamente o layout do canteiro permite reduzir deslocamentos e melhorar o fluxo de materiais. A padronização dos processos e a utilização de componentes industrializados, como kits de instalações e sistemas modulares, contribuem para o controle de qualidade e para a redução das sobras. A capacitação contínua da equipe, com treinamentos sobre manuseio, armazenagem e execução, melhora o desempenho e reduz a ocorrência de falhas.

O controle rigoroso de estoque é outra estratégia essencial, evitando compras excessivas e garantindo o monitoramento do consumo. Ferramentas de gestão como ciclo PDCA, checklists de inspeção e auditorias internas promovem melhoria contínua.

A utilização de tecnologias como o BIM — que permite simulação prévia de interferências e quantificação precisa de materiais — reduz substancialmente erros de projeto e retrabalhos (AZEVEDO & MELHADO, 2017). Essas práticas integradas

aumentam a produtividade, reduzem custos e contribuem para a sustentabilidade da obra.

4.3.5 LEGISLAÇÃO E NORMAS APLICÁVEIS

A gestão de resíduos na construção civil é regulamentada por instrumentos legais que estabelecem obrigações para construtoras, projetistas e gestores públicos. A Resolução CONAMA nº 307/2002 e suas atualizações definem diretrizes para a classificação, o manejo, o transporte e a destinação dos Resíduos de Construção e Demolição, sendo referência nacional para o setor. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos materiais e exige a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) em obras de grande porte.

As normas ABNT NBR 15112, NBR 15113 e NBR 15114 regulamentam o transporte, o armazenamento e o processamento dos resíduos, determinando requisitos técnicos e ambientais que garantem segurança e rastreabilidade. Além disso, legislações ambientais estaduais e municipais podem complementar essas exigências com regras específicas para licenciamento e comprovação da destinação adequada dos resíduos. O cumprimento dessas normas assegura a sustentabilidade da obra, reduz os impactos ambientais e evita penalidades legais às empresas construtoras.

4.4 PLANEJAMENTO E OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO

4.4.1 DEFINIÇÕES

O planejamento de obras envolve a definição de sequências, recursos, prazos e metas de produção, permitindo minimizar incertezas e melhorar a eficiência operacional. Para Chiavenato (2009), planejar é estabelecer antecipadamente os objetivos e determinar os meios necessários para alcançá-los, sendo essa abordagem essencial em atividades que envolvem múltiplas equipes, materiais e elementos estruturais. Na construção civil, o planejamento adequado permite prever a duração das atividades, reduzir tempos improdutivos, antecipar gargalos e otimizar o uso dos

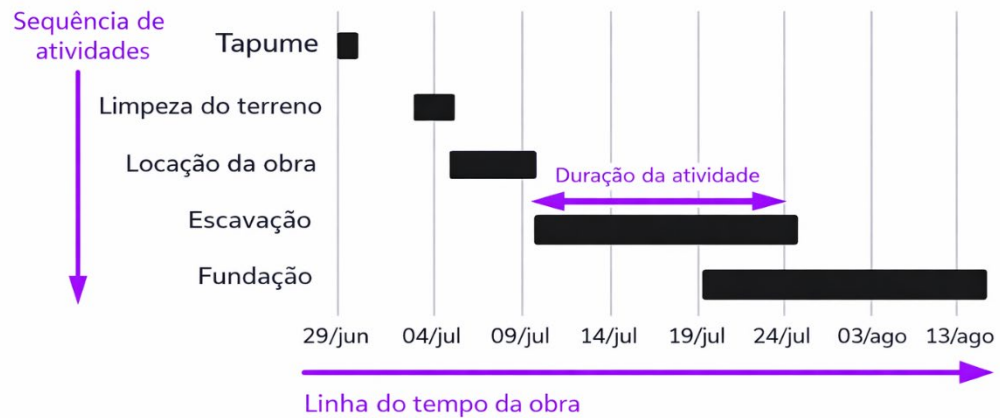
recursos disponíveis, evitando atrasos e retrabalhos — fatores que são frequentemente responsáveis pelo aumento dos custos finais da obra.

A otimização do tempo de execução está diretamente relacionada ao desempenho produtivo da mão de obra e à racionalização dos processos construtivos. De acordo com Formoso et al. (2002), grande parte das perdas de eficiência na construção decorre de falhas de gestão, retrabalhos e má organização do canteiro, o que torna essencial o uso sistemático de indicadores de desempenho, como produtividade, tempo de ciclo e índices de retrabalho. Esses indicadores fornecem suporte para decisões gerenciais e permitem comparar o desempenho real com padrões de referência, como aqueles fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), amplamente utilizado para estimativas e análises comparativas de custos e produtividade.

O controle de custos, por sua vez, complementa o planejamento ao estabelecer parâmetros claros para o consumo de materiais, o emprego da mão de obra e o impacto financeiro das etapas da obra. Conforme enfatizam Souza e Melhado (2017), o custo de um empreendimento é diretamente influenciado pelo nível de planejamento adotado, pela organização do canteiro, pela eficiência logística e pela escolha dos métodos construtivos. A ausência de controle adequado sobre custos e prazos tende a gerar desvios significativos no orçamento e comprometer o desempenho técnico e financeiro da construção, sobretudo em projetos de habitação popular, nos quais os limites orçamentários são mais rígidos.

A adoção de métodos modernos de planejamento, como o Caminho Crítico (CPM), a Linha de Balanço e o BIM 4D, amplia a capacidade de prever cenários, simular interferências e otimizar o sequenciamento das atividades. Segundo Rezende e Abreu (2020), a integração entre tecnologia, planejamento e monitoramento contínuo aumenta o controle sobre o desempenho produtivo e eleva a confiabilidade do cronograma. Podemos conferir, por exemplo, o gráfico de Gantt e seu esquema pela figura 14:

Figura 14 - Esquema Cronograma Gantt com barras horizontais.



Fonte: SIENGE

Dessa forma, a compreensão integrada sobre planejamento, produtividade, otimização do tempo e controle de custos é essencial para um processo construtivo eficiente, seguro e previsível. Em sistemas como a alvenaria estrutural — que exigem precisão executiva e ritmo constante de produção — o planejamento assume papel estratégico, influenciando diretamente o desempenho final da edificação e a viabilidade econômica do empreendimento.

4.4.2 MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA OTIMIZAÇÃO

A otimização do tempo de execução e o controle rigoroso dos custos representam elementos essenciais para alcançar eficiência na construção civil, especialmente em sistemas racionalizados como a alvenaria estrutural. A complexidade operacional do setor exige mecanismos de planejamento, medição e análise capazes de reduzir variabilidades, eliminar desperdícios e aumentar a previsibilidade. Nesse cenário, métodos gerenciais como a Lean Construction, o uso de índices de produção, as bases referenciais do SINAPI e os sistemas de registro de tempos atuam como ferramentas indispensáveis para uma gestão produtiva e orientada a resultados.

A Lean Construction, fundamentada nos princípios do Lean Manufacturing, promove a melhoria do fluxo produtivo ao reduzir atividades que não agregam valor, como esperas, deslocamentos excessivos e retrabalhos. Segundo Koskela (1992), a

filosofia lean aplicada à construção destaca a importância da estabilidade dos processos, da padronização das tarefas e da eliminação sistemática de perdas.

Segundo Womack e Jones (1996), o pensamento enxuto baseia-se em princípios como a definição de valor sob a perspectiva do cliente, a identificação do fluxo de valor, a criação de fluxo contínuo, o estabelecimento da produção puxada e a busca pela melhoria contínua. Na construção civil, esses princípios são adaptados para promover maior eficiência no planejamento, na execução das obras e na utilização dos recursos disponíveis.

A Lean Construction também enfatiza a integração entre os agentes envolvidos no processo construtivo, incentivando o trabalho colaborativo e a transparência das informações. Conforme Ballard e Howell (2003), essa integração contribui para a redução de retrabalhos, o aumento da confiabilidade do planejamento e a melhoria da produtividade nos canteiros de obras.

Dessa forma, a Lean Construction se consolida como uma abordagem eficaz para a modernização da gestão de obras, promovendo maior competitividade, qualidade e eficiência no setor da construção civil. Os princípios da filosofia Lean são verificados conforme a figura 15:

Figura 15 – Os Princípios do Lean



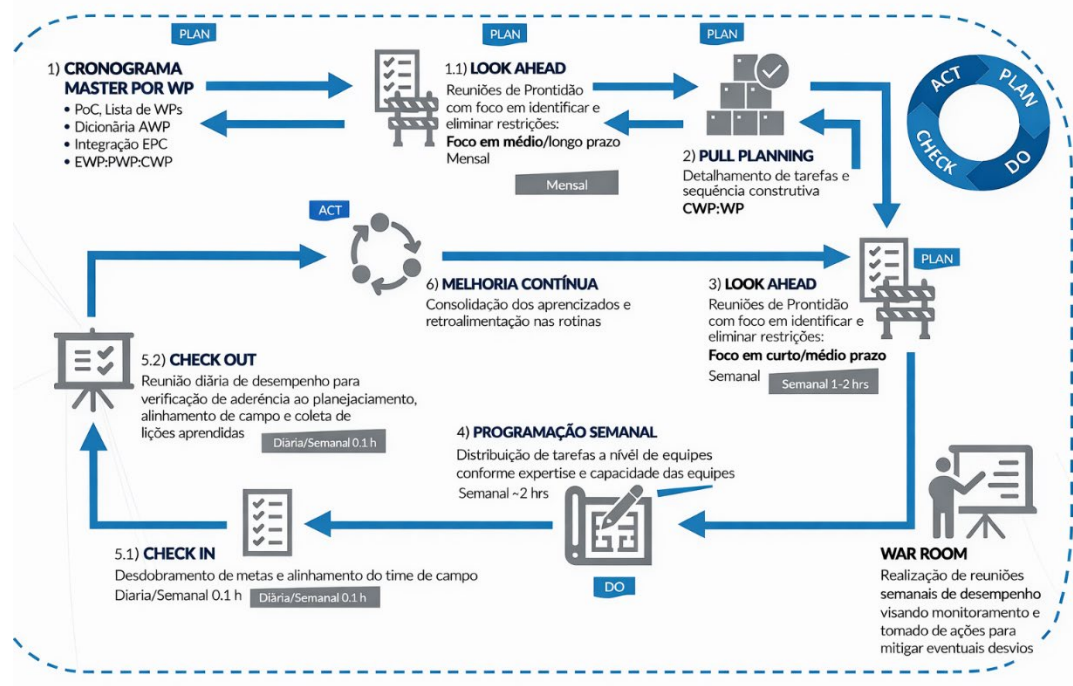
Fonte: SIENGE

Instrumentos como o Last Planner System (LPS) elevam a confiabilidade dos planejamentos de curto prazo e reduzem divergências entre o planejado e o executado, contribuindo diretamente para a redução do tempo total das atividades em canteiros de obras.

O Last Planner System (LPS) é uma metodologia de planejamento e controle da produção aplicada à construção civil, desenvolvida no contexto da filosofia Lean Construction, com o objetivo de aumentar a confiabilidade do planejamento e melhorar o desempenho dos empreendimentos. Segundo Ballard (2000), o LPS busca reduzir a variabilidade dos processos produtivos por meio de um planejamento mais colaborativo e realista.

Essa metodologia fundamenta-se na participação ativa dos responsáveis diretos pela execução das atividades, denominados last planners, como mestres de obras, encarregados e líderes de equipe. De acordo com Ballard e Howell (1994), a inclusão desses agentes no processo decisório contribui para a criação de planos mais viáveis e alinhados à realidade do canteiro de obras. A figura 16 apresenta a esquematização da ferramenta.

Figura 16 – Esquematização Last Planner System



Fonte: Kétura (s.d.).

Dessa forma, o Last Planner System se consolida como uma ferramenta eficaz para a gestão de obras, promovendo maior previsibilidade, eficiência operacional e alinhamento com os princípios da produção enxuta.

Para mensurar a eficiência do processo produtivo, um dos indicadores mais relevantes é o Índice de Produção (IP), que expressa a relação entre a quantidade produzida e o tempo efetivamente trabalhado pela equipe. Esse indicador permite analisar o desempenho de diferentes períodos, comparar equipes, avaliar gargalos e identificar melhorias potenciais no processo. O cálculo do IP segue a equação 1 e 2:

Equação 1 e 2 - Índice de Produção do grauteamento (IP) e Índice de Produção da Betoneira (IPbt)

$$IPbt = \frac{Q}{T \cdot N} \quad (1)$$

$$IP = \frac{Q}{T \cdot N} \quad (2)$$

Onde:

Q = quantidade produzida (unidades, m², m³ etc.)

T = tempo total de trabalho (em horas, dias ou homens-hora)

N = Número de operários

Esse índice é amplamente utilizado em análises de produtividade e permite mensurar, por exemplo, o desempenho da mão de obra no assentamento de alvenarias, no grauteamento ou em serviços de instalações prediais. Para Formoso et al. (2002), indicadores como o IP fornecem suporte técnico para decisões gerenciais, permitindo alinhar a produção real ao planejamento previsto.

Outro instrumento fundamental para a gestão de tempo e custos é o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), utilizado como referência para composições de custos, produtividade padrão e consumos de materiais. Essa base permite comparar o desempenho real da obra com índices de referência, identificando diferenças de produtividade e variações de custo. Segundo Magalhães et al. (2018), utilizar o SINAPI como parâmetro auxilia na elaboração de

orçamentos mais precisos e no monitoramento de custos em tempo real. A Figura 17 apresenta um exemplo das planilhas SINAPI.

Figura 17 – Exemplo da Tabela de Composições da SINAPI

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil Página: 335

ÓRIO DE CUSTOS DE COMPOSIÇÕES | Encargos sociais SEM desoneração: Horista: **115,48%** Mensalista: **71,54%** | Mês de Referência: **02/**
 dade: **SÃO PAULO - SP** | Encargos sociais COM desoneração: Horista: **92,70%** Mensalista: **53,38%** | Data de emissão: **12/03/**

30	Descrição da Composição	Unid.	Custo Total (R\$)	
			SEM desoneração	COM desoneração
	PISO CIMENTADO, TRACO 1-3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO LISO, ESPESSURA 8,0 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	45,73 -	49,80
9	PISO CIMENTADO, TRACO 1-3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO RÚSTICO, ESPESSURA 2,0 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA, 27,3020	M2	52,73 -	50,69
	PISO CIMENTADO, TRACO 1-3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO RÚSTICO, ESPESSURA 4,0 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	42,75 -	41,08
	PISO CIMENTADO, TRACO 1-3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO RÚSTICO, ESPESSURA 5,0 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	49,89 -	47,37
2	PISO DE BORRACHA CARRETADO, ESPESSURA 1,5MM, ACABAMENTO RÚSTICO, ESPESSURA 3,0 PNL 2020	M2	181,70 -	131,66
1	PISO DE BORRACHA ERFOVITIVO, ESPESSURA 1,5MM, ASSENTADO COM ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	431,50 -	416,99
2	PISO DE BORRACHA PASTILHADO; ESPESSURA 1,5MM, ASSENTADO COM ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	411,63 -	405,73
5	PISO DE BORRACHA PASTILHADO; ESPESSURA 5,0MM, FIXADO COM ADESIVO ACRILICO, AF, 09/2020	M2	127,69 -	111,59
2	PISO DE BORRACHA PASTILHADO/PGSADO, ESPESSURA 3MM, ASSENTADO COM ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	578,49 -	321,58
	PISO ELEVADO, COM ESTRUTURA EM AÇO; COMPOSTO PERCEPLESTAD, E LENGIURINAS, AF, 09/2020	M2	467,01 -	405,23
	PISO ELEVADO, COM ESTRUTURA EM AÇO; COMPOSTO COMENTE RODIFROIDTAIS, AF, 09/2020	M2	- -	-
	PISO ELEVADO, COM ESTRUTURA EM PLÁSTICO; COM REVESTIMENTO PERSPECTUBIATO, AF, 09/2020	M2	- -	-
	PISO ELEVADO, COM ESTRUTURA EM PLÁSTICO; DARA RECEES REVESTIMENTO FEREIA, AF, 09/2020	M2	- -	-
2	PISO EM CONCRETO 30WYA EXTEACO MECÂNICO; ESPESSURA 5,CM, AF, 09/2020	M2	73,44 -	73,94
2	PISO EM GEARIUTES ALNRENTES AN DO ATBIENTAD, AMBIENTES EXTERSEIS, COM ESVESSURA DE 8 MM, INCLUSO REFLAR DISCERTORAREIA, COLOK AÇAO DNS JUNTAS, APLICACAO DO PISO, A POLIMENTOS COM POLITRIZ, ELTES, ANLINEO, ROIEBOR, SCERA, AF, 06/2020	M2	99,95 -	98,93
	PISO EM GRÂNITO APLICADO EM AMBIENTES INTERNOS, AF, 09/2020	M2	518,61 -	514,04
2	PISO EM PORCELANATO COLORIDO; ACABADO AMBIENTES EXTERNOS, AF, 09/2020	M2	381,66 -	381,43
1	PISO EM PORCELANATO COLORIDO AN ENTORES AF ACESS COM-PUNTE, AF, 09/ 2020	M2	175,58 -	170,66
3	PISO EM PORCELANATO COLORIDO EM CASURAS APLIADO EM AMBINITS INTERNOS DE 1.5 M², INCLUSO EPLICACAO DE REJES, DEÇADO KONTES, AF, 09/2020	M2	338,11 -	371,95
4	PISO EM PADREORNITURA APSISOSA, DE PISO ENTP, DAÇOS BITESTIMENTE TEBRA, AF, 09/09/2020	M2	279,44 -	279,86
7	PISO EM GSANITO APLICADO EM PISO DXTERNOS, AF, 09/2020	M2	579,92 -	573,73
7	PISO EM PEDRA GIENITITURA 35M CNI, EIXADO COM COLA BASE DE PVA, AF, 09/2020	M2	428,06 -	395,67
8	PISO EM PEDRA GRN53AA PURIA ESTRUTURA, FISO, IMENTOS INTERNOX, TOX 5 RF, 09/2020	M2	146,93 -	146,33
8	PISO EM PEDRA CEDAISSCA, ACABADO AMBIENTES EXTERNOS, ESPESSURA LISA E REJUNTA UBSA AF, 08, IE,UITADO ESTEC ANENITO REGAOBE, CLES ON, AF, 09/2020	M2	461,99 -	741,16
1	PISO EM TACO DE MADEIQA 772JCN, EIXADO COM COLA BASE DE PVA, AF, 09/2020	M2	572,69 -	573,18
9	PISO EM TACO DE MADEIQA 7X4JCM, EIXADO COM COLA BASE DE PVA, AF, 09/2020	M2	389,01 -	307,37
	PISO LAMEAADO DÚ AMBIENTES INTERNOS, AF, 09/2020	M2	- -	-
1	PISO PODOTATIL DE GLERTIA DÚ DIRECIONAL, DE BORRACHA, ASSENTADO SOERE ARGAMASSA, AF, 09/2020	M	170,74 -	169,18
1	PISO PODOTATIL DE BLEEACHA, PIACJA, AÇENITO ARGAMASSA, AF, 09/2020	M2	388,44 -	322,63

Fonte: Sienge

O registro sistemático de tempos é outra prática essencial para aprimorar o controle do processo produtivo. Conforme Moreira (2011), a medição de tempos possibilita identificar desperdícios, ajustar o dimensionamento das equipes e aprimorar o sequenciamento das atividades. Em obras de alvenaria estrutural, o monitoramento do tempo permite calcular indicadores como tempo de ciclo, horas por unidade produzida e desempenho por dia útil, os quais podem ser comparados a padrões previstos no SINAPI ou definidos internamente pela empresa. Esse controle revela diferenças entre o planejado e o executado, facilitando ações corretivas e reorganizações de fluxo no canteiro.

Dessa forma, a integração entre Lean Construction, métricas de produtividade como o Índice de Produção, bases referenciais como o SINAPI e o registro sistemático de tempos configura um modelo robusto de gestão, capaz de otimizar processos, reduzir variabilidades e aprimorar significativamente o desempenho global do

empreendimento. Quando utilizados de forma combinada, esses instrumentos garantem maior controle, previsibilidade e eficiência, qualificando o planejamento e fortalecendo a tomada de decisões no ambiente da construção civil.

4.4.3 IMPACTOS DO PLANEJAMENTO NA OTIMIZAÇÃO

O planejamento é um dos principais instrumentos de gestão para reduzir desperdícios e controlar custos na construção civil, especialmente em sistemas construtivos de alta repetitividade, como a alvenaria estrutural. A ausência de planejamento adequado está entre as maiores causas de ineficiência, retrabalho, consumo excessivo de materiais e atrasos na execução (FORMOSO et al., 2002). Dessa forma, planejar não apenas organiza o processo produtivo, mas também atua como ferramenta estratégica para minimizar perdas e garantir a sustentabilidade econômica do empreendimento.

Segundo Chiavenato (2009), planejar significa estabelecer objetivos e definir, antecipadamente, os meios mais adequados para alcançá-los. Na construção civil, essa definição envolve o sequenciamento das atividades, a alocação dos recursos, a previsão do ritmo produtivo e a identificação de riscos operacionais. Quando executado de forma eficiente, o planejamento permite reduzir o tempo ocioso da mão de obra, otimizar o uso de equipamentos e minimizar deslocamentos internos — fatores que contribuem diretamente para a redução de desperdícios produtivos.

Um dos principais impactos do planejamento na redução de custos está relacionado à mitigação dos retrabalhos, que representam significativa parcela das perdas no canteiro. De acordo com Souza e Melhado (2017), a falta de informações claras de projeto, a ausência de padronização e o imprevisto operacional são causas recorrentes de erros que levam ao refazimento de serviços. Ao antecipar incompatibilidades e organizar os fluxos de trabalho, o planejamento diminui a incidência desses problemas, reduzindo tanto o tempo gasto quanto o consumo de materiais.

No aspecto econômico, o planejamento também influencia no custo final ao possibilitar maior precisão orçamentária. Conforme Magalhães et al. (2018), o uso de métodos de planejamento como CPM, Linha de Balanço e BIM 4D permite prever a duração das atividades, estimar necessidades reais de mão de obra e ajustar o cronograma físico-financeiro à capacidade da obra. Essa previsibilidade diminui a

probabilidade de extrapolações orçamentárias e otimiza o fluxo de caixa do empreendimento.

A redução de desperdícios também é potencializada pelo uso de indicadores de desempenho gerados a partir do planejamento, como produtividade, tempo de ciclo e Índice de Produção (IP). Esses indicadores permitem comparar o desempenho real da obra com metas planejadas ou com referências externas, como o SINAPI, identificando rapidamente desvios de consumo ou tempo. A gestão baseada em indicadores possibilita intervenções mais precisas e evita a repetição de falhas que gerariam novas perdas.

Portanto, quando bem estruturado, o planejamento atua como mecanismo preventivo e corretivo, reduzindo perdas físicas, improdutividades e custos operacionais. A combinação entre análise antecipada, monitoramento contínuo e padronização construtiva permite que a obra opere de forma mais eficiente, sustentável e econômica, garantindo maior previsibilidade e melhor desempenho técnico.

5 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho combina pesquisa bibliográfica e estudo de caso, permitindo relacionar fundamentos teóricos com a análise prática realizada em um canteiro de obras. A etapa bibliográfica foi desenvolvida por meio da consulta a livros, artigos científicos, normas técnicas e documentos institucionais que abordam produtividade, racionalização de processos e redução de desperdícios na construção civil. Esse levantamento teórico serviu para contextualizar o tema e orientar a definição das estratégias analisadas.

Paralelamente, foi conduzido um estudo de caso em um empreendimento habitacional executado em alvenaria estrutural. Nessa fase, foram observadas as rotinas de trabalho, o fluxo de materiais e a organização do canteiro, além de coletados dados referentes ao desempenho das equipes e ao uso dos insumos. As informações obtidas no campo foram tratadas de forma quantitativa, permitindo mensurar indicadores de produtividade, tempo de execução e consumo de materiais, antes e depois da implementação das estratégias avaliadas.

Essa abordagem integrada possibilitou comparar a teoria com a prática, oferecendo subsídios para analisar os impactos gerados pelas intervenções propostas e discutir sua contribuição para a melhoria da eficiência no canteiro de obras.

6 ESTUDO DE CASO

Essa etapa possui o objetivo de demonstrar, de forma prática, o que foi apresentado na revisão bibliográfica, baseando-se em ferramentas de controle da produtividade, planejamento e gestão de materiais, dentro do contexto de uma obra de habitação popular que utiliza o sistema construtivo de alvenaria estrutural. É importante notar que a escolha desse formato de empreendimento representa uma realidade significativa do setor da construção civil no Brasil, marcada pela busca constante por redução de custos, otimização do tempo e eficiência no uso de materiais.

Dessa maneira, tendo em vista as etapas de estrutura, instalações e acabamento, é possível determinar os procedimentos a serem seguidos para a aplicação das ferramentas de controle, considerando os principais desafios e barreiras enfrentados nesse contexto.

Nota-se que, apesar de serem etapas distintas, a obra se concretiza por meio do conjunto coordenado de todos os processos que a envolvem. Sendo assim, considera-se a interferência que os processos iniciais geram nas etapas futuras, ressaltando a fundamental importância de evitar erros que podem ser carregados até o término da obra.

Em suma, o estudo prático visa não apenas descrever a obra e o sistema construtivo utilizado, mas também analisar, de maneira crítica, os impactos do planejamento, do controle de materiais e da organização do canteiro de obras sobre a produtividade e a qualidade final da construção.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA E TEMAS TRATADOS

Foi escolhido como local de estudo um canteiro de obras de habitação popular, situado na região periférica de Piracicaba, SP, com um terreno de área de 18.610 m², contando com 352 unidades de apartamentos, divididas em 7 torres, variando entre 2 e 4 blocos cada, totalizando 22 blocos. As unidades possuem a seguinte divisão interna: 02 (dois) dormitórios, banho, circulação, estar/jantar e cozinha/A.S. (área de serviço). Na área do condomínio, estão presentes, além das unidades habitacionais, guarita com vestiário de funcionários, acesso, copa, ADM (administração), DML (depósito de materiais de limpeza), vestiário, área de lixo, entrada e saída de veículos,

bicicletário, playground infantil, espaço fitness, mercado, WC feminino, WC masculino, circulação, salão de festas, piscina adulto, piscina infantil, área de GLP, 03 (três) castelos d'água, casa de bombas, 02 (duas) churrasqueiras, WC adaptado para PCD (pessoas com deficiência), quadra poliesportiva, car wash e estação de recalque. Ainda é possível visualizar o layout da obra na Figura 18 e 19.

Figura 18 – Esquema Layout da Obra



Fonte: O autor (2025)

Figura 19 – Mapeamento da obra pelo Google Earth



Fonte: Google Earth

A obra foi selecionada como estudo de caso por estar diretamente relacionada ao período de experiência prática e por apresentar diversas situações que demandaram reavaliações e mudanças de estratégias ao longo da execução. Esses aspectos possibilitam pontos relevantes para a análise das estratégias de redução de desperdício de materiais e otimização do tempo. Além disso, devido ao perfil dinâmico do local de estudo, muitas dessas análises e reavaliações geraram mudanças nas ações de planejamento e execução da obra e, por consequência, comparações locais dos resultados obtidos para cada um dos itens avaliados.

6.2 CASOS

De acordo com os princípios abordados neste trabalho, os temas observados que se destacaram em relação as mudanças e a eficiência dos resultados foram os seguintes:

- I. Comparativo de materiais feitos in loco e usinados (com foco em graute)
- II. Mudanças no Layout e Logística de canteiro

III. Modularização de materiais

Assim, a caracterização da obra e as particularidades do canteiro permitem estabelecer um campo de análise adequado para compreender como cada estratégia impactou a redução de desperdícios e a otimização do tempo de execução. A partir dos temas destacados, o estudo de caso será detalhado dentre esses quatro eixos principais, possibilitando comparativos objetivos entre as práticas adotadas e seus respectivos resultados.

6.2.1 COMPARATIVO DE MATERIAIS FEITOS IN LOCO E USINADOS (FOCO EM GRAUTE)

No caso em análise, foi realizada a mudança de um método para outro durante o período de execução da alvenaria, sendo possível observar, de forma clara, o comparativo em aspectos como o tempo de execução, variações de custo e desperdícios na execução. No decorrer da execução, aproximadamente dois terços do graute utilizado na obra foram produzidos in loco, enquanto a parcela restante passou a ser adquirida de forma usinada.

A alteração ocorreu em função de dificuldades relacionadas ao controle de qualidade do material produzido no próprio canteiro, somadas à incapacidade de suprir, de maneira contínua e eficiente, a demanda gerada pelas cinco equipes de alvenaria que atuavam simultaneamente na obra. Essa mudança de estratégia possibilitou a comparação direta entre as duas formas de fornecimento, considerando aspectos de produtividade, custo, qualidade e desperdício. Em decorrência da sobrecarga e dos limites que o graute feito in loco impõe e, tendo em vista a complexidade e a extensão do projeto em questão, verificou-se que não era viável adotar esse método como forma principal de abastecimento para essa atividade.

Figura 20 – Transporte de material para as Lajes



Fonte: O Autor (2025)

Para a produção desse material na betoneira, é utilizado o traço medido em um volume de controle conhecido:

Quadro 1 – Traço utilizado para o Graute

Cimento (kg)	Areia (L)	Brita 0 (L)	Água (L)	Resistência	Volume Final
50	60	70	25	20 MPa	124 L

Fonte: O Autor (2025)

Dessa forma, a cada traço produzido, o material é transportado até os pontos de alvenaria em um recipiente metálico. O grauteamento previsto no projeto se divide em duas etapas após o preparo do material: a primeira ocorre na meia alvenaria e a segunda ocorre no respaldo.

Dentre essas duas etapas, foi analisado um dos pontos de falha do modelo, no qual o tempo de utilização do material é inferior ao tempo de transporte somado ao tempo de produção, caracterizando um déficit de atendimento da demanda em relação à capacidade produtiva.

Foram verificados os tempos de içamentos realizados pela manipuladora telescópica dentro de um período de 1 hora, bem como dos registros do tempo de produção do graute, obtendo-se uma média de 10,5 minutos por içamento, conforme apresentado nos Quadros 2, 3 e 4, a seguir.

Quadro 2 - Registro de tempo de atividade: 1º levantamento – TORRE 7C - TÉRREO

Horário	Tempo (min)	Atividade	
14:00 – 14:08	8	Içamento 1	Movimentação de material para assentamento de piso
14:08 – 14:20	12	Içamento 2	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
14:20 – 14:30	10	Içamento 3	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
14:30 – 14:50	20	Descarga de material de entrega	Descarga completa do caminhão utilizando manipuladora telescópica (30 min)
14:50 – 15:00	10	Içamento 4	Transporte de graute do armazenamento até torre
14:50 – 15:00	10	Içamento 4	
Média	12		

Fonte: O autor (2025)

Quadro 3 - Registro de tempo de atividade: 2º levantamento – TORRE 6B - TÉRREO

Horário	Tempo em minutos	Atividade	Descrição
16:00 – 16:08	8	Içamento 1	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
16:08 – 16:20	12	Içamento 2	Transporte de graute da central de betoneira para torre
16:20 – 16:28	8	Içamento 3	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
16:28 – 16:38	10	Içamento 4	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
16:38 – 16:48	10	Içamento 5	Abastecimento de material para execução das esquadrias de alumínio
16:48 – 16:58	10	Içamento 6	Transporte de bloco do centro de armazenamento para torre
16:58 – 17:00	12	Içamento 7	Transporte de graute da central de betoneira para torre
Média	10		

Fonte: O autor (2025)

Quadro 4 - Registro de tempo de atividade: 3º levantamento – TORRE 5B- TÉRREO

Horário	Tempo em minutos	Atividade	Descrição
16:00 – 16:08	8	Içamento 1	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
16:08 – 16:20	12	Içamento 2	Abastecimento de material para execução de gesso liso
16:20 – 16:28	8	Içamento 3	Transporte de argamassa da central de betoneira para torre
16:28 – 16:38	10	Içamento 4	Transporte de bloco do centro de armazenamento para torre
16:38 – 16:48	10	Içamento 5	Abastecimento de material para execução das esquadrias de alumínio
16:48 – 16:58	10	Içamento 6	Transporte de graute da centro de betoneira para torre
16:48 – 16:58	10	Içamento 6	Transporte de graute da central de betoneira para torre
Média	9,66666667		

Fonte: O autor (2025)

Para comparação, analisam-se três cenários diferentes, tomando como método de validação o índice de produção e o custo obtido em cada situação. O primeiro corresponde ao valor obtido pela base teórica do SINAPI, considerando o preparo mecânico, conforme apresentado na Figura 21 a seguir.

Figura 21 - Quadro SINAPI: composição de custos e índices, GRAUTE FCK 20 (90279)

GRAUTE FGK – 20 MPa					
Traço: 1 : 0,04 : 1,8 : 2,1 (Em massa seca de cimento / cal / areia grossa / brita 0)					
Preparo mecânico com betoneira 400 L – AF 09/2021					
Unidade do serviço: m³					
Código	Insumo	Unidade	Coefficiente	Coefficiente	Tipo
367	Areia britada n.º 0, ou pedrisco (4,8 a 9,5 mm) posto pedreira/ fornecedor, sem frete	m³	0,6302000	0,6302000	Com preço
1106	Cal hidratada CH-1 para argamassas	kg	15,1255000	15,1255000	Com preço
1379	Cimento Portland composto CP11-32	kg	420,1527000	420,1527000	Com preço
4720	Pedra britada n.º 0, ou pedrisco (4,8 a 9,5 mm) posto pedreira/ fornecedor, sem frete - CHI diurno,	m³	0,5882000	0,5882000	Com custo
C 88316	Servente com encargos complementares, 2,8900	CHP	1,0571000	0,0571000	Com custo

Fonte: SINAPI — Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

O preparo segue a composição acima. A partir dos coeficientes apresentados, é possível definir qual a carga em horas para a produção de 1m³ do graute especificado. Ou seja, esse valor nos dá a produção de m³/homem.h, a partir da Equação 1:

$$IPbt = \frac{Q}{t \times n} \quad (1)$$

$$IPbt = \frac{1}{(2,5492 + 1,6069) \times 2}$$

$$IPbt = 0,12 \frac{m^3}{hora \times operário}$$

Após o processo de preparo, ainda temos a execução deste nas vergas, contravergas e pilares. Com os dados da figura 12, com os insumos de composição da SINAPI:

Figura 22 - Quadro SINAPI: composição de custos e índices de graute

Código	Descrição da Composição	Unid.	Coefficiente	Situação
Grupo Graute e Armação - continuação (clique para acessar o caderno técnico)				
4720	Pedra britada n.º 0, ou pedrisco (4,8 a 9,5 mm) posto pedreira/fornecedor, sem frete	m³	0,5348000	Com preço
C 88316	Servente com encargos complementares	h	2,4225000	Com custo
C 88377	Operador de betoneira estacionária/misturador com encargos complementares	h	1,5522000	Com custo
C 88830	Betoneira capacidade nominal de 400 L, capacidade de mistura 280 L, motor elétrico trifásico potência de 2 CV, sem carregador - CHI diurno.	CHP	1,0571000	Com custo
C 88831	Betoneira capacidade nominal de 400 L, capacidade de mistura 280 L, motor elétrico trifásico potência de 2 CV, sem carregador	CHI	0,4680000	Com custo
89994	GRAUTEAMENTO DE CINTA INTERMEDIÁRIA OU DE CONTENÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021			
89994	Grauteamento de cinta intermediária ou de contenção em alvenaria estrutural. AF_09/2021			Com custo
88309	Pedreiro com encargos complementares	M3	4,8469000	Com custo
C 88316	Servente com encargos complementares	h	3,2313000	Com custo
C 90279	Graute FGK-20 MPa: Traço 1:0,04:1.8:2,1 (em massa seca a cimento/ cal/ - areia grossa/ brita 0) - PREPARO MECANICO. AF_09/2021	m³	1,2030000	Com custo
89993	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGÃ EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021			
89995	Grauteamento de cinta superior ou de verga em alvenaria estrutural. AF_09/2021			Com custo
88309	Pedreiro com encargos complementares	M3	7,4148000	Com custo
C 88316	Servente com encargos complementares	h	4,9423000	Com custo
C 90279	Graute FGK-20 MPa: Traço 1:0,04:1.8:2,1 (em massa seca a cimento/ cal/ - areia grossa/ brita 0) - PREPARO MECANICO. AF_09/2021	m³	1,2030000	Com custo
89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021			
89993	Grauteamento vertical em alvenaria estrutural. AF_09/2021	M3	8,2973000	Com custo

Fonte: SINAPI — Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

A partir dos dados, calcula-se o índice de produção com base na composição dos serviços de grauteamento de cinta intermediária (Composição SINAPI 89994), cinta superior (Composição SINAPI 89995) e grauteamento vertical (Composição SINAPI 89993). A partir da soma proporcional das três composições, considerando que, do total de 3,52 m³ de graute por pavimento, 1,10 m³ (31%) é destinado aos pontos verticais e 2,52 m³ (69%) às cintas, verifica-se o seguinte resultado, utilizando a Equação 2.

$$\text{Tempo de 2 operários} = (4,8469 + 3,2313) \cdot 0,345 + (7,4148 + 4,9432) \cdot 0,345 + (8,2973 + 5,5315) \cdot 0,31 = 11,34h$$

$$IP = \frac{Q}{t \times n} \quad (2)$$

$$IP = \frac{1}{11,34 \times 1}$$

$$IP = 0,088 \frac{m^3}{hora \times operário}$$

Agora, para o graute feito em obra, tem-se o mesmo processo descrito pela SINAPI, com um operador de betoneira e um servente, ambos com encargos complementares.

É utilizada uma padiola de 90 L e outra de 45 L para transporte, além de duas betoneiras de 400 L para o preparo do graute e da argamassa, de acordo com a necessidade. Para cada quantidade de betoneiras produzindo graute, haverá uma produção distinta.

Cada operação da betoneira demora, em média, 16 minutos, sendo esse tempo dividido em 10 minutos para a movimentação de areia e brita e 6 minutos para o correto preparo do graute, respeitando o tempo mínimo de batimento. Os traços devem estar homogeneizados, e o tempo de mistura é de aproximadamente 4 a 6 minutos.

Como citado anteriormente, são produzidos 124 L de graute com o traço escolhido pela obra; porém, para uma maior eficiência logística e respeitando o limite dos recipientes utilizados (300 L), é realizado um traço dobrado, mantendo-se as proporções estabelecidas no procedimento.

O registro do tempo médio e do volume de graute produzido pode ser convertido em produção executada por um operador de betoneira e um auxiliar, conforme apresentado na Equação 1.

$$\begin{aligned}
 IPbt &= \frac{Q}{t \times n} & (1) \\
 IPbt &= \frac{0,248}{(0,2667) \times 2} \\
 IPbt &= 0,465 \frac{m^3}{hora \times operário}
 \end{aligned}$$

Para execução da laje temos os valores determinados para canaletas e pilares, em cada pavimento, conforme o Quadro 5 a seguir:

Quadro 5 - Quantidade de graute por pavimento

Elemento / Pavimento	Quantitativo Teórico (m³)
1ª Laje	3,22
2ª / 3ª Laje	6,90
4ª Laje	5,41
Platibanda	2,11
Subtotal	15,53
22 Blocos	341,66

Fonte: O autor (2025)

O processo de graute da alvenaria estrutural foi dividido em três etapas principais: meia alvenaria, respaldo e grauteamento após o cimbramento. E ainda, abaixo da descrição das etapas, o registro de tempo para realização de cada uma. É preciso notar que os dados foram retirados de amostras do 1º pavimento de uma das torres, sendo o dado mais importante o intervalo entre a utilização e não o tempo total para os pavimentos.

A primeira etapa, realizada na meia alvenaria, ocorre nas regiões localizadas abaixo das janelas, nas contravergas e até a altura aproximada de sete fiadas de blocos. Os pontos de grauteamento para cada pavimento podem ser conferidos nos Anexos E, F, G e H. Além disso, é possível verificar no Quadro 6 o primeiro registro de tempo realizado das atividades de graute.

Quadro 6 - Registro de tempo de 1ª atividade: Graute – Torre 7 A - 1º PAV.

Início	Término	Atividade	Duração (min)
08:00	08:24	Aplicação do 1º caixote	24
08:24	08:52	Aplicação do 2º caixote	28
08:52	09:20	Aplicação do 3º caixote	28
09:20	09:41	Aplicação do 4º caixote	21
09:41	10:03	Aplicação do 5º caixote	22
		Média	24,6

Fonte: O autor (2025)

A segunda etapa, correspondente ao respaldo, compreende o grauteamento das vergas de janelas e portas, com exceção do último pavimento, no qual se torna necessário o preenchimento de todas as canaletas de dimensões 19 × 09 cm, garantindo a continuidade estrutural e o adequado travamento da alvenaria. O Quadro 7 apresenta o segundo registro de tempo realizado das atividades de graute.

Quadro 7 - Registro de tempo de 2º atividade: Graute - Torre 7 A - 1º PAV.

Início	Término	Atividade	Duração
11:00	11:41	Aplicação do 1º caixote	41
11:41	12:16	Aplicação do 2º caixote	35
12:16	12:50	Aplicação do 3º caixote	34
12:50	13:37	Aplicação do 4º caixote	47
13:37	14:09	Aplicação do 5º caixote	32
13:37	14:09		32
		Média	37,8

Fonte: O autor (2025)

Por fim, a terceira etapa ocorre após o cimbramento da laje, sendo executada sobre a alvenaria já concluída. Nessa fase são finalizados os pilares de amarração e o fechamento das canaletas superiores, responsáveis por completar o encaixe estrutural da alvenaria com a laje, posicionadas logo abaixo do concreto. O Quadro 8, mostra o 3º registro de tempo feito das atividades de graute:

Quadro 8 - Registro de tempo de 3ª atividade: Graute - Torre 7 A - 1º PAV.

Início	Término	Atividade	Duração
15:00	15:41	Aplicação do 1º caixote	41
15:41	16:13	Aplicação do 2º caixote	32
16:13	17:02	Aplicação do 3º caixote	49
17:02	17:46	Aplicação do 4º caixote	44
17:46	18:25	Aplicação do 5º caixote	39
17:46	18:25		39
		Média	41

Fonte: O autor (2025)

Para cada etapa descrita, foi feito o acompanhamento cronometrado para sua execução. Podemos ver que o tempo médio para utilização de um recipiente, com 2 serventes, observado foi de 34,4 minutos, para cada um dos recipientes. É preciso observar que houve um grande intervalo entre a maior parte das aplicações, por conta do tempo de atraso em relação ao transporte de material, o qual não foi concluído de maneira efetiva. Assim, determina-se o índice de produção utilizando Equação 2:

$$IP = \frac{Q}{te \times n} \quad (2)$$

$$IP = \frac{0,248}{0,574 \times 2}$$

$$IP = 0,216 \frac{m^3}{hora \times operário}$$

Como citado anteriormente, surgiu a proposta de alteração do material para que fosse utilizado de forma usinado. Foi preciso alterar a logística do serviço, que foi remodelada seguindo a seguinte ideia: planejar e selecionar os dias e horários de chegada do material usinado, permitindo que fosse possível suprir toda a demanda da alvenaria e das lajes, sem afetar o ritmo produtivo.

Contudo, para que a proposta fosse concretizada, ainda precisava ser resolvida a questão do tempo de utilização do graute e do tempo de cura do graute usinado,

tendo em vista que, para ser financeiramente viável, o pedido mínimo feito à concreteira teria de ser de 3 m³. Em valores menores de pedido, seria cobrada uma taxa de R\$ 150,00 por metro cúbico faltante, ou seja, para cada pedido haveria um aumento de, aproximadamente, 35% para cada m³ abaixo do mínimo, totalizando R\$ 434,00 por m³.

Dessa forma, diante das barreiras apresentadas, a melhor solução foi buscar a estabilização do produto, impedindo a cura do concreto por 8 horas e permitindo fechar o ciclo desse material de maneira adequada.

Foram realizados os registros de tempo para cada etapa para a utilização do material usinado, seguindo os mesmos padrões dos Quadros 6, 7 e 8, conforme pode ser verificado nos Quadros 9, 10 e 11.

Quadro 9 - Registro de tempo de 4ª atividade: Graute – TORRE 4ª – 1ºPAV

Início	Término	Atividade	Duração (min)
08:15	08:38	Aplicação do 1º caixote	23
08:38	09:02	Aplicação do 2º caixote	24
09:02	09:21	Aplicação do 3º caixote	19
09:21	09:43	Aplicação do 4º caixote	22
		Média	22

Fonte: O autor (2025)

Quadro 10 - Registro de tempo de 5ª atividade: Graute - TORRE 4ª – 1ºPAV

Início	Término	Atividade	Duração (min)
08:30	08:55	Aplicação do 1º caixote	25
08:55	09:17	Aplicação do 2º caixote	22
09:17	09:41	Aplicação do 3º caixote	24
09:41	10:01	Aplicação do 4º caixote	20
10:01	10:22	Aplicação do 5º caixote	21
		Média	22,4

Fonte: O autor (2025)

Quadro 11 - Registro de tempo de 6ª atividade: Graute - TORRE 4ª – 1ºPAV

Início	Término	Atividade	Duração (min)
14:20	14:43	Aplicação do 1º caixote	18
14:43	15:07	Aplicação do 2º caixote	23
15:07	15:28	Aplicação do 3º caixote	24
15:28	15:50	Aplicação do 4º caixote	21
15:50	16:12	Aplicação do 5º caixote	23
		Média	21,8

Fonte: O autor (2025)

O tempo médio observado para a utilização de um recipiente, com dois serventes, foi de 22 minutos para cada um dos recipientes. A principal diferença observada entre o graute produzido em canteiro e o graute usinado, além do aspecto econômico, está relacionada à logística e ao tempo de execução.

No caso do graute usinado, não há necessidade de destinar tempo e mão de obra à preparação do material, permitindo que ele seja entregue sem imprevistos ou necessidade de aguardar o fluxo de mão de obra de serviços paralelos, com exceção do transporte.

O sistema reduz significativamente a sobrecarga da manipuladora telescópica, uma vez que o fornecimento contínuo do material pela concreteira evita interrupções e esperas. Dessa forma, o processo torna-se mais ágil, organizado e eficiente, contribuindo para o aumento da produtividade e para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

Com o tempo cronometrado e utilizando o volume aferido de 0,280 m³, devido ao limite de transbordo do recipiente, verifica-se o resultado para o material usinado, apresentado na Equação 2.

$$IP = \frac{Q}{te \times n} \quad (2)$$

$$IP = \frac{0,280}{0,367 \times 2}$$

$$IP = 0,381 \frac{m^3}{hora \times operário}$$

Com os dados de produção obtidos, é possível dar continuidade à análise sobre o graut, a qual foi realizado um levantamento comparativo dos custos considerando as três formas de base do material: Essa comparação se mostra essencial para avaliar não apenas o impacto financeiro, mas também os reflexos na produtividade e na qualidade da execução.

Para o graute produzido *in loco* apresentou inicialmente um custo unitário mais baixo, em razão da utilização de insumos adquiridos separadamente e da mão de obra própria da obra. No entanto, essa vantagem econômica tende a ser compensada pelas dificuldades de controle tecnológico, principalmente quanto à dosagem dos materiais e à variação do fator água/cimento, o que pode resultar em inconsistências no desempenho mecânico e aumento de retrabalhos.

O traço utilizado para o material feito em obra, pode ser conferido conforme o Quadro 12:

Quadro 12 - Quantitativo de material de graute in loco, traço utilizado

	UND	VOLUME	MASSA	DENSIDADE	QNT TON
CIMENTO	SC	3239	129546		
AREIA	L	194319	233,18		
BRITA	L	226706	272,05	1,7	462,4800768
ÁGUA	L	80966	-		

Fonte: O autor (2025)

E a relação de materiais contratada em obra e seus valores para fornecedor padrão, estão conforme o Quadro 13:

Quadro 13 - Quantitativo de material e custo para graute in loco

DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	UNIDADE	QTD CONTRATADA	VALOR TOTAL (R\$)
AREIA GROSSA	122	M3	250	30500
PEDRA BRITADA Nº 0	80,3	M3	280	22484
CIMENTO CII SEM DESCARGA	0,61	KG	161950	98384,63

Fonte: O autor (2025)

A partir do traço utilizado em obra, seria preciso produzir 8 volumes para obter 1m³ de graute finalizado, a quantidade verificada seguindo o Quadro 14:

Quadro 14 - Quantitativo de material de graute in loco, para 1m³

LEVANTAMENTO PARA TODA OBRA					
MATERIAL	UNIDADE	QTD	FATOR / PESO	DENSIDADE	QNT TON
CIMENTO	SC	8	320		
AREIA	L	480	0,58		
BRITA	L	560	0,67	1,7	1,1424
AGUA	L	200	-		

Fonte: O autor (2025)

Multiplicando pelos valores unitários, a partir do levantamento apontado acima, temos os valores:

Areia Grossa: $0,58 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 122,00 = \text{R\$ } 70,76$

- Cimento: $8 \text{ sacos} * 50\text{kg} * \text{R\$ } 0,61 = \text{R\$ } 244,00$

- Brita 0: $1,14 \text{ ton} * \text{R\$ } 80,30 = \text{R\$ } 91,54$

- Valor total de 1m³ de graute in loco = R\$ 406,30

Por outro lado, o graute usinado, apesar de apresentar um custo por metro cúbico mais elevado, oferece maior confiabilidade quanto à resistência e homogeneidade, além de reduzir significativamente o tempo de execução e a necessidade de acompanhamento técnico contínuo. A utilização desse tipo de graute também contribui para a limpeza e organização do canteiro, fatores que influenciam positivamente na produtividade geral da obra. O custo do graute usinado está discriminado no Quadro 15:

Quadro 15 - Custos graute usinado

DESCRIÇÃO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	UNIDADE	QTD CONTRATADA	VALOR TOTAL (R\$)
SER GRAUTE USINADO FCK 20 MPA BRITA 0 SLUMP 22 +/-	477,85	M3	310	148133,5

Fonte: O autor (2025)

Como referência adicional, o valor obtido na Tabela SINAPI foi utilizado como parâmetro de mercado, permitindo verificar a coerência dos preços praticados localmente com os índices oficiais. Essa comparação possibilita uma visão mais ampla sobre a viabilidade econômica de cada alternativa e auxilia na tomada de

decisão quanto ao método mais adequado a ser adotado em futuras obras. Pode se verificar o custo estabelecido pela SINAPI no Quadro 16:

Quadro 16 - Custos do graute - Composição SINAPI

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO - SINAPI	UNIDADE	CUSTO TOTAL (R\$)
90283	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:1,8:2,1:0,4 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 09/2021	M ³	514,69

Fonte: O autor (2025)

Dessa forma, a análise dos custos do graute, sob diferentes formas de fornecimento, se torna fundamental para compreender a relação entre custo, qualidade e desempenho produtivo, aspectos que impactam diretamente o cronograma físico e o orçamento global do empreendimento.

6.2.2 MUDANÇAS LOGÍSTICA DE CANTEIRO

Entre as decisões de mudança que mais impactaram o andamento da obra, a readequação da quantidade de máquinas para transporte de materiais destacou-se como uma das mais relevantes, especialmente no que se refere à produtividade.

Havia uma lacuna significativa entre a capacidade de abastecimento e a demanda existente na obra, tornando necessária a reavaliação da logística do canteiro, com o objetivo de adequar o fluxo de materiais e otimizar os tempos de execução. A principal alteração implementada foi a disponibilização de duas manipuladoras telescópicas, em substituição ao uso de apenas um equipamento. Essa mudança impactou diretamente a dinâmica de abastecimento e o transporte interno dos insumos, sobretudo durante as etapas de grauteamento e execução da alvenaria estrutural.

A presença de um segundo equipamento permitiu a divisão das frentes de serviço, reduzindo paralisações por espera de transporte e minimizando o tempo ocioso das equipes. Frequentemente, a única máquina disponível precisava ser

mobilizada para descarga de materiais ou para o atendimento de frentes de acabamento, o que deixava as atividades estruturais paralisadas. Com a duplicação dos equipamentos, observou-se ganho perceptível de produtividade e maior fluidez nas atividades simultâneas do canteiro, como o deslocamento de blocos, argamassa e graute. Para visualização, a figura 23 mostra o panorama de parte da obra, e as distribuições de materiais a serem feitas.

Figura 23 – Panorama da obra



Fonte: O Autor (2025)

Como consequência, essa reorganização logística refletiu positivamente no cronograma físico da obra, permitindo a conclusão das etapas estruturais e de vedação em menor intervalo de tempo, sem comprometer o controle de qualidade ou a sequência executiva prevista em projeto.

Durante o processo de coleta de dados, conforme apresentado anteriormente, foram registrados os içamentos realizados e seus respectivos tempos de execução.

Os resultados indicam que a capacidade média da manipuladora telescópica é de aproximadamente um içamento a cada 10,5 minutos, considerando o trajeto

completo do abastecimento. Embora haja variações quando o equipamento é utilizado para serviços de acabamento, para sua função principal — o suprimento das equipes responsáveis pela estrutura — essa média foi adotada como referência.

A partir do cronograma físico apresentado na tabela a seguir, observa-se a evolução do andamento da obra ao longo do período de execução. Nos meses de fevereiro, março e abril, a obra contou com apenas uma manipuladora telescópica para atendimento das frentes de serviço, o que limitou parcialmente o ritmo de produção e a eficiência logística do canteiro.

Nos meses subsequentes, até o período atual, foi implementado o uso de duas manipuladoras telescópicas, representando uma melhoria significativa na logística interna. Essa mudança possibilitou o aumento da produtividade das equipes, a redução de tempos ociosos e um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, refletindo diretamente no desempenho físico acumulado da obra e contribuindo para a regularização do cronograma e a mitigação de atrasos observados anteriormente. A partir do andamento físico, verificado no Quadro 17, nota-se a evolução da obra.

Quadro 17 - Resumo do andamento físico da obra

DATA MEDIDA	Real (m)	Real (acum)	Previsto (m)	Previsto (acum)
fev/25	2,52%	13,15%	5,70%	16,34%
mar/25	3,27%	16,42%	6,92%	20,07%
abr/25	3,48%	19,90%	8,31%	24,73%
mai/25	7,08%	26,97%	5,79%	25,69%
jun/25	6,77%	33,75%	6,41%	33,39%
jul/25	6,14%	39,89%	6,99%	40,73%
ago/25	6,56%	46,45%	7,03%	46,92%
set/25	6,73%	53,18%	6,73%	53,18%

Fonte: O autor (2025)

Durante esse intervalo, verificou-se que o avanço físico médio mensal foi de aproximadamente 3,09%, valor inferior à média planejada, que era de 6,98%, resultando em um desempenho cerca de 44% abaixo do previsto. Essa diferença está associada a diversos fatores; contudo, um dos principais foi a menor capacidade de

movimentação simultânea de insumos, bem como o aumento do tempo de espera entre as frentes produtivas.

A partir do mês de maio, com a disponibilização de duas manipuladoras telescópicas, observou-se uma melhoria significativa na logística do canteiro de obras, possibilitando a execução simultânea de diferentes atividades e a otimização do fluxo de materiais, tendo em vista que o número de equipes se manteve o mesmo. Essa alteração contribuiu para um aumento médio de 30% na produtividade das equipes de alvenaria, refletindo em um avanço físico mensal médio de 9%, valor superior ao inicialmente previsto, permitindo a compensação parcial do atraso acumulado nos meses anteriores.

Dessa forma, a análise comparativa entre os períodos evidencia que a adequação dos recursos logísticos exerceu papel determinante na regularização do cronograma físico da obra, demonstrando que o planejamento e a gestão de equipamentos de apoio constituem fatores essenciais para a eficiência produtiva e o cumprimento das metas estabelecidas. Conferem-se, nos Anexos B e C, os dados de registro do

A partir desses dados, foi possível identificar dois momentos distintos na execução da obra: o primeiro, compreendido entre os meses de fevereiro (03/02) e maio (07/05), e o segundo, entre maio (07/05) e setembro (05/09).

Durante o primeiro período, entre fevereiro e maio, foram concluídas 30 alvenarias ao longo de 76 dias úteis, considerando os sábados, resultando em uma produtividade média de 0,395 alvenarias por dia útil. Já no segundo período, entre maio e setembro, observou-se um avanço significativo da produção, com 53 alvenarias executadas em 104 dias úteis, elevando a produtividade média para 0,51 alvenarias por dia útil.

Ao converter esses índices em horas de trabalho por alvenaria, considerando uma jornada média de 8 horas diárias, a diferença de desempenho torna-se ainda mais evidente. No primeiro período, foram necessárias aproximadamente 20,25 horas de trabalho por alvenaria, enquanto, no segundo período, essa média foi reduzida para 15,69 horas por unidade.

Essa variação representa uma redução de cerca de 29% no tempo médio de execução por alvenaria, conforme indicado pela diferença na evolução física, evidenciando uma melhoria expressiva na produtividade da equipe. Como o

número de equipes e de funcionários permaneceu constante, a comparação pode ser realizada sem a necessidade de considerar a produtividade em homens-hora.

A evolução observada está diretamente relacionada à otimização dos recursos do canteiro, especialmente após a disponibilização de duas manipuladoras telescópicas, o que proporcionou maior agilidade nas etapas de transporte e abastecimento de materiais, refletindo positivamente no ritmo de execução das alvenarias.

Ademais, com a aquisição do segundo equipamento, houve uma redução significativa das perdas de material, uma vez que a diminuição do tempo de transporte permitiu que os insumos produzidos chegassem ao local de aplicação dentro do seu período de validade. Tal aspecto é especialmente relevante no caso da argamassa, que, em função da presença de cimento em sua composição, possui um tempo de utilização limitado a aproximadamente 2,5 horas.

Portanto, parte do material anteriormente desperdiçado passou a ser utilizada de forma mais eficiente, em razão da redução do tempo de içamento das manipuladoras, contribuindo para a diminuição de perdas, bem como para a redução do tempo e dos custos associados a um processo produtivo menos eficiente.

6.2.3 MODULARIZAÇÃO DE MATERIAIS

Na obra analisada por meio do estudo de caso, optou-se pela utilização do sistema de modularização em diversos procedimentos de execução de serviços, sendo as instalações aquelas que apresentaram maior impacto no andamento global da obra. A adoção desse sistema teve como principal objetivo otimizar o processo executivo, reduzindo perdas de material, retrabalhos e interferências entre disciplinas, além de padronizar os procedimentos de montagem ao longo dos pavimentos do edifício.

Nas instalações elétricas e hidráulicas, a modularização consistiu na padronização das unidades de distribuição conforme a tipologia dos apartamentos e sua repetição nos pavimentos-tipo. Essa abordagem permitiu a definição prévia de kits de montagem, com quantidades fixas de conduítes, cabos, conexões e tubulações, possibilitando maior controle dos materiais e facilitando a logística de entrega e organização no canteiro de obras.

O kit elétrico é composto por componentes que permitem a execução simplificada das distribuições elétricas dos apartamentos e halls. Como esses kits são previamente manufaturados, com eletrodutos e enfição já conectados às caixas de passagem, a execução em obra restringe-se à correta disposição dos elementos identificados na laje e à passagem das tubulações pela alvenaria. A Figura 24 mostra a implantação dos kits elétricos:

Figura 24 – Exemplo da implantação dos kits de elétrica

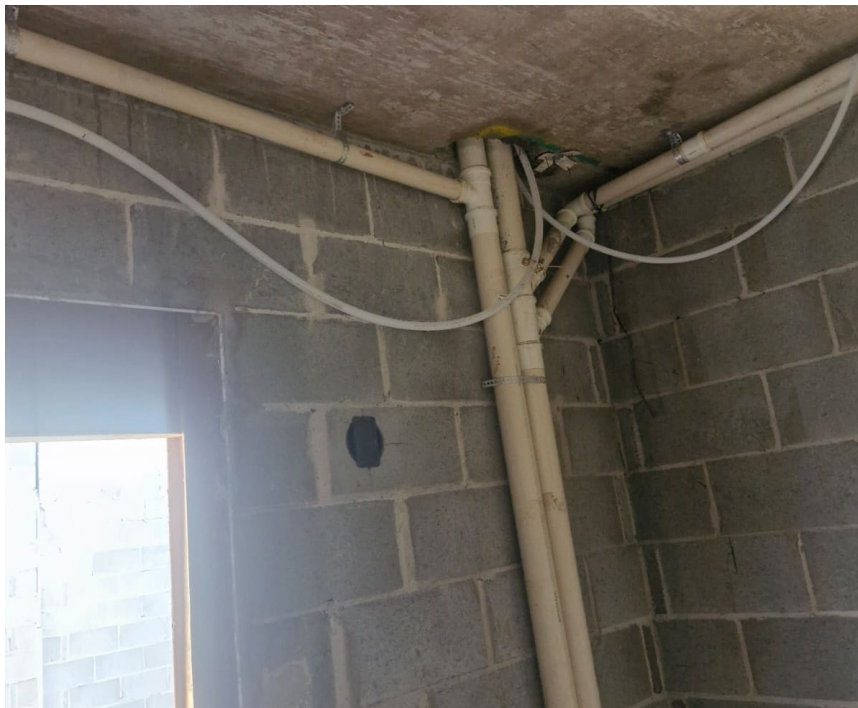


Fonte: O Autor (2025)

Os elementos chegam ao canteiro devidamente etiquetados, acompanhados do projeto com a descrição correta das posições de cada componente presente no kit. Esses materiais são organizados em recipientes identificados por cores — amarelo, verde e hall — correspondentes aos diferentes lados e pontos da laje. No total, utilizam-se dois recipientes amarelos, dois verdes e um recipiente destinado ao hall.

Os kits de hidráulica seguem procedimento semelhante, porém são subdivididos entre instalação de esgoto e distribuição hidráulica. O sistema de esgoto é composto por tubulações de PVC série normal, com conexões coláveis, enquanto o abastecimento hidráulico é realizado por meio de tubulações em PEX. A montagem segue a padronização estabelecida nos projetos, conforme apresentado nos anexos. A Figura 25 mostra a implantação dos kits hidráulicos:

Figura 25 - Exemplo da implantação dos kits de hidráulica



Fonte: O Autor (2025)

Dessa forma, a partir da padronização dos elementos, a responsabilidade da obra restringe-se à organização da execução e ao adequado armazenamento dos materiais, reduzindo interferências e improvisações durante o processo construtivo.

A confecção dos kits é realizada por uma subdivisão da própria empresa, de modo que o custo final se limita ao valor bruto dos materiais e à mão de obra necessária para a execução do serviço. Assim, os preços unitários e o custo total de cada sistema podem ser verificados no Quadro 18.

Quadro 18 - Relação de custo e valores de confecção e instalação dos kits

DESCRIÇÃO	UND. DE MEDIDA	CONTRATADO UN.	CONTRATADO VALOR TOTAL (R\$)	VALOR UNITÁRIO (R\$)
SER CONFECCAO KIT DE ESGOTO	UN	352	32394,56	92,03
SER CONFECCAO KIT ELETRICO	UN	352	56425,6	160,3
SER CONFECCAO KIT DE AGUA FRIA	UN	352	27808	79
SER INSTALACAO KIT DE ESGOTO (VITTA)	UN	330	92400	280
SER INSTALACAO KIT DE AGUA FRIA	UN	352	88000	250
SER INSTALAÇÃO KIT ELETRICO	UN	352	24640	70

Fonte: O autor (2025)

Por outro lado, considerando os custos dos materiais e mão de obra a parte, é possível ter uma base de comparação da diferença entre os dois métodos.

Para referência foram retirados os valores de preços unitários fornecidos pela Sinapi, esses são aqueles padronizados para todo estado de São Paulo na data de outubro de 2025 e possuem todos os valores determinados por estudos abrangentes do mercado da construção civil. Além disso, para o custo de confecção, que de maneira convencional, está indiretamente no valor da instalação, foram obtidos os valores em horas da montagem de cada uma das conexões presentes nas instalações citadas.

Dessa forma, seguindo os valores padronizados da SINAPI, foram obtidos os valores referentes ao custo do serviço de forma convencional.

Para a distribuição hidráulica, é considerado o tempo de instalação de todas as conexões realizadas previamente nas tubulações de PEX, conforme o Quadro 19:

Quadro 19 - Valores de horas e custo das composições de serviço: Água fria

DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA - APARTAMENTO		SINAPI - VALORES EM H			CUSTO PARA 1 AP - CONVENCIONAL (SINAPI)			FORNECEDORES
Descrição	un	Composição	Auxiliar	Encanador	Valor/hora: Auxiliar de Encanador	Valor/hora: Encanador	Valor Serviço	Custo Material
TE REDUÇÃO CENTRAL PEX - DN 20X16X20 mm	2	104543	0,228	0	32,7	40,11	R\$ 14,91	33,02
TE PEX - DN 16X16X16 mm	2	98688	0,142	0,2125	32,7	40,11	R\$ 26,31	26,38
ADAPTADOR PEX AGUA 20 MM 3/4 POL ROSCA MACHO FIXO	1	104526	0,161	0,2415	32,7	40,11	R\$ 14,95	8,74
ADAPTADOR PEX AGUA 16 MM 1/2 POL ROSCA FEMEA MOVEI	3	104524	0,136	0,2038	32,7	40,11	R\$ 37,86	19,02
CONECTOR FIXO COM ROSCA MACHO PEX - DN 16mm x 1/2	2	104525	0,136	0,2038	32,7	40,11	R\$ 25,24	12,68
TE REDUÇÃO EXTREMA PEX - DN 20X16X16 mm	1	104540	0,216	0,3232	32,7	40,11	R\$ 20,01	15,04
					TOTAL		R\$ 139,28	114,88

Fonte: O autor (2025)

Para as prumadas de esgoto, é considerado o tempo de instalação de todas as conexões realizadas previamente nas tubulações de PVC série padrão, conforme Quadro 20:

Quadro 20 - Valores de horas e custo das composições de serviço: Esgoto

DISTRIBUIÇÃO ESGOTO - APARTAMENTO		SINAPI - VALORES EM H			CUSTO PARA 1 AP - CONVENCIONAL (SINAPI)			FORNECEDORES
Descrição	Un.	COMPOSIÇÃO	AUXILIAR	ENCANADOR	AUXILIAR	ENCANADOR	TOTAL	Custo Material
JOELHO 45°, DN 50MM PVC, SÉRIE NORMAL	4	89802	0,0343	0,0343	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 9,99	R\$ 13,88
JOELHO 90°, DN 50MM PVC, SÉRIE NORMAL	3	89801	0,0343	0,0343	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 7,49	R\$ 10,41
JUNÇÃO 75X50 PVC, SÉRIE NORMAL	4	104350	0,127	0,127	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 36,99	R\$ 13,88
LUVA 50MM SIMPLES PVC, SÉRIE NORMAL	4	89813	0,0228	0,0228	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 6,64	R\$ 13,88
LUVA 75MM SIMPLES PVC, SÉRIE NORMAL	7	89817	0,0838	0,0838	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 42,71	R\$ 24,29
CORPO CAIXA SIFONADA PVC DN 100X100X50MM	2	89707	0,3987	0,3987	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 58,06	R\$ 6,94
CAIXA SIFONADA PVC DN 150X150X50MM	1	104329	0,4231	0,4231	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 30,81	R\$ 3,47
JOELHO 45°, DN 40MM PVC, SÉRIE NORMAL	1	89726	0,127	0,127	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 9,25	R\$ 3,47
JOELHO 90°, DN 40MM PVC, SÉRIE NORMAL	1	89724	0,127	0,127	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 9,25	R\$ 3,47
BUCHA DE REDUÇÃO 50X40 PVC, SÉRIE NORMAL	1	103967	0,0712	0,0712	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 5,18	R\$ 3,47
JOELHO 90°, DN 100 PVC, SÉRIE NORMAL	1	89809	0,2172	0,2172	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 15,81	R\$ 3,47
LUVA DN 100 PVC, SÉRIE NORMAL	3	89821	0,1448	0,1448	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 31,63	R\$ 10,41
TE 100X100MM PVC, SÉRIE NORMAL	1	89833	0,2896	0,2896	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 21,45	R\$ 3,47
TE 50X50MM PVC, SÉRIE NORMAL	1	89825	0,0457	0,0457	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 3,33	R\$ 3,47
JUNÇÃO 100X50MM PVC, SÉRIE NORMAL	1	104353	0,2083	0,2083	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 15,17	R\$ 3,47
JUNÇÃO 75X75MM PVC, SÉRIE NORMAL	2	89830	0,1676	0,1676	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 24,41	R\$ 6,94
BUCHA DE REDUÇÃO 75X50 PVC, SÉRIE NORMAL	2	103972	0,1035	0,1035	R\$ 32,70	R\$ 40,11	R\$ 15,07	R\$ 6,94
					TOTAL		R\$ 343,22	R\$ 135,33

Fonte: O autor (2025)

Em relação a distribuição elétrica, analisa-se a enfição e preparação das caixas de passagem octogonais, os valores de horas foram separados no Quadro 21:

Quadro 21 - Valores de horas e custo das composições de serviço: Elétrica

DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA - APARTAMENTO			SINAPI			CUSTO PARA 1 AP - CONVENCIONAL (SINAPI)			FORNECEDORES
Descrição	Qtd	un	COMPOSIÇÃO	AUXILIAR	ENCANADOR	Valor/h Aux	Valor/h Eletricista	Valor Total	Custo Material
CABO COBRE FLEX IV ISOLADO 1,5MM ²	85	m	91924	0,023	0,023	33,84	44,61	R\$ 153,37	R\$ 124,95
CABO COBRE FLEX IV ISOLADO 2,5MM ²	212	m	91927	0,029	0,029	33,84	44,61	R\$ 482,31	R\$ 311,64
CABO COBRE FLEX IV ISOLADO 6MM ²	34	m	91930	0,051	0,051	33,84	44,61	R\$ 136,03	R\$ 49,98
CAIXA OCTAGONAL 4X4	7	pç	98688	0,1417	0,1417	33,84	44,61	R\$ 99,92	R\$ 10,29
						TOTAL		R\$ 871,63	R\$ 496,86

Fonte: O autor (2025)

Após a coleta de dados em relação ao custo, foi possível avaliar a produtividade e perdas relativas as maneiras de confecção.

Pode-se obter os dados a partir da relação de datas de início e término de cada local em que o serviço ocorreu. Confere-se para os dados para onde foram aplicados os kits.

Para a distribuição hidráulica, foram registradas as datas seguindo o anexo B, com um total de 18 blocos, 288 apartamentos em 136 dias úteis, o que se resume a uma média de 2,12 apartamentos por dia, sendo para uma equipe de uma auxiliar e um encanador. O índice de produção é dado pela Equação 2:

$$\begin{aligned}
 IP &= \frac{Q}{te \times n} \\
 IP &= \frac{2,12}{8 \times 2} \\
 IP &= 0,1325 \frac{\text{apartamento}}{\text{hora} \times \text{operário}}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Para as prumadas de hidráulicas (esgoto), segue-se o anexo C, com um total de 21 blocos, 336 apartamentos em 160 dias úteis, o que se resume a uma média de 2,1 apartamentos por dia, sendo para uma equipe de uma auxiliar e um encanador. O índice de produção é dado pela Equação 2:

$$\begin{aligned}
 IP &= \frac{Q}{te \times n} \\
 IP &= \frac{2,1}{8 \times 2} \\
 IP &= 0,1312 \frac{\text{apartamento}}{\text{hora} \times \text{operário}}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Para a distribuição elétrica, foram registradas a partir do anexo D as datas, com um total de 81 pavimentos, 324 apartamentos em 171 dias úteis, o que se resume a uma média de 1,89 apartamentos por dia, sendo para uma equipe de uma auxiliar e um encanador. O índice de produção é dado pela Equação 2:

$$\begin{aligned}
 IP &= \frac{Q}{te \times n} \\
 IP &= \frac{1,89}{8 \times 2} \\
 IP &= 0,118 \frac{\text{apartamento}}{\text{hora} \times \text{operário}}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Seguindo a mesma ideia da análise de custo, é feito o comparativo com os valores fornecidos pela SINAPI. Assim, podemos avaliar os valores de horas que são consideradas como padrão e encontrar o Índice de produtividade respectivo aos serviços em avaliação.

Nessa etapa, foi utilizado o tempo total que é levado para execução do serviço, ou seja, foram considerados todos os itens de composição necessários para a execução da distribuição hidráulica, prumadas de esgoto e distribuição elétrica.

Inicialmente, separadas as composições da distribuição hidráulica conforme a tabela a seguir que apresenta os valores de horas totais referentes à execução da distribuição hidráulica, considerando os serviços necessários para implantação completa do sistema de água fria, conforme previsto na metodologia SINAPI, apontado no Quadro 22:

Quadro 22 - Valores de horas das composições de serviço: Água fria

DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA - APARTAMENTO				DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA - APARTAMENTO		
DESCRIÇÃO	Unidade	Quantidade		COMPOSIÇÃO	AUXILIAR (h)	ENCANADOR (h)
TE REDUÇÃO CENTRAL PEX - DN 20X16X20 mm	un.	2		104543	0,456	0
TE PEX - DN 16X16X16 mm	un.	2		96868	0,2834	0,425
ADAPTADOR PEX AGUA 20 MM 3/4 POL ROSCA MACHO FIXO	un.	1		104526	0,161	0,2415
ADAPTADOR PEX AGUA 16 MM 1/2 POL ROSCA FEMEA MOV	un.	3		104524	0,4077	0,6114
CONECTOR FIXO COM ROSCA MACHO PEX - DN 16mm x 1/2"	un.	2		104525	0,2718	0,4076
TE REDUÇÃO EXTREMA PEX - DN 20X16X16 mm	un.	1		104540	0,2155	0,3232
TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN16	m	10,6		96798	0,49078	0,7367
TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 20	m	3,3		96799	0,15279	0,28908
				HORAS TOTAIS	2,43897	3,03448

Fonte: O autor (2025)

Em seguida, seguindo o mesmo procedimento, traz os valores correspondentes às prumadas de esgoto, reunindo as composições e os tempos de execução definidos pela SINAPI para montagem de tubulações verticais e seus respectivos componentes, os valores seguem no Quadro 23:

Quadro 23: Valores de horas das composições de serviço: Esgoto

PRUMADAS DE ESGOTO APARTAMENTO				SINAPI		
DESCRIÇÃO	Unidade	Quantidade		COMPOSIÇÃO	AUXILIAR (h)	ENCANADOR (h)
JOELHO 45° DN 50MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	4		89802	0,1372	0,0343
JOELHO 90° DN 50MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	3		89801	0,1029	0,0343
JUNÇÃO 75X50 PVC, SÉRIE NORMAL	un.	4		104350	0,508	0,127
LUVA 50MM SIMPLES PVC, SÉRIE NORMAL	un.	4		89813	0,0912	0,0228
LUVA 75MM SIMPLES PVC, SÉRIE NORMAL	un.	7		89817	0,5866	0,0838
CORPO CAIXA SIFONADA PVC DN 100X100X50MM	un.	2		89707	0,7974	0,3987
CAIXA SIFONADA PVC DN 150X150X50 MM	un.	1		104329	0,4231	0,4231
JOELHO 45° DN 40MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		89726	0,127	0,127
JOELHO 90° DN 40MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		89724	0,127	0,127
BUCHA DE REDUÇÃO 50X40 PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		103967	0,0712	0,0712
JOELHO 90° DN 100 PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		89809	0,2172	0,2172
LUVA DN 100 PVC, SÉRIE NORMAL	un.	3		89821	0,4344	0,1448
TE 100X100MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		89833	0,2896	0,2986
TE 50X50MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		89825	0,0457	0,0457
JUNÇÃO 100X50MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	1		104353	0,2083	0,2083
JUNÇÃO 75X75MM PVC, SÉRIE NORMAL	un.	2		89830	0,3352	0,1676
BUCHA DE REDUÇÃO 75X50 PVC, SÉRIE NORMAL	un.	2		103972	0,207	0,207
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO DN 100	m	3,1		89800	0,81592	0,81592
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO DN 75	m	3,7		89711	0,56388	0,56388
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO DN 50	m	11,3		89798	0,46895	0,46895
TUBO PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO DN 40	m	2,5		89799	0,7325	0,7325
FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC, ESGOTO, DN 100	m	3,1		91181	0,28365	1,24744
FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC, ESGOTO, DN 75	m	3,7		91180	0,31635	1,39231
FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC, ESGOTO, DN 50	m	11,3		91180	0,96615	4,25219
FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PVC, ESGOTO, DN 40	m	2,5		91185	0,3715	1,63425
				HORAS TOTAIS	9,2279	13,84584

Fonte: O autor (2025)

Por fim, a Tabela consolida os valores de horas totais referentes à distribuição elétrica, englobando os serviços de lançamento de eletrodutos, caixas de passagem, fiação e demais elementos essenciais ao sistema elétrico. O Quadro 24 aponta os valores de horas da composição do serviço:

Quadro 24 - Valores de horas das composições de serviço: Elétrica

DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA APARTAMENTO			SINAPI		
DESCRIÇÃO	QTD.	un.	COMPOSIÇÃO	AUXILIAR (h)	ENCANADOR (h)
CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5MM ²		85 m	91924	1,955	1,955
CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5MM ²		212 m	91927	6,148	6,148
CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6MM ²		34 m	91930	1,734	1,734
CAIXA OCTAGONAL 4X4		7 pç.	96868	0,9919	1,4875
ELETRODUTO FLXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO PVC(3/4")		12 m	104526	1,932	2,898
ELETRODUTO FLXÍVEL CORRUGADO REFORÇADO PVC(1/2")		64 m	104524	8,6976	13,0432
			HORAS TOTAIS	21,4585	27,2657

Fonte: O autor (2025)

Dando continuidade ao desenvolvimento da etapa, foram considerados os valores de horas totais obtidos pela SINAPI para cada um dos serviços analisado: Distribuição hidráulica, prumadas de esgoto e distribuição elétrica. A partir desses dados de referência, foi possível estabelecer um parâmetro comparativo para avaliar o desempenho real observado na obra.

Para a distribuição hidráulica, calculou-se um tempo de execução de um apartamento de 5,47h, com uma equipe de 2 pessoas, sendo um auxiliar e um encanador. Dessa forma, o índice de produção é de acordo com a Equação 2:

$$IP = \frac{Q}{te \times n} \quad (2)$$

$$IP = \frac{1}{5,47 \times 2}$$

$$IP = 0,092 \frac{\text{apartamento}}{\text{hora} \times \text{operário}}$$

Já para a prumada de esgoto, calculou-se um tempo de execução de um apartamento de 23,07h, com uma equipe de 2 pessoas, sendo um auxiliar e um encanador. Dessa forma, seguindo a Equação 2, o índice de produção é de:

$$IP = \frac{Q}{te \times n} \quad (2)$$

$$IP = \frac{1}{23,07 \times 2}$$

$$IP = 0,022 \frac{\text{apartamento}}{\text{hora} \times \text{operário}}$$

E a distribuição elétrica calculou-se um tempo de execução de um apartamento de 48,74h, com uma equipe de 2 pessoas, sendo um auxiliar e um encanador. Dessa forma, o índice de produção é ,de acordo com a Equação 2:

$$\begin{aligned} IP &= \frac{Q}{te \times n} \\ IP &= \frac{1}{48,74 \times 2} \\ IP &= 0,01 \frac{\text{apartamento}}{\text{hora} \times \text{operário}} \end{aligned} \quad (2)$$

Quanto às perdas, verificou-se que apenas dois apartamentos necessitaram de reposição de materiais elétricos, em razão da utilização desses componentes em outras lajes onde houve danos ou extravios. Nos demais casos, em função da praticidade do sistema e da ausência de necessidade de modificações nos kits, o material foi utilizado de forma eficiente, havendo apenas a substituição pontual de poucas peças. Dessa maneira, as perdas de material mostraram-se praticamente irrelevantes no conjunto da obra.

Por fim, após a coleta e análise dos dados, observa-se que, entre as principais vantagens da modularização, destaca-se a padronização e a repetibilidade das soluções construtivas. A definição de módulos e kits pré-estabelecidos para cada tipologia de unidade possibilita a redução das variações executivas, assegura maior uniformidade da qualidade e otimiza o processo de montagem. Essa padronização contribui diretamente para o aumento da produtividade, uma vez que as equipes passam a executar atividades repetitivas e dominam o método construtivo, reduzindo o tempo de execução e a necessidade de supervisão constante.

Outro benefício relevante refere-se à redução de perdas e desperdícios de materiais, decorrente do planejamento detalhado das quantidades e do uso de kits prontos para montagem. Essa prática minimiza cortes desnecessários de cabos, conduítes, tubos e conexões, além de facilitar o controle logístico e o armazenamento no canteiro de obras. A modularização também favorece a compatibilização entre os projetos complementares, evitando interferências entre os sistemas elétrico, hidráulico e estrutural, e contribuindo para maior previsibilidade de custos e prazos.

Adicionalmente, a padronização facilita futuras manutenções, uma vez que a repetição dos sistemas e o posicionamento uniforme dos componentes tornam mais simples a identificação e a substituição de elementos quando necessário.

Por outro lado, a metodologia apresenta desvantagens e desafios que devem ser considerados na fase de implantação. A principal limitação está na necessidade de um planejamento detalhado e minucioso, com projetos totalmente compatibilizados antes do início da execução, pois eventuais erros tendem a se repetir em todas as unidades, ampliando seu impacto na obra.

Outro ponto crítico é a menor flexibilidade para alterações em campo, visto que ajustes pontuais podem comprometer a lógica modular estabelecida. Além disso, observa-se um custo inicial mais elevado, associado à elaboração de projetos executivos específicos, ao desenvolvimento dos módulos e ao treinamento das equipes. A dependência de fornecedores e da logística de entrega também exige atenção, pois atrasos ou falhas no fornecimento dos kits podem impactar diretamente o cronograma físico. Soma-se a isso a existência de uma curva de aprendizado no início da implantação, até a completa adaptação das equipes ao método padronizado.

De forma geral, constata-se que os benefícios da modularização superam suas limitações, especialmente quando há planejamento consistente e integração entre as áreas de projeto, suprimentos e execução. A aplicação prática dessa metodologia, conforme verificado na obra analisada, demonstrou potencial para reduzir perdas de material, aumentar a eficiência produtiva e padronizar a qualidade final das instalações, reforçando sua viabilidade técnica e econômica para empreendimentos de médio e grande porte.

7 RESULTADOS

A partir das análises realizadas ao longo do estudo, obtém-se os resultados dos apontamentos e objetivos em perspectiva, esses com enfoque nas estratégias destinadas à redução de desperdícios de materiais e à otimização do tempo de execução em obras de alvenaria estrutural voltadas à habitação popular. Dado que esse tipo de empreendimento se caracteriza por fortes restrições orçamentárias, alta repetitividade de serviços e necessidade de rigor no cumprimento de cronogramas, a identificação de oportunidades de melhoria no processo executivo torna-se essencial para a elevação da eficiência produtiva.

Os resultados expostos foram organizados de forma a evidenciar o desempenho real observado no estudo de caso, estabelecendo comparações com referências amplamente utilizadas no setor da construção civil, como as composições de custos e produtividade da SINAPI, além de parâmetros técnicos obtidos em literatura especializada.

A partir desses dados, foi possível mensurar perdas, identificar gargalos produtivos e avaliar o impacto direto das decisões de planejamento, logística e métodos construtivos adotados.

Para cada estratégia avaliada, pode-se montar o que se resumiu cada levantamento e observação

I. COMPARATIVO DE MATERIAIS FEITOS IN LOCO E USINADOS (COM FOCO EM GRAUTE)

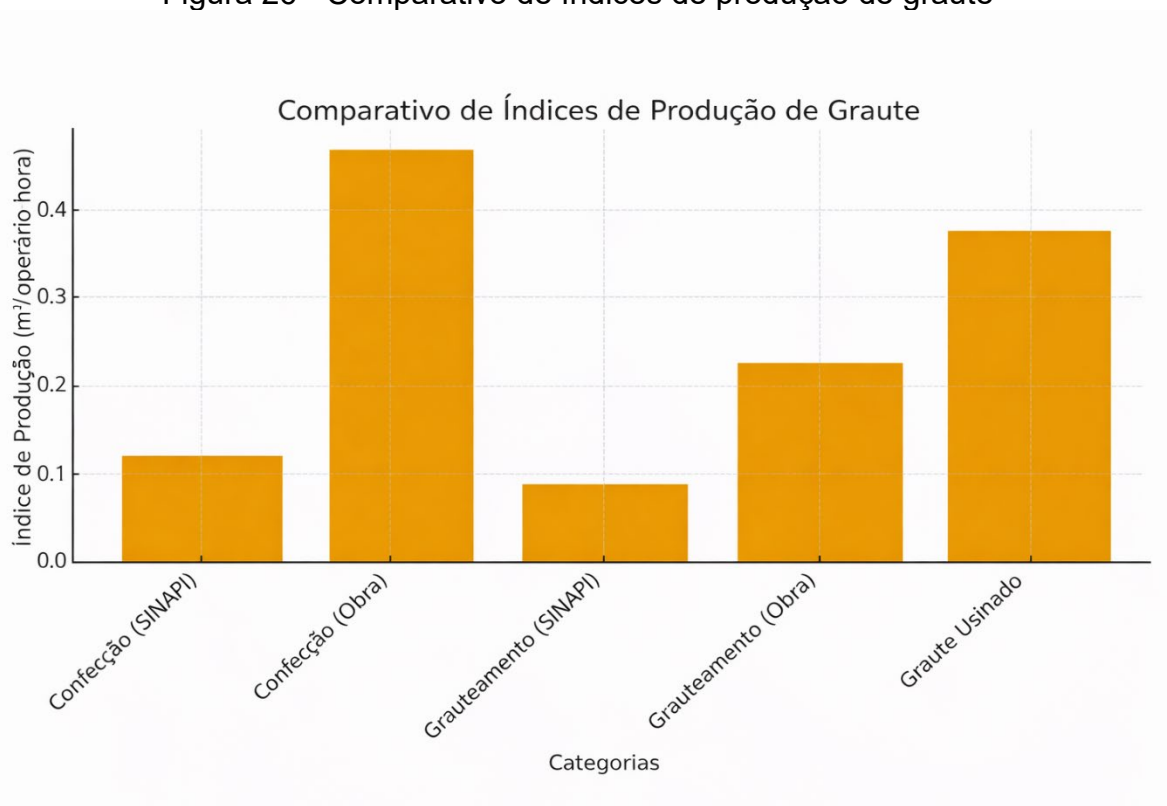
Nessa análise comparou-se o meio convencional in loco com o material usinado, tendo em vista da situação e dimensão da obra nos diversos aspectos de sua implantação.

A comparação buscou compreender de que forma a escolha do processo produtivo influencia diretamente o desempenho global do empreendimento, especialmente em obras de alvenaria estrutural voltadas ao segmento habitacional popular, onde o controle de custos e a eficiência executiva são fatores determinantes.

Abordou-se como o tempo de execução de um serviço pode afetar a obra em relação aos aspectos de custo, esse relacionado com a produtividade, e com o desperdício.

O primeiro comparativo foi dos índices de produção apresentados para a etapa de confecção e utilização do graute, considerando, na primeira, apenas a base retirada da SINAPI e o material confeccionado in loco, seguido do índice de cada método para a etapa de grauteamento., disposto o gráfico da figura 26:

Figura 26 - Comparativo de índices de produção de graute



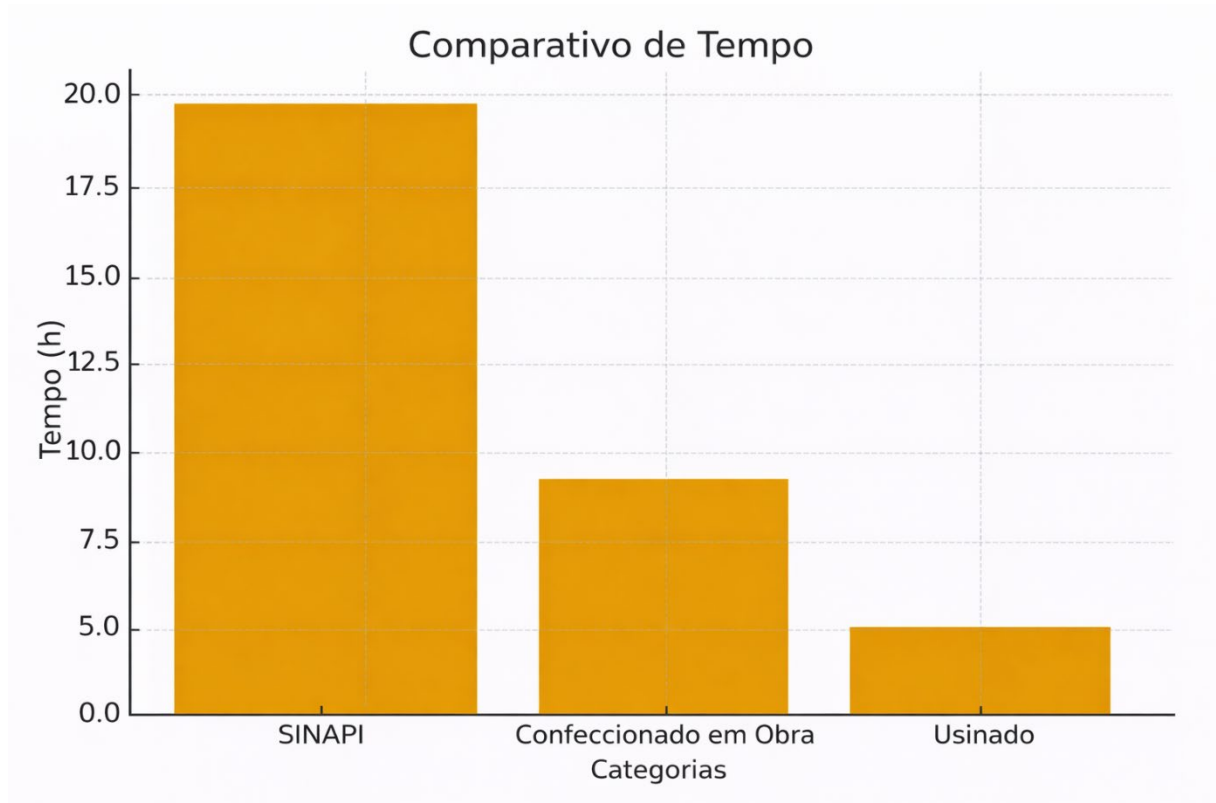
Fonte: O autor (2025)

Em vista do gráfico, há uma grande diferença entre cada processo de execução. Em relação a confecção, superou-se a expectativa do que é tomado como base de comparação da SINAPI, sendo o valor de produção em obra 387,5% maior ao valor desta.

No processo de grauteamento, vemos uma semelhança. Os valores da SINAPI continuam sendo excedidos pelos valores aferido, mostrando uma diferença de quase 245% do graute feito in loco e 432% para o usinado. Esse demonstrou ter sido o mais produtivo, a medida que o aumento de produção se mostrou quase 176% sobre o produto confeccionado em obra.

Para um parâmetro geral do tempo de realização de todas as etapas, vemos a comparação para execução de 1m^3 , conforme figura 27:

Figura 27 - Comparativo de tempo entre os métodos

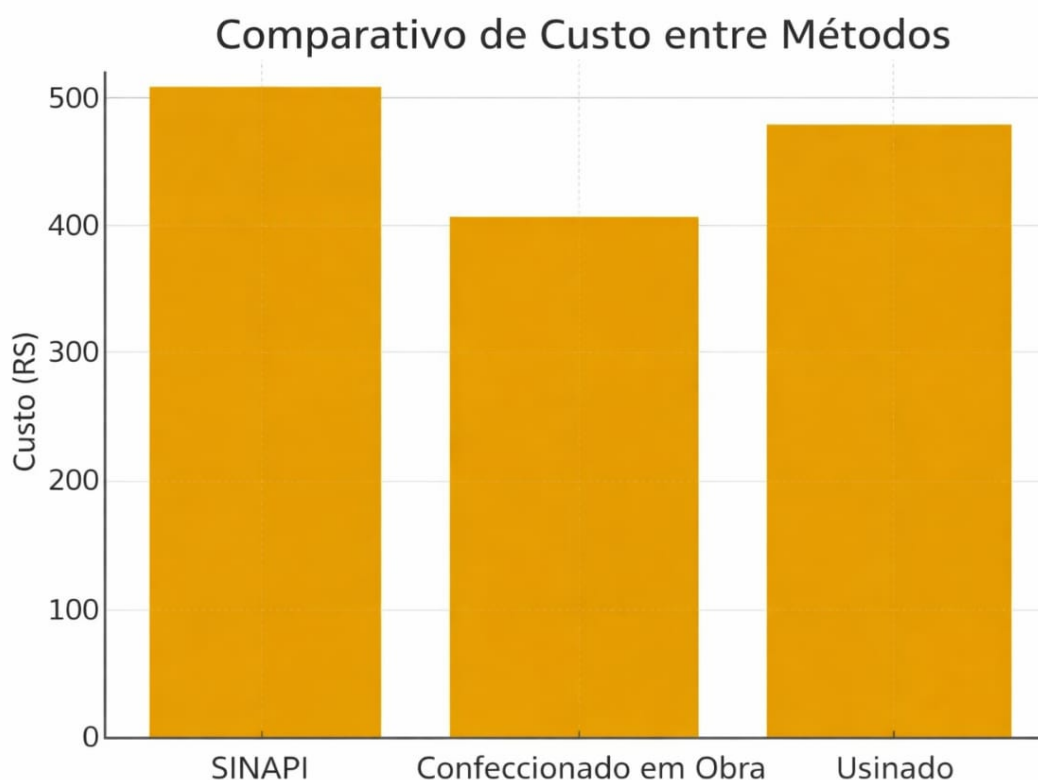


Fonte: O autor (2025)

Enquanto a utilização do material usinado trouxe um tempo total de execução, para 1m^3 , de 2,63h, o material confeccionado em obra utiliza-se de 6,78h e, para a base da SINAPI 19,69h. Novamente, é confirmado que o tempo de produção usinada teve uma redução de 38% do tempo entre a produção da obra.

O material usinado gerou grande diferença na produtividade e tempo gasto na atividade, verificou-se o preço a ser pago pela vantagem em tempo. No comparativo gráfico, apontado pela figura 28, temos:

Figura 28 - Comparativo de custo entre os métodos



Fonte: O autor (2025)

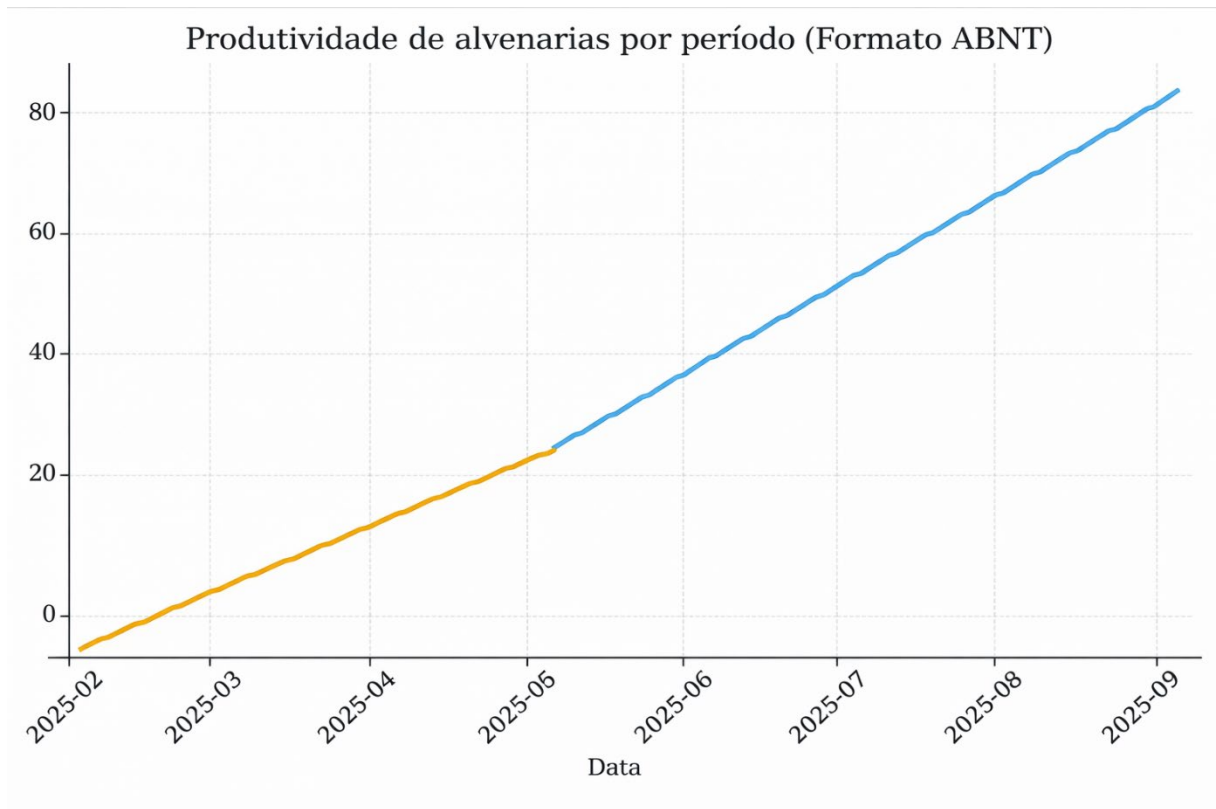
Verifica-se, pelos dados do gráfico acima, que o custo por m³ de graute usinado tem uma variação acima de 17,6% sobre o que é são comprados materiais e feitos no canteiro. A SINAPI apresentou o valor mais alto, variando 8,6% do valor cobrado do usinado. Para o total da obra, representa, uma diferença de: R\$ 193.448,97 -R\$ 164.314,1 = R\$ 29.134,87

II. MUDANÇAS NA LOGÍSTICA DE CANTEIRO

A proposta avaliada na mudança de logística foi o reajuste de quantidade de maquinário, especificamente a manipuladora telescópica, de maneira que se adequasse a real necessidade da obra, despendendo de parte do custo para que fosse gerado um maior rendimento através da redução do tempo de execução, principalmente, da alvenaria, entre outros serviços que dependem do transporte.

Havia uma estagnação muito grande em relação ao transporte de materiais na obra, observou a evolução no andamento físico da alvenaria, apontada na figura 29:

Figura 29 - Produtividade de alvenarias por período



Fonte: O autor (2025)

A partir da linha azul, há a alteração do número de maquinário, delimitada pela diferença de inclinação entre o primeiro e segundo período da etapa de alvenaria. Essa representa uma variação de 29% em relação ao tempo de execução.

Em comparação o dia de locação da máquina mais operador é igual a R\$966,67 , havendo uma segunda passa a ser R\$ 1933,34 por dia. No final da alvenaria, onde ocorre a retirada das manipuladoras, com previsão para final de outubro, implica em uma diferença de custo de R\$ 122.767,09 , com 127 dias úteis.

Com a entrada de uma segunda manipuladora, o tempo de transporte da argamassa também foi reduzido, permitindo que o material chegasse ao local de aplicação ainda dentro de sua vida útil de 2,5 horas. Isso diminuiu significativamente as perdas de produto e aumentou a eficiência do processo.

Assim, a redução no tempo de içamento contribuiu diretamente para menor desperdício, menor custo e maior produtividade, corrigindo falhas operacionais que antes geravam ineficiência.

III. MODULARIZAÇÃO DE MATERIAIS

Por fim, como estratégia de redução de tempo, custo e desperdício, adotou-se na obra a utilização da confecção de materiais pré-confeccionados. A proposta é diminuir o serviço em campo

A modularização de materiais tem se consolidado como uma estratégia eficaz para aumentar a produtividade, padronizar processos e reduzir desperdícios na execução de sistemas prediais. No contexto da construção civil, essa abordagem consiste na organização, preparação e distribuição dos insumos em unidades pré-definidas — os chamados *kits* — que reúnem todos os componentes necessários para etapas específicas do serviço. Essa prática permite maior controle logístico, simplifica o planejamento e favorece a redução de retrabalhos, especialmente em obras de médio e grande porte.

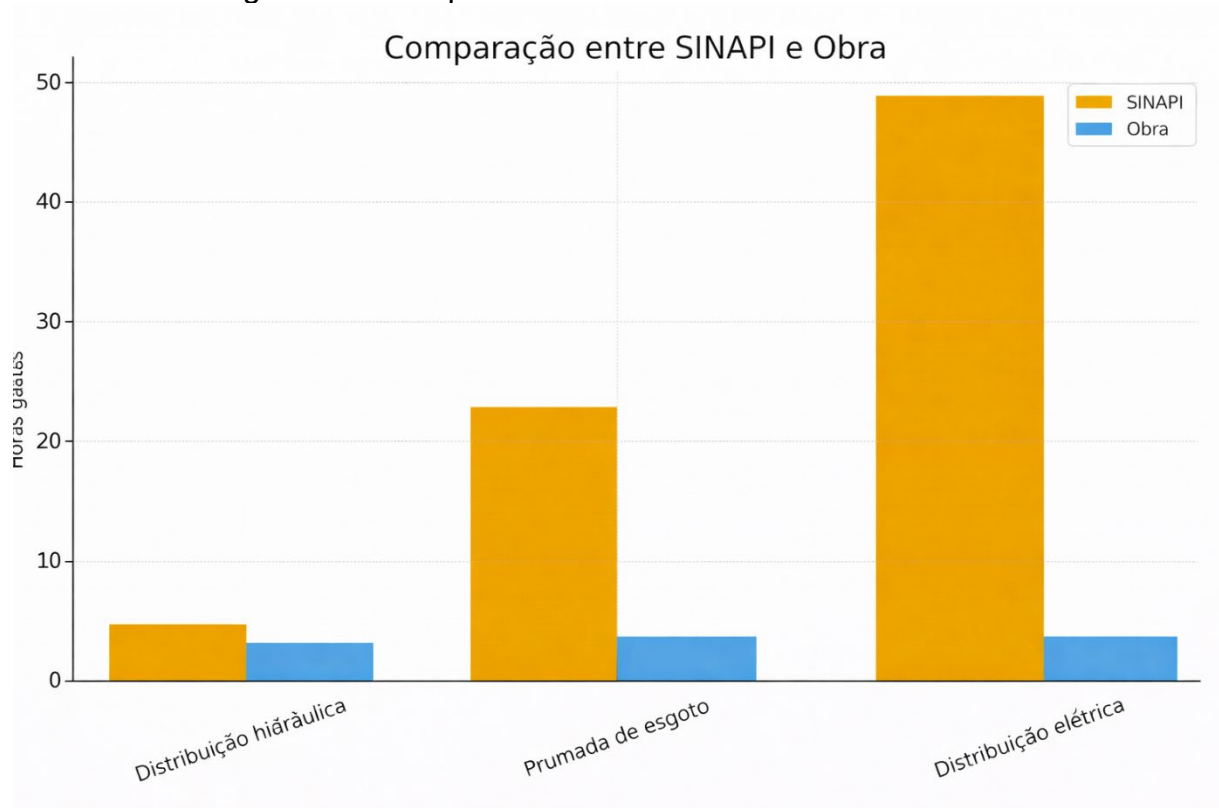
Entre os sistemas que mais se beneficiam dessa metodologia destacam-se as instalações hidráulicas PEX, de esgoto sanitário e elétricas. A utilização de kits para essas disciplinas possibilita uma montagem mais rápida, limpa e padronizada, uma vez que os materiais chegam ao local de uso previamente conferidos, separados por ambiente e etapa executiva.

Foi estabelecida como base de comparação os itens de composição da SINAPI, para que dessa forma, seja possível avaliar entre o método convencional e confeccionado previamente.

Pelos valores de índices de produção obtidos pelos registros de início e finalização de serviço, foi estabelecido, para cada um dos serviços avaliados, uma produção pelo tempo médio de finalização de execução. A partir da relação foi possível determinar quanto cada operário produz em 1h, ou seja, o índice de produção.

Além do índice de produção obtido em obra, pelo registro de tempo, foi considerado os valores da SINAPI, para ser possível ser feita a comparação. Porém, nesse levou-se em conta o equivalente a pré-confecção do material em obra, que corresponde a composição e execução de cada conexão das peças de Hidráulica de PEX, Esgoto e elétrica. A partir disso, pode se definir uma relação de produção entre o tempo que leva para instalação com os kits e para a mão de obra de instalação mais uma equivalência a montagem dos insumos em obra. Segue a relação pelo gráfico da figura 30:

Figura 30 - Comparativo entre valores da SINAPI e Obra



Fonte: O autor (2025)

Os valores dos pré-fabricados, como esperado, tiveram menos horas gastas para execução. O serviço mais discrepante foi em relação a elétrica que apresentou mais de 40h de diferença para finalização de 1 apartamento.

Ainda foi colocado em pauta o custo do material pré-fabricado, tomando como base os valores da montagem.

Levando em consideração que os kits são montados pela própria empresa e de maneira convencional é feito por terceiros, é estabelecido o custo de cada uma das bases de comparação. Para a empresa existe um custo fixo da mão de obra de fabricação que considera a mão de obra mais os materiais, comprados pelos fornecedores padrões. Já pela SINAPI, todos os valores foram obtidos pelas tabelas de custo estabelecidas no estado de São Paulo. A mão de obra foi considerada a partir do valor padrão dos operários de acordo com sua função, vezes as horas que o serviço leva pra ser executado. O material da mesma forma foi considerado do fornecedor padrão, se mantendo o mesmo. Vemos o resumo das diferenças de custo entre os métodos no Quadro 25:

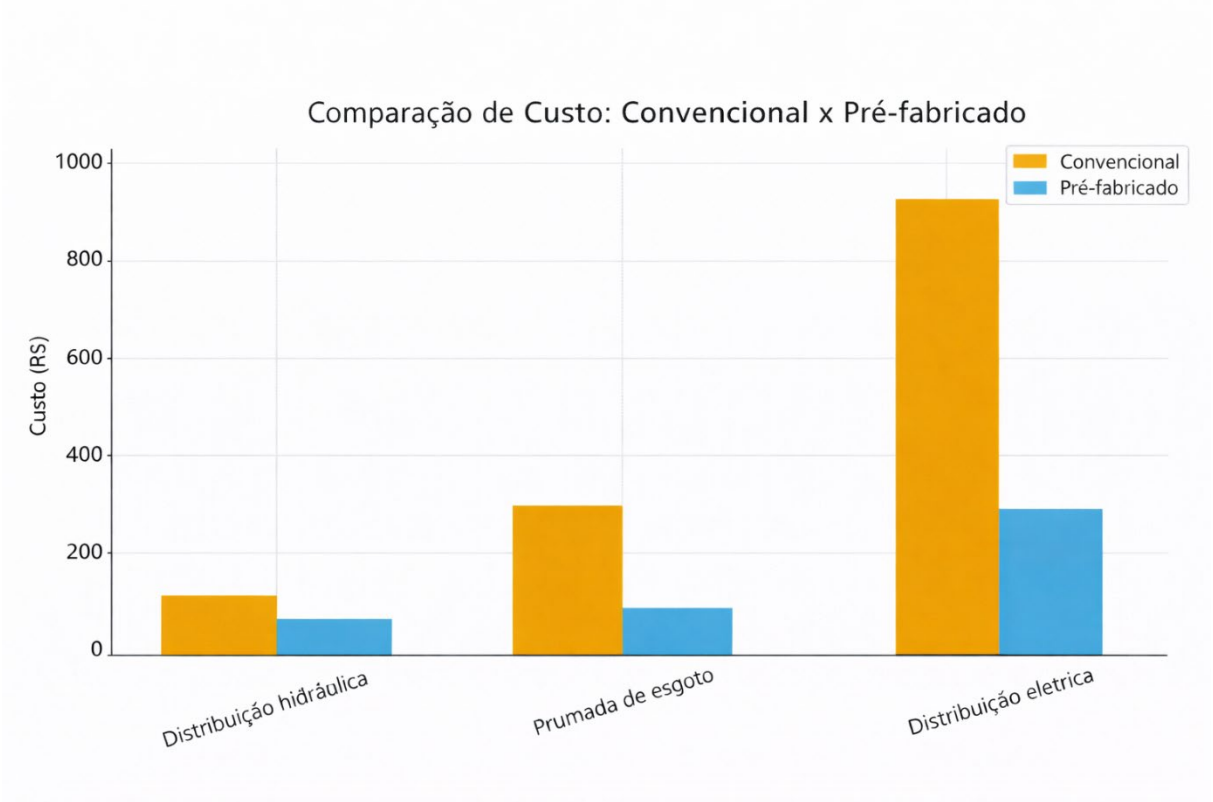
Quadro 25 - Resumo de custos para cada método adotado

Descrição	Distribuição Hidráulica (R\$)	Prumadas de Esgoto (R\$)	Distribuição Elétrica (R\$)	Total Final (R\$)
Mão de obra kit convencional	139,28	342,22	871,63	1353,13
Mão de obra kit pré-fabricado	79	92,03	160,3	331,33
Valor do material	114,18	135,33	496,86	746,37
Variação do valor	60,28	250,19	711,33	1021,8

Fonte: O autor (2025)

Há uma variação entre os métodos de R\$ 1021,8, sendo o custo mais favorável para a confecção prévia. Nota-se que a maior diferença, foram nos serviços de elétrica, onde houve uma diferença de R\$ 711,33. Para melhor avaliar as variações temos o gráfico da figura 31:

Figura 31 - Comparativo de custo entre método convencional e pré-fabricado



Fonte: O autor (2025)

Dessa forma, a análise comparativa da aplicação dos kits evidencia resultados amplamente positivos. Tanto os custos quanto os indicadores de produtividade

demonstram ganhos significativos quando comparados aos métodos tradicionais de abastecimento e execução em obra. A padronização proporcionada pelos kits contribui para a redução de perdas, maior controle de materiais e diminuição de retrabalhos, fatores que, somados, reforçam a eficiência do processo construtivo.

8 DISCUSSÃO

A análise do estudo de caso evidenciou que as estratégias adotadas — modularização dos materiais por meio de kits, melhorias logísticas no canteiro e a substituição do graute in loco pelo graute usinado — impactaram diretamente na eficiência produtiva da obra. Cada uma dessas intervenções atuou em um ponto crítico do processo construtivo, contribuindo para reduzir desperdícios, otimizar o uso da mão de obra e melhorar o fluxo operacional, porém, exceto os materiais de kit, os demais apresentaram um maior custo inicial para ser adotado.

I. COMPARATIVO DE MATERIAIS FEITOS IN LOCO E USINADOS (COM FOCO EM GRAUTE)

A substituição do graute in loco pelo graute usinado contribuiu para eliminar variáveis relacionadas à qualidade e ao tempo de preparo do material. O produto usinado, além de apresentar maior padronização, reduziu o número de trabalhadores necessários para seu manuseio e evitou desperdícios comuns no processo artesanal. Essa mudança proporcionou maior estabilidade à etapa de grauteamento, além de permitir um controle mais preciso do ritmo de execução.

O material usinado gerou grande diferença na produtividade e tempo gasto na atividade, e apesar do aumento de custo de 17,6%, obteve-se uma redução de 38% do tempo entre a produção da obra, equivalendo a uma redução de 1700h, a partir da diferença do total a ser realizado de graute vezes a produção por m³ do material. Essa quantidade pode ser traduzida em horas de serviço a serem pagas, ou seja, comparado com este o custo da troca de material, torna-se uma parcela mínima.

II. MUDANÇAS NA LOGÍSTICA DE CANTEIRO

As alterações na logística de canteiro, com a inclusão de uma máquina adicional, também apresentaram resultados relevantes. A disponibilidade de um equipamento exclusivo para determinadas atividades reduziu filas, esperas e conflitos de uso, garantindo maior fluidez às operações de transporte interno e abastecimento das frentes de serviço. Essa reorganização minimizou tempos mortos e favoreceu um

melhor sequenciamento das atividades, impactando positivamente na execução diária. As manipuladoras, com previsão para final de outubro, obtiveram uma diferença de custo de R\$ 122.767,09, sobre o custo de 127 dias úteis. Porém, na mesma medida houve uma redução de 29% do tempo de execução das alvenarias, sendo o equivalente a uma antecipação, de 38 dias do fim de sua execução, contando somente o tempo em que foi feita a adição da manipuladora na obra.

III. MODULARIZAÇÃO DE MATERIAIS

Por fim, a utilização de kits de elétrica, hidráulica PEX e esgoto demonstrou ser uma solução eficaz para padronizar as instalações prediais, reduzindo significativamente o tempo de separação de materiais, erros de montagem e retrabalhos. A pré-organização dos componentes permitiu que as equipes trabalhassem de forma mais contínua e com menor necessidade de ajustes improvisados, o que refletiu em um avanço mensurável na produtividade. Além disso, a rastreabilidade e o controle de consumo se tornaram mais precisos, diminuindo perdas por uso inadequado ou extravio de peças.

A utilização do método em obra foi um dos meios mais vantajosos para o objetivo avaliado no estudo. Os resultados apontaram que a implantação do método pré-fabrica trouxe melhorias em relação ao custo, produção e em seu desperdício.

A aplicação da modularização nas instalações prediais, especialmente nos sistemas elétrico e hidráulico, apresenta uma série de vantagens técnicas e operacionais, principalmente como foi observado no exemplo do estudo, mas também impõe alguns desafios, como o cuidado em seu planejamento e compatibilização com os demais projetos. Todos os pontos devem ser considerados no processo de implantação do método.

IV. CONSIDERAÇÕES GERAIS

De modo geral, a interação entre essas três estratégias destacou a importância da integração entre logística, planejamento e padronização de materiais. Observou-se que a eficácia não advém apenas da adoção de soluções isoladas, mas da capacidade de alinhá-las ao fluxo real da obra. Assim, a obra analisada apresentou melhorias expressivas nos indicadores de produtividade e controle, reforçando a relevância dessas práticas para a realidade atual da construção civil.

9 CONCLUSÕES

A partir do estudo de caso desenvolvido, foi possível analisar a aplicação prática de diferentes estratégias voltadas à redução de desperdícios e à otimização do tempo de execução em obras de habitação popular. As intervenções avaliadas, como a substituição do graute produzido em obra pelo graute usinado, as melhorias na logística do canteiro e a modularização de materiais, permitiram observar de forma clara os impactos dessas decisões no desempenho produtivo da obra.

Os resultados demonstraram que, mais do que a adoção isolada de soluções técnicas, o principal fator para a diminuição das barreiras enfrentadas no processo construtivo está na implementação eficaz do planejamento e da gestão da obra. As estratégias analisadas evidenciaram que o alinhamento entre logística, controle de materiais e organização das frentes de serviço é determinante para a melhoria da produtividade, redução de perdas e maior previsibilidade de custos e prazos.

Dessa forma, conclui-se que o planejamento integrado e a gestão eficiente dos recursos constituem o principal meio para viabilizar a aplicação das estratégias analisadas, sendo fundamentais para a superação dos desafios recorrentes em empreendimentos de habitação popular, conforme observado no estudo de caso apresentado.

REFERÊNCIAS

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Manual de alvenaria estrutural. São Paulo: ABCP, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos — Áreas de transbordo e triagem — Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos — Áreas de reciclagem — Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil — Aterros — Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15873: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1: Alvenaria estrutural — Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-2: Alvenaria estrutural — Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2013.

AZEVEDO, R. F.; MELHADO, S. B. BIM aplicado à gestão de obras e à redução de perdas. São Paulo: PINI, 2017.

BALLARD, Glenn. The Last Planner System of Production Control. Birmingham: University of Birmingham, 2000.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory A. Implementing Lean Construction: stabilizing work flow. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2., 1994, Santiago. Proceedings... Santiago: IGLC, 1994.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory A. Lean project management. *Building Research & Information*, Londres, v. 31, n. 2, p. 119–133, 2003.

BONDUKI, Nabil. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. *Arq.Urb – Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo*, n. 1, p. 70–104, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001805136>. Acesso em: 28 set. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social. *Diário Oficial da União*, Brasília, 17 jun. 2005.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Política Nacional de Habitação. Brasília, 2006.

BRK. Saneamento e infraestrutura urbana no Brasil. São Paulo: BRK Ambiental, 2025. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br>. Acesso em: 2025.

CARDOSO, Adauto; ARAGÃO, Thelma. Habitação de interesse social: desafios e perspectivas do Programa Minha Casa Minha Vida. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

CARPINTÉRO, M. V. T. A construção de um sonho: os engenheiros-arquitetos e a formação da política habitacional no Brasil. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Construção civil: desempenho econômico e social. Brasília, DF: CBIC, 2022.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Indicadores e estudos do setor da construção civil. Brasília, DF: CBIC, 2025. Disponível em: <https://www.cbic.org.br>. Acesso em: 2025.

CHIAVENATO, I. Introdução à teoria geral da administração. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2002.

DRYSDALE, R. G.; HAMID, A.; BAKER, L. Structural masonry design. New York: Chapman & Hall, 1994.

FERRARI, Camila. Projetos de habitação popular como projetos de cidade moderna. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

FORMOSO, C. T. et al. Gestão de perdas na construção civil. Porto Alegre: ANTAC, 2002.

FORMOSO, C. T.; CESARE, C. de; SAURIN, T. A. Planejamento e controle da produção na construção civil. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002.

FORMOSO, Carlos Torres et al. Gestão da produção na construção civil. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2019–2021. Belo Horizonte: FJP, 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2022. Belo Horizonte: FJP, 2023. Disponível em: <https://repositorio.fjp.mg.gov.br>. Acesso em: 28 set. 2025.

GOVERNO DO BRASIL. Política de habitação popular é incluída no Programa de Parcerias de Investimentos. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2025.

HENDRY, A. W. Structural masonry. 2. ed. London: Macmillan, 1998.

HOWELL, Gregory A.; BALLARD, Glenn. Bringing light to the dark side of lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá. Proceedings... Guarujá: IGLC, 1998.

INTERNATIONAL MASONRY INSTITUTE. Institutional website. [S.l.]: IMI, 2003. Disponível em: <https://www.imiweb.org>. Acesso em: 2025.

KERN, Andrea Parisi; FORMOSO, Carlos Torres. Diretrizes para a melhoria da produtividade na construção civil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 7–26, abr./jun. 2016.

KÉTURA, Raissa. Last Planner System (LPS). LinkedIn, s.d. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/last-planner-system-lps-raissa-k%C3%A9tura/>. Acesso em: 10 dez. 2025.

KOSKELA, Lauri. Application of the new production philosophy to construction. Stanford: Stanford University, 1992.

MACHADO, Ricardo Luiz. A sistematização de antecipações gerenciais no planejamento da produção de sistemas da construção civil. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – UFSC, Florianópolis, 2003.

MAGALHÃES, A. R.; BARROS, M. M. S.; SOUZA, R. Orçamento e custos na construção civil. São Paulo: PINI, 2018.

MARICATO, Ermínia. Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana. Petrópolis: Vozes, 2001.

MARICATO, Ermínia. O impasse da política urbana no Brasil. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras. São Paulo: PINI, 2010.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Habitação adequada como direito humano. Nova York: ONU, 2016.

PORTAL VIRTUHAB. Alvenaria estrutural com blocos de concreto – passo a passo de execução. Disponível em: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br>. Acesso em: 10 dez. 2025.

PORTAL VIRTUHAB. Bloco de concreto – características e aplicações. Disponível em: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br>. Acesso em: 10 dez. 2025.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: PINI, 2003.

RESÍDUO ALL. Gestão e tratamento de resíduos da construção civil. [S.l.]: Resíduo All, 2025. Disponível em: <https://www.residuoall.com.br>. Acesso em: 2025.

REZENDE, D. L.; ABREU, J. C. Gestão de obras e tecnologias integradas. Belo Horizonte: UFMG, 2020.

ROLNIK, Raquel. Guerra dos lugares. São Paulo: Boitempo, 2015.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. Tecnologia e gestão da produtividade na construção de edifícios. São Paulo: PINI, 2012.

SIENGE. Gestão e produtividade na construção civil. Florianópolis: Sienge, 2025. Disponível em: <https://www.sienge.com.br>. Acesso em: 2025.

SILVA, J. R.; FERREIRA, M. L. Impactos econômicos do desperdício na construção habitacional. *Revista Ambiente Construído*, v. 18, n. 3, 2018.

SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Tabelas de composições e custos da construção civil. Brasília: Caixa Econômica Federal; IBGE. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2025.

SOUZA, R.; MELHADO, S. Gestão da qualidade na construção civil. São Paulo: PINI, 2017.

TENDA CONSTRUTORA. Passo a passo para se inscrever no Minha Casa Minha Vida. Imagem. Disponível em: <https://www.tenda.com/blog/minha-casa-minha-vida/como-se-inscrever-minha-casa-minha-vida>. Acesso em: 10 dez. 2025.

UN-HABITAT. *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2020. Disponível em: <https://unhabitat.org/wcr/2020>. Acesso em: 25 set. 2025.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster, 1996.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ANEXOS

ANEXO A – Registro de início e término das tarefas de alvenaria para cada pavimento

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Alvenaria estrutural Térreo (T4) - Bloco A	24/02/2025	12/03/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T4) - Bloco B	13/03/2025	20/03/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T4) - Bloco A	15/04/2025	24/04/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T4) - Bloco B	25/04/2025	05/05/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T5) - Bloco A	24/02/2025	12/03/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T5) - Bloco B	07/03/2025	14/03/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T6) - Bloco A	03/02/2025	14/02/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T6) - Bloco B	04/02/2025	14/02/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T6) - Bloco C	07/02/2025	17/02/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T6) - Bloco D	11/02/2025	18/02/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T6) - Bloco A	17/03/2025	21/03/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T6) - Bloco B	01/04/2025	07/04/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T6) - Bloco A	29/04/2025	07/05/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T6) - Bloco B	16/04/2025	28/04/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T6) - Bloco C	19/03/2025	26/03/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T6) - Bloco D	27/03/2025	04/04/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T6) - Bloco C	15/04/2025	24/04/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T6) - Bloco D	25/04/2025	02/05/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T7) - Bloco D	17/02/2025	24/02/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T7) - Bloco C	21/02/2025	28/02/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T7) - Bloco B	24/02/2025	28/02/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T7) - Bloco A	06/03/2025	11/03/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T7) - Bloco D	06/03/2025	14/03/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T7) - Bloco B	12/03/2025	17/03/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T7) - Bloco C	17/03/2025	20/03/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T7) - Bloco A	18/03/2025	21/03/2025

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Alvenaria estrutural 03ºpav (T7) - Bloco D	27/03/2025	10/04/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T7) - Bloco B	01/04/2025	11/04/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T7) - Bloco C	11/04/2025	24/04/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T7) - Bloco A	04/04/2025	11/04/2025

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Alvenaria estrutural Térreo (T1) - Bloco A	16/05/2025	27/05/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T1) - Bloco B	28/05/2025	27/06/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T1) - Bloco A	25/06/2025	08/07/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T1) - Bloco B	14/07/2025	07/08/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T1) - Bloco A	08/08/2025	21/08/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T1) - Bloco B	21/08/2025	05/09/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T2) - Bloco C	07/07/2025	18/07/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T2) - Bloco A	04/07/2025	10/07/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T2) - Bloco D	01/07/2025	04/07/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T2) - Bloco B	11/07/2025	22/07/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T2) - Bloco C	25/07/2025	04/08/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T2) - Bloco A	23/07/2025	04/08/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T2) - Bloco D	18/07/2025	25/07/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T2) - Bloco B	05/08/2025	14/08/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T2) - Bloco C	13/08/2025	20/08/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T2) - Bloco A	08/08/2025	19/08/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T2) - Bloco D	08/08/2025	19/08/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T2) - Bloco B	22/08/2025	01/09/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T2) - Bloco D	27/08/2025	05/09/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T3) - Bloco A	04/08/2025	12/08/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T3) - Bloco C	04/06/2025	12/06/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T3) - Bloco B	01/08/2025	08/08/2025
Alvenaria estrutural Térreo (T3) - Bloco D	02/06/2025	06/06/2025

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Alvenaria estrutural 01ºpav (T3) - Bloco A	27/08/2025	05/09/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T3) - Bloco C	23/06/2025	30/06/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T3) - Bloco B	18/08/2025	26/08/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T3) - Bloco D	16/06/2025	23/06/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T3) - Bloco C	11/07/2025	18/07/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T3) - Bloco D	04/07/2025	09/07/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T3) - Bloco C	01/08/2025	08/08/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T3) - Bloco D	21/07/2025	25/07/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T3) - Bloco C	27/08/2025	05/09/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T4) - Bloco A	22/05/2025	29/05/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T4) - Bloco B	15/05/2025	29/05/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T4) - Bloco A	05/06/2025	12/06/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T4) - Bloco B	16/06/2025	24/06/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T4) - Bloco A	21/07/2025	24/07/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T4) - Bloco B	25/07/2025	31/07/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T5) - Bloco A	15/05/2025	23/05/2025
Alvenaria estrutural 01ºpav (T5) - Bloco B	06/05/2025	13/05/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T5) - Bloco A	05/06/2025	12/06/2025
Alvenaria estrutural 02ºpav (T5) - Bloco B	26/05/2025	30/05/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T5) - Bloco A	19/06/2025	27/06/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T5) - Bloco B	06/06/2025	16/06/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T5) - Bloco A	05/08/2025	11/08/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T5) - Bloco B	14/07/2025	17/07/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T6) - Bloco A	14/05/2025	20/05/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T6) - Bloco B	07/05/2025	14/05/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T6) - Bloco C	12/05/2025	19/05/2025
Alvenaria estrutural 03ºpav (T6) - Bloco D	13/05/2025	19/05/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T6) - Bloco A	01/07/2025	04/07/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T6) - Bloco B	23/06/2025	25/06/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T6) - Bloco C	18/06/2025	20/06/2025

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T6) - Bloco D	07/07/2025	11/07/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T7) - Bloco D	05/05/2025	08/05/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T7) - Bloco B	21/05/2025	26/05/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T7) - Bloco C	02/06/2025	16/06/2025
Estrutura/Alvenaria de platibanda (T7) - Bloco A	28/05/2025	30/05/2025

Fonte: O autor (2025)

ANEXO B– Registro de início e término das tarefas de Distribuição hidráulica para cada pavimento

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Distribuição hidráulica (T7) - Bloco D	18/03/2025	09/05/2025
Distribuição hidráulica (T7) - Bloco C	23/04/2025	05/06/2025
Distribuição hidráulica (T7) - Bloco B	23/04/2025	09/06/2025
Distribuição hidráulica (T6) - Bloco A	19/05/2025	10/07/2025
Distribuição hidráulica (T6) - Bloco C	19/05/2025	04/07/2025
Distribuição hidráulica (T7) - Bloco A	29/05/2025	27/06/2025
Distribuição hidráulica (T6) - Bloco D	01/07/2025	15/07/2025
Distribuição hidráulica (T5) - Bloco A	10/07/2025	22/08/2025
Distribuição hidráulica (T5) - Bloco B	10/07/2025	31/07/2025
Distribuição hidráulica (T6) - Bloco B	14/07/2025	14/07/2025
Distribuição hidráulica (T4) - Bloco A	28/07/2025	22/08/2025
Distribuição hidráulica (T4) - Bloco B	28/07/2025	22/08/2025
Distribuição hidráulica (T2) - Bloco A	18/08/2025	26/09/2025
Distribuição hidráulica (T2) - Bloco C	19/08/2025	30/09/2025
Distribuição hidráulica (T1) - Bloco A	20/08/2025	09/12/2025
Distribuição hidráulica (T2) - Bloco D	20/08/2025	29/09/2025
Distribuição hidráulica (T3) - Bloco C	20/08/2025	19/09/2025
Distribuição hidráulica (T3) - Bloco D	21/08/2025	12/09/2025

Fonte: O autor (2025)

ANEXO C - Registro de início e término das tarefas de Prumadas de Esgoto para cada pavimento

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Prumadas hidráulicas (T7) - Bloco D	18/03/2025	09/05/2025
Prumadas hidráulicas (T7) - Bloco C	23/04/2025	05/06/2025
Prumadas hidráulicas (T7) - Bloco B	23/04/2025	09/06/2025
Prumadas hidráulicas (T6) - Bloco C	19/05/2025	04/07/2025
Prumadas hidráulicas (T6) - Bloco A	19/05/2025	10/07/2025
Prumadas Hidráulicas (Apart Modelo)	26/05/2025	28/05/2025
Prumadas hidráulicas (T7) - Bloco A	29/05/2025	12/06/2025
Prumadas hidráulicas (T6) - Bloco B	09/06/2025	11/07/2025
Prumadas hidráulicas (T6) - Bloco D	09/06/2025	21/07/2025
Prumadas hidráulicas (T5) - Bloco A	01/07/2025	27/08/2025
Prumadas hidráulicas (T5) - Bloco B	03/07/2025	27/08/2025
Prumadas hidráulicas (T3) - Bloco D	24/07/2025	05/09/2025
Prumadas hidráulicas (T3) - Bloco C	28/07/2025	12/09/2025
Prumadas hidráulicas (T4) - Bloco A	28/07/2025	12/08/2025
Prumadas hidráulicas (T4) - Bloco B	28/07/2025	13/08/2025
Prumadas hidráulicas (T2) - Bloco A	18/08/2025	30/10/2025
Prumadas hidráulicas (T2) - Bloco C	19/08/2025	30/10/2025
Prumadas hidráulicas (T1) - Bloco A	20/08/2025	15/12/2025
Prumadas hidráulicas (T2) - Bloco D	20/08/2025	30/10/2025
Prumadas hidráulicas (T1) - Bloco B	22/08/2025	15/12/2025
Prumadas hidráulicas (T2) - Bloco B	25/08/2025	30/10/2025

ANEXO D - Registro de início e término das tarefas de Distribuição Elétrica para cada pavimento

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Dist. Elétrica (Enfição) Térreo (T7) - Bloco D	28/01/2025	04/02/2025
Dist. Elétrica (Enfição) Térreo (T7) - Bloco B	05/02/2025	14/02/2025
Dist. Elétrica (Enfição) Térreo (T7) - Bloco C	06/02/2025	11/02/2025

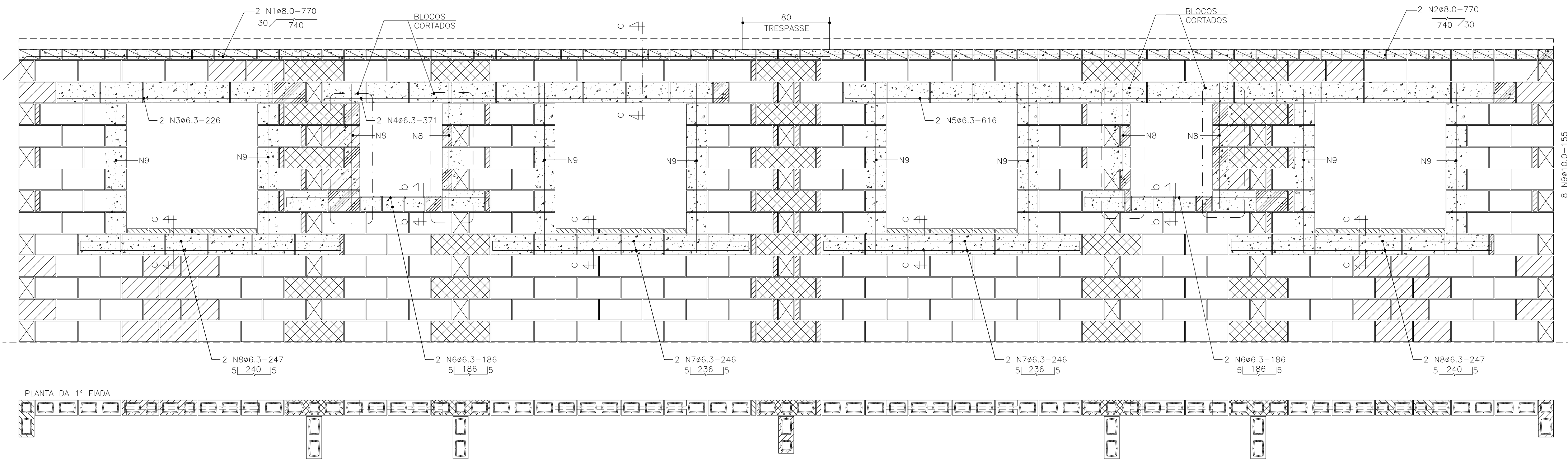
Tarefas	Início OPC	Término OPC
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T7) - Bloco A	11/02/2025	14/02/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T7) - Bloco D	26/02/2025	27/02/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T6) - Bloco A	28/02/2025	28/02/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T6) - Bloco B	06/03/2025	11/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T6) - Bloco C	06/03/2025	11/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T7) - Bloco B	06/03/2025	10/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T7) - Bloco C	06/03/2025	10/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T6) - Bloco D	12/03/2025	17/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T7) - Bloco A	12/03/2025	14/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T4) - Bloco A	13/03/2025	18/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T7) - Bloco D	17/03/2025	19/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T7) - Bloco B	18/03/2025	20/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T4) - Bloco B	21/03/2025	26/03/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T6) - Bloco C	01/04/2025	04/04/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T7) - Bloco A	01/04/2025	03/04/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T7) - Bloco C	01/04/2025	04/04/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T6) - Bloco D	02/04/2025	22/04/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T6) - Bloco B	03/04/2025	11/04/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T7) - Bloco D	03/04/2025	14/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T7) - Bloco B	15/04/2025	09/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T6) - Bloco A	16/04/2025	24/04/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T7) - Bloco A	16/04/2025	09/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T4) - Bloco A	25/04/2025	06/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T5) - Bloco B	25/04/2025	02/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T6) - Bloco C	25/04/2025	02/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T7) - Bloco C	28/04/2025	13/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T6) - Bloco D	06/05/2025	08/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T4) - Bloco B	12/05/2025	14/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T6) - Bloco B	12/05/2025	14/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T6) - Bloco A	16/05/2025	20/05/2025

Tarefas	Início OPC	Término OPC
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T5) - Bloco A	19/05/2025	22/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T6) - Bloco C	22/05/2025	29/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T5) - Bloco A	26/05/2025	27/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T5) - Bloco B	26/05/2025	28/05/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T6) - Bloco A	30/05/2025	24/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T6) - Bloco B	30/05/2025	20/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T6) - Bloco D	30/05/2025	03/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T1) - Bloco A	02/06/2025	19/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T4) - Bloco A	02/06/2025	04/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T5) - Bloco B	02/06/2025	04/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T4) - Bloco B	09/06/2025	11/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T5) - Bloco A	10/06/2025	12/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T3) - Bloco C	18/06/2025	24/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T3) - Bloco D	23/06/2025	30/06/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T3) - Bloco D	27/06/2025	02/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T1) - Bloco B	01/07/2025	04/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T3) - Bloco C	01/07/2025	03/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T4) - Bloco A	01/07/2025	03/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T1) - Bloco A	10/07/2025	14/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T3) - Bloco C	15/07/2025	17/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T2) - Bloco A	18/07/2025	23/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T2) - Bloco C	18/07/2025	23/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T4) - Bloco B	21/07/2025	23/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 02ºpav (T3) - Bloco D	22/07/2025	24/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T2) - Bloco B	24/07/2025	29/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) Térreo (T2) - Bloco D	24/07/2025	29/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T2) - Bloco D	25/07/2025	29/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T5) - Bloco A	25/07/2025	31/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 03ºpav (T5) - Bloco B	28/07/2025	31/07/2025
Dist. Elétrica (Enfiação) 01ºpav (T2) - Bloco A	01/08/2025	05/08/2025

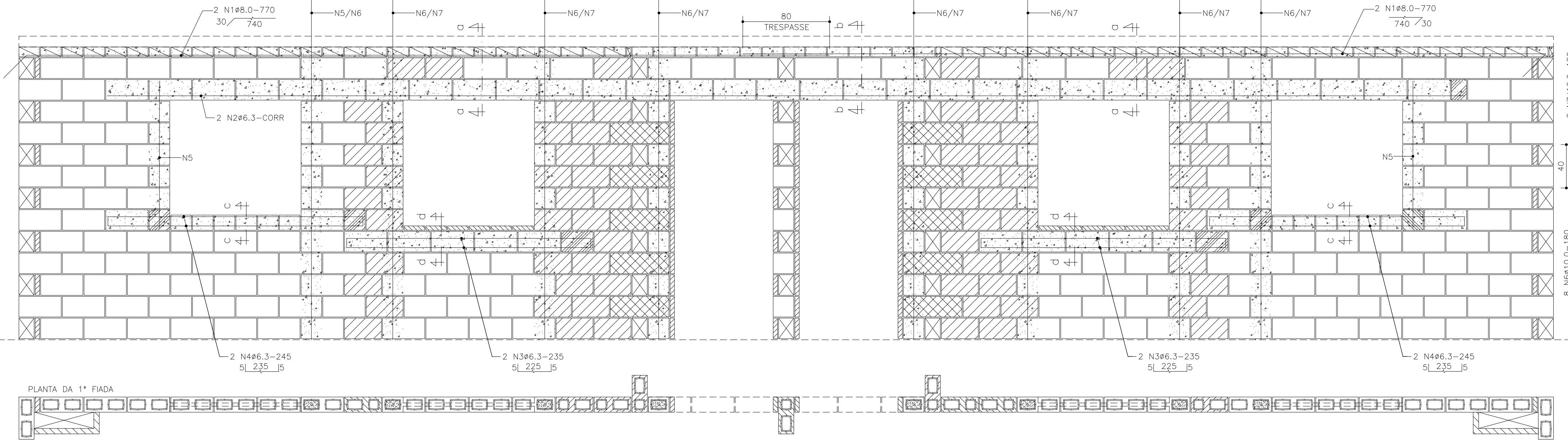
Tarefas	Início OPC	Término OPC
Dist. Elétrica (Enfição) 01ºpav (T2) - Bloco C	04/08/2025	06/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 01ºpav (T1) - Bloco B	07/08/2025	08/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 01ºpav (T2) - Bloco B	08/08/2025	12/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T2) - Bloco D	12/08/2025	14/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T1) - Bloco A	15/08/2025	19/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T2) - Bloco A	15/08/2025	19/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T2) - Bloco C	19/08/2025	21/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 03ºpav (T3) - Bloco C	20/08/2025	22/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) Térreo (T3) - Bloco A	20/08/2025	25/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 03ºpav (T3) - Bloco D	25/08/2025	27/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) Térreo (T3) - Bloco B	26/08/2025	29/08/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 01ºpav (T3) - Bloco B	27/08/2025	05/09/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T2) - Bloco B	02/09/2025	04/09/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 01ºpav (T3) - Bloco A	08/09/2025	10/09/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 03ºpav (T2) - Bloco A	09/09/2025	11/09/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T3) - Bloco B	15/09/2025	17/09/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 03ºpav (T2) - Bloco D	22/09/2025	30/09/2025
Dist. Elétrica (Enfição) 02ºpav (T1) - Bloco B	23/09/2025	30/09/2025

Fonte: O autor (2025)

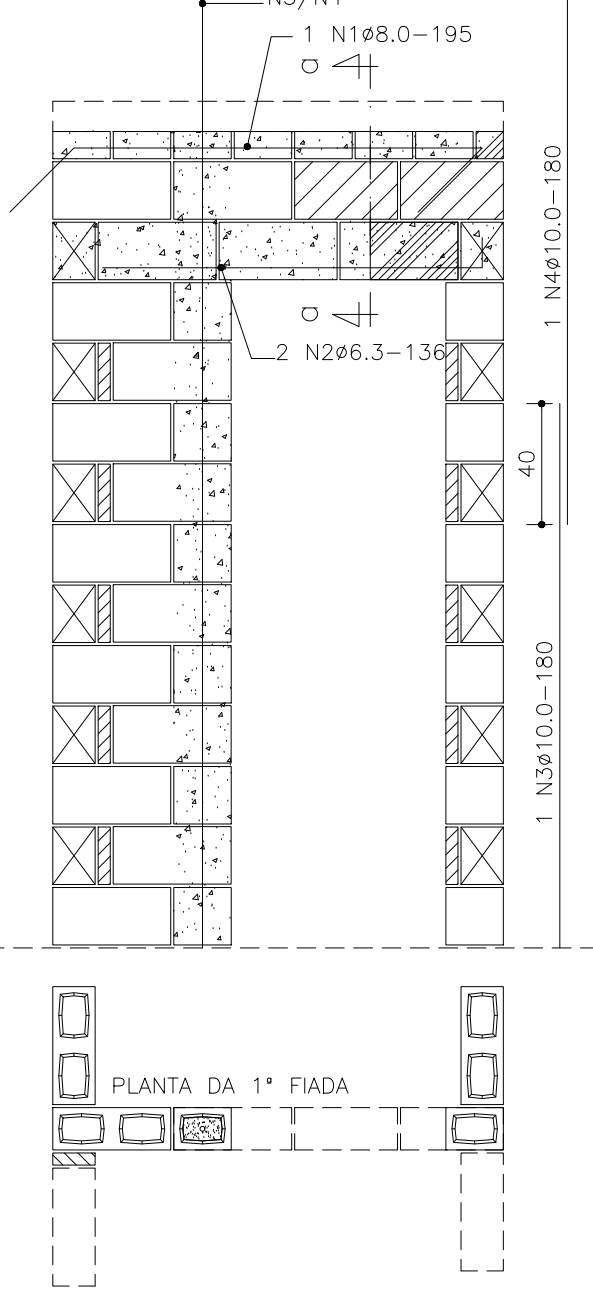
PAR.01=PAR.17
ESC.: 1/25



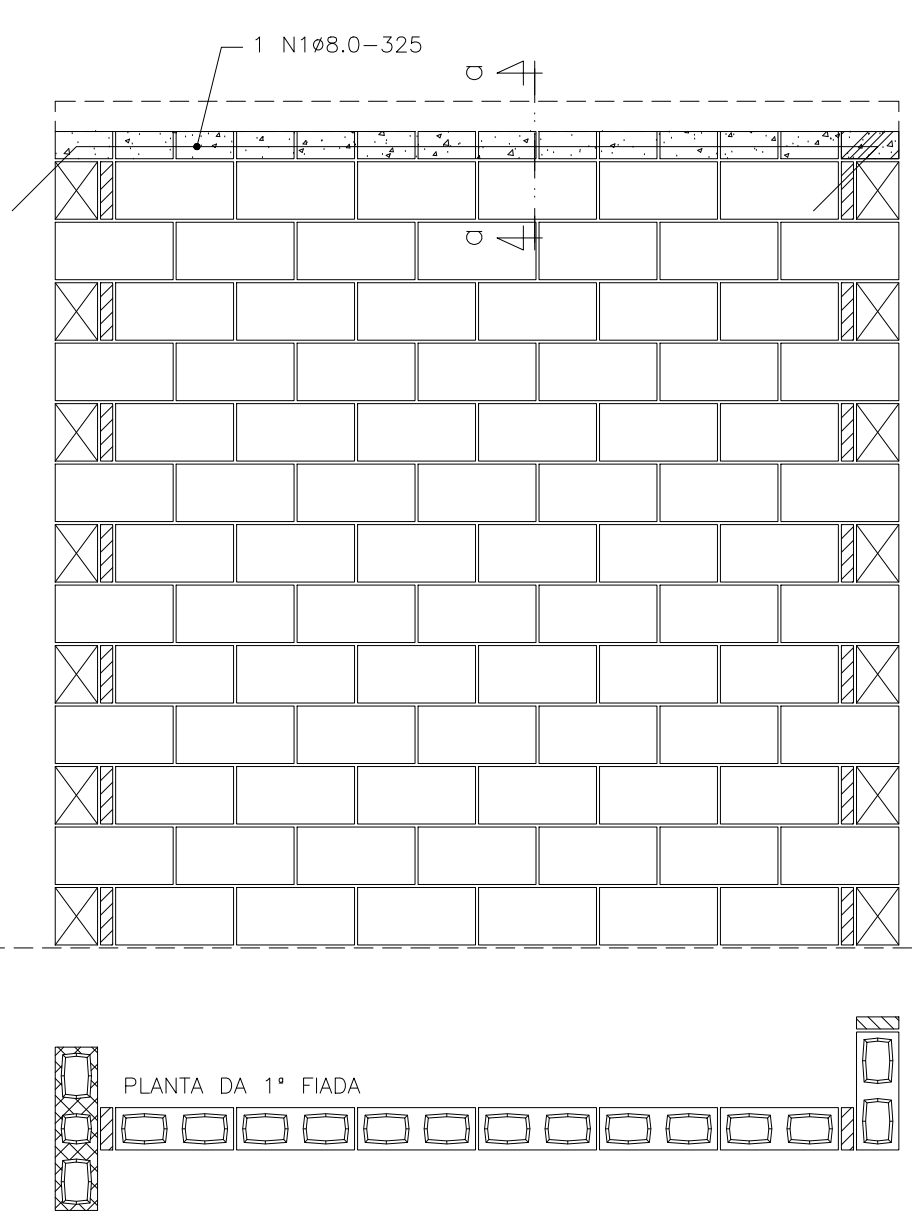
PAR.07=PAR.11
ESC.: 1/25



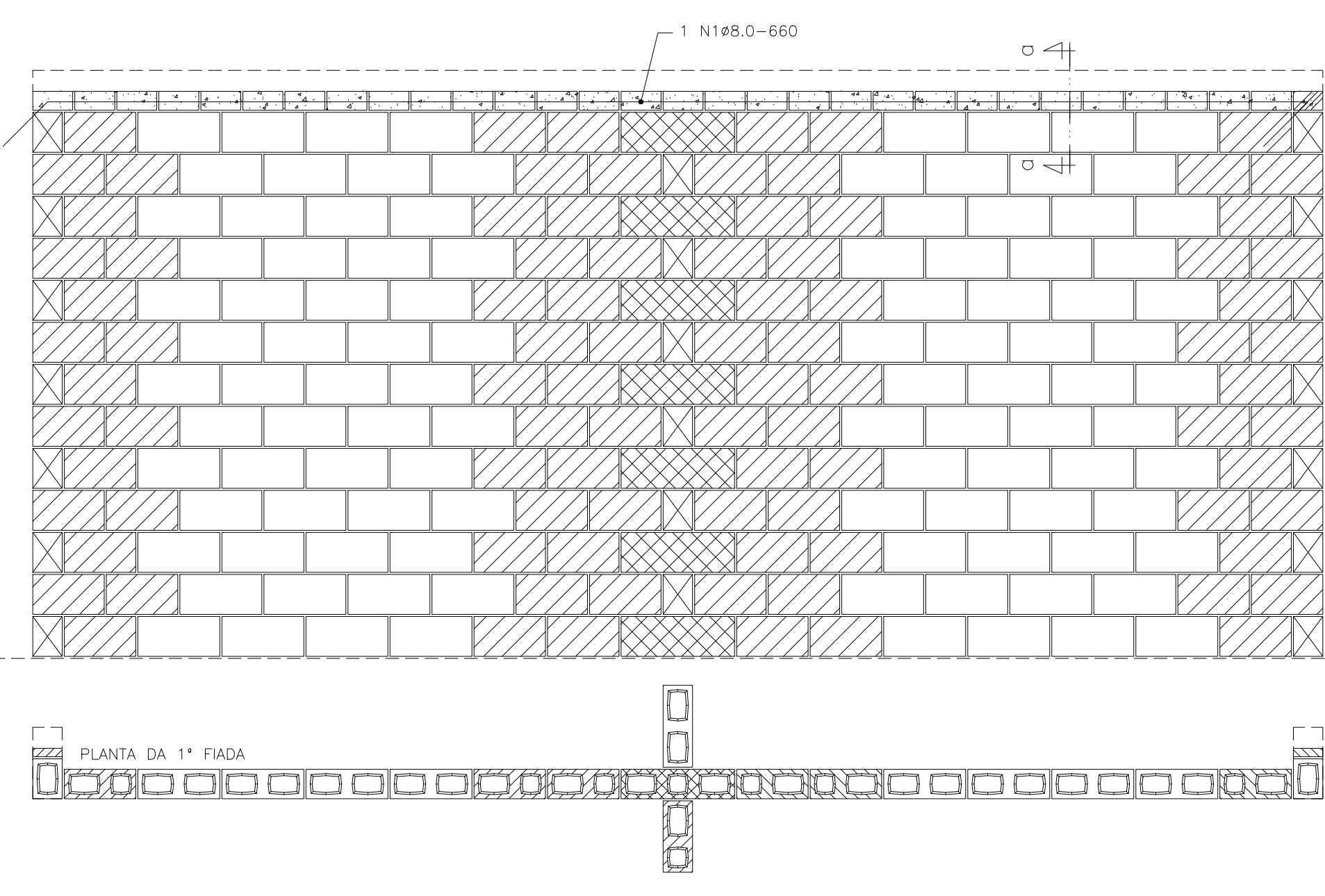
PAR.02=PAR.03=PAR.15=PAR.16
ESC.: 1/25



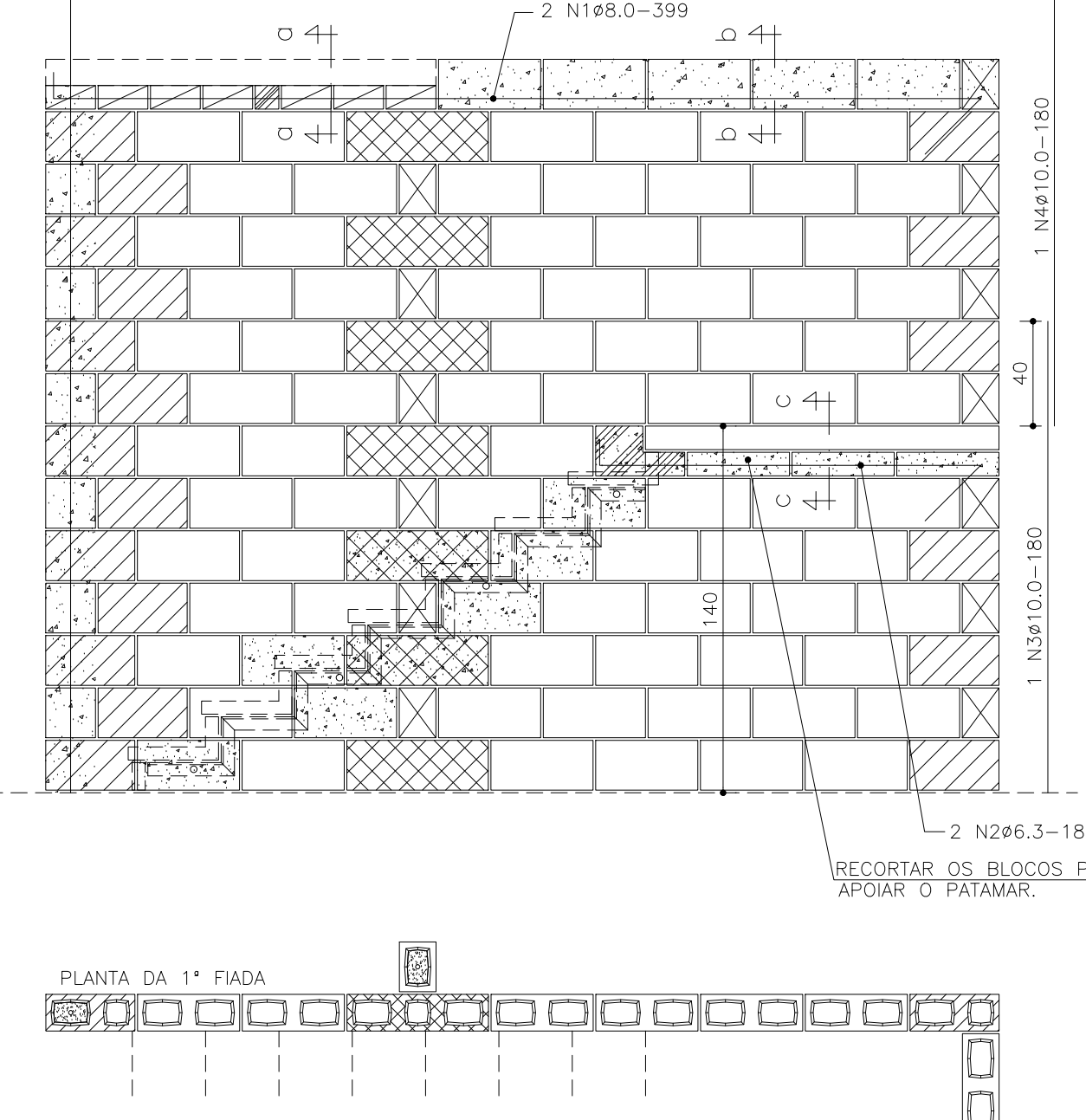
PAR.05=PAR.06=PAR.12=PAR.13
ESC.: 1/25



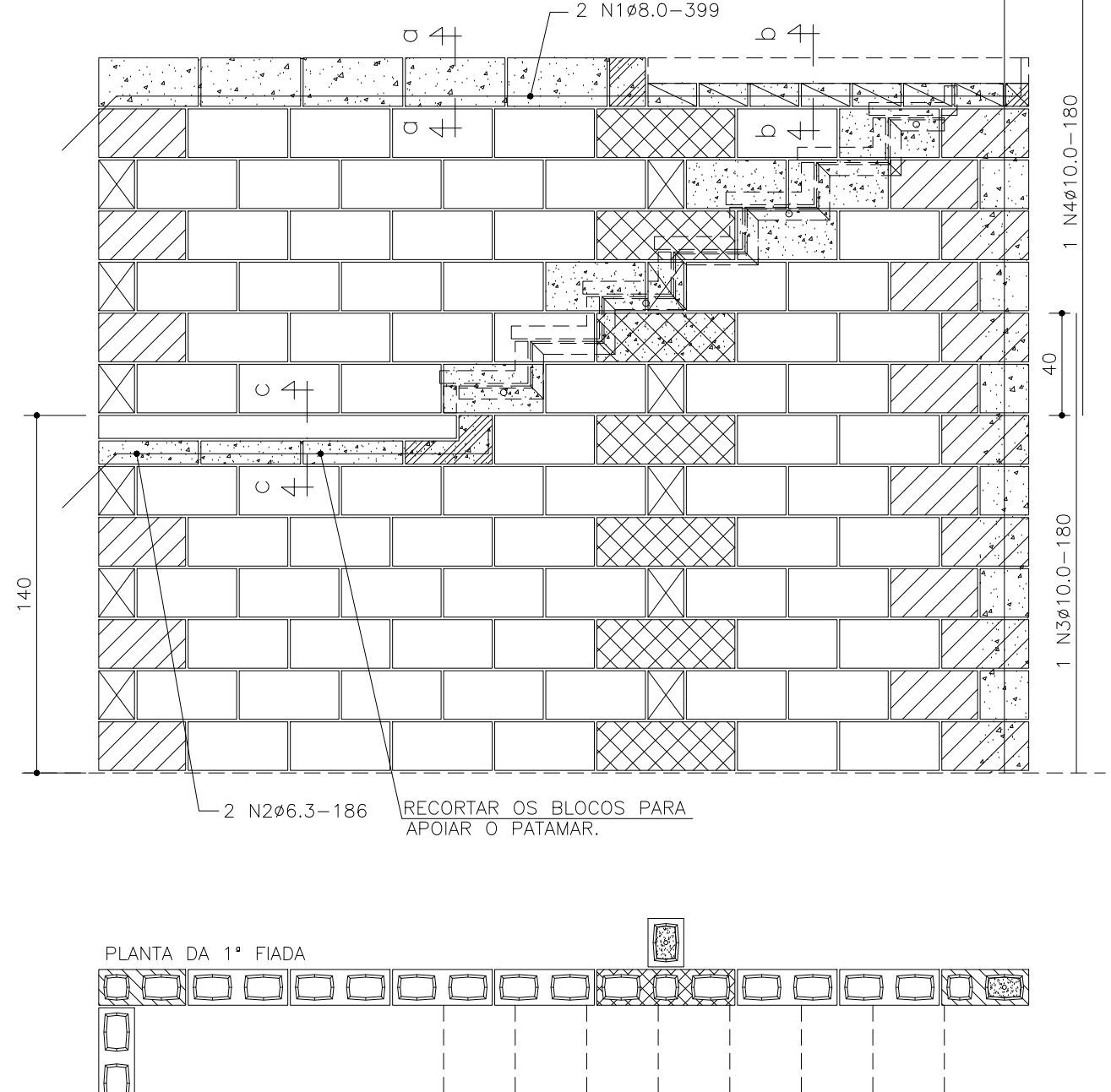
PAR.04=PAR.14
ESC.: 1/25



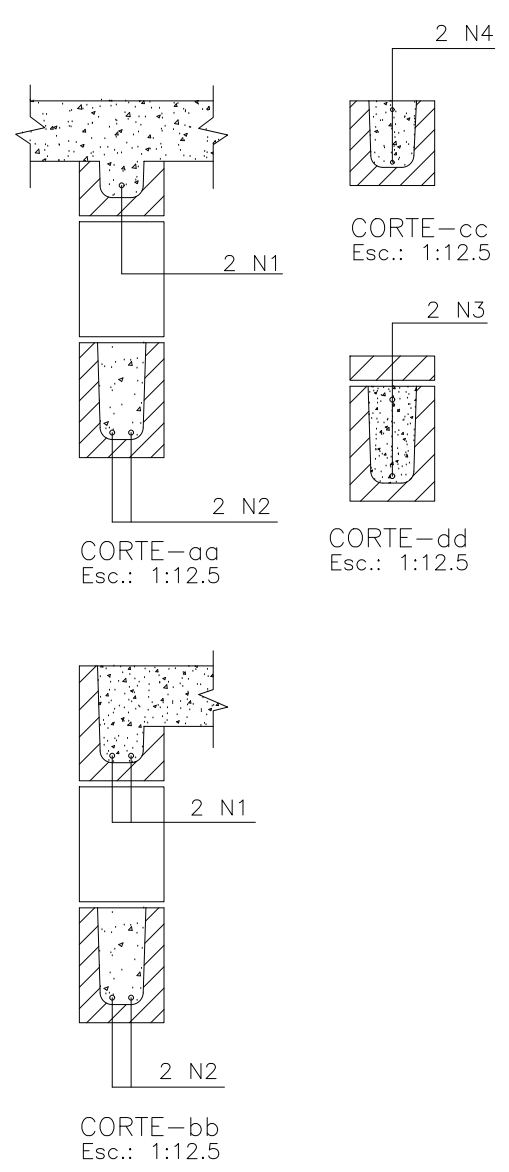
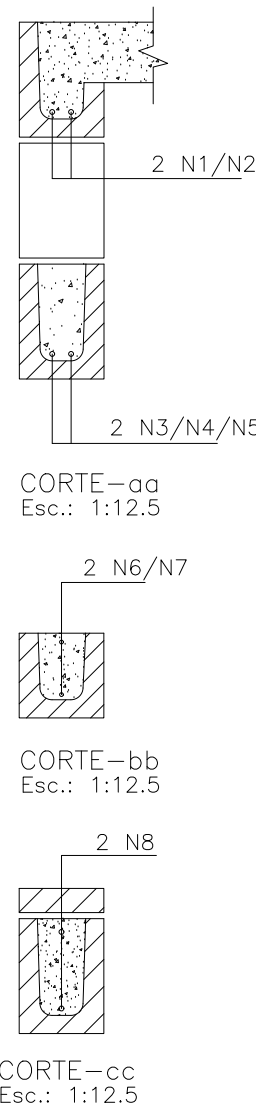
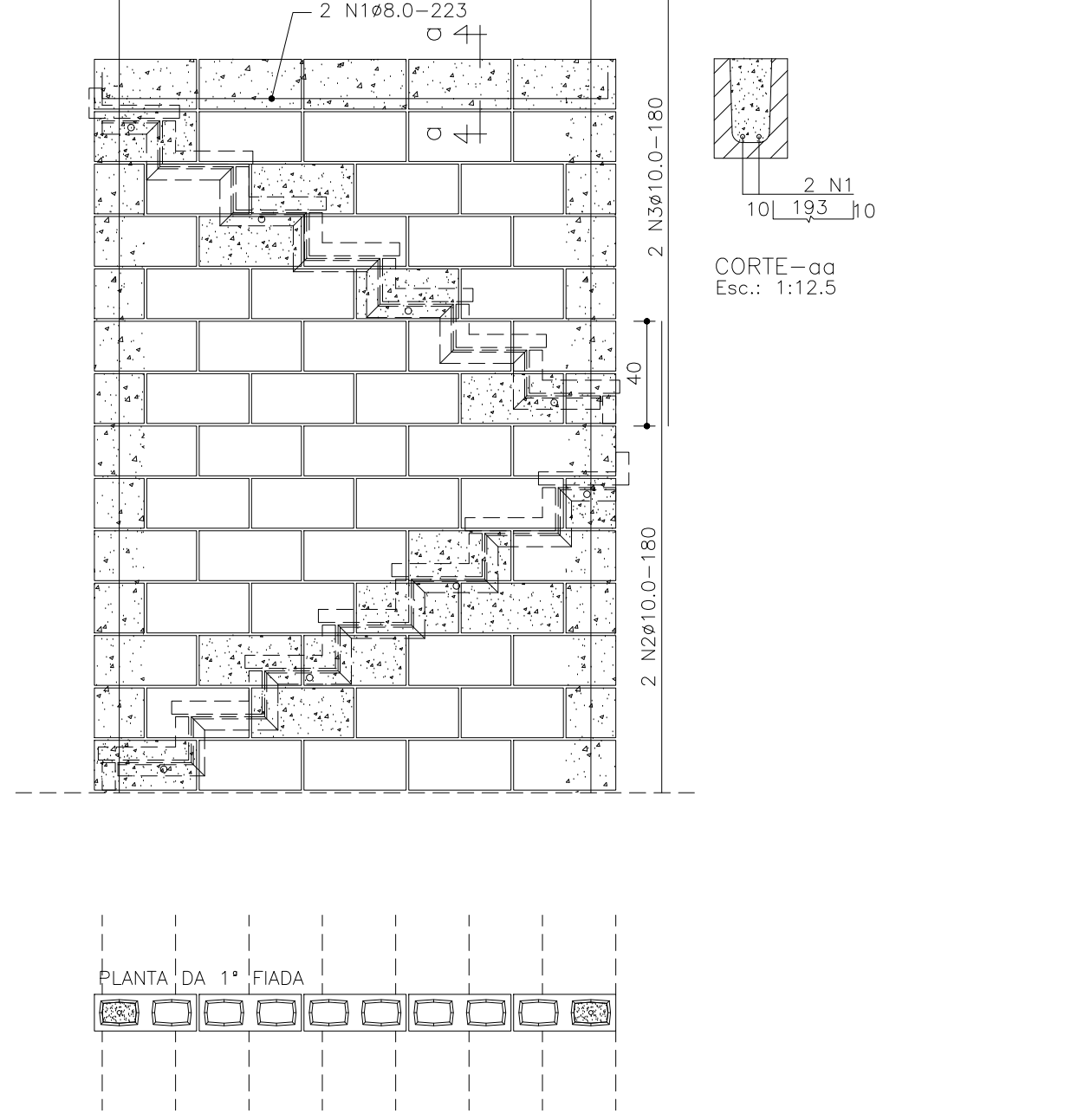
PAR.08
ESC.: 1/25



PAR.10
ESC.: 1/25



PAR.09
ESC.: 1/25



Relação do aço							
ELEM	AÇO	N	DIAM.	QUANT.	C. UNIT. (cm)	C. TOTAL (cm)	
2xPAR.01	50	1	8.0	4	770	3080	
	50	2	8.0	4	770	3080	
	50	3	6.3	4	226	904	
	50	4	6.3	4	371	1484	
	50	5	6.3	4	616	2464	
	50	6	6.3	8	186	1486	
	50	7	6.3	8	246	1968	
	50	8	6.3	8	247	1976	
	50	9	10.0	16	155	2480	
	50	10	10.0	8	115	920	
4xPAR.02	50	1	8.0	4	195	760	
	50	2	6.3	8	136	1088	
	50	3	10.0	4	180	720	
	50	4	10.0	4	180	720	
	50	1	8.0	2	660	1320	
2xPAR.04	50	1	8.0	4	325	1300	
4xPAR.05	50	1	8.0	4	325	1300	
2xPAR.07	50	1	8.0	8	770	6160	
	50	2	6.3	4	CORR	5324	
	50	3	6.3	8	235	1880	
	50	4	6.3	8	245	1960	
	50	5	10.0	4	136	544	
	50	6	10.0	16	180	2880	
	50	8	10.0	16	180	2880	
	50	1	8.0	2	399	798	
PAR.08	50	2	6.3	2	186	372	
	50	3	10.0	1	180	180	
	50	4	10.0	1	180	180	
	50	1	8.0	2	225	450	
PAR.9	50	2	10.0	2	180	360	
	50	3	10.0	1	180	180	
	50	1	8.0	2	400	800	
PAR.10	50	2	6.3	2	195	390	
	50	3	10.0	1	180	180	
	50	4	10.0	1	180	180	

AÇO	Ø	TOTAL	PESO
CA50	6.3	209.1	51.2
CA50	8.0	177.7	70.2
CA50	10.0	120.4	74.3
PESO TOTAL			
CA50	195.7	kg	

NOTA:
FERRAGEM COMPUTADA PARA UM PAVIMENTO DE UM BLOCO.

LEGENDA P/ BLOCOS:

- BLOCOS CHEIOS (GROUT/CONCRETO)
- BLOCO DE 34x14x19
- BLOCO DE 54x14x19
- BLOCO CANALETA CORTADA.
- BLOCO (4x14x19)
- BLOCO CANALETA J

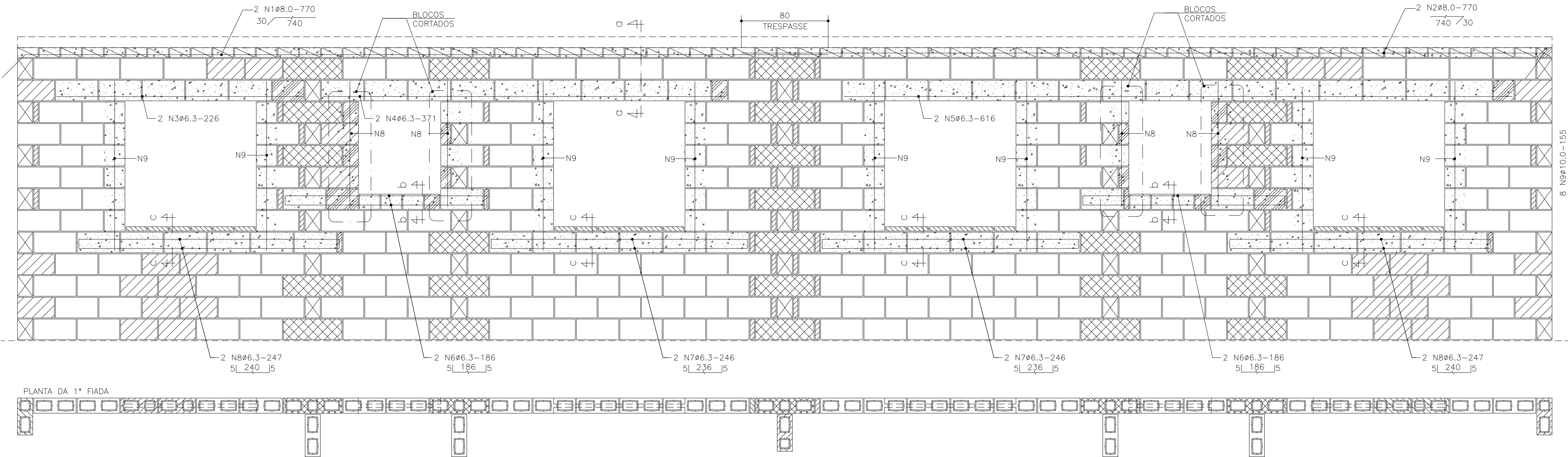
00	03/10/2023	EMISSION INICIAL	GUILHERME
REVISÃO	DATA	MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
REFERÊNCIA	ARQUIVO		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-001-IMPLAN-R18		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-002-PLANTAS-R12		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-003-CORTES-R08		

EMPREENHIMENTO:
V121 - VITTA PRIMAVERA
ENDERECO
RUA ARISTIDES SCARABELLO, 395, VILA SÔNIA, PIRACICABA/SP
INCORPORACAO E CONSTRUCAO
PROJETISTA
EMPREENHIMENTO

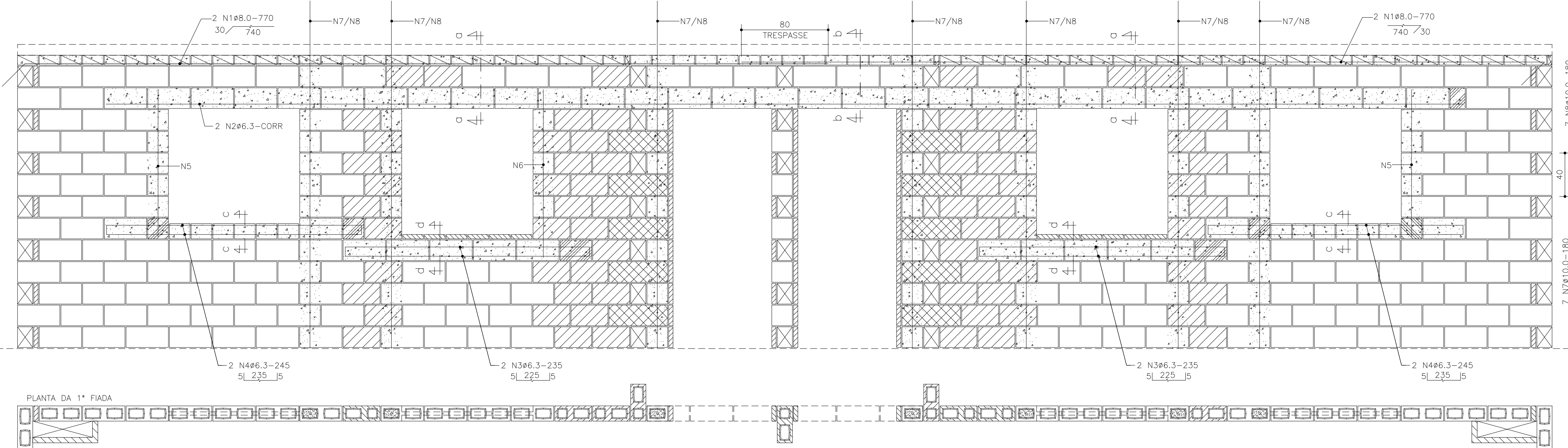


CONTEUDO	ESCALA INDICADA
BLOCO PADRÃO H	
1º PAVIMENTO (TÉRREO)	
ELEVAÇÃO DAS PAREDES (1ª PARTE)	
FASE	FOLHA
LIBERADO PARA OBRA	003
DISCIPLINA	REVISÃO
ESTRUTURA	00
ARQUIVO	EMISSION INICIAL:
V121-EST-EX-003-BHTREL1-R00	11/2023
RESPONSÁVEL	COORDENADOR
GUILHERME	EDMAR
	REVISOR
	RAPHAELA

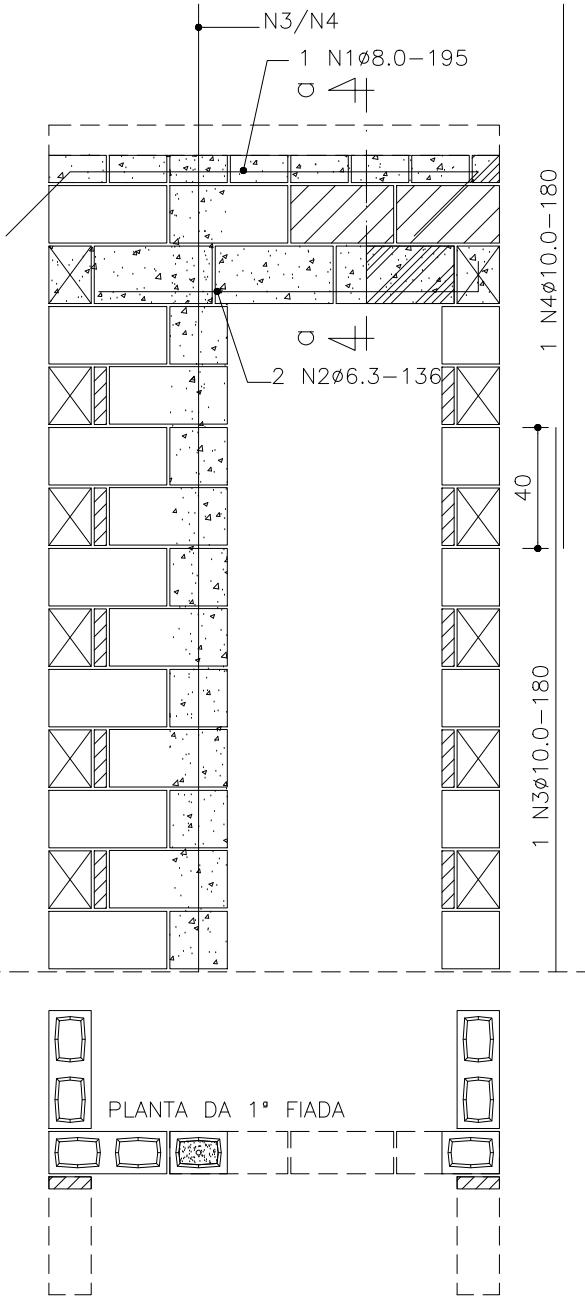
PAR.01=PAR.17
ESC.: 1/25



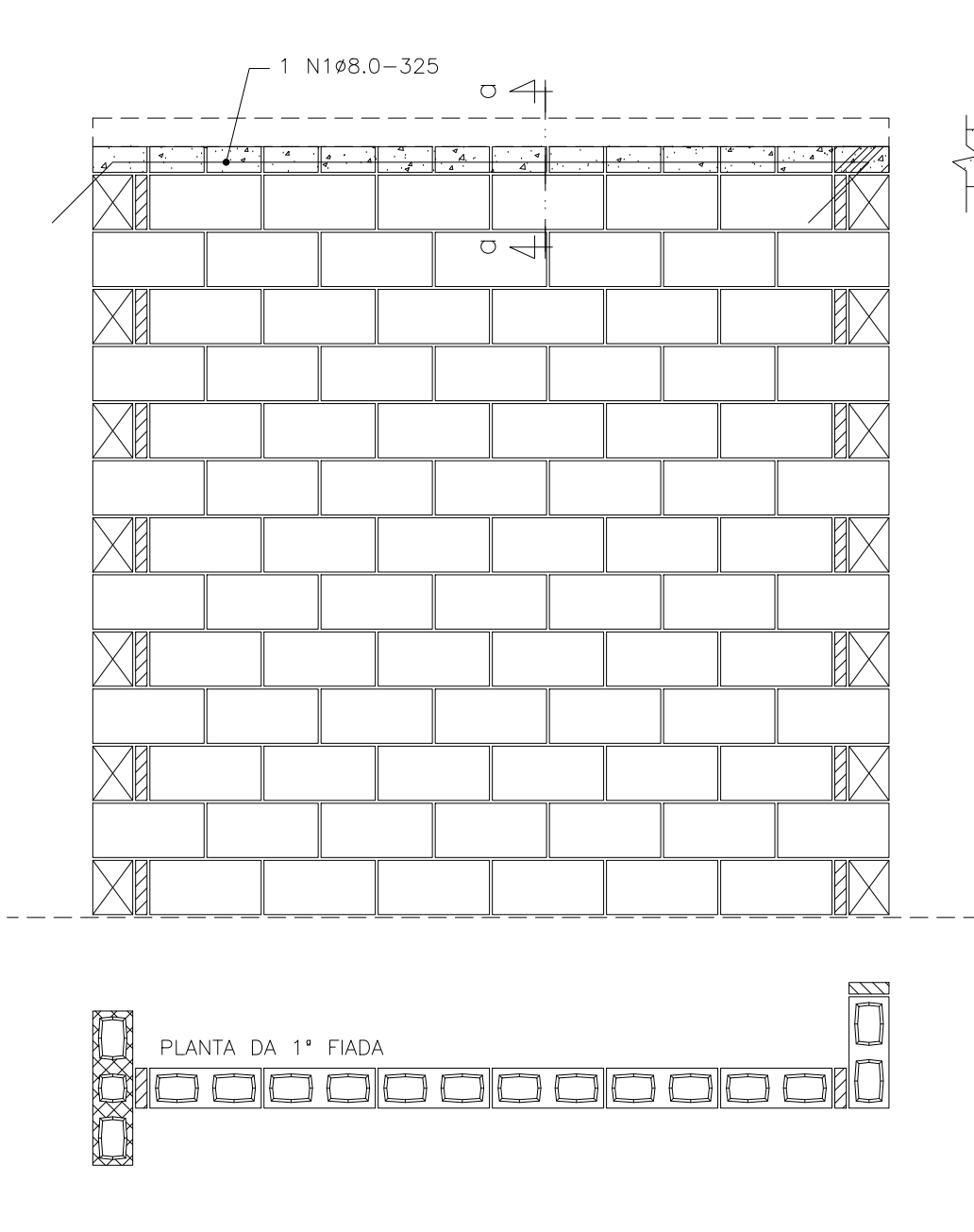
PAR.07=PAR.11
ESC.: 1/25



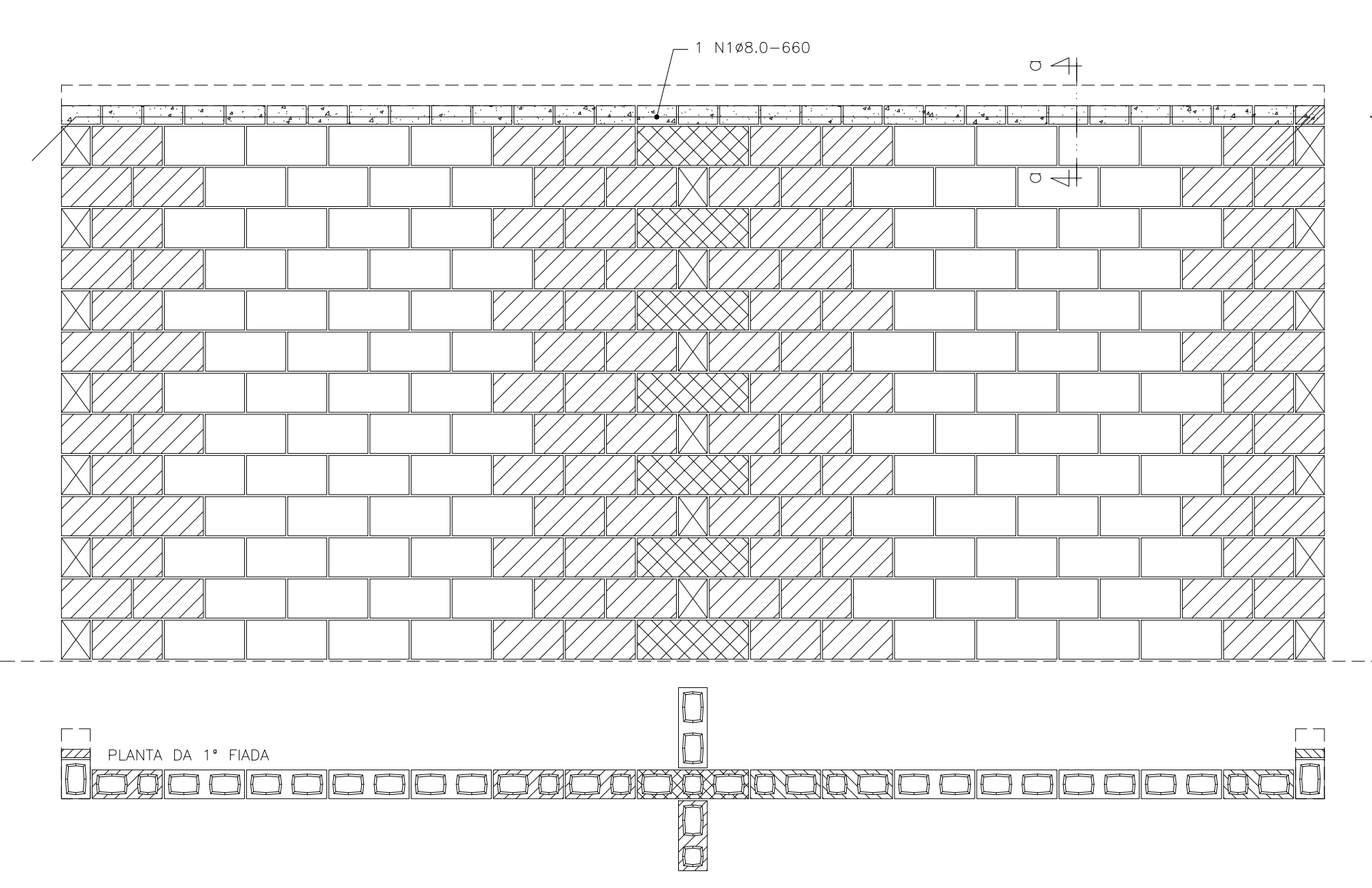
PAR.02=PAR.03=PAR.15=PAR.16
ESC.: 1/25



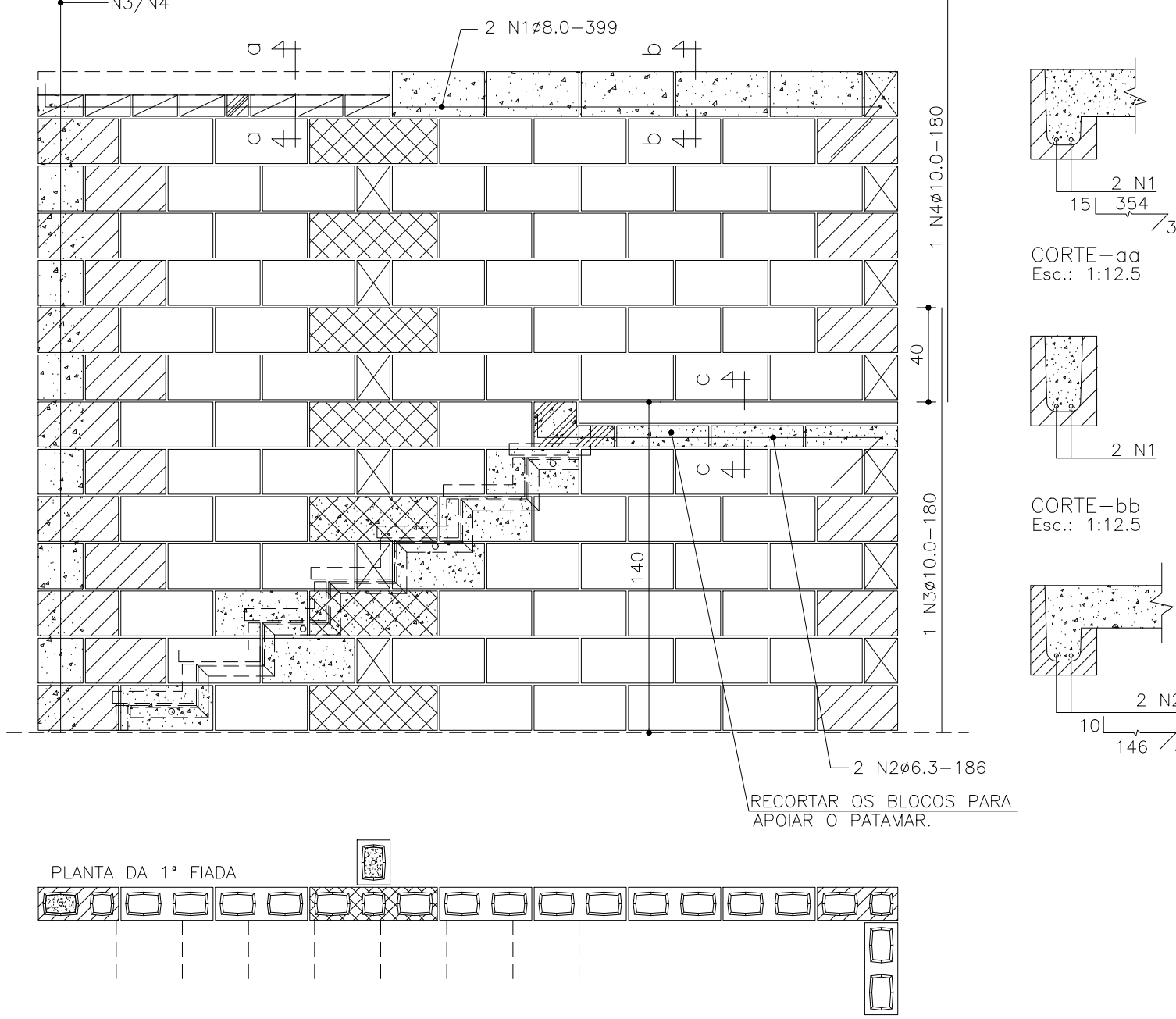
PAR.05=PAR.06=PAR.12=PAR.13
ESC.: 1/25



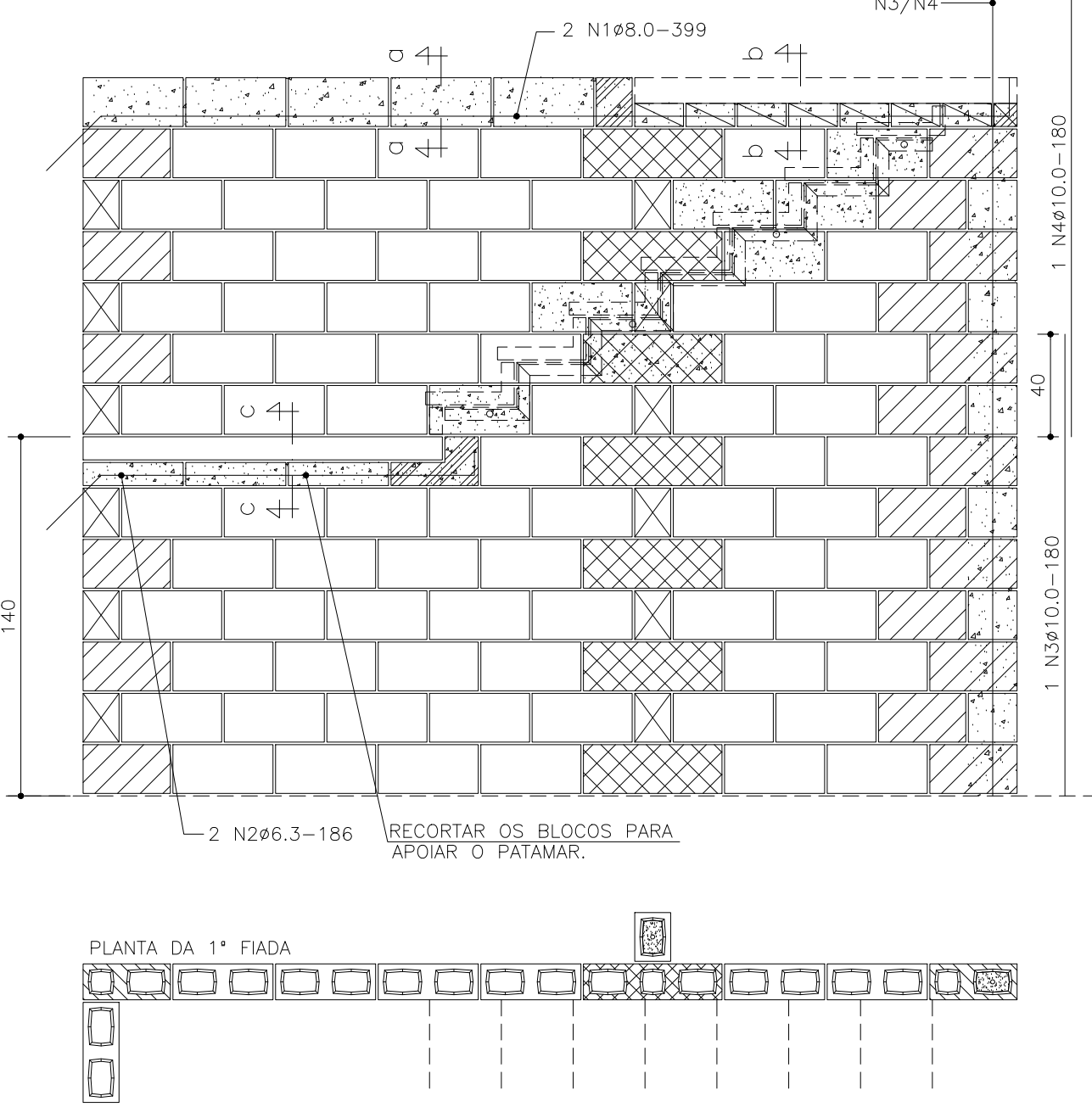
PAR.04=PAR.14
ESC.: 1/25



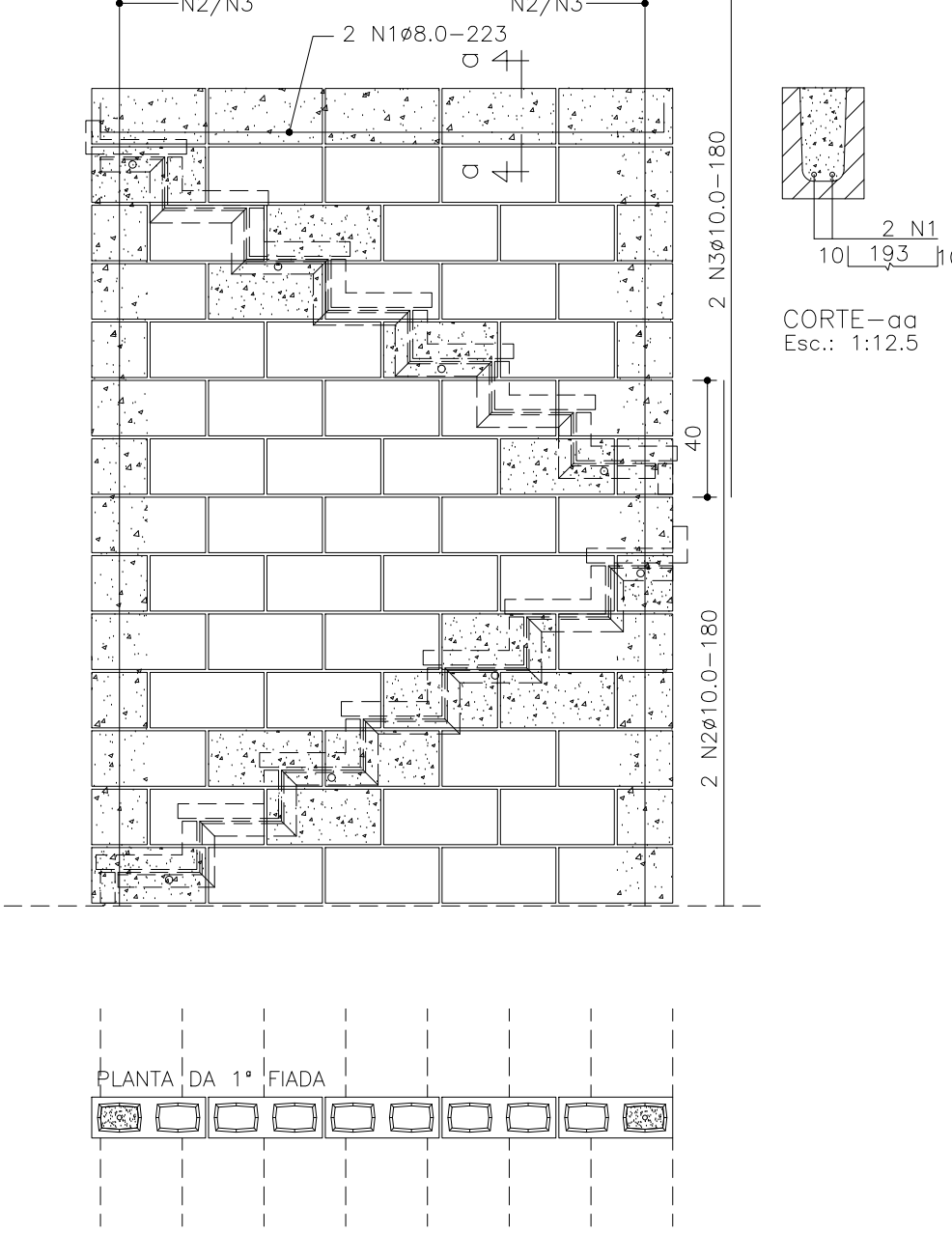
PAR.08
ESC.: 1/25



PAR.10
ESC.: 1/25



PAR.09
ESC.: 1/25



Relação do aço						
ELEM	AÇO	N	DIAM.	QUANT.	C. UNIT. (cm)	C. TOTAL (cm)
2xPAR.01	50	1	8.0	4	770	3080
	50	2	8.0	4	770	3080
	50	3	6.3	4	226	904
	50	4	6.3	4	371	1484
	50	5	6.3	4	616	2404
	50	6	6.3	8	196	1568
	50	7	6.3	8	246	1968
	50	8	6.3	8	247	1976
	50	9	10.0	8	115	920
	50	10	10.0	16	155	2480
4xPAR.02	50	1	8.0	4	195	780
	50	2	6.3	8	136	1088
	50	3	10.0	4	180	720
	50	4	10.0	4	180	720
2xPAR.04	50	1	8.0	2	660	1320
4xPAR.05	50	1	8.0	4	325	1300
2xPAR.07	50	1	8.0	8	770	6160
	50	2	6.3	4	CORR	5324
	50	3	6.3	8	235	1880
	50	4	6.3	8	245	1960
	50	5	10.0	4	136	544
	50	6	10.0	2	155	310
	50	7	10.0	14	180	2520
	50	8	10.0	14	180	2520
PAR.08	50	1	8.0	2	399	798
	50	2	6.3	2	186	372
	50	3	10.0	1	180	180
	50	4	10.0	1	180	180
PAR.9	50	1	8.0	2	223	446
	50	2	10.0	2	180	360
	50	3	10.0	1	180	180
PAR.10	50	1	8.0	2	399	798
	50	2	6.3	2	186	372
	50	3	10.0	1	180	180

RESUMO DO AÇO			
AÇO	Ø	TOTAL (m)	PESO (kg)
CA50	6.3	209.9	51.4
CA50	8.0	177.6	70.2
CA50	10.0	116.3	71.8
PESO TOTAL		193.4	kg

NOTA:
FERRAGEM COMPUTADA PARA UM PAVIMENTO DE UM BLOCO.

LEGENDA P/ BLOCOS:

- BLOCOS CHEIOS (GROUT/CONCRETO)
- BLOCO DE 34x14x19
- BLOCO DE 54x14x19
- BLOCO CANALETA CORTADA.
- BLOCO (4x14x19)
- BLOCO CANALETA J
- BLOCO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

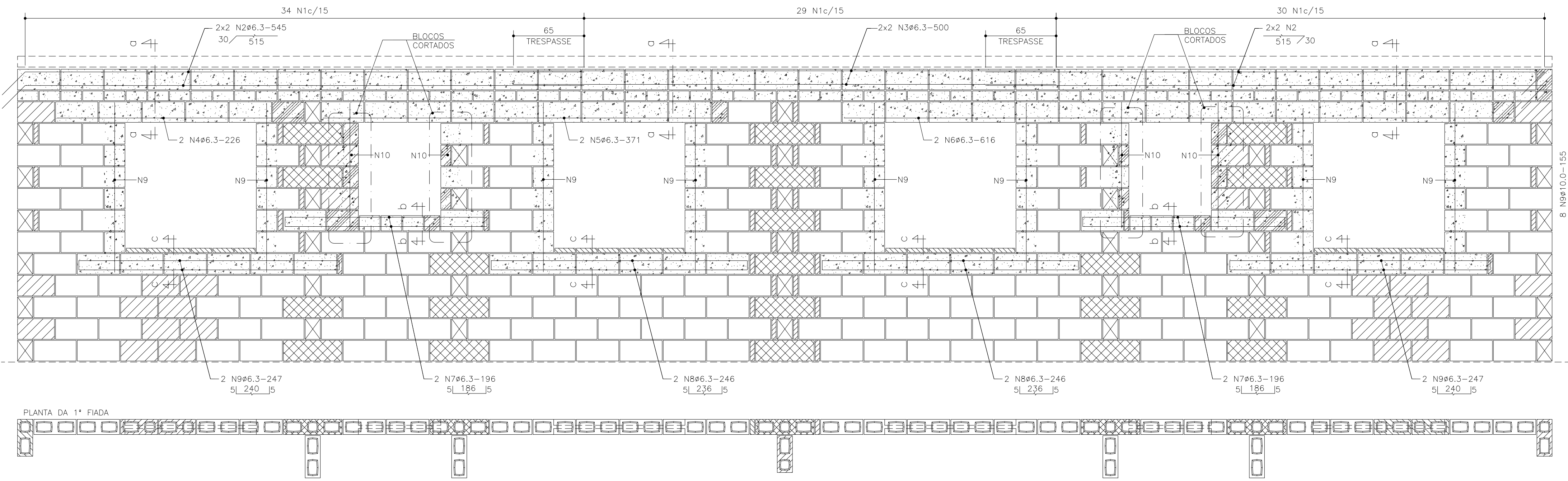
00	03/10/2023	EMISSION INICIAL	GUILHERME
REVISÃO	DATA	MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
REFERÊNCIA	ARQUIVO		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-001-IMPLAN-R18		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-002-PLANTAS-R12		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-003-CORTES-R08		

EMPREENHIMENTO:
V121 - VITTA PRIMAVERA
ENDERECO
RUA ARISTIDES SCARABELLO, 395, VILA SÔNIA, PIRACICABA/SP
INCORPORACAO E CONSTRUCAO PROJETISTA EMPREENHIMENTO

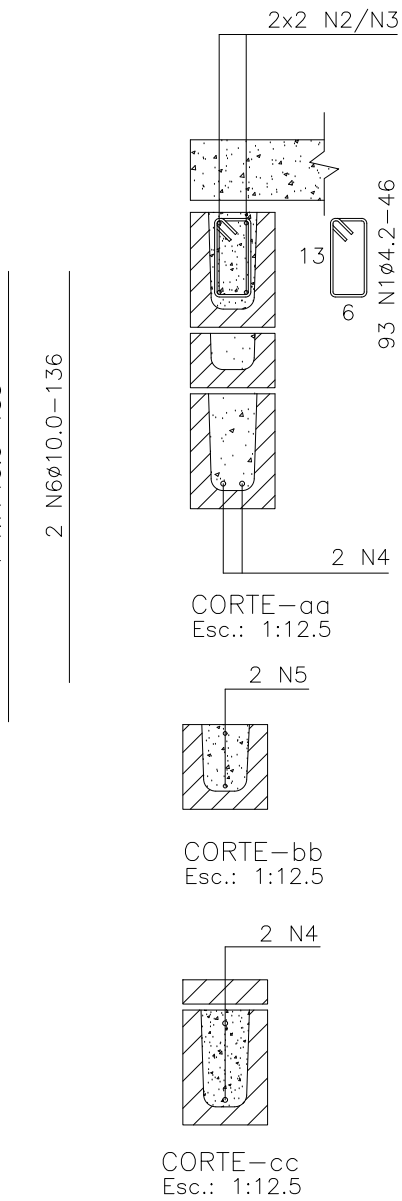
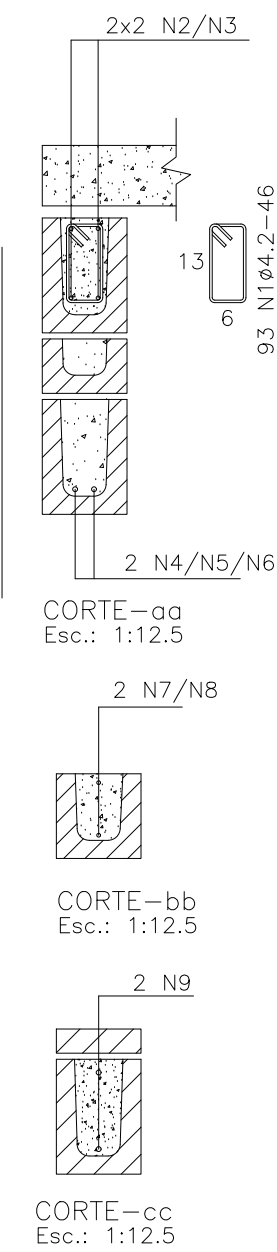
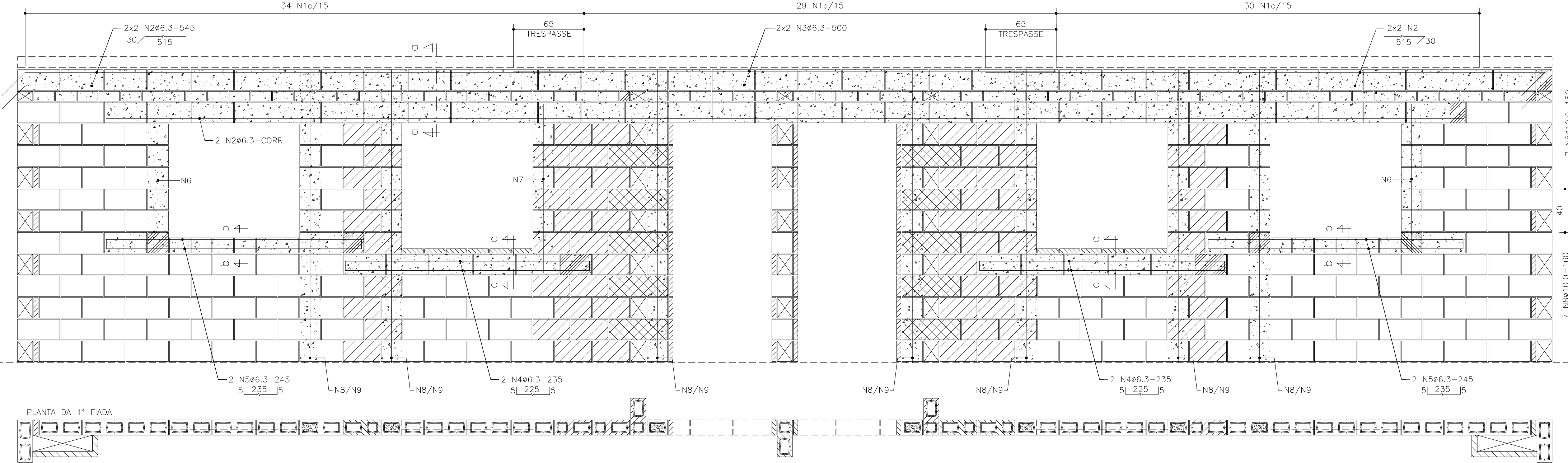


CONTEUDO	ESCALA INDICADA
BLOCO PADRÃO H 2º E 3º PAVIMENTO (TIPO) ELEVACÃO DAS PAREDES (1ª PARTE)	
FASE	FOLHA
LIBERADO PARA OBRA	009
DISCIPLINA	REVISÃO
ESTRUTURA	00
ARQUIVO	EMISSION INICIAL:
V121-EST-EX-009-BHTPEL1-R00	11/2023
RESPONSÁVEL	DESENHISTA
GUILHERME	EDMAR
	RAPHAELA

PAR.01=PAR.17
ESC.: 1/25



PAR.07=PAR.11
ESC.: 1/25

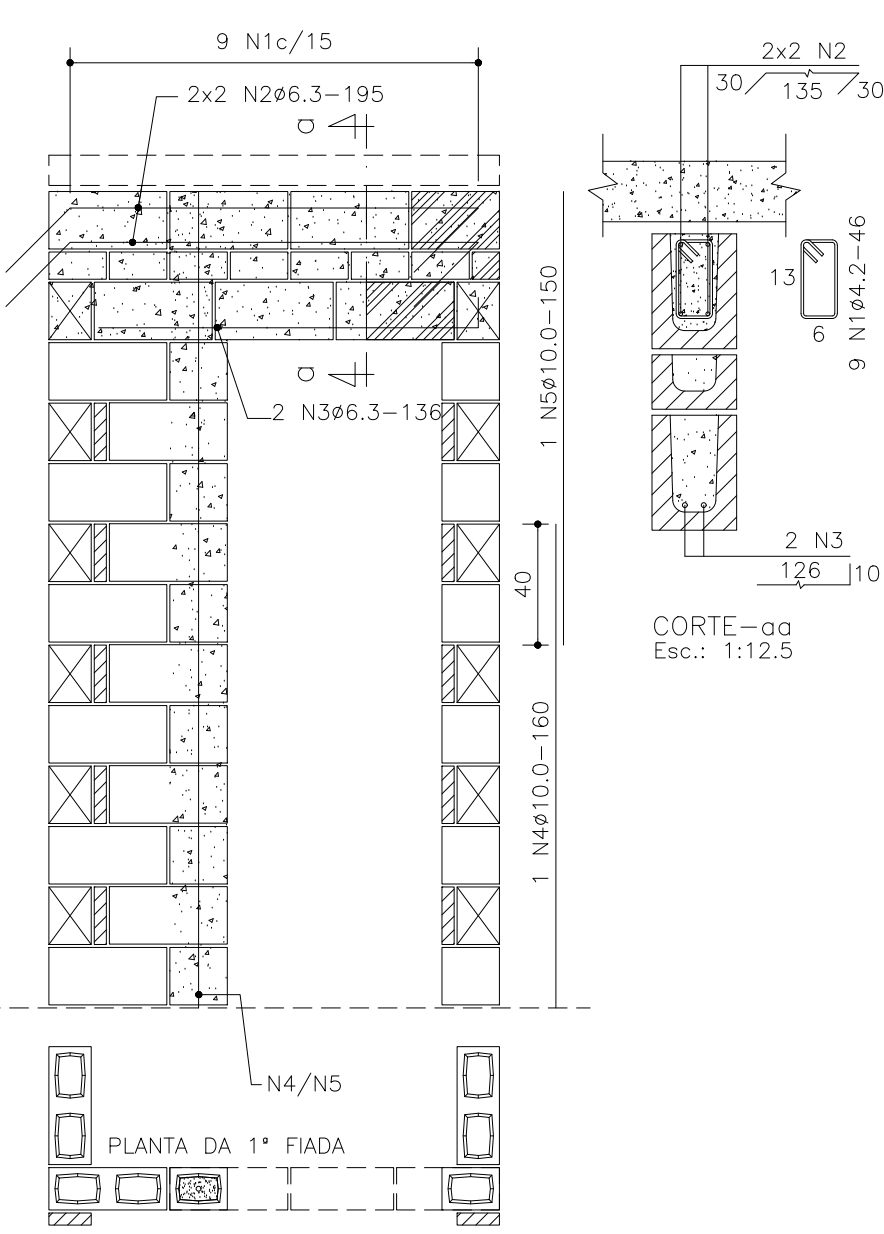


Relação do aço						
ELEM	AÇO	N	DIAM	QUANT	C. UNIT. (cm)	C. TOTAL (cm)
2xPAR.01	60	1	4.2	186	46	8556
	50	2	6.3	16	545	8720
	50	3	6.3	8	500	4000
	50	4	6.3	4	226	904
	50	5	6.3	4	371	1484
	50	6	6.3	4	616	2484
	50	7	6.3	16	196	3136
	50	8	6.3	8	246	1968
	50	9	6.3	8	247	1976
	50	10	10.0	16	155	2480
	50	11	10.0	8	115	920
4xPAR.02	60	1	4.2	36	46	1656
	50	2	6.3	16	195	3120
	50	3	6.3	8	136	1088
	50	4	10.0	4	160	640
	50	5	10.0	4	150	600
2xPAR.04	60	1	4.2	80	46	3680
	50	2	6.3	4	660	2640
4xPAR.05	60	1	4.2	72	46	3312
	50	2	6.3	96	325	31200
2xPAR.07	60	1	4.2	186	46	8556
	50	2	6.3	16	545	8720
	50	3	6.3	8	500	4000
	50	4	6.3	4	235	1880
	50	5	6.3	8	245	1960
	50	6	10.0	4	136	544
	50	7	10.0	2	155	310
	50	8	10.0	14	160	2240
	50	9	10.0	14	150	2100
PAR.08	60	1	4.2	23	46	1058
	50	2	6.3	4	396	1584
	50	3	10.0	1	160	160
	50	4	10.0	1	150	150
PAR.9	50	1	8.0	2	225	450
	50	2	10.0	2	180	360
	50	3	10.0	1	180	180
PAR.10	50	1	6.3	2	225	450
	50	2	6.3	2	138	276

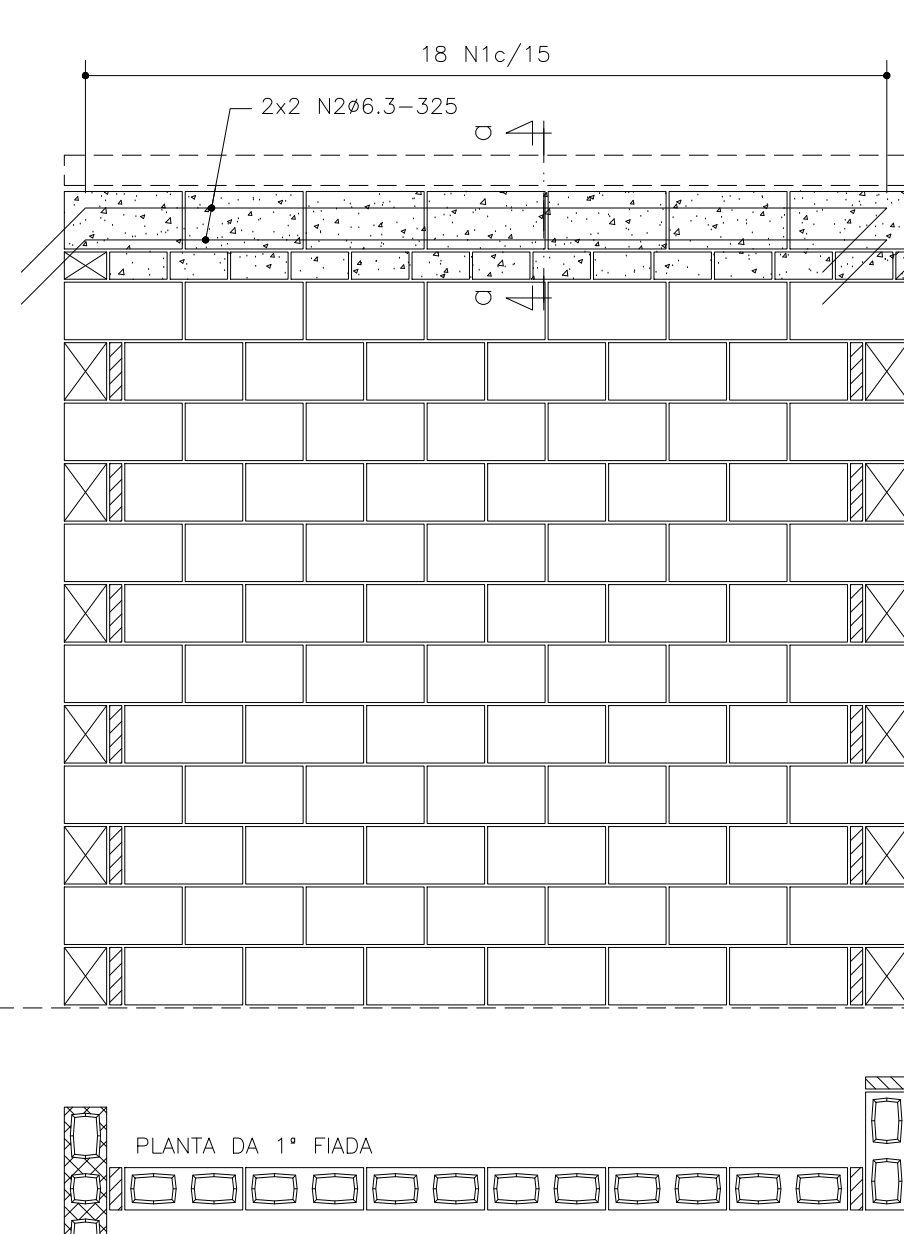
AÇO	Ø	TOTAL	PESO
CA50	6.3	779.0	190.9
CA50	8.0	4.5	1.8
CA50	10.0	106.8	65.9
PESO TOTAL			
CA50		258.5	kg
CA60		29.2	kg

NOTA:
FERRAGEM COMPUTADA PARA UM PAVIMENTO DE UM BLOCO.

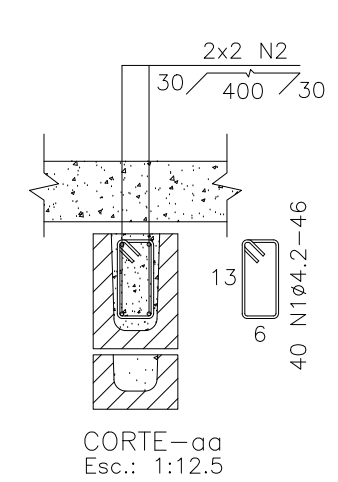
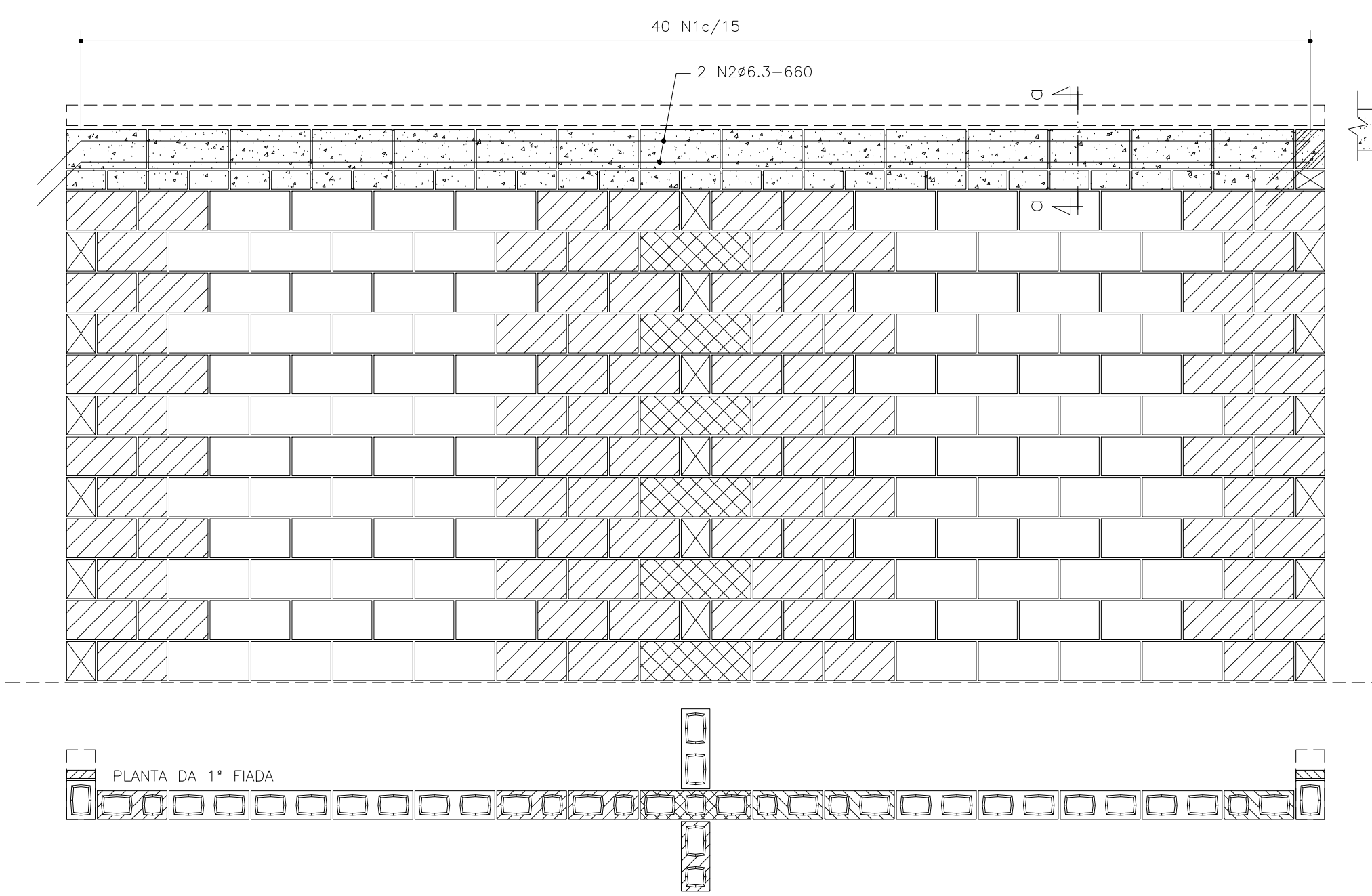
PAR.02=PAR.03=PAR.15=PAR.16
ESC.: 1/25



PAR.05=PAR.06=PAR.12=PAR.13
ESC.: 1/25



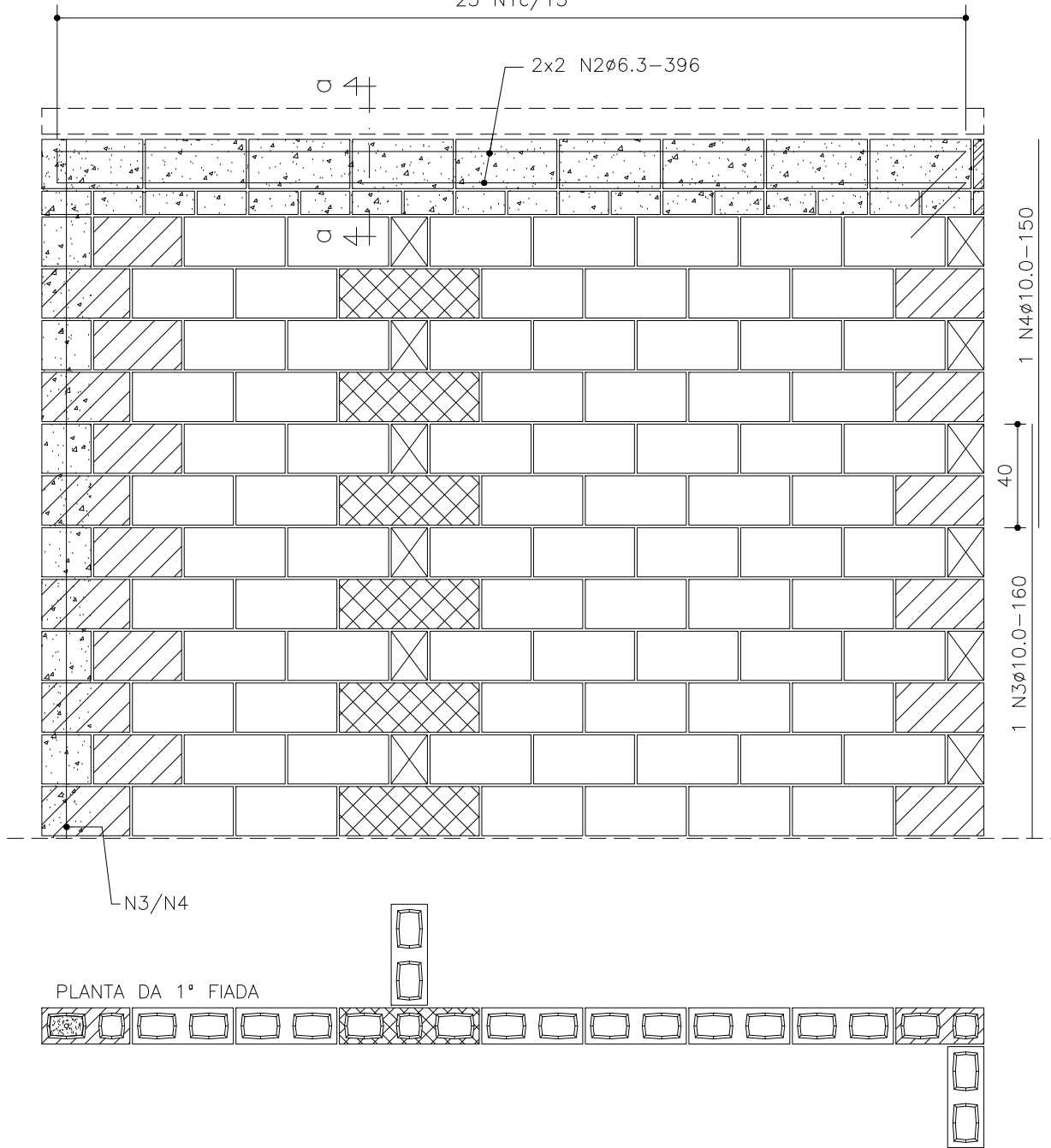
PAR.04=PAR.14
ESC.: 1/25



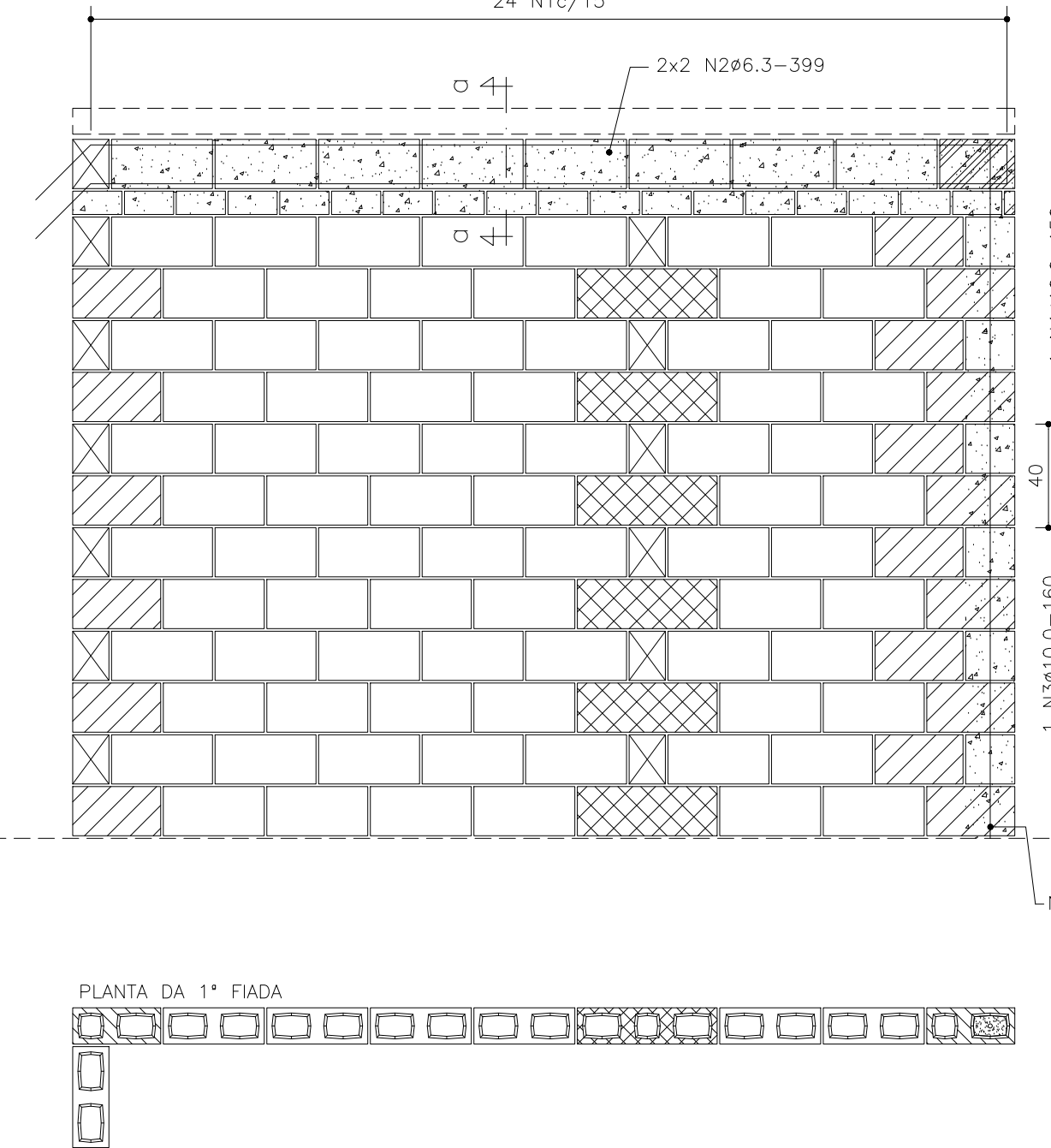
LEGENDA P/ BLOCOS:

- BLOCOS CHEIOS (GROUT/CONCRETO)
- BLOCO DE 34x14x19
- BLOCO DE 54x14x19
- BLOCO CANALETA CORTADA.
- BLOCO (4x14x19)
- BLOCO CANALETA J
- BLOCO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

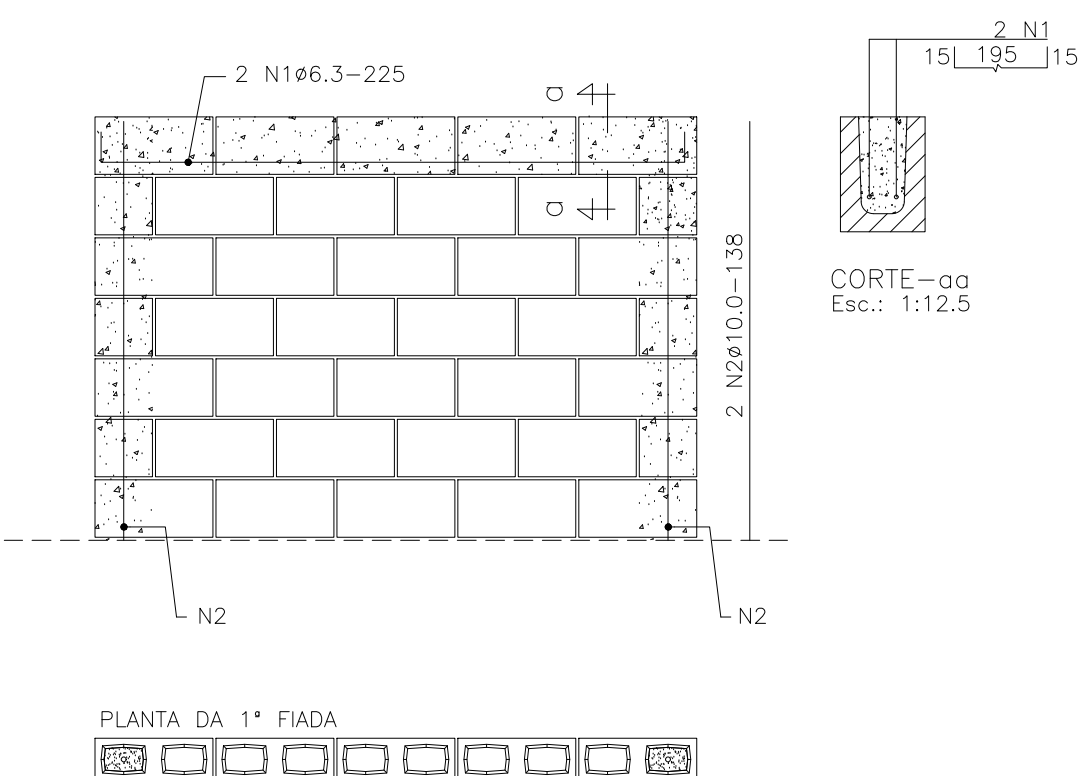
PAR.08
ESC.: 1/25



PAR.10
ESC.: 1/25



PAR.09
ESC.: 1/25



00	03/10/2023	EMISSION INICIAL	GUILHERME
REVISÃO	DATA	MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
REFERÊNCIA	ARQUIVO		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-001-IMPLAN-R18		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-002-PLANTAS-R12		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-003-CORTES-R08		

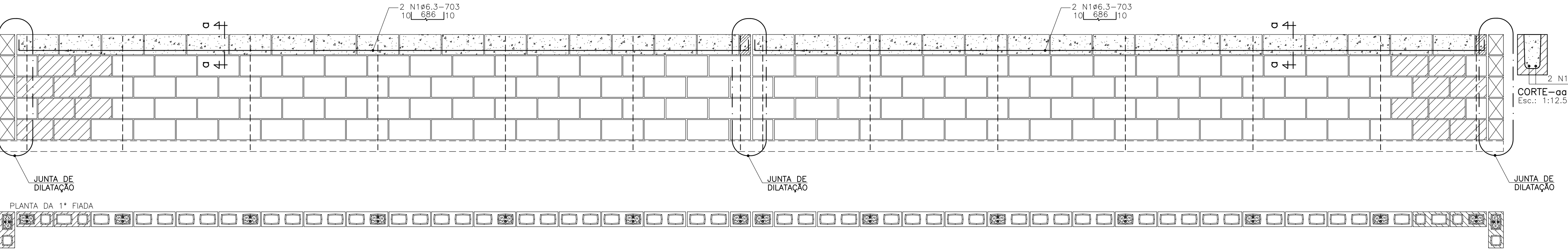
EMPREENHIMENTO:
V121 - VITTA PRIMAVERA

ENDERECO
RUA ARISTIDES SCARABELLO, 395, VILA SÔNIA, PIRACICABA/SP

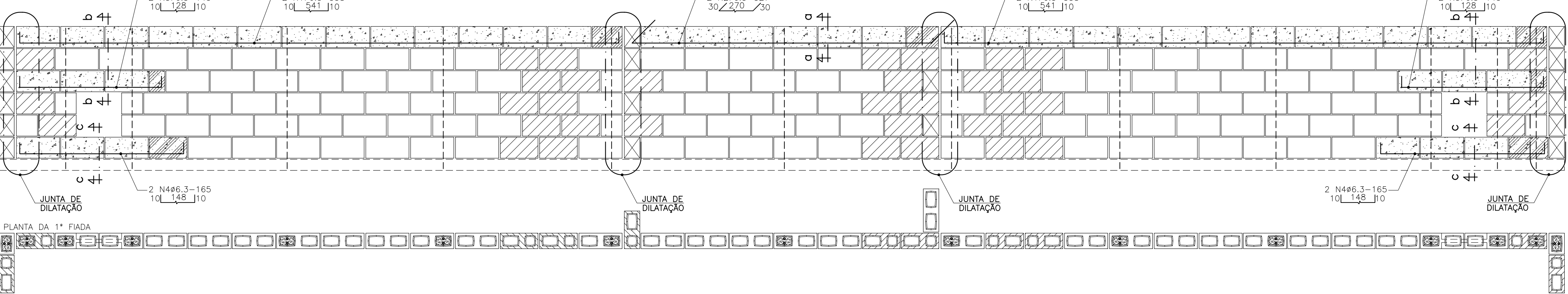


CONTEUDO	ESCALA INDICADA
BLOCO PADRÃO H	
4º PAVIMENTO	
ELEVAÇÃO DAS PAREDES (1ª PARTE)	
FASE	FOLHA
LIBERADO PARA OBRA	014
DISCIPLINA	REVISÃO
ESTRUTURA	00
ARQUIVO	EMISSION INICIAL:
V121-EST-EX-014-BH4PEL1-R00	11/2023
RESPONSÁVEL	DESENHISTA
GUILHERME	EDMAR
	RAPHAELA

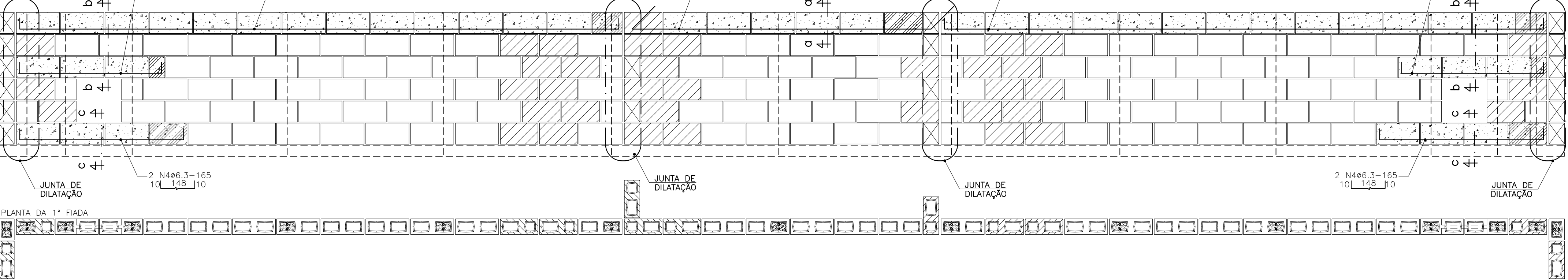
PLA.01=PLA.06
ESC.: 1/25



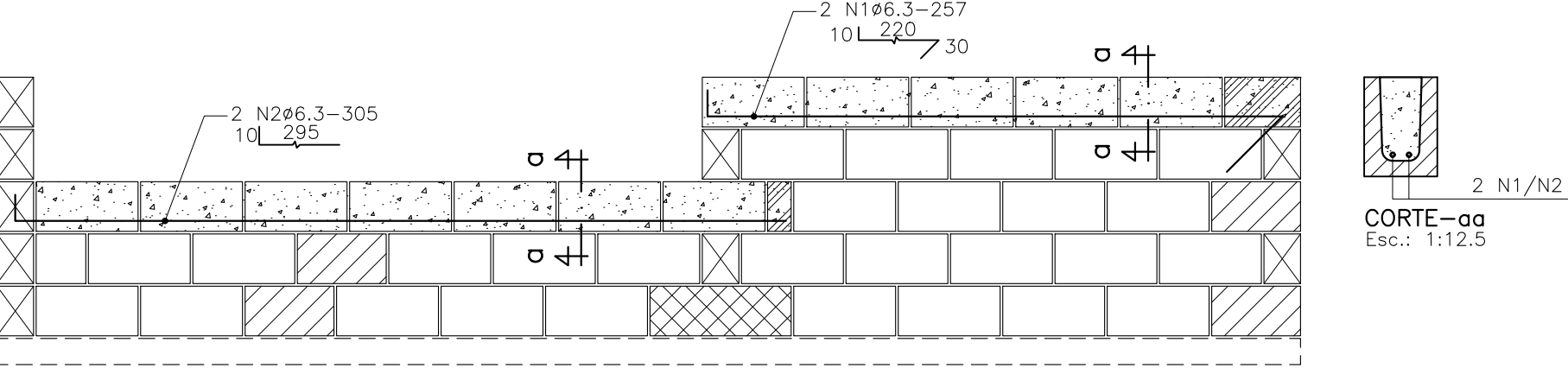
PLA.02
ESC.: 1/25



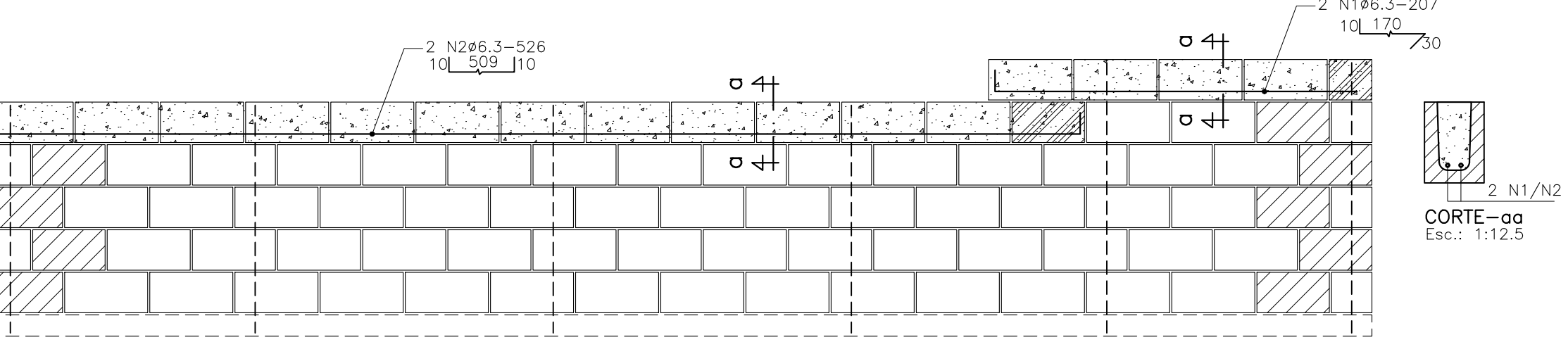
PLA.05
ESC.: 1/25



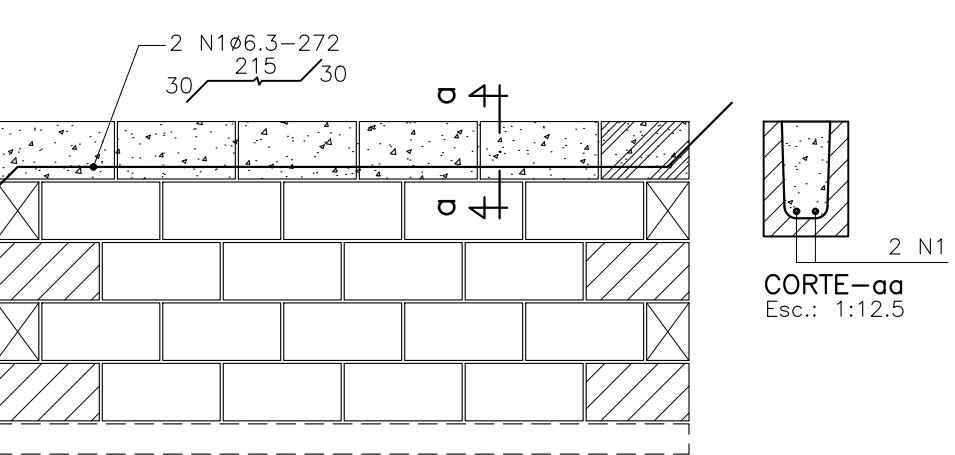
PLA.03
ESC.: 1/25



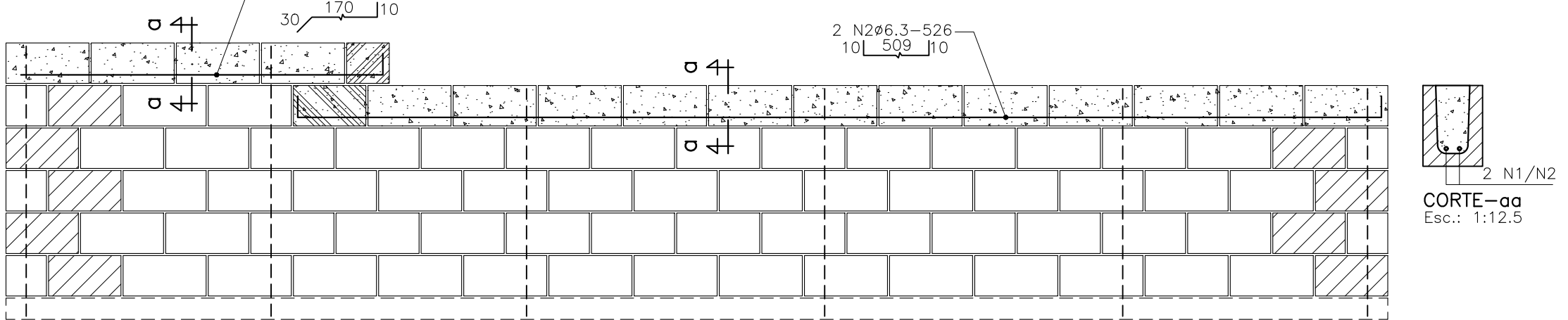
PLA.07=PLA.14
ESC.: 1/25



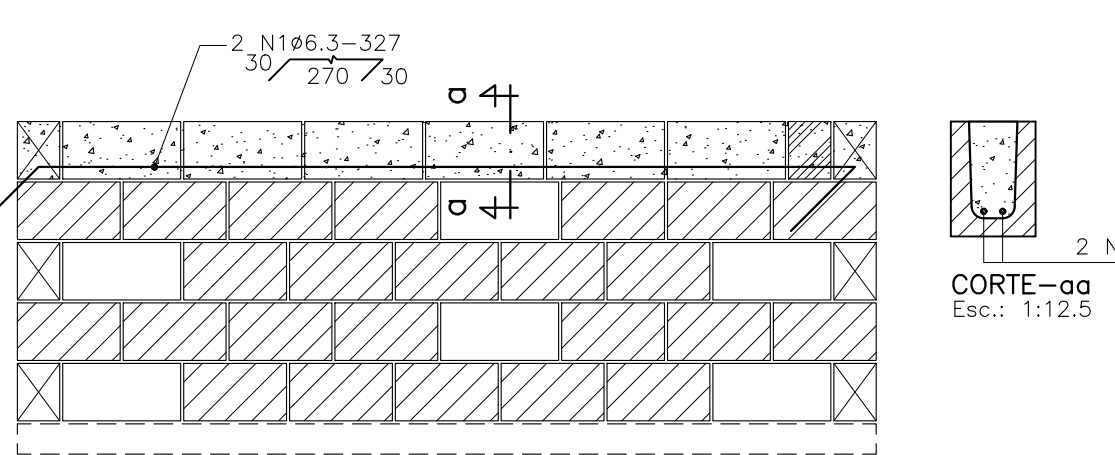
PLA.04
ESC.: 1/25



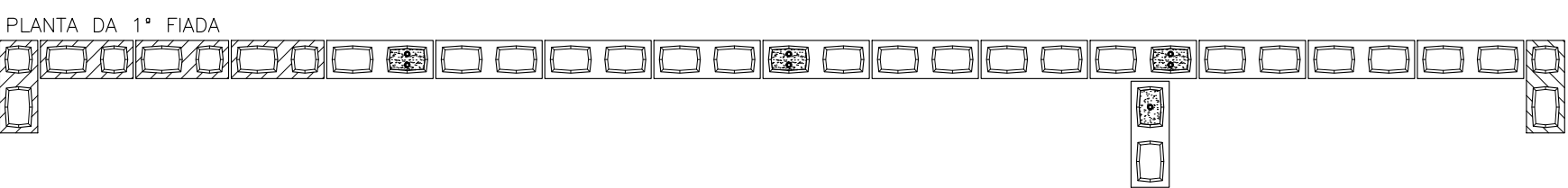
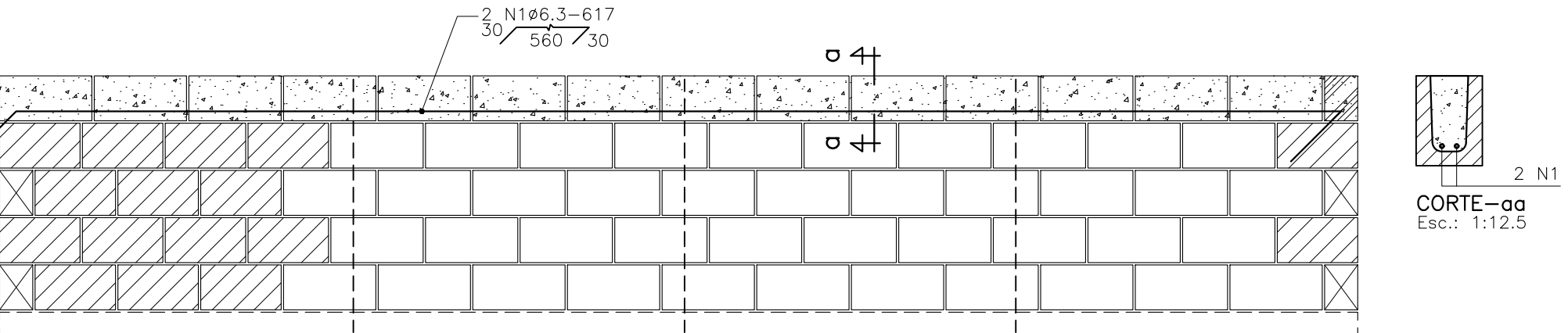
PLA.08=PLA.13
ESC.: 1/25



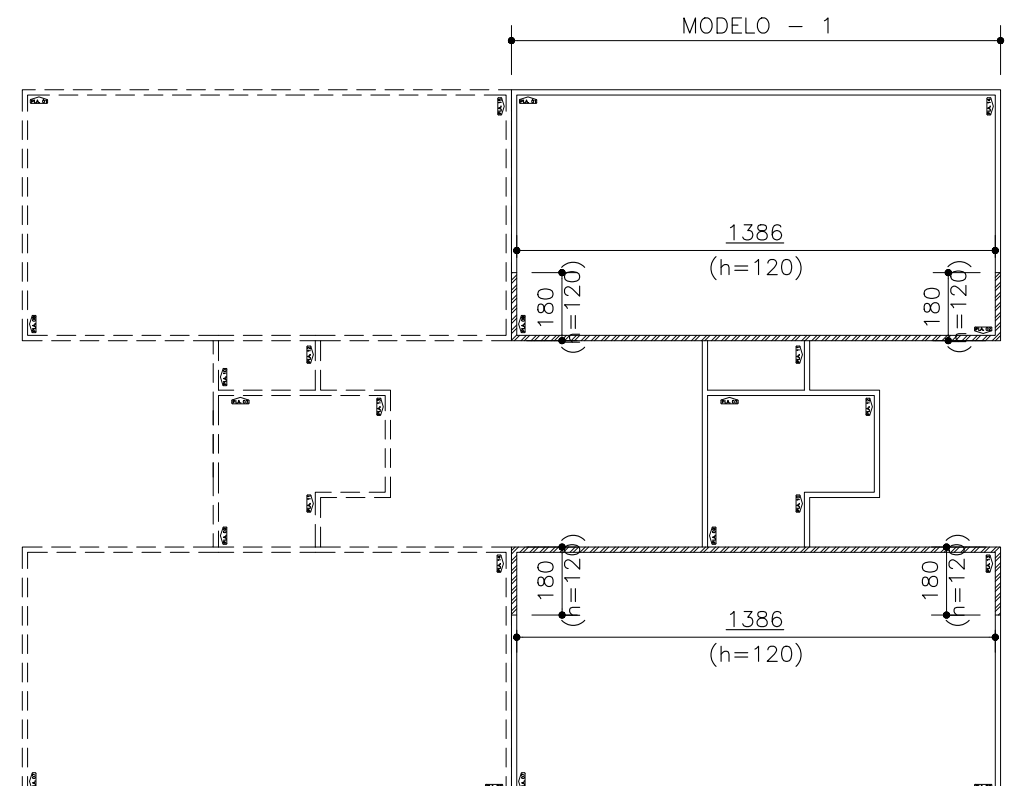
PLA.12
ESC.: 1/25



PLA.09
ESC.: 1/25



LEGENDA P/ BLOCOS:	
	- BLOCOS CHEIOS (GROUT/CONCRETO)
	- BLOCO DE 34x14x19
	- BLOCO DE 54x14x19
	- BLOCO CANALETA CORTADA.
	- BLOCO (4x14x19)
	- BLOCO CANALETA J

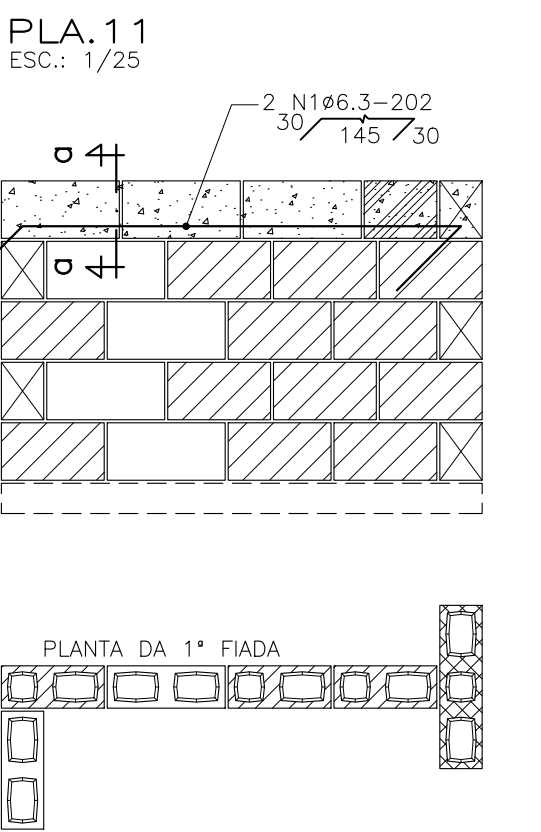
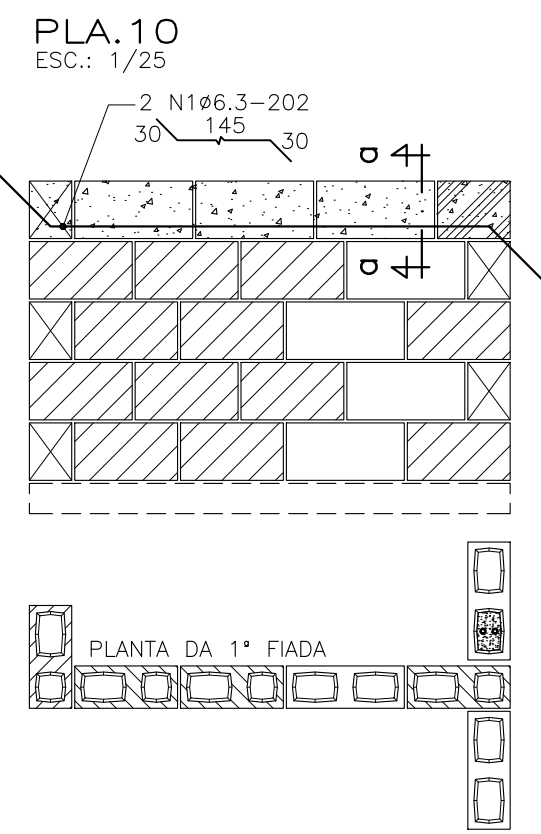


PLANTA CHAVE
ESC.: 1:200

Relação do aço						
ELEMENTO	AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
2xPLA.01	CASO	1	6.3	8	703	5624
PLA.02	CASO	1	6.3	4	558	2232
	CASO	2	6.3	2	327	654
	CASO	3	6.3	4	145	580
	CASO	4	6.3	4	165	660
PLA.03	CASO	1	6.3	2	257	514
	CASO	2	6.3	2	305	610
PLA.04	CASO	1	6.3	2	272	544
PLA.05	CASO	1	6.3	4	558	2232
	CASO	2	6.3	2	327	654
	CASO	3	6.3	4	148	592
	CASO	4	6.3	4	165	660
2xPLA.07	CASO	1	6.3	4	207	828
	CASO	2	6.3	4	526	2104
2xPLA.08	CASO	1	6.3	4	207	828
	CASO	2	6.3	4	526	2104
PLA.09	CASO	1	6.3	2	617	1234
PLA.10	CASO	1	6.3	2	202	404
PLA.11	CASO	1	6.3	2	202	404
PLA.12	CASO	1	6.3	2	327	654

Resumo do aço			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO (kg)
CASO	6.3	241.2	59.1
CASO TOTAL (kg)			
CASO	59.1		

NOTA:
FERRAGEM COMPUTADA PARA UM PAVIMENTO DE UM BLOCO.

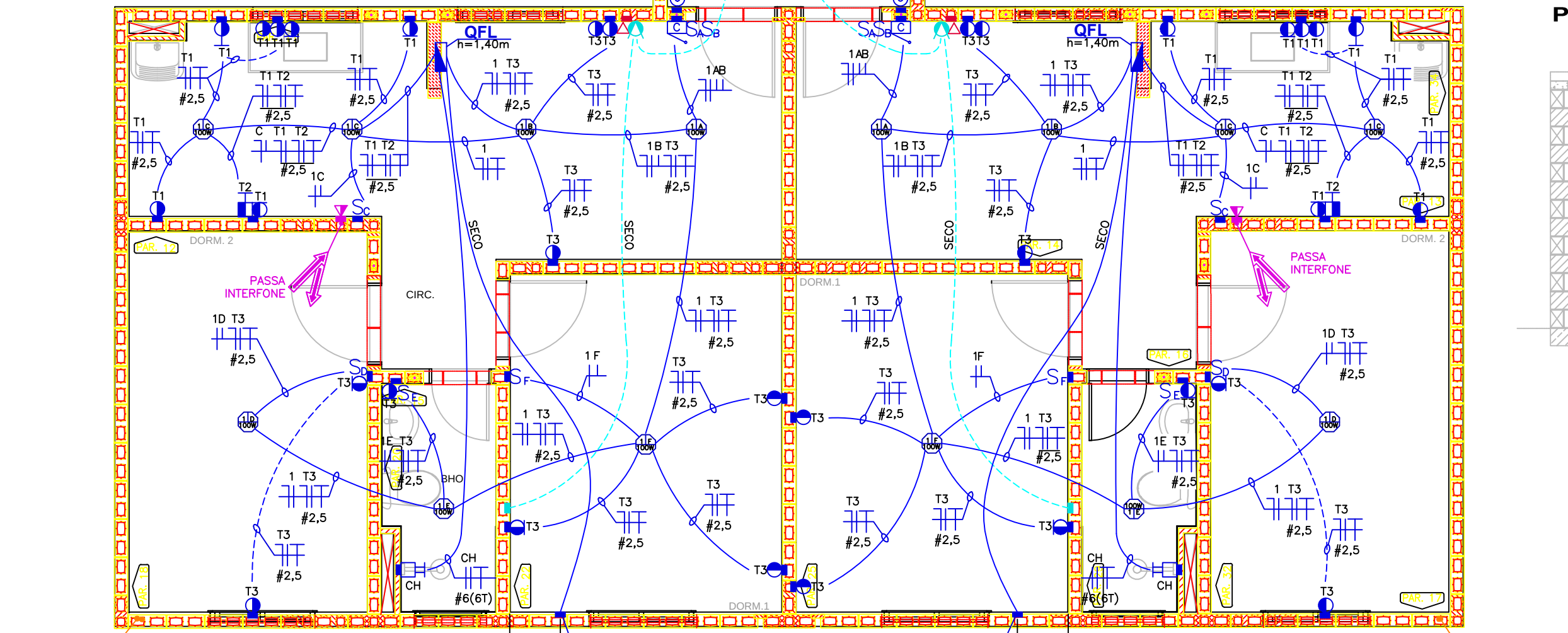
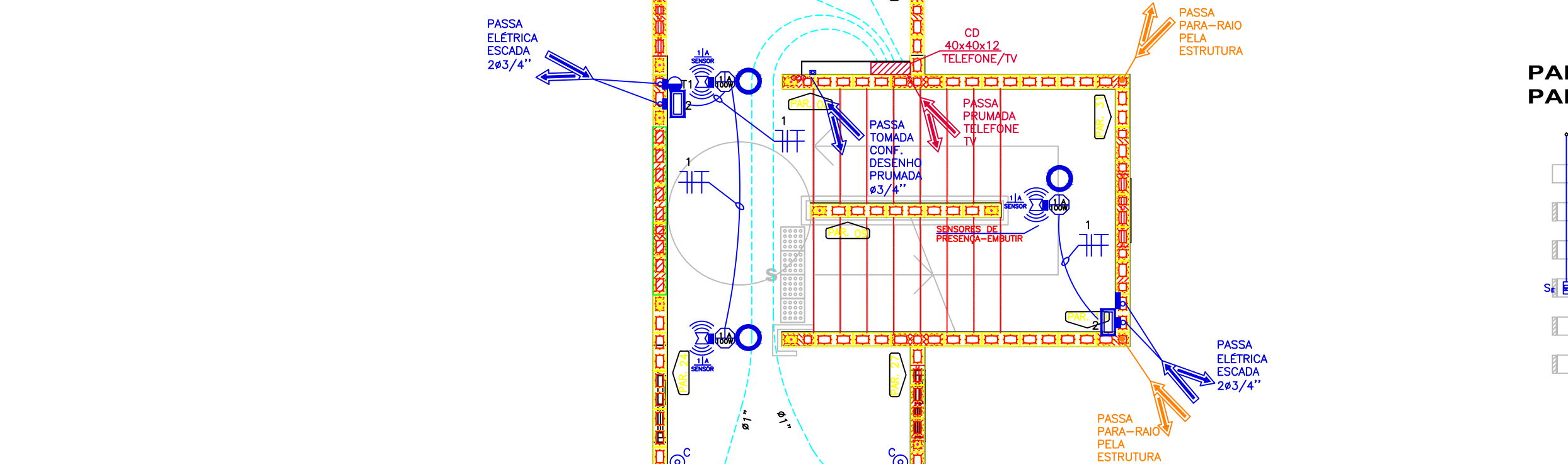
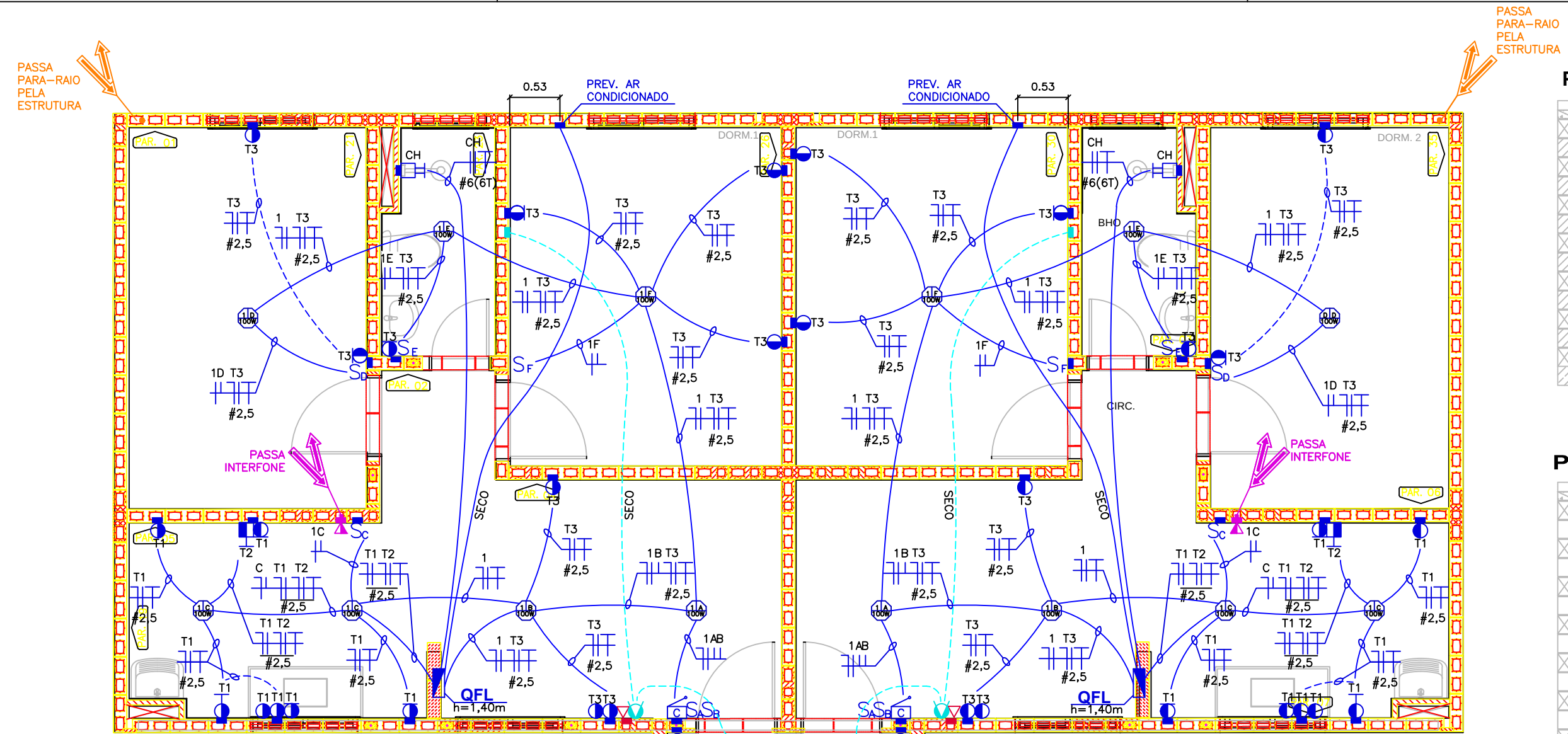


00	03/10/2023	EMISSION INICIAL	GUILHERME
REVISÃO	DATA	MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
REFERENCIA	ARQUIVO		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-001-IMPLAN-R18		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-002-PLANTAS-R12		
ARQUITETURA	V121-ARQ-PO-003-CORTES-R08		

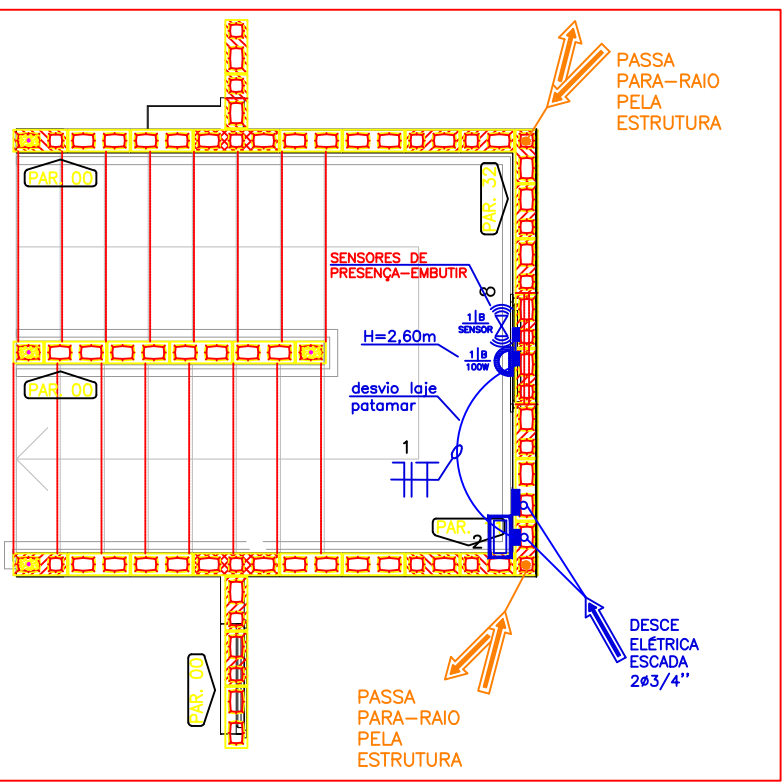
EMPRESAMENTO:
V121 - VITTA PRIMAVERA
ENDERECO
RUA ARISTIDES SCARABELLO, 395, VILA SÔNIA, PIRACICABA/SP
INCORPORACÃO E CONSTRUÇÃO PROJETISTA EMPREENDIMENTO



CONTEUDO		ESCALA INDICADA
BLOCO PADRÃO H		
PLATIBANDA (MODELO - 1)		
ELEVACÃO DAS PAREDES		
FASE	FOLHA	
LIBERADO PARA OBRA	019	
DISCIPLINA	REVISÃO	
ESTRUTURA	00	
ARQUIVO	EMISSION INICIAL:	DESENHISTA
V121-EST-EX-019-BHPLELV-R00	11/2023	RAPHAELA
RESPONSÁVEL	COORDENADOR	
GUILHERME	EDMAR	



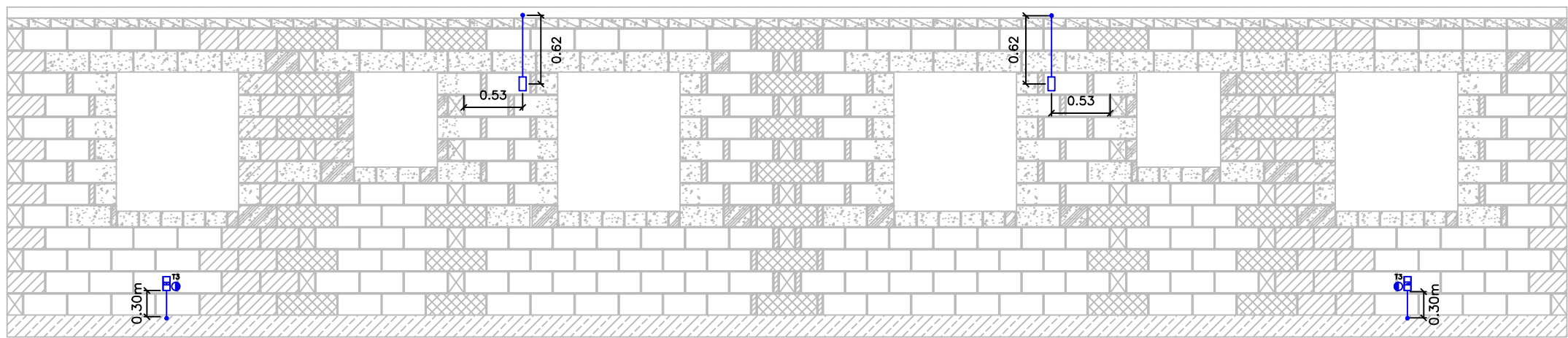
TIPO ESC.1:50



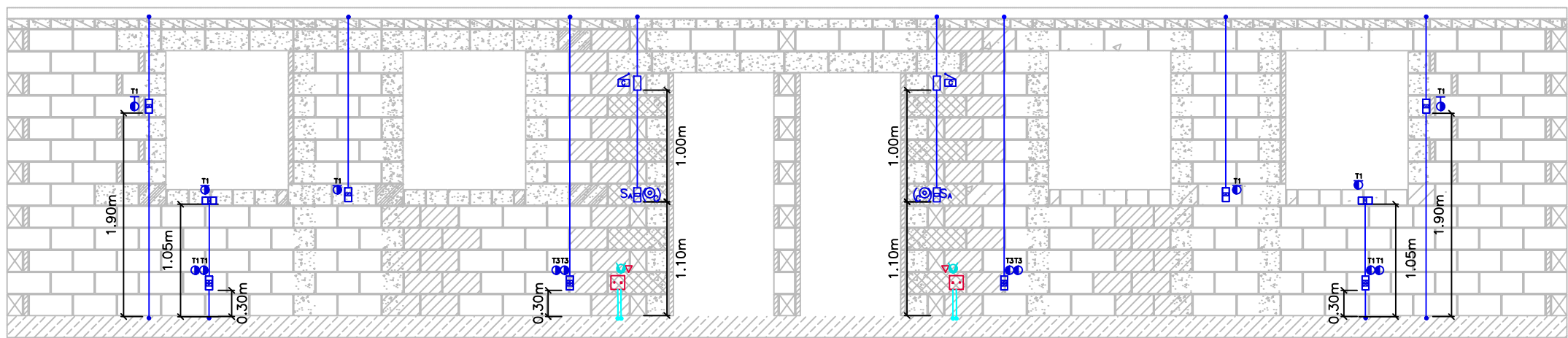
DETALHE ILUMINAÇÃO ULTIMO PAVIMENTO ESC.1:50 CONFERE FOLHA PRIMA

DIÂMETRO EXTERNO EM MILÍMETROS	DIÂMETRO INTERNO EM MILÍMETROS	DIÂMETRO COMERCIAL POLEGADAS
25	20	3/4"
32	25	1"
40	32	1 1/4"
50	40	1 1/2"
60	50	2"
85	75	3"
110	100	4"

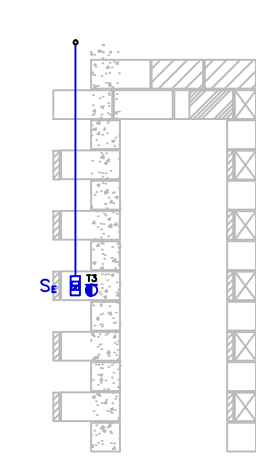
PAR.01=PAR.17



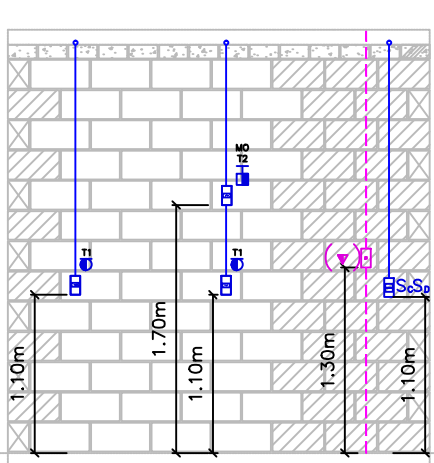
PAR.07=PAR.11



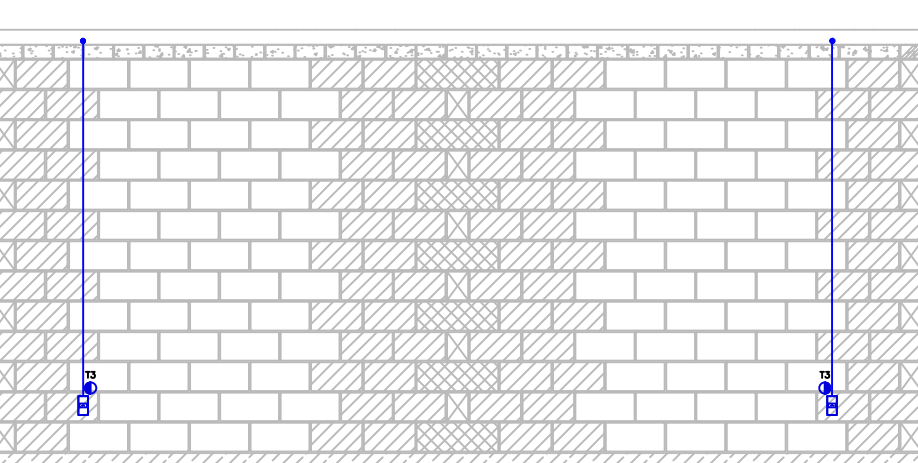
PAR.02=PAR.03=PAR.15=PAR.16



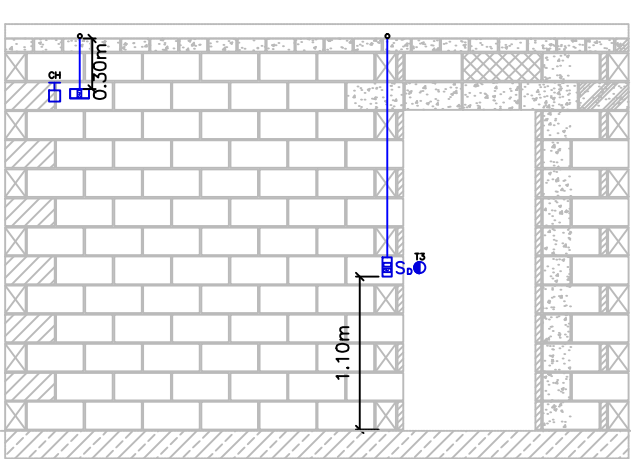
PAR.05=PAR.06=PAR.12=PAR.13



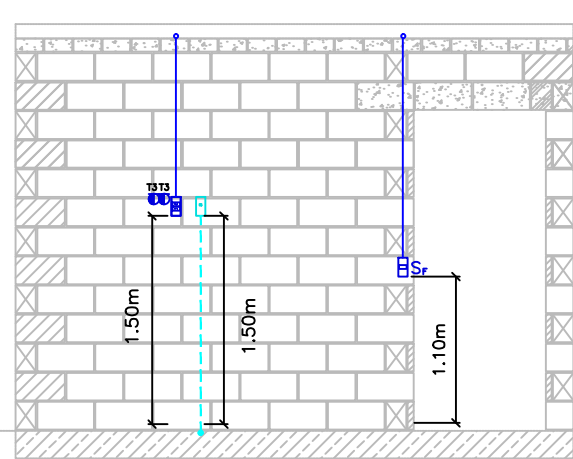
PAR.04=PAR.14



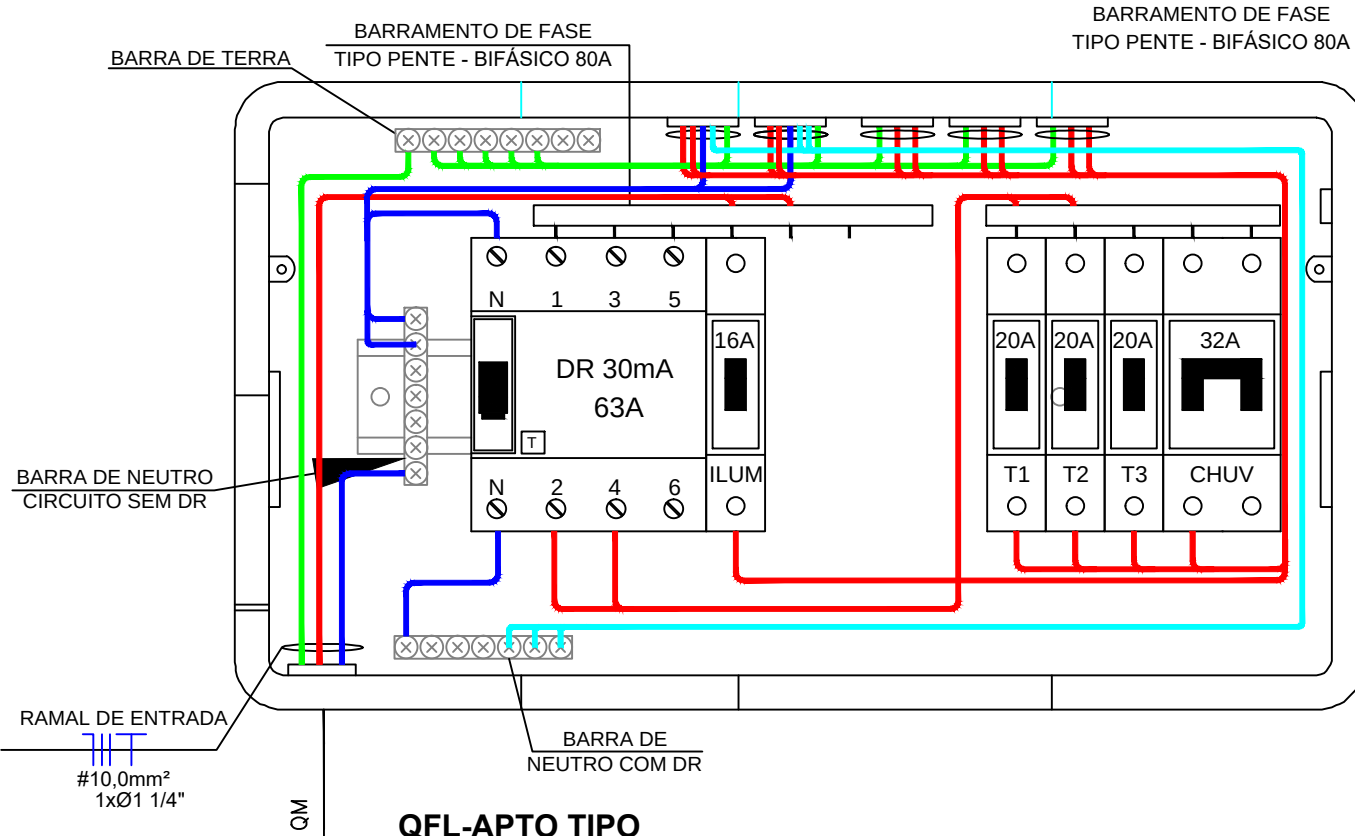
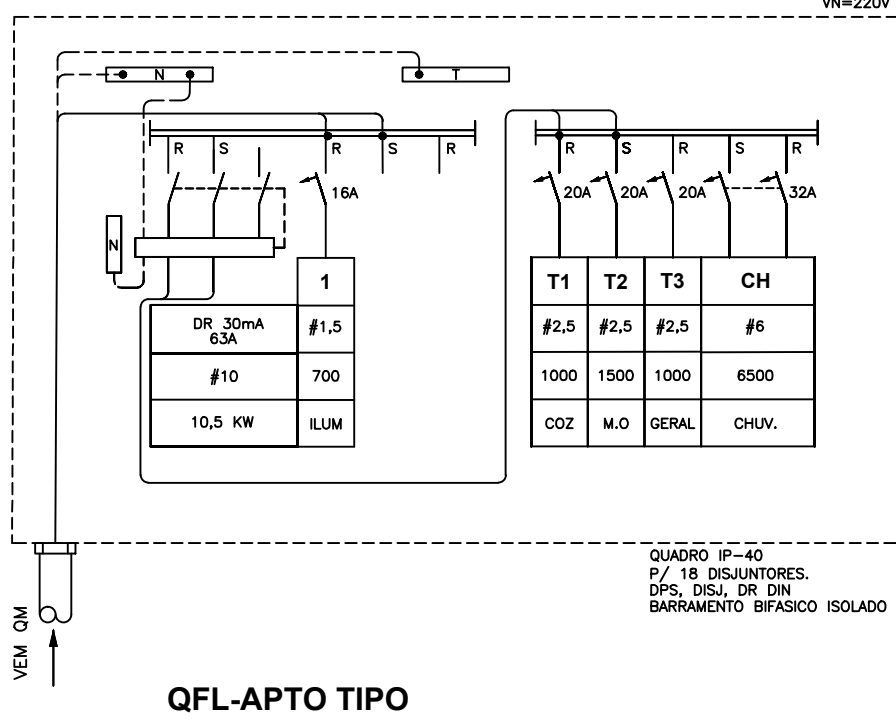
PAR.20=PAR.21=PAR.32=PAR.33



PAR.22=PAR.23=PAR.29=PAR.30



Interruptor	Campanha e acionador manual (alarme)	Tomada	Interfone, headfone e standimeto automatico	Quadro de luz	Comando de aquecedor	Registro de pressão	Comando de janela	Magineta de porta	Dispositivo de inserção e retirada de produtos	Comando de precisão
1.20 m	1.10 m	1.00 m	0.80 m	0.60 m	0.40 m	0.00 m				



NOTAS GERAIS

- # CABO VIDE DIAGRAMA
- FIAÇÃO DEVERÁ SER DO TIPO ANTICAMA 750V 70°C PARA DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS.
- AS TUBULAÇÕES SERÃO DE PVC FLEXÍVEL CORRUGADO (LARANJA) PARA EMBUTIDOS EM ALVENARIA E PVC FLEXÍVEL CORRUGADO (LARANJA) PARA EMBUTIDOS EM LAMA COM BÍTOLA MÍNIMA #3/4" (QUANDO NÃO INDICADO).
- AS CAIXAS DE LIGAÇÃO E PASSAGEM CONTRUIDAS EM ALVENARIA DEVERÃO SER PVC ANTICAMAS (TIPO TIGREFLEX-TIGRE) OU EM CHAPAS DE AÇO.
- OS INTERRUPTORES SERÃO MONOPOLARES PARA COMANDO DE ILUMINAÇÃO
- TODAS TOMADAS DEVERÃO SER 2P+T (CONFORME NBR-5410).
- AS NORMAS E PADRÕES A SEREM OBEDECIDOS SÃO OS SEGUINTES (ÚLTIMAS EDIÇÕES): ABNT: NBR-5410, NBR5419, E OUTRAS QUE A COMPLEMENTAM;
- TELEFONIA: MANUAL DE REDES TELEFÔNICAS INTERNA, TUBULAÇÕES TELEFÔNICAS EM PRÉDIOS;
- CASO NÃO HAJA, A SEQUINTE CODIFICAÇÃO DEVERÁ SER OBEDECIDA:
- FASES: VERMELHA, PRETA
- RETORNO: BRANCA, AMARELA, CINZA
- NEUTRO: AZUL-CLARO
- TERRA: VERDE

LEGENDA

	CAIXA FM (PONTO DE ILUMINAÇÃO)
	LUMINÁRIA C/LAMPADA PL 26W 127V
	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA BLOCO AUTÔNOMO 127V
	CP 4x2 C/TOMADA 10A 127V BAIXO - 20A SE ESTIVER NA COZINHA
	CP 4x2 C/TOMADA 10A 127V MEDIO - 20A SE ESTIVER NO BANHEIRO/COZINHA
	CP 4x2 C/ TOMADAS 20A 127V ALTO
	CP 4x2 C/TOMADA 10A 127V ALTO
	CP 4x2 C/TOMADA 20A 220V ALTO (AR CONDICIONADO)
	CP 4x2 PONTO DE LIGAÇÃO CHUVEIRO 220V ALTO
	CP 4x2 INTERRUPTOR SIMPLES A=COM MEDIO ACIMA DE 3 INTERRUPTORES NO MESMO LOCAL ADOTAR CP 4x4
	SENSOR DE PRESEÇA NO TETO FINDER SERIE 18 SENSORES INDICADOS COM AJUSTE = 10 MIN.
	CP 4x2 PONTO DE TELEFONE BAIXO
	PONTO DE TV H=CONF. TOMADA MÓDULO COM FURO
	CP 4x2 PONTO DE INTERFONE MEDIO
	TUBO TIGREFLEX NO TETO ELÉTRICA N.I.=#3/4"
	TUBO TIGREFLEX NO PISO ELÉTRICA N.I.=#3/4"
	TUBO TIGREFLEX NO PISO TEL/TV N.I.=#3/4"
	TUBO TIGREFLEX NO PISO INTERFONE N.I.=#3/4"
	INDICAÇÃO DE NEUTRO,FASE,RETORNO,COMANDO E TERRA

TODAS AS TOMADAS DA COZINHA, ÁREA DE SERVIÇO E BANHEIRO 20A.

09	26/12/2024	AJUSTE PONTO PREV. AR COND. E TUBULAÇÃO ENTRADA	Fabricio
		TUBULAÇÃO TEL/TV Ø1"	
08	03/06/2024	REDUÇÃO PONTOS PARA V121	Álber
07	28/04/2022	AJUSTES SOLICITADO ELEVAÇÃO	João
06	14/12/2021	AJUSTES SOLICITADO	Beatriz
05	05/10/2021	AJUSTES SOLICITADO	Beatriz
04	05/08/2021	AJUSTES SOLICITADO	Beatriz
03	22/04/2020	AJUSTES TOMADAS COZINHA, AR E ELEVAÇÕES	Ana Paula
02	11/02/2020	AJUSTE ALTURA CHUVEIRO E COR ELEVAÇÕES	Álber
01	30/01/2020	REVISÃO GERAL	Álber
00	14/06/2019	EMISSION INICIAL	Álber
REVISÃO	DATA	MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL

REFERENCIA	ARQUIVO
-	-
-	-
-	VXXX-XXX-XX-XXX-XXXXXXX-RXX

EMPREENHIMENTO:

VITTA V121 - PRIMAVERA		
ENDEREÇO	RUA ARISTIDES SCARABELLO, SANTA TEREZINHA - PIACACABA/SP	
INCORPORAÇÃO E CONSTRUÇÃO	PROJETISTA	EMPREENHIMENTO

RIBEIRÃO PRETO - SP	RUA: PARA, 145	CEP: 14055-010
FONE: (016) 98156-6057	E-MAIL: kumasaka@kumasaka.eng.br	

CONTEÚDO

Projeto de elétrica

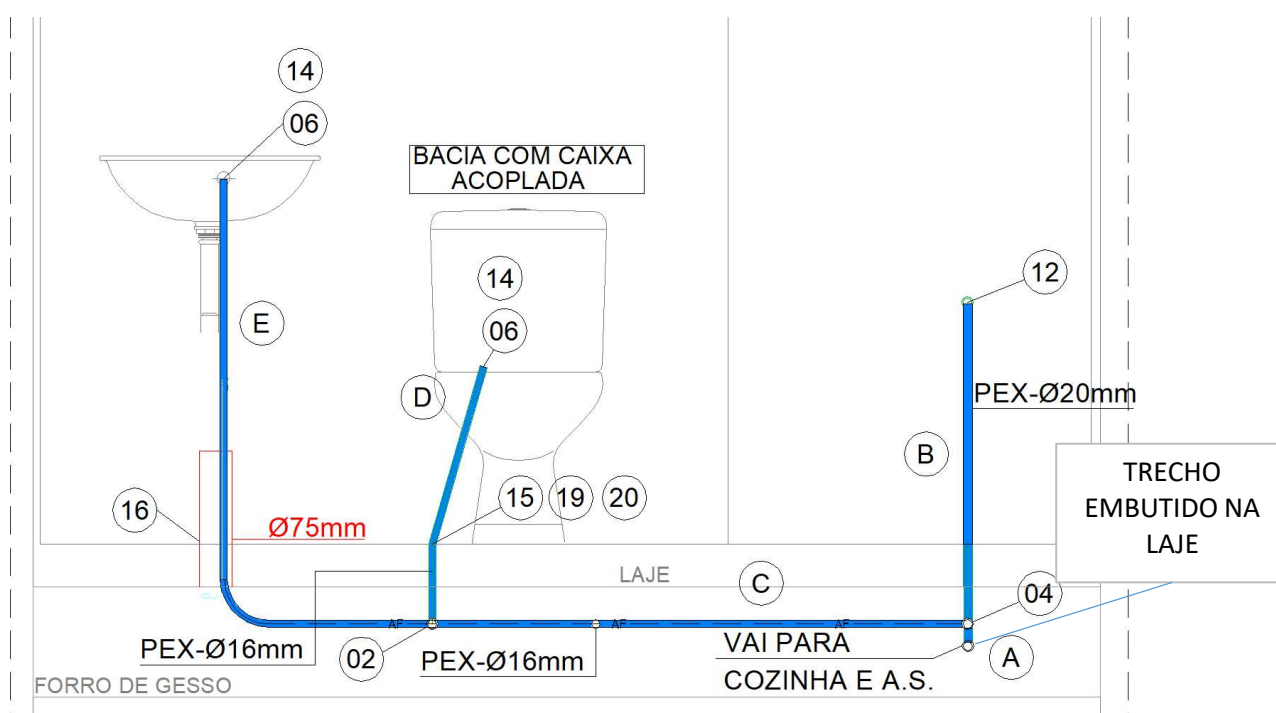
TIPO

ESCALA Indicada

FASE	FOLHA
PROJETO EXECUTIVO	003
DISCIPLINA	REVISÃO
ELÉTRICA	09
ARQUIVO	EMISSION INICIAL:
V121-ELE-EX-003-TIPO-R09	29/06/2018
RESPONSÁVEL	DESENHISTA
Hideo Kumasaka	Álber
COORDENADOR	
Hideo Kumasaka	

BANHO 01 - APT

TRECHO	CONEX.	QTD (cm)	REFERÊNCIA	IDENTIFICAÇÃO DO TUBO
B	04-12	140	TÊ - ESPERA SHAFT	TUBO PEX AGUA 20 MM
C	04-02	150	TÊ - PEÇAS HIDR.	TUBO PEX AGUA 16 MM
D	02-06	90	VASO SANITÁRIO	TUBO PEX AGUA 16 MM
E	02-06	180	PIA	TUBO PEX AGUA 16 MM

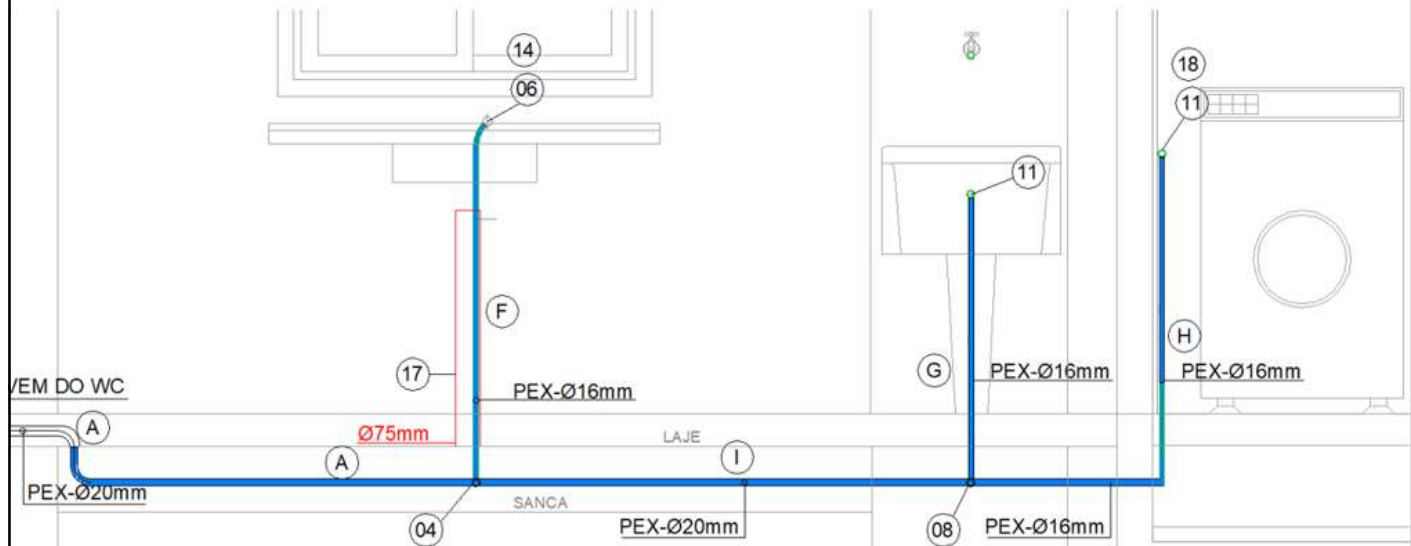


ITEM	QTD	LISTA DE PEÇAS
02	1	TE PEX - DN 16 X 16 X 16 MM
04	1	TE REDUCAO CENTRAL PEX - DN 20 X 16 X 20 MM
06	2	ADAPTADOR PEX AGUA 16 MM 1/2 POL ROSCA FEMEA MOVEL
12	1	ADAPTADOR PEX AGUA 20 MM 3/4 POL ROSCA MACHO FIXO
14	2	PLUG PVC ROSCAVEL 1/2 POL
15	1	COIFA DE VEDACAO PEX 16 MM X 40 MM
16	1	COIFA VEDANTE 75 MM 40 MM 16 MM
19	1	MANGUEIRA DE ACO INOX 35CM
20	1	CANOPLA FLEX/PEX CROMADA

KIT:	PEX DO BANHEIRO	FOLHA:	BX1
OBRA:	PRIMAVERA	REVISÃO:	R01
PAV:	TIPO	DATA:	12/03/25

COZINHA - APT

TRECHO	CONEX.	QTD (cm)	REFERÊNCIA	IDENTIFICAÇÃO DO TUBO
F	04-06	140	TÊ - PIA	TUBO PEX AGUA 16 MM
G	08-11	160	TÊ - TANQUE	TUBO PEX AGUA 16 MM
H	08-11	340	TÊ - MLR	TUBO PEX AGUA 16 MM
I	04-08	190	TÊ - TÊ	TUBO PEX AGUA 20 MM



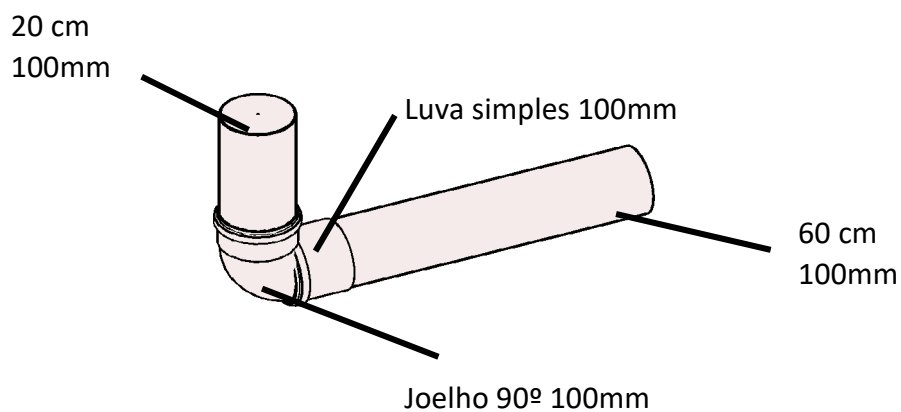
ITEM	QTD	LISTA DE PEÇAS
04	1	TE REDUCAO CENTRAL PEX - DN 20 X 16 X 20 MM
06	1	ADAPTADOR PEX AGUA 16 MM 1/2 POL ROSCA FEMEA MOVEL
08	1	TE REDUCAO EXTREMA PEX - DN 20 X 16 X 16 MM
11	2	CONECTOR FIXO COM ROSCA MACHO PEX - DN 16MM X 1/2 POL
14	1	PLUG PVC ROSCAVEL 1/2 POL
17	1	COIFA DE VEDACAO PEX 16 MM X 50 MM X 75 MM
18	1	CAP ROSCAVEL PVC BRANCO 1/2 POL

KIT:	PEX DA COZINHA	FOLHA:	CX1
OBRA:	PRIMAVERA	REVISÃO:	R01
PAV:	TIPO	DATA:	12/03/25

V1 - VASO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
0,8	Tubo Série Normal 100

CORTES
100mm
20cm
60cm



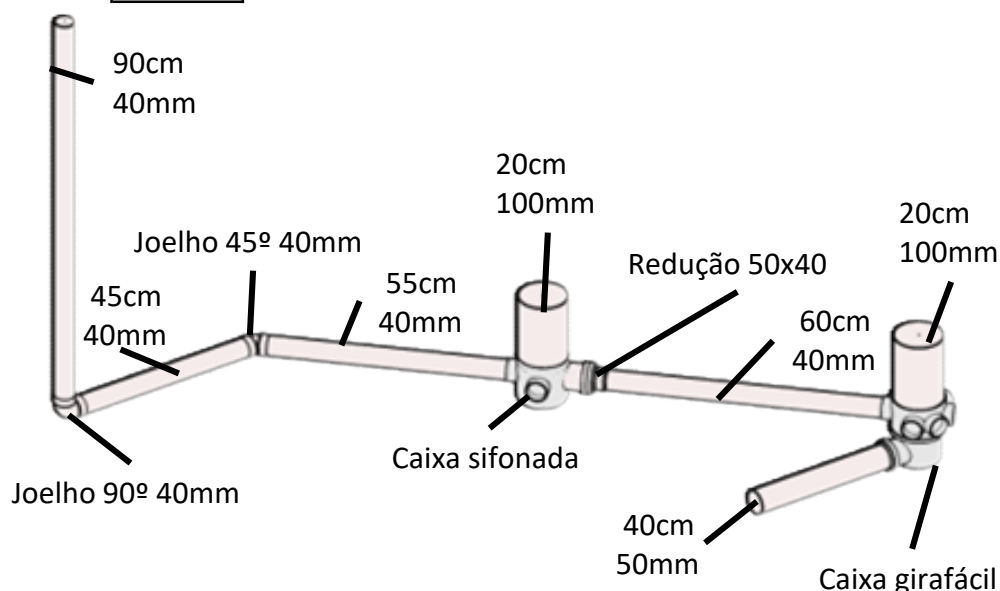
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Joelho 90° 100mm , Série normal
1	Luva Simples 100mm , série normal

KIT:	VASO SANITÁRIO	FOLHA:	V1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	TIPO	DATA:	05/12/24

A1 - ARANHA BANHO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
2,5	Tubo Série Normal 40
0,4	Tubo Série Normal 50
0,4	Tubo Série Normal 100

CORTES		
40mm	50mm	100mm
90cm	40cm	20cm
60cm		20cm
55cm		
45cm		



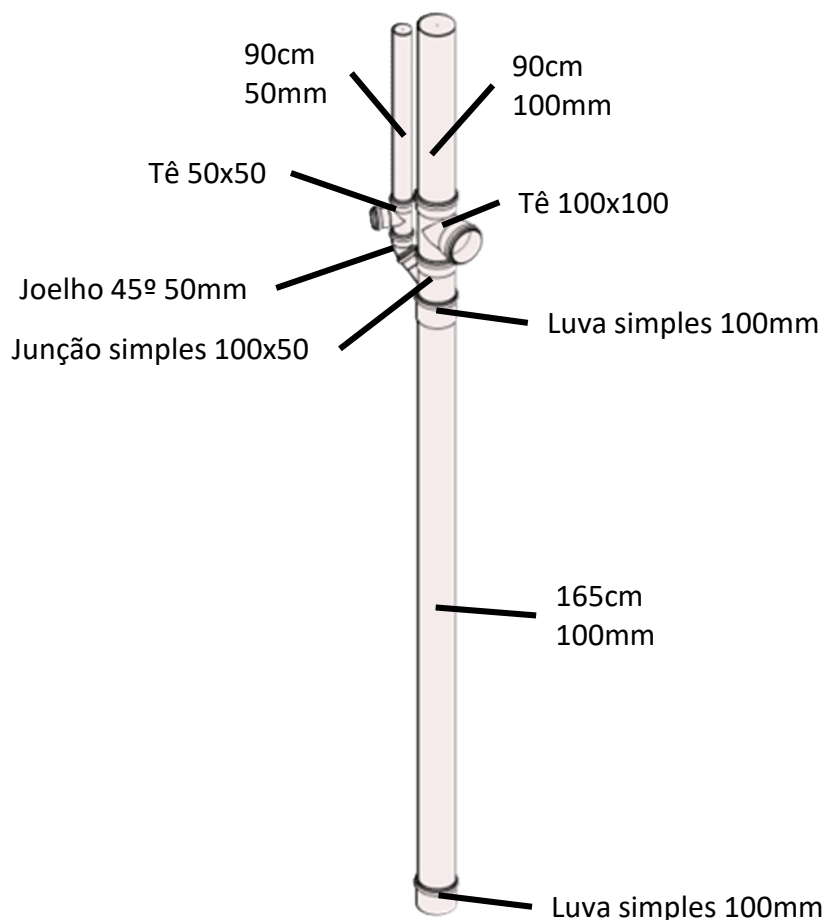
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Corpo caixa sifonada 100x100x50mm
1	Caixa Sifonada Girafácil 100x140x50mm
1	Joelho 90° 40mm, esgoto série normal
1	Joelho 45° 40mm, esgoto série normal
1	Bucha de redução longa 50x40mm, s. normal

KIT:	ARANHA	FOLHA:	A1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	TIPO	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07

B1 - BANHO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
2,55	Tubo Série Normal 100
0,8	Tubo Série Normal 50



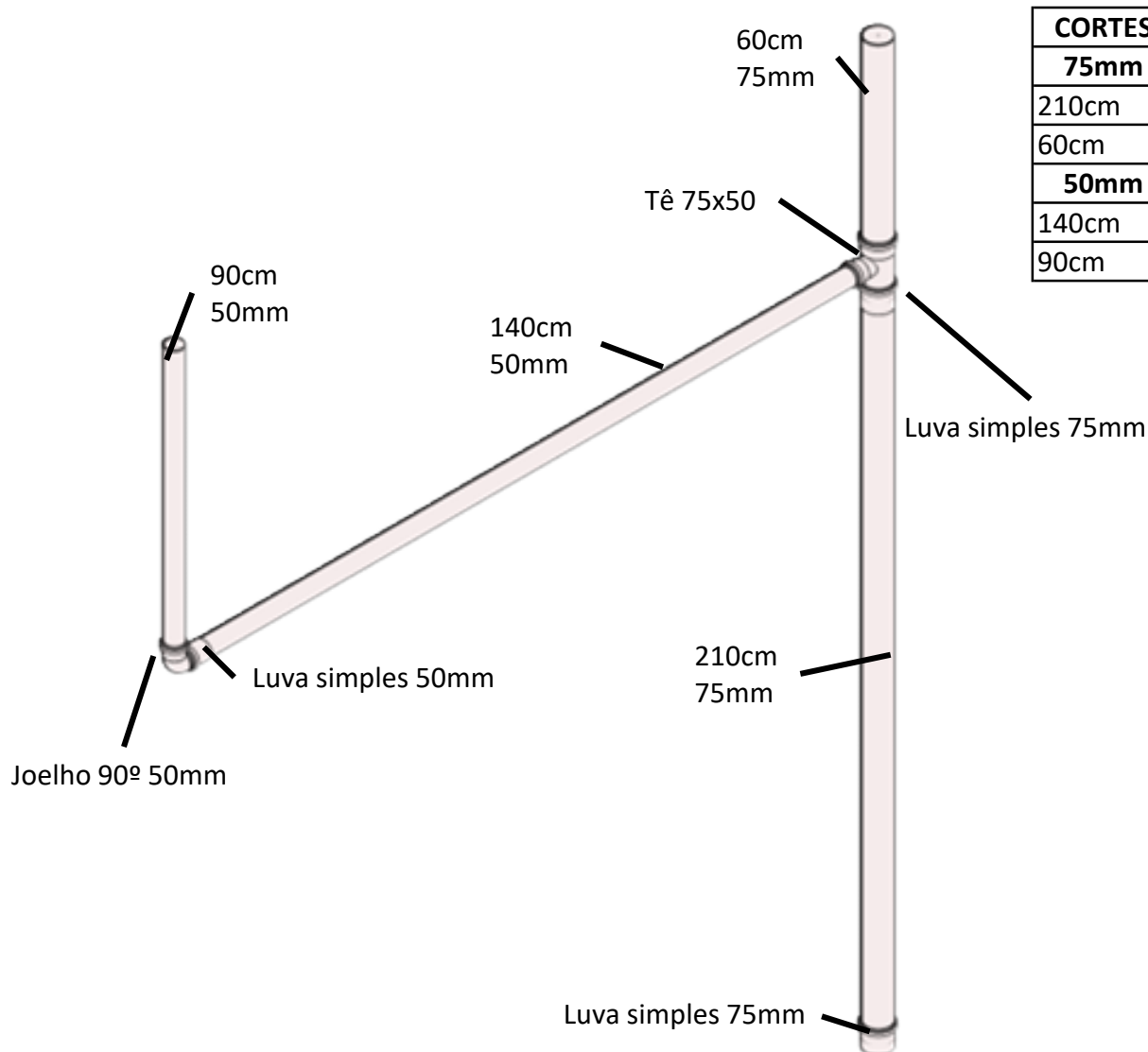
CORTES
100mm
165cm
90cm
50mm
90cm

QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
1	Tê 100x 100 mm serie normal
1	Tê 50x 50 mm serie normal
1	Junção simples 100x50mm, esgoto
2	Luva Simples 100mm , série normal

KIT:	BANHO TIPO	FOLHA:	B1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	TIPO	DATA:	05/12/24

G1 - GORDURA

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
2,7	Tubo Série Normal 75
2,3	Tubo Série Normal 50

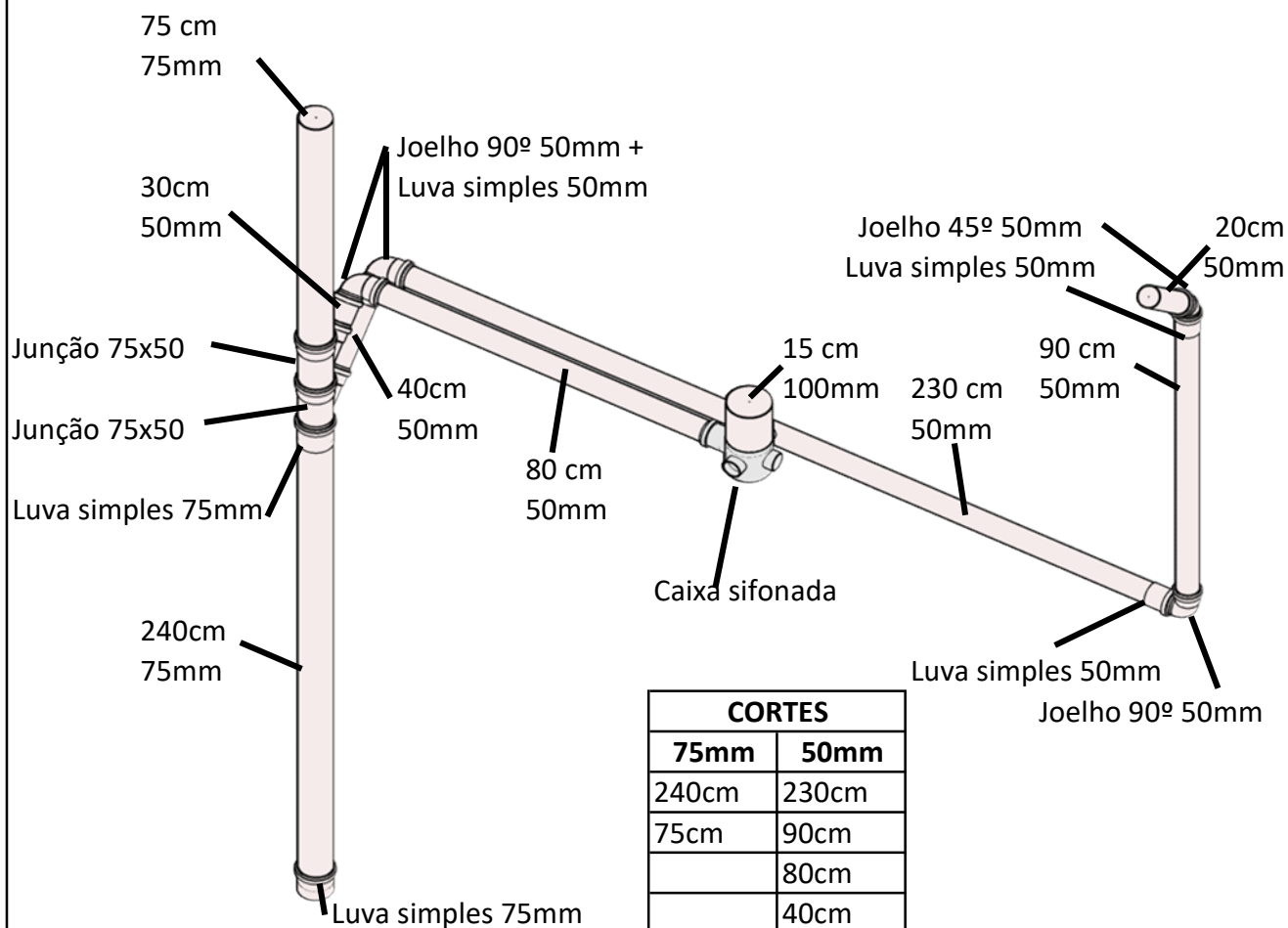


QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Tê 75x 50 mm serie normal
2	Luva simples 75mm, esgoto série normal
1	Luva simples 50mm, esgoto série normal
1	Joelho 90° 50mm, esgoto série normal

KIT:	GORDURA TIPO	FOLHA:	G1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	TIPO	DATA:	05/12/24

S0 - SABÃO TÉRREO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
0,15	Tubo Série Normal 100
3	Tubo Série Normal 75
4,9	Tubo Série Normal 50



CORTES	
75mm	50mm
240cm	230cm
75cm	90cm
	80cm
	40cm
	30cm
	20cm

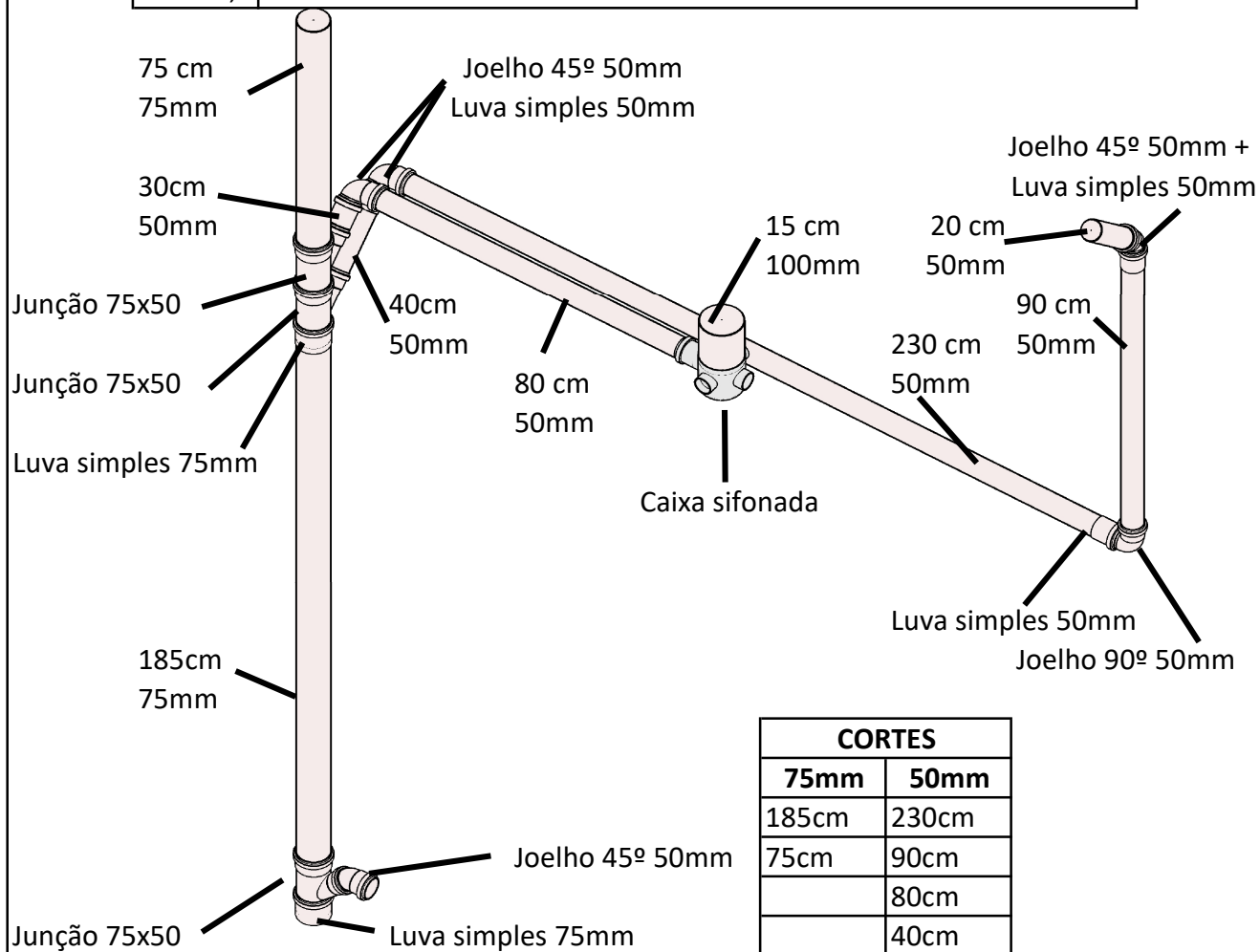
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
3	Joelho 90° 50mm, esgoto série normal
2	Junção simples 75x50 mm serie normal
4	Luva simples 50mm, esgoto série normal
2	Luva Simples 75mm , série normal
1	Corpo caixa sifonada 100x100x50mm

KIT:	SABÃO TÉRREO	FOLHA:	S0
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R01
PAV:	TÉRREO	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07

S1 - SABÃO TIPO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
0,15	Tubo Série Normal 100
2,6	Tubo Série Normal 75
4,9	Tubo Série Normal 50



CORTES	
75mm	50mm
185cm	230cm
75cm	90cm
	80cm
	40cm
	30cm
	20cm

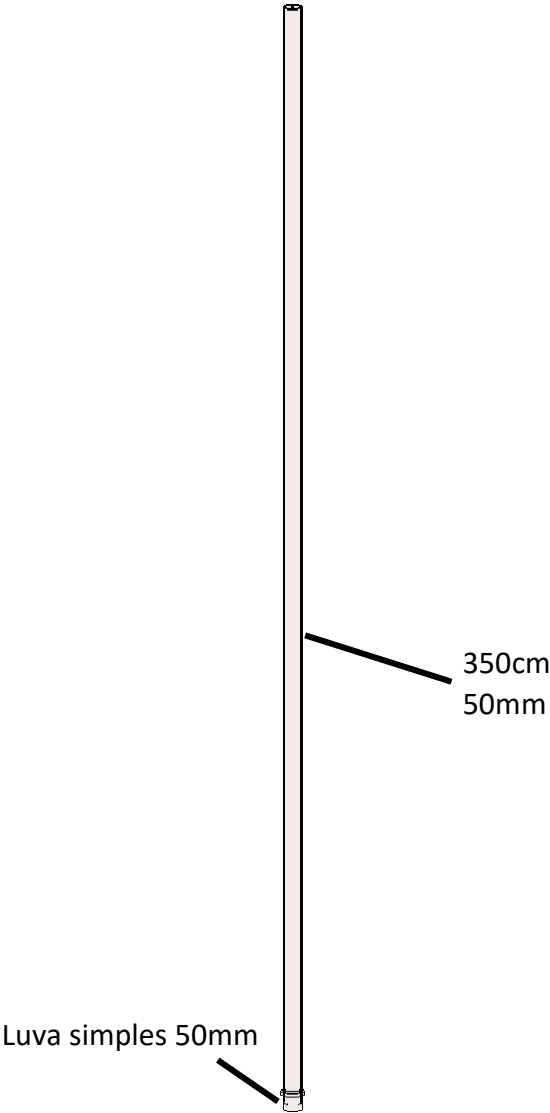
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
2	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
3	Joelho 90° 50mm, esgoto série normal
3	Junção simples 75x50 mm serie normal
4	Luva simples 50mm, esgoto série normal
2	Luva Simples 75mm , série normal
1	Corpo caixa sifonada 100x100x50mm

KIT:	SABÃO TIPO	FOLHA:	S1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R01
PAV:	TIPO	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07

TV0 - VENT. TÉRREO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
3,5	Tubo Série Normal 50

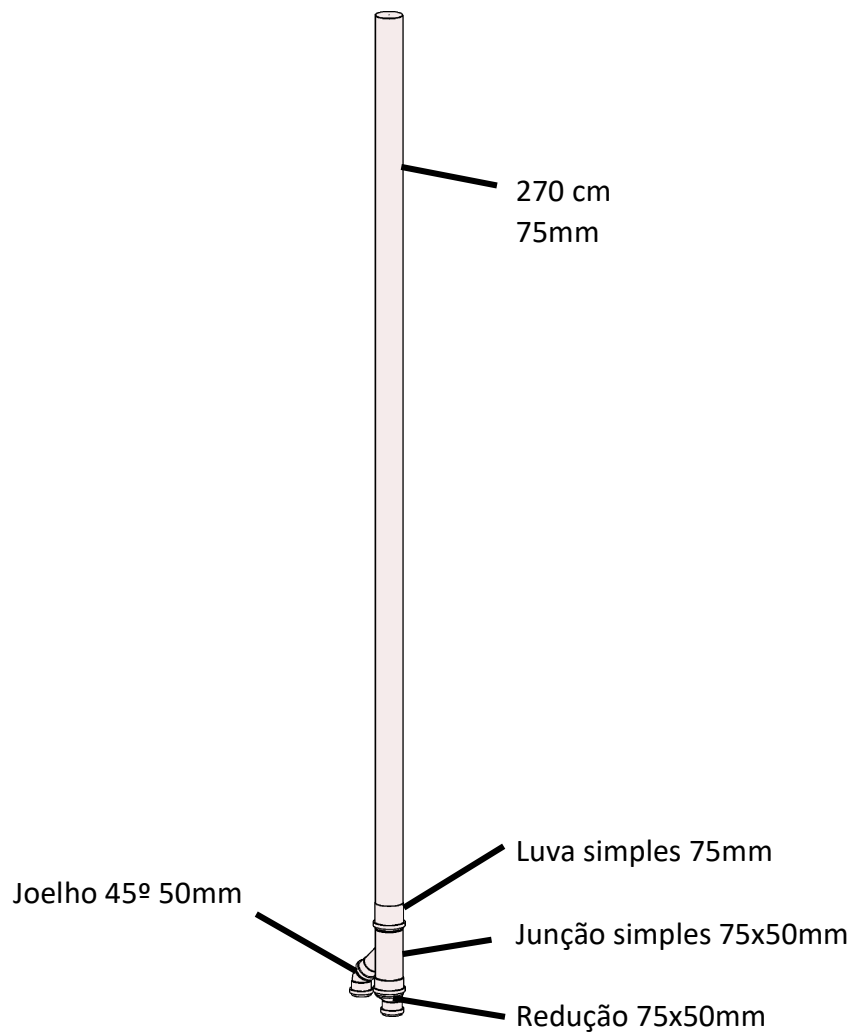


QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Luva simples 50mm, esgoto série normal

KIT:	VENTILAÇÃO TÉRREO	FOLHA:	TV0
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R01
PAV:	TÉRREO	DATA:	05/12/24

TV1 - VENTILAÇÃO 1º

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
2,7	Tubo Série Normal 75



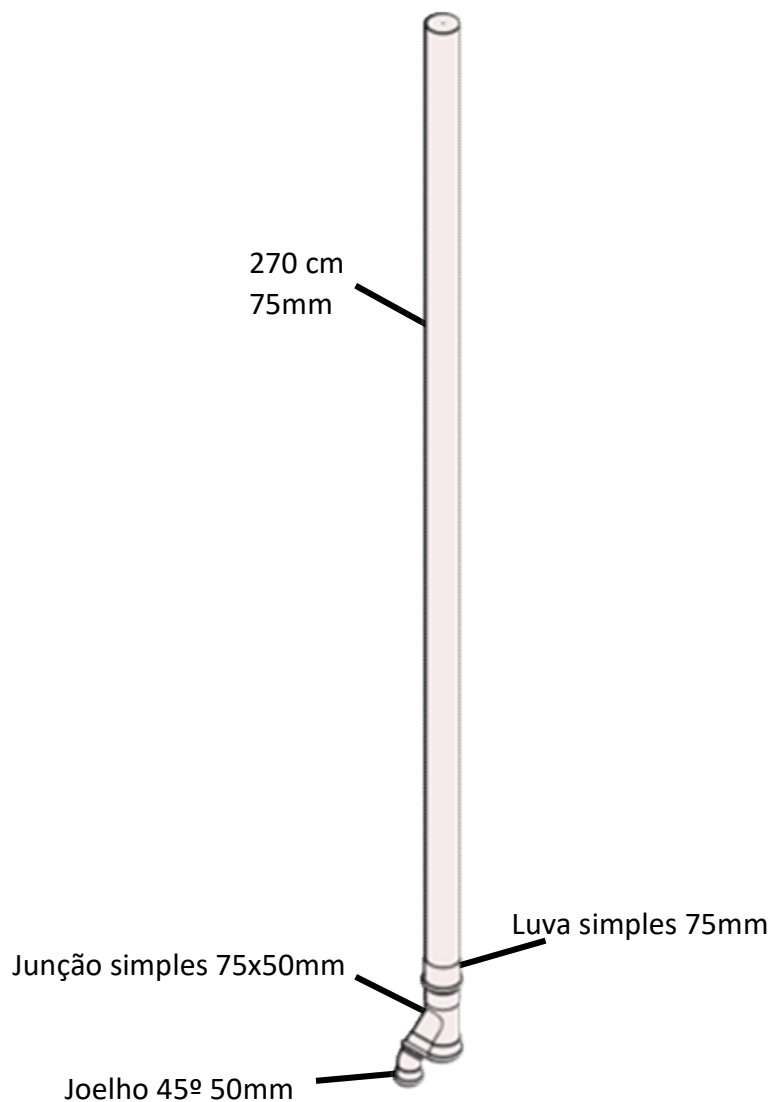
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Junção simples 75x50 mm serie normal
1	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
1	Luva simples 75mm, esgoto série normal
1	Bucha de redução 75x50mm, esgoto normal

KIT:	VENTILAÇÃO 1º	FOLHA:	TV1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	1º	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07

TV2 - VENTILAÇÃO 2º

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
2,7	Tubo Série Normal 75



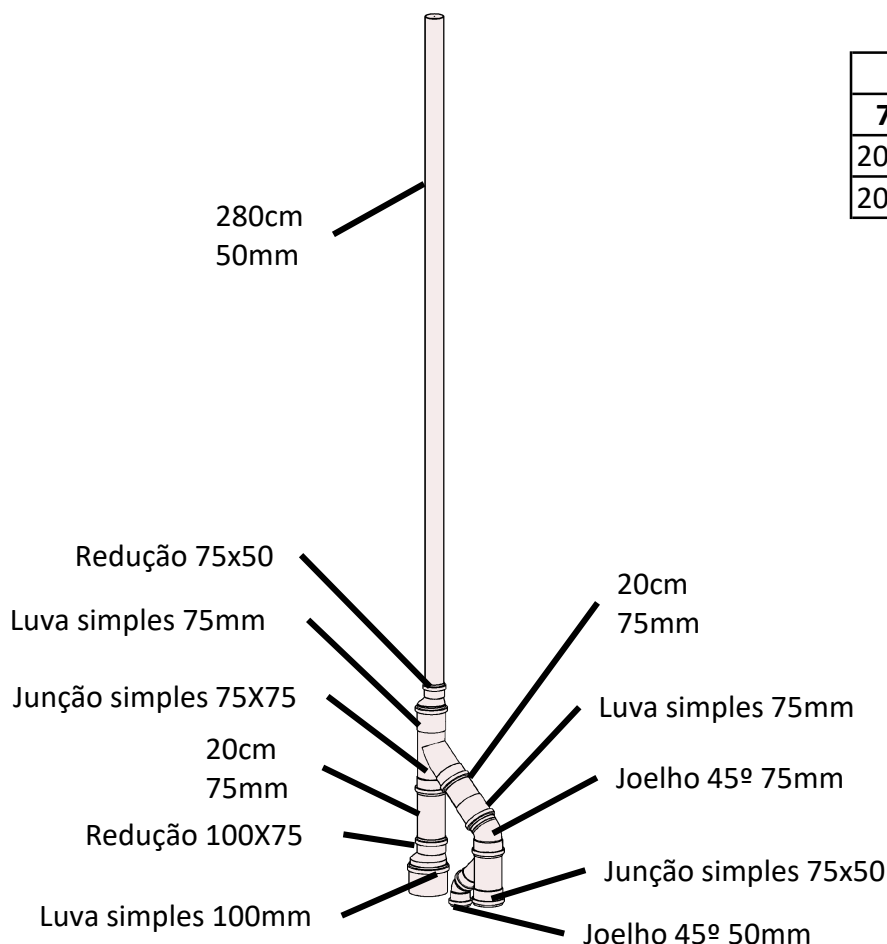
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
1	Junção simples 75x50 mm serie normal
1	Luva simples 75mm, esgoto série normal

KIT:	VENTILAÇÃO 2º	FOLHA:	TV2
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	2º	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07

FB1 - FECH. BANHO

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
0,4	Tubo Série Normal 75
2,8	Tubo Série Normal 50



CORTES	
75mm	50mm
20cm	280cm
20cm	

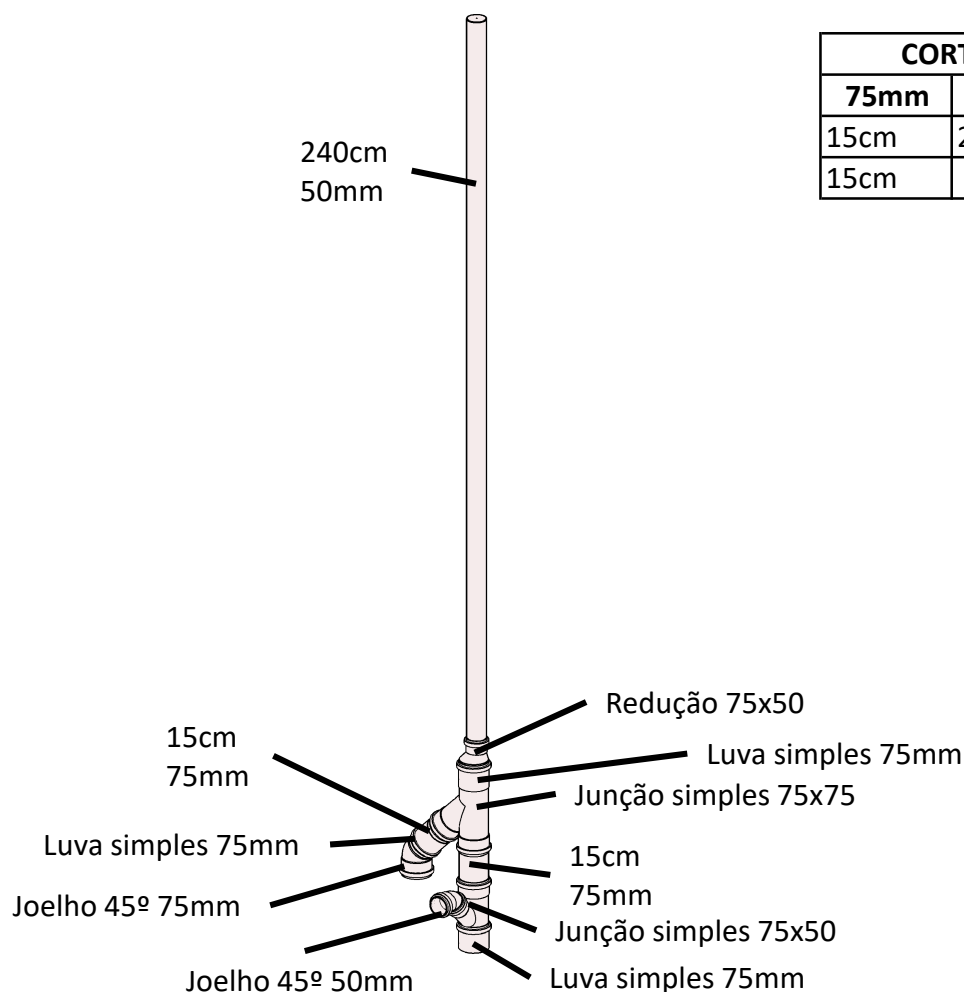
QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Bucha de redução 75x50mm, esgoto s. normal
1	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
1	Joelho 45° 75mm, serie normal
1	Junção simples 75x50 mm serie normal
1	Junção simples 75x75 mm serie normal
2	Luva simples 75mm, esgoto série normal
1	Luva Simples 100mm , série normal
1	Bucha de redução 100 x 75 esgoto serie N

KIT:	FECHAMENTO BANHO	FOLHA:	FB1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	ÚLTIMO	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07

FSG1 - FECH. GORDURA

QTD (m)	LISTA DE TUBOS
0,3	Tubo Série Normal 75
2,4	Tubo Série Normal 50



CORTES	
75mm	50mm
15cm	240cm
15cm	

QTD (pç)	LISTA DE PEÇAS
1	Joelho 45° 50mm, esgoto série normal
1	Joelho 45° 75mm, serie normal
1	Junção simples 75x50mm, esgoto série normal
1	Junção 75x75mm serie normal
1	Bucha de redução 75 x 50 esgoto serie N
3	Luva simples 75mm, esgoto série normal

KIT:	FECHAMENTO SABÃO-GORDURA	FOLHA:	FSG1
OBRA:	VITTA PRIMAVERA	REVISÃO:	R00
PAV:	ÚLTIMO	DATA:	05/12/24

Projeto de referência: P007-HID-EX-010-ISOME-R07