



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS SERRA TALHADA**

MARIA DANIELY MORATO LIMA

**ELABORAÇÃO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO O SOFTWARE EBERICK**

SERRA TALHADA

2025

MARIA DANIELY MORATO LIMA

**ELABORAÇÃO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO O SOFTWARE EBERICK**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão
Pernambucano, campus Serra Talhada,
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Elivelthon Carlos do
Nascimento.

SERRA TALHADA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L732 Lima, Maria Daniely Morato.

Elaboração e dimensionamento estrutural de uma residência unifamiliar em concreto armado utilizando o software eberick / Maria Daniely Morato Lima. - Serra Talhada, 2025.
80 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2025.

Orientação: Prof. Msc. Elivelthon Carlos do Nascimento.

1. Construção Civil. 2. Dimensionamento estrutural. 3. Concreto armado. 4. Software Eberick. I. Título.

CDD 690

MARIA DANIELY MORATO LIMA

**ELABORAÇÃO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO O SOFTWARE EBERICK**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão
Pernambucano, campus Serra Talhada,
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Elivelthon Carlos do
Nascimento.

Aprovado em 23 de setembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



ELIVELTHON CARLOS DO NASCIMENTO

Data: 30/09/2025 14:21:24-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Elivelthon Carlos do Nascimento Orientador(a)
IF Sertão PE – Campus Serra Talhada

Documento assinado digitalmente



RAFAELLA PEREIRA MARINHO

Data: 30/09/2025 13:03:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Me. Rafaella Pereira Marinho
IF Sertão PE – Campus Serra Talhada

Documento assinado digitalmente



NILBERTE MUNIZ DE SOUSA

Data: 29/09/2025 22:15:17-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Nílberte Muniz de Sousa
ETE Clovis Nogueira Alves

SERRA TALHADA

2025

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por me conceder forças nos momentos mais desafiadores e por iluminar meu caminho ao longo desta jornada repleta de altos e baixos, marcada por perdas irreparáveis, como a do meu querido pai e da minha avó materna.

Dedico esta conquista especialmente ao meu pai, que mesmo não estando mais fisicamente presente, foi e sempre será uma das maiores inspirações da minha vida, pelo apoio incondicional e pelo orgulho que sempre demonstrou por mim.

A minha mãe, minha maior guerreira, agradeço por ter enfrentado todos os obstáculos para me ver chegar até aqui. Essa vitória também é sua. Vocês sonharam comigo, e hoje celebramos juntos a realização desse sonho.

Agradeço, com imenso carinho, ao meu namorado Sérgio Oliveira, por ser minha luz nos momentos mais sombrios, oferecendo amor, compreensão e incentivo inabalável. Aos meus amigos, deixo minha gratidão, em especial à Nara Millena, por dividir comigo momentos de angústia, ansiedade e também de felicidade, sendo sempre um apoio sincero e constante.

Sou grata a todo o corpo docente da instituição, que desempenhou um papel fundamental na minha formação, transmitindo conhecimentos que levarei por toda a vida. Em especial, agradeço ao meu orientador, Me. Elivelthon Carlos do Nascimento, por sua orientação, dedicação e acolhimento ao longo desse processo, contribuindo significativamente para a concretização deste trabalho.

Por fim, agradeço a mim mesma pela coragem de continuar quando tudo parecia difícil, pela resiliência diante dos obstáculos e por acreditar que era possível chegar até aqui. Essa conquista é o reflexo da união entre fé, esforço e do apoio inestimável de todos que estiveram ao meu lado.

RESUMO

O concreto armado é o material estrutural mais utilizado nas construções civis no Brasil, devido à sua resistência, durabilidade, facilidade de execução e compatibilidade com as necessidades da maioria das edificações. Essa predominância também se observa em Serra Talhada, localizado no Sertão pernambucano, onde o concreto armado é o sistema construtivo mais utilizado, sobretudo em edificações residenciais. Em virtude disso, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e dimensionar a estrutura de uma residência unifamiliar em concreto armado, utilizando o *software Eberick* como principal ferramenta de modelagem e análise estrutural. A edificação projetada é composta por pavimento térreo, pavimento superior e cobertura com telha colonial, considerando a presença do reservatório de água na cobertura. O pavimento térreo possui pé-direito de 3,00 metros e área construída de 131,26 m², enquanto o pavimento superior apresenta pé-direito de 2,80 metros e área construída de 83,33 m². Assim, a área total construída da residência corresponde a 214,59 m². Além disso, a estrutura foi dimensionada conforme as diretrizes estabelecidas pelas normas técnicas vigentes, especialmente a ABNT NBR 6118:2023, de modo a garantir o desempenho adequado quanto à estabilidade, segurança e funcionalidade da edificação. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade técnica da proposta, confirmando que o projeto atende aos requisitos normativos em termos de estados limites últimos (ELU), estados limites de serviço (ELS) e estabilidade global. Adicionalmente, foi realizada uma análise comparativa entre os índices de consumo de materiais estimados no projeto através dos parâmetros de referência propostos por Botelho (2018). Tais índices representam a relação entre a quantidade total de material utilizado (incluindo perdas e sobras) e a área construída da edificação, funcionando como indicadores da eficiência no uso de recursos. Conclui-se, portanto, que o trabalho evidencia a aplicabilidade do *software Eberick* como ferramenta eficiente no dimensionamento estrutural, além de reforçar a importância da integração entre teoria e prática no processo de formação do engenheiro civil.

Palavras-Chaves: Dimensionamento estrutural; concreto armado; software Eberick.

ABSTRACT

Reinforced concrete is the most widely used structural material in civil construction in Brazil, due to its strength, durability, ease of execution, and compatibility with the needs of most buildings. This predominance is also observed in Serra Talhada, located in the Pernambuco hinterland, where reinforced concrete is the most commonly used construction system, especially in residential buildings. Therefore, the present work aimed to design and size the structure of a single-family house in reinforced concrete, using the Eberick software as the main tool for modeling and structural analysis. The designed building consists of a ground floor, an upper floor, and a roof with colonial tiles, considering the presence of a water tank on the roof. The ground floor has a ceiling height of 3.00 meters and a built area of 131.26 m², while the upper floor has a ceiling height of 2.80 meters and a built area of 83.33 m². Thus, the total built area of the residence corresponds to 214.59 m². Furthermore, the structure was designed according to the guidelines established by current technical standards, especially ABNT NBR 6118:2023, to ensure adequate performance in terms of stability, safety, and functionality of the building. The obtained results demonstrated the technical feasibility of the proposal, confirming that the project meets the normative requirements regarding ultimate limit states (ULS), serviceability limit states (SLS), and global stability. Additionally, a comparative analysis was carried out between the material consumption indices estimated in the project and the reference parameters proposed by Botelho (2018). These indices represent the ratio between the total amount of material used (including losses and leftovers) and the built area of the building, serving as indicators of resource efficiency. It is concluded, therefore, that the work demonstrates the applicability of the Eberick software as an efficient tool for structural design, as well as reinforces the importance of integrating theory and practice in the civil engineering education process.

Keywords: Structural design; reinforced concrete; Eberick software.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Viga biapoiada com carga distribuída.....	16
Figura 2 - Caminho das cargas	17
Figura 3 - Principais tipos de fundações superficiais	20
Figura 4 - Principais tipos de fundações profundas	21
Figura 5 - Vista da viga com armadura treliçada	28
Figura 6 - Laje treliçada unidirecional	28
Figura 7 - Laje treliçada bidirecional	29
Figura 8 - Procedimentos metodológico.....	31
Figura 9 - 3D da fachada.....	32
Figura 10 - Planta do pavimento térreo	33
Figura 11 - Planta do pavimento tipo	34
Figura 12 - Planta da Cobertura.....	35
Figura 13 - Vista 3D da estrutura e da armadura interna	36
Figura 14 - Configurações adotadas para o vento.....	37
Figura 15 - Especificações dos materiais e durabilidade.....	39
Figura 16 - Planta de forma do pavimento térreo	45
Figura 17 - Planta de forma do pavimento superior	46
Figura 18 - Carga acidental nas lajes.....	47
Figura 19 - Lançamento da carga de parede na viga	48
Figura 20 - Lançamento da carga de parede na laje	48
Figura 21 - Referência para telhado do térreo	49
Figura 22 - Telhado frontal	50
Figura 23 - Telhado lateral e da Caixa D'água	51
Figura 24 - Lançamento da carga distribuída por área na laje	52
Figura 25 - Pórtico unifilar	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Carga de telhado pavimento térreo	49
Tabela 2 - Carga do telhado frontal.....	50
Tabela 3 - Carga do telhado posterior.....	51
Tabela 4 - Carga do Telhado da Caixa D'água.....	51
Tabela 5 - Dados da Estabilidade Global da estrutura	54
Tabela 6 - Resumo por bitola e por elemento.....	59
Tabela 7 - Resumo por material e por elementos.....	59
Tabela 8 - Quantitativo de aço empregado nas lajes	60
Tabela 9 - Peso total do aço empregado nas lajes.....	60
Tabela 10 - Resumo dos blocos de enchimento.....	60
Tabela 11 - Dados extraídos do <i>Software Eberick 2025</i>	61
Tabela 12 - Índices obtidos conforme Botelho (2018)	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Combinações do Estado Limite de Serviço (ELS).....	55
Quadro 2 - Combinações do Estado Limite Último (ELU)	56
Quadro 3 - Erros e avisos apresentados durante o dimensionamento	56

LISTA DE ABREVIATURAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAA	Classe de Agressividade Ambiental
EPS	Poliestireno Expandido
ELU	Estado Limite Último
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
Fck	Resistência Característica do Concreto à Compressão
ELS	Estado Limite de Serviço

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13-14
1.1	JUSTIFICATIVA	14-15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO	16
2.1.1	Conceitos iniciais	16-17
2.1.2	Vantagens e Desvantagens	17-18
2.2	NORMAS TÉCNICAS	19
2.3	PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS	19
2.3.1	Fundações	19-21
2.3.2	Pilares	21
2.3.3	Vigas	22
2.3.4	Lajes	22
2.4	SOLICITAÇÕES ESTRUTURAIS	22
2.4.1	Ações Permanentes Direta	22-23
2.4.2	Ações Permanentes Indireta	23
2.4.3	Ações Variáveis Direta	23
2.4.4	Ações Variáveis Indiretas	24
2.4.5	Ações excepcionais	24
2.5	CONCEPÇÃO ESTRUTURAL	25
2.5.1	Projeto Arquitetônico	25
2.5.2	Lançamento dos pilares e vigas	25
2.5.3	Pré-dimensionamento	25
2.5.3.1	Durabilidade (Classe de Agressividade)	25
2.5.3.2	Pré-dimensionamento dos pilares	26
2.5.3.3	Pré-dimensionamento das vigas	26-27
2.5.3.4	Pré-dimensionamento das lajes treliçadas	27-29
2.6	COEFICIENTE GAMA Z (γ_z)	29

2.7	PRINCIPAIS SOFTWARES PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	29-30
3	METODOLOGIA	31
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	31
3.1.1	Revisão bibliográfica	31-32
3.2	DEFINIÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	32
3.2.1	Descrição do Projeto	32-36
3.2.2	CrITÉrios de Projeto	36
3.2.2.1	Carregamentos	36
3.2.2.2	Vento	37
3.2.2.3	Resistência a compressão do concreto	37
3.2.2.4	Aço	38
3.2.2.5	Cobrimento nominal	38-39
3.2.3	Especificações dos materiais	39
3.2.3.1	Alvenaria	39
3.2.3.2	Revestimento	40
3.2.3.3	Piso	40
3.2.4	Modelagem estrutural	40
3.2.5	Análise e dimensionamento	40
3.2.6	Detalhamento das pranchas	41
3.2.7	Índices de Produtividade	41
3.2.7.1	Espessura média (E_m)	41-42
3.2.7.2	Consumo de aço ($I_{aço}$)	42
3.2.7.3	Consumo de Forma (I_{forma})	42-43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1	ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA PROJETADA	44
4.1.1	Lançamento dos elementos estruturais	44-46
4.1.2	Lançamento das cargas permanentes e variáveis	47
4.1.2.1	Carga acidental nas lajes de acordo com o grupo	47
4.1.2.2	Carga de parede nas vigas	47-48
4.1.2.3	Carga de parede na laje	48
4.1.3	Lançamento das cargas de telhado	49-51
4.1.4	Lançamento da carga da Caixa D'água	52
4.1.5	Análise do pórtico unifilar	53-54
4.1.6	Estabilidade Global	54

4.1.7	Verificação das deformações no Estado Limite de Serviço (ELS) .	54-55
4.1.8	Verificação do Estado Limite Último (ELU)	55-56
4.1.9	Erros e avisos durante o dimensionamento e as soluções adotadas .	56
4.1.9.1	Aviso 101	57
4.1.9.2	Aviso 26	57
4.1.9.3	Erro D31	57-58
4.1.9.4	Erro D05	58
4.1.10	Detalhamento.....	58-59
4.1.11	Materiais extraídos do Eberick	59-60
4.2	COMPARAÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAIS COM OS ÍNDICES .	60-61
4.3	PRANCHAS	62
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS.....	64-66
	APÊNDICE A - PRANCHAS DO PROJETO ESTRUTURAL	67-77
	APÊNDICE B - PRANCHAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	68-80

1 INTRODUÇÃO

O concreto é reconhecido como o material estrutural mais amplamente utilizado em escala global, perdendo apenas para a água em volume de consumo, devido às características que o tornam essencial nas construções. Além disso, seu consumo aumentou significativamente ao longo das últimas cinco décadas. Atualmente, estima-se que a demanda mundial por concreto atinja aproximadamente 19 bilhões de toneladas métricas por ano (Mehta; Monteiro, 2014).

Ademais, o concreto armado se destaca por sua resistência à compressão, enquanto o aço das armaduras é responsável por suportar os esforços de tração. Além disso, é fácil de trabalhar, resistente ao fogo e apresenta técnicas de construção amplamente conhecidas no país.

No entanto, ele também possui algumas limitações, como seu alto peso, que pode dificultar o uso em grandes vãos e aumentar os custos. Apesar de ser bom condutor de calor e som, muitas vezes precisa ser combinado com outros materiais para melhorar o conforto térmico e acústico (Carvalho; Figueiredo Filho, 2024).

No Brasil, a notícia mais antiga de que se tem conhecimento remonta ao ano de 1904, no Rio de Janeiro. Na época, o material era conhecido como “cimento armado” e, segundo relatos, teria sido empregado pela primeira vez em construções residenciais no bairro de Copacabana. Essas obras foram realizadas pela “Empresa de Construções Civas” e estavam sob a responsabilidade do engenheiro Carlos Poma (Porto; Fernandes, 2025).

Atualmente, segundo dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) do IBGE (2022), o setor da construção civil emprega aproximadamente 23 milhões de trabalhadores. Desse total, 15,2% atuam diretamente na construção de edifícios, enquanto 13,6% estão envolvidos em serviços especializados, como instalações e acabamentos.

Dessa forma, o valor total das incorporações no país alcançou R\$ 439 bilhões, dos quais apenas 30,2% tiveram participação do setor público, percentual inferior ao registrado em 2013. Além disso, observa-se que a participação das maiores empresas no mercado foi de apenas 3,5% em 2022, enquanto em 2013 era de 10,1%. Portanto, esses indicadores evidenciam o surgimento de oportunidades e a diversificação no setor da construção, que desempenha um papel significativo no impacto econômico nacional.

Em Serra Talhada - PE, o programa "Minha Casa, Minha Vida" e as obras associadas têm desempenhado um papel fundamental na oferta de habitações, além de contribuir para o fortalecimento da economia local. De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), essa iniciativa também tem estimulado a utilização do concreto como principal material construtivo.

Os projetos estruturais em concreto armado evoluíram com o uso de *softwares*, tornando os cálculos mais rápidos e precisos. Essas ferramentas não funcionam sozinhas, exigindo do profissional um conhecimento teórico sólido. Dessa forma, a interpretação correta dos resultados é essencial para evitar erros que comprometam a segurança e a economia da obra. Uma vez que, o uso inadequado dessa ferramenta pode levar ao superdimensionamento ou subdimensionamento da estrutura e por isso, é fundamental aliar tecnologia e domínio teórico para um projeto eficiente.

Por outro lado, os *softwares* utilizados na engenharia estrutural oferecem maior agilidade, eficiência, redução de custos, precisão na análise e dimensionamento das estruturas. Essas ferramentas automatizam cálculos complexos, como verificação de esforços, deformações e estabilidade global, diminuindo o tempo de projeto e minimizando erros. Além disso, permitem simular o comportamento real da estrutura, superando as limitações dos métodos convencionais. Desse modo, a tecnologia torna-se uma aliada indispensável na prática profissional (Dortas; Souza; Pinto, 2021).

1.1 JUSTIFICATIVA

A escolha do presente tema fundamenta-se na necessidade de integrar o conhecimento teórico adquirido ao longo da graduação com as práticas profissionais da engenharia estrutural.

O desenvolvimento do projeto estrutural de uma residência unifamiliar em concreto armado, utilizando o *software Eberick*, foi uma decisão estratégica para o aprimoramento de habilidades técnicas alinhadas às demandas do mercado da construção civil.

A edificação estudada, de padrão construtivo típico da região, é representativa da realidade local e de programas habitacionais como o "Minha Casa, Minha Vida", conferindo ao estudo relevância prática. Além disso, a utilização do *Eberick*, ferramenta amplamente adotada no mercado por oferecer uma interface mais didática

e intuitiva em comparação a outros programas, mas pouco explorada em profundidade na graduação, favoreceu o desenvolvimento de competências essenciais, como a análise crítica de resultados e a tomada de decisões técnicas fundamentadas.

Portanto, este Trabalho de Conclusão de Curso representa uma aplicação prática do conhecimento acadêmico à solução de um problema real, contribuindo efetivamente para a formação técnica e profissional necessária à atuação no setor da engenharia civil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar e dimensionar a estrutura de uma residência unifamiliar em concreto armado utilizando o *software Eberick*, garantindo a segurança estrutural da edificação de acordo com as normas técnicas vigentes.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o projeto arquitetônico da residência para identificar as exigências estruturais e garantir um dimensionamento adequado à edificação;
- Aplicar as prescrições normativas da ABNT NBR 6118 (ABNT,2023);
- Realizar o dimensionamento estrutural utilizando o *software Eberick* de acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT,2023);
- Analisar os resultados obtidos pelo o software;
- Apresentar os resultados do dimensionamento dos pilares, vigas e lajes do projeto;
- Comparar os índices de consumo de materiais obtidos com os valores de referência estabelecidos por Botelho (2018).

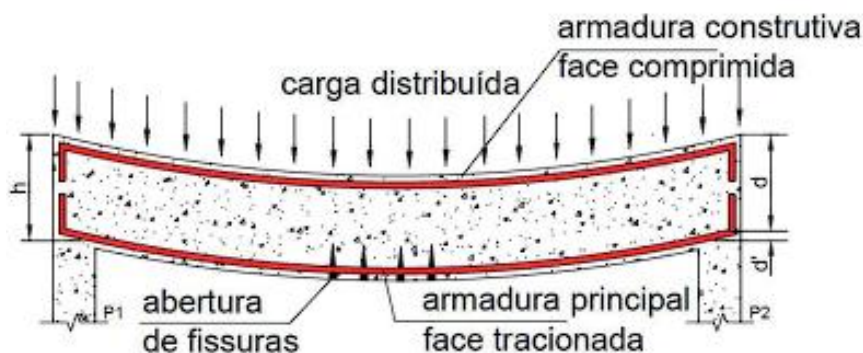
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO

2.1.1 Conceitos iniciais

Segundo Custodio (2018), o concreto armado constitui um sistema estrutural originado da combinação entre os materiais que formam o concreto e as armaduras. Nesse contexto, a armadura presente em um elemento estrutural é considerada passiva, pois só entra em ação e sofre deformações após a aplicação das cargas às quais a estrutura será submetida. Para ilustrar, considerou-se, por exemplo, uma viga biapoiada em concreto armado que esteja sendo constantemente solicitada por uma carga distribuída, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Viga biapoiada com carga distribuída



Fonte: Custodio (2018)

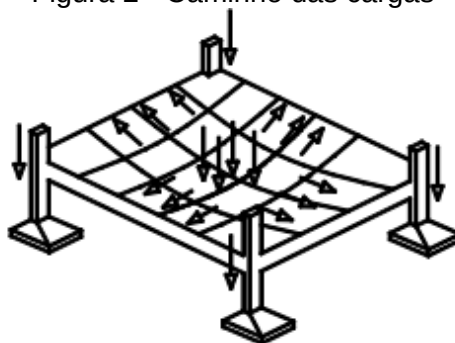
As armaduras dessa viga, juntamente com o concreto, irão absorver os esforços gerados pela carga distribuída. À medida que essa solicitação se mantém, começam a surgir fissuras, que persistem até o momento em que as armaduras alcançam seu limite de deformação. Se o carregamento continuar aumentando de forma contínua, a peça estrutural acabará se rompendo (Custodio, 2018).

As armaduras empregadas no concreto armado são, em geral, barras de aço que, quando expostas à umidade ou a agentes agressivos, como certos gases, podem passar por um processo de corrosão. Por esse motivo, é fundamental que essas armaduras estejam devidamente protegidas pelo concreto que as envolve.

Essa proteção é assegurada por meio do recobrimento, que consiste em uma camada de concreto deixada intencionalmente nas faces do elemento estrutural durante a etapa de concretagem. Essa camada tem como principal função preservar a durabilidade da estrutura, além de prevenir o surgimento de manifestações patológicas ao longo do tempo.

Assim, o princípio teórico da distribuição de cargas em uma estrutura é relativamente simples: as lajes recebem as cargas verticais e as transferem para as vigas, que, por sua vez, conduzem essas cargas até os pilares. Os pilares, então, direcionam os esforços para as fundações, que os dissipam no solo, para facilitar a compreensão desse processo, a Figura 2 ilustram o modelo real, onde todos os elementos se deformam de forma integrada (Carmo; Costa, 2019).

Figura 2 - Caminho das cargas



Fonte: (Carmo; Costa, 2019)

2.1.2 Vantagens e Desvantagens

Assim como outros materiais utilizados para funções específicas, o concreto também possui vantagens e desvantagens.

Entre seus principais benefícios, destaca-se a durabilidade. De acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), as estruturas de concreto devem ser projetadas e executadas de modo a preservar sua segurança, estabilidade e desempenho adequado em serviço, mesmo quando submetidas às condições ambientais previstas, ao longo de toda a vida útil estabelecida no projeto.

A trabalhabilidade é uma das características mais importantes do concreto fresco, pois determina sua facilidade de manuseio, transporte, adensamento e acabamento. Essa propriedade está diretamente relacionada à quantidade de água

na mistura e à proporção de cimento, influenciando a moldagem adequada das peças. Além disso, a resistência do concreto, especialmente à compressão, depende não apenas de sua trabalhabilidade, mas também da cura, da relação água-cimento e da qualidade dos materiais utilizados, garantindo que a estrutura final atenda aos requisitos de desempenho esperados (Neville, 2016).

Vale ressaltar que, a mão de obra qualificada para a aplicação do concreto armado é facilmente encontrada em todo o país, e os processos construtivos desse material são amplamente conhecidos e difundidos, o que proporciona facilidade e rapidez na execução das obras. Ademais, sua aplicação não exige profissionais altamente especializados nem o uso de equipamentos complexos, tornando o concreto armado uma solução prática, eficiente e acessível para diferentes tipos de construções (Parizotto, 2017).

Outra vantagem do concreto é sua elevada resistência ao fogo, graças à sua baixa condutividade térmica, que restringe a passagem do calor e protege os elementos internos da estrutura em caso de incêndio. Além disso, quando exposto ao fogo, o concreto não libera gases tóxicos ou inflamáveis, garantindo maior segurança ambiental e estrutural (Campos *et al.*, 2021).

Entre as desvantagens do concreto, destaca-se seu peso próprio elevado, já que seu peso específico é de aproximadamente 25 kN/m³. Isso torna a execução de grandes vãos mais complexa e pode aumentar os custos da obra. Além disso, por ser um bom condutor de calor, muitas vezes é necessário combiná-lo com outros materiais para melhorar o conforto térmico (Carvalho; Figueiredo Filho, 2024).

Outra limitação é a necessidade de fôrmas e escoramentos para garantir sua resistência adequada, o que eleva os custos com materiais e mão de obra. Mesmo com essas restrições, seu uso ainda se destaca pela durabilidade e versatilidade (Carvalho; Figueiredo Filho, 2024).

Outro ponto negativo do concreto é a fissuração, que ocorre principalmente devido a dois fenômenos: a retração, caracterizada pela redução do volume do material em função da perda de umidade, e a fluência, que corresponde à deformação lenta das estruturas quando submetidas a cargas por períodos prolongados (Parizotto, 2017).

2.2 NORMAS TÉCNICAS

Para o dimensionamento de estruturas em concreto armado, é necessário seguir normas específicas a fim de evitar tanto o superdimensionamento quanto a subdimensionamento. Nesse contexto, a ABNT NBR 6120 (ABNT, 2019) trata especificamente das ações, ou cargas, que devem ser consideradas em um projeto estrutural, ou seja, define quais cargas aplicar e quais os seus respectivos valores.

Já a ABNT NBR 8681 (ABNT, 2003) complementa essa abordagem ao apresentar os princípios gerais e as combinações de ações, orientando como essas cargas devem ser combinadas, aplicadas e interpretadas de acordo com os critérios de segurança estrutural. Portanto a ABNT NBR 6120 (ABNT, 2019) foca nos dados das cargas a ABNT NBR 8681 (ABNT, 2003) no raciocínio estrutural para usá-las corretamente.

A ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023) trata especificamente de projeto de estrutura de concreto armado no Brasil, estabelecendo critérios técnicos fundamentais para o dimensionamento, detalhamento, verificações, durabilidade e segurança, além de considerar fatores ambientais que podem comprometer a vida útil. Com base no que foi citado, se faz necessário seguir os critérios técnicos para garantir o desempenho adequado da estrutura ao longo da sua vida útil.

A ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022), estabelece os requisitos para o projeto e execução de fundações de edifícios e outras edificações, visando garantir a segurança e a estabilidade das estruturas. Essa norma técnica aborda desde a investigação geotécnica do local, que subsidia a escolha do tipo de fundação mais adequado, até os critérios para o dimensionamento, execução e controle de qualidade de diferentes sistemas de fundação, como sapatas, estacas e tubulões.

2.3 PRINCIPAIS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

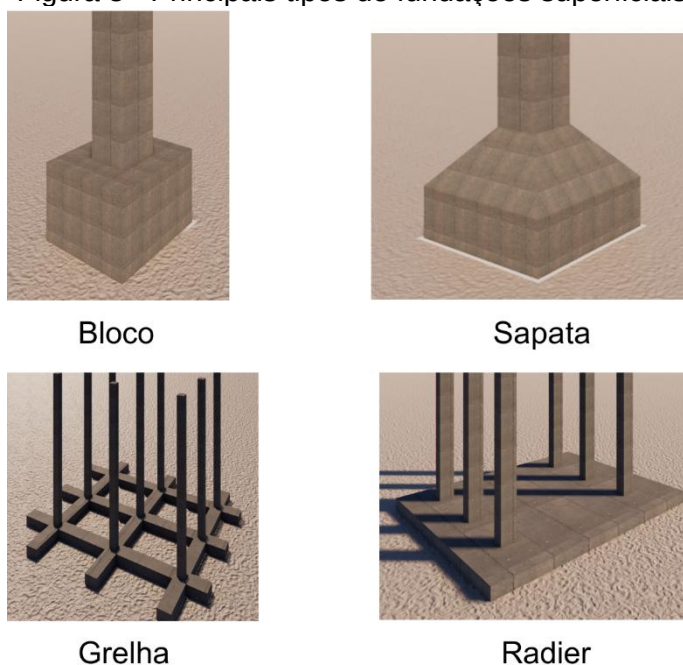
2.3.1 Fundações

Nas fundações são separadas em superficiais e profundas. São elementos estruturais responsável de transmitir as cargas da estrutura para o solo sem ocasionar a ruptura do mesmo. Para escolher o tipo de fundação mais adequada para cada

estrutura, leva-se em consideração as condições do solo e das cargas atuante na fundação a ser executado (Porto; Fernandes, 2015).

A Figura 3, apresenta os principais tipos de fundações superficiais, também conhecidas como rasas ou diretas, são recomendadas quando o solo próximo à superfície apresenta boa capacidade de suportar as cargas. Conforme os critérios técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022), uma fundação é classificada como rasa quando sua profundidade de assentamento é inferior a duas vezes a menor dimensão da própria fundação.

Figura 3 - Principais tipos de fundações superficiais



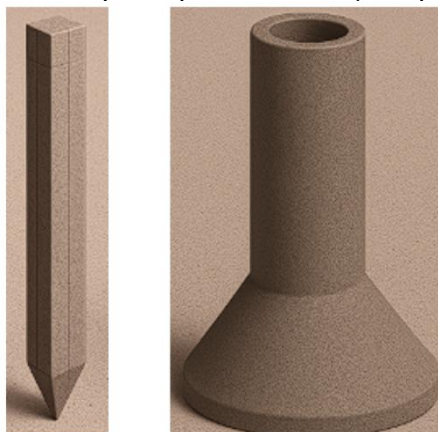
Fonte: Adaptado (Velloso; Lopes, 2010)

A norma ainda ressalta que a profundidade mínima para sapatas isoladas é de 1,5 m, e que, no caso de sapatas ou blocos, as dimensões mínimas não devem ser inferiores a 60 cm. São amplamente utilizadas por serem mais econômicas e de execução simples, especialmente em obras de pequeno e médio porte.

Além dos tipos mencionados anteriormente, destacam-se entre os mais comuns as sapatas isoladas, utilizadas em pilares com cargas concentradas; as sapatas corridas, recomendadas para fundações de paredes ou alinhamentos de pilares; e as sapatas associadas, indicadas quando a proximidade entre os pilares impossibilita a aplicação de elementos isolados (Porto; Fernandes, 2015).

As fundações profundas ou indiretas (Figura 4), as cargas da edificação são transmitidas ao solo por meio da base, pelo atrito lateral com o solo ou pela combinação desses dois mecanismos. Esse tipo de fundações é definido com base em um critério prático, ainda que um pouco arbitrário, considera-se fundação profunda aquela cuja ruptura do solo da base não alcance a superfície do terreno (Hachich *et al.*,1998).

Figura 4 - Principais tipos de fundações profundas



Estaca

Tubulão

Fonte: Adaptado (Velloso; Lopes, 2010)

Essas fundações podem ser moldadas in loco, por meio da perfuração do solo e posterior concretagem, ou podem ser pré-moldadas, sendo cravadas no terreno com equipamentos específicos. Os principais tipos utilizados são os tubulões e estacas, escolhidos conforme as características do solo e as necessidades do projeto (Hachich *et al.*,1998).

2.3.2 Pilares

Os pilares são componentes estruturais que atuam principalmente sob compressão e estão dispostos na vertical. Sua principal função é receber as cargas transmitidas por elementos como vigas e lajes, direcionando essas forças de forma segura até as fundações da edificação (Neto, 2017).

Devido à função dos pilares em sustentar outros elementos da estrutura, sua contribuição para o equilíbrio global do edifício é fundamental. Por esse motivo, eles demandam atenção especial tanto na fase de projeto quanto durante a execução, a fim de garantir a segurança e a estabilidade da construção (Graziano, 2005).

2.3.3 Vigas

As vigas são componentes estruturais que, em sua maioria, estão sujeitas a esforços de flexão. Do ponto de vista geométrico, apresentam uma proporção específica entre o vão e a altura. Para vigas isostáticas, recomenda-se que a relação entre o vão teórico (L) e a altura total (h) seja superior a 3, enquanto, para vigas contínuas, essa proporção deve ser maior que 2. Além disso, a proporção entre a altura e a largura da seção transversal não deve exceder o valor de 5 (Graziano, 2005).

2.3.4 Lajes

As lajes constituem elementos estruturais de formato plano e laminar, cuja principal função é suportar as cargas que atuam sobre a construção. Elas suportam principalmente esforços aplicados perpendicularmente à sua superfície média. Sua função principal é resistir às cargas de utilização que atuam na estrutura. Dessa forma, contribuem para a estabilidade e o desempenho adequado do conjunto estrutural (Clímaco, 2016).

De acordo com Porto e Fernandes (2015), as lajes podem ser classificadas com base no sentido predominante da armadura. Quando os esforços de flexão atuam majoritariamente em apenas uma direção, a laje é considerada unidirecional, exigindo armadura nesse único sentido.

Já nas situações em que os momentos fletores se distribuem em duas direções perpendiculares, a laje passa a ser classificada como bidirecional, necessitando de armadura nos dois sentidos para resistir adequadamente às solicitações estruturais.

2.4 SOLICITAÇÕES ESTRUTURAIS

2.4.1 Ações Permanentes Direta

De acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), as ações permanentes diretas englobam o peso próprio da estrutura, além dos elementos fixos e das

instalações permanentes, como paredes, revestimentos e demais componentes que permanecem inalterados ao longo da vida útil da edificação.

Essas cargas devem ser consideradas sempre com os valores mais desfavoráveis possíveis, garantindo, assim, a segurança estrutural. Para o cálculo dessas ações, o peso próprio da estrutura é determinado com base na massa específica do concreto armado, adotando-se o valor de 2500 kg/m^3 (Carvalho; Figueiredo Filho, 2024).

2.4.2 Ações Permanentes Indireta

As ações permanentes indiretas são aquelas associadas a deformações internas e efeitos não diretamente relacionados às cargas externas aplicadas. De acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT,2023), elas incluem a retração e a fluência do concreto, deslocamentos de apoio, imperfeições geométricas (globais e locais).

A retração corresponde à redução de volume do concreto devido à evaporação da água excedente após a hidratação. Já a fluência refere-se à deformação lenta do concreto ao longo do tempo sob cargas constantes, sendo relevante em elementos como pilares, vigas e lajes, onde pode influenciar significativamente no comportamento estrutural ABNT NBR 6118 (ABNT,2023).

Os deslocamentos de apoio devem ser considerados apenas quando forem capazes de gerar esforços adicionais relevantes, especialmente em estruturas rígidas e hiperestáticas. Assim, quanto às imperfeições geométricas, estas são classificadas em globais, como desaprumo dos elementos verticais, e locais, representando desvios da forma ideal dos componentes estruturais, devendo ser incluídas nas análises de estabilidade conforme indicado pela norma (Carvalho; Figueiredo Filho, 2024).

2.4.3 Ações Variáveis Direta

Correspondem às cargas acidentais relacionadas ao uso da edificação, bem como à ação do vento e da água, devendo, portanto, seguir as exigências estabelecidas pelas Normas Brasileiras específicas. No caso de edifícios, essas cargas acidentais estão detalhadamente definidas na ABNT NBR 6120 (ABNT, 2019), que classifica os ambientes de acordo com sua utilização.

2.4.4 Ações Variáveis Indiretas

Ainda segundo a ABNT NBR 6118 (ABNT,2023), a variação de temperatura na estrutura, é provocada tanto pelas mudanças climáticas quanto pela incidência direta da radiação solar, é considerada uniforme e está diretamente relacionada ao local da obra e às dimensões dos elementos estruturais. Para componentes com menor dimensão de até 50 cm, admite-se uma oscilação térmica entre 10 °C e 15 °C.

Já em elementos maciços ou ocos com espaços internos totalmente fechados e dimensões superiores a 70 cm, essa variação pode ser reduzida para valores entre 5 °C e 10 °C. Para dimensões intermediárias, entre 50 cm e 70 cm, recomenda-se uma interpolação linear entre os limites estabelecidos. A escolha do valor pode considerar metade da diferença entre as temperaturas médias do verão e do inverno da região.

Nos casos de edificações com múltiplos andares, torna-se fundamental respeitar as exigências construtivas definidas por norma técnica, visando minimizar os efeitos das variações térmicas sobre a estrutura como um todo. Essa abordagem garante maior estabilidade e durabilidade da construção frente às oscilações climáticas naturais.

Além disso, o controle térmico contribui para o desempenho estrutural adequado e para a segurança ao longo da vida útil da edificação. Portanto, o dimensionamento e o detalhamento dos elementos estruturais devem levar em conta essas variações, de forma a assegurar a integridade da obra.

2.4.5 Ações excepcionais

As ações excepcionais, abordadas no item 11.5 da ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), correspondem a eventos de ocorrência rara, mas com potencial de provocar impactos relevantes na estrutura. Apesar de sua baixa probabilidade, essas situações devem ser consideradas em projetos que envolvam condições especiais ou riscos elevados, garantindo a segurança da edificação diante de cenários não usuais.

2.5 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

2.5.1 Projeto Arquitetônico

O projeto arquitetônico é o ponto de partida para a concepção estrutural, pois ele define a geometria, o *layout* e a função da edificação. Assim, a análise detalhada do projeto arquitetônico permite identificar as necessidades estruturais, a localização de elementos verticais e horizontais, e as cargas esperadas em cada ambiente. É a partir dele que se iniciam as etapas de lançamento dos pilares, vigas e lajes, e a definição das classes de agressividade e pré-dimensionamento (Carmo; Costa, 2019).

2.5.2 Lançamento dos pilares e vigas

O lançamento dos pilares e vigas é uma das principais etapas da concepção estrutural, na qual se define a posição e as dimensões preliminares desses elementos com base no projeto arquitetônico e nas cargas a serem suportadas. Portanto, os pilares são responsáveis por transmitir as cargas das lajes e vigas para as fundações, enquanto as vigas atuam principalmente sob flexão, recebendo cargas das lajes e redistribuindo-as para os pilares. Ressaltando ainda que a realização da otimização desses elementos visa garantir a estabilidade da estrutura e a eficiência do uso dos materiais (Graziano, 2005).

2.5.3 Pré-dimensionamento

2.5.3.1 Durabilidade (Classe de Agressividade)

A Classe de Agressividade Ambiental (CAA) é um fator determinante para a durabilidade da estrutura de concreto armado, conforme estabelecido pela ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023). Essa classificação leva em conta as condições ambientais a que a edificação estará exposta, como umidade, poluição e a presença de agentes agressivos. Logo, a definição da CAA influencia diretamente no cobrimento mínimo das armaduras e na escolha do tipo de concreto, visando proteger o aço contra corrosão e garantir a vida útil da estrutura.

2.5.3.2 Pré-dimensionamento dos pilares

No dimensionamento de pilares em concreto armado, a dimensão mínima é um critério fundamental para garantir a estabilidade estrutural. De acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), a menor dimensão dos pilares deve ser igual ou superior a 19 cm, sendo admitido o uso de seções entre 14 cm e 19 cm em casos especiais, desde que devidamente justificados.

Além disso, a norma define limites para a taxa de armadura máxima, visando evitar o excesso de aço concentrado na seção do pilar. Conforme o item 17.3.5.3.2 da ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), a área total de armadura não pode ultrapassar 8% da área da seção transversal, considerando as regiões de emenda de barras.

Por sua vez, o *software AltoQi Eberick* recebe os dados iniciais e permite que o projetista configure o valor mínimo das dimensões dos pilares. Ressalta-se, no entanto, que, em qualquer situação, não se admite a utilização de pilares com área de seção transversal inferior a 360 cm², independentemente das dimensões adotadas, sendo este um requisito normativo obrigatório.

E para atender ao critério de armadura máxima, recomenda-se configurar no *Eberick* o limite de 4% de armadura máxima, evitando o comprometimento da execução, garantindo a aderência adequada e mantendo a estrutura em conformidade com as exigências normativas ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023).

2.5.3.3 Pré-dimensionamento das vigas

A definição das dimensões das vigas impacta diretamente a estabilidade da edificação, no comportamento das lajes e o resultado estético final. Portanto, a largura da viga (b_w), em particular, é uma medida fundamental que deve ser concebida com base em normas técnicas e nas particularidades de cada projeto.

Segundo orientações de Carvalho e Figueiredo Filho (2024), a largura das vigas (b_w) pode ser determinada conforme os seguintes critérios:

- Para vãos de até 4 metros, a largura mínima recomendada é de 12 cm, conforme estabelecido pelo item 13.2.2 da ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023);

- Nos casos em que o vão varia entre 4 e 8 metros, a largura deve estar entre 13 cm e 25 cm;
- Para vãos superiores a 8 metros, recomenda-se adotar larguras iguais ou superiores a 25 cm.

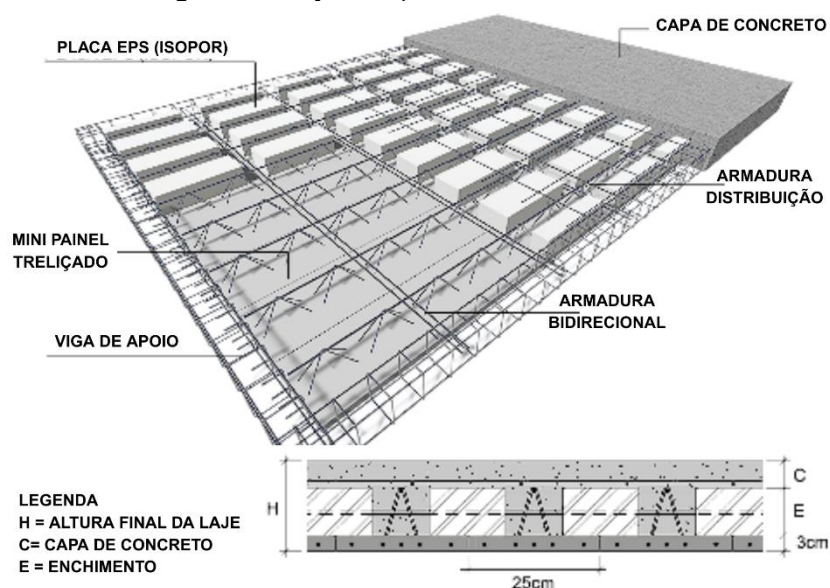
Embora existam esses parâmetros, é comum que, durante a elaboração do projeto, o projetista adeque a largura das vigas ao alinhamento das alvenarias, de modo que fiquem embutidas nas paredes. Além disso, recomenda-se padronizar as alturas das vigas em múltiplos de 5 cm, sempre que possível, com o objetivo de facilitar a execução e manter a uniformidade do projeto estrutural (Pelizaro; Cunha, 2017).

2.5.3.4 Pré-dimensionamento das lajes treliçadas

De acordo com a ABNT NBR 14859-1 (ABNT, 2016), as lajes pré-fabricadas configuram-se como sistemas construtivos compostos por três elementos principais: as vigotas treliçadas, formadas por treliças metálicas envoltas em concreto; os elementos de enchimento, que podem ser blocos cerâmicos ou painéis de EPS, utilizados para preencher os espaços vazios e contribuir para a leveza e o isolamento térmico da estrutura e por fim, uma camada de concreto moldada diretamente na obra.

A Figura 5, apresenta a configuração dos elementos que compõem a vigota com armadura treliçada. As vigotas treliçadas devem atender a um espaçamento mínimo entre as armaduras longitudinais igual a $(Sm = 5 + 0,1 \times hb)$ (mm), onde (hb) corresponde à altura da laje. Além disso, a largura mínima da vigota (bv) deve ser de 13 cm, enquanto a altura mínima (hv) não pode ser inferior a 7,5 cm, conforme os limites de tolerâncias apresentados na Tabela 3 da ABNT NBR 14859-1 (ABNT, 2016).

Figura 7 - Laje treliçada bidirecional



Fonte: (Eberick - AltoQi, [S.d.])

2.6 COEFICIENTE GAMA Z (γ_z)

O coeficiente (γ_z) é um parâmetro normativo amplamente utilizado na avaliação da estabilidade global de estruturas de múltiplos pavimentos, estando diretamente associado à consideração dos efeitos de segunda ordem, também conhecidos como efeitos P-Delta. Esse coeficiente tem como principal função majorar os esforços internos, especialmente os momentos fletores, de forma a contemplar o acréscimo das deformações estruturais provocadas pela combinação de ações verticais e horizontais aplicadas.

A adoção do coeficiente constitui um critério indispensável nas análises de segurança estrutural, particularmente na verificação do Estado Limite Último (ELU), pois possibilita avaliar a suscetibilidade da estrutura à perda de estabilidade global e ao colapso progressivo. Dessa forma, sua aplicação contribui para garantir o desempenho seguro da edificação ao longo de sua vida útil.

2.7 PRINCIPAIS SOFTWARES PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

No Brasil, entre os programas mais utilizados para análise e dimensionamento de estruturas em concreto armado, destacam-se o *Eberick*, o *TQS* e o *Cypecad*.

O *Eberick*, desenvolvido pela empresa nacional *AltoQi*, oferece recursos completos para modelagem, cálculo estrutural e detalhamento de elementos como vigas, pilares e lajes, operando em um ambiente CAD próprio. Uma de suas funcionalidades relevantes é a compatibilidade com arquivos no formato IFC, o que possibilita a integração eficiente entre o projeto estrutural e os demais projetos complementares, como o arquitetônico, elétrico e hidrossanitário (*ALTOQI*, 2025).

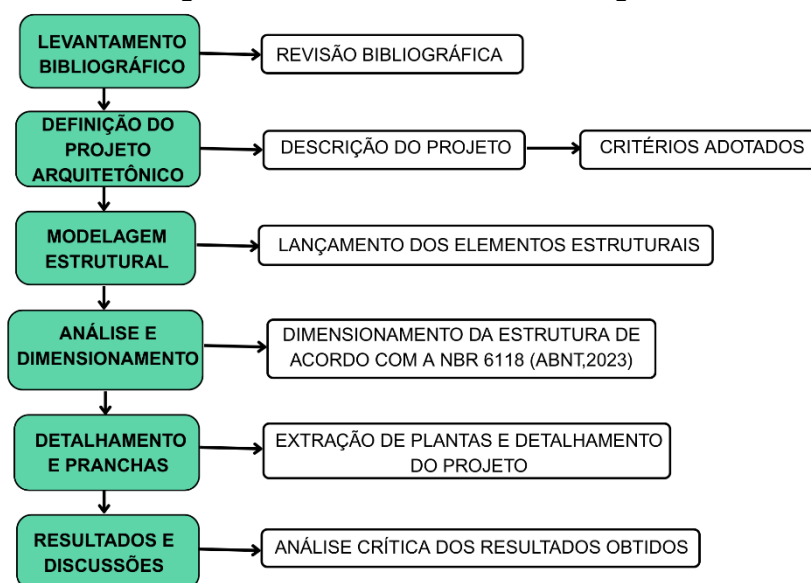
O *TQS* é um sistema amplamente utilizado para o desenvolvimento de projetos estruturais em concreto armado, voltado especialmente para edifícios. Ele oferece uma solução completa que integra modelagem, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento, com base nas normas técnicas brasileiras. O software permite automação de grande parte do processo de projeto, o que reduz significativamente o tempo de elaboração dos documentos técnicos. Seu diferencial está na geração detalhada de desenhos e memoriais de cálculo, otimizando a compatibilidade entre projeto estrutural e os demais elementos da edificação (*TQS*, 2025).

Já o *Cypecad*, desenvolvido pela empresa espanhola *CYPE*, também é adotado no mercado nacional para projetos de estruturas de concreto armado e metálicas. Ele realiza a análise e o dimensionamento com base em normas técnicas nacionais e internacionais, permitindo a modelagem de edifícios de múltiplos pavimentos. O *Cypecad* se destaca pela sua interface gráfica intuitiva e pela capacidade de integração com outras soluções da própria plataforma *CYPE*, além de aceitar arquivos em formato IFC, promovendo a compatibilização entre disciplinas dentro do fluxo de trabalho BIM (*Técnicos*, 2025).

3 METODOLOGIA

Para garantir uma estrutura bem organizada e favorecer a continuidade da pesquisa, o desenvolvimento do trabalho foi dividido em etapas. Essa segmentação permitiu uma condução mais clara e eficiente do estudo. Ao todo, foram estabelecidas seis etapas metodológicas, que estão ilustradas na Figura 8.

Figura 8 - Procedimentos metodológico



Fonte: Autor

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

3.1.1 Revisão bibliográfica

A primeira etapa foi dedicada à revisão bibliográfica, fundamental para a construção de uma base teórica sólida que sustentasse todas as etapas seguintes do projeto. Essa fase teve como objetivo principal compreender os conceitos, critérios e diretrizes normativas que orientam o dimensionamento de estruturas em concreto armado. Para isso, foram analisadas as principais normas técnicas citadas no item 2.2.

Além das normas, foram consultados livros especializados, artigos científicos e manuais técnicos que abordam desde os fundamentos do concreto armado até o uso de *softwares* na engenharia estrutural. Essa busca permitiu não apenas a

compreensão dos parâmetros técnicos, mas também uma reflexão crítica sobre as boas práticas de projeto, a importância da normatização e a evolução dos métodos construtivos.

3.2 DEFINIÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

3.2.1 Descrição do Projeto

O projeto foi cedido por um profissional da área caracterizado como uma residência unifamiliar composta por pavimento térreo, pavimento superior e cobertura. A edificação possui altura total de 8,05 metros, considerando o reservatório de água instalado na cobertura. O pavimento térreo apresenta pé-direito de 3 metros e área construída de 131,26 m², enquanto o pavimento superior possui pé-direito de 2,80 metros e área de 83,33 m². Assim, a área total construída da residência corresponde a 214,59 m².

Com base no projeto fornecido em AutoCAD, as plantas arquitetônicas e demais informações complementares estão disponíveis no Apêndice B, enquanto a Figura 9 apresenta a vista frontal da edificação.

Figura 9 - 3D da fachada

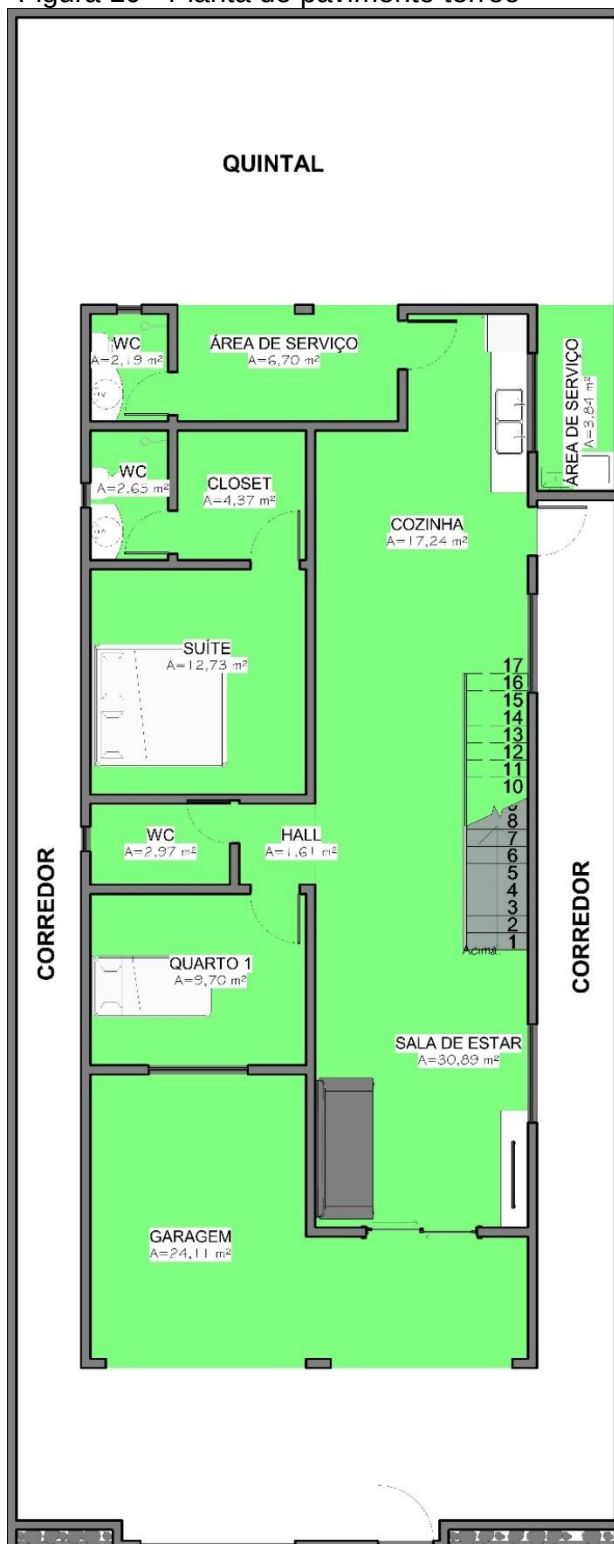


Fonte: Autor

As plantas baixas apresentadas nas Figuras 10, 11 e 12 foram utilizadas como base para o lançamento inicial da estrutura no software de modelagem. A partir dessas plantas, foi possível definir a localização dos elementos estruturais principais, como pilares, vigas e lajes, respeitando o layout arquitetônico da edificação.

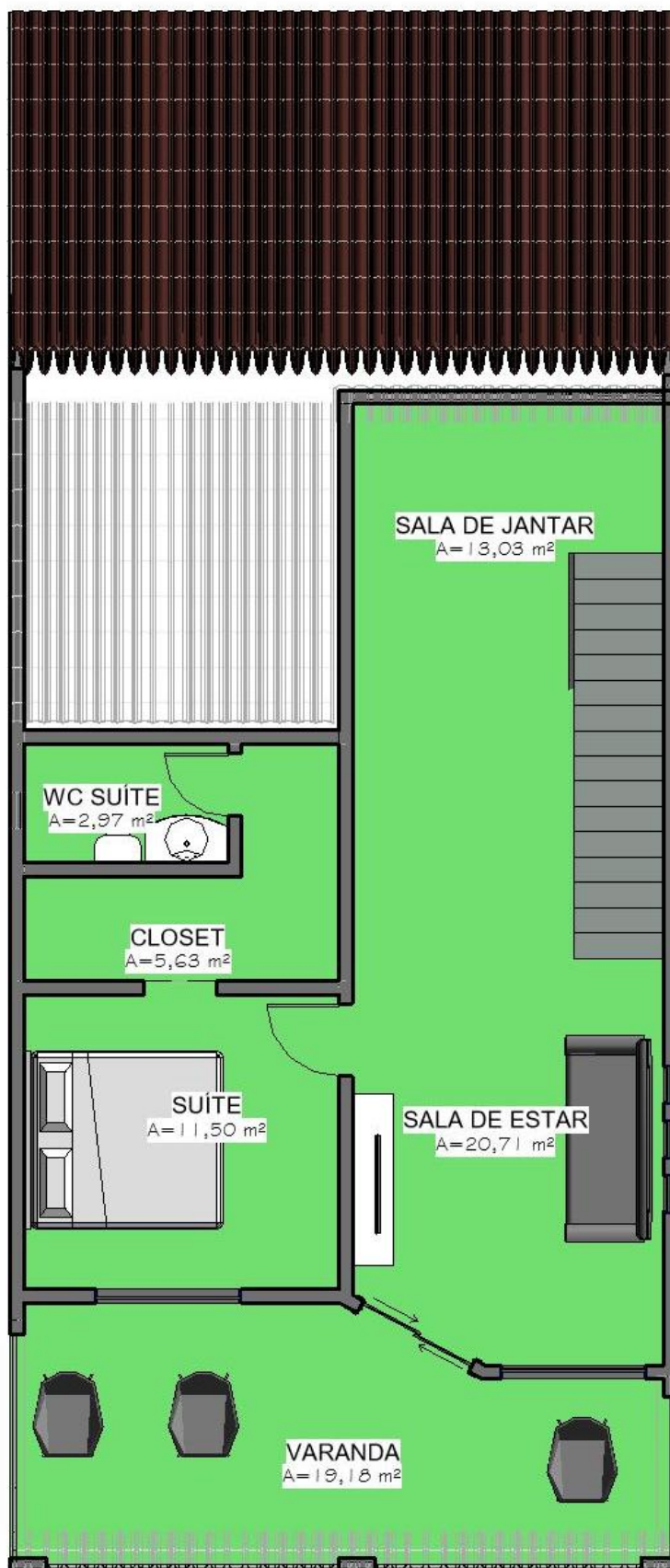
Esse procedimento garantiu a compatibilidade entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural, permitindo o correto posicionamento dos elementos e o início do processo de dimensionamento da estrutura em concreto armado.

Figura 10 - Planta do pavimento térreo



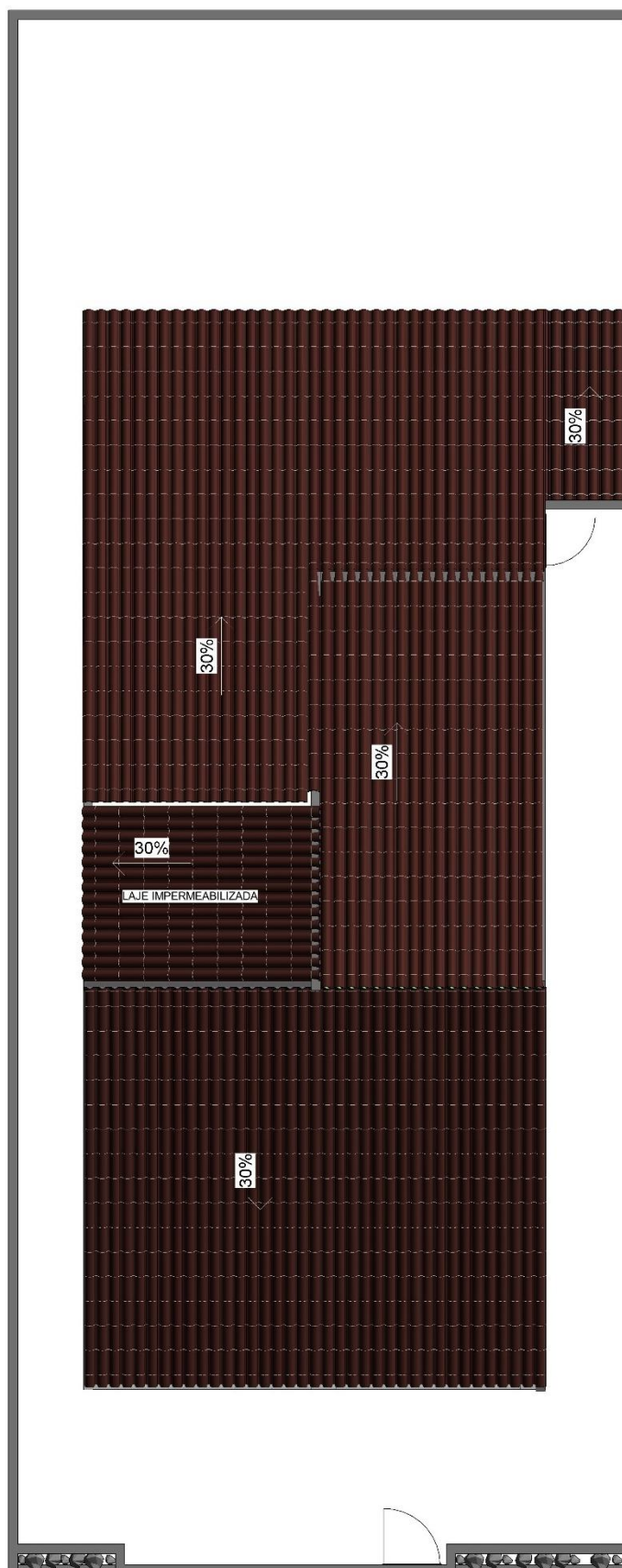
Fonte: Auto

Figura 11 - Planta do pavimento tipo



Fonte: Autor

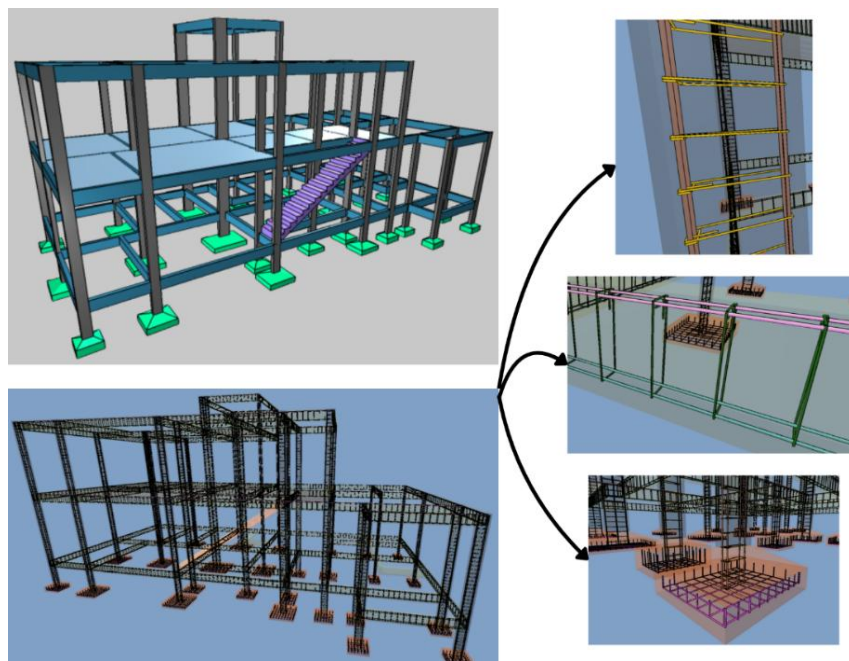
Figura 12 - Planta da Cobertura



Fonte: Auto

A Figura 13 ilustra a representação tridimensional da estrutura em concreto armado, bem como o modelo 3D correspondente às armaduras internas dos elementos estruturais.

Figura 13 - Vista 3D da estrutura e da armadura interna



Fonte: Autor

3.2.2 Critérios de Projeto

3.2.2.1 Carregamentos

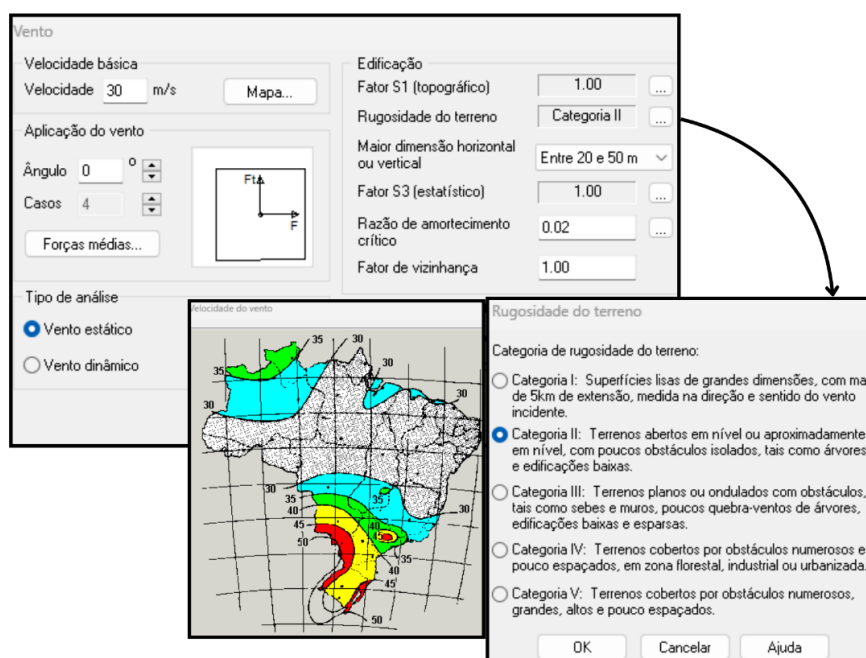
De acordo com as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 6120 (ABNT, 2019), toda edificação está sujeita a diferentes tipos de ações que devem ser consideradas no seu dimensionamento estrutural. No desenvolvimento deste projeto, foram adotadas, como ações permanentes, os carregamentos verticais compostos pelo peso próprio da estrutura, além dos pesos referentes aos revestimentos internos e externos.

Quanto às ações variáveis, foram aplicadas cargas equivalentes aos edifícios residenciais, por se tratarem de valores de referência estabelecidos pela norma, proporcionando maior segurança no cálculo. Já no caso das ações acidentais, foram levadas em consideração tanto a ação do vento quanto as sobrecargas de uso previstas para a edificação.

3.2.2.2 Vento

Para os cálculos realizados no *software Eberick*, adotou-se a ação do vento com velocidade de referência de 30 m/s, conforme os dados do mapa de velocidades disponível no próprio programa. Foram consideradas também dimensões verticais variando entre 20 e 50 metros e a rugosidade do terreno foi classificada na categoria II, conforme representado na Figura 15.

Figura 14 - Configurações adotadas para o vento



Fonte: Autor

3.2.2.3 Resistência a compressão do concreto

Para este projeto, foi adotado concreto com resistência característica à compressão (fck) de 30 MPa, aplicado em todos os elementos estruturais da edificação.

3.2.2.4 Aço

As armaduras são compostas por aço das classes CA-50, utilizado nas barras longitudinais devido à sua alta resistência e ductilidade, e CA-60, empregado nas armaduras transversais, como estribos, por oferecer maior resistência à tração.

3.2.2.5 Cobrimento nominal

De acordo com a Tabela 7.2 da ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023) considerou-se a Classe de Agressividade Ambiental II, que se refere a edificações localizadas em áreas urbanas, expostas a condições de agressividade moderada. Esse enquadramento ambiental estabelece critérios específicos de dimensionamento, cobrimento das armaduras e durabilidade, garantindo que os elementos estruturais mantenham seu desempenho e segurança ao longo da vida útil da construção, reduzindo os riscos de deterioração precoce.

Sendo assim, de acordo com a Tabela 3 da ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), os cobrimentos nominais adotados foram os seguintes:

- I. Sapatas → Cobrimento = 4,5 cm;
- II. Lajes → Cobrimento = 2,5 cm;
- III. Vigas (peças internas) → Cobrimento = 2,5 cm;
- IV. Pilares e NR (peças internas) → Cobrimento = 2,5 cm;
- V. Vigas em contato com o solo → Cobrimento = 3 cm;
- VI. Vigas sem contato com o solo → Cobrimento = 3 cm;
- VII. Pilares sem contato com o solo → Cobrimento = 3 cm;
- VIII. Pilares em contato com o solo → Cobrimento = 4,5 cm.

Para uma melhor representação, a Figura 16 apresenta as informações citadas anteriormente.

Figura 15 - Especificações dos materiais e durabilidade

Materials e durabilidade

Aplicação
☒ Projeto inteiro
☐ Por pavimento

Pavimento
☐ Pavimento
☐ Pavimento
☐ Pavimento
☐ Pavimento

Avios
 Todas as informações estão definidas corretamente
 Detalhes...

Geral
 Classe de agressividade: II (moderada)
 Dimensão do agregado: 19 mm
☐ Controle rigoroso nas dimensões dos elementos
☐ Considerar redução no cobrimento para peças com fck acima do requerido para a classe de agressividade

Abertura máxima das fissuras
 Contato com o solo: 0.2 mm
 Contato com a água: 0.1 mm
 Demais peças: 0.3 mm
 Combinações: Frequentes

Elementos	Concreto	Cobrimento (peças externas)	Cobrimento (peças internas)	Cobrimento (contato com o solo)	
Vigas	C-30	3 cm	2.5 cm	3 cm	Bitolas...
Pilares e NR	C-30	3 cm	2.5 cm	4.5 cm	Bitolas...
Lajes	C-30	2.5 cm		3 cm	Bitolas...
Reservatórios	C-30	3 cm			Bitolas...
Blocos	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Sapatas	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Tubulões	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Muros	C-30			4.5 cm	Bitolas...
Radier	C-30			4.5 cm	Bitolas...

Fluência... Barras... Classes... OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autor

Além disso, de acordo com a ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), para os elementos estruturais em concreto armado, utilizou-se o valor de peso específico de 25 kN/m³, conforme padrão utilizado para esse tipo de material e o agregado graúdo foi considerado com dimensão máxima de 19 mm, parâmetro adequado às características da obra.

3.2.3 Especificações dos materiais

3.2.3.1 Alvenaria

Serão utilizados blocos cerâmicos com dimensões de 9 x 19 x 19 cm, que receberão acabamento com chapisco, emboço e reboco, totalizando 3 cm de revestimento em cada face da parede. Dessa forma, a espessura final da parede será de 15 cm. A escolha desse tipo de bloco cerâmico ocorreu em função das paredes previstas no projeto arquitetônico possuírem espessura definida de 15 cm, garantindo compatibilidade entre o sistema construtivo e as exigências do projeto

3.2.3.2 Revestimento

As paredes localizadas em ambientes molhados e sujeitos à umidade receberão revestimento cerâmico, visando à proteção e durabilidade desses espaços. Para garantir a impermeabilização adequada dessas paredes, será aplicada argamassa polimérica em toda a área correspondente. As demais paredes internas da edificação serão finalizadas com pintura em tinta látex acrílicos na cor branca, aplicada sobre acabamento de massa corrida.

3.2.3.3 Piso

Para nivelamento das lajes, será executada uma camada de contrapiso com espessura de 5 cm, aplicada a partir do ponto mais elevado de cada pavimento. Embora a espessura usual seja de 3 cm, adotou-se 5 cm como medida de segurança e para garantir maior resistência. Essa técnica permite a criação dos desníveis necessários para o escoamento adequado nas áreas molhadas da edificação.

3.2.4 Modelagem estrutural

Posteriormente, realizou-se a modelagem estrutural da edificação utilizando o software Eberick. Nessa fase, foi realizado o lançamento dos elementos estruturais, incluindo pilares, vigas, lajes e fundações, de acordo com as características do projeto arquitetônico e os parâmetros normativos.

3.2.5 Análise e dimensionamento

A partir da modelagem, procedeu-se à análise e ao dimensionamento estrutural dos elementos, considerando os critérios estabelecidos pela NBR 6118 (ABNT, 2023). Essa etapa incluiu a verificação dos esforços solicitantes, o dimensionamento das armaduras e a validação do comportamento estrutural da edificação frente às solicitações previstas.

3.2.6 Detalhamento das pranchas

Com o dimensionamento concluído, foram extraídos as pranchas e os detalhamentos do projeto estrutural. Essa etapa contemplou a geração de plantas e detalhes construtivos, assegurando a representação gráfica precisa conforme as normas técnicas aplicáveis.

3.2.7 Índices de Produtividade

Os indicadores de projeto têm como finalidade principal apoiar o profissional na tomada de decisões, promovendo escolhas mais eficientes e elevando o desempenho técnico e econômico da estrutura. Os índices obtidos possibilitam a comparação e a identificação da relação adequada entre custo e consumo de materiais, contribuindo para uma avaliação mais precisa da solução estrutural adotada (Jablonski, 2013). Com base na metodologia proposta por Botelho (2018), será realizada a verificação dos quantitativos extraídos por meio do *software*.

3.2.7.1 Espessura média (E_m)

O primeiro indicador a ser avaliado corresponde à relação entre o volume total de concreto e a área construída da edificação. Este parâmetro é denominado espessura média, representando uma espessura hipotética equivalente àquela de uma estrutura plana com a mesma área construída (Botelho, 2018). Essa relação é quantificada conforme apresentado na Equação 1.

$$E_m = \frac{V_c}{A_{Const}} \quad (1)$$

Em que:

- V_c representa o volume total de concreto da estrutura;
- A_{Const} representa a área total construída.

Para edificações em concreto armado compostas por lajes pré-moldada, Botelho (2018) estabelece que a espessura média da superestrutura assume, em

média, o valor de 0,13 metros e espessura média da estrutura de fundação composta de sapata e baldrame de 0,10 metros;

3.2.7.2 Consumo de aço ($I_{aço}$)

Esse indicador expressa a relação entre a quantidade de aço consumido na estrutura de concreto armado e o volume total de concreto utilizado, como mostra a equação 2.

$$I_{aço} = \frac{P_{aço}}{V_c} \quad (2)$$

Em que:

- V_c representa o volume total de concreto da estrutura;
- $P_{aço}$ peso total do aço utilizado.

De acordo com Botelho (2018), o consumo estimado de aço é de aproximadamente 40 kgf/m³ para fundações em sapatas. No caso da previsão do consumo global da superestrutura, considerando pilares, vigas e lajes em conjunto, adota-se uma estimativa média de 100 kgf/m³.

3.2.7.3 Consumo de Forma (I_{forma})

A relação entre a área total de formas necessária para a execução da estrutura e o volume de concreto utilizado representa um indicador importante para avaliar a racionalidade do sistema estrutural adotado. Esse índice permite verificar a coerência entre o dimensionamento da estrutura e a quantidade de formas utilizadas, auxiliando na análise da eficiência do projeto (Jablonski, 2013). O cálculo do índice é realizado conforme a expressão 3.

$$I_{forma} = \frac{A_{forma}}{V_c} \quad (3)$$

Em que:

- V_c representa o volume total de concreto da estrutura;
- A_{forma} representa a área total de formas empregadas na estrutura.

Para estruturas de concreto armado, Botelho (2018) estabelece um consumo médio de formas de aproximadamente $12 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de concreto na superestrutura. Complementando esses valores, o autor sugere referências específicas para a infraestrutura: cerca de $5,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$ de concreto em fundações executadas com blocos e baldrames, e aproximadamente $7 \text{ m}^2/\text{m}^3$ quando a fundação é constituída por sapatas e baldrames

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ELABORAÇÃO DA ESTRUTURA PROJETADA

4.1.1 Lançamento dos elementos estruturais

Para essa etapa, foi adotado o pavimento superior como referência, que tem como objetivo definir as dimensões necessárias para o pré-dimensionamento do edifício. Dessa forma, para a primeira análise, determinou-se que as dimensões dos pilares seriam de 14x30, sendo 14 cm orientados para o menor lado, e a largura de 30 cm para atender à exigência de área mínima de 360 cm² para pilares, conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023). Já para as vigas, foram dimensionadas 14x35 e a laje treliçada com espessura final de 12 cm.

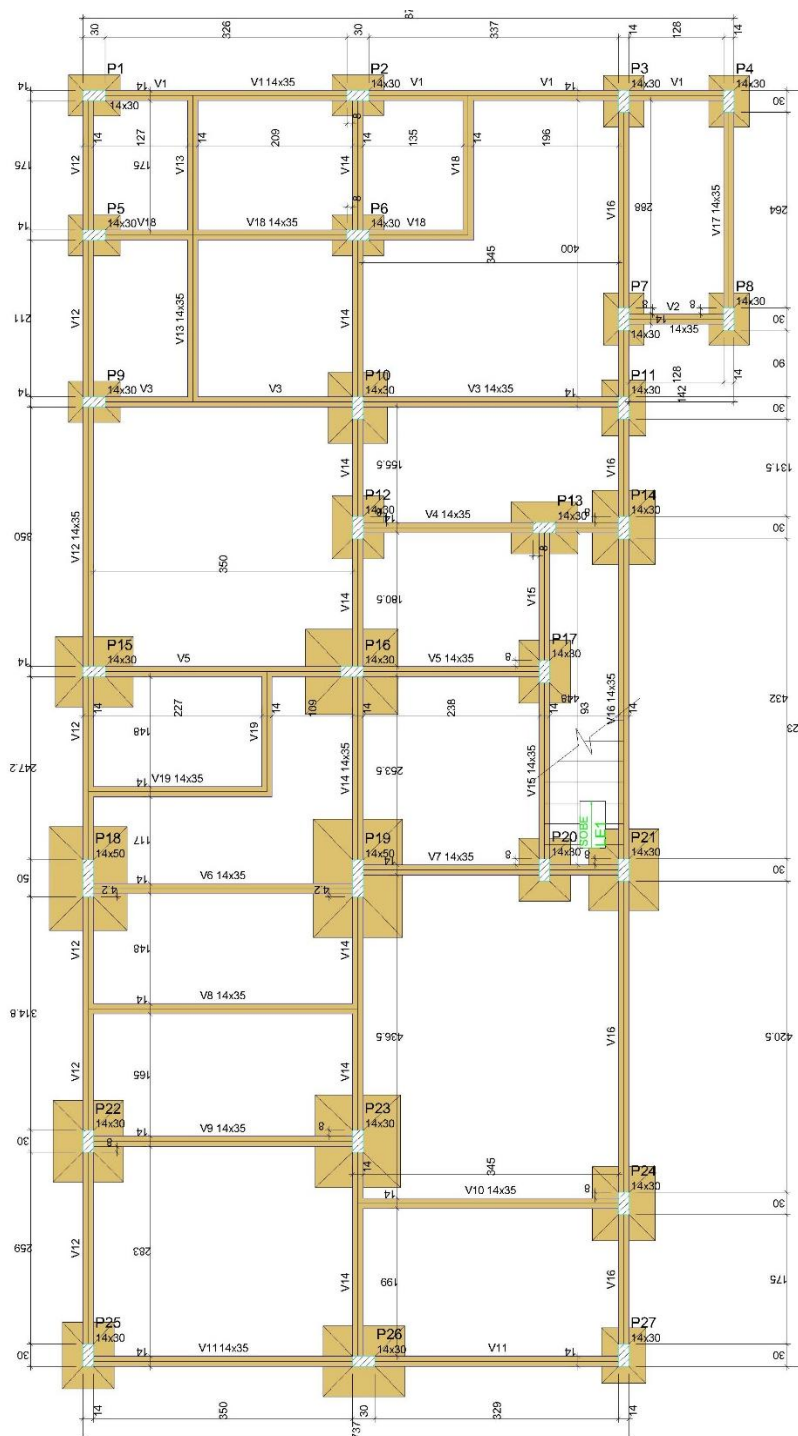
O posicionamento dos pilares priorizou sua locação de acordo com as maiores dimensões, no sentido da menor dimensão do edifício, a fim de aumentar a estabilidade global da estrutura. Inicialmente, foi alocado um pilar em cada extremidade do edifício, seguido pelos quatro cantos da caixa de escada. Por fim, foram dispostos pilares adicionais em pontos de encontro de vigas, buscando vãos inferiores a 5 m, o que contribui para reduzir as dimensões das seções de vigas e lajes.

As vigas foram distribuídas preferencialmente nas regiões com paredes, buscando reduzir o número de paredes apoiadas diretamente sobre as lajes e, conseqüentemente, obter vãos inferiores a 5 m. E quanto à interação entre a estrutura e as fundações, considerou-se o sistema com vínculo engastado. Entretanto, as fundações inseridas no modelo são genéricas, utilizadas apenas para viabilizar o processo de cálculo estrutural.

Durante a análise, foi necessário aumentar seção transversal dos pilares P18 e P19 para 14x40 cm. O aumento das dimensões desses elementos estruturais justifica-se principalmente pela necessidade de atender aos esforços solicitantes concentrados na região em questão. Além disso, a localização desses pilares coincide com pontos de convergência de múltiplas vigas e da laje que contém a caixa d'água configurando-se como uma área crítica no sistema estrutural.

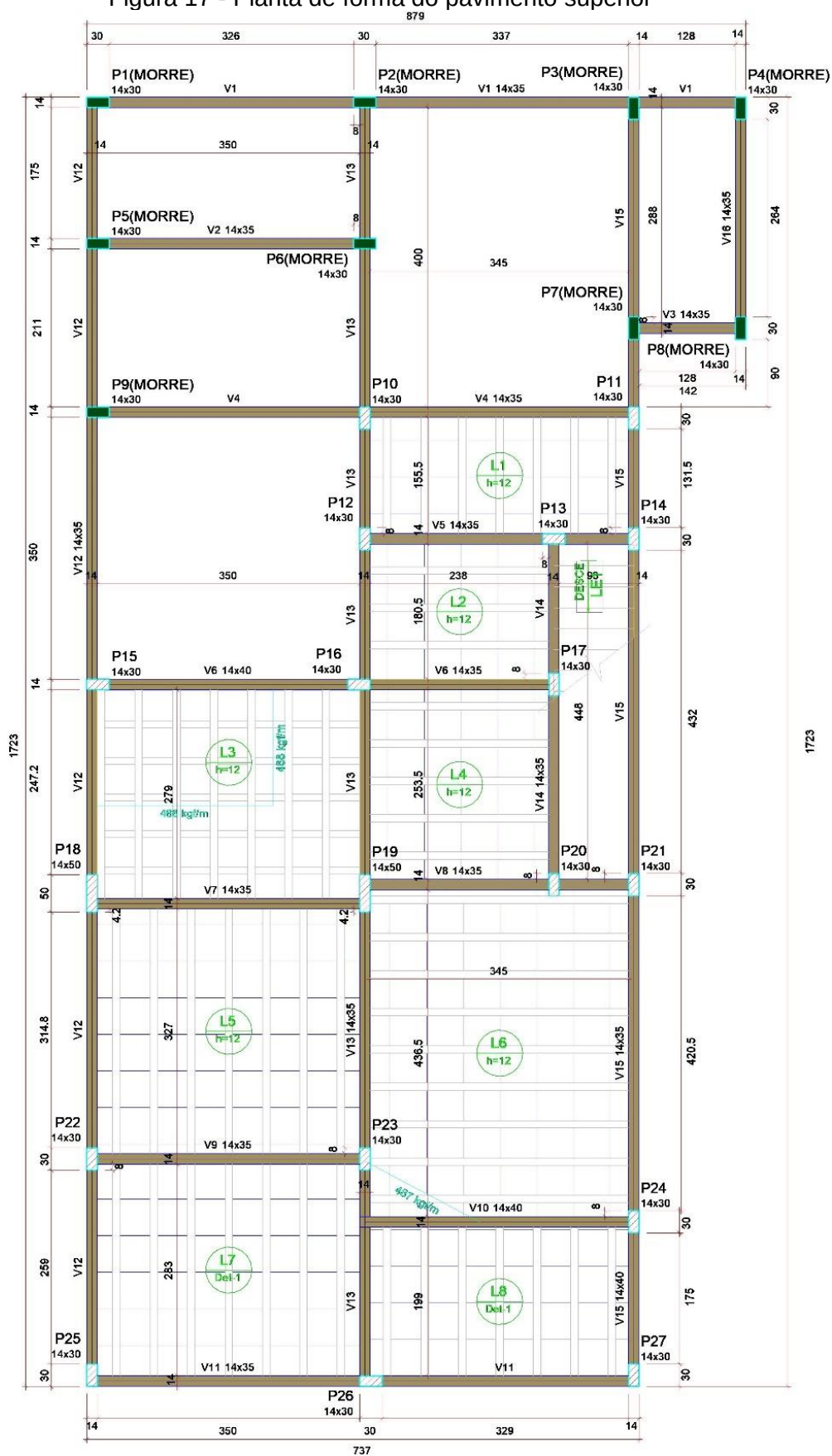
Por fim, tal escolha também está associado à necessidade de compatibilização entre o projeto estrutural e o projeto arquitetônico, de forma a manter o alinhamento dos elementos verticais e garantir que o sistema estrutural se adapte às exigências espaciais e funcionais da edificação como mostra a Figura 16 e 17.

Figura 16 - Planta de forma do pavimento térreo



Fonte: Autor

Figura 17 - Planta de forma do pavimento superior



Fonte: Autor

4.1.2 Lançamento das cargas permanentes e variáveis

4.1.2.1 Carga accidental nas lajes de acordo com o grupo

No caso das lajes, é necessário apenas selecionar o grupo de cargas mais compatível com a condição de uso prevista para a edificação, conforme ilustrado na Figura 18. Embora o *software Eberick* adote as diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 6120 (ABNT, 2019), é recomendável que o projetista verifique se a carga accidental definida no grupo selecionado realmente atende às exigências normativas.

Figura 18 - Carga accidental nas lajes

Interface do software Eberick para configuração de carga accidental nas lajes. O formulário contém os seguintes campos e opções:

- Laje:** Nome: L6, Tipo: Trelçada 1D, Grelha...
- Ambiente:** Externo
- Cargas:** Grupo: 012 - Residencial - Sala
- Accidental:** 150 kgf/m², Revestimento: 154,5 kgf/m²
- Extra:** 0 kgf/m², Editar..., Remover
- Temperatura e retração:** 0 °C, Editar..., Remover
- Trelça:** Tipo: TR 08645, Repetições: 1, Altura sapata: 3 cm, Largura sapata: 13 cm
- Enchimento:** Tipo: EPS Unidirecional, Dimensão: B8/40/49
- Seção:** Espessura: 12 cm, Elevação: 0 cm
- Camadas:** ec: 4 cm, ee: 8 cm, enx: 10 cm, eny: 9 cm
- Visualização:** Diagrama de seção da laje com camadas ec, ee, enx e eny.
- Botões:** OK, Cancelar, Desenho..., Ajuda

Fonte: Autor

4.1.2.2 Carga de parede nas vigas

No lançamento das cargas provenientes das paredes sobre as vigas, é necessário informar apenas a altura das alvenarias, fixada em 2,5 metros, e a espessura da parede, adotada como 15 centímetros, além do peso específico do material, considerado como 1.300 kgf/m², equivalente a 13 kN/m². Com esses dados,

o software realiza automaticamente o cálculo da carga linear aplicada às vigas, expressa em kgf/m, conforme exemplificado na Figura 19.

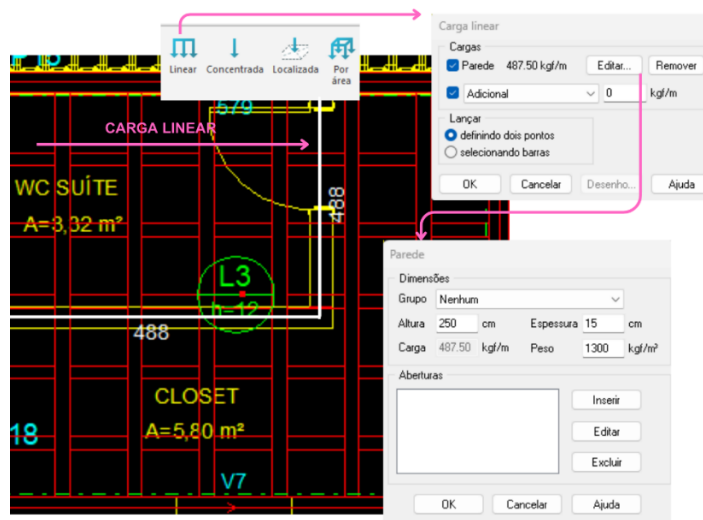
Figura 19 - Lançamento da carga de parede na viga

Fonte: Autor

4.1.2.3 Carga de parede na laje

Nesse procedimento, a carga linear correspondente às paredes é aplicada ao longo do eixo das paredes posicionadas sobre as lajes. Esse valor é calculado automaticamente pelo software, considerando a altura, a espessura e o peso específico do material da alvenaria. Conforme ilustrado na Figura 20, a parede analisada possui 250 cm de altura, 15 cm de espessura e peso total de 1300 kg, o que resulta em uma carga linear de 487,50 kgf/m.

Figura 20 - Lançamento da carga de parede na laje



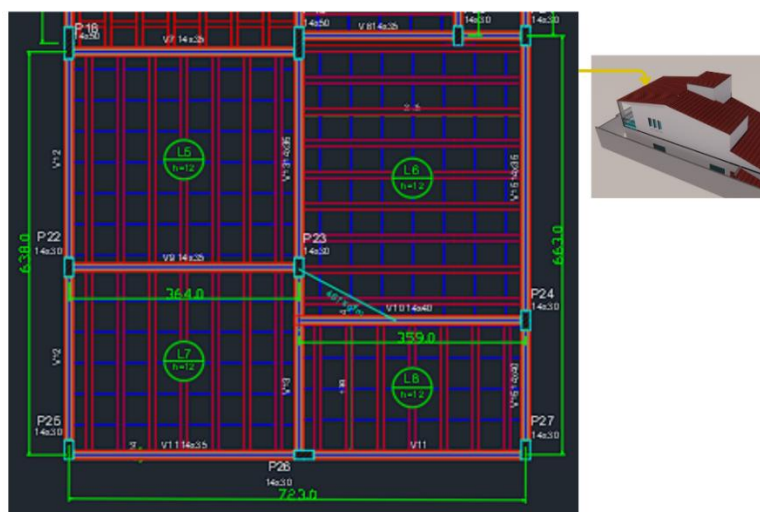
Fonte: Autor

Tabela 1 - Carga de telhado pavimento térreo (Continuação)

Térreo	Comp. (m)	Área de Fluência	Carga (KN/m ²)	Carga (Kgf/m ²)
P9-P11	7,23	3,62	3,62	361,50
P7-P8	1,42	0,71	0,71	71,00
P5-P6	3,64	1,82	1,82	181,75
P1-P4	8,65	4,33	4,33	432,50

Fonte: Autor

Figura 22 - Telhado frontal



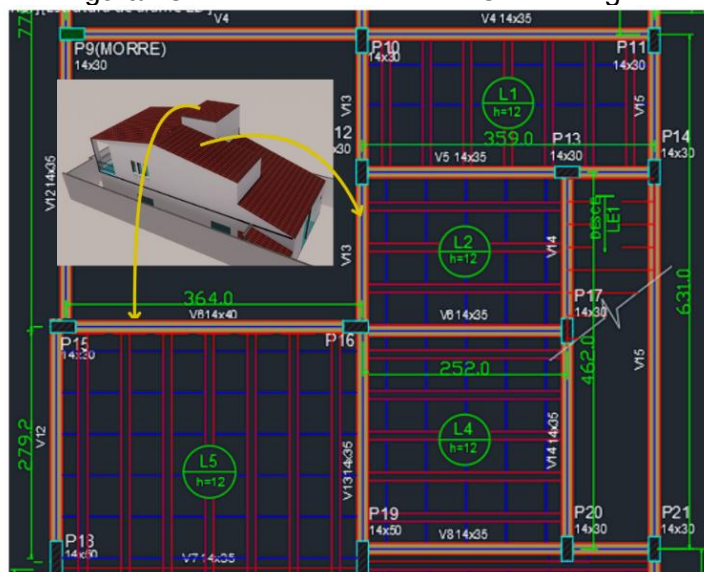
Fonte: Autor

Tabela 2 - Carga do telhado frontal

Frontal	Comp. (m)	Área de Fluência	Carga (KN/m ²)	Carga (Kgf/m ²)
P18-P25	6,38	3,19	3,19	319
P19-P26	6,38	3,19	3,19	319
P21-P27	6,63	3,315	3,315	331,5
P22-P23	3,64	1,82	1,82	182
Nó-P24	3,59	1,795	1,795	179,5

Fonte: Autor

Figura 23 - Telhado lateral e da Caixa D'água



Fonte: Autor

Tabela 3 - Carga do telhado posterior

Lateral	Comp. (m)	Área de Fluência	Carga (KN/m²)	Carga (Kg/m²)
P10-P19	6,31	3,16	3,16	315,50
P13-P20	4,62	2,31	2,31	231,00
P11-P21	6,21	3,11	3,11	310,50
P10-P11	3,59	1,80	1,80	179,50
P19-P20	3,59	1,80	1,80	179,50
P16-P17	2,52	1,26	1,26	126,00
P12-P14	2,52	1,26	1,26	126,00

Fonte: Autor

Tabela 4 - Carga do Telhado da Caixa D'água

Caixa D'água	Com p. (m)	Área de Fluência	Carga (KN/m²)	Carga (Kgf/m²)
P15-P18	2,79	1,40	1,40	139,60
P16-P19	2,79	1,40	1,40	139,60
P15-P16	3,64	1,82	1,82	182,00
P18-P19	3,64	1,82	1,82	182,00

Fonte: Autor

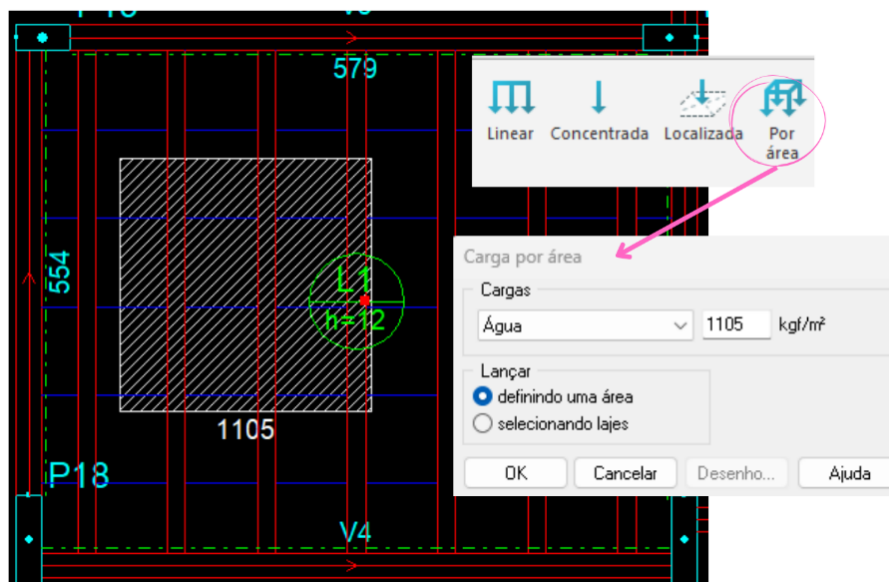
4.1.4 Lançamento da carga da Caixa D'água

No projeto original, foi considerada uma caixa d'água com capacidade de 1000 litros. No entanto, prevendo uma possível ampliação da demanda no futuro, o dimensionamento foi realizado com base em uma caixa de polietileno com capacidade de 2000 litros.

Para determinar a carga equivalente dessa caixa, inicialmente foi calculada sua área de contato com base nas informações do catálogo técnico da fabricante Tigre, resultando em $1,81 \text{ m}^2$. Em seguida, foi calculado o peso total da água, utilizando o peso específico da água (10 kN/m^3) multiplicado pelo volume da caixa (2 m^3), obtendo-se 20 kN .

Dividindo-se esse valor pela área de contato, obteve-se uma carga distribuída de aproximadamente $11,05 \text{ kN/m}^2$. Como o software utilizado adota a unidade kgf/m^2 , foi realizada a conversão multiplicando o valor por 100, resultando em uma carga final de 1105 kgf/m^2 , como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Lançamento da carga distribuída por área na laje



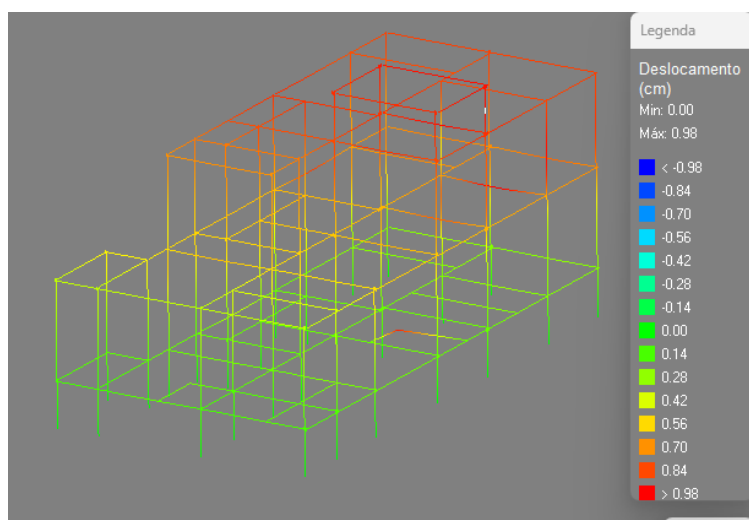
Fonte: Autor

4.1.5 Análise do pórtico unifilar

Antes de iniciar esta etapa, é importante assegurar que o modelo gerado no software represente de forma adequada o comportamento real da estrutura, especialmente em relação às grelhas, uma vez que os esforços nelas aplicados são transferidos para o pórtico unifilar. Por esse motivo, recomenda-se alternar o processamento da estrutura entre diferentes análises, possibilitando observar como a estrutura responde às alterações introduzidas e garantindo maior fidelidade ao comportamento real.

Durante a análise do pórtico (Figura 24), considerando os deslocamentos no estado limite último (ELU), já é possível avaliar se a concepção estrutural inicial está adequada, permitindo verificar antecipadamente os pontos críticos, ou seja, as regiões que apresentam deslocamentos significativos, tanto para o ELU quanto para o estado limite de serviço (ELS).

Figura 25 - Pórtico unifilar



Fonte: Autor

Caso sejam identificados deslocamentos excessivos em determinadas regiões, torna-se necessário analisar os modelos unifilares considerando os esforços axiais, momentos fletores, torções e esforços cortantes. Esta verificação contribui para compreender melhor o comportamento do modelo estrutural adotado e orientar eventuais ajustes que visem melhorar o desempenho global da estrutura.

Por fim, na etapa de dimensionamento, o *software* realiza automaticamente a análise considerando todas as combinações possíveis de carregamento, garantindo que a estrutura seja dimensionada com base na situação mais desfavorável.

4.1.6 Estabilidade Global

A estabilidade global da estrutura foi avaliada por meio do coeficiente Gama-Z, cujos valores obtidos foram de 1,05 tanto na direção X quanto na direção Y, estando ambos abaixo do limite estabelecido pela norma, que é de 1,10. Esse resultado indica que, teoricamente, não seria necessário considerar os efeitos de segunda ordem, uma vez que se trata de uma estrutura com nós fixos. Entretanto, visando aumentar a segurança do projeto, optou-se por manter ativada a análise P-Delta no *software Eberick*, mesmo não sendo uma exigência normativa. As informações detalhadas estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados da Estabilidade Global da estrutura

Combinação: 1.4G1+1.4G2+1.4S+0.9P+1.2R+1.4Q+1.2A+1.2AS+0.72T1+0.84V1+0.84D1					
PAVIMENTO	Altura relativa	Carga vertical	Carga horizontal	Deslocamento horizontal	Momento 2a. ordem
	(cm)	(tf)	(tf)	(cm)	(kgf.m)
CAIXA D'ÁGUA	910.00	4.77	0.09	0.57	27.00
COBERTURA	760.00	49.02	1.02	0.46	225.78
SUPERIOR	465.00	153.49	1.94	0.32	484.48
TÉRREO	150.00	69.71	0.26	0.11	75.73
TOTAL					812.98

Fonte: Autor

4.1.7 Verificação das deformações no Estado Limite de Serviço (ELS)

As combinações de ELS foram utilizadas para avaliar o comportamento da estrutura em condições normais de uso, observando critérios como deslocamentos excessivos, fissuração e deformações.

As mesmas ações consideradas no ELU (G1, G2 e Q) foram utilizadas, porém com fatores de combinação específicos para esse estado limite.

As combinações de serviço utilizadas encontram-se descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Combinações do Estado Limite de Serviço (ELS)

TIPO	COMBINAÇÕES
PERMANENTE	G1+G2
	G1+G2+0.4Q+A+0.3V1
	G1+G2+0.4Q+A+0.3V2
	G1+G2+0.4Q+A+0.3V3
	G1+G2+0.4Q+A+0.3V4
	G1+G2+0.6Q+A
QUASE PERMANENTE	G1+G2
	G1+G2+0.4Q+A
RARAS	G1+G2+0.6Q+A+0.3V1
	G1+G2+0.6Q+A+0.3V2
	G1+G2+0.6Q+A+0.3V3
	G1+G2+0.6Q+A+0.3V4
	G1+G2+0.6Q+A+V1
	G1+G2+0.6Q+A+V2
	G1+G2+0.6Q+A+V3
	G1+G2+0.6Q+A+V4
	G1+G2+Q+A
	G1+G2+Q+A+0.3V1
	G1+G2+Q+A+0.3V2
	G1+G2+Q+A+0.3V3
	G1+G2+Q+A+0.3V4

Fonte: Autor

4.1.8 Verificação do Estado Limite Último (ELU)

As combinações de ELU foram utilizadas para verificar a resistência e a estabilidade da estrutura frente às solicitações máximas previstas. Para isso, foram consideradas as ações permanentes de peso próprio (G1), cargas adicionais permanentes (G2), ações variáveis acidentais (Q), e ações do vento aplicadas em quatro direções distintas (V1, V2, V3 e V4). O *software Eberick* gera automaticamente essas combinações, embora também seja possível realizá-las manualmente, se necessário. As combinações adotadas estão apresentadas Quadro 2.

Quadro 2 - Combinações do Estado Limite Último (ELU)

TIPO	COMBINAÇÕES	TIPO	COMBINAÇÕES
CONCRETO	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.84V1+1.39D1	FUNDAÇÃO	G1+G2+0.7Q+0.6V1+0.99D1
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.84V2+1.39D2		G1+G2+0.7Q+0.6V2+0.99D2
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.84V3+1.39D3		G1+G2+0.7Q+0.6V3+0.99D3
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+0.84V4+1.39D4		G1+G2+0.7Q+0.6V4+0.99D4
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+1.4V1+0.84D1		G1+G2+0.7Q+A+0.6V1+0.6D1
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+1.4V2+0.84D2		G1+G2+0.7Q+A+0.6V1+0.99D1
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+1.4V3+0.84D3		G1+G2+0.7Q+A+0.6V2+0.6D2
	1.4G1+1.4G2+0.98Q+1.2A+1.4V4+0.84D4		G1+G2+0.7Q+A+0.6V2+0.99D2
	1.4G1+1.4G2+1.4D1		G1+G2+0.7Q+A+0.6V3+0.6D3
	1.4G1+1.4G2+1.4D2		G1+G2+0.7Q+A+0.6V3+0.99D3
	1.4G1+1.4G2+1.4D3		G1+G2+0.7Q+A+0.6V4+0.6D4
	1.4G1+1.4G2+1.4D4		G1+G2+0.7Q+A+0.6V4+0.99D4
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.84V1+0.84D1		G1+G2+0.7Q+A+D1
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.84V2+0.84D2		G1+G2+0.7Q+A+D2
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.84V3+0.84D3		G1+G2+0.7Q+A+D3
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+0.84V4+0.84D4		G1+G2+0.7Q+A+D4
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.4D1		G1+G2+0.7Q+A+V1+0.6D1
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.4D2		G1+G2+0.7Q+A+V2+0.6D2
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.4D3		G1+G2+0.7Q+A+V3+0.6D3
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+1.4D4		G1+G2+0.7Q+A+V4+0.6D4
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+D1		G1+G2+0.7Q+V1+0.6D1
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+D2		G1+G2+0.7Q+V2+0.6D2
	1.4G1+1.4G2+1.4Q+1.2A+D3		G1+G2+0.7Q+V3+0.6D3
CONSTRUÇÃO	1.3G1+1.4G2		G1+G2+0.7Q+V4+0.6D4
	1.3G1+1.4G2+0.84Q		G1+G2+A+0.6V1+0.6D1
	1.3G1+1.4G2+0.84Q+1.2A		G1+G2+A+0.6V1+0.99D1
	1.3G1+1.4G2+1.2A		G1+G2+A+0.6V2+0.6D2
	1.3G1+1.4G2+1.2Q		G1+G2+A+0.6V2+0.99D2
	1.3G1+1.4G2+1.2Q+1.2A		G1+G2+A+0.6V3+0.6D3

Fonte: Autor

4.1.9 Erros e avisos durante o dimensionamento e as soluções adotadas

A Tabela 11 apresenta a relação de todas as mensagens de advertência e erro identificadas durante o processamento da estrutura. As respectivas medidas corretivas adotadas para cada ocorrência serão discutidas nas seções subsequentes.

Quadro 3 - Erros e avisos apresentados durante o dimensionamento

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	ELEMENTO	LOCALIZAÇÃO
Aviso 101	Verificação de flechas para aceitabilidade sensorial	Viga/Laje	Maioria das vigas
Aviso 26	Possibilidade de instabilidade lateral	Viga	Maioria das vigas
Erro D31	Erro no cálculo da armadura principal (direção X)	Laje	Laje L3
Erro D05	Esbeltez maior que 140.	Pilar	Pilar P14

Fonte: Autor

4.1.9.1 Aviso 101

A mensagem de erro apresentada refere-se à ultrapassagem dos limites de deformação admissíveis configurados para vigas ou lajes no modelo estrutural. Deformações excessivas comprometem o desempenho da estrutura e podem ser mitigadas por meio de diferentes estratégias, como a introdução de engastes nos apoios, o aumento da rigidez dos elementos ou a adoção de contra flechas em vigas.

No presente projeto, a fim de atender aos critérios normativos de deformação, optou-se por modificar as seções transversais de algumas vigas. Inicialmente dimensionadas com 14×30 cm, essas vigas foram redimensionadas para seções de 14×35 cm, promovendo maior rigidez e adequação aos limites estabelecidos.

4.1.9.2 Aviso 26

A instabilidade lateral é um fenômeno que pode ocorrer em vigas esbeltas, especialmente na região comprimida, quando não são atendidos os critérios mínimos de rigidez transversal. De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, a altura da zona comprimida deve ser maior ou igual ao comprimento de flambagem dividido por 50, ou atender à relação entre um coeficiente dependente da geometria da viga, igual a 0,4 para seções retangulares, multiplicado pela altura da viga.

Esse tipo de instabilidade foi identificado em algumas vigas localizadas no pavimento térreo. Para solucionar o problema, considerou-se a possibilidade de utilizar cintas de amarração ou realizar o travamento com outra viga perpendicular. Optou-se pela segunda alternativa, utilizando vigas de travamento, por oferecer maior segurança e rigidez ao sistema estrutural.

4.1.9.3 Erro D31

Esse tipo de erro ocorre quando o *software* não consegue atender aos requisitos mínimos de espaçamento e cobrimento das armaduras em nenhuma das bitolas disponíveis para uma determinada laje. No caso das lajes treliçadas utilizadas neste projeto, a mensagem indica que, embora haja a necessidade de armaduras

complementares nas treliças, a seção adotada não possui dimensão suficiente para acomodá-las corretamente.

Para solucionar essa limitação, uma das alternativas seria ampliar a base de concreto das vigotas, permitindo o espaçamento adequado das armaduras adicionais. Outra possibilidade seria reduzir a demanda por tais armaduras, aumentando a altura das treliças ou diminuindo o espaçamento entre vigotas.

No projeto em questão, esse problema foi identificado na laje L3 do pavimento tipo e a solução adotada consistiu na introdução de armadura bidirecional, conforme descrito no item 2.6.4.3. Essa abordagem foi escolhida por permitir a adequação da armadura sem a necessidade de alterar a largura das sapatas das vigotas ou modificar o espaçamento entre elas, facilitando a execução em obra e minimizando a probabilidade de erros durante a montagem.

4.1.9.4 Erro D05

Pilares que apresentam alta esbeltez podem comprometer a estabilidade da estrutura, sendo necessário adotar medidas corretivas, como o aumento das dimensões da seção transversal ou a introdução de travamentos laterais por meio de vigas.

No presente projeto, o pilar P14, localizado na região da escada, apresentou esse tipo de inadequação. Para solucionar o problema, foram inseridas vigas na direção de maior esbeltez, promovendo o travamento do elemento e assegurando sua estabilidade estrutural.

4.1.10 Detalhamento

O software Eberick realiza a geração automática das pranchas de detalhamento das armaduras. No entanto, esses documentos não estão prontos para execução direta, uma vez que o programa busca otimizar o consumo de aço, resultando em armaduras com pequenas variações entre os diferentes trechos de um mesmo elemento estrutural. Essa característica pode dificultar tanto a leitura quanto a execução da estrutura, além de ocasionar sobreposição de informações nos desenhos.

Diante disso, cabe ao engenheiro civil responsável pelo projeto realizar a padronização do detalhamento, adotando preferencialmente a armadura com a maior taxa de aço entre os trechos avaliados. Essa medida, além de aumentar a segurança da estrutura, contribui para a uniformização das informações, facilitando a interpretação dos desenhos e a execução da obra. As plantas e as informações complementares encontram-se no Apêndice A.

4.1.11 Materiais extraídos do Eberick

O *software* fornece um relatório sintético com os principais materiais utilizados na estrutura, contemplando o quantitativo de aço CA-50 e CA-60, discriminado por bitolas e apresentado em quilogramas. Além disso, informa o volume total de concreto em metros cúbicos, a área de formas em metros quadrados e o consumo específico de armadura, expresso em quilograma-força por metro. As Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 apresentam detalhadamente desses dados.

Tabela 6 - Resumo por bitola e por elemento

Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10 % (kg)					
		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
CA50	6,3	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
CA50	8,0	535,4	0,0	29,8	15,0	182,6	762,8
CA50	10,0	96,9	622,1	22,4	87,9	0,0	829,3
CA50	12,5	78,4	23,8	0,0	0,0	0,0	102,2
CA60	5,0	251,1	235,2	5,7	0,0	0,0	492,0

Fonte: Autor

Tabela 7 - Resumo por material e por elementos

		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	712,3	645,9	52,2	102,9	182,6	1.695,9
	CA60	251,1	235,2	5,7	0,0	0,0	492,0
	Total	963,4	881,1	57,9	102,9	182,6	2.187,9
Volume concreto (m³)	C-30	14,7	7,8	4,0	1,3	5,5	33,3
Área de forma (m²)		238,9	161,2	0,0	12,4	19,6	432,1
Consumo de aço (kg/m³)		65,7	112,3	14,5	78,2	33,1	65,7

Fonte: Autor

Tabela 8 - Quantitativo de aço empregado nas lajes

Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10 % (kg)	
		Lajes PM	Total
CA50	8,0	24,3	24,3
CA50	10,0	74,3	74,3
CA50	12,5	27,4	27,4
CA60	5,0	6,0	6,0
CA60	TR 08645	149,4	0,0

Fonte: Autor

Tabela 9 - Peso total do aço empregado nas lajes

		Lajes PM	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	126,0	126,0
	CA60	6,0	6,0
	Total	132,0	132,0
Peso treliças (kg)	CA60	149,4	0,0

Fonte: Autor

Tabela 10 - Resumo dos blocos de enchimento

Pavimento	Tipo	Nome	Dimensões (cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
COBERTURA	EPS Unidirecional	B8/40/49	8	40	49	48
SUPERIOR	EPS Unidirecional	B8/40/49	8	40	49	301
	EPS Bidirecional	B8/40/40	8	40	40	42

Fonte: Autor

4.2 COMPARAÇÃO DO CONSUMO DE MATERIAIS COM OS ÍNDICES

Esta etapa do estudo foi desenvolvida utilizando como referência os parâmetros definidos por Botelho (2018), com o intuito de comparar os resultados obtidos por meio do software com os valores de referência apresentados pelo autor. O objetivo é avaliar se os quantitativos extraídos do modelo computacional, conforme ilustrado na Tabela 11, estão compatíveis com os limites recomendados na literatura.

Tabela 11 - Dados extraídos do Software Eberick 2025

		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	712,3	645,9	52,2	102,9	182,6	1.695,9
	CA60	251,1	235,2	5,7	0,0	0,0	492,0
	Total	963,4	881,1	57,9	102,9	182,6	2.187,9
Volume concreto (m³)	C-30	14,7	7,8	4,0	1,3	5,5	33,3
Área de forma (m²)		238,9	161,2	0,0	12,4	19,6	432,1
Consumo de aço (kg/m³)		65,7	112,3	14,5	78,2	33,1	65,7
Área Total construída (m²)							214,6

Fonte: Autor

A Tabela 12 apresenta os índices obtidos conforme os parâmetros de referência estabelecidos pelo autor, descrito no item 3.2.7. A análise desses dados permitiu verificar que o software, ao comparar os resultados extraídos com os valores recomendados, indicou um superdimensionamento da superestrutura, especialmente em relação ao consumo de formas.

Tabela 12 - Índices obtidos conforme Botelho (2018)

Índice	Projetos	Calculado	Valor de Referência	Análise
Consumo de aço (Kg/m³)	Superestrutura	72,13	100	Ok
	Fundação	33,20	40	Ok
Consumo de Forma (m²/m³)	Superestrutura	17,33	12	x
	Fundação	3,56	7	Ok
Espessura média (m³/m²)	Superestrutura	0,13	0,23	Ok
	Fundação	0,03	0,1	Ok

Fonte: Autor

Contudo, esse superdimensionamento no consumo de forma se justifica por razões relacionadas à execução da obra, uma vez que as dimensões dos elementos estruturais foram padronizadas. No caso dos pilares, foi adotada a seção transversal de 14 x 30 cm, respeitando o projeto arquitetônico e atendendo à exigência da ABNT NBR 6118 (ABNT, 2023), que estabelece que a área mínima da seção transversal de pilares deve ser de 360 cm². Consequentemente, as vigas foram dimensionadas com 14 x 35 cm, visando manter a compatibilidade dimensional entre pilares e vigas e evitar descontinuidades na largura dos elementos estruturais.

4.3 PRANCHAS

Para gerar os arquivos PDF das pranchas de projeto, é necessário utilizar softwares auxiliares. O processo tem início com a modelagem e o dimensionamento da estrutura no Eberick, sendo os arquivos posteriormente exportados para o QI Builder ou AutoCAD, onde são realizadas a edição e o detalhamento dos desenhos. Em seguida, os arquivos são salvos no formato DWG.

A conversão para PDF pode ser feita utilizando o DWG TrueView ou o próprio AutoCAD. A principal diferença entre as duas ferramentas é que, no AutoCAD, algumas etapas do detalhamento exigem ajustes manuais, enquanto o DWG TrueView automatiza mais esse processo

5 CONCLUSÃO

Este estudo permitiu avaliar a aplicação prática do *software Eberick* no dimensionamento estrutural de uma residência unifamiliar em concreto armado, evidenciando sua eficácia na automatização de cálculos, na simulação do comportamento estrutural e na elaboração de detalhamentos técnicos. No entanto, apesar da agilidade proporcionada pela ferramenta, os resultados reforçaram que seu uso não dispensa o conhecimento técnico do projetista, visto que a interpretação crítica dos dados e a correção de inconsistências são etapas essenciais para garantir a conformidade do projeto às normas técnicas vigentes.

Além disso, ao comparar os índices de consumo de materiais obtidos com os valores de referência estabelecidos por Botelho (2018), observou-se um consumo levemente superior em determinados elementos, principalmente na superestrutura. Tal resultado foi justificado pela necessidade de padronização das seções estruturais, visando à facilidade de execução e à uniformização do projeto. Mesmo diante desse superdimensionamento pontual, os índices mantiveram-se dentro de limites aceitáveis para obras de pequeno porte.

Dessa forma, conclui-se que o *Eberick*, quando utilizado de maneira crítica e embasada, constitui uma ferramenta eficiente e segura no desenvolvimento de projetos estruturais em concreto armado. O presente trabalho evidenciou, portanto, que a integração entre tecnologia e conhecimento técnico é indispensável para a formação de engenheiros civis qualificados, preparados para atuar com responsabilidade e eficiência no mercado da construção civil.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14859-1:** Lajes pré-fabricadas de concreto Parte 1: Vigotas, minipainéis e painéis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120:** Ações para cálculo de estrutura de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122:** Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8681:** Ações e segurança nas estruturas - Procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- ALTOQI. **Principais configurações de dimensionamento: pilares.** Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/115004938793>. Acesso em: 12 junho. 2025.
- ALTOQI. **Tipos de lajes disponíveis no AltoQi Eberick.** Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360000068033>. Acesso em: 12 junho. 2025.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do concreto armado. **Universidade Estadual Paulista, São Paulo**, 2023.
- BOTELHO, M.H.C; FERRAZ, N.N. **CONCRETO ARMADO EU TE AMO - VAI PARA OBRA.** 1. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 2018. ISBN 978-85-212-0996-6.
- CAMPOS, J. V. A.; *et al.* Concreto em altas temperaturas: um estudo de caso sobre um incêndio em edifício residencial em Minas Gerais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. 1-19. jul. / 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/18551/16213>. Acesso em: 29 julho. 2025.
- CARMO, Luciano Caetano; COSTA, João Bosco. **Projeto Estrutural.** 2019. 81p. Apostila de sala de aula. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/14280/material/Projetos%20Estruturais%20-%20Apostila%20PUC%20GO.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025.
- CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues . **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado.** 5º Ed. São Carlos: EdUFScar, 2024.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. **Estrutura de concreto armado: Fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

CUSTODIO, Kátia Regina. **Estruturas de Concreto Armado I**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 248 p. ISBN 978-85-522-1120-4.

DORTAS, I. S.; SOUZA, I. A. S.; PINTO, S. M. M. ANÁLISE COMPARATIVA DO DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL POR MEIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL E CÁLCULO MANUAL. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - SERGIPE**, v. 6, n. 3, p. 83, 6 abr. 2021.

Eberick - **AltoQi**. Disponível em: <https://www.altoqi.com.br/eberick>. Acesso em: 12 maio. 2025.

GRAZIANO, Francisco Paulo. **Projeto e execução de estruturas de concreto armado**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

HACHICH, Waldemar *et al.* (ed.). **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini Ltda, 1998. ISBN 85-7266-098-4.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa anual da indústria da construção**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2022_v32_informativo.pdf. Acesso em: 26 mar. 2025.

JABLONSKI, LUANA. **ÍNDICES E TAXAS DE CONSUMO DE MATERIAIS EM FUNÇÃO DA TIPOLOGIA ESTRUTURAL**. 2013. Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/server/api/core/bitstreams/71e9def9-195e-47db-8a66-c8c6eff6f380/content>. Acesso em: 1 de julho. 2025.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NETO, Egydio Pilotto. **Caderno de Receitas: Concreto Armado - Pilares**. Vol. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 912 p.

PARIZOTTO, Liana. **Concreto Armado**. Porto Alegre: SER SAGAH, 2017. Ebook. ISBN 9788595020917. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020917>. Acesso em: 02 julho. 2025.

PELIZARO, Thaís Vict Garcia; CUNHA, Jesiel. PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE LAJES, VIGAS E PILARES DE CONCRETO. **Horizonte Científico**, v. 11, n. 2, 6 dez. 2017.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso básico de concreto armado - conforme NBR 6118/2014**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. ISBN 978-85-7975-187-5.

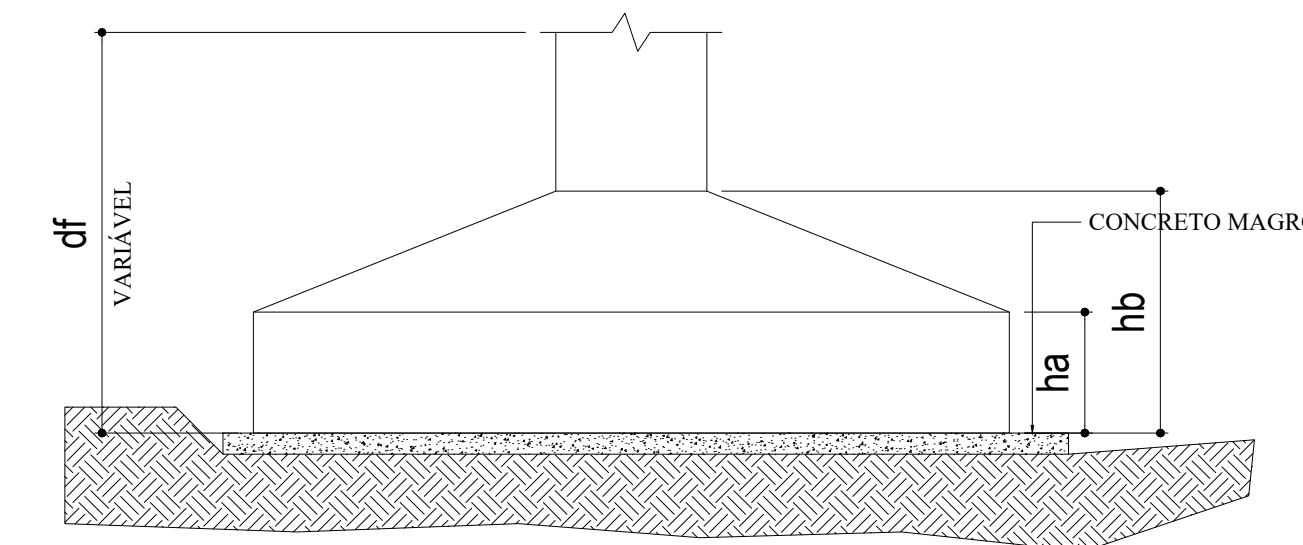
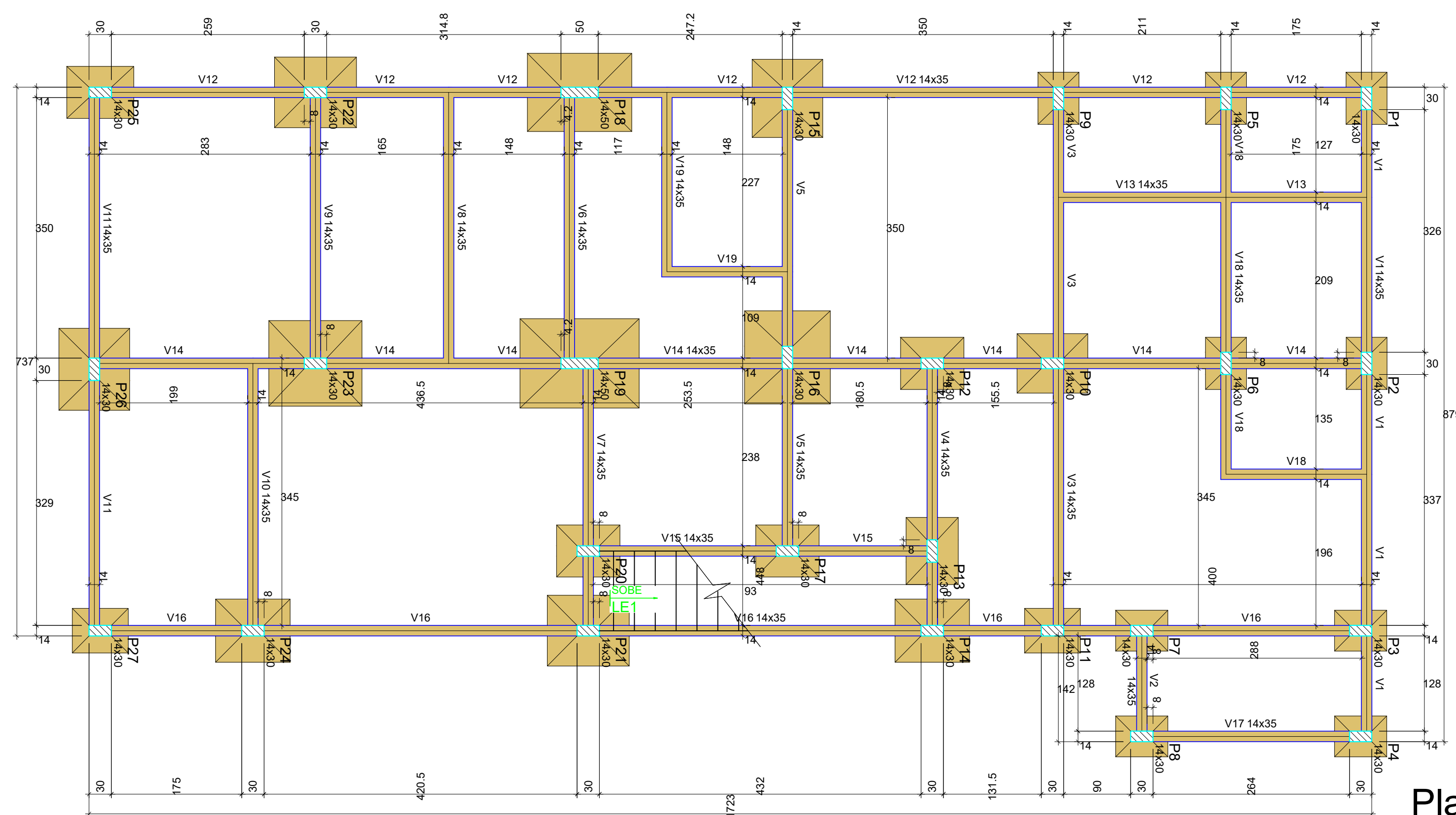
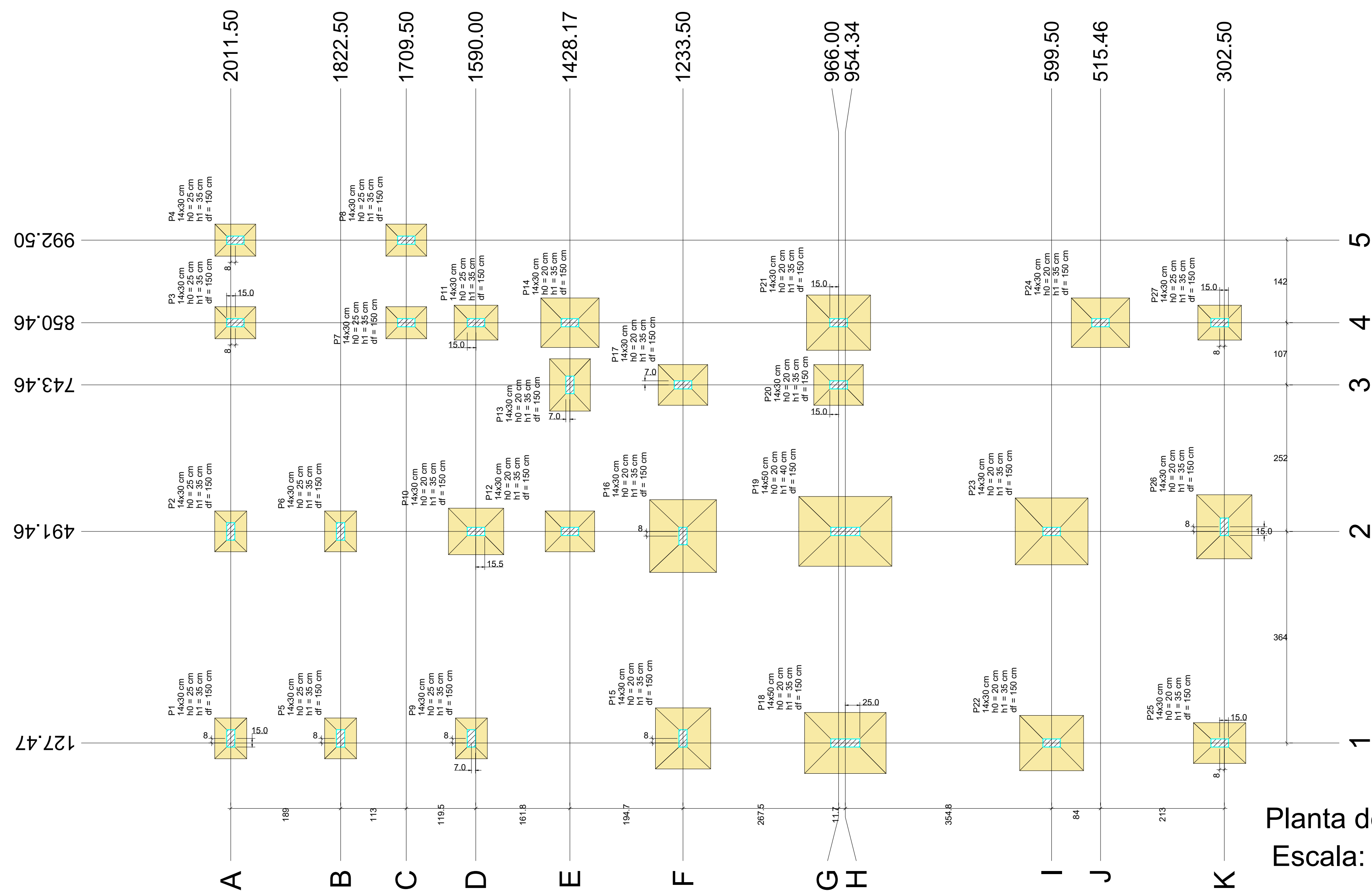
TÉCNICOS, M. S. **CYPECAD - Software para cálculo estrutural e projeto estrutural**. Disponível em: <https://multiplus.com/software/cypecad/index.html>. Acesso em: 12 maio. 2025.

TIGRE. **Caixas D'Água Tigre - Ficha Técnica**. Disponível em: https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/fichatecnica/FT_Caixa%20D%27%20A%CC%81qua%20Tigre%202020_3.pdf. Acesso em: 1 de julho. 2025.

TQS. **Site da TQS Informática Ltda.**, 2019. Disponível em: <http://www.tqs.com.br/>. Acesso em: 12 maio. 2025.

VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação do solo, fundações superficiais, fundações profundas**. Volume completo. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

APÊNDICE A - PRANCHAS DO PROJETO ESTRUTURAL



NOTAS:

- 1- AS SAPATAS DEVERÃO SER ASSENTADAS EM SOLO COM TENSÃO ADMISSÍVEL SUPERIOR A 2,00 Kgf/cm2
- 2- A DEFINIÇÃO DAS COTAS DAS COTAS PARA O ASSENTAMENTO É DE RESPONSABILIDADE DO ENGENHEIRO EXECUTOR
- 3- EXECUTAR LASTRO DE CONCRETO MAGRO DE 5 cm SOB AS SAPATAS CONFORME DETALHE

Localção no eixo X	
Coordenadas (cm)	Nome
127.47	P18, P22, P25
135.48	P1, P5, P9, P15
483.46	P16
491.46	P2, P6, P10, P12, P19, P23
499.46	P26
743.46	P13, P17, P20
850.46	P3, P7, P11, P14, P21, P24, P27
992.50	P4, P8

Localção no eixo Y	
Coordenadas (cm)	Nome
2011.50	P2
2011.47	P1
2003.47	P3, P4
1822.50	P5, P6
1709.50	P7, P8
1597.50	P9
1589.50	P10, P11
1428.00	P12, P13, P14
1233.50	P15, P16, P17
966.00	P20, P21
954.34	P18, P19
599.51	P22
599.50	P23
515.46	P24
310.50	P25, P27
310.50	P26

LEGENDA

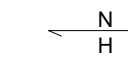
-  PILAR QUE MORRE NO PAVIMENTO
-  PILAR QUE SEGUE PARA O PAVIMENTO SUPERIOR
-  PILAR QUE NASCE NO PAVIMENTO
-  PILAR COM REDUÇÃO DE SEÇÃO NO PAVIMENTO



$\frac{N}{H}$	LAJE MACIÇA PRÉ-FABRICADA	N - identificação da laje H - espessura da laje
---------------	---------------------------	--



 LAJE MACIÇA



$\frac{N}{H}$ LAJE PRÉ-MOLDADA TRELIÇADA

 N - identificação da laje

 H - espessura da laje

e= INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVÇÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Elemento	fck (MPa)
Vigas	30
Pilares	30
Fundação	30

2 - AÇO
CA-50: $F_y=500$ MPa
CA-60: $F_y=600$ MPa

NOTAS

- AS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO NÃO PODERÃO SER ALTERADAS SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA;
- CONFERIR TODAS AS MEDIDAS ANTES DO CORTE, DOBRAMENTO E MONTAGEM DAS ARMADURAS;
- NÃO FURAR VIGAS PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA, ESGOTO, ETC. PARA ISTO CONSULTAR O AUTOR DO PROJETO



IF Sertão-PE
Endereço:
Estado:
Telefone:
E-mail:

PROPRIETÁRIO

LOCAL

TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado

Locação da Estrutura

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA
INDICADA

FASE
EXECUTIVO

ID

EST

$$01 \mid 10$$

a



RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	293.9	127.6
	10.0	177.3	120.2
CA60	5.0	236.6	40.1
PESO TOTAL (kg)			
CA50	247.8		
CA60	40.1		

Volume de concreto (C-30) = 4.83 m³
 Área de forma = 37.28 m²
 Dimensão máxima do agregado = 19 mm

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS			
1 - CONCRETO		COBRIMENTO DAS ARMADURAS	
Elemento	fck (MPa)	Vigas com e sem contato com o solo	3,00 cm
Vigas	30	Pilares sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares	30	Pilares com contato com o solo	4,50 cm
Fundação	30	Lajes	2,50 cm
2 - AÇO		Sapatas	4,5 cm
CA-50: Fy=500 MPa			
CA-60: Fy=600 MPa			

 INSTITUTO FEDERAL Sertão Pernambucano	IF Sertão-PE Endereço: Estado: Telefone: E-mail:
---	---

LOCAL

DESENHO ESCALA INDICADA 03 |

3	14	15	16
---	----	----	----

02 | 10

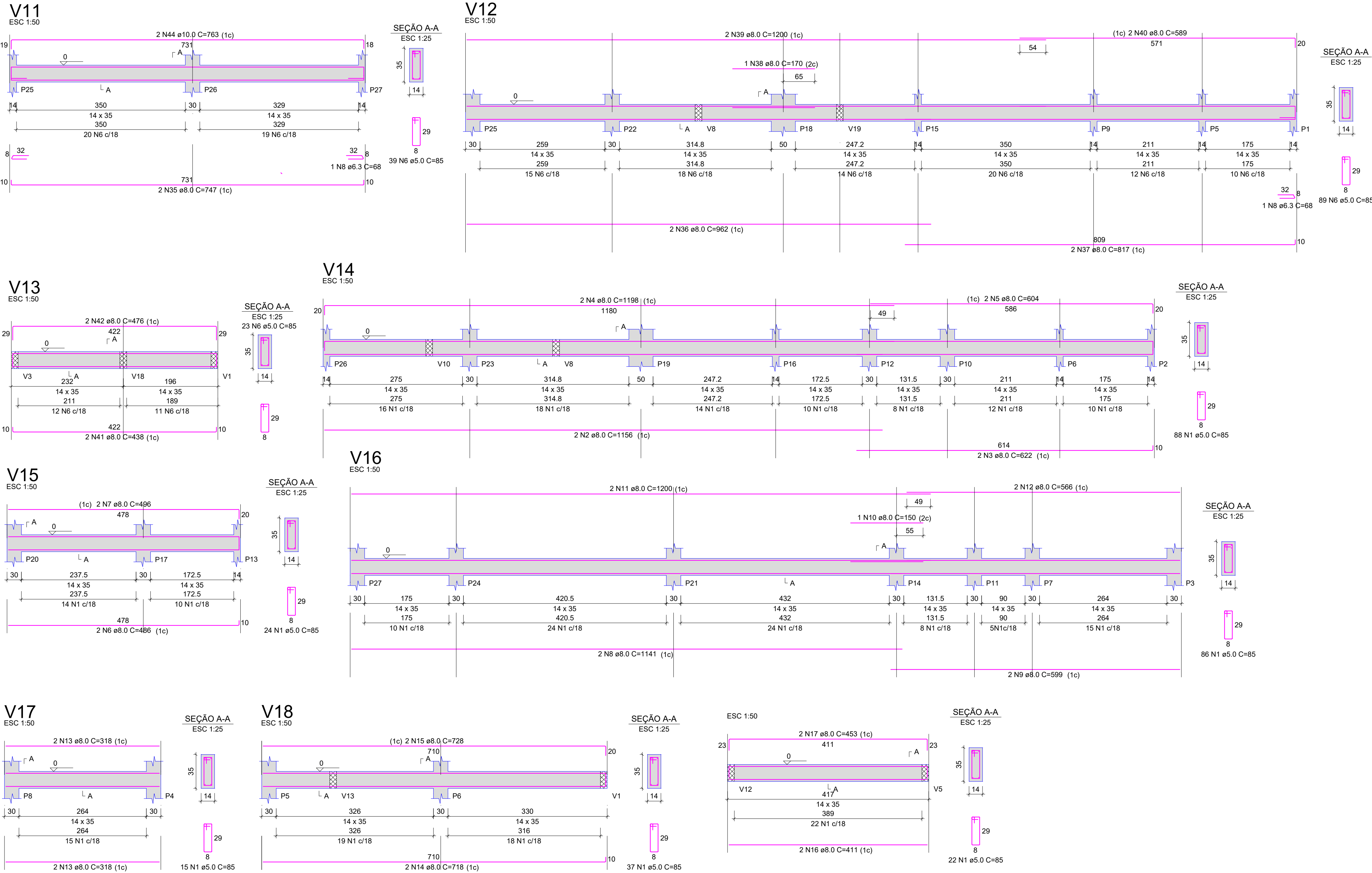
a 

Volume de concreto (C-30) = 5.41 m³
 Área de forma = 68.07 m²
 Dimensão máxima do agregado = 19 mm

 f 

13	14	15	16
----	----	----	----

Vigas baldrames Pavimento Térreo (Continuação)



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	272	65	23120
CA50	2	8.0	2	1196	2312
	3	8.0	2	622	1244
	4	8.0	2	1198	2396
	5	8.0	2	604	1208
	6	8.0	2	486	972
	7	8.0	2	496	992
	8	8.0	2	1141	2282
	9	8.0	2	599	1198
	10	8.0	1	150	150
	11	8.0	2	1200	2400
	12	8.0	2	566	1132
	13	8.0	4	318	1272
	14	8.0	2	718	1436
	15	8.0	2	728	1456
	16	8.0	2	411	822
	17	8.0	2	453	906

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	221.8	96.3
CA60	5.0	231.2	39.2
PESO TOTAL (kg)			
CA50	96.3		
CA60	39.2		

Volume de concreto (C-30) = 2,33 m³
Área de forma = 39,97 m²

RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
P18	1	5.0	26	23	598
P22	2	5.0	20	115	2300
3xS21	3	5.0	12	72	864
V3	4	5.0	30	75	2250
V6	5	5.0	18	52	936
V9	6	5.0	396	85	33660
V12	7	5.0	2	254	508
	8	6.3	5	68	340
	9	8.0	14	114	1596
	10	8.0	8	149	1192
	11	8.0	16	129	2064
	12	8.0	11	169	1859
	13	8.0	30	104	3120
	14	8.0	24	119	2856
	15	8.0	2	881	1762
	16	8.0	1	140	140
	17	8.0	2	691	1382
	18	8.0	2	166	332
	19	8.0	2	186	372
	20	8.0	2	731	1462
	21	8.0	1	130	130
	22	8.0	2	749	1498
	23	8.0	6	383	2298
	24	8.0	6	403	2418
	25	8.0	1	387	387
	26	8.0	2	632	1264
	27	8.0	1	435	435
	28	8.0	2	642	1284
	29	8.0	2	388	776
	30	8.0	2	408	816
	31	8.0	2	380	760
	32	8.0	4	87	348
	33	8.0	2	372	744
	34	8.0	2	422	844
	35	8.0	2	747	1494
	36	8.0	2	962	1924
	37	8.0	2	817	1634
	38	8.0	1	170	170
	39	8.0	2	1200	2400
	40	8.0	2	589	1178
	41	8.0	2	438	876
	42	8.0	2	476	952
	43	10.0	28	197	5516
	44	10.0	2	763	1526

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	3.4	0.9
	8.0	431.7	187.4
	10.0	70.4	47.8
CA60	5.0	411.2	69.7
PESO TOTAL (kg)			
CA50	236		
CA60	69.7		

Volume de concreto (C-30) = 5,41 m³
Área de forma = 68,07 m²
Dimensão máxima do agregado = 19 mm

LEGENDA

- PILAR QUE MORRE NO PAVIMENTO
- PILAR QUE NASCE NO PAVIMENTO
- PILAR QUE SEGUE PARA O PAVIMENTO SUPERIOR
- PILAR COM REDUÇÃO DE SEÇÃO NO PAVIMENTO
- LAJE MACIÇA PRÉ-FABRICADA
- LAJE MACIÇA
- LAJE PRÉ-MOLDADA TRELIÇADA
- FURO EM LAJE

0= INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVÇÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1 - CONCRETO		COBRIMENTO DAS ARMADURAS
Elemento	fck (MPa)	
Vigas	30	
Pilares	30	
Fundação	30	
2 - AÇO		
CA-50: Fy=500 MPa		
CA-60: Fy=600 MPa		

NOTAS

- AS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO NÃO PODERÃO SER ALTERADAS SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA;
- CONFERIR TODAS AS MEDIDAS ANTES DO CORTE, DOBRAMENTO E MONTAGEM DAS ARMADURAS;
- NÃO FURAR VIGAS PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA, ESGOTO, ETC., PARA ISTO CONSULTAR O AUTOR DO PROJETO.



IF Sertão-PE
Endereço:
Estado:
Telefone:
E-mail:

PROPRIETARIO

LOCAL

TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado

Detalhamento da Fundação, Arranques e vigas 3/3

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA

FASE

INDICADA

EXECUTIVO

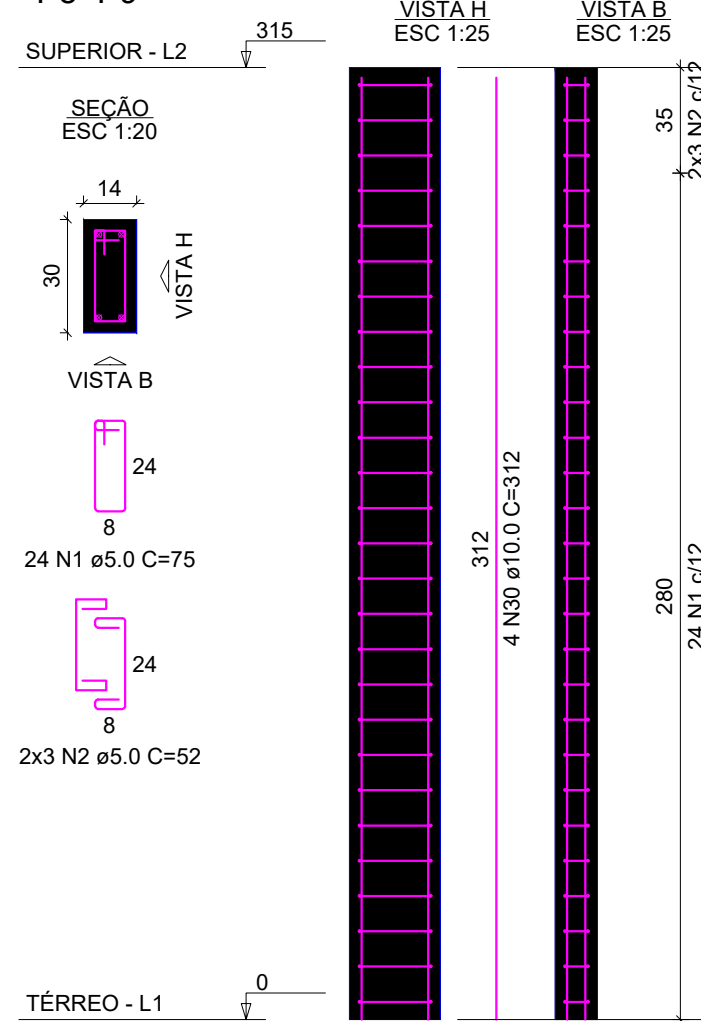
ID

EST

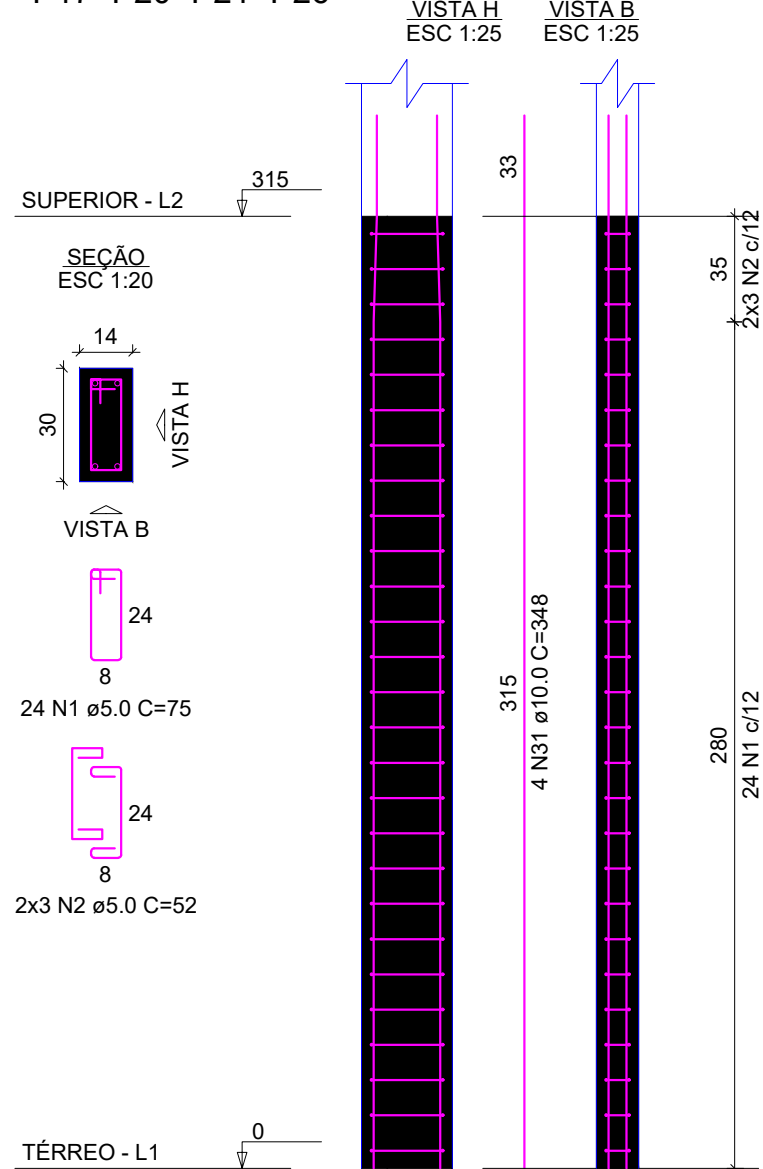
04 | 10

Planta de Pilares

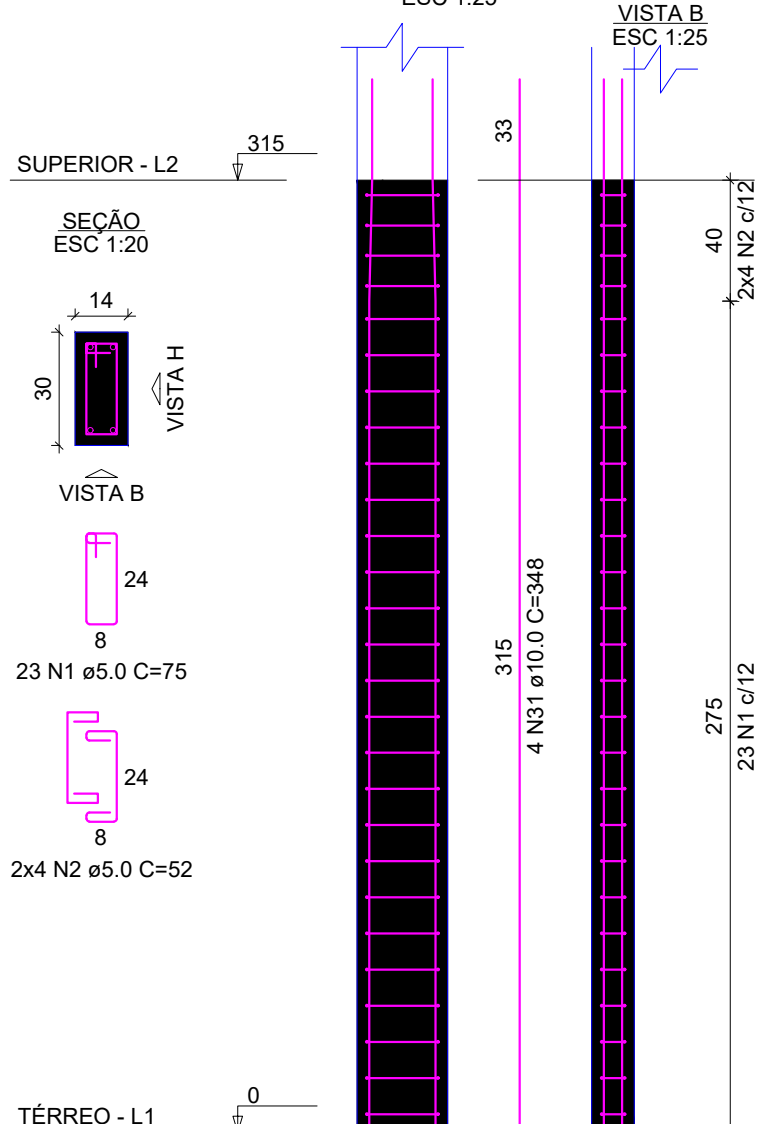
P1=P2=P3=P4=P5=P6=P7=
=P8=P9



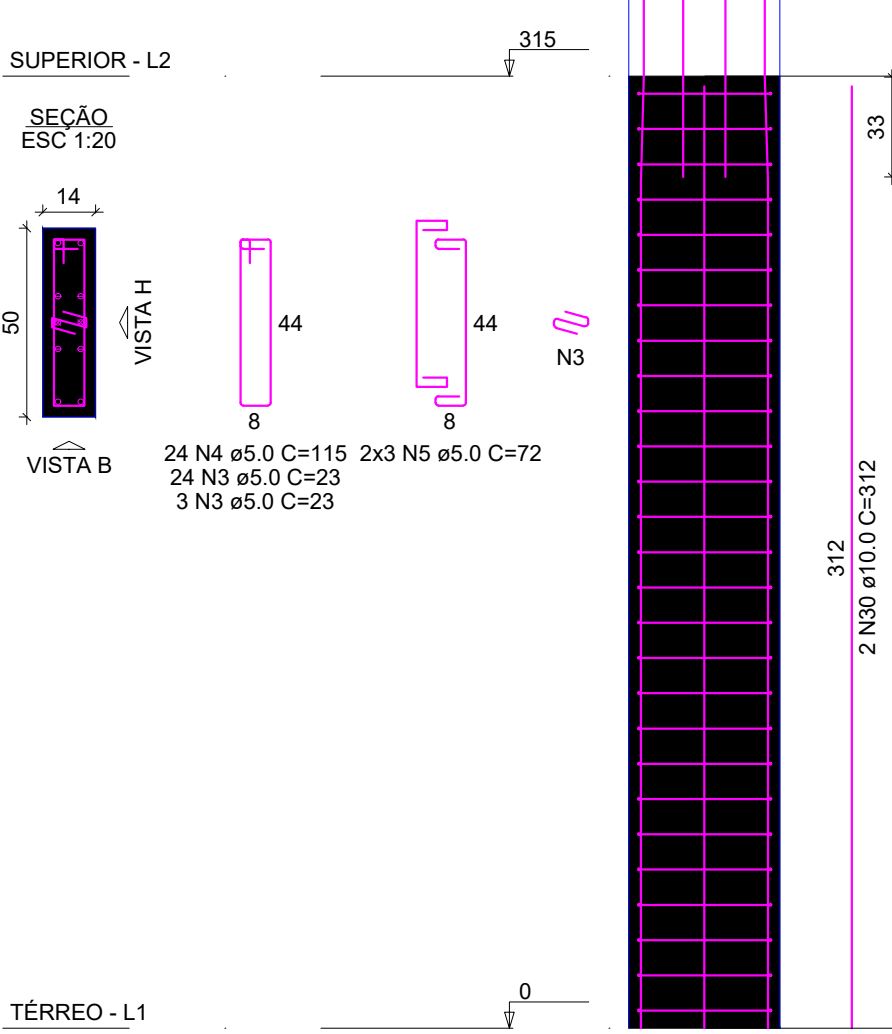
P10=P11=P12=P13=P14=
=P17=P20=P21=P26



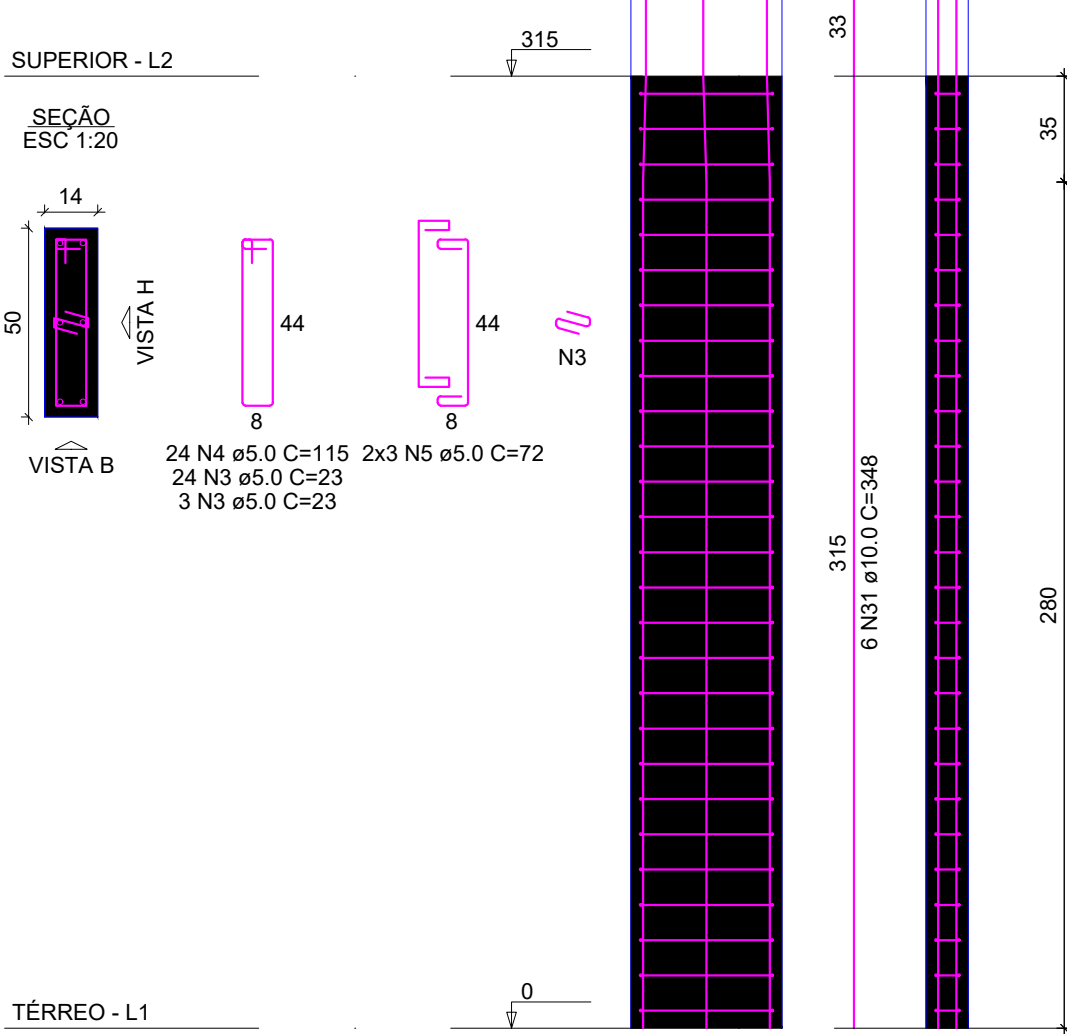
P15=P16=P24=P27



P18



P19



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	596	75	44700
	2	5.0	158	52	8216
	3	5.0	81	23	1863
	4	5.0	48	115	5520
	5	5.0	12	72	864
	6	5.0	245	85	20825
	7	5.0	33	95	3135
	8	6.3	2	68	136
	9	8.0	2	881	1762
	10	8.0	2	909	1818
CA50	11	8.0	2	369	760
	12	8.0	2	416	832
	13	8.0	2	166	332
	14	8.0	2	166	332
	15	8.0	2	731	1462
	16	8.0	1	145	145
	17	8.0	2	770	1540
	18	8.0	2	383	766
	19	8.0	2	403	806
	20	8.0	2	380	760
	21	8.0	2	267	534
	22	8.0	2	375	750
	23	8.0	3	239	717
	24	8.0	1	382	382
	25	8.0	3	388	1164
	26	8.0	2	367	734
	27	8.0	2	407	814
	28	8.0	1	379	379
	29	8.0	2	747	1494
	30	10.0	44	312	13728
	31	10.0	74	348	25752
	32	10.0	8	67	536
	33	10.0	1	145	145
	34	10.0	2	423	846
	35	10.0	2	430	860
	36	10.0	2	415	830
	37	10.0	1	420	420
	38	10.0	2	427	854
	39	12.5	6	83	498
	40	12.5	2	635	1270
	41	12.5	2	396	792
	42	12.5	2	757	1514

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	1.4	0.4
	8.0	183.2	79.5
	10.0	435.5	295.3
CA60	12.5	40.7	43.2
	5.0	851.2	144.3
PESO TOTAL (kg)		418.4	
CA50		418.4	
CA60		144.3	

Volume de concreto (C-30) = 6.18 m³
Área de forma = 112.71 m²
Dimensão máxima do agregado = 19 mm

LEGENDA

PILAR QUE MORRE NO PAVIMENTO

PILAR QUE NASCE NO PAVIMENTO

PILAR QUE SEGUE PARA O PAVIMENTO SUPERIOR

PILAR COM REDUÇÃO DE SEÇÃO NO PAVIMENTO

LAJE MACIÇA PRÉ-FABRICADA

N - identificação da laje
H - espessura da laje

LAJE MACIÇA

N - identificação da laje
H - espessura da laje

LAJE PRÉ-MOLDADA TRELIÇADA

N - identificação da laje
H - espessura da laje

FURO EM LAJE

Ø = INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVÇÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1 - CONCRETO

Elemento	fck (MPa)
Vigas	30
Pilares	30
Fundação	30

2 - AÇO

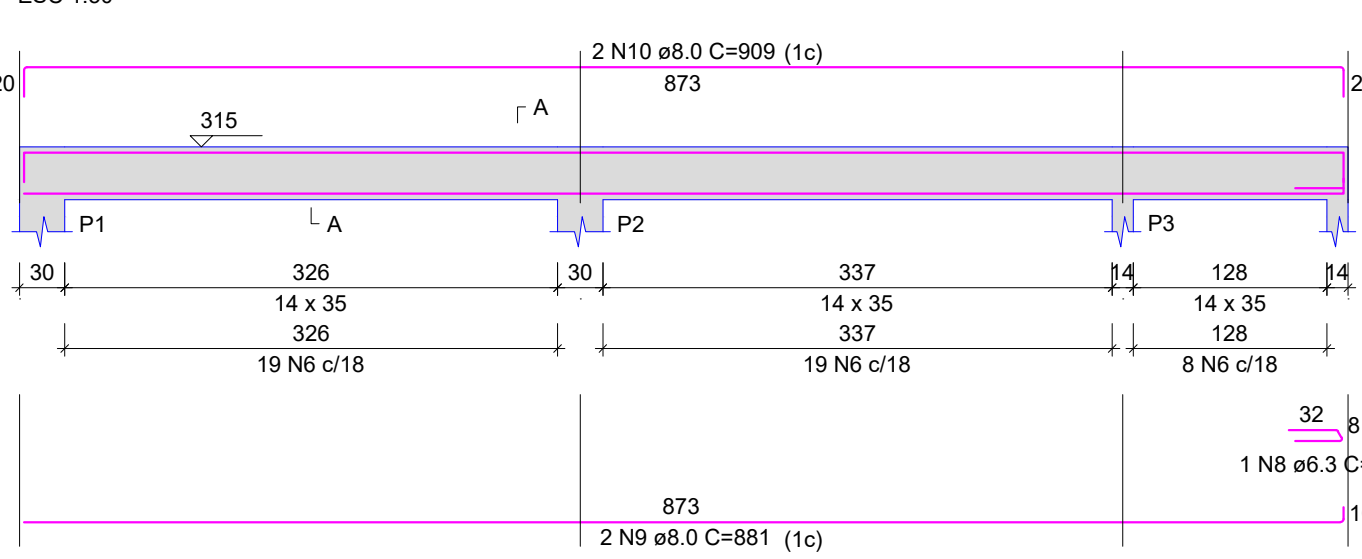
CA-50: Fy=500 MPa
CA-60: Fy=600 MPa

COBRIMENTO DAS ARMADURAS

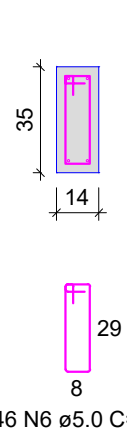
Vigas com e sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares com contato com o solo	4,50 cm
Lajes	2,50 cm
Sapatas	4,5 cm

Planta das Vigas Superior

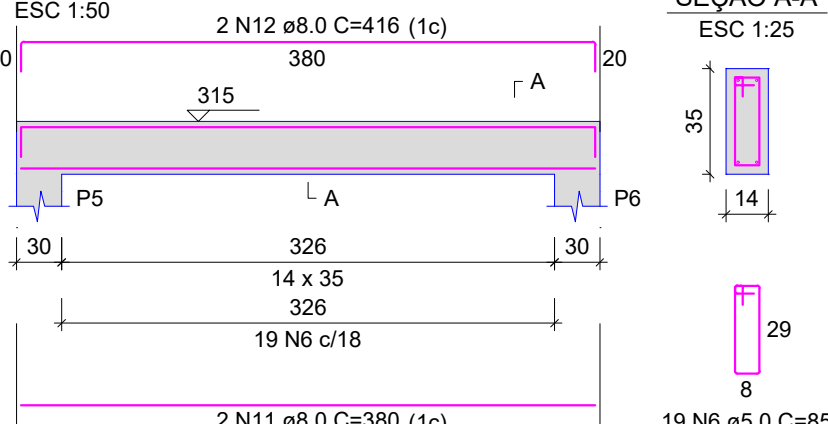
V1
ESC 1:50



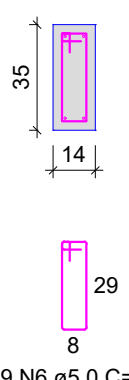
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



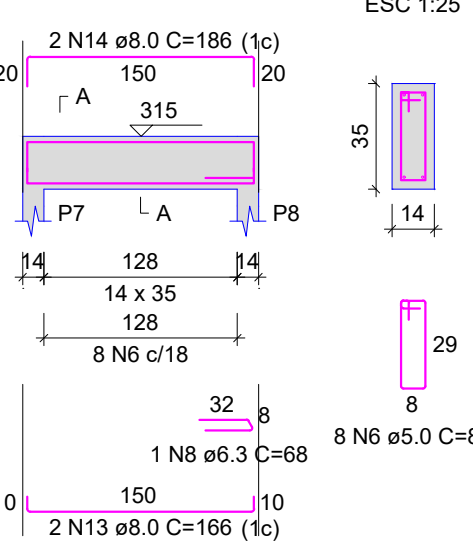
V2
ESC 1:50



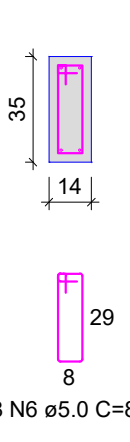
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



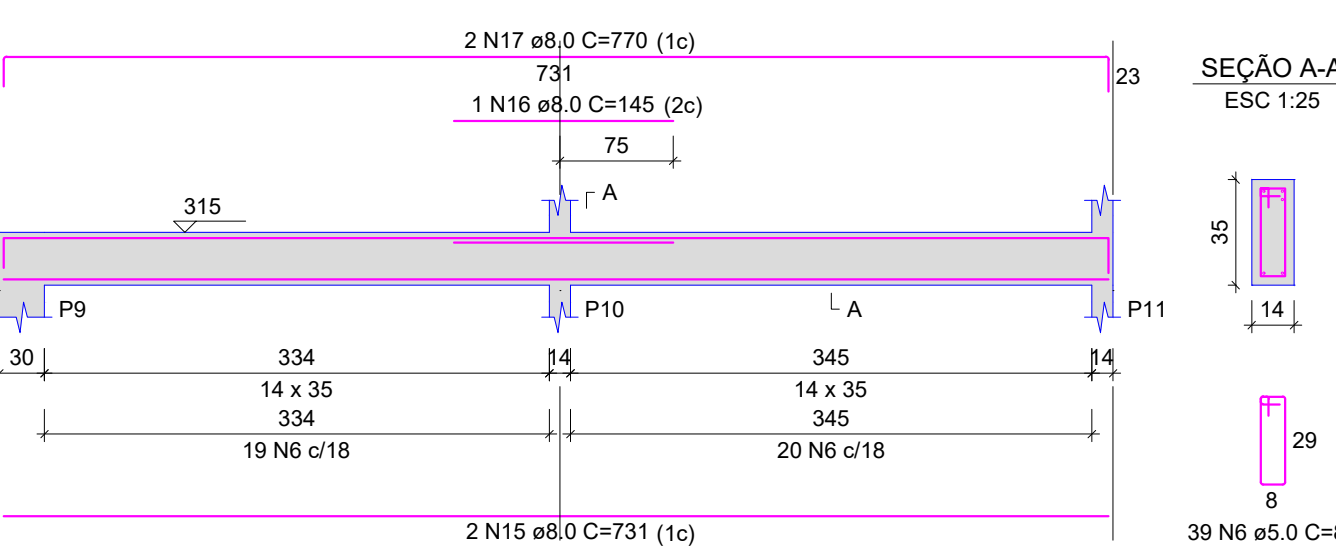
V3
ESC 1:50



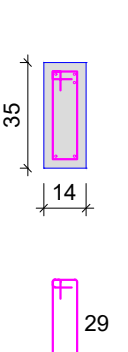
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



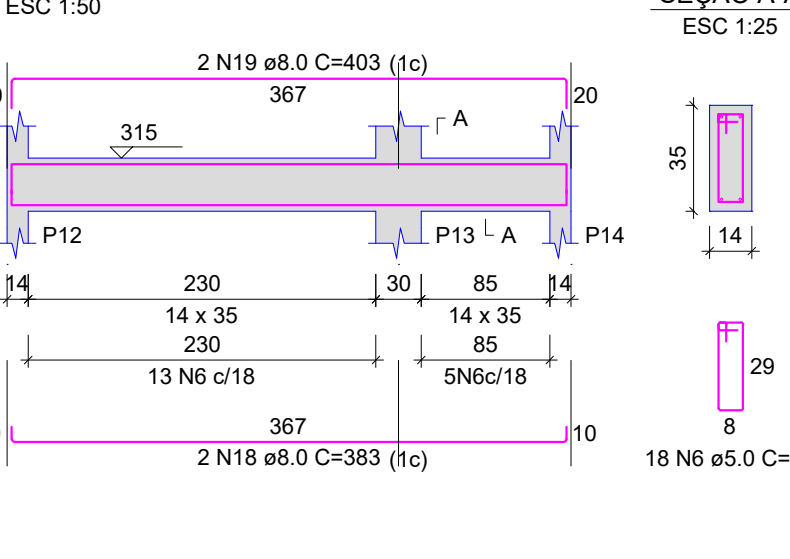
V4
ESC 1:50



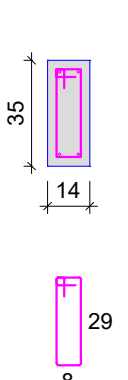
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



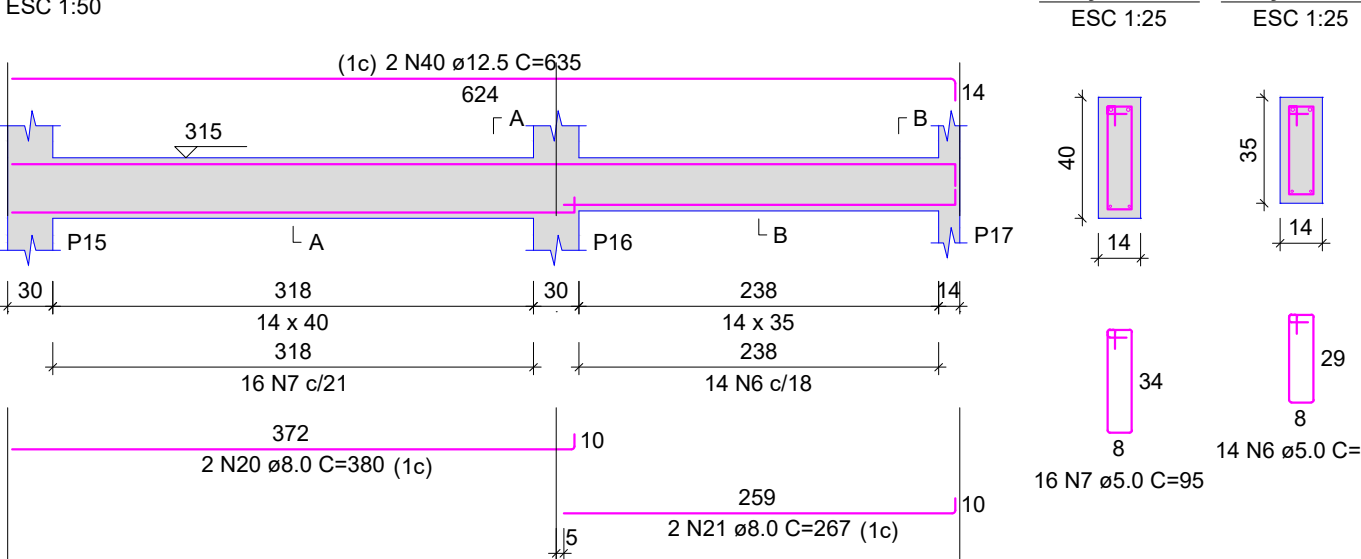
V5
ESC 1:50



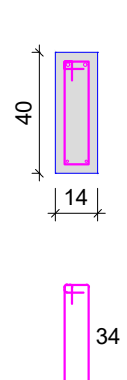
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



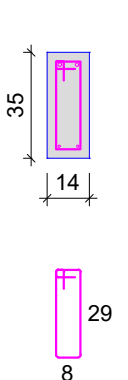
V6
ESC 1:50



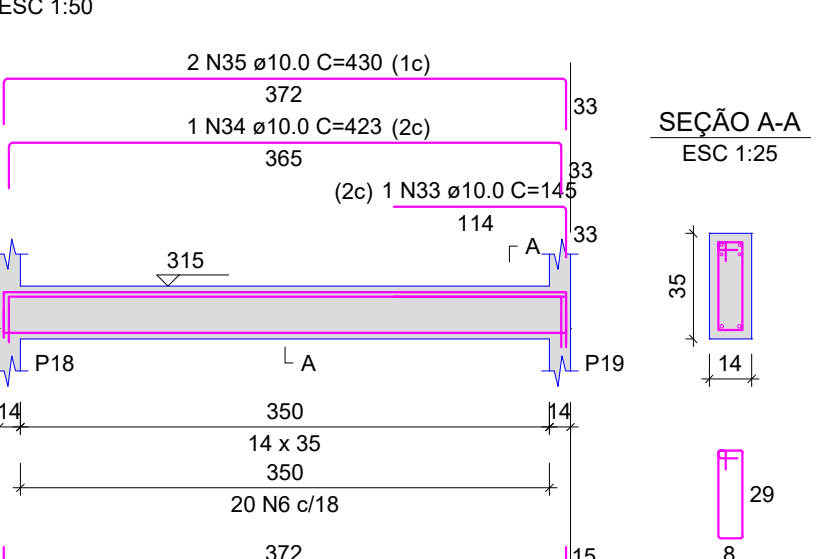
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



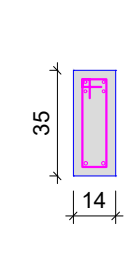
SEÇÃO B-B
ESC 1:25



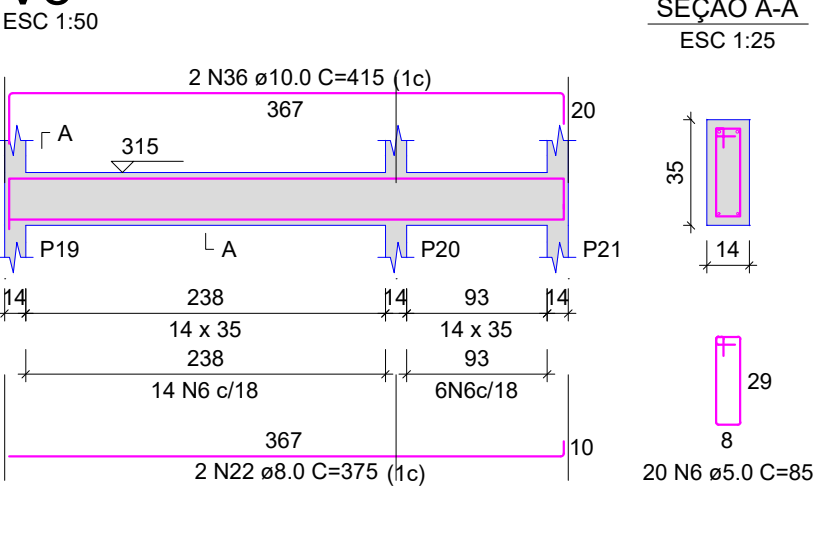
V7
ESC 1:50



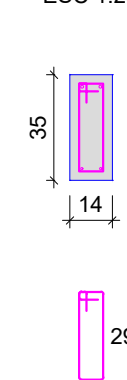
SEÇÃO A-A
ESC 1:25



V8
ESC 1:50



SEÇÃO A-A
ESC 1:25



TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado

Detalhamento dos Pilares e vigas superiores 01/02

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA INDICADA

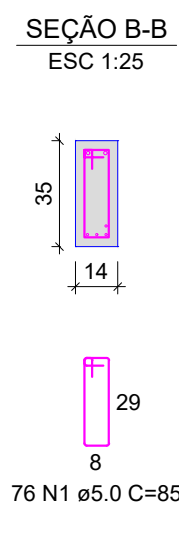
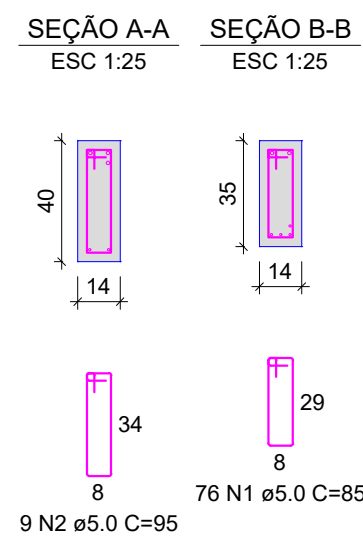
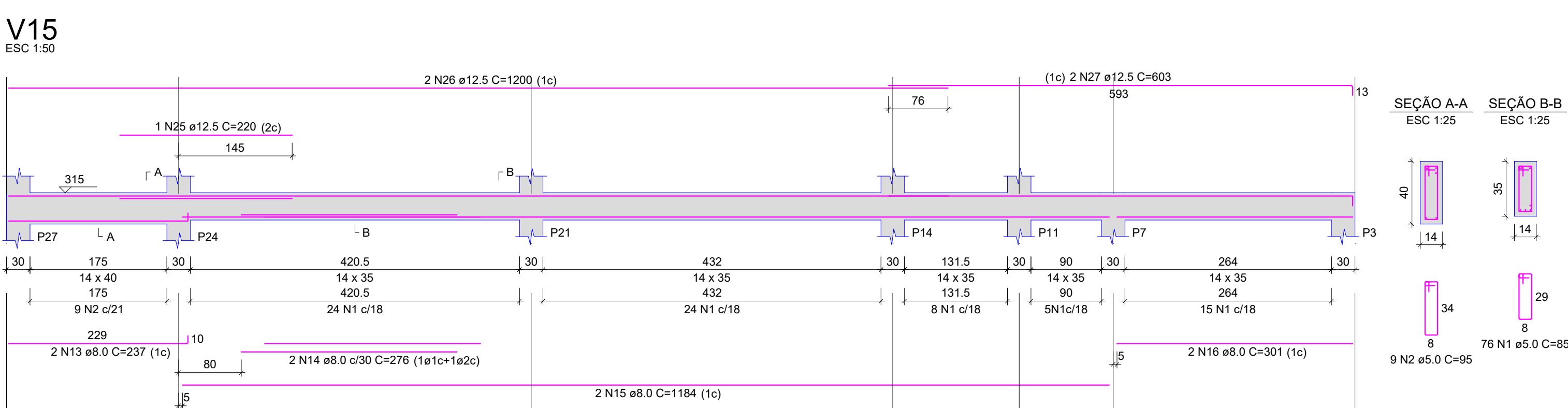
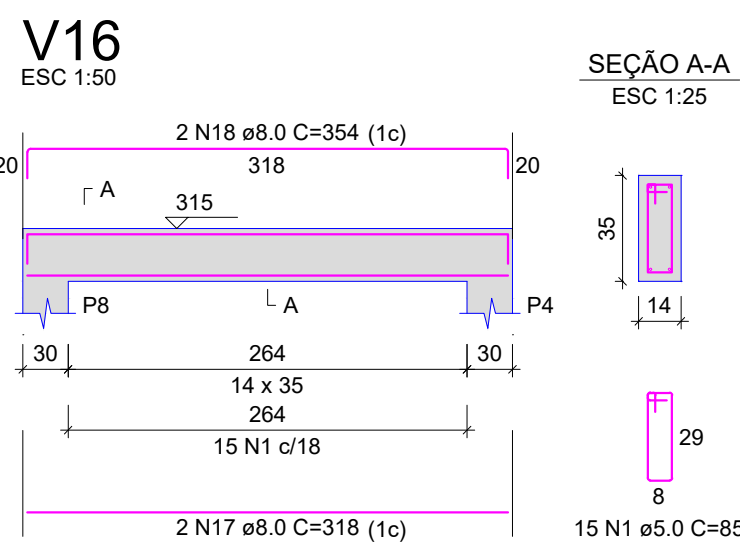
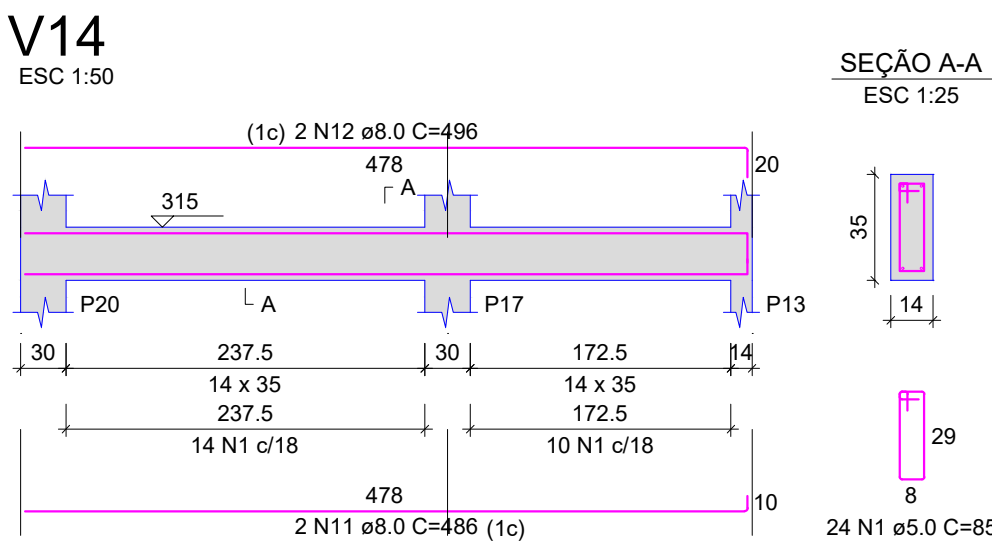
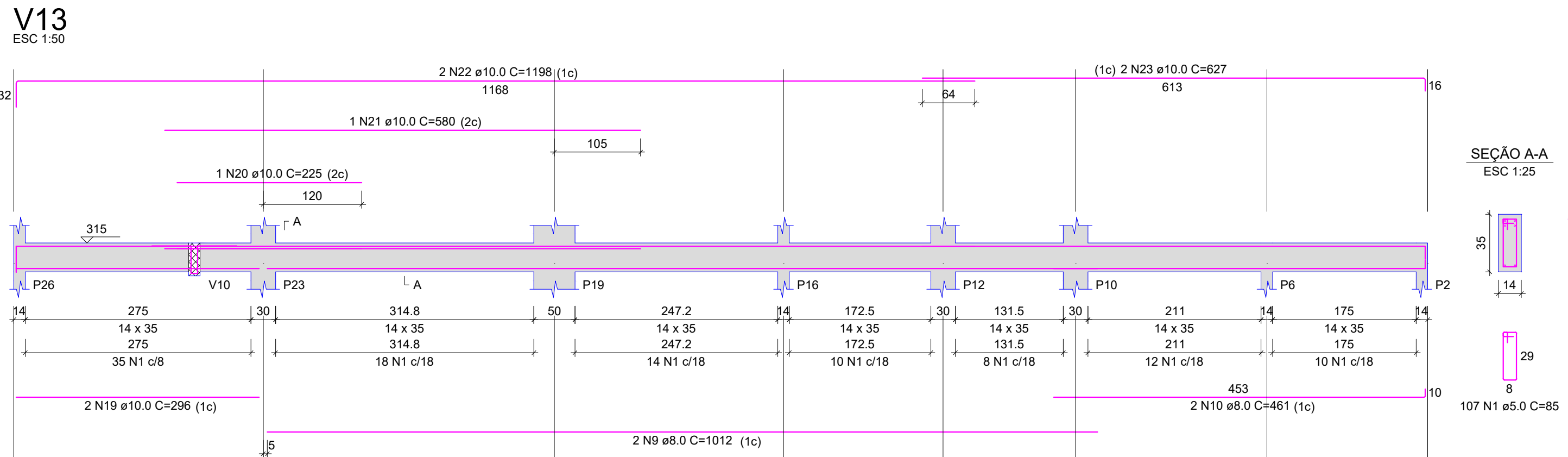
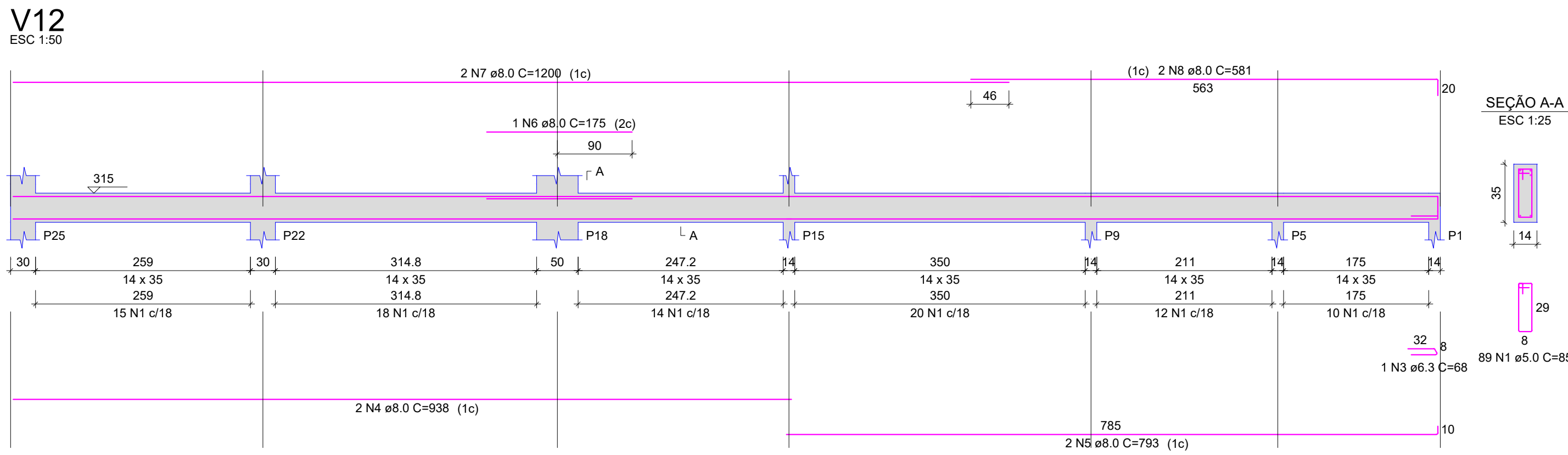
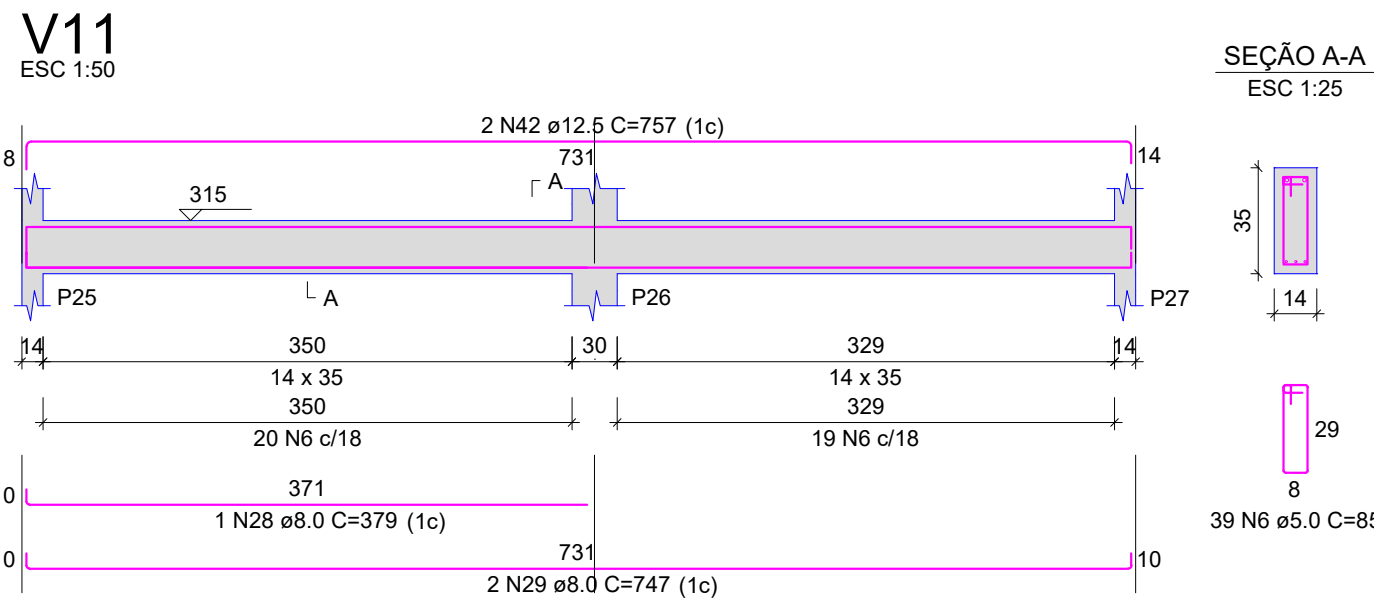
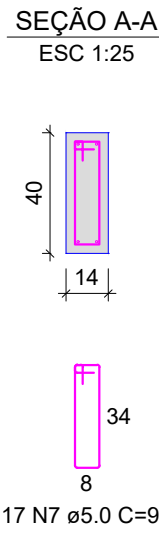
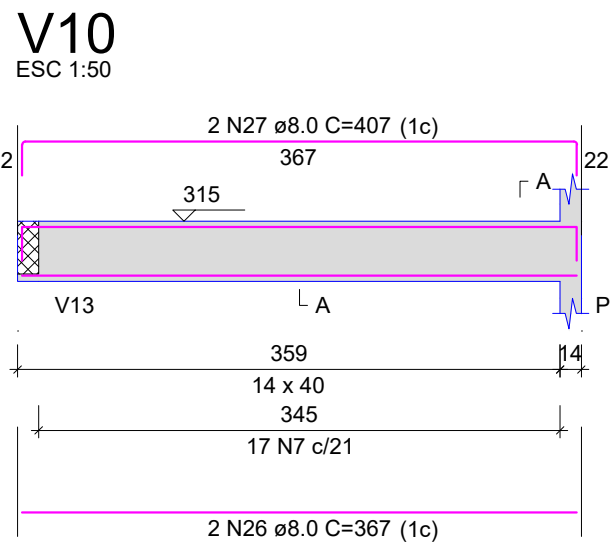
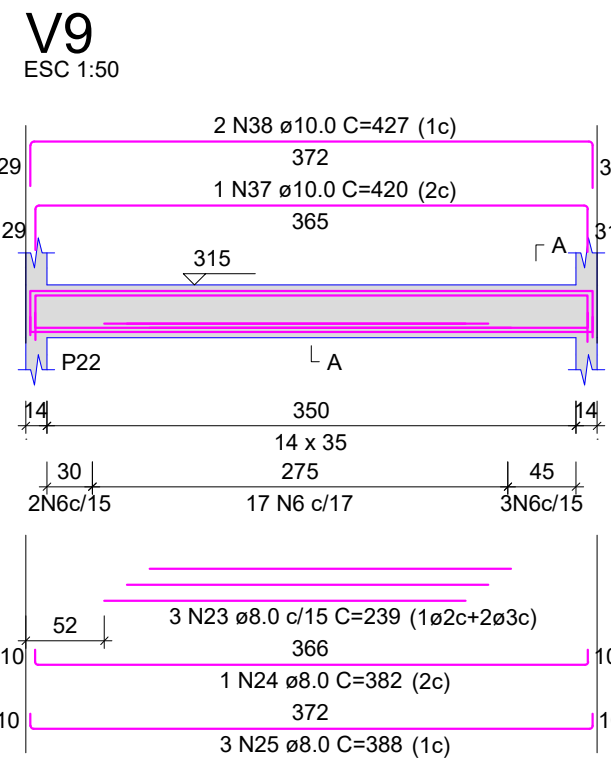
FASE EXECUTIVO

ID

EST

05 | 10

Planta das Vigas Superiores (Continuação)



RELATÓRIO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	311	85	26435
CA50	2	5.0	9	95	855
	3	6.3	1	68	68
	4	8.0	2	938	1876
	5	8.0	2	793	1586
	6	8.0	1	175	175
	7	8.0	2	1200	2400
	8	8.0	2	581	1162
	9	8.0	2	1012	2024
	10	8.0	2	461	922
	11	8.0	2	486	972
	12	8.0	2	496	992
	13	8.0	2	237	474
	14	8.0	2	276	552
	15	8.0	2	1184	2368
	16	8.0	2	301	602
	17	8.0	2	318	636
	18	8.0	2	354	708
	19	8.0	2	296	592
	20	10.0	1	225	225
	21	10.0	1	580	580
	22	10.0	2	1198	2396
	23	10.0	2	627	1254
	24	10.0	1	163	163
	25	12.5	1	220	220
	26	12.5	2	1200	2400
	27	12.5	2	603	1206

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	0.7	0.2
	8.0	174.5	75.7
	10.0	52.1	35.3
CA60	12.5	38.3	40.5
	5.0	272.9	46.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50		151.8	
CA60		46.3	

Volume de concreto (C-30) = 2.59 m³
Área de forma = 39.69 m²
Dimensão máxima do agregado = 19 mm

LEGENDA

PILAR QUE MORRE NO PAVIMENTO

PILAR QUE NASCE NO PAVIMENTO

PILAR QUE SEGUE PARA O PAVIMENTO SUPERIOR

PILAR COM REDUÇÃO DE SEÇÃO NO PAVIMENTO

LAJE MACIÇA PRÉ-FABRICADA

LAJE MACIÇA

LAJE PRÉ-MOLDADA TRELIÇADA

INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVACÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CHARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1 - CONCRETO

2 - AÇO

COBRIMENTO DAS ARMADURAS

NOTAS

AS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO NÃO PODERÃO SER ALTERADAS SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA;

CONFIRMAR TODAS AS MEDIDAS ANTES DO CORTE, DOBRAMENTO E MONTAGEM DAS ARMADURAS;

NÃO FURAR VIGAS PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA, ESGOTO, ETC. PARA ISTO CONSULTAR O AUTOR DO PROJETO.

INSTITUTO FEDERAL
Sertão Pernambucano

IF Sertão-PE
Endereço:
Estado:
Telefone:
E-mail:

PROPRIETÁRIO

LOCAL

TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado
Detalhamento dos Pilares e vigas superiores 02/02

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA
INDICADA

FASE
EXECUTIVO

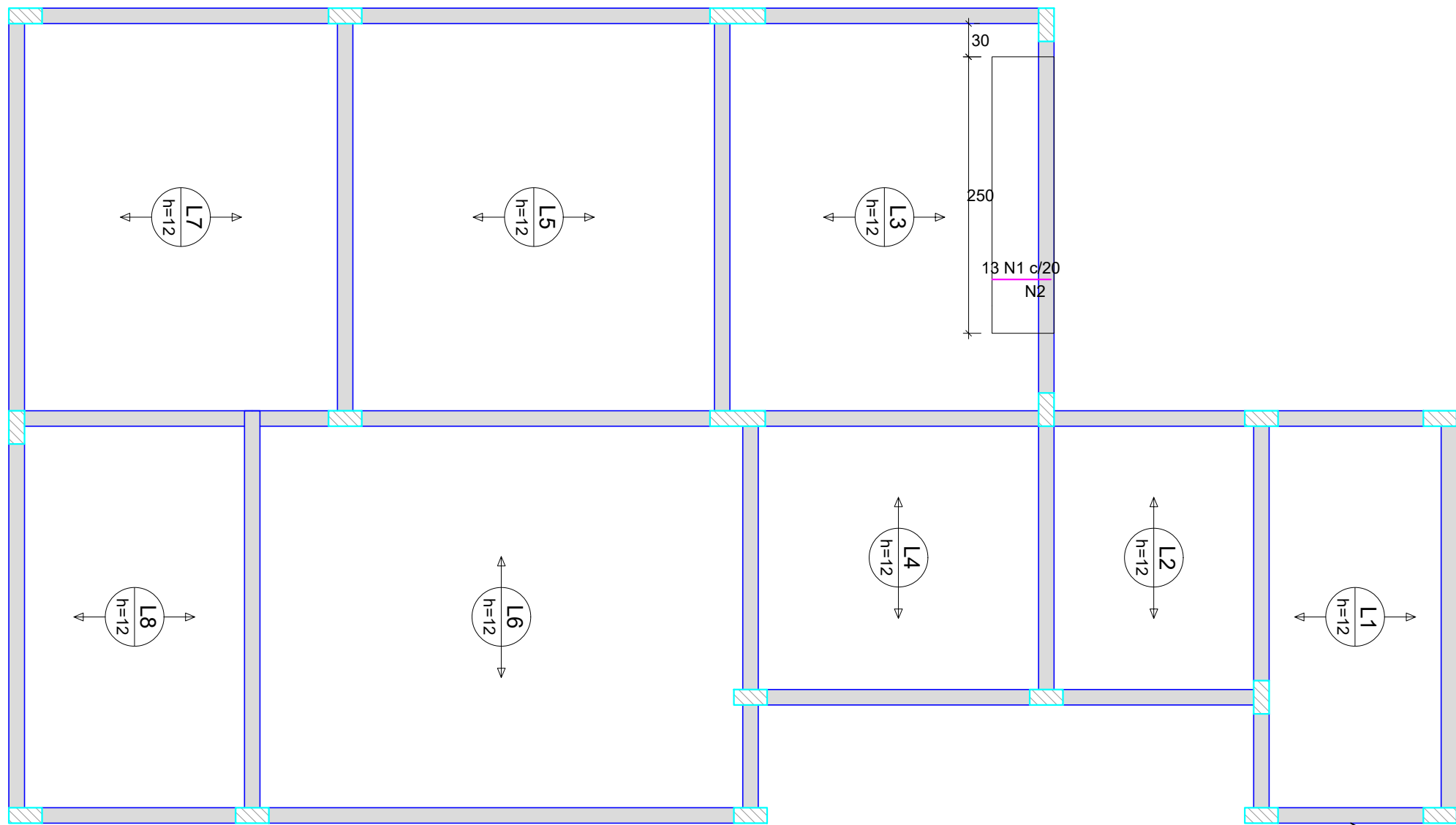
ID

EST

06 | 10

ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR (EIXO Y)

Escala 1:50



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	13	53	689
	2	5.0	3	250	750

RESUMO DO AÇO

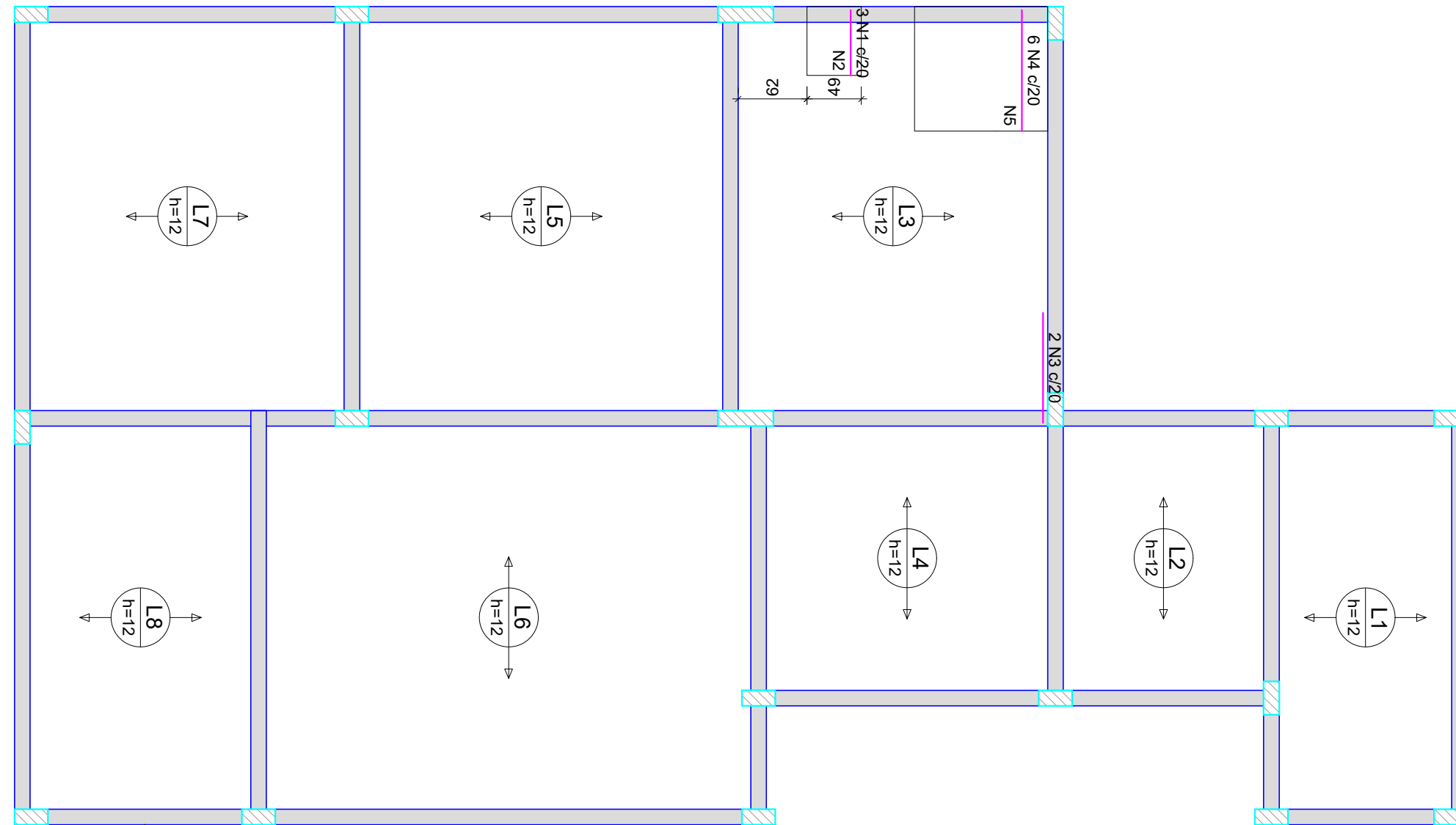
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA60	5.0	14.4	2.4
PESO TOTAL (kg)			
CA60		2.4	

Volume de concreto (C-30) = 0.00 m³
Área de forma = 0.00 m²

Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N1	3 N2 ø5.0 c/20 C=250

ARMAÇÃO NEGATIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO SUPERIOR (EIXO X)

Escala 1:50



RELAÇÃO DO AÇO

Negativos X					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	3	59	177
	2	5.0	3	49	147
	3	5.0	2	99	198
	4	5.0	6	109	654
	5	5.0	6	120	720

RESUMO DO AÇO

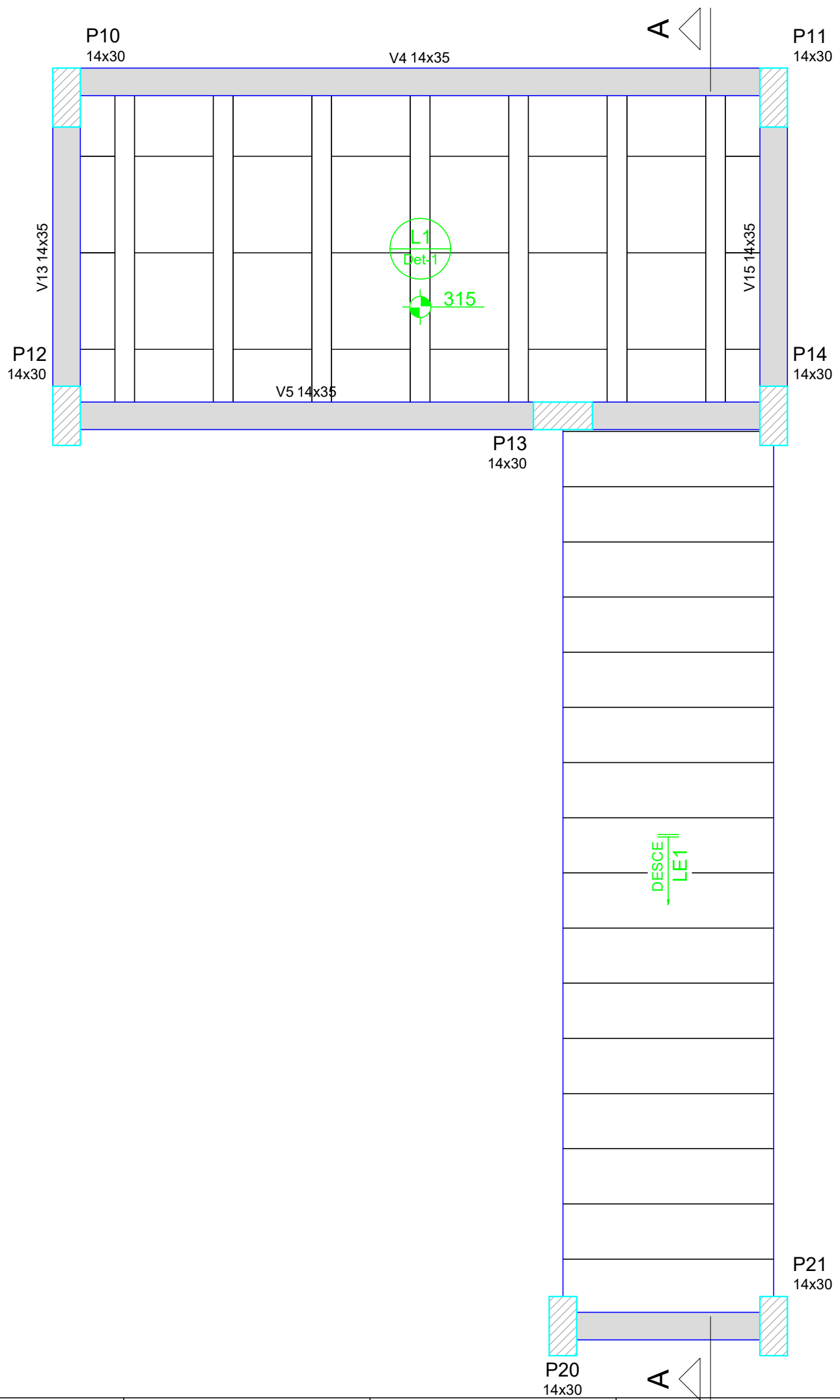
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA60	5.0	19	3.2
PESO TOTAL (kg)			
CA60		3.2	

Volume de concreto (C-30) = 0.00 m³
Área de forma = 0.00 m²

Armaduras de distribuição	
Armadura	Armadura de distribuição
N1	3 N2 ø5.0 c/20 C=49
N4	6 N5 ø5.0 c/20 C=120

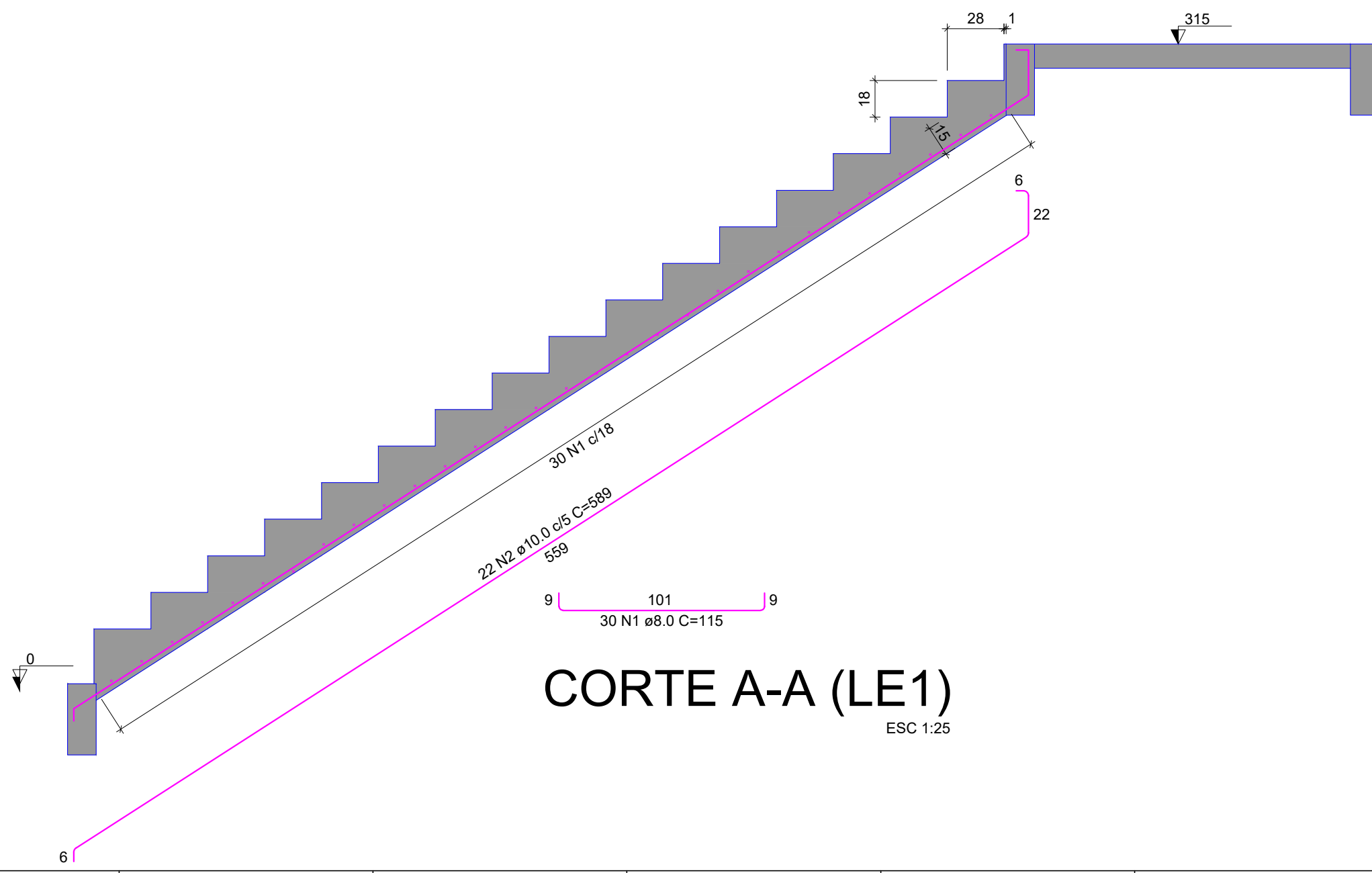
ARMAÇÃO POSITIVA DA ESCADA E1

Escala 1:25

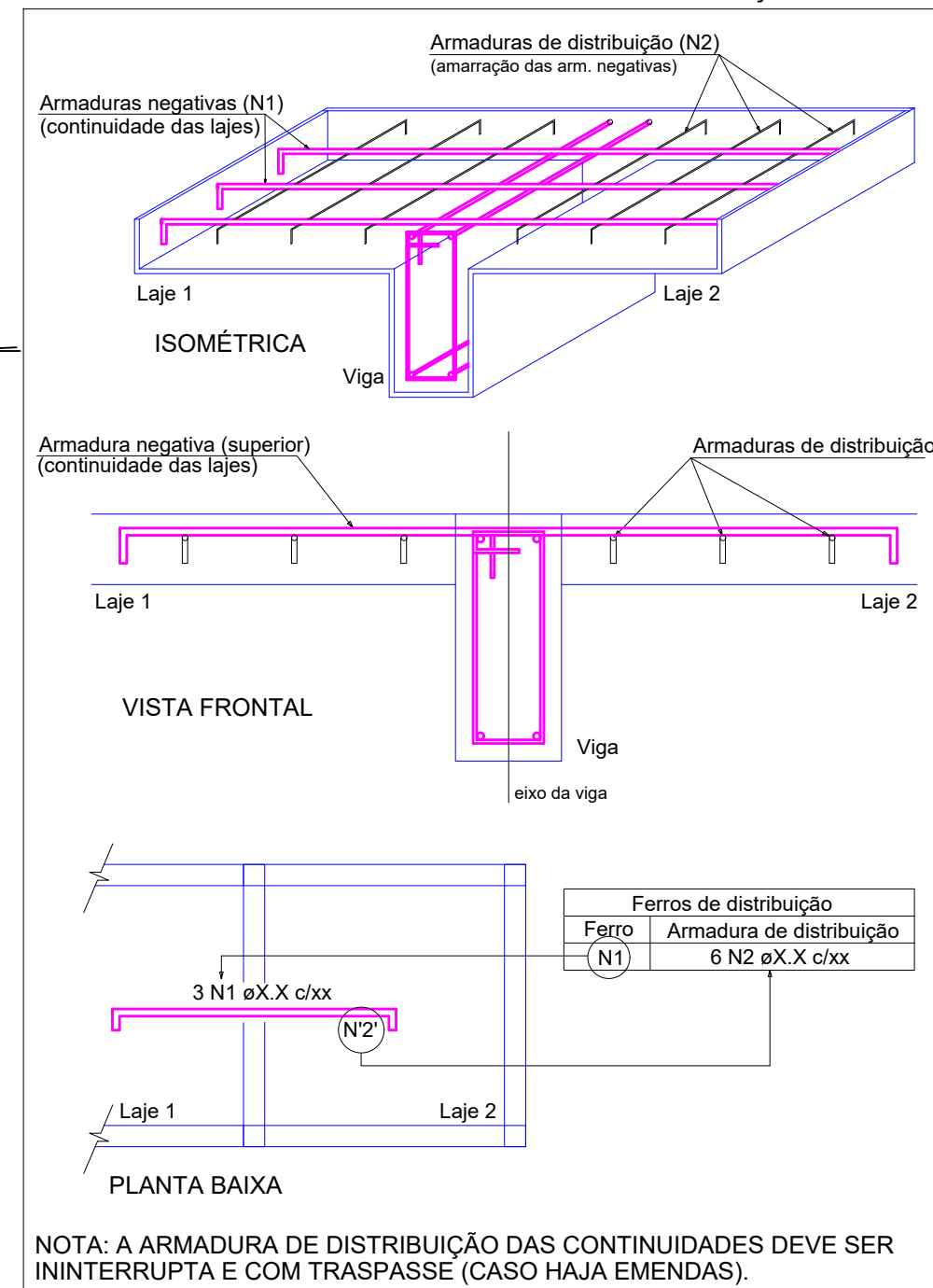


CORTE A-A (LE1)

ESC 1:25



DETALHE DA ARMADURA SUPERIOR DE CONTINUIDADE DA LAJE E MONTAGEM DA ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO



NOTA: A ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CONTINUIDADES DEVE SER ININTERRUPTA E COM TRASPASSE (CASO HAJA EMENDAS).

LEGENDA

e= INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVAÇÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1 - CONCRETO	
Elemento	f _{ck} (MPa)
Vigas	30
Pilares	30
Fundação	30

2 - AÇO	
CA-50: F _y =500 MPa	
CA-60: F _y =600 MPa	

COBRIMENTO DAS ARMADURAS	
Vigas com e sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares com contato com o solo	4,50 cm
Lajes	2,50 cm
Sapatas	4,5 cm

NOTAS

- AS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO NÃO PODERÃO SER ALTERADAS SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA;
- CONFERIR TODAS AS MEDIDAS ANTES DO CORTE, DOBRAMENTO E MONTAGEM DAS ARMADURAS;
- NÃO FURAR VIGAS PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA, ESGOTO, ETC, PARA ISTO CONSULTAR O AUTOR DO PROJETO;



IF Sergipe-PE
Endereço:
Estado:
Telefone:
E-mail:

PROPRIETÁRIO

LOCAL

TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado

Detalhamento das armaduras da laje e escada

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA

FASE

INDICADA

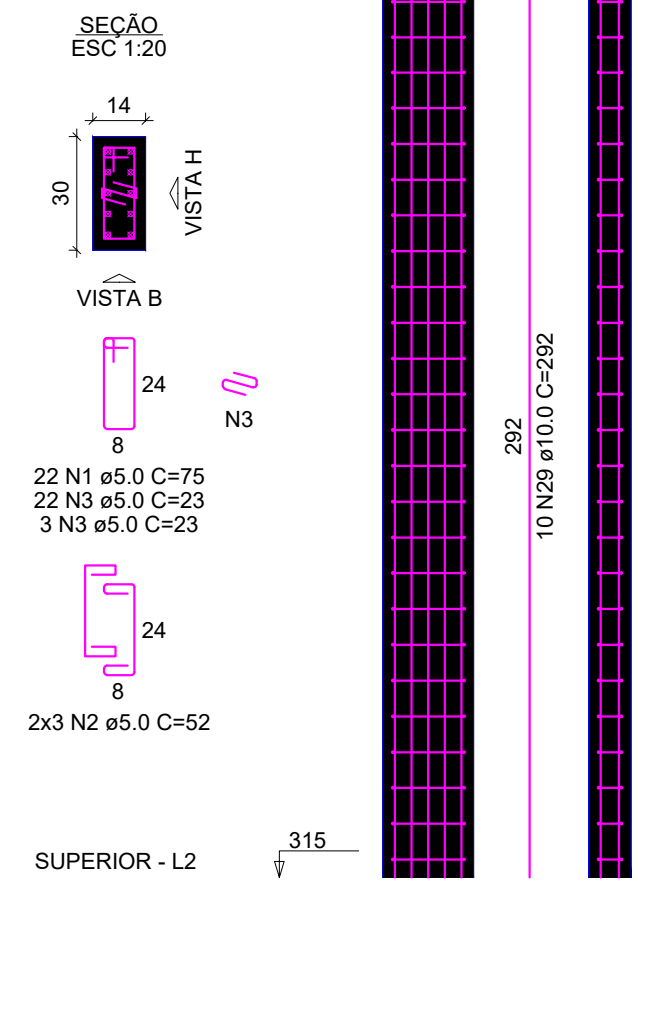
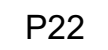
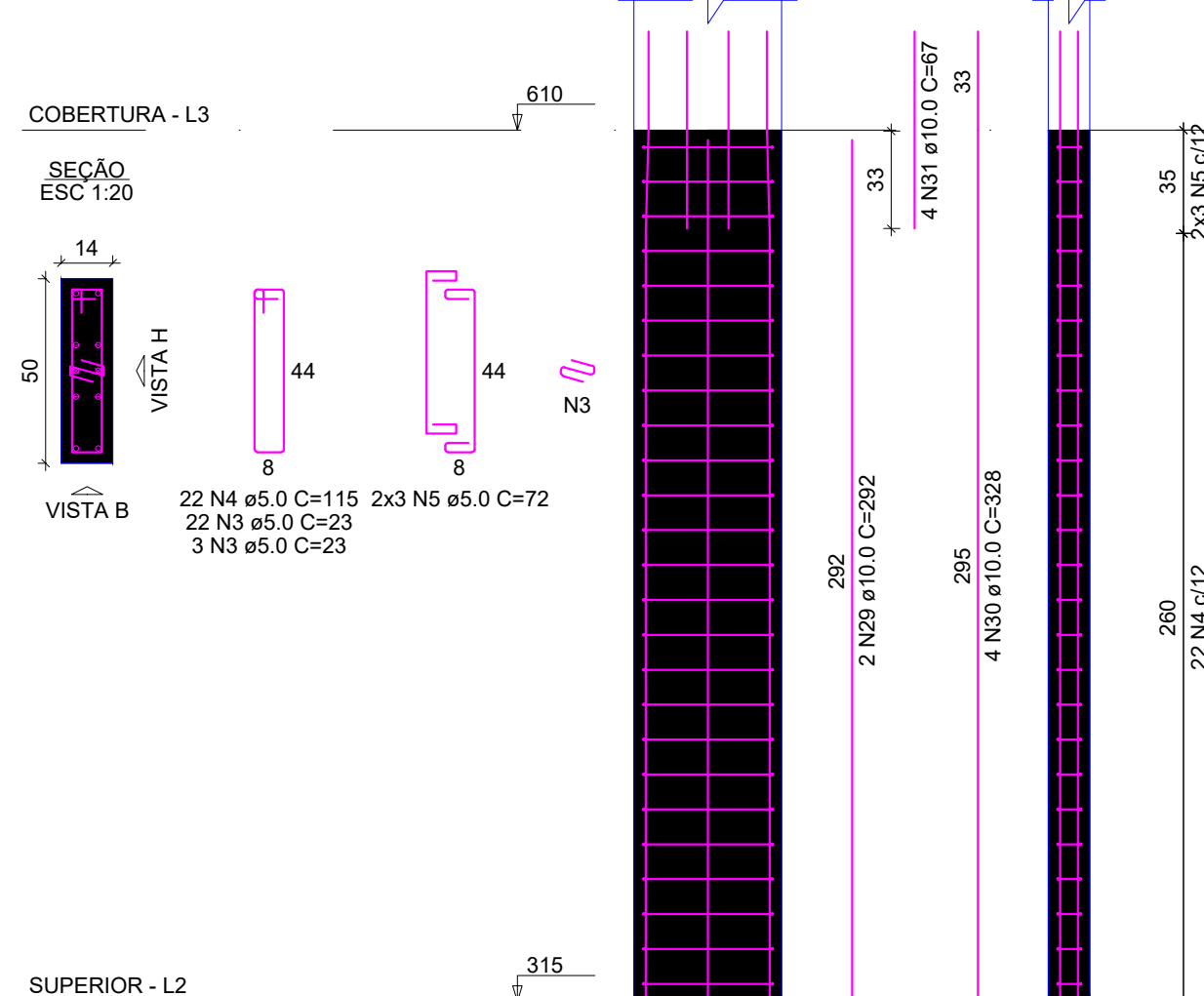
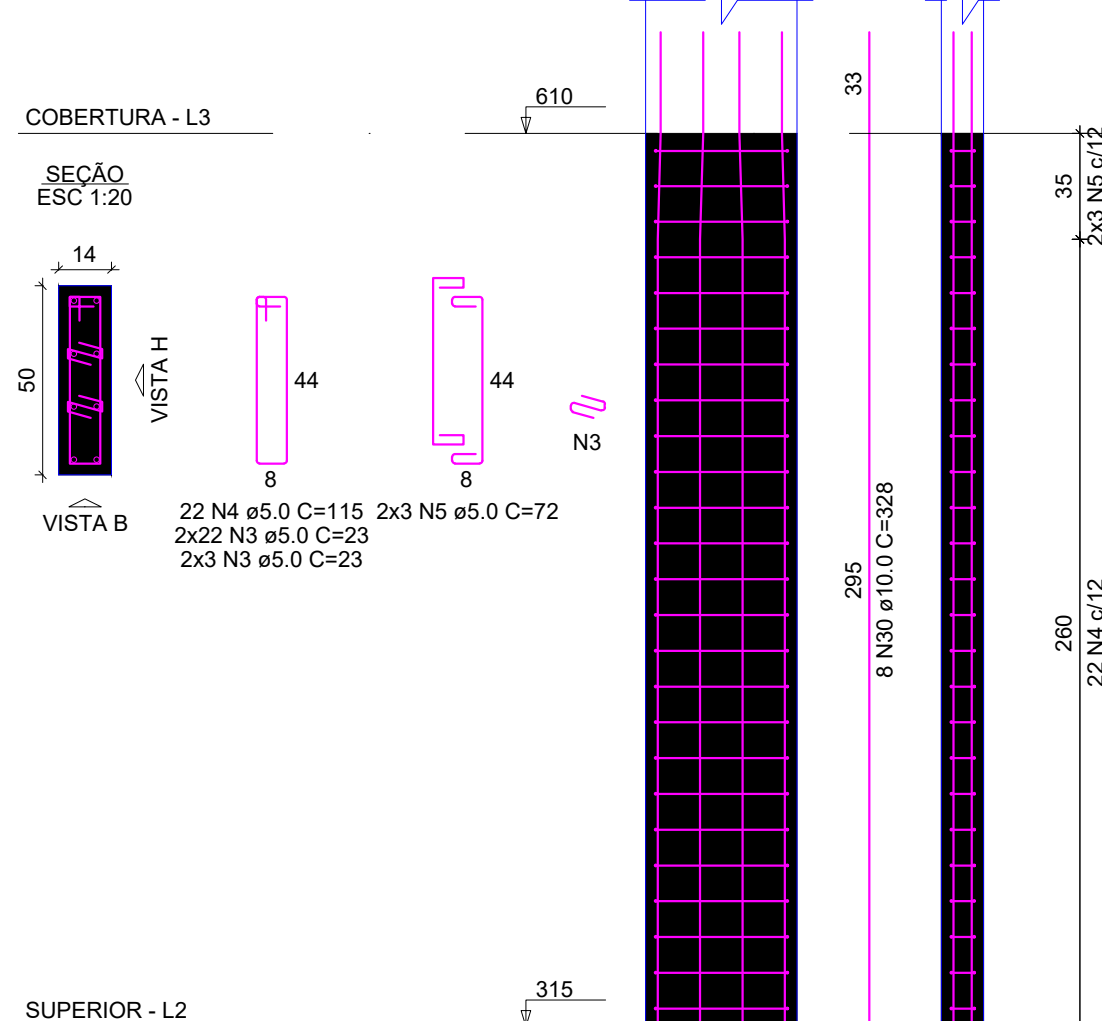
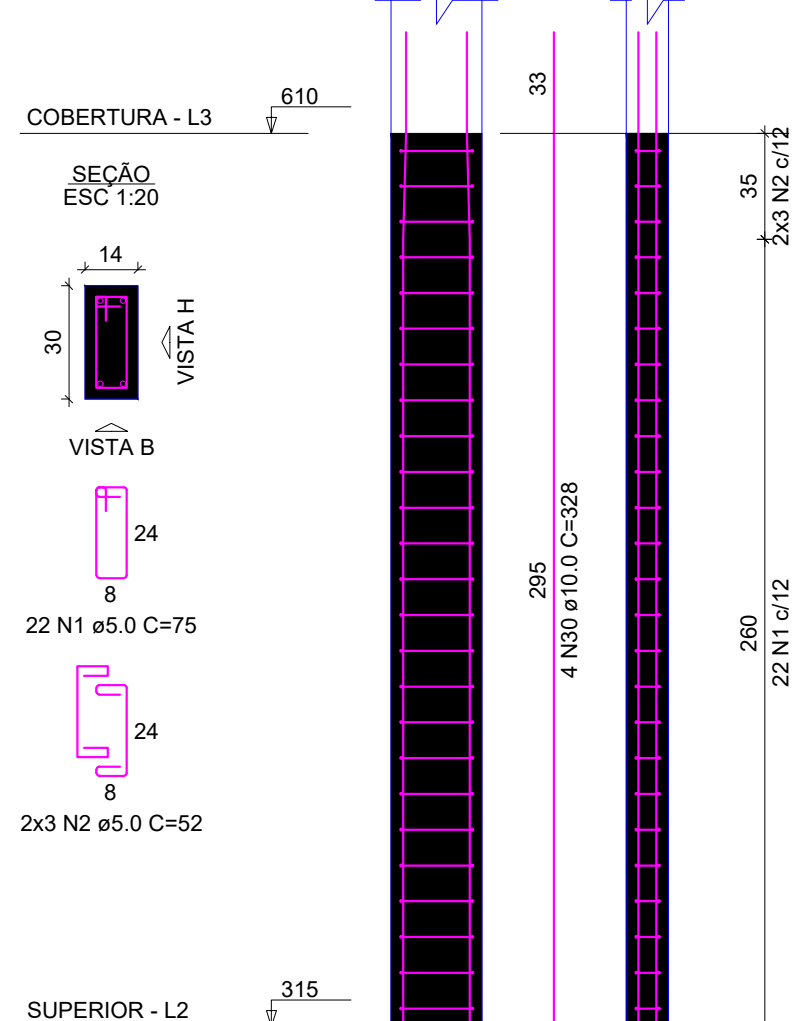
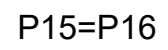
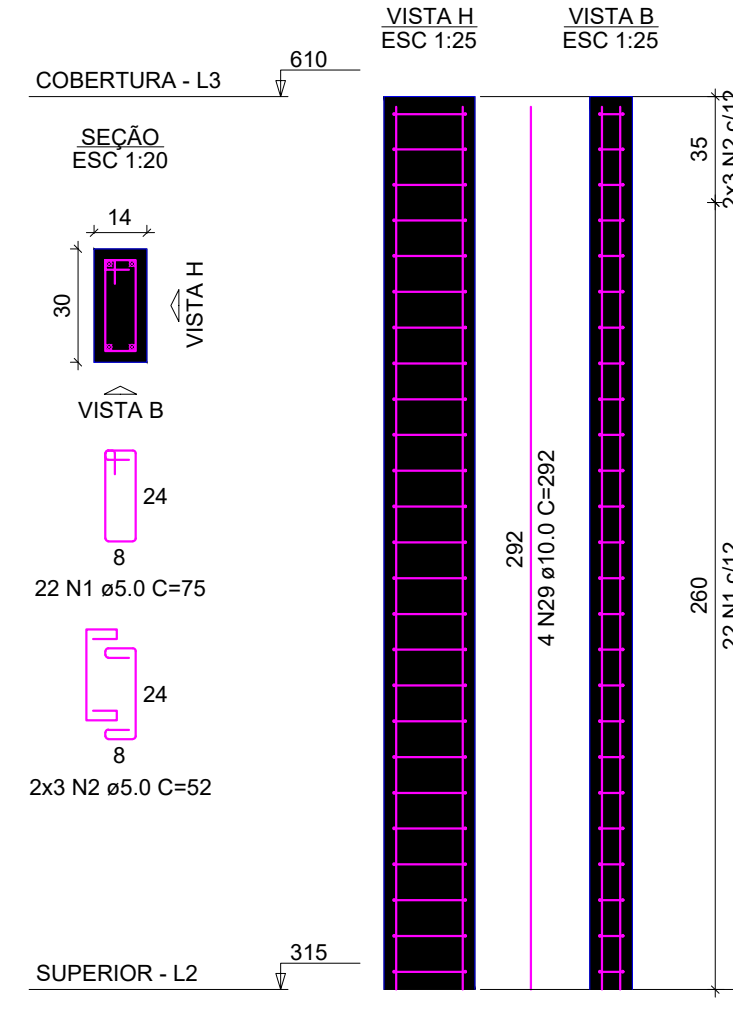
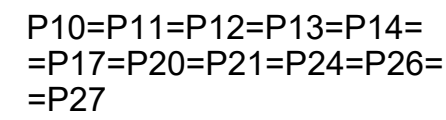
EXECUTIVO

ID

EST

08 | 10

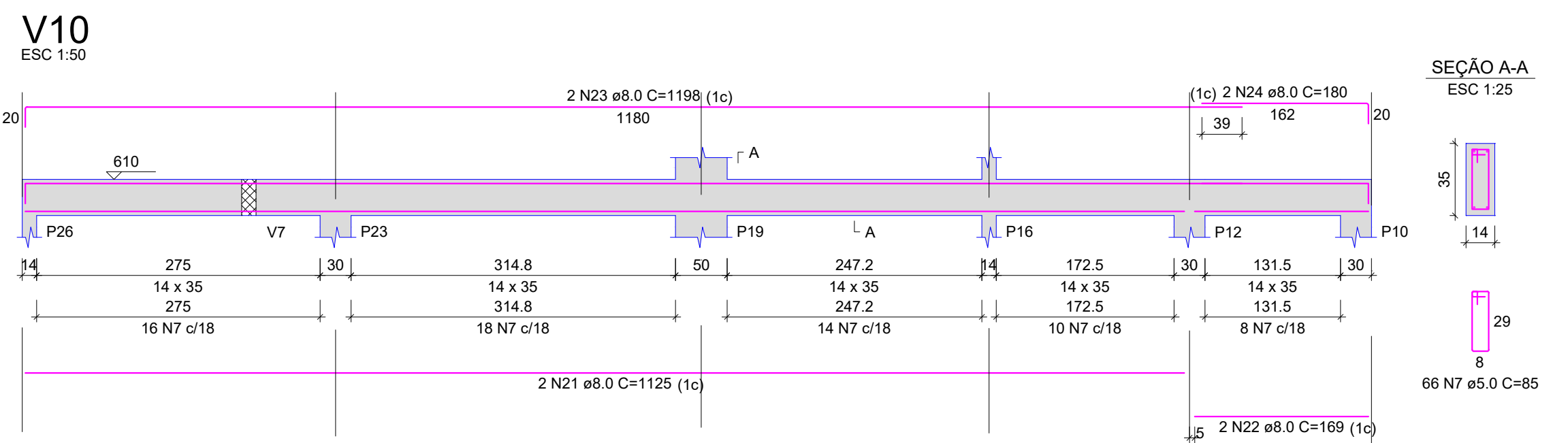
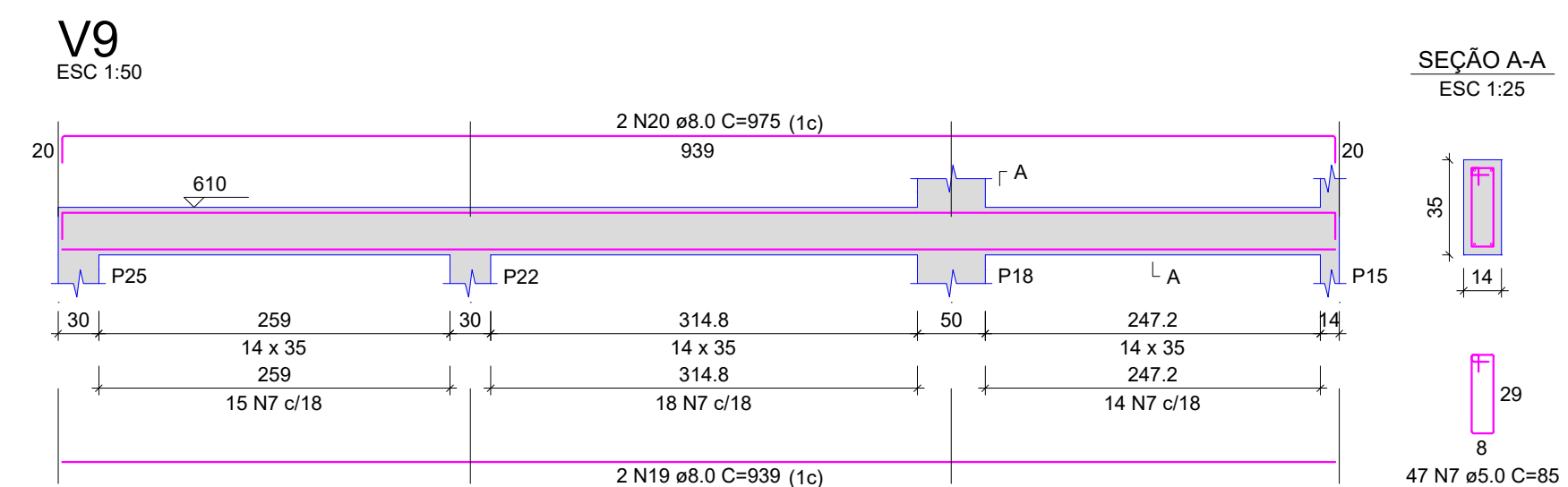
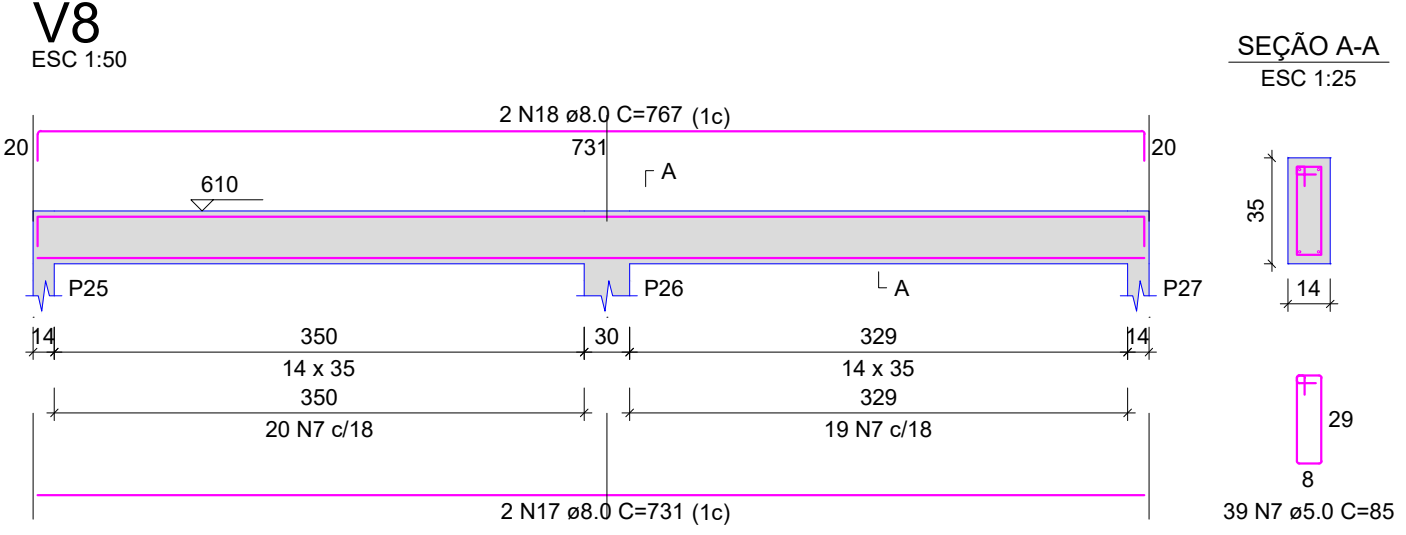
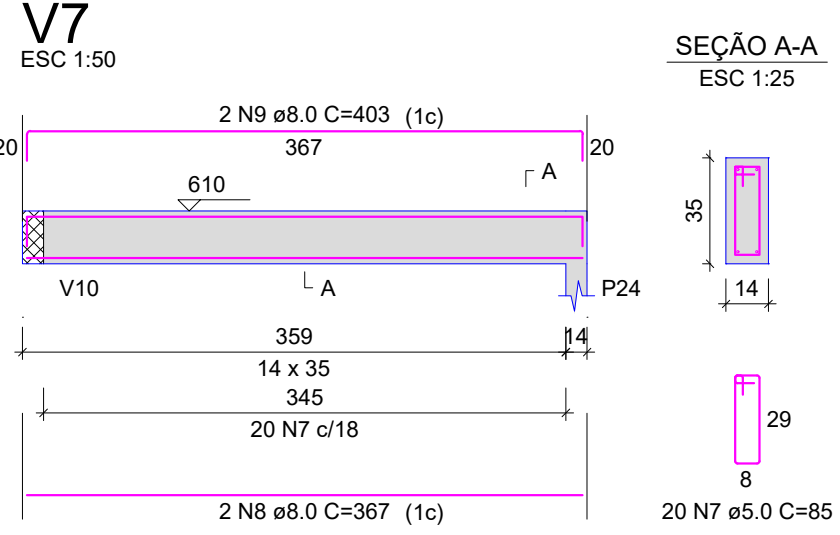
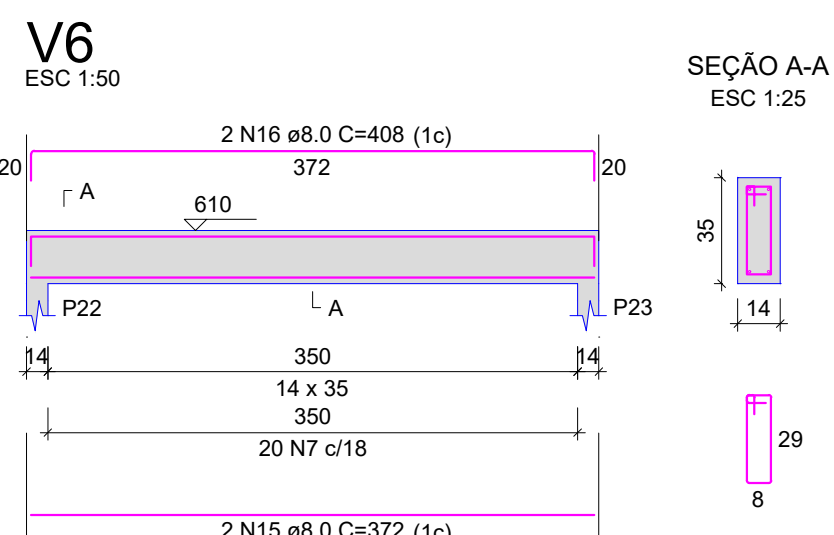
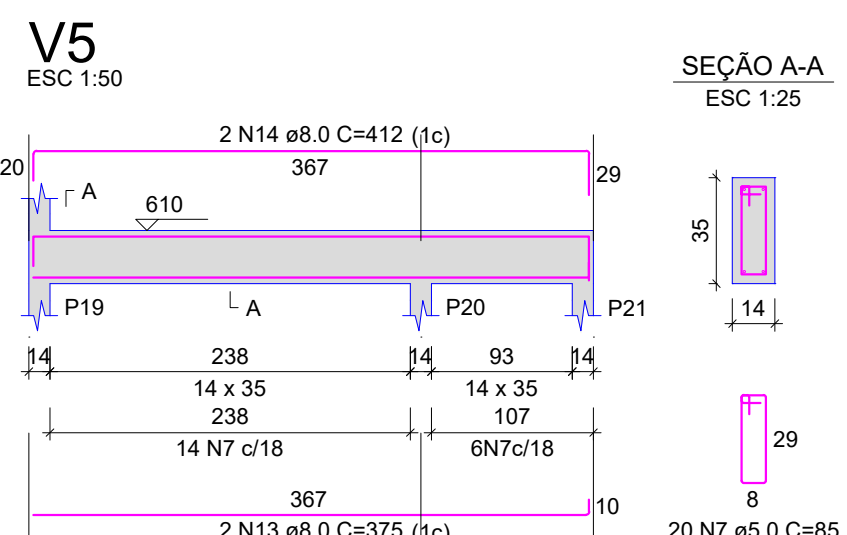
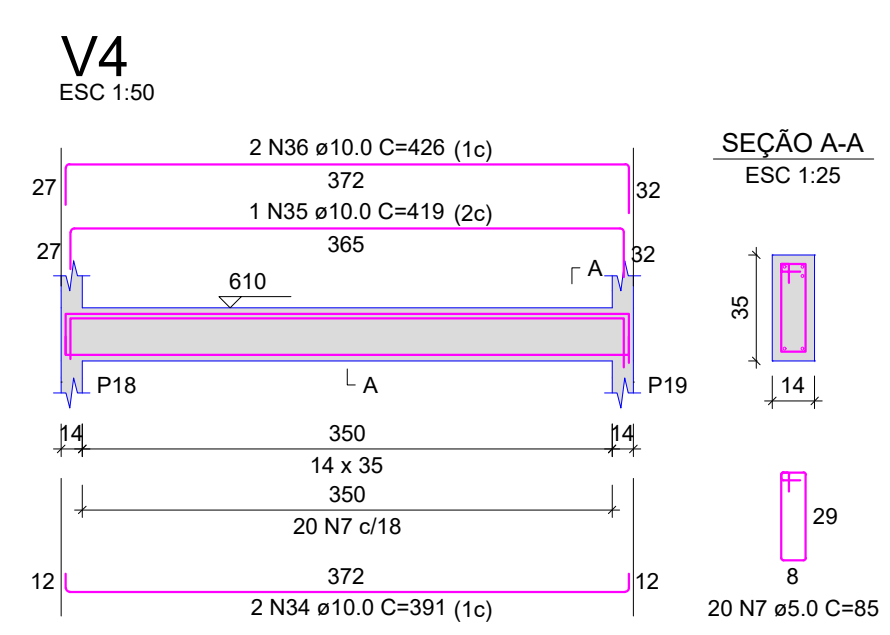
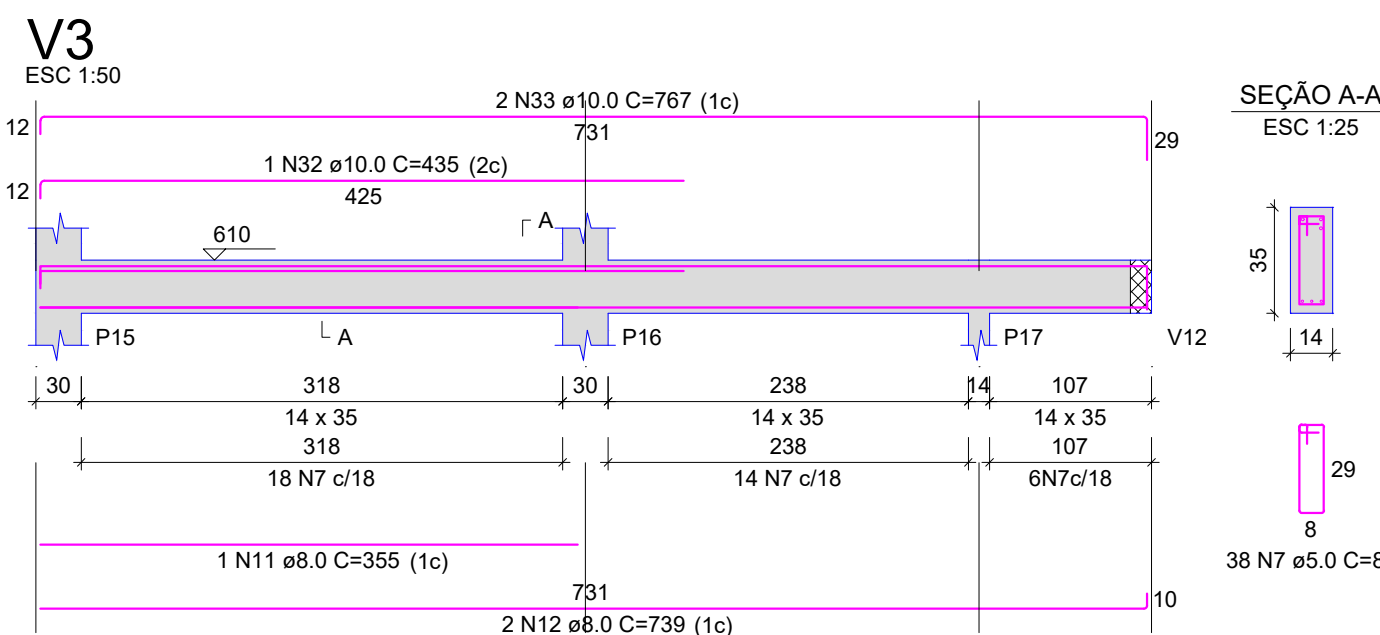
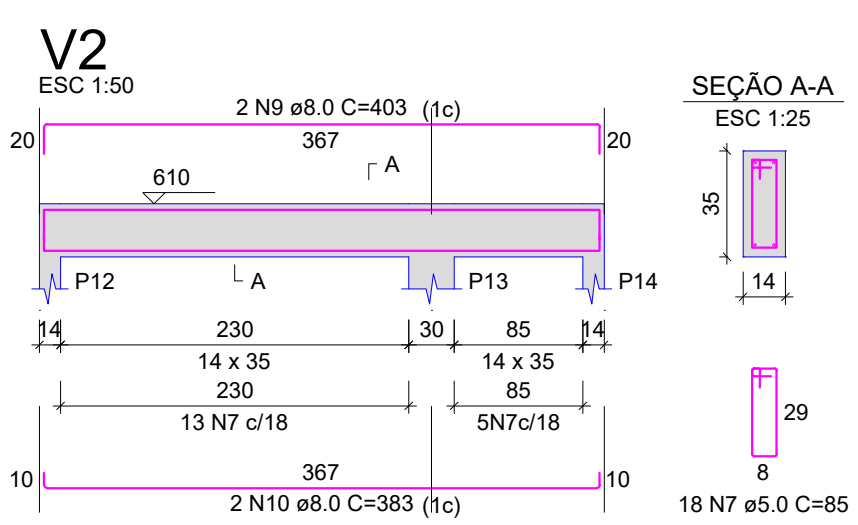
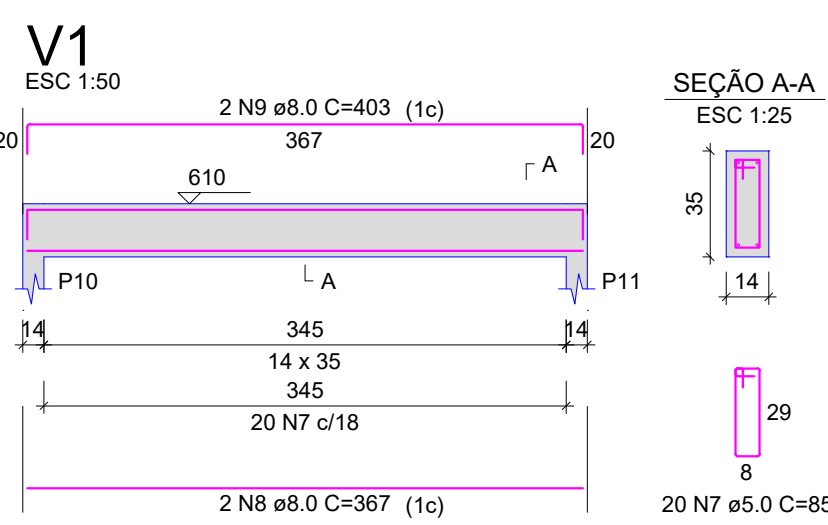
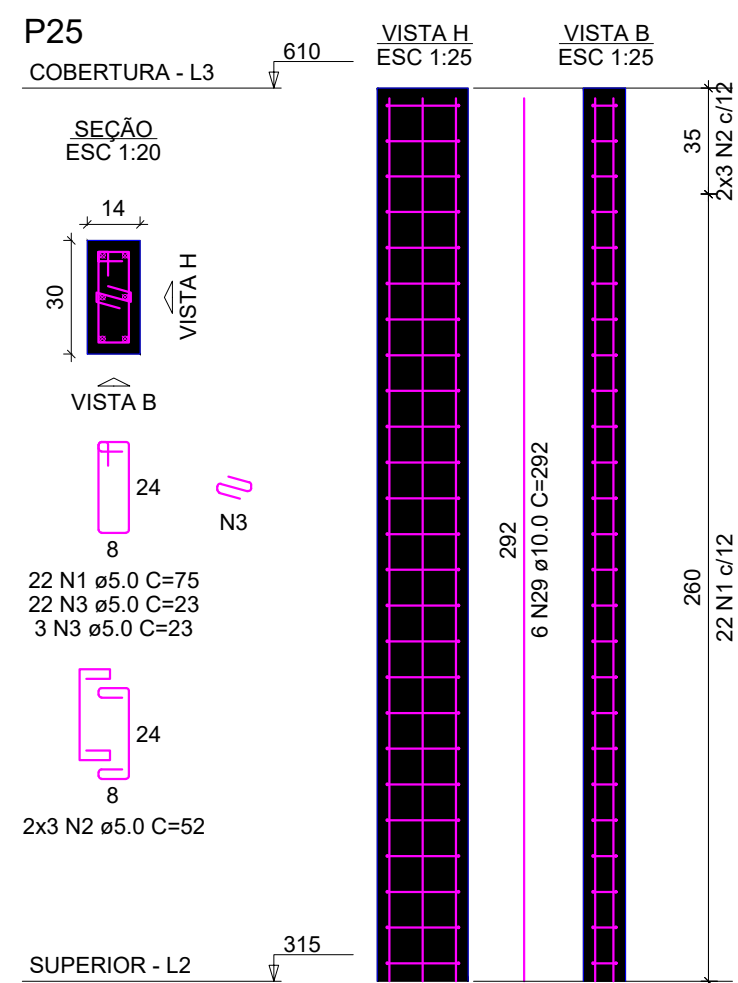
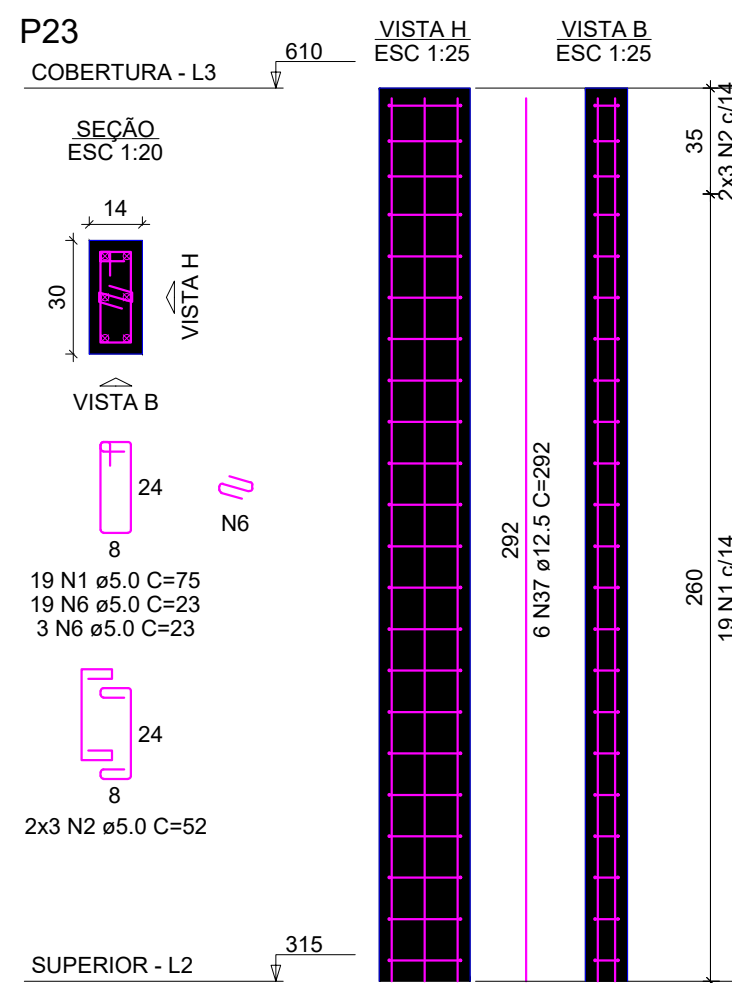
PILARES DA COBERTURA



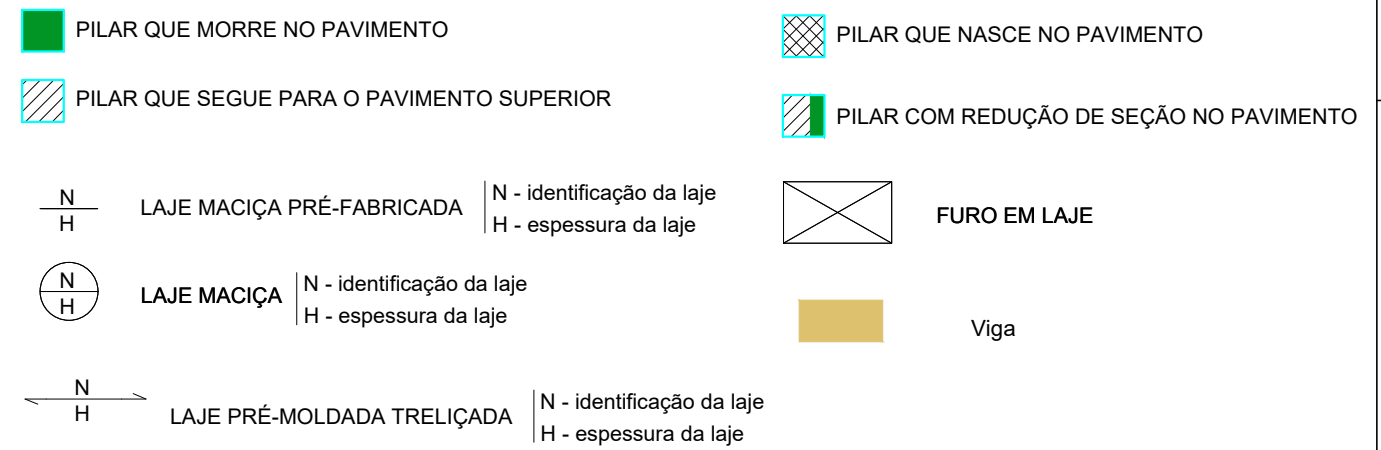
RELAÇÃO DO AÇO						
11xP10		2xP15		P18		
P19		P22		P23		
P25		V1		V2		
V6		V7		V8		
V9		V10		V11		
V12						
CAÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)	
CA50	1	5.0	349	75	26175	
	2	5.0	96	52	4992	
	3	5.0	125	23	2875	
	4	5.0	44	115	5060	
	5	5.0	12	72	864	
	6	5.0	22	23	506	
	7	5.0	398	85	33850	
	8	8.0	4	367	1468	
	9	8.0	6	403	2418	
	10	8.0	2	383	766	
CA50	11	8.0	4	355	1334	
	12	8.0	2	739	1478	
	13	8.0	2	375	750	
	14	8.0	2	412	824	
	15	8.0	2	372	744	
	16	8.0	2	767	1534	
	17	8.0	2	731	1462	
	18	8.0	1	767	767	
	19	8.0	2	939	1878	
	20	8.0	2	975	1950	
	21	8.0	2	1125	2250	
	22	8.0	1	169	338	
	23	8.0	4	1198	4792	
	24	8.0	4	184	720	
	25	8.0	2	158	316	
	26	8.0	2	510	1020	
	27	8.0	2	1156	2312	
	28	8.0	2	200	400	
29	10.0	6	232	1392		
30	10.0	20	328	6560		
31	10.0	4	67	268		
32	10.0	2	435	870		
33	10.0	2	767	1534		
34	10.0	2	391	782		
35	10.0	1	419	419		
36	10.0	2	426	852		
37	12.5	6	292	1752		

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	292.4	126.9
	10.0	289.5	196.4
	12.5	17.5	18.6
CA60	5.0	743	126
PESO TOTAL (kg)			
CA50	341.8		
CA60	126		

Volume de concreto (C-30) = 5.80 m³
 Área de forma = 105.98 m²



LEGENDA



e= INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVÇÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Elemento	fck (MPa)
Vigas	30
Pilares	30
Fundação	30

2 - AÇO
CA-50: $F_y=500$ MPa
CA-60: $F_y=600$ MPa

COBRIMENTO DAS ARMADURAS	
Vigas com e sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares sem contato com o solo	3,00 cm
Pilares com contato com o solo	4,50 cm
Lajes	2,50 cm
Sapatas	4,5 cm

NOTAS

- AS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO NÃO PODERÃO SER ALTERADAS SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA;
- CONFERIR TODAS AS MEDIDAS ANTES DO CORTE, DOBRAMENTO E MONTAGEM DAS ARMADURAS;
- NÃO FURAR VIGAS PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA, ESGOTO, ETC, PARA ISTO CONSULTAR O AUTOR DO PROJETO;



IF Sertão-PE
Endereço:
Estado:
Telefone:
E-mail:

PROPRIETÁRIO

LOCAL

TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado

Detalhamento dos Pilares e vigas da Cobertura 01/02

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA
INDICADA

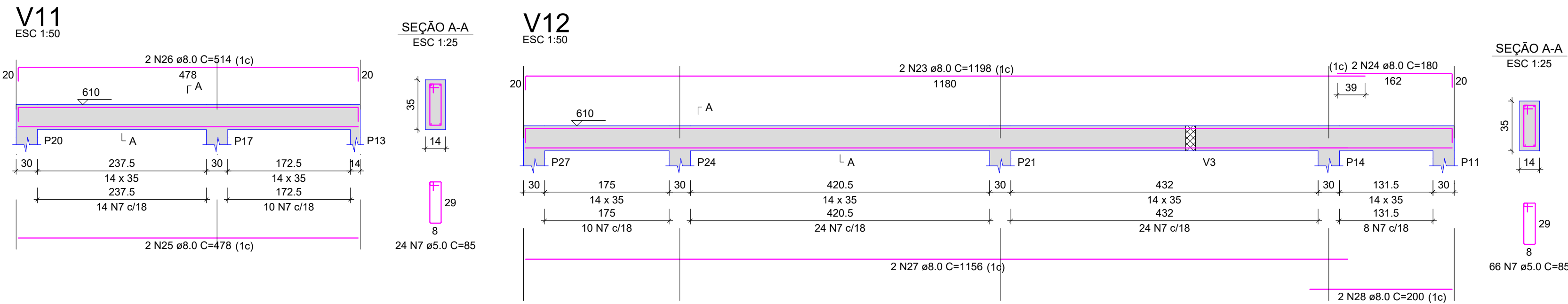
FASE
EXECUTIVO

ID

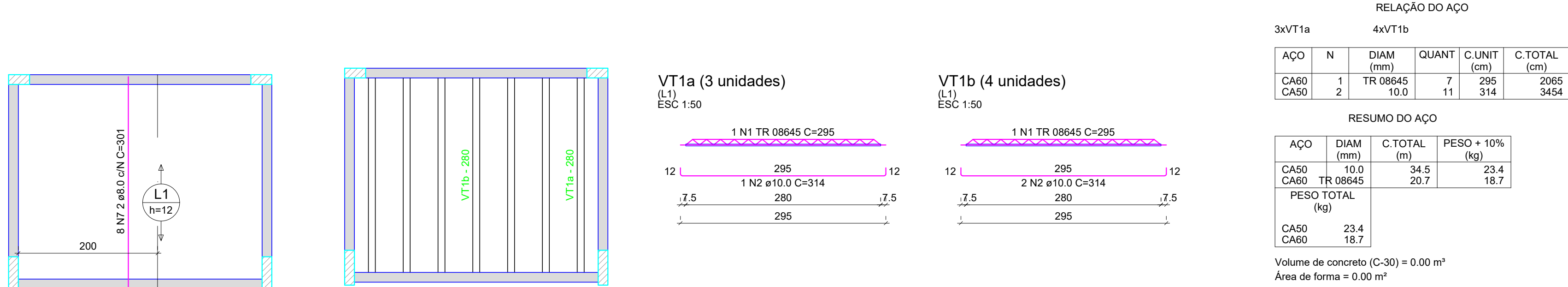
T

10

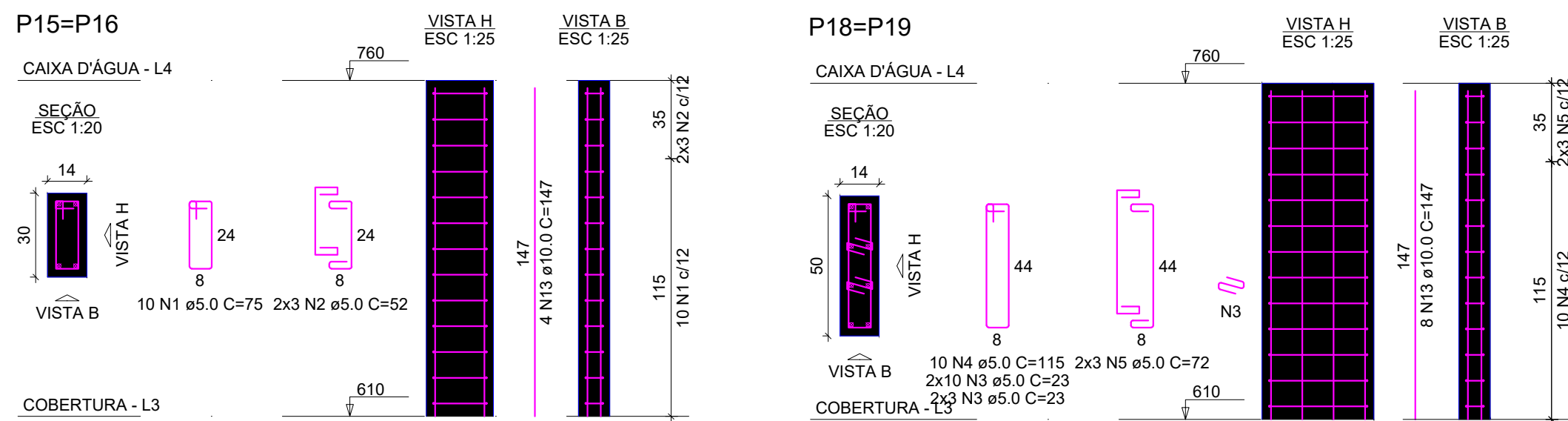
PILARES DA COBERTURA (CONTINUAÇÃO)



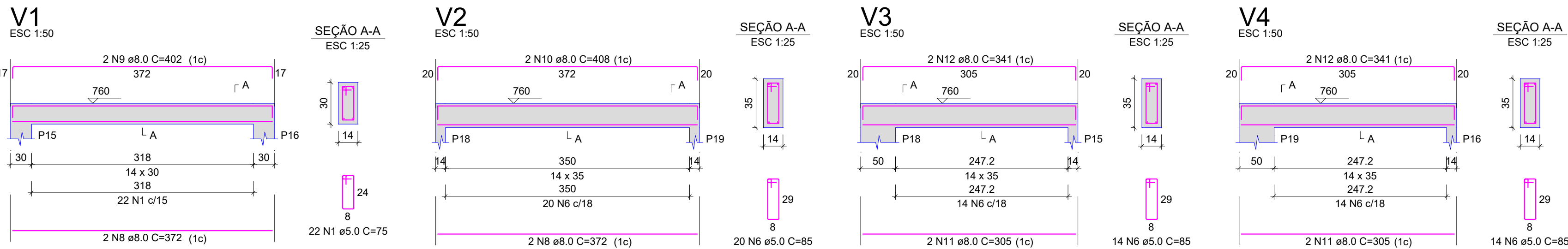
ARMAÇÃO POSITIVA DAS LAJES DO PAVIMENTO COBERTURA (EIXO Y)



PILARES DA CAIXA D'ÁGUA



VIGAS DA CAIXA D'ÁGUA



RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	42	75	3150
	2	5.0	12	52	624
	3	5.0	52	23	1196
	4	5.0	20	115	2300
	5	5.0	12	72	864
	6	5.0	48	85	4080
	7	8.0	8	301	2408
	8	8.0	4	372	1488
	9	8.0	2	402	804
	10	8.0	2	408	816
	11	8.0	4	305	1220
	12	8.0	4	341	1364
	13	10.0	24	147	3528

Positivos Y-L3
V1-L4
V4-L4

2xP15-L4
V2-L4

2xP18-L4
V3-L4

RESUMO DO AÇO

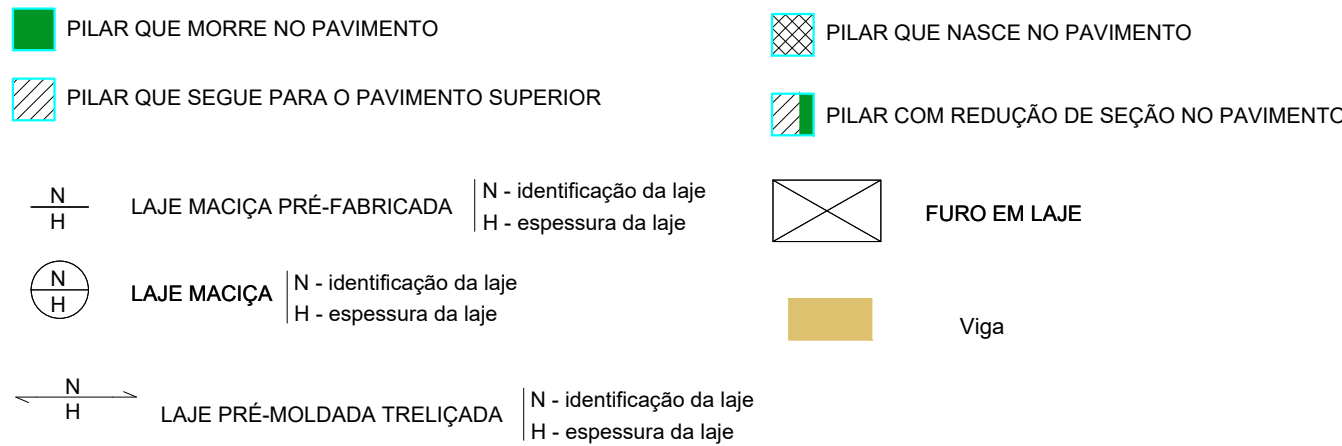
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	8.0	81	35.2
	10.0	35.3	23.9
CA60	5.0	122.1	20.7

PESO TOTAL (kg)

CA50	59.1
CA60	20.7

Volume de concreto (C-30) = 1.37 m³
Área de forma = 15.93 m²

LEGENDA



e= INDICAÇÃO DE REBAIXAMENTO OU ELEVACÃO DA VIGA EM RELAÇÃO AO NÍVEL DO PAVIMENTO

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

1 - CONCRETO		
Elemento	fcck	(MPa)
Vigas	30	
Pilares	30	
Fundação	30	

2 - AÇO

CA-50: Fy=500 MPa

CA-60: Fy=600 MPa

COBRIMENTO DAS ARMADURAS

Vigas com e sem contato com o solo 3,00 cm

Pilares sem contato com o solo 3,00 cm

Pilares com contato com o solo 4,50 cm

Lajes 2,50 cm

Sapatas 4,5 cm

NOTAS

- AS ESPECIFICAÇÕES CONTIDAS NESTE PROJETO NÃO PODERÃO SER ALTERADAS SEM AUTORIZAÇÃO DO PROJETISTA;
- CONFERRIR TODAS AS MEDIDAS ANTES DO CORTE, DOBRAMENTO E MONTAGEM DAS ARMADURAS;
- NÃO FURAR VIGAS PARA PASSAGEM DE TUBULAÇÃO DE ÁGUA, ESGOTO, ETC, PARA ISTO CONSULTAR O AUTOR DO PROJETO;



IF Sergipe-PE

Endereço:

Estado:

Telefone:

E-mail:

PROPRIETÁRIO

LOCAL

TÍTULO

Estrutura de Concreto Armado

Detalhamento dos Pilares e vigas da cobertura 02/02

RESPONSÁVEL TÉCNICO

DATA

DESENHO

ESCALA

FASE

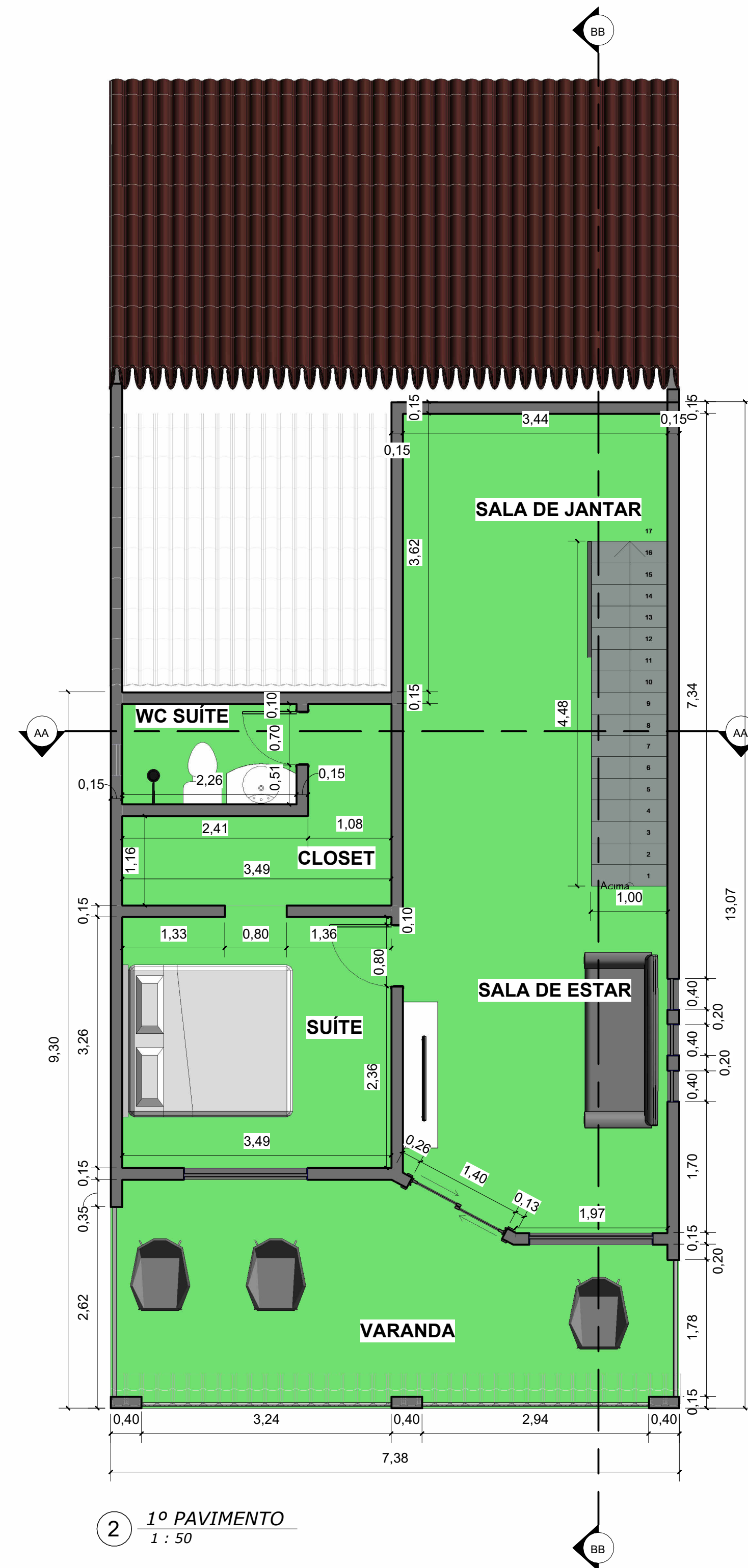
ID

EST

10

10

APÊNDICE B - PRANCHAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO



PLANTA BAIXA		FOLHA 1/2
DESCRIÇÃO :	PROJETO PARA CONSTRUÇÃO RESIDENCIAL	
LOCAL :	RUA XXX - QUADRA XXX - NºXXX CIDADE XXXX ESTADO :	
PROPRIETÁRIO (A):	NOME DO CLIENTE CPF : XXXX	
INSC. CAD.:	XXX	
ESCALA :	INDICADAS	
DATA :		
SITUAÇÃO S/ ESC.		
RUA 1 RUA 2 RUA 3 RUA 4 RUA 5		
DECLARO QUE A APROVAÇÃO DO PROJETO NÃO IMPLICA NO RECONHECIMENTO, POR PARTE DA PREFEITURA, DO DIREITO DE PROPRIEDADE DO TERRENO.		
PROPRIETÁRIO		
ÁREAS		
DO TERRENO	250,00 m²	
TOTAL DA CONSTRUÇÃO	214,55 m²	
TAXA DE OCUPAÇÃO	86 %	
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0,86	
AUTOR DO PROJETO E RESPONSÁVEL TÉCNICO ENGENHEIRO CIVIL CREA : XXXXX ART - XXXXX		
CARIMBOS DA PREFEITURA		

