

**ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ARQUITETÔNICO E DIMENSIONAMENTO
ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES**

**DENISE FERREIRA DIAS
ESTHEVÃO VIEIRA CÉSAR DA SILVA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
DEZEMBRO/2025**

**ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ARQUITETÔNICO E DIMENSIONAMENTO
ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES**

**DENISE FERREIRA DIAS
ESTHEVÃO VIEIRA CÉSAR DA SILVA**

Projeto Final em Engenharia Civil
apresentado ao Laboratório de Engenharia
Civil da Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Civil

Orientador: Prof. D.Sc. Sérgio Luiz González

Co-orientador: Prof. M.Sc Rafael da Silva Hortêncio

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
DEZEMBRO/2025

ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ARQUITETÔNICO E DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL EM CAMPOS DOS GOYTACAZES

DENISE FERREIRA DIAS
ESTHEVÃO VIEIRA CÉSAR DA SILVA

Projeto Final em Engenharia Civil
apresentado ao Laboratório de Engenharia
Civil da Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Civil

Aprovado em Campos dos Goytacazes, ____/____/____

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
SERGIO LUIS GONZALEZ GARCIA
Data: 19/01/2026 20:38:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Sérgio Luiz Gonzalez D.Sc. Estruturas (UENF)



Documento assinado digitalmente
RAFAEL DA SILVA HORTENCIO
Data: 19/01/2026 16:28:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Rafael da Silva Hortêncio – M.Sc. Estruturas (IFF)



Documento assinado digitalmente
NIANDER AGUIAR CERQUEIRA
Data: 19/01/2026 17:38:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Niander Aguiar Cerqueira – D.Sc. Engenharia Civil (UENF)



Documento assinado digitalmente
MATHEUS DO NASCIMENTO SILVA
Data: 19/01/2026 15:26:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Matheus do Nascimento Silva – Engenheiro Civil (UENF)

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a todos que testemunharam e conviveram com o dia a dia de estudos e abdicação.

Aos meus orientadores, Sérgio Luiz Gonzalez e Rafael da Silva Hortêncio, que além de instrutores, foram verdadeiros exemplos de profissionais dedicados e qualificados que levarei como exemplos.

Ao meu maior apoio e inspiração, Juliana Santiago de Souza, por estar sempre ao meu lado, nos desafios e comemorações, essa é a prova de mais uma de nossas conquistas.

À minha mãe, Rosimeri Franklin Dias, impulsionadora da educação na família. Seus passos abriram caminhos que sinto orgulho em seguir, plantando e colhendo valores como educação, respeito e amor ao próximo.

À minha avó, Rosalina, e minha tia, Elizabeth, mulheres guerreiras, sempre demonstrando orgulho e apoio durante todo meu crescimento. As mulheres da minha família, fortes e destemidas, são minhas heroínas.

À minha irmã gêmea, por ter tornado as rotinas mais leves, e ser exemplo de dedicação e amor à profissão escolhida.

Aos meus irmãos, Diogo Ferreira Dias e Dionei Ferreira Dias, pela sempre fervorosa torcida.

Aos meus amigos, por fazerem de cada dia especial e dividirem o fardo da rotina intensa, com carinho especial a Isabella Martins Feres de Souza, João Pedro de Oliveira Melo e Dara Pinheiro Botelho Xavier Miotte.

À um especial amigo, que mesmo sabendo dos meus defeitos, abraçou e traçou a rota para essa conquista ao meu lado, Esthevão Vieira César da Silva.

Aos professores da instituição pelo conhecimento compartilhado, e contribuírem na minha formação técnica e pessoal.

Denise Ferreira Dias

Dedico este trabalho a Deus, o autor e consumidor da minha fé, que me conduziu durante todos esses anos de dedicação ao estudo.

Aos meus familiares, em especial meus pais, Alexandre Raimundo da Silva e Juliana Vieira César da Silva, que se desdobraram para me educar e às minhas irmãs

Emanuely Ionice Vieira César da Silva e Izabely Vieira César da Silva, por todo apoio e carinho para que com maestria esse objetivo seja alcançado.

Aos meus avós que não se encontram presentes fisicamente, Celso Rezende da Silva e Prudêncio César Costa, que desde os meus primeiros anos de vida depositaram suas esperanças em mim.

Aos meus amigos, que sempre me apoiaram e acreditaram no meu potencial, nos bons e nos maus momentos, em especial João Pedro de Oliveira Melo, Isabella Martins Feres de Souza, Denise Ferreira Dias e Dara Pinheiro Botelho Xavier Miotte, que influenciaram e certamente tiveram grande impacto na minha formação acadêmica.

Agradeço a todos os professores da instituição, que contribuíram para o meu aprendizado, tanto técnico quanto pessoal, todos contribuíram para o meu crescimento.

Esthevão Vieira César da Silva

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento dos projetos arquitetônico e estrutural de um centro comercial em concreto armado no bairro Parque Califórnia, em Campos dos Goytacazes – RJ, região caracterizada pela expansão urbana e pela crescente demanda por serviços. A proposta surge da necessidade de atender ao aumento populacional e à carência de espaços comerciais adequados próximos à Universidade Estadual do Norte Fluminense, favorecendo o desenvolvimento econômico local. A revisão de literatura contempla conceitos de edificações comerciais, requisitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas, acessibilidade e legislação urbanística, destacando a importância da compatibilização entre arquitetura e engenharia. A metodologia envolve pesquisa aplicada, elaboração do projeto arquitetônico no AutoCAD e desenvolvimento do projeto estrutural no *software* Eberick, seguindo as normas NBR 6118, NBR 6120, NBR 8681 e NBR 14432. O modelo estrutural considerou lajes maciças, análises de segunda ordem, cargas normativas e efeitos do vento. O dimensionamento utilizou concreto de f_{ck} 40 MPa, aço CA-50 e classe de agressividade ambiental II. Os resultados indicaram bom desempenho estrutural, com γ_z inferior a 1,10 e deformações dentro dos limites normativos. O trabalho consolida teoria, normas e ferramentas computacionais, resultando em um projeto completo, viável e alinhado às necessidades urbanas da região.

Palavras-chave: projeto arquitetônico; projeto estrutural; centro comercial; Eberick; AutoCad.

ABSTRACT

This work presents the development of architectural and structural designs for a reinforced concrete shopping center in the Parque Califórnia neighborhood, in Campos dos Goytacazes – RJ, a region characterized by urban expansion and growing demand for services. The proposal arises from the need to meet the population increase and the lack of adequate commercial spaces near the State University of Northern Rio de Janeiro, favoring local economic development. The literature review addresses concepts of commercial buildings, Brazilian Association of Technical Standards requirements, accessibility, and urban planning legislation, highlighting the importance of compatibility between architecture and engineering. The methodology involves applied research, the elaboration of the architectural design in AutoCAD, and the development of the structural design in Eberick *software*, following the NBR 6118, NBR 6120, NBR 8681, and NBR 14432 standards. The structural model considered solid slabs, second-order analyses, normative loads, and wind effects. The dimensioning used 40 MPa f_{ck} concrete, CA-50 steel, and an environmental aggressiveness class II. The results indicated good structural performance, with γ_z less than 1.10 and deformations within normative limits. The work consolidates theory, standards, and computational tools, resulting in a complete, feasible project aligned with the urban needs of the region.

Keywords: architectural design; structural design; shopping center; Eberick; AutoCAD.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – UENF e entorno na década de 1990	15
Figura 2 – UENF e entorno em 2025	15
Figura 3 – Destaque da área para construção do centro comercial.....	16
Figura 4 – Sinalização nas portas e janelas de vidro	27
Figura 5 – Acesso do veículo ao lote	28
Figura 6 – Esquema de cargas na Laje.....	31
Figura 7 – Esquema de laje maciça com armaduras nas duas direções	32
Figura 8 – Relação entre os vãos teóricos	33
Figura 9 – Viga em concreto armado	34
Figura 10 – Esquema de viga sujeita à flexão	35
Figura 11 – Esquema de um pilar em concreto armado	41
Figura 12 – Pilar de canto	42
Figura 13 – Momentos fletores de extremidade provenientes da ligação com a viga não contínua sobre o pilar.....	43
Figura 14 – Pilar de intermédio	44
Figura 15 – Pilar de extremidade	44
Figura 16 – Detalhe de um conjunto de sanitários	52
Figura 17 – Pontos de inundação recorrentes em Campos dos Goytacazes/RJ	53
Figura 18 – Proximidade Rio Paraíba do Sul - lote do centro comercial.....	54
Figura 19 – Tratamento de desníveis segundo a NBR 9050:2020	54
Figura 20 – Lançamento da planta baixa	58
Figura 21 – Definição dos níveis e altura do projeto.....	59
Figura 22 – Lançamento de pilares	60
Figura 23 – Lançamento das vigas	61
Figura 24 – Lançamento de lajes	63
Figura 25 – Estrutura tridimensional gerada pelo programa	64
Figura 26 – Definição de ações e combinações	65
Figura 27 – Redução das rigidezes na análise estrutural	66
Figura 28 – Dados de entrada para análise estrutural.....	67
Figura 29 – Dados para o cálculo dos painéis de laje	68
Figura 30 – Dados para o modelo de fundação inicial.....	69
Figura 31 – Janela de análise dinâmica	70

Figura 32 – Cargas de parede adotadas	71
Figura 33 – Dados de entrada para dimensionamento de pilares	72
Figura 34 – Dados de entrada para dimensionamento de vigas.....	72
Figura 35 – Dados de entrada para dimensionamento de lajes.....	73
Figura 36 – Dados de entrada para dimensionamento de sapatas.....	73
Figura 37 – Dados de entrada para análise em situação de incêndio	74
Figura 38 – Materiais e durabilidade	75
Figura 39 – Parâmetros de entrada para os pilares	77
Figura 40 – Parâmetros de entrada para as vigas.....	77
Figura 41 – Parâmetros de entrada para as lajes.....	78
Figura 42 – Parâmetros de entrada para as sapatas.....	78
Figura 43 – Janela vento do <i>software</i>	79
Figura 44 – Mapa de velocidade de vento.....	79
Figura 45 – Escolha do fator S1	80
Figura 46 – Rugosidade do terreno.....	80
Figura 47 – Escolha do fator S3.....	81
Figura 48 – Deslocamentos limites adotados	82
Figura 49 – Análise final para processamento.....	83
Figura 50 – Janela de análise	84
Figura 51 – Deslocamentos da estrutura.....	85
Figura 52 – Diagrama de esforços normais no ELU	86
Figura 53 – Diagrama de esforços cortantes no ELU	86
Figura 54 – Diagrama de momentos fletores no ELU.....	87
Figura 55 – Diagrama de momentos torçores	87
Figura 56 – Detalhamento da armadura positiva da laje 85.....	88
Figura 57 – Detalhamento da armadura da viga 89	89
Figura 58 – Detalhamento do pilar 112	90
Figura 59 – Detalhamento da sapata 166	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação da placa cerâmica quanto ao desgaste por abrasão superficial.....	26
Tabela 2 – Espessuras mínimas de lajes segundo a NBR 6118:2023	33
Tabela 3 – Classe de agressividade ambiental	37
Tabela 4 – Cobrimento de elementos estruturais	38
Tabela 5 – Dimensões mínimas e recomendações para vigas de concreto armado segundo a NBR 6118:2023	39
Tabela 6 – Taxas mínimas de armadura de flexão.....	40
Tabela 7 – Espaços do centro comercial e suas dimensões internas, áreas e níveis	47
Tabela 8 – Áreas da Planta de Localização	48
Tabela 9 – Especificação das esquadrias	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.2	DADOS DO TERRENO	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.4	JUSTIFICATIVA	17
1.5	METODOLOGIA.....	19
1.6	ESCOPO DO TRABALHO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	CONCEITOS DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS	21
2.2	CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA	23
2.2.1	Rota acessível	24
2.2.2	Circulação interna	24
2.2.3	Revestimento do piso interno	25
2.2.4	Esquadrias	26
2.2.5	Estacionamento.....	27
2.2.6	Circulação externa	28
2.2.7	Sanitários	29
2.2.8	Cobertura	29
2.3	CONCEPÇÃO ESTRUTURAL.....	30
2.3.1	Conceituação estrutural.....	30
2.3.2	Lajes	30
2.3.3	Vigas.....	34
2.3.3.1	Esforços solicitantes	34
2.3.3.2	Dimensionamento e detalhamento	36
2.3.3.3	Dimensões mínimas	36
2.3.3.4	Armadura mínima	40
2.3.4	Pilares	40
2.3.4.1	Tipos de pilares	41
2.3.4.2	Armaduras e detalhamento	45
3	PROJETO ARQUITETÔNICO.....	46
3.1	CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA	46
3.2	ROTA ACESSÍVEL.....	49

3.3	CIRCULAÇÃO INTERNA	50
3.4	REVESTIMENTO DO PISO INTERNO.....	50
3.5	ESQUADRIAS.....	50
3.6	ESTACIONAMENTO	51
3.7	CIRCULAÇÃO EXTERNA	51
3.8	SANITÁRIOS.....	52
3.9	NÍVEIS DE PROJETO.....	53
3.10	COBERTURAS	55
3.11	IMPLANTAÇÃO NO TERRENO	55
4	CAPÍTULO IV – PROJETO ESTRUTURAL	57
4.1	MODELAGEM ESTRUTURAL NO <i>SOFTWARE</i> EBERICK.....	57
4.2	LANÇAMENTO DA PLANTA ARQUITETÔNICA.....	57
4.3	LANÇAMENTO DOS PILARES	59
4.4	LANÇAMENTO DAS VIGAS	60
4.5	LANÇAMENTO DAS LAJES	61
4.6	VISUALIZAÇÃO DA ESTRUTURA.....	63
4.7	CÁLCULOS DE CARGAS	64
4.7.1	Ações e combinações	64
4.7.2	Análise do pórtico	65
4.7.3	Cargas adotadas.....	70
4.7.4	Dimensionamento	71
4.7.5	Incêndio	74
4.7.6	Materiais e durabilidade.....	75
4.7.7	Detalhamento.....	76
4.7.8	Vento	79
4.7.9	Verificação ao ELS	81
4.7.10	Processamento da estrutura	82
4.8	RESULTADO DOS DIMENSIONAMENTOS	83
4.8.1	Análise preliminar dos resultados	83
4.8.2	Resultado das deformações	85
4.8.3	Esforços solicitantes	85
4.8.4	Detalhamento das armaduras.....	87
4.8.4.1	Armaduras das lajes	88
4.8.4.2	Armaduras das vigas	88

4.8.4.3 Armaduras dos pilares.....	89
4.8.4.4 Armaduras das sapatas.....	89
5 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	92
ANEXOS.....	96

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A construção civil é um setor essencial para o desenvolvimento de qualquer país. É por meio dela que a infraestrutura – saneamento básico, estradas, pontes, ferrovias, redes de energia e comunicação – é aprimorada, a fim de promover desenvolvimento econômico e social. Além disso, é importante destacar o impacto do setor na geração de empregos no Brasil. Segundo o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho e Emprego, em 2025 a construção civil alcançou o teto de 3 milhões de trabalhadores formais no país (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2025).

A construção civil no Brasil, é o método tradicional e amplamente difundido de construir é com o uso de estrutura de concreto armado para suportar cargas, alinhada com alvenaria cerâmica para vedação. No que se refere ao concreto armado, é um composto que associa convenientemente o concreto com o aço, de forma que este resiste aos esforços de tração e aquele, aos esforços de compressão (Neville, 2016).

Esse material é usado em diferentes tipos de edificações, residenciais e comerciais. No que tange as edificações comerciais, estas têm ganhado nova perspectiva, visto que há uma exigente demanda de qualidade e infraestrutura. Os espaços comerciais integrados são altamente procurados para satisfazer, em um único ambiente, diferentes necessidades, como trabalhos, reuniões, alimentação, entre outras. O setor da construção civil, diante desse mercado, atrelado ainda com um crescimento de 7,88% nos preços de aluguéis de salas comerciais de até 200 m² (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 2024), tem investido significativamente no ramo de edifícios comerciais. Vale ressaltar que esses tipos de edificações, além de otimizar o tempo do usuário devido à integração dos ambientes, também são considerados mais seguros.

O trabalho de engenharia envolvido no desenvolvimento de um centro comercial, ou seus sinônimos shopping center e galeria comercial, é vital para um desempenho superior da edificação. Por meio dele, é possível planejar e atender as necessidades de viabilidade, funcionalidade e compatibilidade, sendo essa última o reconhecimento de que a arquitetura e estruturas são interdependentes. Essa análise

é primordial para garantir a harmonia estética, além de antecipar e solucionar conflitos, que geralmente são onerosos em termos de tempo e dinheiro (Nascimento, 2014).

Atualmente, os *softwares* são importantes ferramentas para projetar uma edificação. São alguns exemplos de ferramentas que auxiliam o trabalho o AutoCad, para desenhos dos projetos arquitetônicos; Eberick e TQS, *softwares* de lançamento e cálculo estrutural; e Revit, com desenho arquitetônico, estrutural, de instalações elétricas e hidráulicas.

Fabrício (2002) afirma que o processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de qualidade ao produto. Diante disso, cabe salientar que, a função exercida pelo engenheiro civil jamais poderá ser substituída por tecnologia, sejam *softwares* ou inteligência artificial. Todos são capazes de aprender e manusear quaisquer ferramentas, mas a análise crítica é inerente ao profissional formado e habilitado. Apenas o engenheiro possui a capacidade de identificar avarias e divergências, sendo essencial para garantir a aplicação correta dos meios.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Campos dos Goytacazes é o maior em extensão territorial do estado do Rio de Janeiro, chegando a ocupar quase 10% do território estadual. É ainda, a cidade mais populosa do interior do estado, um pouco mais de 480 mil habitantes (IBGE, 2022). A economia de Campos dos Goytacazes tem forte influência da indústria de petróleo e gás (Silva; Hasenclever, 2019). Entretanto, o setor que mais emprega na cidade é o setor de serviços, com destaque para o comércio varejista (O Dia, 2024). Nesse sentido, o centro comercial surge como novo empreendimento com potencial para favorecer a criação de empregos, satisfazendo também o interesse público.

A região do bairro Parque Califórnia, área intimamente ligada à criação da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) em 1993, apresenta potencial para expansão do setor de comércio. Anteriormente à inauguração da universidade, o entorno era considerado sem desenvolvimento urbano, com muitos terrenos vazios, e pouco ou nenhum comércio e residências. É possível observar na Figura 1, a instituição de ensino superior e seu entorno na década de 1990, marcado por um vazio urbano. A região escolhida é associada ao Plano Diretor dos municípios brasileiros, que culturalmente visa a instalação de empreendimentos e/ou instituições de grande porte, como shoppings center e universidades, em áreas pouco povoadas, com intuito de promover o desenvolvimento socioeconômico (Silveira; Vacovski, 2015). A partir

da construção e funcionamento da UENF, foram construídos inúmeros condomínios de alto e médio padrão, para atender à demanda dos usuários da instituição, como os docentes e discentes. Nesse mesmo contexto, com a urbanização e constante aumento do número de residências (Figura 2), percebe-se um déficit comercial para atender às necessidades dos consumidores.

Figura 1 – UENF e entorno na década de 1990



Fonte: J3News (2023)

Figura 2 – UENF e entorno em 2025



Fonte: Google Earth Pro (2025)

Dessa forma, o presente trabalho consiste em elaborar o projeto de um edifício comercial em uma área de Campos dos Goytacazes em constante crescimento. O estudo abrange a elaboração dos projetos arquitetônico e estrutural, essenciais de qualquer construção, com o uso dos *softwares* AutoCad e AltoQi Eberick, respectivamente, conforme as normas vigentes.

1.2 DADOS DO TERRENO

Situado nas proximidades do *campus* Leonel Brizola da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, na Avenida Alberto Lamago, Bairro Califórnia, em Campos dos Goytacazes - RJ, o terreno conta com 8.740 m², caracterizando uma ampla área para aproveitamento, inclusive futuras ampliações. O terreno possui característica retangular, com 230 m de fachada e 38 m de profundidade. Na Figura 3, é apresentada uma imagem de satélite das proximidades do *campus*, com destaque em amarelo para o lote em questão.

Figura 3 – Destaque da área para construção do centro comercial



Fonte: Google Earth Pro (2025)

O projeto prevê a utilização de cerca de 43,5% do terreno para área construída, sendo o restante voltado para estacionamento descoberto. A vizinhança do lote do centro comercial está relacionada com o Condomínio Privilège: nos fundos, nesse

caso a sul, o muro do empreendimento, a oeste, uma entrada não utilizada deste, e a leste a entrada principal.

1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar, com base nas normas vigentes de desempenho e acessibilidade, os projetos arquitetônico e estrutural de uma galeria comercial em concreto armado localizada em Campos dos Goytacazes, destinada a atender às necessidades da comunidade local.

Os objetivos específicos definidos foram:

- Operação do *software* Eberick;
- Aplicar normas de desempenho, acessibilidade, concreto armado, Código de Obras Municipal, entre outros regulamentos relacionados;
- Elaborar e plotar as plantas baixas, cortes e fachada no AutoCAD;
- Proceder o lançamento dos elementos estruturais e cargas no Eberick;
- Verificar e analisar criticamente a estrutura;
- Desenvolver o detalhamento estrutural.

1.4 JUSTIFICATIVA

“A principal característica dos centros das cidades era a multifuncionalidade, ou seja, a mistura orgânica de funções” (Grassiotto, 2007, p. 6). A cidade de Campos dos Goytacazes acompanha essa tendência. As áreas centrais possibilitam satisfazer diversas necessidades, sejam de negócios, lazer ou cultura, com apenas um deslocamento (Balsas, 1999). Entretanto, os *shoppings centers* e centros comerciais em periferias também carregam essa característica, e ainda, permitem aos usuários evadirem-se de transtornos que os centros urbanos trazem, como violência, poluição, dificuldade de estacionamento, pavimentação ruim, poluição sonora, entre outros (Vespucci, 2014). Em especial, o centro de Campos dos Goytacazes é caracterizado por ruas estreitas, o que dificulta ainda mais o fluxo de pessoas e automóveis.

Outro aspecto positivo de centros comerciais integrados está na segurança privada desses empreendimentos, monitorados e controlados durante todo expediente. Esses ambientes são capazes de aliar segurança, ordem e estética, que

são raros em espaços públicos (Almeida, 2001 *apud* Prim; Dalmina Junior, 2013). Em zonas centrais, as lojas individualizadas não são capazes de garantir a segurança dos consumidores durante os traslados, ou seja, estes ficam à mercê da segurança pública, problemática corriqueira em cidades de médio e grande porte, devido ao alto número de assaltos. Segundo Silva (2007, p. 19), em seu estudo de caso do *shopping* Aricanduva, em São Paulo:

Para a população da região e usuários os benefícios vão desde a possibilidade de serviços, comércio lazer e cultura, com segurança e conforto, num único espaço, a melhoria da infraestrutura da região, os programas de responsabilidade social e comunitária desenvolvidos pelo Shopping até a valorização imobiliária dos imóveis diante do progresso de toda a região.

Sabendo disso, um empreendimento desse porte é capaz de atender algumas demandas da região no entorno do Parque Califórnia, tornando-a cada vez mais independente do centro da cidade e mais convidativa para novos investimentos tanto públicos, como transporte, quanto privados, como novos condomínios e espaços de lazer e cultura. Ademais, observa-se uma demanda na região para atender tanto às necessidades dos que frequentam a Universidade, quanto da comunidade da proximidade e dos que seguem viagem pela Avenida Arthur Bernardes e Avenida Alberto Lamego para acessar a BR-356, em sentido ao litoral, no qual está localizado o Porto do Açú, importante polo econômico do município.

A integração Centro Comercial, Universidade e Comunidade é possível e real, visto que a UENF dispõe de inúmeros projetos de extensão que conversam com a comunidade e trariam ao empreendimento a identidade local. “É válido investir dentro do *shopping* em atividades voltadas para a cultura local, como exposições, *workshops* e demais eventos que contribuem para adquirir esta posição” (Abreu, 2006 *apud* Prim; Dalmina Júnior, 2013, p. 109).

O desafio da compatibilização entre estética e estrutura é atrelado às principais funções desempenhadas por arquitetos e engenheiros, respectivamente. O arquiteto se concentra na concepção do projeto, unindo estética, funcionalidade e conforto, enquanto o engenheiro civil garante a segurança e a viabilidade técnica da construção. Embora possam parecer diferentes em muitos aspectos, responsabilidades e tarefas, esses trabalhos se sobrepõem. O projeto arquitetônico é uma inter-relação entre forma, função e estética, e a partir dele, o engenheiro civil deve buscar soluções

estruturais que não interfiram nas relações espaciais conceituais desenvolvidas (El-Gammal; El-Menshawy, 2018).

Perante o exposto, a justificativa para a realização deste trabalho está relacionada à relevância do Centro Comercial e seu impacto positivo, em diversos ramos. Além disso, o estudo também oferece a oportunidade de desenvolver o senso criativo no desenvolvimento do projeto arquitetônico, e a sistemática de solucionar estruturalmente a concepção arquitetônica, em especial com o uso do concreto armado, técnica extremamente demandada no mercado de trabalho. Também é possível citar o enriquecimento técnico e cultural frente à imersão em normas de segurança, trabalhos acadêmicos e *softwares*, além do aprimoramento profissional dado por meio da aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso.

1.5 METODOLOGIA

Esse trabalho caracteriza-se como de natureza aplicada, visto que o resultado do estudo é a geração de um produto para aplicação prática, que busca a solução de problemas envolvendo interesses locais. Visa a revisão de literatura para desenvolvimento de um projeto dentro das premissas normativas (Prodanov; Freitas, 2013).

Inicialmente, foi realizado o estudo da literatura normativa vigente, como NBR 6118:2023 – Projetos de Estruturas de Concreto Armado; NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos; NBR 6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações; e NBR 6492:2021 – Documentação técnica para projetos arquitetônicos e urbanísticos - Requisitos. Em seguida, o projeto arquitetônico foi desenvolvido, com a elaboração das plantas no *software* AutoCAD, conforme as exigências do Código de Obras de Campos dos Goytacazes. Posteriormente, foi feito o lançamento estrutural no *software* Eberick, para o dimensionamento dos elementos estruturais.

1.6 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho se divide em quatro capítulos: o primeiro, *Introdução*, abrange dados do terreno, motivações e objetivos do trabalho; o segundo, *Revisão de literatura*, traz

os principais conceitos e regulamentos utilizados como fundamentação para o trabalho; o terceiro, *Projeto Arquitetônico*, expõe os conceitos definidos para o projeto, bem como o seu detalhamento; o quarto e último capítulo, *Projeto Estrutural*, explora a utilização do *software* Eberick, desde a fase de lançamento da estrutura, dimensionamento, interpretação de resultados e por fim o detalhamento. Vale ressaltar que, nos dois últimos capítulos, as normas e materiais didáticos foram adotados como direcionamento nas tomadas de decisão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONCEITOS DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS

As edificações apresentam distintas particularidades de acordo com a utilização da construção. A NBR 9077 classifica as edificações conforme a ocupação, altura, dimensões em planta, e características construtivas. Esses aspectos são relevantes para adoção de premissas de segurança para situações de emergência, principalmente incêndios. Quanto à ocupação, as edificações são classificadas como: uso residencial (Classe A); serviços de hospedagem (Classe B); comercial varejista (Classe C); e industrial, comercial de alto risco, atacadista e depósitos (Classe I); entre outros. A classe comercial varejista é subdividida em: C1 - comércio em geral, de pequeno porte; C2 - comércio de grande e médio porte; e C3 - centros comerciais (ABNT, 2025). O Decreto nº 10.426 do município do Rio de Janeiro, de 6 de setembro de 1991, em seu anexo III, define:

Edificação de uso comercial é aquela destinada às atividades próprias ao comércio e à prestação de serviços, incluindo lojas, salas comerciais e sedes administrativas, bem como edificações de uso exclusivo destinadas ao comércio e à prestação de serviços (Rio de Janeiro, 1991, on-line).

Além disso, segundo Schwengber *et al.* (2018, on-line), as edificações de acesso público possuem outro papel a desempenhar:

Os espaços urbanos, sejam eles abertos ou fechados, influenciam o dia-dia das pessoas e são meios de interação e trocas. As experiências de vivência são ainda mais relevantes quando se fala de ambientes comerciais, e a arquitetura se torna uma aliada no processo de planejamento desses espaços, pois além do cuidado com o conceito estético há a preocupação com a obtenção de resultados.

No que diz respeito à obtenção de resultados, a própria criação e evolução de *shoppings centers* é atrelada historicamente às mudanças de necessidades da sociedade (Prim; Dalmina Junior, 2013). Vale ressaltar que, neste trabalho, os *shoppings center* são citados em equivalência aos centros comerciais, sendo estes últimos de dimensão reduzida quando comparados àqueles. Os *shoppings centers* são vistos na sua forma arquitetônica como uma identidade cultural abstrata, dependente do contexto urbano, da sua sociedade de consumo e pela adequação aos

fatores climáticos. Apresentam em comum amplas áreas privadas, com regras que garantem lazer e segurança (Nascimento, 2003).

Antigamente, as galerias comerciais eram instaladas no próprio centro da cidade. Devido à intensidade de ocupação do solo nessa região, as galerias eram dispostas em terrenos pequenos e, muitas vezes, estreitos. Nesse contexto, a fim de aproveitar todo o espaço do lote, a principal característica das galerias foi desenvolvida. A partir de um corte transversal, os edifícios comerciais, em sua maioria, apresentam uma estrutura central livre, com pé-direito elevado ou duplo, rodeado de lojas e/ou vitrines (Aleixo, 2005).

Além disso, outro aspecto arquitetônico peculiar é a presença de grandes vãos livres, com uso de vigas de transição como solução estrutural para distanciar os pilares e, assim, manter espaços livres para lojas e fluxo de pessoas (Aleixo, 2005). Outros dois fatores essenciais nos centros comerciais são a ventilação e iluminação, pensados e definidos com base no clima da região. É comum em *shoppings centers*, principalmente de grande porte, a adoção de sistema de refrigeração, com todo o espaço fechado e climatizado (Rifkin, 2001). Outra adoção frequente é o método de cobertura por meio de claraboia, visando otimizar a iluminação natural diurna e, por conseguinte, reduzir o consumo energético, apontado como grande problemática de estabelecimentos desse caráter (Prim; Dalmina Junior, 2013). Em locais quentes, a climatização é essencial para o conforto dos usuários. Assim como em regiões chuvosas, os ambientes abertos e sem coberturas nas áreas de circulação podem gerar transtornos e até diminuição do fluxo de pessoas e interferência nos resultados de vendas.

A partir do ano 2000, com a implantação da Lei Federal nº 10.098, foi pautada a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Essa legislação estabeleceu as normas gerais e os critérios básicos de acessibilidade. No entanto, apenas quatro anos depois, com a regulamentação dessa lei por meio do Decreto Federal nº 5296/2004, foram estipulados prazos para tornar as edificações acessíveis: até 2014 para construções comerciais já existentes; e imediatamente para novos empreendimentos. Desde então, projeta-se com alicerce na NBR 9050, documento técnico que dá as diretrizes e parâmetros de acessibilidade, sendo a referência técnica para aplicação das leis. A NBR 9050 em seu item 3.1.1, define acessibilidade como:

possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2020, p. 2).

Segundo o Código de obras de Campos dos Goytacazes, nenhuma edificação pode ser ocupada sem a prévia vistoria pela PMCG (Prefeitura Municipal de Campos dos Goytacazes) e a expedição da “Carta de Habilitação” ou “Habite-se”. Esse documento confirma que a obra foi realizada em conformidade com o projeto arquitetônico e as normas técnicas vigentes, inclusive de acessibilidade.

A NBR 9050 apresenta outros aspectos importantes de acessibilidade, principalmente sobre escadas e rampas - inclinação máxima, espelho, piso de degrau, guarda corpo, corrimão, entre outros, mas não são relevantes para o escopo deste trabalho.

2.2 CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA

O projeto arquitetônico é parte imprescindível para execução de qualquer edificação. A execução de uma construção sem os projetos gera transtornos tanto de compatibilização quanto de planejamento e gestão da obra. A etapa de compatibilização vem ganhando força atualmente, com grandes investimentos no desenvolvimento de *softwares* cada vez mais potentes. Tem-se buscado empreender uma edificação com todos os projetos em conjunto: arquitetônico, estrutural, instalações hidráulicas, prevenção a incêndio, entre outros, para que, no momento de colocar em prática, os projetos se complementem e não ocorram problemas durante a execução (Nóbrega, 2017).

Outrossim, é válido apontar que todas as partes interessadas devem estar de acordo com os projetos, a fim de que se busque o mínimo de alterações durante a execução, visto que nesta etapa qualquer modificação pode gerar transtornos. O art. 18 do Código de Obras de Campos dos Goytacazes, afirma que:

a execução de qualquer edificação, reforma ou ampliação de prédio, será precedida de apresentação do projeto, devidamente assinado pelo proprietário, pelos autores dos componentes do projeto e pelos responsáveis pela construção (Campos dos Goytacazes, 1998, p. 18).

Ainda nesse regulamento, no art. 19, é exposto o que deverá constar no processo de aprovação do projeto, e conseqüentemente, neste trabalho. São elas: planta baixa de cada pavimento não repetido (Apêndice A), na escala 1:50 ou 1:10; planta de situação e localização (Apêndice B), nas escalas de 1:500 e 1:250, respectivamente; cortes longitudinais e transversais (Apêndice C), nas escalas de 1:50 ou 1:100; planta de cobertura (Apêndice D); e planta de elevação das fachadas principais (Apêndice E), na escala de 1:50 ou 1:100.

2.2.1 Rota acessível

Segundo a NBR 9050, rota acessível é o “trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecte os ambientes externos ou internos” (ABNT, 2020, p. 5). Para garantir a rota de acordo com a parametrização, deve haver a preocupação com a área de circulação e manobra. A norma dá os parâmetros de diversas situações: área de circulação e manobra de cadeira de rodas, sendo considerado o caso mais crítico com duas cadeiras lado a lado, indicando medida de no mínimo 1,50 para garantir a manobra; largura para transposição de obstáculos isolados; mobiliários na rota acessível, área de manobra de cadeira de rodas com e sem deslocamentos (apenas giro), e proteção contra queda ao longo das áreas de circulação.

Além disso, “as áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo devem ser servidas de uma ou mais rotas acessíveis” (ABNT, 2020, p. 52). Ademais, a rota acessível pode coincidir com a rota de fuga, devendo conter iluminação mínima, natural ou artificial. Nas edificações, todas as entradas devem ser acessíveis, bem como as rotas de interligação entre elas. Em casos inoportunos, poderá haver um acesso que não esteja nas condições de acessibilidade, desde que o próximo acesso, em conformidade com a norma, esteja a no máximo 50 m (ABNT, 2020).

2.2.2 Circulação interna

Os corredores garantem a circulação interna, e devem ser dimensionados para assegurar o fluxo de pessoas sem percalços. As larguras mínimas para corredores em edificações e equipamentos urbanos são:

- a) 0,90 m para corredores de uso comum com extensão até 4,00 m;
- b) 1,20 m para corredores de uso comum com extensão até 10,00m; e 1,50 m para corredores com extensão superior a 10,00 m;
- c) 1,50 m para corredores de uso público;
- d) maior que 1,50 m para grandes fluxos de pessoas, conforme aplicação da equação apresentada em 6.12.6 (ABNT, 2020, p. 68)

O centro comercial não se enquadra para grandes fluxos de pessoas. Considerando a circulação de até 15000 indivíduos no dia, ainda é irrelevante a largura mínima exigida com base na fórmula. A largura mínima delimitadora é consequência da prevista para área de manobra.

A respeito dos desníveis internos, segundo a NBR 9050, devem ser sempre evitados nas rotas acessíveis, mas, quando necessários, não é preciso intervenção desde que tenham até 5 mm. Caso o desnível seja entre 5 mm e 20 mm, a inclinação máxima deve ser de 50% ($\frac{1}{2}$) (ABNT, 2020).

2.2.3 Revestimento do piso interno

A NBR 9050 faz recomendações sobre o revestimento, como parte das diretrizes de acessibilidade do local. O acabamento deve ser regular, firme e antiderrapante, que não ocasione trepidação para dispositivos com rodas, como os intertravados. Além disso, a fim de que não cause confusão no pedestre, deve-se evitar pisos estampados (ABNT, 2020).

No que tange à adoção do revestimento de piso, a absorção de água e a resistência à abrasão superficial são fatores preponderantes. Para um centro comercial, este último se destaca, visto que é classificado conforme a metodologia PEI (*Porcelain Enamel Institute*), que distingue os níveis de resistência com base no desgaste mecânico, variando de 0 a 5, sendo 0 de baixa resistência a abrasão superficial, e 5, a resistência mais alta (Corpo Técnico da Cerâmica Porto Ferreira, 2000).

A escolha da classe PEI é feita de acordo com a finalidade do piso, em função da intensidade e do tipo de tráfego (de pessoas ou objetos) (Bauer, 2019). A Tabela 1 apresenta as classes de abrasão, normatizadas pela NBR ISO 13006 e complementadas por Bauer (2019), com as indicações de uso do mercado (ABNT, 2020).

Tabela 1 – Classificação da placa cerâmica quanto ao desgaste por abrasão superficial

Classe de abrasão (PEI)	Nível de resistência à abrasão superficial	Indicação de uso
0	baixíssimo	Somente em paredes
1	baixo	Banheiros e dormitórios residenciais
2	médio	Ambientes residenciais sem portas externas
3	médio alto	Ambientes residenciais com portas externas
4	alto	Ambientes públicos sem porta para o exterior
5	altíssimo	Ambientes públicos com porta para o exterior

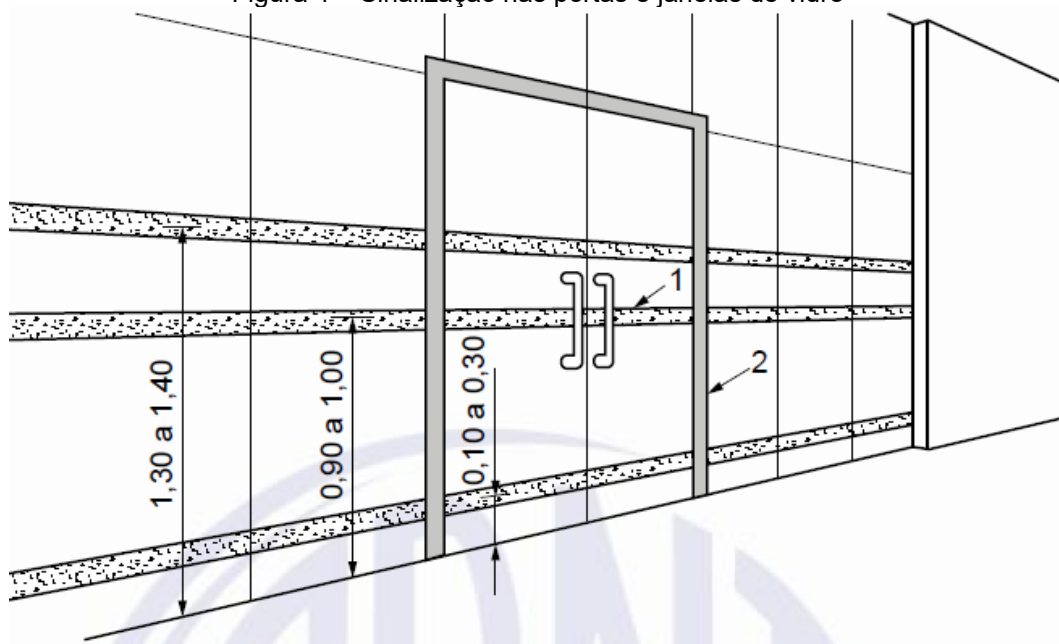
Fonte: Adaptado de Bauer (2019)

2.2.4 Esquadrias

No que diz respeito às esquadrias para edificações, a CBIC define-as como “a denominação para as janelas, portas e fachadas-cortina, servindo para designá-las nos projetos e construções” (CBIC, 2017, p. 24). Independentemente dos materiais e processos construtivos, a NBR 10821-1 apresenta diversificados tipos de esquadrias variando de acordo com os aspectos de finalidade, utilização ou função; seu movimento; suas partes; e seus componentes (ABNT, 2017).

As esquadrias se enquadram nas diretrizes de circulação interna acessíveis. Segundo a NBR 9050, as portas devem garantir uma abertura mínima de 80 cm, considerando maçanetas que impedem o recolhimento total. Estas devem ser instaladas a uma altura mínima de 80 cm e máxima de 110 cm. Na parte inferior das portas, até 40 cm, no lado em que se pode empurrar para abrir a porta, recomenda-se reforço contra impactos de cadeiras de rodas, bengalas e muletas. Nas portas dos sanitários para pessoas com deficiência (PcD), é necessária a instalação de puxador horizontal de 40 cm, na linha de altura da maçaneta. Os trilhos das portas de correr devem ser instalados preferencialmente na parte superior. Os trilhos inferiores devem ser nivelados com o piso, e não devem conter fresta superior a 15 mm, para garantir o pleno acesso. Ainda nesse sentido, a distância mínima da porta para o primeiro obstáculo é de 1,50 m. Nas portas e janelas envidraçadas nas áreas de circulação, a fim de possibilitar a perfeita identificação da barreira física, é obrigatória uma sinalização mínima, em formato de faixas contínuas, além de uma faixa de moldura no contorno da porta (ABNT, 2020), conforme esquematizado na Figura 4.

Figura 4 – Sinalização nas portas e janelas de vidro



Fonte: ABNT (2020)

2.2.5 Estacionamento

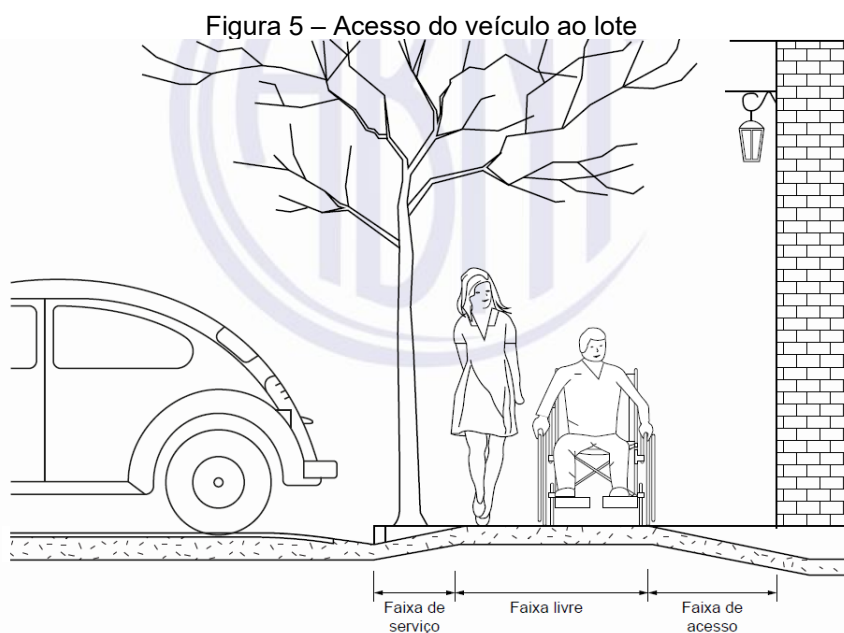
Em um empreendimento como um centro comercial, a área de estacionamento é essencial, tanto para atrair o consumidor, quanto para não prejudicar o trânsito no entorno. Diante disso, o Código de Obras do município de Campos dos Goytacazes torna obrigatórias áreas para destinação de veículos. Os estacionamentos devem seguir as seguintes exigências: piso impermeável, com dotação de sistema de escoamento e coleta de águas superficiais; passagem de pedestre, de no mínimo 1,20 m e separada das passagens de veículos. A quantidade de vagas para áreas comerciais superiores a 200 m² é na proporção de uma vaga para cada 50 m², no mínimo, em que cada vaga deve ocupar uma área de 12 m² (Campos dos Goytacazes, 1998). De acordo com o Decreto n° 10.426, a largura mínima de cada vaga é de 2,5 m (Rio de Janeiro, 1991). A fim de respeitar as duas normativas vigentes, o comprimento mínimo deve ser de 4,8 m.

A NBR 9050 especifica dois tipos de vagas reservadas: as destinadas a idosos e as destinadas a pessoas com deficiência. Conscientemente, essas vagas reservadas são posicionadas mais próximas das portas de acesso. Em todos os casos, o percurso máximo entre a vaga e a entrada na edificação é de 50 m (ABNT, 2020).

2.2.6 Circulação externa

Os pisos externos, como calçadas e vias exclusivas de pedestres, respeitam os mesmos critérios dos revestimentos de pisos internos já citados. A respeito das inclinações, a transversal à calçada não deve ser superior a 3% e a longitudinal deve acompanhar as vias lindeiras (ABNT, 2020).

Conforme a NBR 9050, as calçadas podem ser classificadas em três tipos: de serviço; de passeio; ou de acesso. As de serviço devem ter largura mínima de 70 cm e servem para comportar postes, árvores, e elementos de sinalização e/ou iluminação. As de passeio, ou livres, consistem no espaço de circulação único e exclusivo de pedestres, e, além da inclinação transversal mencionada, deve-se garantir uma altura livre de 2,10 m. As calçadas de acesso, por sua vez, compreendem a área de entrada de veículos saídos das vias para o lote, por meio de rampas, sendo a largura mínima exigida de 2,0 m (ABNT, 2020). O detalhe dessas medidas em corte está apresentado na Figura 5. Essas medidas são necessárias para garantir que na faixa de passeio não haja desníveis ocasionados pela rampa de acesso.



Fonte: ABNT (2020)

As calçadas de passeio são dimensionadas conforme o fluxo de pessoas, critérios já mencionados no item 2.2.2.

2.2.7 Sanitários

Em um edifício comercial, a quantidade de sanitários geralmente é dimensionada com base no fluxo de pessoas da edificação. O Código de Obras de Campos dos Goytacazes, que em seu art. 114, inciso IV, discorre sobre:

Art. 114 - Além das disposições deste Código e da Lei de Zoneamento e Uso do Solo que lhes forem aplicáveis, as lojas, supermercados, bares, restaurantes e congêneres, deverão obedecer às seguintes condições:
IV. deverão possuir gabinetes sanitários na proporção de um vaso sanitário e um lavatório para cada 100,00 m² (cem metros quadrados), ou fração de área construída (Campos dos Goytacazes, 1998, p. 54).

No tocante à acessibilidade, todo projeto foi elaborado fundamentado na NBR 9050, que apresenta aspectos a respeito dos sanitários, banheiros e vestiários:

7.4.3.2 Em estabelecimentos como shoppings, terminais de transporte, parques, clube esportivos, arenas verdes (ou estádios), locais de shows e eventos ou em outros edifícios de uso público ou coletivo, com instalações permanentes ou temporárias que, dependendo da sua especificidade ou natureza, concentrem um grande número de pessoas, independentemente de atender à quantidade mínima de 5% de peças sanitárias acessíveis, deve também ser previsto um sanitário acessível para cada sexo junto a cada conjunto de sanitários (ABNT, 2020, p. 83).

Outro detalhe é a entrada dessas cabines, seguindo o exposto na NBR 9050, em seu item 7.4.2: “os sanitários, banheiros e vestiários acessíveis devem possuir entrada independente, de modo a possibilitar que a pessoa com deficiência possa utilizar a instalação sanitária acompanhada de uma pessoa do sexo oposto” (ABNT, 2020, p. 83).

2.2.8 Cobertura

De acordo com a NBR 10844, as coberturas horizontais devem assegurar o perfeito escoamento da água para os pontos de drenagem, evitando empoçamentos. As superfícies devem ter declividade mínima de 0,5%. As calhas fazem parte desse conjunto, visto que servem de conexão entre as superfícies horizontais e os condutores verticais. A inclinação mínima de calhas também é de 0,5% (ABNT, 1989).

2.3 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

O projeto estrutural tem um papel fundamental no desenvolvimento de uma edificação, visto que um bom dimensionamento garante a estabilidade da edificação. De acordo com Araújo (2014), a definição da concepção estrutural deve ocorrer em estreita colaboração com o projeto arquitetônico, uma vez que decisões iniciais – como o posicionamento de pilares, vigas e lajes – influenciam diretamente o desempenho global da estrutura, a viabilidade construtiva e os custos da obra.

2.3.1 Conceituação estrutural

O sistema construtivo de concreto armado é composto pela interação entre pilares, vigas e lajes, que trabalham de forma conjunta na transmissão dos esforços verticais e horizontais até as fundações. A distribuição das cargas ocorre de forma hierarquizada: as lajes recebem as ações verticais provenientes do peso próprio e das cargas acidentais, transferindo-as para as vigas, que, por sua vez, direcionam esses esforços aos pilares. Finalmente, os pilares conduzem as cargas até as fundações, responsáveis por transmitir os esforços ao solo de maneira segura e controlada (Oliveira, 2014).

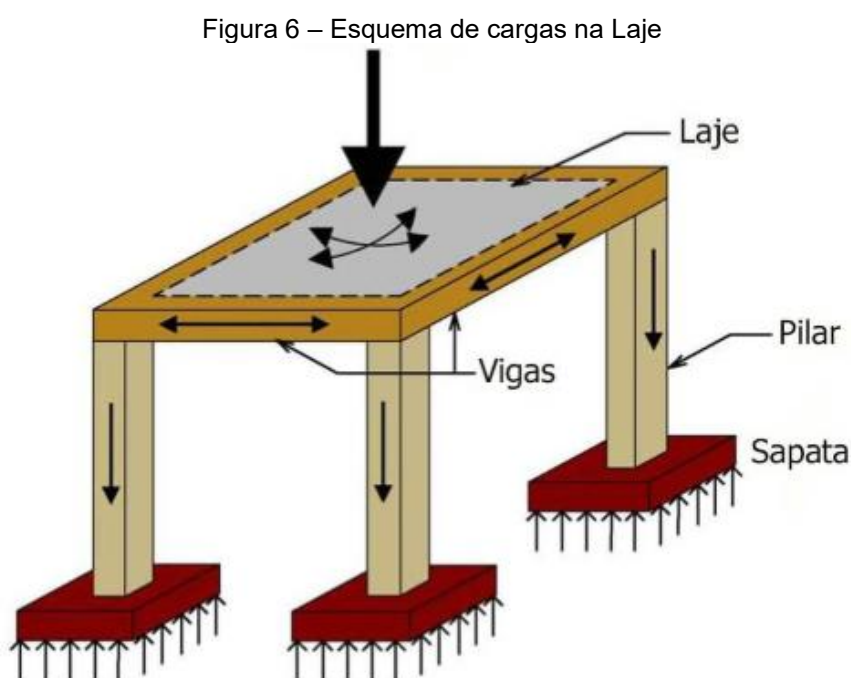
Esse comportamento integrado dos elementos estruturais é essencial para o desempenho global da edificação. Quando adequadamente dimensionados, lajes, vigas e pilares atuam de forma harmônica, reduzindo deformações, evitando sobrecargas localizadas e garantindo a durabilidade da estrutura (Santos; Silva; Alva, 2018). Assim, o entendimento do caminho das cargas e das interações entre os componentes é fundamental para o processo de concepção e cálculo estrutural, permitindo a escolha de soluções mais seguras, econômicas e compatíveis com o projeto arquitetônico.

2.3.2 Lajes

A laje é um elemento estrutural indispensável em uma edificação de concreto armado. Essa estrutura, geralmente horizontal, tem função de exercer ligação entre um pavimento e outro, ou funcionar como teto, e dar suportes a contrapisos (Carvalho; Figueiredo Filho, 2024). Segundo Bastos (2023), as lajes podem ser definidas como

elementos planos responsáveis por receber a maior parte das ações atuantes em uma edificação, como o peso de pessoas, móveis, revestimentos, paredes e demais cargas variáveis, dependendo da função arquitetônica do ambiente (Pinheiro, 2007 *apud* Alves, 2019).

Essas estruturas funcionam como uma placa, ou seja, um elemento que possui duas dimensões predominantes em relação a sua espessura, resistindo a esforços perpendiculares a seu plano principal, como sobrecargas, ação do vento, cargas de paredes e seu peso próprio. Tais cargas são transmitidas às suas vigas de apoio (Veadrigo, 2014). A Figura 6 apresenta um esquema de como uma laje resiste às cargas que geralmente atuam sobre ela.



Fonte: Blog Engenharia da hora (2017)

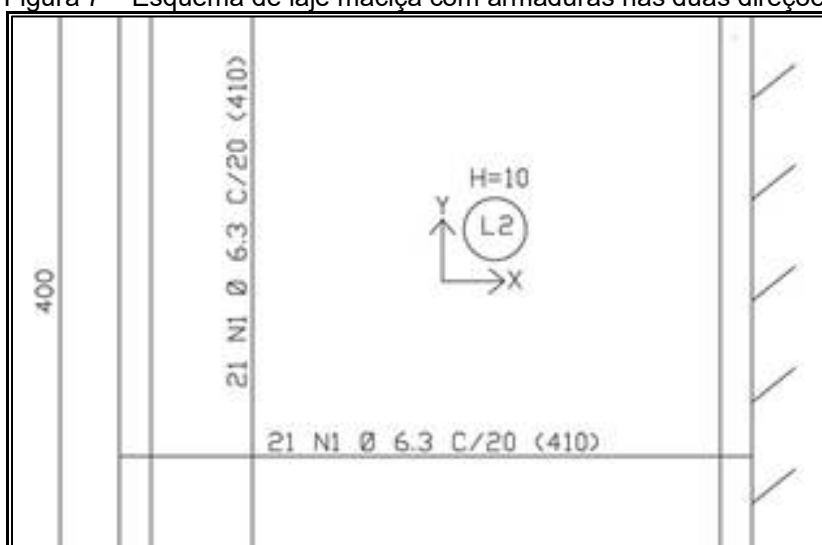
Existem diversos tipos de lajes, com funcionalidades e características distintas. Dessa maneira, a escolha deve ser feita de acordo com as necessidades de cada edificação. A escolha do sistema mais adequado depende de fatores como vãos a serem vencidos, tipologia da edificação, disponibilidade de materiais, método construtivo e custo. De modo geral, as lajes podem ser classificadas em maciças, pré-moldadas, nervuradas, protendidas e *steel/ deck*, cada uma apresentando características próprias de execução e desempenho estrutural (Gratt, 2017). Serão apresentadas a seguir algumas especificidades das lajes maciças. As características dos demais tipos de lajes não são relevantes para este trabalho.

As lajes maciças são estruturas confeccionadas no próprio canteiro de obras, caracterizadas por serem peças uniformes de concreto armado, ou concreto protendido. A produção dessas estruturas se torna possível através da montagem de fôrmas de madeiras, onde são posicionadas corretamente as barras de aço, e posteriormente a fôrma é preenchida com concreto (ABNT NBR 6118, 2023a).

Esse tipo de estrutura é o método mais utilizado no Brasil e, por tal motivo, acaba sendo um dos mais conhecidos pela mão de obra local. Esse tipo de laje apresenta baixa capacidade de suporte de cargas em razão da relação desfavorável entre rigidez e peso próprio — ou seja, trata-se de um elemento estrutural relativamente pesado e com rigidez limitada. Por esse motivo, os vãos recomendados para esse tipo de laje são reduzidos, variando geralmente entre 3 e 8 metros (ABNT NBR 6118, 2023a; Carvalho; Figueiredo Filho, 2024).

A desforma das lajes deve ser realizada somente após o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas atuantes, que leva em torno de 14 dias, conforme estabelece a NBR 14931 (ABNT, 2023b). A Figura 7 está apresentando um exemplo de laje maciça, com armaduras posicionadas nas duas direções.

Figura 7 – Esquema de laje maciça com armaduras nas duas direções



Fonte: Autoria Própria (2025)

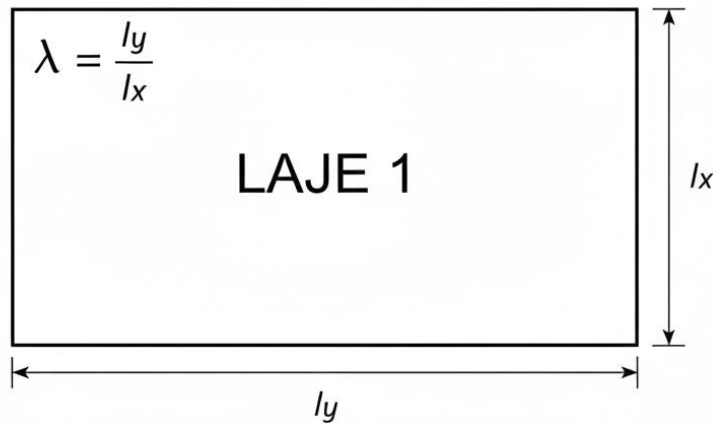
Ainda, é importante salientar que as lajes maciças podem ser classificadas quanto a direção de sua armadura principal, existindo dois casos: lajes armadas em uma direção, ou laje armada em duas direções. Tal classificação está relacionada aos chamados vãos teóricos de cada estrutura, sendo l_x o menor lado e o l_y o maior lado,

conforme mostrado na Figura 8. Com uma relação entre os lados é possível determinar o parâmetro λ . A Equação 1 mostra essa relação.

$$\lambda = \frac{l_y}{l_x} \quad (1)$$

A direção de armação da laje é definida pelo parâmetro λ : se $\lambda \geq 2$, a laje será armada em apenas uma direção; se $\lambda \leq 2$, a laje será armada em duas direções.

Figura 8 – Relação entre os vãos teóricos



Fonte: Autoria própria (2025)

As lajes maciças devem ter uma espessura mínima de acordo com o arranjo estrutural em que o elemento estrutural se encontra (ABNT, 2023a). A Tabela 2 apresenta os valores mínimos de espessura de acordo com a configuração da laje.

Tabela 2 – Espessuras mínimas de lajes segundo a NBR 6118:2023

Tipo de laje	Espessura mínima
Laje para cobertura sem balanço	7 centímetros
Laje para piso sem balanço	8 centímetros
Laje em balanço	10 centímetros
Laje que suporta veículo ≤ 30 kN	10 centímetros
Laje que suporta veículo > 30 kN	12 centímetros
Lajes com protensão apoiadas em vigas, com o mínimo de $l/42$ para lajes de piso biapoiadas e $l/50$ para lajes de pisos contínuas	15 centímetros
Lajes lisas	16 centímetros
Lajes cogumelo	14 centímetros

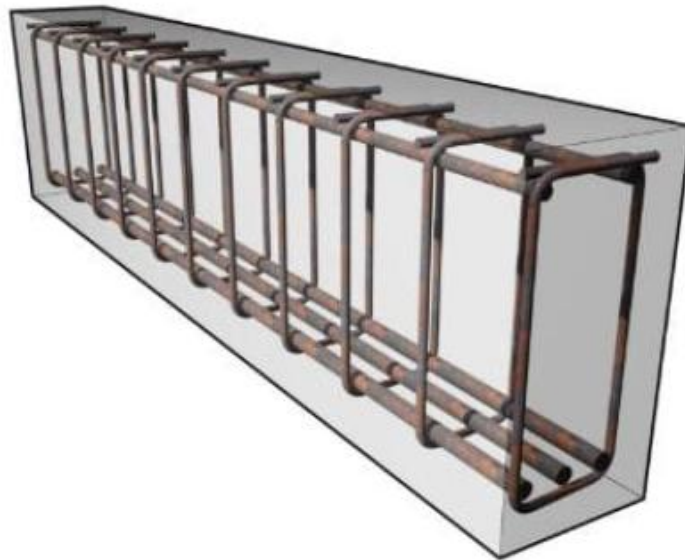
Fonte: Adaptado de ABNT (2023)

2.3.3 Vigas

As vigas são elementos estruturais lineares e geralmente horizontais, em que o comprimento é maior em relação às outras dimensões. Esses elementos trabalham majoritariamente à flexão e, por tal motivo, quando dimensionados em concreto armado, recebem armadura longitudinal. As vigas também resistem ao esforço de cisalhamento, ou esforço cortante, e por isso também recebem armadura transversal, denominada de estribos, distribuídos ao longo do elemento (ABNT, 2023a).

De acordo com a NBR 6118, as vigas são elementos lineares de concreto armado que têm a função principal de resistir a momentos fletores e esforços cortantes, transmitindo as cargas provenientes das lajes e outros elementos estruturais para os pilares e fundações. (ABNT, 2023a). A Figura 9 exemplifica uma viga em concreto armado, em que é possível observar as armaduras longitudinais e transversais.

Figura 9 – Viga em concreto armado



Fonte: Terres (2022)

2.3.3.1 Esforços solicitantes

As vigas, sobretudo as elaboradas em concreto armado, estão sujeitas a esforços internos, que diferem a depender da natureza da carga aplicada no elemento, da geometria da estrutura e das condições de apoio. Os principais esforços atuantes

são o momento fletor, momento torçor e o esforço de cisalhamento, ou cortante. As diferentes combinações desses esforços influenciam diretamente no detalhamento e no dimensionamento das vigas (ABNT NBR 6118, 2023a).

De acordo com a NBR 6118, os elementos lineares de concreto devem ser verificados quanto à resistência aos esforços normais, momentos fletores, esforços cortantes e de torção, considerando as combinações de ações atuantes e os estados limites de serviço e último (ABNT, 2023a).

O momento fletor tende a provocar a curvatura da viga, causando compressão em uma região da seção e na outra, tração. Em vigas biapoiadas, o esforço de tração ocasionado pelo momento fletor se dá na parte inferior, e a compressão, na região superior do elemento, conforme esquematizado na Figura 10. A linha neutra representa a região onde os esforços solicitantes são nulos.

Figura 10 – Esquema de viga sujeita à flexão



Fonte: Adaptado de Hibbeler (2018)

O esforço cortante atua no plano transversal, podendo causar fissuração inclinada, e é resistido principalmente pela armadura transversal (estribos). Por sua vez, a torção ocorre em vigas submetidas a carregamentos excêntricos, exigindo um dimensionamento específico para garantir a integridade do elemento (ABNT, 2023a).

Desse modo, faz-se necessária uma boa análise e exemplar entendimento dos esforços atuantes para garantir um projeto economicamente viável e um dimensionamento adequado e, conseqüentemente, um correto desempenho estrutural de acordo com as normas vigentes.

2.3.3.2 Dimensionamento e detalhamento

O dimensionamento das vigas de concreto armado tem como objetivo garantir que o elemento estrutural apresenta resistência e rigidez adequadas para suportar os esforços solicitantes, sem comprometer a segurança e a funcionalidade da estrutura. Para o dimensionamento e posterior detalhamento das vigas, é necessário conhecer critérios importantes sobre esse elemento estrutural, presentes em toda a literatura explorada no trabalho e nas normas técnicas, principalmente a NBR 6118.

2.3.3.3 Dimensões mínimas

A NBR 6118 estabelece que as dimensões mínimas e o detalhamento das armaduras devem garantir a segurança, a rigidez e o controle da fissuração da estrutura (ABNT, 2023a). As dimensões mínimas das vigas são rigorosamente normatizadas, com a finalidade de garantir qualidade, durabilidade e principalmente segurança, com o menor custo possível.

A mesma norma estabelece que a largura mínima das vigas não deve ser inferior a 12 centímetros. Em vigas-parede esse valor pode ser aumentado para 15 centímetros (ABNT, 2023a).

Segundo uma estimativa de Carvalho e Figueiredo Filho (2024), a altura mínima a ser considerada está relacionada ao comprimento do vão (L), dividido por 10 ou 12 em vigas biapoiadas, ou dividido por 10 ou 15 em vigas consideradas contínuas.

Ainda, uma dimensão importante é o cobrimento mínimo definido em função da classe de agressividade ambiental e das condições de exposição, constituindo parâmetro essencial para a durabilidade das vigas. Segundo a NBR 6118, o cobrimento é um parâmetro que depende do concreto utilizado (armado ou protendido) e da classe de agressividade ambiental (CAA) do meio (ABNT, 2023a).

A CAA é um fator que leva em consideração a classificação geral do tipo de ambiente para efeito projeto, isto é, o quanto o ambiente pode prejudicar a qualidade, segurança e confiabilidade da estrutura. A Tabela 3 apresenta esses dados. Em grandes construções, com variação de meios, é comum cada parte da construção adotar CAA distintas, visando a economia (ABNT, 2023a).

Tabela 3 – Classe de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinho ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

Fonte: ABNT (2023)

Definida a CAA do elemento estrutural, é possível identificar o cobrimento nominal mínimo exigido, conforme apresentado na Tabela 4. É possível observar que, vigas/pilares e lajes se diferenciam no cobrimento mínimo, mesmo em condições semelhantes às de CAA. Isso se justifica por aspectos como função e importância estrutural, visto que, pensando em transmissão de cargas, uma falha pontual no cobrimento de pilares e vigas é mais prejudicial se comparada a uma mesma deterioração em uma laje. Além disso, lajes recebem outras camadas que servem de proteção para a armadura, como contrapiso e cerâmicas ou porcelanatos (ABNT, 2023a).

É importante ressaltar que o ambiente é o responsável pela transmissão de substâncias que ocasionam reações químicas prejudiciais ao concreto armado. No que tange à armadura, sua integridade é função da camada de passivação ao seu redor. A ferrugem é o resultado da corrosão do aço, que deixa de ser um material resistente e passa a ser fraco, de fácil remoção, sem aderência ou coesão com o concreto. Além disso, prejudica o elemento estrutural como um todo, visto que a ferrugem pode alcançar até 10 vezes o volume do aço íntegro (Weimer; Thomas; Dresch, 2018). Como consequência, ocorre a fissuração do concreto e o processo de corrosão retroalimentado. Diante disso, é fundamental que o cobrimento mínimo determinado em projeto seja compatível com a característica da região e que a

execução seja precisa, evitando, assim, os principais fatores de deterioração de estruturas de concreto armado.

Tabela 4 – Cobrimento de elementos estruturais

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga ^b /pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: ABNT (2023)

No que tange à execução e perfeita concretagem de elementos estruturais, a distância mínima entre as barras longitudinais é de suma importância a garantir a adequada penetração e adensamento de todos os constituintes do concreto: pasta e agregados, principalmente o gráúdo. Se o espaçamento for pequeno, a brita pode não atingir áreas próximas às armaduras, ocasionando segregação e consequente queda de resistência do elemento estrutural. Além disso, o espaçamento mínimo facilita a montagem e o adensamento por meio de vibradores de imersão (ABNT, 2023a).

O espaçamento máximo entre os estribos, ou armadura cortante é definido pela NBR 6118 como sendo 75% da altura da viga, ou menor ou igual a 60 centímetros, de modo a garantir que não haja longa distância entre os estribos, o que geraria uma deficiência estrutural no elemento (ABNT, 2023a).

Os elementos, apesar de serem dimensionados de maneira individual, atuam de modo coletivo. Por tal motivo, se faz necessário o uso da ancoragem, armadura que fixa um elemento a outro. Essa dimensão é definida pelo cálculo do comprimento de ancoragem, portanto, sua medida deve ser maior ou igual ao resultado obtido.

Assim, calcula-se inicialmente o comprimento de ancoragem requerido, dividindo a força resistente do aço pela capacidade de aderência do concreto; quanto maior a tensão atuante ou o diâmetro da barra, maior será esse valor. Depois disso, o resultado é ajustado por coeficientes que levam em conta as condições de aderência e o tipo de barra (lisa ou nervurada), obtendo-se o comprimento de ancoragem necessário. Por fim, verifica-se se o valor atende aos mínimos normativos — como proporções do diâmetro da barra — e, quando o espaço é insuficiente, podem ser utilizados ganchos ou dobras para complementar a ancoragem (ABNT, 2023a)

A Tabela 5 sintetiza as dimensões mínimas para vigas em concreto armado abordadas na literatura.

Tabela 5 – Dimensões mínimas e recomendações para vigas de concreto armado segundo a NBR 6118:2023

Parâmetro	Símbolo	Valor mínimo/ Recomendação	Referência normativa/técnica
Largura mínima da viga	b	$\geq 12 \text{ cm}$	NBR 6118:2023, item 13.2.4.1
Altura mínima (estimativa prática)	h	Viga biapoiada: $h \approx L/10$ a $L/12$ Viga contínua: $h \approx L/12$ a $L/15$	Carvalho e Figueiredo Filho (2024)
Cobrimento nominal (ambiente interno seco)	C_{nom}	$\geq 25 \text{ mm}$	NBR 6118:2023, Tabela 7.2
Cobrimento nominal (ambiente externo úmido ou agressivo)	C_{nom}	$\geq 30 \text{ mm}$	NBR 6118:2023, Tabela 7.2
Distância mínima entre horizontal barras longitudinais	a_h	$\varnothing$ da barra ou $\geq 20 \text{ mm}$, $1,2 \times \varnothing$ do agregado	NBR 6118:2023, item 18.3.2.2
Distância mínima entre vertical barras longitudinais	a_v	$\varnothing$ da barra ou $\geq 20 \text{ mm}$, $1/2 \times \varnothing$ do agregado	NBR 6118:2023, item 18.3.2.2
Espaçamento máximo entre estribos	$C_{m\acute{a}x}$	$\leq 0,75 h$ ou $\leq 60 \text{ cm}$ (o menor)	NBR 6118:2023, item 18.3.3
Prolongamento mínimo das ancoragens	l_{BD}	$\geq$ comprimento de ancoragem de cálculo	NBR 6118:2023, item 17.3.5

Fonte: Adaptado de ABNT (2023a)

2.3.3.4 Armadura mínima

A armadura transversal deve ser suficiente para suportar o esforço de tração a que o elemento está submetido, antes que ocorra a formação de fissuras provenientes do cisalhamento, garantindo a não ocorrência de uma ruptura frágil. A NBR 6118 fornece os valores das taxas dessas armaduras, relacionadas à resistência do concreto (Tabela 6).

Tabela 6 – Taxas mínimas de armadura de flexão

f_{ck} MPa	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
$\rho_{min} = A_{s,min}/A_c^a$ %	0,150	0,150	0,150	0,164	0,179	0,194	0,208	0,211	0,219	0,226	0,233	0,239	0,245	0,251	0,256
a Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta Tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $d/h = 0,8$ e $\gamma_c = 1,4$ e $\gamma_s = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado.															

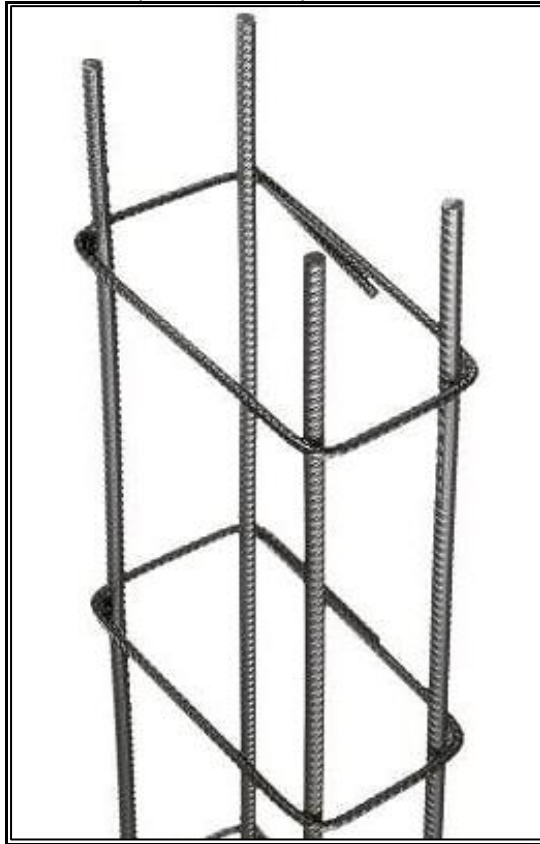
Fonte: ABNT (2023)

2.3.4 Pilares

De acordo com Botelho e Marchetti (2019), os pilares desempenham papel essencial no sistema estrutural, pois são os responsáveis por receber as cargas transmitidas por lajes e vigas e conduzi-las de forma segura às fundações, garantindo a estabilidade global da edificação.

Os pilares são elementos estruturais verticais que trabalham predominantemente à compressão axial, porém, também podem estar sujeitos a momentos fletores decorrentes de excentricidades e ações horizontais. Esses componentes estruturais também resistem a cargas de vento, assim se tornando um artifício indispensável para o contraventamento de edifícios (ABNT, 2023a). A Figura 11 a seguir apresenta um pilar em concreto armado.

Figura 11 – Esquema de um pilar em concreto armado



Fonte: Autoria própria (2025)

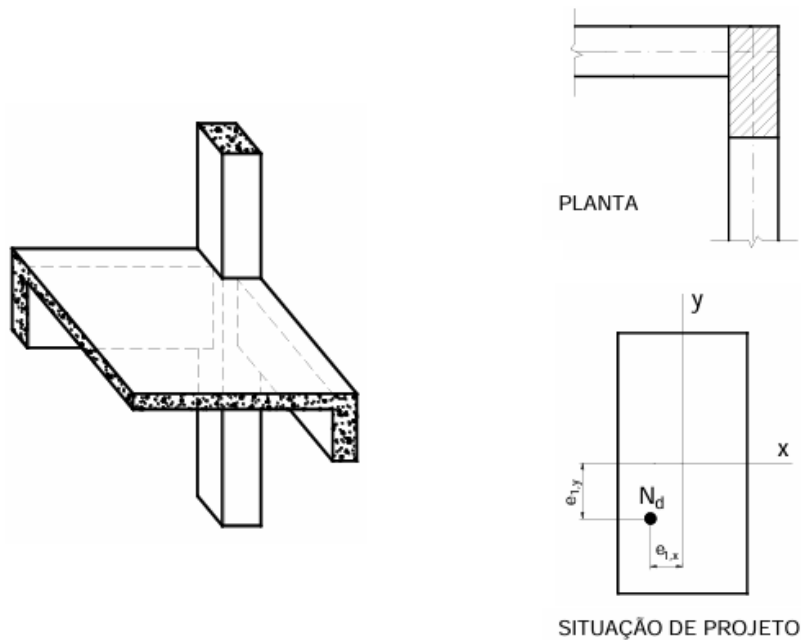
2.3.4.1 Tipos de pilares

Os pilares podem ser classificados de acordo com a sua situação no projeto e o número de excentricidades, que é definido a partir do posicionamento do pilar na estrutura. Assim, existem três tipos de pilares: pilares de canto, pilares de intermédio e pilares de extremidade (Botelho; Marchetti, 2019).

Os pilares de canto encontram-se localizados nos cantos das edificações. Deste modo, por falta de continuação das vigas apoiadas no pilar, são gerados momentos fletores nas duas direções do pilar, denominados e_{1x} e e_{1y} (Bastos, 2024). A Figura 12 apresenta um esquema que ilustra esse tipo de pilar e sua situação de projeto.

Uma maneira trivial de calcular os momentos fletores gerados no pilar é através das Equações 2 e 3, apresentadas por Bastos (2024).

Figura 12 – Pilar de canto



Fonte: Bastos (2024)

$$M_{inf} = M_{eng} \frac{r_{inf}}{r_{inf} + r_{sup} + r_{viga}} \quad (2)$$

$$M_{sup} = M_{eng} \frac{r_{sup}}{r_{inf} + r_{sup} + r_{viga}} \quad (3)$$

em que:

M_{inf} = momento fletor positivo (momento de vão) obtido após a redistribuição dos momentos, calculado a partir da rigidez relativa das ligações e da viga;

M_{sup} = momento fletor negativo (momento de apoio) obtido após a redistribuição dos momentos, calculado considerando a rigidez da ligação superior e a interação com os demais elementos estruturais;

M_{eng} = momento fletor de engastamento perfeito na ligação entre a viga e o pilar;

$r = \frac{\mathbb{I}}{l}$ = índice de rigidez relativa;

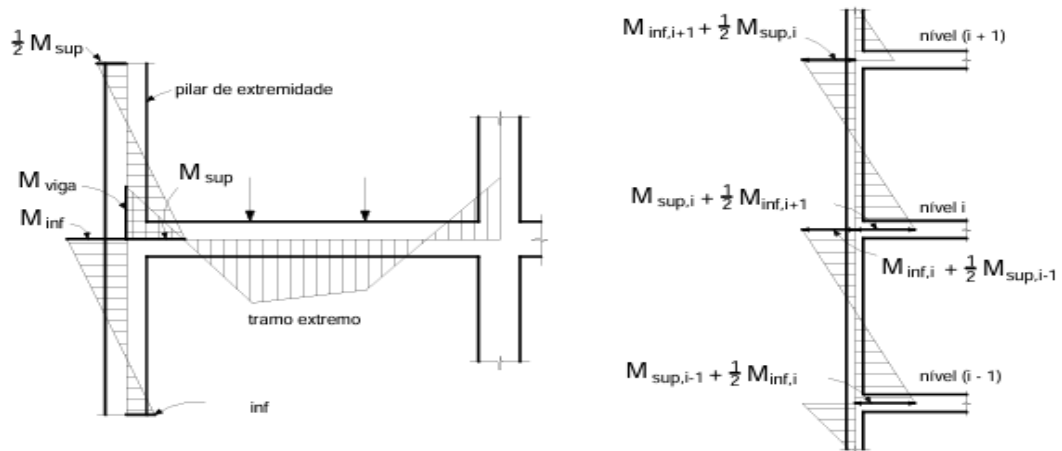
$\mathbb{I}$ = momento de inércia da seção transversal do pilar na direção considerada;

l = vão efetivo do tramo adjacente da viga ao pilar extremo, ou comprimento de flambagem do pilar.

Ainda, deve-se considerar que existe uma sobreposição de efeitos das vigas, por estarem em níveis diferentes, conforme ilustra a Figura 13. Deste modo, para

calcular os momentos de 1ª ordem nos pilares, considerando o lance do pilar como i e $i + 1$, os momentos na base e no topo do pilar são obtidos através das Equações 4 e 5.

Figura 13 – Momentos fletores de extremidade provenientes da ligação com a viga não contínua sobre o pilar



Fonte: Fusco (1981 *apud* Bastos, 2024)

$$M_{base} = M_{sup,i} + 0,5M_{inf,i+1} \quad (4)$$

$$M_{topo} = M_{inf,i+1} + 0,5M_{sup,i} \quad (5)$$

Os pilares de intermédio estão localizados na região interna de um edifício, onde as vigas apoiadas têm continuidade em todas as direções. Segundo Bastos (2024, p. 58),

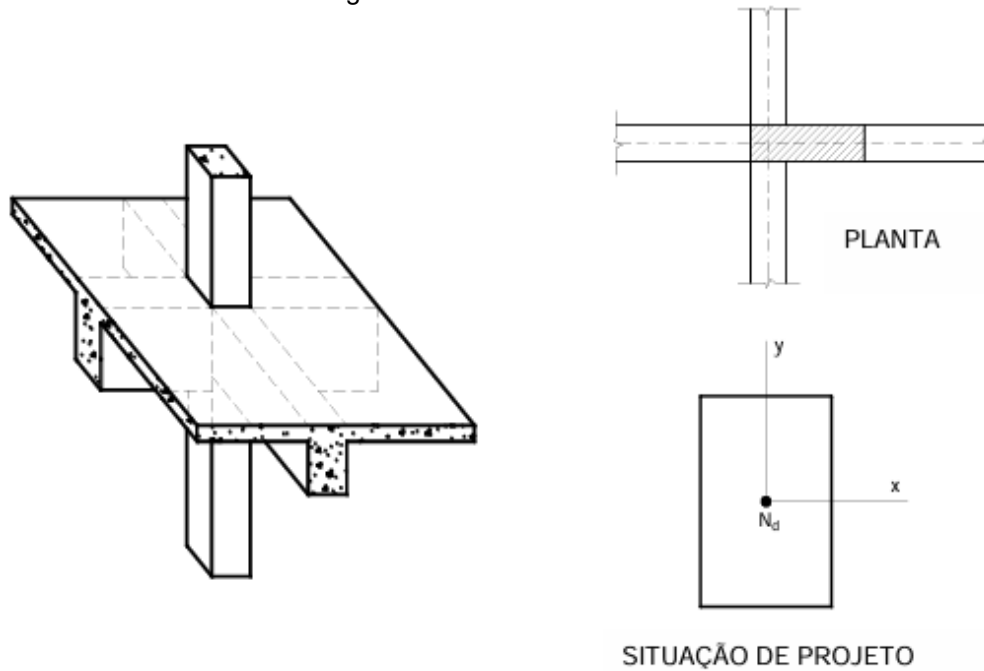
considera-se a compressão simples (também chamada de uniforme ou centrada) na situação de projeto, pois, como as lajes e vigas são contínuas sobre o pilar, pode-se admitir que os momentos fletores transmitidos ao pilar sejam pequenos e desprezíveis. Não existem, portanto, os momentos fletores.

A Figura 14 ilustra um pilar de intermédio, bem como sua situação de projeto.

Os pilares de extremidade estão localizados nas bordas das construções, possuindo uma excentricidade apenas em uma direção, em que não há continuidade da viga, caracterizando uma flexão composta. O pilar de extremidade não ocorre necessariamente na borda da edificação, ou seja, pode ocorrer na zona interior de uma edificação, desde que uma viga não apresenta continuidade no pilar (Bastos,

2024). Os momentos fletores gerados são calculados da mesma forma do pilar de canto.

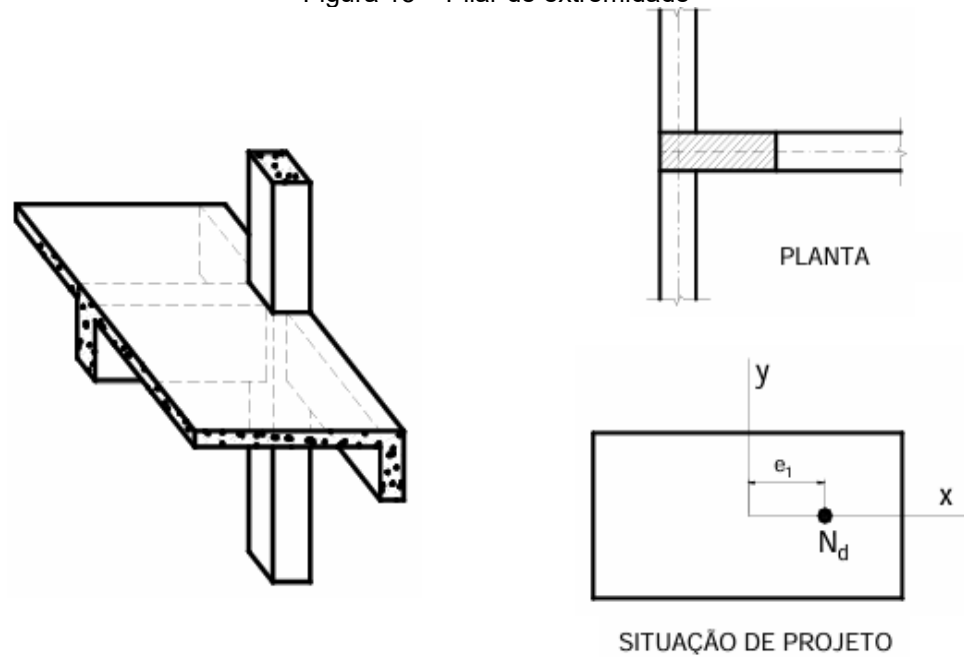
Figura 14 – Pilar de intermédio



Fonte: Bastos (2024)

A Figura 15 ilustra a situação do pilar de extremidade em planta e como ele trabalha em projeto.

Figura 15 – Pilar de extremidade



Fonte: Bastos (2024)

2.3.4.2 Armaduras e detalhamento

Os pilares em concreto armado possuem dois tipos de armaduras com funções específicas, que garantem, juntamente ao concreto, o perfeito desempenho estrutural do elemento.

A principal armadura é a longitudinal, que é disposta ao longo da seção transversal do elemento, ou seja, da base ao topo do pilar. Segundo a NBR 6118, o diâmetro das barras de aço longitudinais não pode ser inferior a 10 milímetros e também não pode superar a $\frac{1}{8}$ da menor dimensão transversal (ABNT, 2023a). Deve-se obedecer a uma taxa mínima ($A_{s,min}$) e uma taxa máxima ($A_{s,máx}$) de armaduras, segundo as equações 6 e 7, respectivamente.

$$A_{s,min} = (0,15N_d/f_{yd}) \geq 0,004A_c \quad (6)$$

$$A_{s,máx} = 0,08A_c \quad (7)$$

em que:

N_d = esforço normal de cálculo (força axial do projeto);

f_{yd} = tensão de escoamento de cálculo do aço;

A_c = área da seção de concreto.

A armadura transversal é composta por estribos, como nas vigas, distribuídos em toda a altura do pilar, sendo obrigatória sua colocação na região de cruzamento com vigas e pilares, ou seja, em zonas de transições de elementos. Essa armadura tem funções de suma importância, como garantir o confinamento do pilar, resistir ao efeito de flambagem das barras longitudinais garantindo seu correto posicionamento e costurar as emendas das barras (ABNT, 2023a).

O diâmetro dos estribos não pode ser inferior a 5 milímetros, ou a $\frac{1}{4}$ do diâmetro da barra longitudinal. O espaçamento longitudinal deve ser igual ou inferior ao menor dos valores abaixo:

- 200 milímetros
- menor dimensão da seção
- 24 para CA-25
- 12 para CA-50

3 PROJETO ARQUITETÔNICO

3.1 CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA

O projeto arquitetônico em questão conta com cômodos para distintas utilizações, como dois escritórios, duas lojas e três boutiques, além de uma unidade de cada um dos serviços seguintes: lanchonete, restaurante, padaria, cafeteria, consultório, barbearia, espaço cultural, bar, bistrô, joalheria, alfaiataria, academia, sorveteria e espaço *kids*. Há, ainda, uma lavanderia, quatro sanitários femininos e quatro sanitários masculinos, todos localizados nas extremidades da edificação. A planta baixa do empreendimento está apresentada no Apêndice A.

Na Tabela 7 estão apresentados os espaços do centro comercial e suas dimensões internas, áreas e níveis. Nela também está contida a área útil da edificação, ou seja, “a superfície utilizável de uma edificação, excluídas as paredes” (Campos dos Goytacazes, RJ, 1998, p. 9). A indicação das dimensões tem como referência a Avenida Alberto Lamego: a largura é a medida paralela à via, e o comprimento é a medida transversal.

Tabela 7 – Espaços do centro comercial e suas dimensões internas, áreas e níveis

Compartimento	Quantidade (un)	Largura (m)	Comprimento (m)	Área (m²)
Sanitário Masculino 1	1	4,93	5,90	29,09
Sanitário Feminino 1	1	4,98	5,90	29,38
<i>Coffe Center</i>	1	4,48	5,90	26,43
Lanchonete	1	9,95	5,90	58,71
Restaurante	1	9,95	5,90	58,71
Padaria	1	9,95	5,90	58,71
Administração	1	8,85	5,90	52,22
Escritório	2	9,95	5,90	58,71
Consultório Odontológico	1	9,95	5,90	58,71
Lavanderia	1	4,43	5,90	26,14
Sanitário Masculino 2	2	5,03	5,90	29,68
Sanitário Feminino 2	2	4,88	5,90	28,79
Cabine PcD	4	3,00	2,60	7,80
<i>Barbershop</i>	1	9,95	5,95	59,20
Espaço Cultural	1	9,95	5,95	59,20
Bar	1	9,95	5,95	59,20
Bistrô	1	4,43	5,90	26,14
Joalheria	1	9,95	5,90	58,71
Loja	2	9,95	5,90	58,71
Boutique	3	9,95	5,90	58,71
Alfaiataria	1	4,48	5,90	26,43
Sanitário Masculino 3	1	4,97	5,90	29,32
Sanitário Feminino 3	1	4,93	5,90	29,09
Academia	1	9,95	5,95	59,20
Espaço <i>Kids</i>	1	9,95	5,95	59,20
Sorveteria	1	9,95	5,95	59,20
Hall de entrada	1	8,85	6,10	53,99
Corredor 1	2	79,85	3,40	271,49
Corredor 2	1	6,00	17,25	103,50
Corredor 3	2	3,10	17,25	53,48
Hall Sanitários	4	2,60	6,95	18,07
Pátio	2	33,55	17,25	1665,88
ÁREA ÚTIL				5693,492

Fonte: Autoria própria (2025)

Para o projeto arquitetônico, outras áreas também são importantes, e são exigidas pelo Código de Obras municipal em seu art 22, inciso II, para constar na planta de localização:

e) terá um quadro, contendo a área dos lotes, a área de construção de cada unidade residencial ou comercial, o cálculo da área total de construção (ATC), e a área total de construção existente, a taxa de ocupação e o coeficiente de aproveitamento do terreno (Campos dos Goytacazes, RJ, 1998, p. 20).

A Tabela 8 apresenta essas informações, e é a mesma inserida na planta de localização (Apêndice B).

Tabela 8 – Áreas da Planta de Localização

DESCRIÇÃO	ÁREA
Área do lote	8740,00 m ²
Área da construção	3801,90 m ²
Área ocupada	2644,43 m ²
Área total de construção (ATC)	3801,90 m ²
Taxa de ocupação	30,26%
Coeficiente de aproveitamento do terreno	43,50%

Fonte: Autoria própria (2025)

Com intuito de personalizar o centro comercial arquitetonicamente, foram projetados dois lagos circulares de 3,0 m de diâmetro e 60 cm de altura, cada um posicionado no espaço retangular sem cobertura.

A respeito dos espaços do centro comercial, cada área necessita de cômodos auxiliares internos para seu perfeito funcionamento. Para isso, foram idealizados espaços internos singulares para cada tipo de comércio (Apêndice A). Por exemplo, para lanchonetes, restaurante e padaria, foram projetados uma cozinha e um lavabo para clientes e funcionários. Para os escritórios, um lavabo e um cômodo privado para atendimento. O consultório odontológico conta com duas áreas molhadas auxiliares, lavabo e cômodo de atendimento, com lavatório e ponto de água para o equipamento do dentista. O *barbershop* necessita apenas de um lavabo, bem como a academia e a sorveteria. O bar contém um lavabo, e uma área com bancada e pia. Por se tratar de um espaço menor, o bistrô dota apenas da estrutura de bancada como a do bar. A joalheria tem a particularidade de conter objetos de elevado valor. Por isso, além do

lavabo, contém um gabinete, para assegurar a privacidade e a segurança. As lojas e boutiques contam com um lavabo e um cômodo para estoque, cada uma. A alfaiataria não tem necessidades além de duas cabines para provadores.

No geral, entendendo que o consumidor altera suas vontades ao longo do tempo, buscou-se criar espaços com distintas características para atender possíveis mudanças e entrada de novos meios de comércio e serviços. Em especial, há o pátio com a concepção dos lagos, um espaço arejado para levar aos frequentadores conforto e a ideia de contato com a natureza.

O projeto do centro comercial se respalda na normatização para garantir acessibilidade a todos usuários. As principais diretrizes voltadas para o tipo de edificação em questão são: circulação e rotas acessíveis, estacionamento, sanitários acessíveis, e sinalização.

3.2 ROTA ACESSÍVEL

O centro comercial contém todas as suas rotas acessíveis. Em relação às entradas, locais de despedidas e espera, optou-se por regiões mais amplas para garantir as áreas de manobra e a circulação de pessoas esperada. O centro comercial conta com dois acessos: porta principal e lateral (Apêndice A). A entrada principal é destinada aos pedestres e consumidores sem automóveis, com frente para a Avenida Alberto Lamego. A entrada lateral, por sua vez, é para desembarques rápidos, como os que se deslocam por meio de plataformas de mobilidade urbana, como aplicativos de transporte, e para usuários do estacionamento. Sabendo que a entrada é um ponto de despedidas e espera, os halls de entrada foram pensados para atender essa necessidade, garantindo ampla área livre. Sabendo que a entrada lateral pode ser considerada secundária pelos usuários, com a ideia de valorizar esse acesso, foi reservado o espaço cultural, com exposição de quadros e elementos da cultura local e temporal.

Os pontos críticos de rota acessível estão localizados nas entradas dos sanitários. Para facilitar o acesso de portadores de deficiência, bem como melhorar a circulação das pessoas, os acessos aos sanitários apresentam largura de 2,60 m.

3.3 CIRCULAÇÃO INTERNA

A circulação interna foi projetada por meio de corredores que são interligados mantendo o padrão retangular e de acessibilidade, sendo a menor largura de 3,10 m. Manter a padronização na largura dos corredores é importante para evitar congestionamentos nas viradas. Ademais, a circulação interna pode ser feita pela área central descoberta. O desnível entre a área coberta e a descoberta é de um centímetro, e a rampa de ligação respeita a proporção de 50% exigida na NBR 9050:2020, apresentada no capítulo II. Por se tratar de uma construção térrea, o centro comercial possui apenas circulação horizontal, ou seja, não precisa de dispositivos de movimentação vertical, como rampas, escadas e elevadores.

3.4 REVESTIMENTO DO PISO INTERNO

Os espaços cobertos foram dotados de mesmo piso de porcelanato com acabamento acetinado, de superfície fosca e suave, menos escorregadia que acabamentos brilhosos. De cobertura clara, aproveitando a vantagem desse tipo de piso no disfarce de sujeiras e riscos do dia a dia. Nesse sentido, para evitar o rápido desgaste mecânico superficial, os corredores, pátio, halls e sanitários do centro comercial serão revestidos de piso da classe PEI 5, altíssima resistência à abrasão.

Os revestimentos de piso interno nos espaços com acesso pelo interior do centro comercial, serão da classe PEI 4, nível de resistência a abrasão alto, sendo essas áreas caracterizadas como ambiente público sem porta para o exterior. Na área descoberta, a fim de modernizar e caracterizar o centro comercial, optou-se por um revestimento de piso com desenho geométrico.

3.5 ESQUADRIAS

As esquadrias foram parametrizadas de acordo com a área à qual dá acesso. A Tabela 9 apresenta a especificação das portas e janelas utilizadas, bem como a quantidade total dessas esquadrias no empreendimento e suas dimensões, retiradas da planta baixa (Apêndice A).

Tabela 9 – Especificação das esquadrias

Especificações	Quantidade	Legenda	Largura (m)	Altura (m)	Peitoril (m)
Porta deslizante seis folhas em vidro temperado	12	P1	3,00	2,10	-
Porta de correr em vidro temperado	24	P2	1,00	2,10	-
Porta deslizante oito folhas em vidro temperado	2	P3	3,50	2,10	-
Porta deslizante quatro folhas em vidro temperado	8	P4	2,00	2,10	-
Porta de alumínio	58	P5	0,70	2,10	-
Báscula pivotante horizontal com vidro jateado	12	B1	2,25	1,00	2,00
Báscula pivotante horizontal com vidro jateado	28	B2	0,80	0,80	2,00
Janela em vidro temperado	4	J1	1,90	1,00	1,10
Janela em vidro temperado	12	J2	3,00	1,00	1,10

Fonte: Autoria própria (2025)

A respeito da área de estacionamento, a parte frontal foi isolada por meio de grades, inclusive com portões de correr gradeados. Os fundos e a lateral leste foram fechados por meio de muros, com 2,5 metros de altura.

No ambiente interno, todas as esquadrias de vidro se justificam pela concepção arquitetônica escolhida, de valorização da iluminação natural, para maior sensação de conforto. Além disso, por se tratar de um centro comercial, é essencial ter vitrines para a exposição dos produtos.

3.6 ESTACIONAMENTO

Segundo o Código de Obras de Campos dos Goytacazes, esse tipo de empreendimento deve contar com no mínimo 77 vagas de estacionamento de 2,5 m x 4,8 m, resultando em vagas de 12 m². Como a área destinada a essa função compreende 7147 m², maior que a destinada à própria edificação, essa exigência foi de fácil solução.

3.7 CIRCULAÇÃO EXTERNA

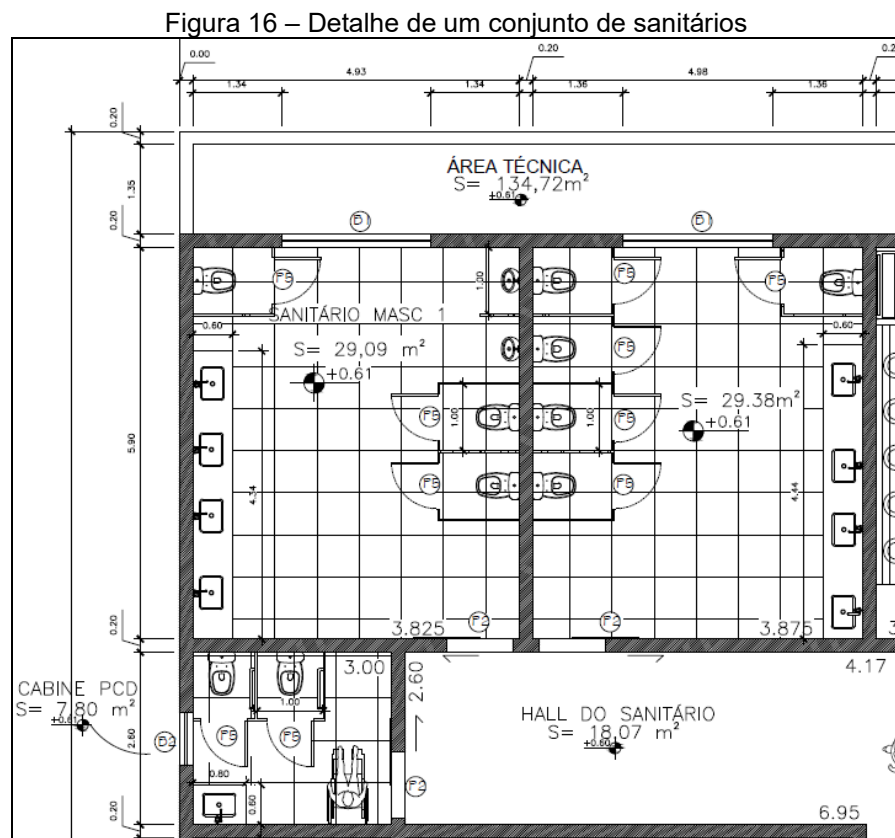
A circulação externa foi feita por calçadas de duas diferentes larguras para atender o disposto na NBR 9050:2020. Na fachada da edificação, onde não terá

acesso de veículos, as calçadas dotam da faixa de serviço e passeio, de 70 cm e 1,30 m, respectivamente. No trecho longitudinal de todo o estacionamento, é necessária a faixa de acesso, adotada conforme o mínimo de 2,0 m. Sendo assim, na frente do estacionamento, a calçada terá largura de 3,80 m.

3.8 SANITÁRIOS

Diante do exposto, de acordo com a área construída apresentada na Tabela X e o parâmetro exigido pelo regulamento municipal, foram projetadas 40 cabines, divididas entre feminino e masculino. Os gabinetes foram separados em oito sanitários, metade para cada sexo. Os femininos contam com cinco vasos sanitários, e os masculinos com três vasos sanitários e dois mictórios. Como apontado na NBR 9050:2020, os dois modelos contêm cinco lavatórios cada.

A quantidade mínima de banheiros para o projeto é de duas unidades. Contudo, para atender aos diferentes pontos de conjuntos de sanitários, foram adotadas quatro cabines para PcD. A Figura 16 apresenta um dos quatros conjuntos de sanitários do centro comercial

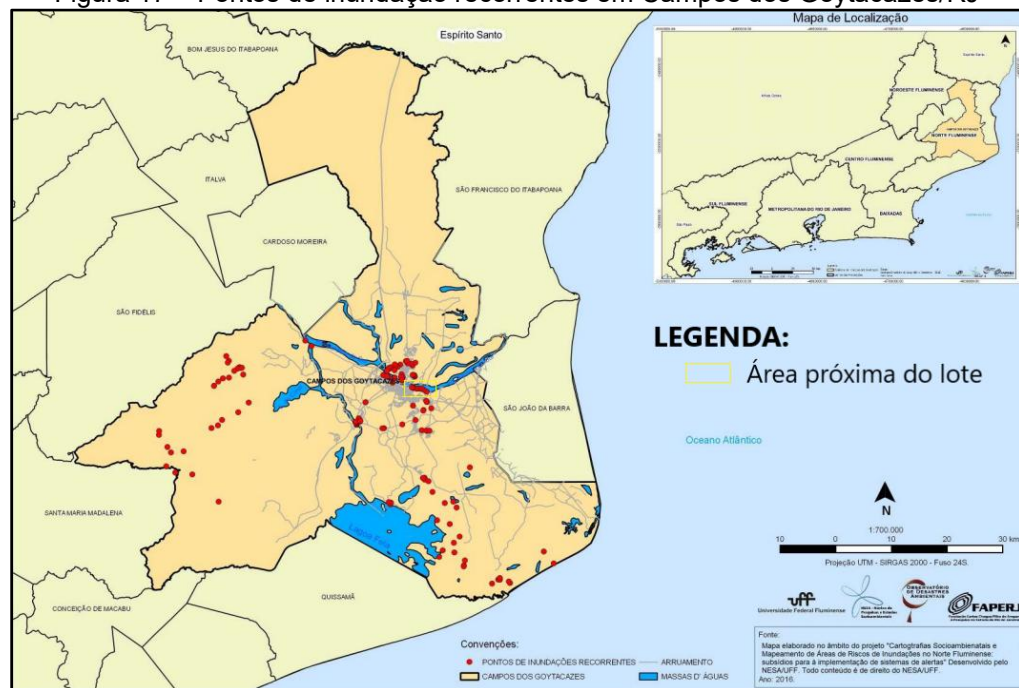


Fonte: Autoria própria (2025)

3.9 NÍVEIS DE PROJETO

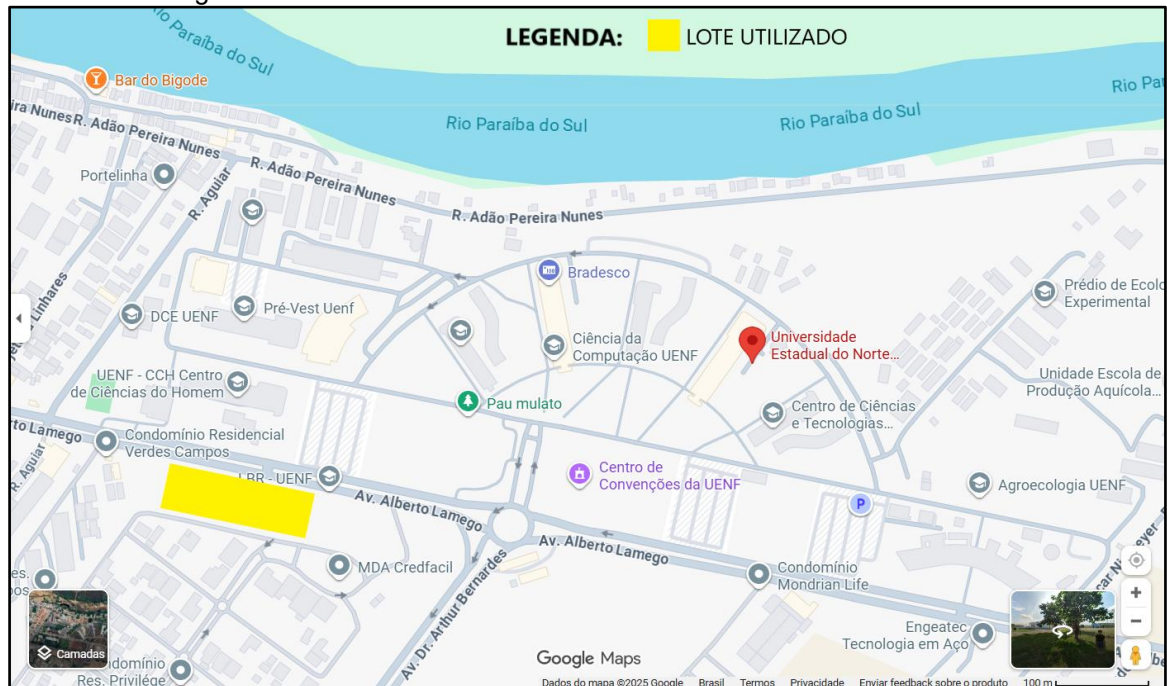
A respeito dos níveis do projeto, é necessário assegurar que elevações recorrentes dos cursos d'água e principalmente chuvas intensas não prejudique de maneira corriqueira a edificação, os usuários e os bens materiais lotados, uma vez que a cidade de Campos dos Goytacazes está situada na planície do Baixo Paraíba do Sul, uma área extensa de relevo muito plano, de baixa altitude, muito próxima ao nível do mar. Além disso, o solo da região é majoritariamente argiloso (Costa e Alves, 2006), isto é, de lenta infiltração, associado à declividade quase nula da região (Ramalho, 2005). Dessa forma, o escoamento superficial em períodos chuvosos pode ser um problema, e estudos futuros devem abordar essa temática, sugerindo um projeto de instalação de coleta de água pluvial. A Figura 17 mostra o mapa de inundações recorrentes no município, com destaque para a região do terreno em estudo, localizada em uma área com vários pontos críticos.

Figura 17 – Pontos de inundação recorrentes em Campos dos Goytacazes/RJ



O município contém em seu território inúmeros lagos, com destaque para a Lagoa Feia e Lagoa de Cima, mas o corpo hídrico principal é o Rio Paraíba do Sul, que corta toda cidade, com seu leito localizado próximo ao lote em estudo destacado em amarelo, conforme mostrado na Figura 18.

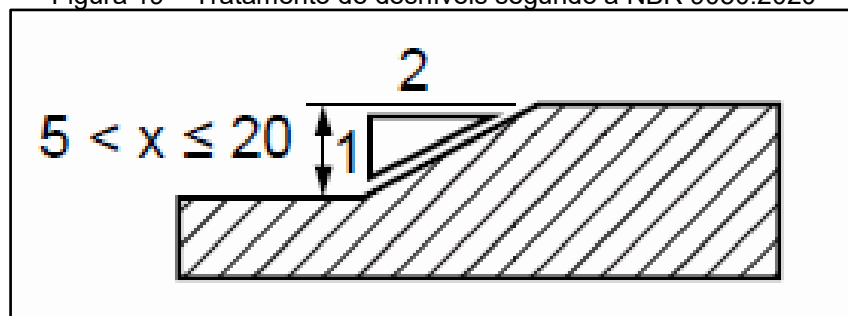
Figura 18 – Proximidade Rio Paraíba do Sul - lote do centro comercial



Fonte: Google Maps (2025).

Dessa forma, foi adotado um nível de construção – nível da área mais baixa (circulação e entrada da edificação) – de 60 cm. Nas áreas molhadas, como cozinhas e banheiros, a cota adotada foi de 61 cm, e nas áreas de uso sem pontos hidráulicos, 62 cm (Anexo A). Os diferentes níveis da edificação são importantes para delimitar áreas e impedir o fluxo de água em momentos de limpeza. Contudo, a acessibilidade da construção deve ser considerada ao se projetar os desníveis. A Figura 19 apresenta essa relação, que foi considerada no projeto do centro comercial.

Figura 19 – Tratamento de desníveis segundo a NBR 9050:2020



Fonte: Adaptado de ABNT (2020)

Arelado aos níveis, o pé-direito adotado foi de 3,45 m, respeitando o mínimo exigido no Código de Obras de Campos dos Goytacazes para galerias comerciais de 3,0 m. Todo o espaço coberto da edificação conta com rebaixamento em gesso de

50 cm, configurando uma altura livre de 2,95 (Campos dos Goytacazes, 1998). É possível observar esses detalhes nos cortes longitudinal e transversal apresentados no Apêndice C.

3.10 COBERTURAS

A planta de cobertura está apresentada no Apêndice D. O centro comercial dota de telhados em quase todas as lajes, com exceção da região do corredor central bem como a laje destinada a locação da caixa d'água, para as quais foi projetado um sistema de impermeabilização para garantir o escoamento das águas pluviais, evitando os acúmulos e possíveis vazamentos. A cobertura com telhas metálicas foi dividida em quatro folhas d'água, com inclinação de 10% voltada para o interior da edificação. Apesar deste trabalho não conter cálculos de dimensionamento de coleta de água pluvial, convencionou-se o atendimento da norma com as exigências mínimas, para, assim, preservar a melhor representação arquitetônica do centro comercial. Visto que foi previamente estabelecido a entrega de todas as plantas exigidas para legalização conforme o Código de Obras, a planta de cobertura está incluída, diante disso, a solução para as calhas foi baseada em experiências empíricas, com a adoção da medida de largura genérica de 60 cm e de oito condutores verticais.

Com intuito de garantir a segurança durante as manutenções e um melhor acabamento estético, toda a borda da cobertura contém platibanda de 1,50m, com exceção da coroa de entrada, em que a platibanda é de 3,00m, para tornar a fachada do centro comercial mais imponente. O desenho da fachada está apresentado no Apêndice E. A fim de vedar plenamente a junção entre calha e platibanda, é comum a utilização de rufos, também representados na planta de cobertura.

3.11 IMPLANTAÇÃO NO TERRENO

As plantas de implantação de uma construção no terreno são as plantas de localização e situação (Anexo B). Para a representação da planta de localização, a escala de aprovação legal é de 1:250, contudo, devido ao tamanho do lote, mesmo a maior folha, a A0, não foi capaz de comportar toda dimensão. Diante disso, optou-se

por diminuir a escala, adotando a mais próxima para ficar contida na folha, 1:300. As demais plantas seguem o formato já citado no capítulo II.

4 CAPÍTULO IV – PROJETO ESTRUTURAL

4.1 MODELAGEM ESTRUTURAL NO SOFTWARE EBERICK

A modelagem estrutural consiste na representação dos elementos no ambiente computacional, deste modo, permitindo o cálculo e análise de uma maneira rápida e eficiente de toda a estrutura. Nessa etapa, cada componente foi definido de acordo com suas propriedades geométricas e mecânicas, seguindo os critérios estabelecidos pelas normas técnicas vigentes, especialmente a NBR 6118, que orienta sobre o projeto e a execução de estruturas de concreto armado (ABNT, 2023a).

Portanto, aspectos como rigidez, continuidade dos elementos, características dos materiais e vínculos entre componentes foram cuidadosamente configurados. Isso assegura uma análise compatível com o comportamento real da estrutura, contribuindo para um dimensionamento seguro, econômico e normativamente adequado (ABNT NBR 6118, 2023a).

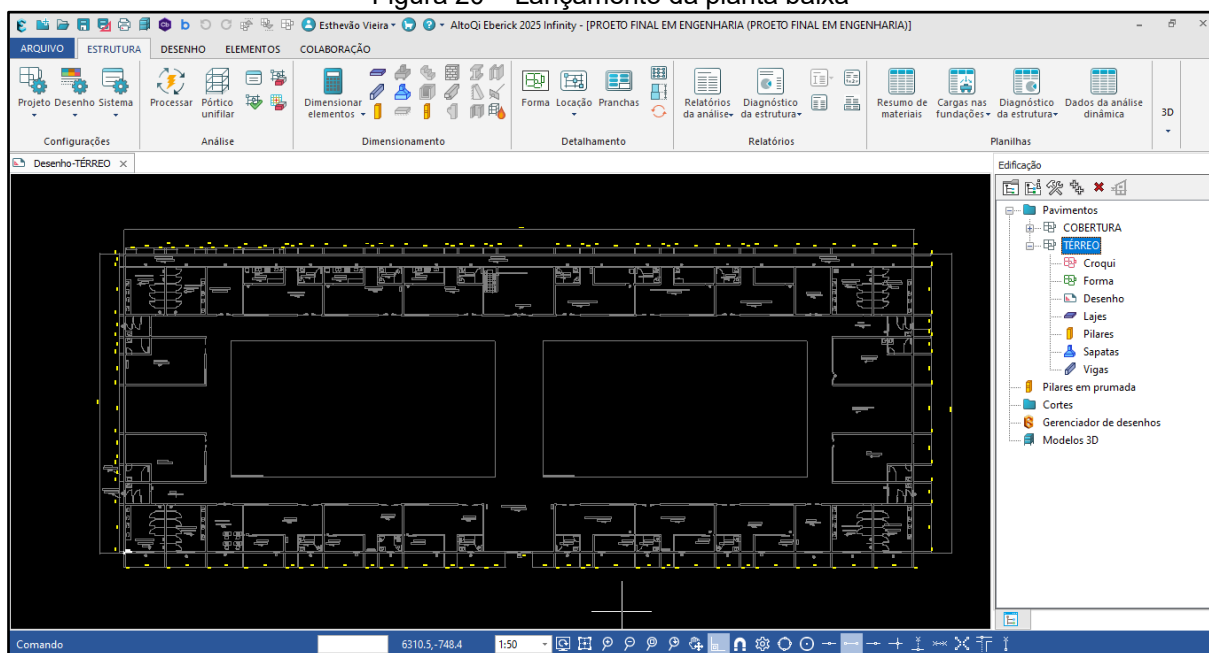
De posse do *projeto arquitetônico*, é possível perceber que o edifício conta com um único pavimento, dispensando a utilização de rampas, escadas e elevadores. Os vãos do prédio são considerados elevados, visto a natureza da construção, de viés comercial e projetado para garantir um grande fluxo de pessoas.

4.2 LANÇAMENTO DA PLANTA ARQUITETÔNICA

O projeto arquitetônico foi inteiramente desenvolvido no *software* AutoCAD. Para dar início ao dimensionamento da estrutura, tornou-se necessário importar a planta baixa em formato DWG para o ambiente do Eberick. Após a importação, a planta passou por ajustes, removendo-se elementos não pertinentes ao projeto estrutural, como representações de móveis, árvores e demais detalhes arquitetônicos, a fim de garantir um modelo mais limpo, objetivo e compatível com o lançamento dos elementos estruturais. A planta de locação da estrutura está apresentada nos Apêndices F e G.

A Figura 20 apresenta a planta baixa modificada dentro do ambiente do programa Eberick.

Figura 20 – Lançamento da planta baixa



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Ademais, o correto lançamento é fundamental para garantir coerência entre o modelo virtual e o sistema estrutural real, permitindo que o programa distribua os esforços de forma adequada entre pilares, vigas e lajes. Além disso, o Eberick possibilita verificar interferências geométricas, compatibilizar elementos e realizar análises preliminares antes do dimensionamento final (ABNT, 2023a).

Nesta etapa, conforme mostra a Figura 21, foram inseridos no ambiente do Eberick os níveis e altura da estrutura (pé direito), os mesmos definidos no projeto arquitetônico. Dessa forma, ambos os projetos ficam alinhados e compatibilizado.

Figura 21 – Definição dos níveis e altura do projeto

Propriedades do projeto

Identificação

Nome: PROJETO FINAL EM ENGENHARIA

Caminho: C:\Users\Usuário\OneDrive\Desktop\PROJETO ESTRUTURAL\PROJETO FINAL EM ENGENHARIA\Projeto Eberick

ID: 714D24B4-3CF8-47A1-886E-884033C3CA53

Título: PROJETO ESTRUTURAL

Pavimentos

Pavimento	Altura (m)	Nível (m)
COBERTURA	3.45	4.05
TÉRREO	1.50	0.60

Nível do solo (m): 0.60

Localização...

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.3 LANÇAMENTO DOS PILARES

O lançamento dos pilares é uma etapa fundamental do projeto estrutural, visto que a posição e a direção dos pilares podem influenciar em diversos fatores da estrutura. O correto posicionamento dos pilares influencia diretamente a estabilidade global e o contraventamento da edificação, especialmente quanto às ações horizontais de vento (ABNT, 2023a).

Foram definidas as dimensões da seção transversal dos pilares para lançamento, e adotados pilares no formato retangular de base (b) de 15 cm e altura (h) de 30 cm, dimensões que ultrapassam o mínimo prescrito pela ABNT 6118:2023, e garantem seu embutimento nas paredes do projeto arquitetônico, definida em 20 cm. A dimensão de 30 cm, justifica-se pelo aproveitamento de formas na execução. A Figura 22 apresenta a janela de lançamento de pilar no programa Eberick.

Figura 22 – Lançamento de pilares

Pilar

Dados do pilar

Nome: Ambiente:

☐ Detalhamento contínuo no lance

Modelo

Vínculo: Verticalidade:

Seção

Tipo:

b: cm h: cm

b1: cm h1: cm

Ângulo de abertura: °

Ângulo de rotação: °

Elevação: cm

☒ Manter seção constante na prumada

Capitel

☐ Usar capitel

Ângulo de rotação: ° b: cm

Espessura: cm h: cm

OK Cancelar Desenho... Cargas... Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.4 LANÇAMENTO DAS VIGAS

As vigas da estrutura transmitem cargas para os pilares. O lançamento das vigas foi realizado de forma semelhante ao lançamento dos pilares, e suas dimensões foram inicialmente definidas de acordo com os elementos verticais, respeitando os valores mínimos definidos pela NBR 6118:2023. Assim, adotou-se 15 cm de base (b_w) e 30 cm de altura (h). No entanto, as vigas não atenderam ao critério de deslocamento máximo. Para solucionar, a altura foi configurada para 40 cm. O Eberick recalculou e a maioria das vigas atenderam as exigências. A Figura 23 apresenta a janela de lançamento das vigas do projeto. No caso das vigas do corredor central, devido ao maior vão livre, a altura necessária foi de 50 cm.

No lançamento, foram definidas as características geométricas das vigas a partir da ligação entre os pilares de interesse. Logo após, o programa solicitou o ponto inicial da próxima viga. Assim, todas as vigas que se apoiam sobre pilares foram inseridas.

Figura 23 – Lançamento das vigas

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick, (2025)

Ainda nesta etapa, é essencial definir o tipo de vinculação das vigas, que podem ser engastadas, rotuladas ou semirrígidas. A escolha da vinculação é realizada conforme a disposição e o comportamento esperado da viga em planta. No presente projeto, foram adotadas vigas com vinculação engastada e rotulada, de modo a representar adequadamente as condições reais de apoio e garantir a fidelidade do modelo estrutural no Eberick.

4.5 LANÇAMENTO DAS LAJES

Para o lançamento das lajes, é necessário definir o tipo de laje, podendo ser maciça, nervurada, protendida ou cogumelo. É definida a espessura da laje, e a carga atuante sobre o elemento estrutural. O tipo de laje, sua espessura e carregamento é

definido a critério do projetista, respaldado em prévio conhecimento técnico e munido de informações da NBR 6118. É importante configurar as cargas permanentes e acidentais, bem como os vãos efetivos e condições de contorno, garantindo que o cálculo e o dimensionamento estejam alinhados às prescrições da referida norma (ABNT, 2023a).

Desse modo, foram definidas as configurações das lajes, sendo todas modeladas como maciças pela fácil execução em canteiro de obra. Para as lajes do pavimento térreo, adotou-se 15 cm de espessura, pois são as que recebem maiores cargas. Assim, é possível evitar avisos do *software* relacionados à necessidade de armadura de cisalhamento. Para as lajes de cobertura, adotou-se espessura de 12 cm, cumprindo o requisito mínimo da norma. Ademais, as lajes internas foram engastadas umas às outras para trabalharem como grelha estrutural.

A Figura 24 apresenta a janela de lançamento de lajes, em que é possível observar a definição das características do elemento.

Figura 24 – Lançamento de lajes

Laje

Nome Tipo

Ambiente

Cargas

Grupo

Acidental kN/m² Revestimento kN/m²

Extra kN/m²

Temperatura e retração °C

Vigota protendida

Tipo

Arranjo Altura

Enchimento

Tipo

Dimensão

Seção

Espessura cm Elevação cm

ec cm

ee cm

enx cm

eny cm

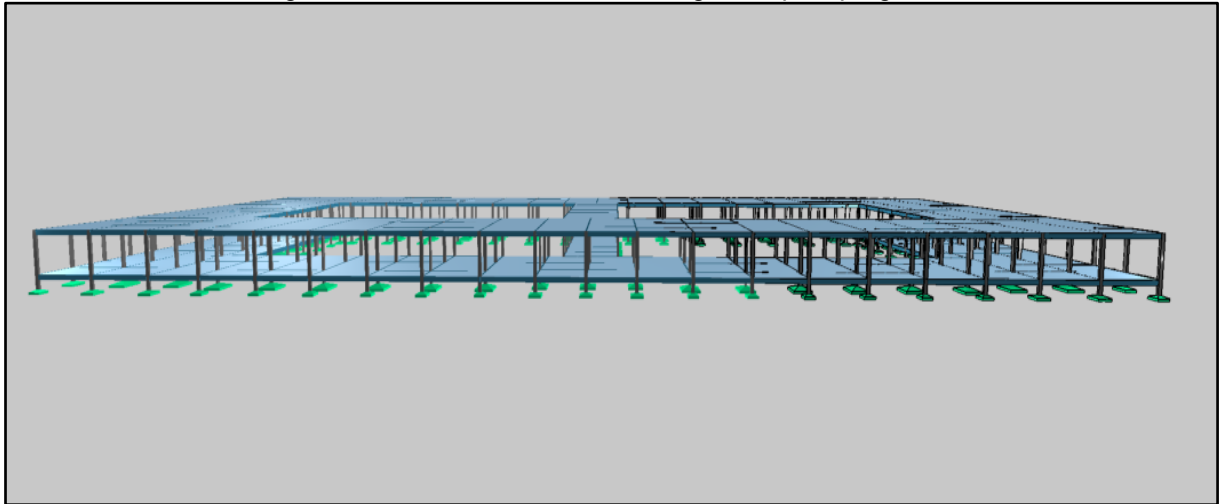
Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.6 VISUALIZAÇÃO DA ESTRUTURA

Concluída a etapa de modelagem da estrutura, o *software* permite a visualização tridimensional do modelo. Dessa forma, o projetista pode analisar a estrutura de maneira global, identificando a disposição espacial dos elementos.

Ainda, o programa disponibiliza ferramentas de rotação, ajuste de incidência de luz e diferenciação de cores entre os elementos estruturais, o que facilita a interpretação do modelo. Essa visualização 3D, ilustrada na Figura 25, constitui um recurso importante para uma análise inicial do projeto estrutural, permitindo verificar a coerência do lançamento antes do dimensionamento (AltoQI, 2024).

Figura 25 – Estrutura tridimensional gerada pelo programa



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7 CÁLCULOS DE CARGAS

Para o correto lançamento de cargas na estrutura, a fim de realizar um dimensionamento estrutural preciso, alguns parâmetros de entrada no *software* são definidos previamente, como dados do dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais, bem como as ações atuantes na estrutura, os materiais, o vento, a retração e a temperatura, definindo limites para a correta verificação do estado limite de serviço (ELS).

4.7.1 Ações e combinações

As ações e combinações foram definidas e ajustadas de acordo com a NBR 6120:2019 e a NBR 8681:2025. Sua majoração foi elaborada por meio de parâmetros básicos, atendendo, assim, à recomendação das normas técnicas. A Figura 26 apresenta a janela para definição de ações e combinações no projeto, bem como os valores adotados para esses parâmetros.

Figura 26 – Definição de ações e combinações

Ações

Ações **Combinações**

Tipo

- Permanente
 - Peso próprio**
 - Adicional
 - Solo
- Protensão
- Retração
- Acidental
 - Acidental
 - Água
- Subpressão
- Temperatura
- Vento
 - Vento X+
 - Vento X-
 - Vento Y+
 - Vento Y-
- Sismo
- Desaprumo

Ação

Nome:

Indicação:

☒ Considerar para as lajes

Variabilidade

☒ Permanente

☐ Acidental direta

☐ Acidental indireta

☐ Excepcional

Coef. de ponderação

Combinações	Concreto	Aço	Alvenaria
Normais (desfavorável)	1.40	1.40	1.40
Normais (favorável)	1.00	1.00	0.90
Excepcionais (desfavorável)	1.20	1.20	1.20
Excepcionais (favorável)	1.00	1.00	1.00
Fundações	1.00		
Construção	1.30		
Incêndio	1.20		

Fatores de combinação

$\Psi_0 =$

$\Psi_1 =$

$\Psi_2 =$

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.2 Análise do pórtico

Nesta etapa, foram definidos parâmetros para análise estática e dinâmica do pórtico, dados importantes para o comportamento da estrutura. Desse modo, as necessidades do projeto, definidas pelo projetista, são um fator determinante para a escolha dos parâmetros. Destacam-se as reduções das rigidezes, apresentadas na Figura 27, conforme recomendação da NBR 6118 (ABNT, 2023) e do modelo de cálculo do *software*, buscando representar mais fielmente o comportamento fissurado dos elementos estruturais durante a fase de serviço. Destacam-se, ainda, a não linearidade das peças, o processo P-Delta, ativado para contemplar efeitos de segunda ordem globais, garantindo que a análise estrutural representasse adequadamente o incremento de esforços decorrente dos deslocamentos laterais, e imperfeições globais. A Figura 28 mostra a janela de configurações para a análise estrutural.

Figura 27 – Redução das rigidezes na análise estrutural

Avançado

Grelha

Redução na torção %

Redução na rigidez axial

Lajes %

Escadas %

Reservatórios %

Núcleos rígidos %

Modelo integrado

☐ Ajustar torção nas continuidades de lajes maciças

☒ Torção equivalente nas vigas

☐ Utilizar constraints no modelo

Flechas

Número máximo de iterações

Precisão mínima %

Precisão numérica

Erro estimado máximo %

Valor absoluto mínimo

Taxa de compressão dos pilares

Combinação de cálculo ...

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 28 – Dados de entrada para análise estrutural

Análise

Geral

Redução no engaste para nós semirrígidos %

Redução na torção para os pilares %

Redução na torção para as vigas %

Redução na torção para os núcleos rígidos %

Aumento na rigidez axial dos pilares ...

☐ Salvar automaticamente o projeto após o processamento

Ligação viga-pilar

☒ Flexibilizar ligação com pilar equivalente

Aplicar para relação h/b maior que ...

Não linearidade física

Rigidez das vigas Ec.Ic

Rigidez dos pilares Ec.Ic

Rigidez das lajes Ec.Ic

Rigidez das estacas Ec.Ic

Rigidez dos núcleos rígidos Ec.Ic

Rigidez alvenaria estrutural Ea.I

Não linearidade geométrica

☒ Utilizar o processo P-Delta

Número máximo de iterações

Precisão mínima %

Combinação vertical de cálculo
 ...

Imperfeições globais

Tipo de estrutura:
 ...

Combinação vertical característica
 ...

Processo

☒ Grelhas + pórtico espacial

☐ Modelo integrado

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Ademais, foram inseridos dados para análise dinâmica dos pórticos e painéis de lajes e o modelo de fundação adotado (sapatas isoladas de base retangular). A Figura 29 apresenta a aba com os dados inseridos para os painéis de laje e a Figura 30, para o modelo de fundação inicial adotado.

Figura 29 – Dados para o cálculo dos painéis de laje

Painéis de lajes

Espaçamento das faixas

Lajes maciças cm

Número mínimo de faixas em uma direção

Capitéis cm

Regiões maciças cm

Vigas de fundação cm

Vigas protendidas cm

Paredes e núcleos rígidos cm

Aberturas

Dispensar verificação de aberturas quando

Dimensão do furo menor ou igual a cm

Distância entre furos maior que

☐ L/2

☒ cm

☐ Verificar distância do apoio

☐ Dispensar análise de aberturas com incompatibilidade

Modelo para dimensionamento

☐ Simplificado

☒ Completo

Pilar

Distância mínima para considerar pilar dentro da laje cm

Grelha não linear

Continuidades

Redistribuição máxima %

Aplicar para taxas de armadura maiores que %

Demais Casos

Redistribuição máxima %

Aplicar para taxas de armadura maiores que %

Nº máximo de iterações

Paredes

Concentrar armadura no topo / base para tração superior a kN

Região de interesse % h

Coefficiente de empuxo

Escadas

Modelo para análise

☒ Pavimentos independentes

☐ Projeto inteiro

☒ Desconsiderar o pilar para distância menor que cm

Viga

☒ Permitir viga no interior da laje

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 30 – Dados para o modelo de fundação inicial

Modelo da fundação

Geral

Tubulões

☐ Considerar atrito solo-fuste

Discretização cm

Nº mínimo de divisões

Estacas

☐ Considerar atrito solo-fuste

Discretização cm

Nº mínimo de divisões

Rigidez das molas do fuste

☒ Constante

☐ Linear

Apoio elástico padrão

Deslocamento X	Elástico	K=	5000	kN/m
Deslocamento Y	Elástico	K=	5000	kN/m
Deslocamento Z	Fixo	K=	0	kN/m
Rotação X	Livre	K=	0	kN.m/r
Rotação Y	Livre	K=	0	kN.m/r
Rotação Z	Livre	K=	0	kN.m/r

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

A Figura 31 apresenta a janela da análise dinâmica, em que se destacam a tolerância e as combinações adotadas foram de carga permanentes de peso próprio, adicional e de solo, e cargas acidentais de água e cargas variáveis como mobiliário e pessoas, de acordo com a NBR 6120 (ABNT, 2019).

Figura 31 – Janela de análise dinâmica

Análise dinâmica

Pórtico espacial

Número máximo de modos: 12

Combinação de cálculo das massas: G1+G2+0.25Q+A

Parâmetros do solver

Número de pontos de integração: 8

☒ Cálculo automático dos intervalos de pesquisa

Intervalo inicial: 400

Incremento: 400

Limite máximo (10[^]): 5

Tamanho do subespaço M0: 24

Tolerância no critério de convergência (casas decimais): 5

Número máximo de iterações: 10

☒ Adotar processamento paralelo (multi-thread)

Pavimentos

Número máximo de modos: 4

Combinação de cálculo das massas: G1+G2+0.25Q+A

Modificadores de rigidez

Redução na flexão para os pilares: 0 %

Redução na flexão para as vigas: 0 %

Redução na torção para os pilares: 0 %

Redução na torção para as vigas: 0 %

Aumento na rigidez axial dos pilares: 1

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.3 Cargas adotadas

As cargas de utilização adotadas foram definidas de acordo com a NBR 6120:2019. A obra se caracteriza como comercial, e cargas desta natureza estão presentes na referida norma e na janela de lançamento do Eberick. Assim, foram definidas cargas de 2,5 kN para as lojas, 2,0 kN para os banheiros, 4,0 kN para os corredores, 1,0 kN para toda a cobertura e ainda adicionada carga de barrilete para o local definido para receber o reservatório.

Também foram adotadas cargas de paredes na estrutura, conforme o bloco escolhido, considerando o bloco de concreto celular de carga de 3,66 kN, com todas as paredes tendo altura de 3,05 m, conforme ilustra a Figura 32.

Figura 32 – Cargas de parede adotadas

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.4 Dimensionamento

Nesta etapa, foram definidos os dados de entrada para o dimensionamento dos elementos estruturais em concreto armado: lajes, vigas, pilares e as sapatas. Foram definidos os limites de espaçamento, taxas de armaduras e diâmetros mínimos adotados de base da NBR 6118:2023 conforme ilustra a Figura 33 para pilares, a Figura 34 para as vigas e a Figura 35 para lajes.

O modelo de fundação de sapatas foi adotado graças ao baixo carregamento da estrutura. Dentre os dados inseridos para seu dimensionamento, destacam-se os dados de solo inseridos, como coesão e tipo de solo, escolhidos automaticamente pelo Eberick, considerando um solo genérico. A Figura 36 mostra a janela de dimensionamento. A planta de locação das sapatas está no Apêndice H.

Figura 33 – Dados de entrada para dimensionamento de pilares

Dimensionamento [Pilares e NR]

Pilares e NR | Pilares PM | Vigas | Vigas PM | Lajes | Sapatas | Blocos | Muros | Alvenaria | Protensão

Geral

☐ Permitir carga nula ou negativa

☒ Usar armadura simétrica para pilares quadrados

☒ Usar armadura simétrica para pilares compostos

Ângulo mínimo para considerar pilar inclinado: 10 °

Imperfeições geométricas locais

☒ Momento mínimo

☐ Excentricidade accidental

Estribos

☒ Separar trechos com diferença de armadura maior que: 10 %

Espaçamento mínimo: 7 cm

Espaçamento mínimo (topo e base): 4 cm

Espaçamento múltiplo de: 1.0

Tamanho mínimo do(s) trecho(s): 0.4 m

Percentual mínimo em pilares-parede: 25 %

Limites

Taxa de armadura máxima: 4 %

Número máximo de barras numa face de seção: 90

Seção transversal mínima: 360 cm²

Dimensão mínima: 14 cm

Esperas

Tipo: auto

☐ Permitir bitola menor que superior

☒ Adotar espera da fundação igual ao pilar superior

Avançado... Coeficientes...

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 34 – Dados de entrada para dimensionamento de vigas

Dimensionamento [Vigas]

Pilares e NR | Pilares PM | Vigas | Vigas PM | Lajes | Sapatas | Blocos | Muros | Alvenaria | Protensão

Limites

Relação máxima entre altura e CG da armadura: 10 %

Taxa de armadura máxima: 2 %

Diâmetro do vibrador: 3 cm

☒ Permitir abertura próxima ao apoio

☐ Permitir abertura próxima à variação de seção

Armadura de tração

Tensão mínima para considerar: 1 %

☐ Usar armadura mínima da seção

☐ Adotar armadura de pele como armadura de tração

☐ Em vigas que já possuem armadura de pele

☒ Em vigas com tensão de tração maior que: 50 % fctk

Percentual a ser resistido pela armadura de pele: 50 %

Armadura de torção

Tensão mínima para considerar: 10 %

Diâmetro mínimo: 8.0

Espaçamento máximo: 40 cm

Verificação em nós semirígidos

☐ Dispensar erro de abertura das fissuras em seção com redistribuição

☐ Dispensar limites de redistribuição se atendida LN e abertura de fissuras

Armadura de pele

Diâmetro mínimo: 6.3

Espaçamento máximo: 15 cm

Altura inicial: 60 cm

Armadura de suspensão

☒ Permitir viga maior apoiando em menor

Tipo de estribo: Aberto

Diâmetro mínimo: 10.0

Espaçamento mínimo: 5 cm

☒ Adotar armadura de suspensão para vigas não penduradas

Armadura de compressão

Diâmetro mínimo: 10.0

Apoio sobre pilares extremos

☒ Usar armadura mínima para apoios com largura superior a: 12 cm

Largura máxima de desenho: 80 cm

Estribos... Ancoragem...

Coeficientes... Inteligência artificial...

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 35 – Dados de entrada para dimensionamento de lajes

Dimensionamento [Lajes]

Pilares e NR Pilares PM Vigas Vigas PM Lajes Sapatas Blocos Muros Alvenaria Protensão

Armadura positiva

Comprimento mínimo do trecho cm

Espaçamento máximo

Principal cm

Secundária cm

Ancoragem

Momento positivo mínimo a ser considerado na ancoragem Kgf.m

Tração mínima a ser considerada na ancoragem Kgf/m

☒ Permitir ancoragem na laje adjacente

Aberturas

☒ Dispensar armadura de reforço em aberturas circulares

☒ Permitir abertura interceptando nervura em laje pré-fabricada

Armadura das continuidades

Diâmetro mínimo cm

Espaçamento máximo cm

Cisalhamento

☒ Dispensar verificação ao cisalhamento

Espaçamento múltiplo cm

Espaçamento mínimo cm

Espaçamento máximo

☒ Definido por norma

☐ Adotar % d

Limites... Coeficientes...

Nervuras... Regiões...

Punção... Radier...

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 36 – Dados de entrada para dimensionamento de sapatas

Dimensionamento [Sapatas]

Pilares e NR Pilares PM Vigas Vigas PM Lajes Sapatas Blocos Muros Alvenaria Protensão

Dimensões

Altura da sapata constante se h_1 menor que m

Dimensões múltiplas de cm

Agrupar com diferença de lados menor ou igual a m

Lado maior inferior a m

Influência do fator de forma

Profundidade do solo m

Valores mínimos

Altura maior (H1) m

Altura menor (H0) m

Balanço mínimo m

☒ Altura útil maior que a espera do pilar

Solo

Tipo do solo

Pressão admissível kN/m²

Coesão kN/m²

Peso específico kN/m³

Ângulo de atrito

Redutor do atrito

Majoração de pressão para cargas excêntricas

Momento mínimo para considerar flexão kN.m

Armadura... Coeficientes...

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.5 Incêndio

Para o correto dimensionamento, também deve ser prevista a situação de incêndio da estrutura. Nessa etapa, o Eberick permite definir, conforme a NBR 14432, o Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) dos elementos estruturais conforme o tipo de ocupação do prédio (ABNT, 2001).

Foi definida a ocupação C-Comercial varejista, o que, aliado às características geométricas da edificação, definiu automaticamente um TRRF de 60 minutos. A altura de 3,45 m (pé direito) e a não presença de subsolo também foram admitidas automaticamente, conforme ilustra a Figura 37.

Ainda, para o revestimento das armaduras adotou-se para o projeto inteiro valores de 1,5 cm para todos os elementos, com eficiência de 100%.

Figura 37 – Dados de entrada para análise em situação de incêndio

Incêndio

Requisitos

☒ Definir TRRF automaticamente

Ocupação: **C - Comercial varejista**

☒ Definir alturas automaticamente

Altura acima do solo: **3,45** m

Profundidade do subsolo: **0** m

☐ Permitir redução de TRRF utilizando MTE

Método do tempo equivalente... Avançado...

Elemento	TRRF
Vigas	60 min
Pilares	60 min
Lajes	60 min
Paredes	60 min

Revestimento

☒ Projeto inteiro

☐ Por pavimento

Elementos	Físico	cm	Eficiência	%	Efetivo	cm
Vigas	1.5	cm	100	%	1.5	cm
Pilares	1.5	cm	100	%	1.5	cm
Lajes (superior)	1.5	cm	100	%	1.5	cm
Lajes (inferior)	0	cm	100	%	0	cm
Paredes	1.5	cm	100	%	1.5	cm
Vigas PM	0	cm	100	%	0	cm
Pilares PM	0	cm	100	%	0	cm

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o software Eberick (2025)

4.7.6 Materiais e durabilidade

A escolha dos materiais e a garantia de durabilidade é essencial para promover qualidade da obra, sobretudo assegurando vida útil adequada para o centro comercial. A definição dos materiais e os critérios de durabilidade da estrutura foram estabelecidos conforme os parâmetros determinados no *software* Eberick, em conformidade com a NBR 6118:2023.

Foi definida de acordo com a natureza do projeto a classe de agressividade ambiental (CAA) II de acordo com a Tabela 6.1 da NBR 6118:2023, que caracteriza uma região urbana e de moderada agressividade. Foi também selecionado um f_{ck} de 40 MPa, como ponto de partida. Na janela de configuração do *software* (Figura 38), ainda foi possível definir o cobrimento das peças de acordo com a normativa técnica e o controle de fissuração.

Figura 38 – Materiais e durabilidade

Materiais e durabilidade

Aplicação
☒ Projeto inteiro
☐ Por pavimento

Pavimento
 Cobertura em concreto

Geral
 Classe de agressividade: II (moderada)
 Dimensão do agregado: 19 mm
☐ Controle rigoroso nas dimensões dos elementos
☐ Considerar redução no cobrimento para peças com f_{ck} 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-40	3 cm	3 cm	3 cm	Bitolas...
Pilares e NR	C-40	3 cm	3 cm	4.5 cm	Bitolas...
Lajes	C-50	2.5 cm		3 cm	Bitolas...
Reservatórios	C-40	3 cm			Bitolas...
Blocos	C-40			4.5 cm	Bitolas...
Sapatas	C-40			4.5 cm	Bitolas...
Tubulões	C-40			4.5 cm	Bitolas...
Muros	C-40			4.5 cm	Bitolas...
Radier	C-40			4.5 cm	Bitolas...

Elementos pré-moldados

	Concreto	Cobrimento (peças externas)	
Vigas	C-25	3 cm	Bitolas...
Pilares	C-25	3 cm	Bitolas...
Etapas...			

Avisos
 Todas as informações estão definidas corretamente
 Detalhes...

Tipo
 Pré-moldado

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

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

As armaduras foram especificadas com aço CA-50, conforme o padrão utilizado no Eberick, garantindo boa ductilidade e resistência à tração. O cobrimento das armaduras foi configurado de modo a atender simultaneamente às condições de durabilidade e às exigências de incêndio, garantindo proteção contra agentes agressivos, principalmente umidade e CO₂, que podem acelerar processos de corrosão.

4.7.7 Detalhamento

A etapa de detalhamento é essencial para boa elaboração das pranchas do projeto, além de garantir uma melhor execução e segurança. Para cada elemento estrutural (vigas, pilares, lajes e fundações), o *software* definiu as armaduras principais e secundárias, considerando os esforços atuantes, o controle de fissuração, o cisalhamento e as condições de ancoragem e emenda.

As bitolas adotadas, os espaçamentos e o comprimento de desenvolvimento das barras foram determinados automaticamente, respeitando os limites normativos e a compatibilidade geométrica entre os elementos. As Figuras Figura 39, Figura 40, Figura 41 e Figura 42 mostram as escolhas dos parâmetros para o detalhamento dos pilares, vigas, lajes e sapatas, respectivamente.

Figura 39 – Parâmetros de entrada para os pilares

Detalhamento [Pilares e NR]

Pilares e NR | Pilares PM | Vigas | Vigas PM | Lajes | Sapatas | Blocos | Muros | Protensão

Fundações

☒ Colocar estribos dentro da fundação

☒ Ancoragem com gancho 90 nas barras longitudinais

Comprimento da ancoragem: cm

Altura de arranque:

Blocos: ▼

Sapatas: ▼

Escala

Pilares (seções): ▼ ...

Pilares (cortes): ▼ ...

Escala barras em corte: ▼

Núcleos rígidos (seções): ▼

Núcleos rígidos (cortes): ▼

Esperas para pilares

Caso a altura seja menor que a ancoragem do pilar

▼

Representação da seção no detalhamento da viga

▼ ...

Comprimento das esperas:

☒ Calculado ...

☐ Definido pelo usuário ...

Núcleos rígidos

☒ Agrupar armaduras longitudinais ▼

☒ Indicar nomenclatura da lâmina

Estribos

☒ Adotar estribos abertos na região de cruzamentos com as vigas

☒ Permitir estribos múltiplos para:

Dimensão maior que cm

☐ Permitir que estribos suplementares protejam barras adjacentes

Distância máx. de proteção das barras longitudinais: ▼

Quantidade máxima de barras protegidas:

Seção L aberto: ▼

Diâmetro mínimo para estribo suplementar: ▼

Hachuras

Seções: ▼

Vistas: ▼

Otimização

☒ Permitir ajuste automático da escala do corte

Desenhar estribo ao lado da seção para:

Dimensão maior que m

☒ Altura insuficiente para desenho da seção

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 40 – Parâmetros de entrada para as vigas

Detalhamento [Vigas]

Pilares e NR | Pilares PM | Vigas | Vigas PM | Lajes | Sapatas | Blocos | Muros | Protensão

Escala

Formas: ▼ ...

Seções: ▼ ...

☒ Ajustar escala da seção quando necessário

Hachuras

Formas: ▼

Intersecção de viga: ▼

Seções: ▼

Estribos

☒ Desenhar estribo ao lado da seção:

Altura inicial: m

☒ Desenhar estribos na forma:

Quando trecho for menor que m

Quando espaçamento for menor que m

☒ Desenhar sempre estribos de aberturas

Pranchas

Alinhamento horizontal dos elementos

☒ Alinhar pelo topo

☐ Alinhar pelo nível de referência

☐ Considerar elevação

Sobreposição das barras construtivas: cm

Diâmetro da armadura construtiva: ▼

Indicação de camada:

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 41 – Parâmetros de entrada para as lajes

Detalhamento [Lajes]

Pilares e NR | Pilares PM | Vigas | Vigas PM | **Lajes** | Sapatas | Blocos | Muros | Protensão

Geral

Escala das lajes: 1:50

Ancoragem da armadura: reta

☐ Evitar o traspasse de 100% das barras na mesma direção

☒ Representar nome conforme simbologia da forma

☒ Hachurar vigas no detalhamento

☒ Otimizar detalhamento

Redução da indicação: 25 %

☒ Gerar tabela de armaduras variáveis

Separar plantas

☒ Regiões maciças

☒ Armaduras positivas em X e Y

☒ Armaduras negativas em X e Y

Aberturas

☒ Adotar armadura de reforço em furos

☐ Separar detalhamento das aberturas

Escala: 1:50

Armadura no apoio

Distância máxima para detalhar armadura até a extremidade do apoio: 15 cm

Armadura negativa

Ancoragem da laje em balanço: 1.5 x

☒ Agrupar continuidade pela maior armadura

☒ Cotar dobras

Cotas na planta

☒ Positivas

☒ Exibir linhas de chamada

☒ Negativas

☒ Negativas adicionais

☐ Cotar direção principal

Descrição das armaduras

Armaduras positivas: Completa

Distância em relação à extremidade: 40 cm

Armaduras negativas: Sucinta

☒ Usar fundo opaco

Arm. complementares... Escadas... Reservatórios... Detalhes típicos...

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 42 – Parâmetros de entrada para as sapatas

Detalhamento [Sapatas]

Pilares e NR | Pilares PM | Vigas | Vigas PM | Lajes | **Sapatas** | Blocos | Muros | Protensão

Geral

Varição na profundidade ±: 35 cm

Pilares

☒ Incluir detalhamento do pilar

☒ Agrupar pilares diferentes na mesma fundação

Solo

☒ Indicar resistência

Solo com capacidade de suporte >

☒ Indicar peso específico

peso específico >

Escala

Plantas: 1:25

Cortes: 1:25

Hachuras

Plantas: Sólido

Cortes: Sólido

Representação

☒ Detalhar estribos em corte

☒ Detalhar seção das armaduras em corte

☒ Gerar indicações das armaduras em corte

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.8 Vento

A etapa de consideração dos esforços de vento é crucial, pois sua correta modelagem garante uma boa representação da realidade, gerando confiabilidade e ainda trabalhando a favor da segurança de todo o projeto estrutural.

O *software* permite modelar de maneira confiável o tipo de vento de acordo com a localização geográfica da edificação. Para a região de Campos dos Goytacazes, foi estabelecida uma velocidade de 35 m/s, conforme ilustra a Figura 43, a partir do mapa de isoietas fornecido pelo programa (Figura 44), em que é possível observar a velocidade real do vento de determinada região.

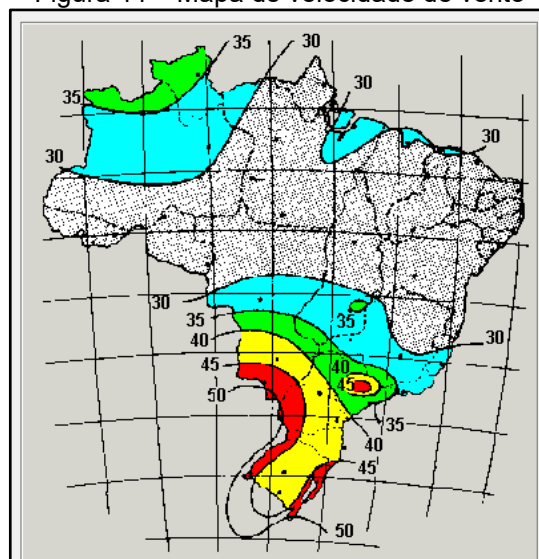
Figura 43 – Janela vento do *software*

A janela 'Vento' do software apresenta as seguintes configurações:

- Velocidade básica:** Velocidade 35 m/s. Botão 'Mapa...'.
- Aplicação do vento:**
 - Ângulo: 0°
 - Casos: 4
 - Botão: 'Forças médias...'
 - Diagrama vetorial com eixos F_{td} e F.
- Tipo de análise:**
 - ☒ Vento estático
 - ☐ Vento dinâmico
- Edificação:**
 - Fator S1 (topográfico): 1.00
 - Rugosidade do terreno: Categoria III
 - Maior dimensão horizontal ou vertical: Maior que 50 m
 - Fator S3 (estatístico): 1.11
 - Razão de amortecimento crítico: 0.02
 - Fator de vizinhança: 1.00
- Verificação de conforto:**
 - Probabilidade de ocorrência: 0.63
 - Período de recorrência em anos: 1
- Botões de controle: OK, Cancelar, Ajuda.

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 44 – Mapa de velocidade de vento



Fonte: Eberick (2025)

Ademais, é necessário definir o fator topográfico e o fator estatístico, denominados como S1 e S3, respectivamente. O fator topográfico está relacionado com o terreno onde se localiza a edificação. Como o município tem como característica um relevo plano, o fator topográfico escolhido foi 1.0, conforme ilustra a Figura 45. Ainda aliada ao fator topográfico está a rugosidade, sendo escolhida a categoria III, que caracteriza a região do prédio, conforme mostra a Figura 46. O fator S3 depende das consequências da ruína da estrutura. Conforme mostrado na Figura 47, a situação esperada em caso de ruína exige a definição de um fator S3 de 1,11.

Figura 45 – Escolha do fator S1

Fator S1 (topográfico)

☐ Encostas e cristas de morros em que ocorre aceleração do vento. Vales com efeito de afunilamento (S1 = 1.1)

☐ Vales profundos, protegidos de todos os ventos (S1 = 0.9)

☒ Demais casos (S1 = 1.0)

OK Cancelar

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 46 – Rugosidade do terreno

Rugosidade do terreno

Categoria de rugosidade do terreno:

☐ Categoria I: Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente.

☐ Categoria II: Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas.

☒ Categoria III: Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas.

☐ Categoria IV: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada.

☐ Categoria V: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados.

OK Cancelar Ajuda

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 47 – Escolha do fator S3

Fator S3 (estatístico)

- ☒ Estruturas cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (S3 = 1.11).
- ☐ Estruturas cuja ruína represente substancial risco à vida humana, particularmente a pessoas em aglomerações, crianças e jovens (S3 = 1.06).
- ☐ Edificações para residências, hotéis, comércio e indústrias. Estruturas ou elementos estruturais desmontáveis com vistas à reutilização (S3 = 1.00).
- ☐ Edificações não destinadas à ocupação humana (depósitos, silos, construções rurais, etc.) e sem circulação de pessoas no entorno (S3 = 0.95).
- ☐ Edificações temporárias não reutilizáveis. Estruturas dos grupos 1 a 4 durante a construção (fator aplicável em um prazo máximo de 2 anos) (S3 = 0.83).

OK Cancelar

Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.9 Verificação ao ELS

Nesta etapa, foram definidos os deslocamentos limites da estrutura, para garantir conforto, segurança e funcionalidade ao projeto. As verificações ao ELS foram realizadas conforme os critérios estabelecidos na ABNT NBR 6118:2023, utilizando os parâmetros disponíveis no módulo específico do *software*. Todos os deslocamentos foram limitados conforme apresenta a Figura 48.

A aceitabilidade sensorial (visual), é definida a partir da relação L/x , em que L representa o vão do elemento, e o x , definido de acordo com cada elemento automaticamente por meio da biblioteca do *software*, conforme mostrado na Figura 48 a seguir.

Figura 48 – Deslocamentos limites adotados

Verificações ao ELS

Deslocamentos **Vibrações**

Aceitabilidade sensorial (visual)

Deslocamentos visíveis devidos à carga

Vigas L/ 250

Lajes L/ 250

Muros L/ 150

Vigas PM (construção preliminar) L/ 500

Vigas metálicas L/ 350

Combinações Quase permanentes ▼

Aceitabilidade sensorial (vibrações no piso)

Vibrações devidas a cargas variáveis de utilização L/ 350

Combinações Frequentes ▼

Efeitos estruturais em serviço

Deslocamentos após a construção do piso L/ 600

Combinações Frequentes ▼

Efeitos após a construção das paredes

Deslocamento em alvenarias caixilhos e revestimentos L/ 500

Deslocamento limite 10 mm

Rotação limite 0.0017 rad

Combinações Quase permanentes ▼

Movimentos laterais do edifício

Devidos à ação do vento H/ 1700

HPav/ 850

Combinações Frequentes ▼

Demais situações

Combinações Frequentes ▼

Limites da contraflecha

Vigas L/ 350

☐ Não permitir maior que o deslocamento imediato

OK Cancelar Ajuda

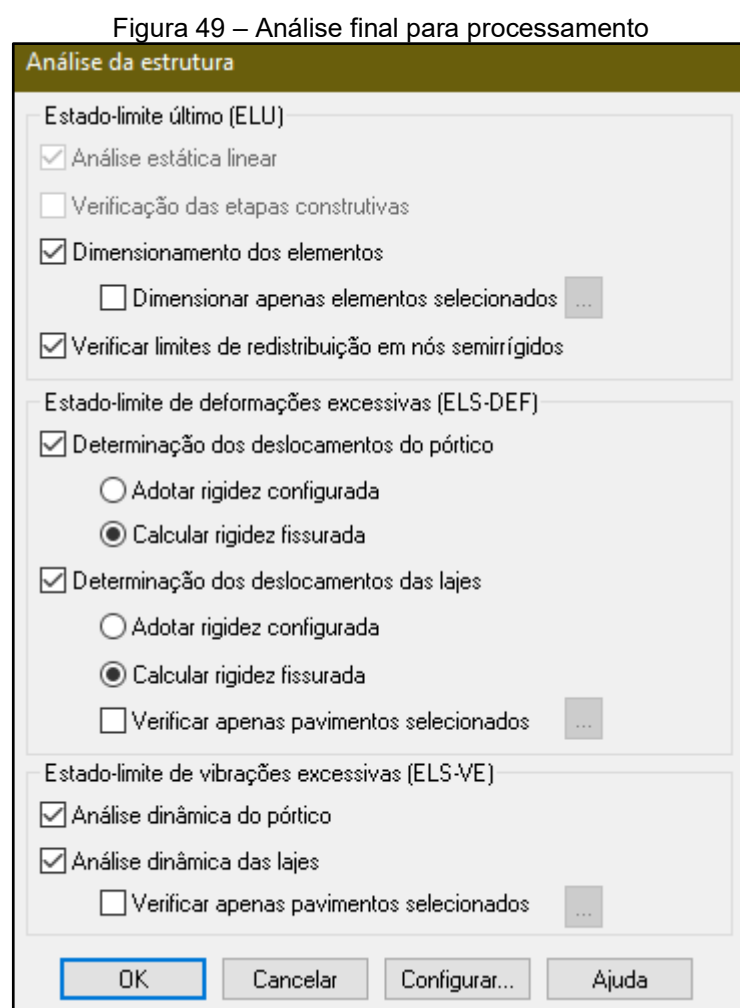
Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.7.10 Processamento da estrutura

Por fim, após executada toda modelagem da estrutura e feita a entrada de dados no Eberick, foi realizado o processamento da estrutura. O *software* realiza a análise estrutural a partir de um modelo que combina lajes tratadas como painéis e elementos lineares organizados em pórticos espaciais. Para isso, utiliza o método da análise matricial, no qual são formadas inicialmente as matrizes de rigidez de cada elemento isolado e, posteriormente, a matriz de rigidez global que representa toda a estrutura.

Com o modelo resolvido, o programa calcula as armaduras necessárias para cada peça estrutural e verifica se os elementos atendem às exigências de capacidade resistente previstas nas normas. Além disso, o sistema executa automaticamente as verificações de deslocamentos em ELS e analisa o comportamento da edificação

frente às deformações e oscilações previstas no carregamento. A interface exibida antes do início do processamento permite revisar os dados finais da análise, conforme ilustrado na Figura 49.



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.8 RESULTADO DOS DIMENSIONAMENTOS

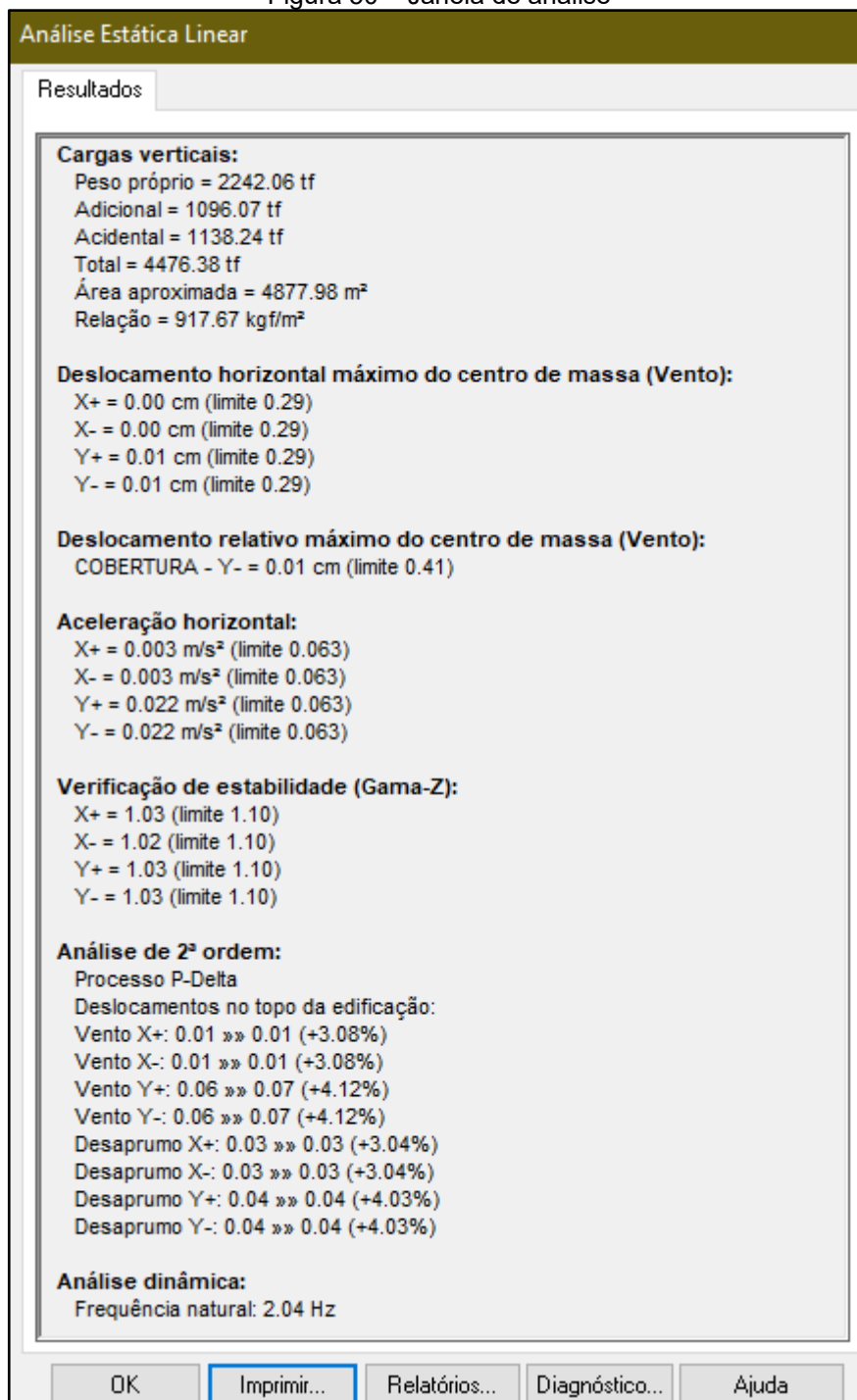
4.8.1 Análise preliminar dos resultados

Após o processamento da estrutura, o *software* fornece uma janela com informações e primeiras impressões da estrutura recém calculada (Figura 50), onde é possível compreender o comportamento da edificação.

Informações relevantes como as cargas da estrutura, seus deslocamentos, a aceleração e sua estabilidade foram informadas, e indicaram bom comportamento

estrutural, com um destaque ao parâmetro Gama-Z, que, quando menor que 1,10, garante que efeitos de segunda ordem não sejam pertinentes, configurando a estrutura como “estrutura de nó fixo”.

Figura 50 – Janela de análise

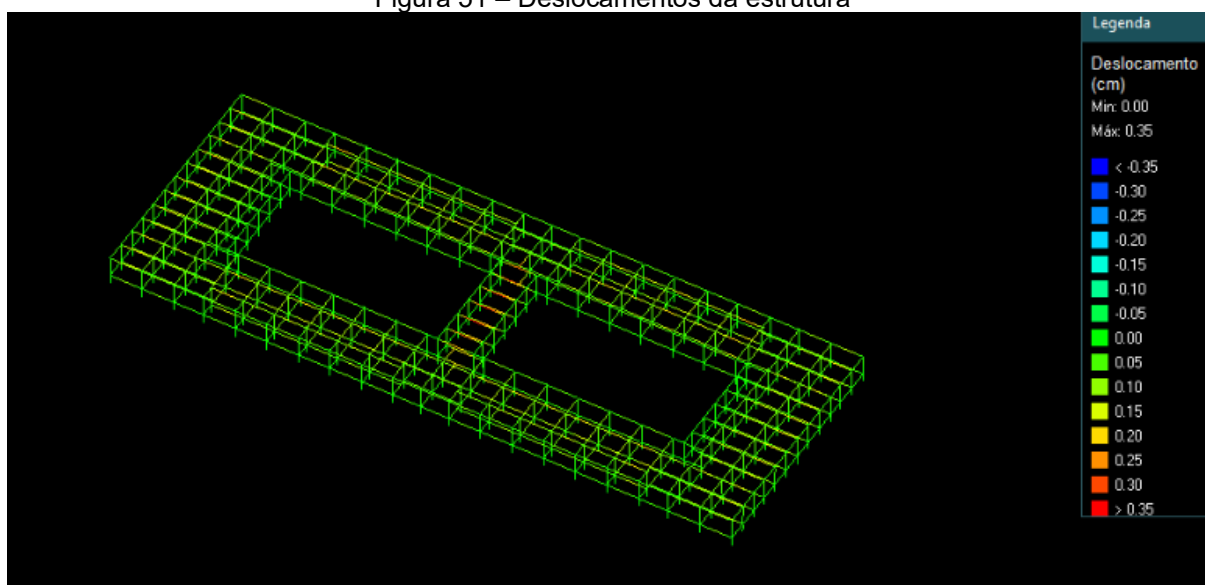


Fonte: Autoria própria utilizando o software Eberick (2025)

4.8.2 Resultado das deformações

Após a análise, obteve-se o gráfico de deslocamento da estrutura de uma maneira global, a trabalhar sob o ELS. Como salientado anteriormente, a estrutura foi projetada de modo a produzir o mínimo possível de deslocamentos, dentro dos limites estabelecidos. Por meio do gráfico é possível concluir que os elementos tiveram bom comportamento, e que existem locais com maiores movimentações, porém dentro do limite de $L/250$ para vigas, como o vão central do prédio. A Figura 51 mostra os deslocamentos globais do pórtico da estrutura.

Figura 51 – Deslocamentos da estrutura

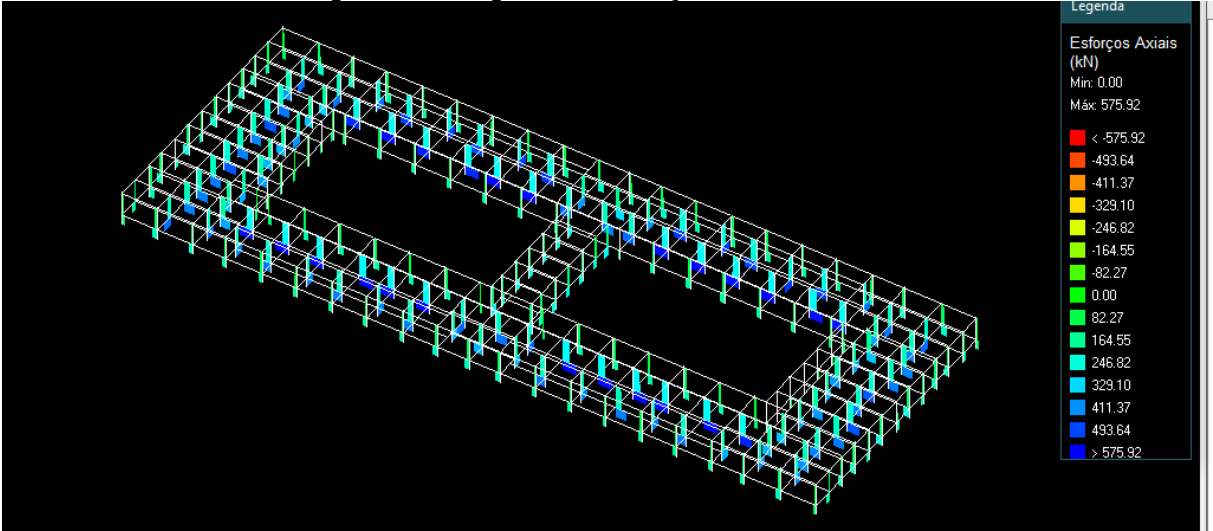


Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.8.3 Esforços solicitantes

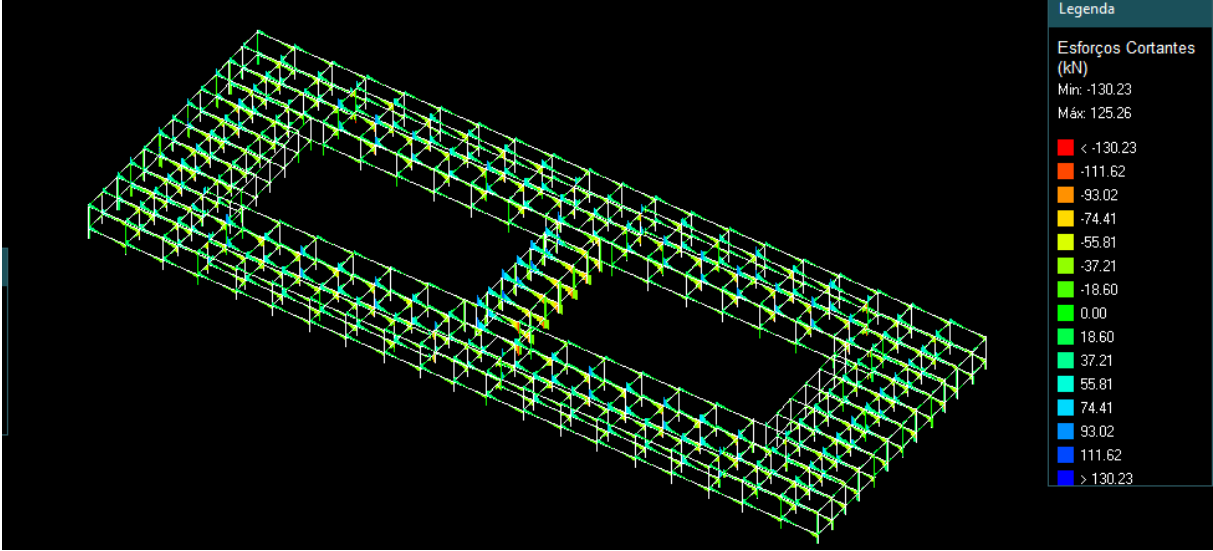
Após o processamento da estrutura, também foram determinados os esforços atuantes em todos os elementos estruturais. Com a ferramenta pórtico unifilar, foi possível gerar os gráficos com os diagramas dos esforços solicitantes de compressão e tração (Figura 52), esforços cortantes (Figura 53), momentos fletores (Figura 54) e momentos torçores (Figura 55), que indicaram um bom comportamento estrutural da edificação.

Figura 52 – Diagrama de esforços normais no ELU



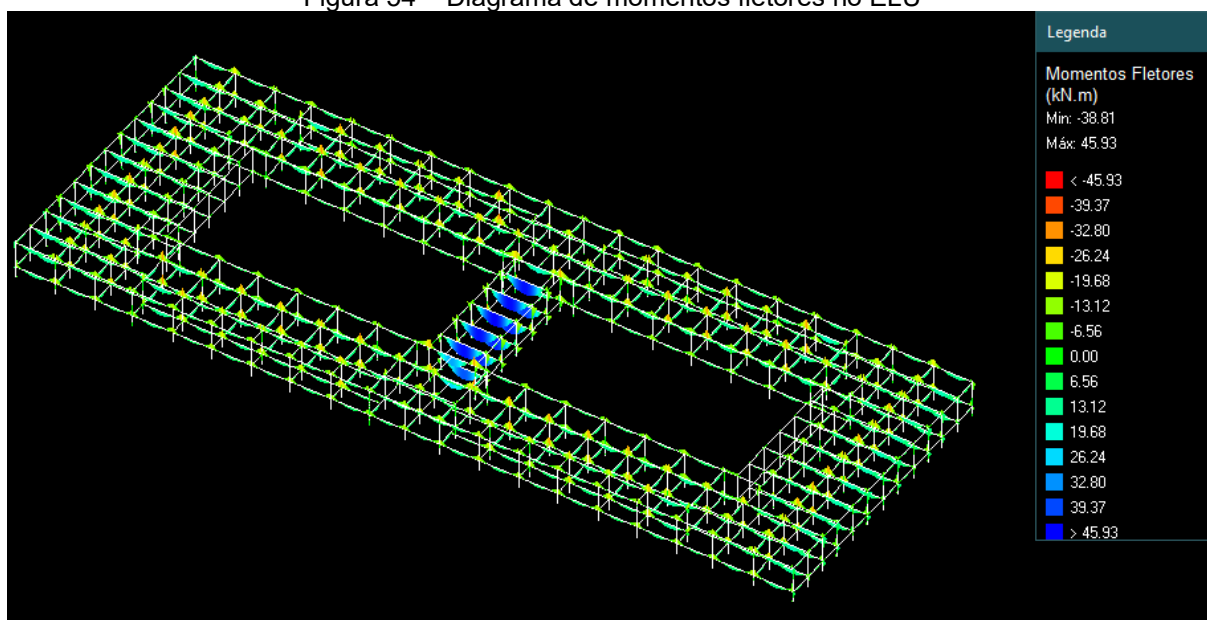
Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 53 – Diagrama de esforços cortantes no ELU



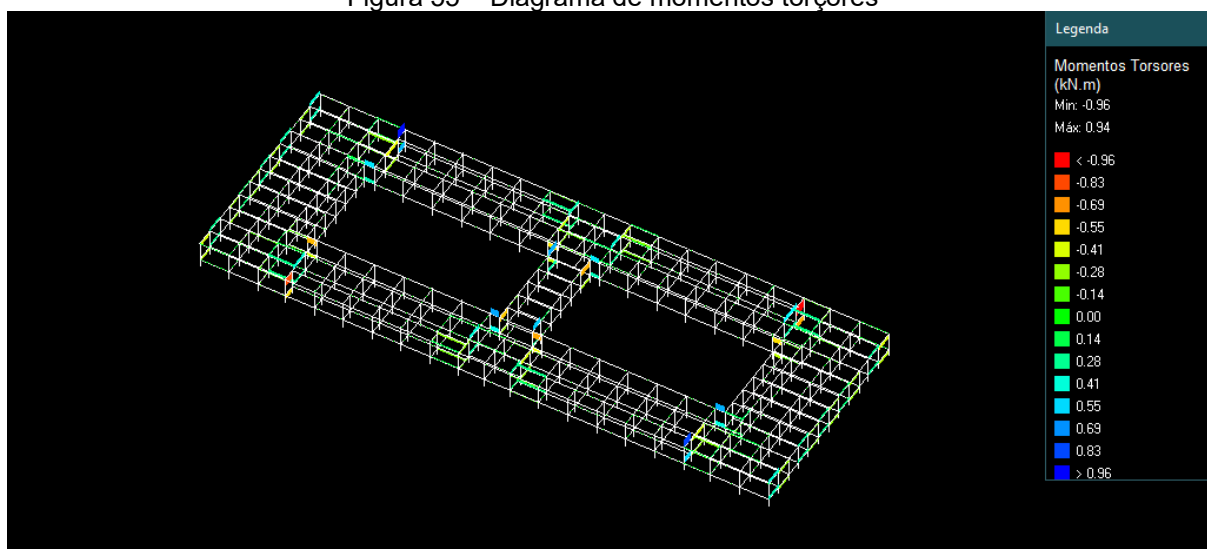
Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 54 – Diagrama de momentos fletores no ELU



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 55 – Diagrama de momentos torçores



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

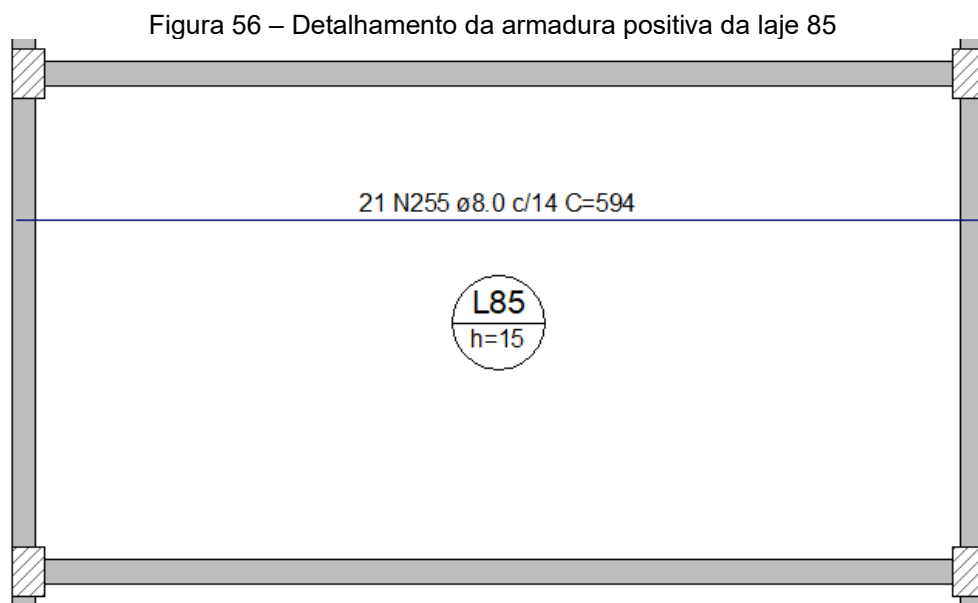
4.8.4 Detalhamento das armaduras

Após o correto dimensionamento e a verificação da estrutura, o projeto teve todos os seus elementos estruturais detalhados e quantificados. O detalhamento foi executado de modo a ser o mais simples possível para uma futura execução da obra do edifício. Através do *software*, foi possível obter as plantas de locação dos

elementos, além das plantas de formas. todos os detalhes estão presentes no Apêndice F e Apêndice G

4.8.4.1 Armaduras das lajes

As lajes são elementos que suportam esforços de flexão de uma maneira geral. Suas armaduras devem ser capazes de suportar tal esforço, e ainda existe armadura no encontro entre duas lajes. A Figura 56 apresenta o detalhamento da Laje 85 do edifício. O detalhamento de todas as lajes está apresentado no Apêndice L.



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

4.8.4.2 Armaduras das vigas

As vigas são elementos que suportam esforços de flexão e cisalhamento de uma maneira geral. No projeto, as vigas desempenharam bem esse papel, salvo as vigas do vão principal que necessitaram de aumento de sua seção transversal, chegando a uma altura de 50 cm para atender a necessidade de projeto. A Figura 57 é um exemplo de viga que teve sua seção transversal alterada. O detalhamento completo das vigas está apresentado no Apêndice K

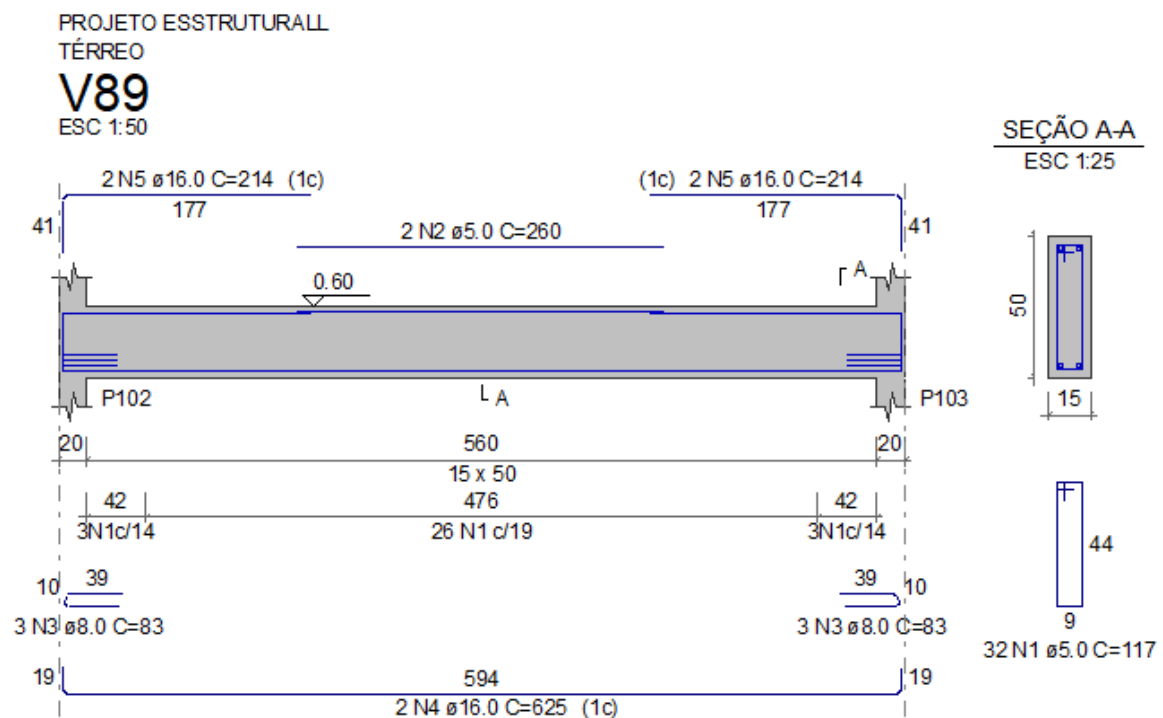
4.8.4.3 Armaduras dos pilares

Os pilares apresentaram bom desempenho. Em todos eles, o esforço de maior magnitude foi o de compressão, justificando o bom desempenho estrutural. De forma semelhante às vigas, os pilares do vão central do prédio demandaram uma alteração de sua seção transversal para os valores de 20 cm de base (b) e 30 cm de altura (h). A Figura 58 mostra o detalhamento do pilar 112, localizado no vão central da edificação. O detalhamento de todos os pilares está apresentado no Apêndice I.

4.8.4.4 Armaduras das sapatas

Todas as sapatas foram dimensionadas corretamente, variando suas dimensões de acordo com a magnitude das cargas a que estavam submetidas. A Sapata 166 é a mais carregada do projeto e seu detalhamento está apresentado na Figura 59. O detalhamento das sapatas está apresentado no Apêndice J.

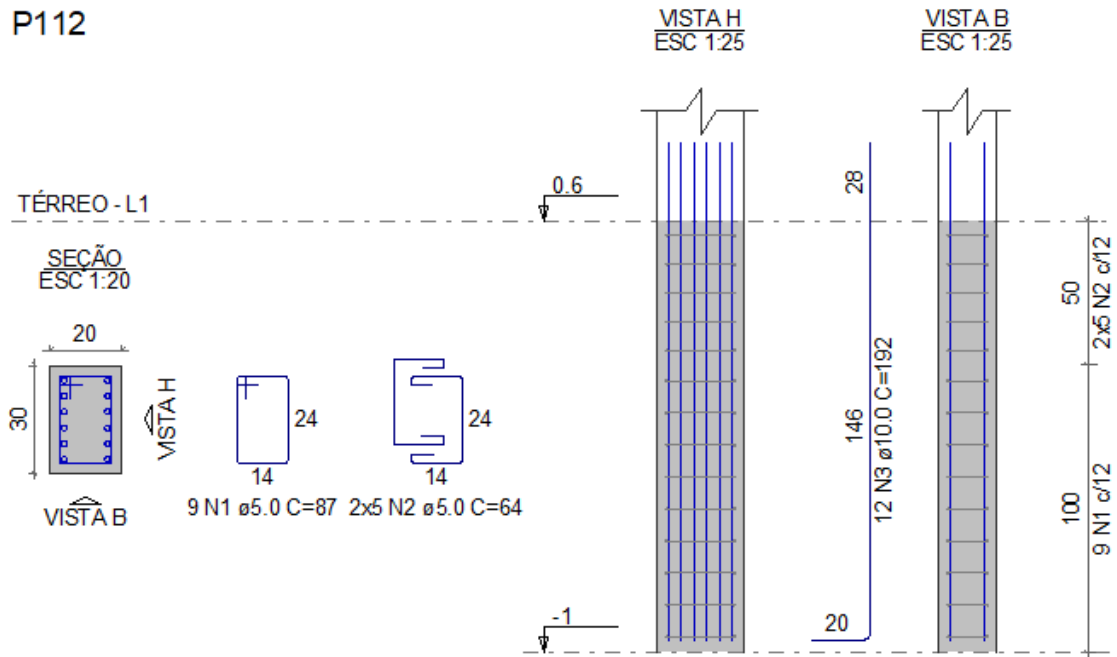
Figura 57 – Detalhamento da armadura da viga 89



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

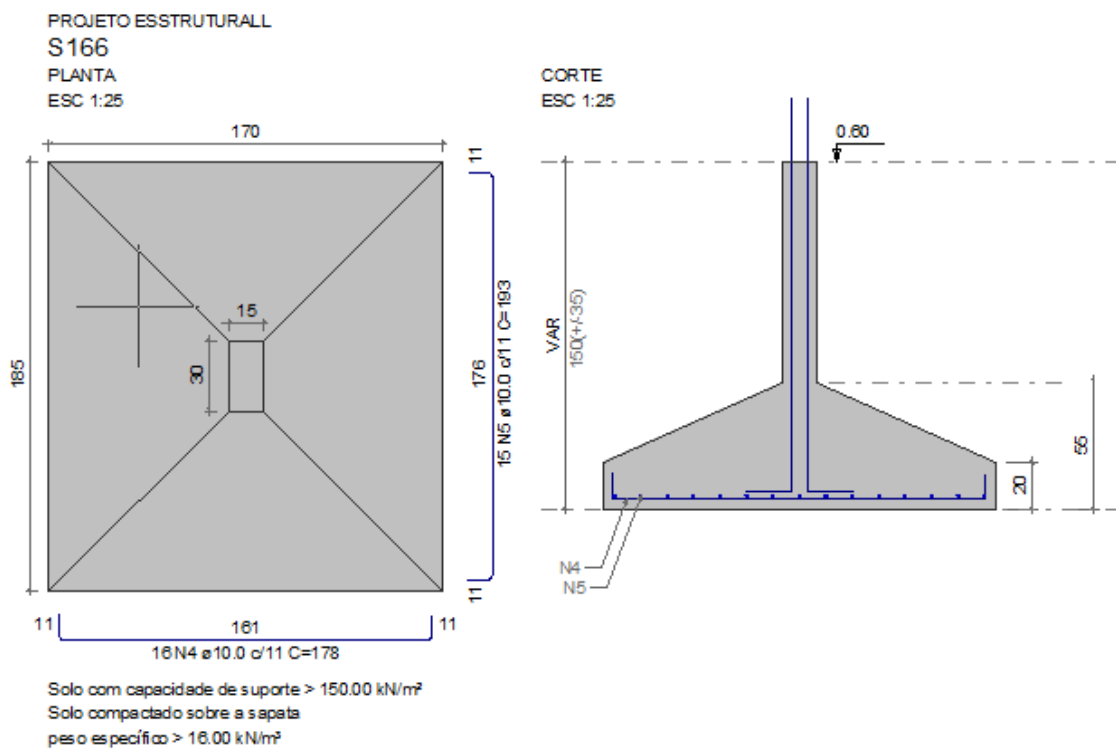
Figura 58 – Detalhamento do pilar 112

PROJETO ESTRUTURAL
P112



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

Figura 59 – Detalhamento da sapata 166



Fonte: Autoria própria utilizando o *software* Eberick (2025)

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho permitiu confirmar a importância técnica, social e econômica de construir um centro comercial no Parque Califórnia, em Campos dos Goytacazes, especialmente pelo crescimento da região influenciado pela presença da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. A elaboração dos projetos arquitetônico e estrutural mostrou como estética, funcionalidade e segurança precisam estar alinhadas, reforçando a relação direta entre arquitetura e engenharia civil.

Ao longo do estudo, o uso correto das normas técnicas garantiu que o projeto atendesse aos requisitos de desempenho, acessibilidade e segurança. Os *softwares* AutoCAD e Eberick foram fundamentais para criar as plantas, lançar a estrutura, dimensionar os elementos e analisar os resultados. Com isso, todos os objetivos do trabalho foram alcançados, incluindo o domínio das ferramentas de projeto, o entendimento das normas e o fortalecimento da relação entre forma e estrutura. O estudo também proporcionou contato real com atividades típicas do engenheiro civil, contribuindo para a formação profissional.

A revisão de literatura ofereceu a base teórica necessária para orientar as decisões do projeto, destacando as características e necessidades de edificações comerciais. Essa fundamentação garantiu que as soluções adotadas estivessem de acordo com as boas práticas da engenharia e da arquitetura.

O projeto arquitetônico desenvolvido mostrou-se moderno, acessível, seguro e flexível, atendendo à variedade de serviços previstos e permitindo adaptações futuras. Isso reforça o potencial do empreendimento para contribuir com o desenvolvimento urbano da região e para atrair investidores e usuários.

Na parte estrutural, o uso do Eberick permitiu criar um modelo completo em concreto armado, seguindo todas as normas aplicáveis. Os resultados mostraram que os elementos estruturais atendem aos critérios de segurança e desempenho, apresentando armaduras adequadas e deslocamentos dentro dos limites permitidos.

Assim, o trabalho oferece uma base sólida para etapas futuras, como o projeto executivo, os orçamentos e a integração com projetos complementares. Além disso, contribui para o desenvolvimento acadêmico e profissional, mostrando a importância do conhecimento técnico na criação de edificações seguras, funcionais e relevantes para a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023a, 242p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019, 61p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento. Rio de Janeiro, 2025, 23p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020, 147p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Projeto de saídas de emergência. Rio de Janeiro, 2025, 51p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-1**: Esquadrias para edificações – Parte 1: Esquadrias externas e internas - Terminologia. Rio de Janeiro, 2017, 15p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais – Procedimento. Rio de Janeiro, 1989, 13p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 2001, 14p.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023b, 85p.
- ALEIXO, C. A. P. **Edifícios e galerias comerciais**: arquitetura e comércio na cidade de São Paulo, anos 50 e 60. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- ALTO QI. **Visualização 3D AltoQi Eberick**. 2024. Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/14914911330071>. Acesso em 17 nov. 2025.
- ALVES, T. O. **Análise numérica de lajes em balanço maciças e nervuradas**. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2019.
- ARAÚJO, J. M. **Projeto estrutural de edifícios de concreto armado**. 3. ed. Rio Grande: Dunas, 2014. 306p.

BALSAS, C. J. L. **Urbanismo Comercial em Portugal e a Revitalização do Centro das Cidades**. 1 ed. Lisboa: Gabinete de Estudos e Prospectiva Económica Ministério da Economia, 1999. ISBN-13: 978-9728170554.

BASTOS, P. S. S. **Flexão composta e pilares de concreto armado**. Notas de aula. Bauru: UNESP, 2024.

BASTOS, P. S. S. **Lajes de concreto armado**. Notas de aula. Bauru: UNESP, 2023.

BAUER, F. **Materiais de Construção**, v. 2. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. ISBN-13 978-8521632351.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. 10 ed. São Paulo: Blucher, 2019. 544p.

CAMPOS DOS GOYTACAZES. **Código de Obras**. 1998. Disponível em: <https://campos.rj.gov.br/plano-diretor.php>. Acesso em 20 jun. 2024.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: conforme a NBR 6118:2023**. 5. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2024.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Construção supera 3 milhões de trabalhadores formais**. 2025. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-supera-3-milhoes-de-trabalhadores-formais/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações**: orientações para especificação, aquisição, instalação e manutenção. Brasília: CBIC/SENAI, 2017. 184p.

CORPO TÉCNICO DA CERÂMICA PORTO FERREIRA. Análise Crítica das Novas Normas Técnicas de Revestimentos Cerâmicos: Capítulo Segundo - O Fundamental das Normas ISO/NBR sobre Placas Cerâmicas para Revestimento. **Cerâmica Industrial**, v. 5, n. 2, p. 7-17, 2000. Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/journal/ci/article/587657047f8c9d6e028b4618>. Acesso em 01 dez. 2025.

COSTA, A. N.; ALVES, M. G. Potencial de uso e ocupação urbana do solo no município de Campos dos Goytacazes -RJ, utilizando mapeamento geológico-geotécnico e técnicas de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 58, n. 02, p. 175-183, 2006. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44922/23932>. Acesso em 11 nov. 2025.

El-Gammal, Y.O.; El-Menshawy, A. E. The “Architect-Civil” Working Paradigm. **Current Trends in Civil & Structural Engineering**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33552/CTCSE.2018.01.000505>.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. **Índice FipeZap**. 2024. Disponível em: <https://www.fipe.org.br/pt-br/indices/fipezap/>. Acesso em 14 nov. 2025.

Google Earth Pro. Versão 7.3.6.10441 (64-bit): Google LLC, 2025.

GOOGLE. Maps. Campos dos Goytacazes, 2025. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em 10 jun. 2025.

GRASSIOTTO, M. L. F. O Shopping Center planejado, como gerador de um novo (sub) centro de desenvolvimento: o exemplo do Catuaí Shopping Center de Londrina. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 28, n.1, p. 3-22, 2007. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/3771/3030>. Acesso em 15 nov. 2025.

GRATT, A. **Tipos de lajes de concreto: vantagens e desvantagens**. 2018. Disponível em: <https://www.alexandregratt.com.br/site/estruturas/tiposdelajes/>. Acesso em 24 out. 2025.

HIBBELER, R. C. **Dinâmica: mecânica para engenharia**. 14 ed. São Paulo: Pearson, 2018, 680p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Campos dos Goytacazes**. 2002. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/campos-dos-goytacazes/panorama>. Acesso em 10 nov. 2025.

NASCIMENTO, G. G. **Shopping Centers: elementos de re(produção) urbana na Zona Sul de Natal – RN**. 2003. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

NASCIMENTO, J. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. **Revista Especialize On-line**, v. 1, n.7, 2014.

NESSA UFF. **Pontos de Inundação Recorrentes em Campos dos Goytacazes/RJ**. 2022. Disponível em: <http://www.nesa.uff.br/wp-content/uploads/2022/02/Pontos-de-Inudacao-Recorrentes-em-Campos-dos-Goytacazes-RJ-1.pdf>. Acesso em 12 out. 2025.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 888p. ISBN 978-85-8260-365-9.

NÓBREGA, U. R. G. **A importância da compatibilização de projetos das edificações para minimizar as falhas na execução, reduzir custos e garantir um maior controle de qualidade**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

OLIVEIRA, S. C. **Cálculo e detalhamento de lajes e vigas em concreto armado de um andar-tipo de um edifício residencial**. Monografia (Especialização em Estruturas) – Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

PRIM, K.; DALMINA JUNIOR, M. J. Fundamentos arquitetônicos: shopping center para Toledo-PR. *In: Simpósio Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais*, 2., Cascavel, **Anais** [...]. Cascavel, FAG, 2013. ISSN 2318-0633

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMALHO, R. S. **Diagnóstico do Meio Físico como Contribuição ao Planejamento do Uso da Terra do Município de Campos dos Goytacazes**. 2005. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2005.

RIFKIN, J. **A Era do Acesso** – A Transição de Mercados Convencionais para Networks e o Nascimento de uma Nova Economia. 1 ed. São Paulo: Makron Books, 2001. 272p.

RIO DE JANEIRO. **Decreto Nº 10.426, de 06 de setembro de 1991**. Simplifica formalidades no processo de licenciamento de edificações e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/1991/1042/10426/decreto-n-10426-1991-simplifica-formalidades-no-processo-de-licenciamento-de-edificacoes-e-da-outras-providencias>. Acesso em 25 nov. 2025.

SANTOS, J. B.; SILVA, T. J.; ALVA, G. M. S. Influence of the stiffness of beam-column connections on the structural analysis of reinforced concrete buildings. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 11, n. 4, p. 834-55, 2018

SCHWENGBER, E. C. *et al.* **Arquitetura comercial: estímulo e crescimento para empreendimentos de varejo**. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/18549>. Acesso em 15 nov. 2025.

SETOR de serviços na ponta do ranking em geração de empregos. **O Dia**, 28 mar. 2024. Disponível em: <https://odia.ig.com.br/campos/2024/03/6818034-setor-de-servicos-na-ponta-do-ranking-em-geracao-de-empregos.html>. Acesso em 10 nov. 2025.

SILVA, C. C. **O papel do shopping center na formação de clusters: O caso do shopping Aricanduva na cidade de São Paulo**. 2007. Monografia (MBA em Gerenciamento de Empresas e Empreendimentos na Construção Civil) – Programa de Educação Continuada em Engenharia, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2007.

SILVA, J. E. M.; HASENCLEVER, L. Ciclo do Petróleo e Desenvolvimento Socioeconômico no Município de Campos dos Goytacazes – 1999/2014.

Desenvolvimento em Questão, v. 17, n. 46, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2019.46.314-332>.

SILVEIRA, P.; VASCOVSKI, E. Gestão pública do espaço urbano: construção de diagnóstico e leitura de prognóstico do entorno da UENF. **Caderno Gestão Pública**, v. 6, n. 4, p. 23-41, 2015.

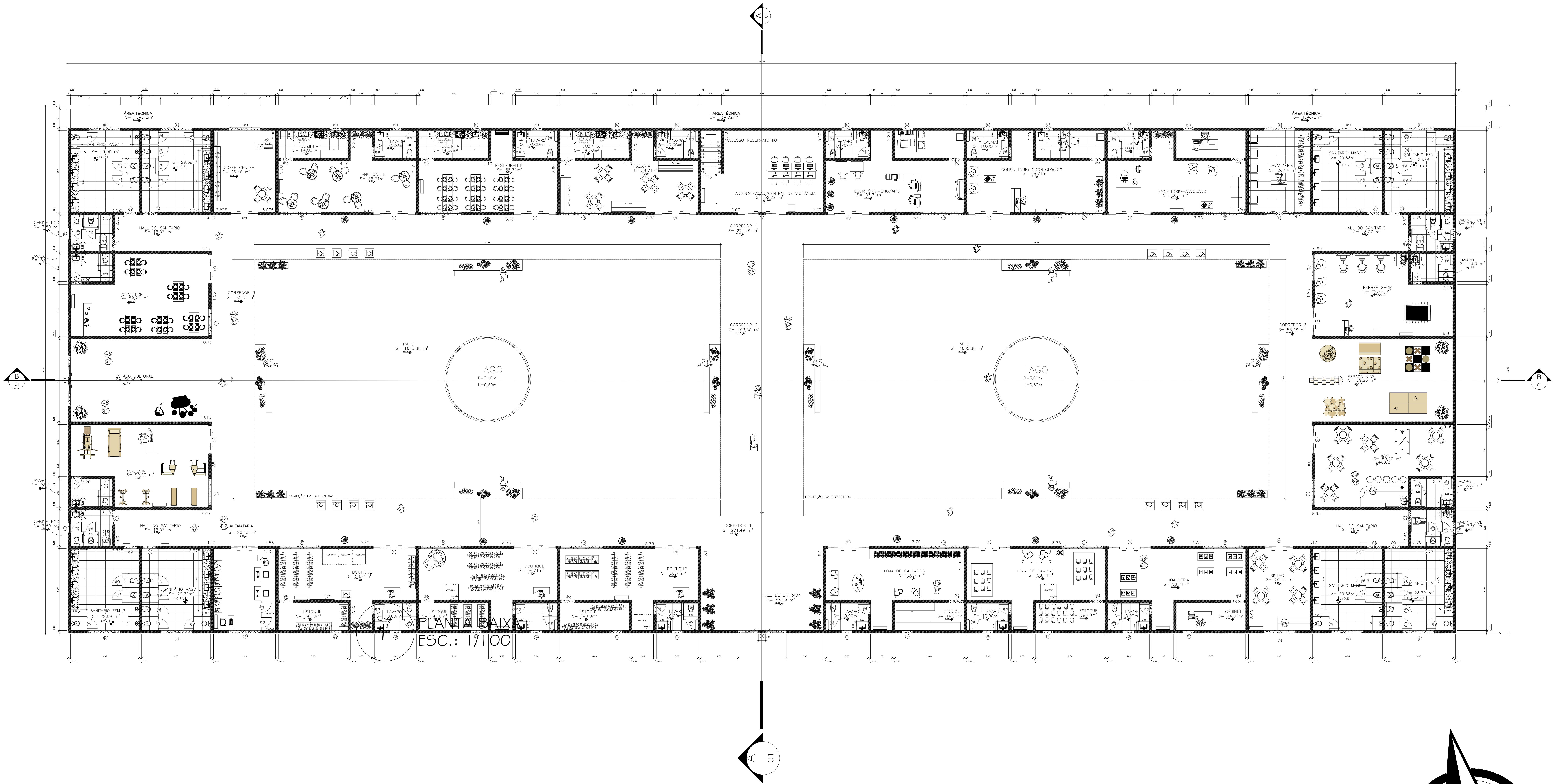
TERRES, L. **O que é laje maciça?**. 2022. Disponível em: <https://carluc.com.br/elementos-construtivos/laje-macica/>. Acesso em: 16 jun. 2024.

VEADRIGO, F. G. **Lajes maciças de concreto armado e alveolares protendidas pré-fabricadas**: estudo comparativo em função dos vãos entre apoios. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

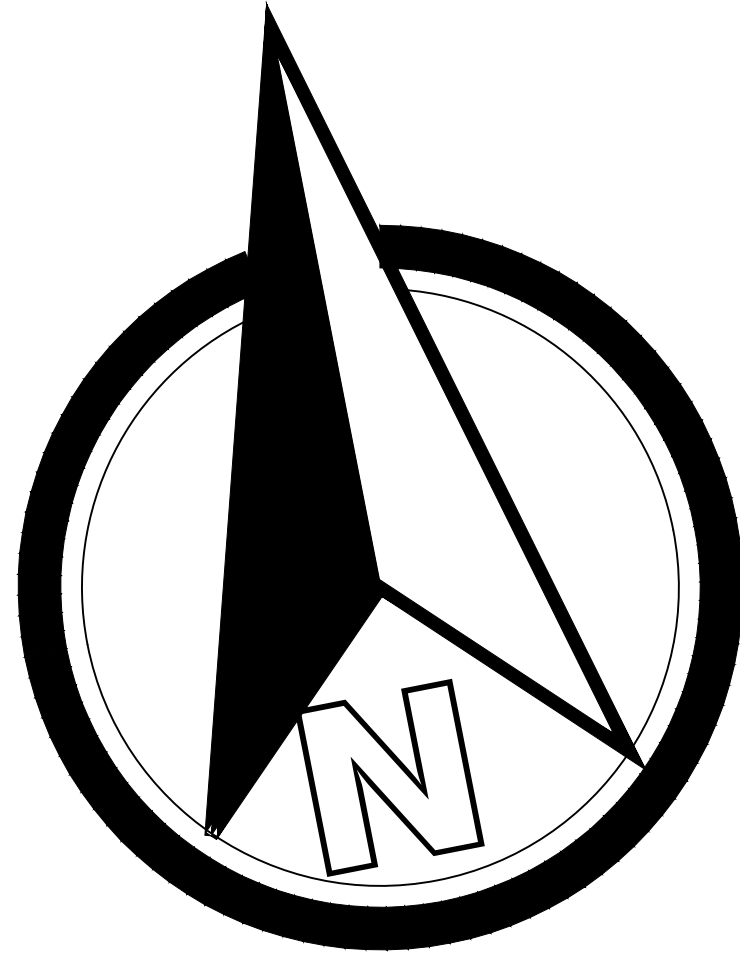
VESPUCCI, K. M. **Impacto dos shopping centers sobre os padrões individuais de atividades e viagens**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

WEIMER, B. F.; THOMAS, M.; DRESCH, F. **Patologia das Estruturas**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

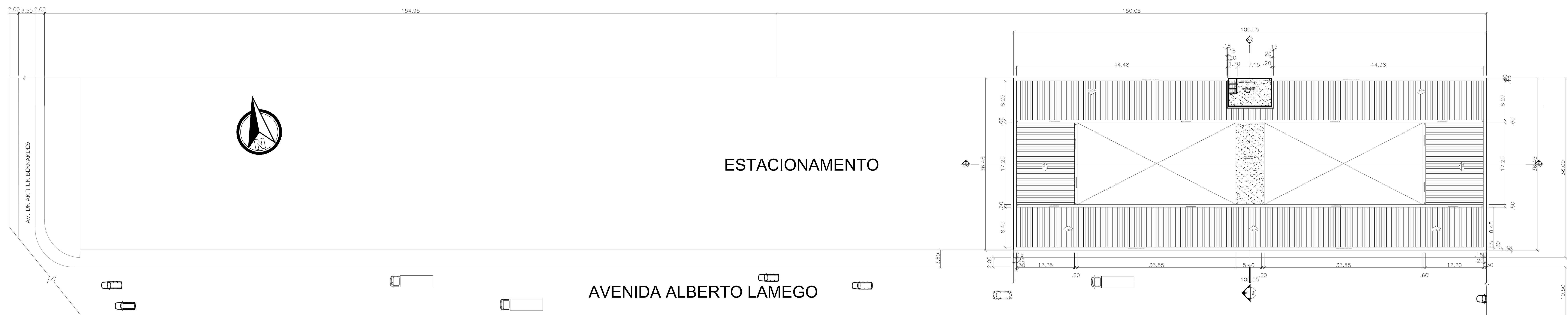
APÊNDICE A - PLANTA BAIXA



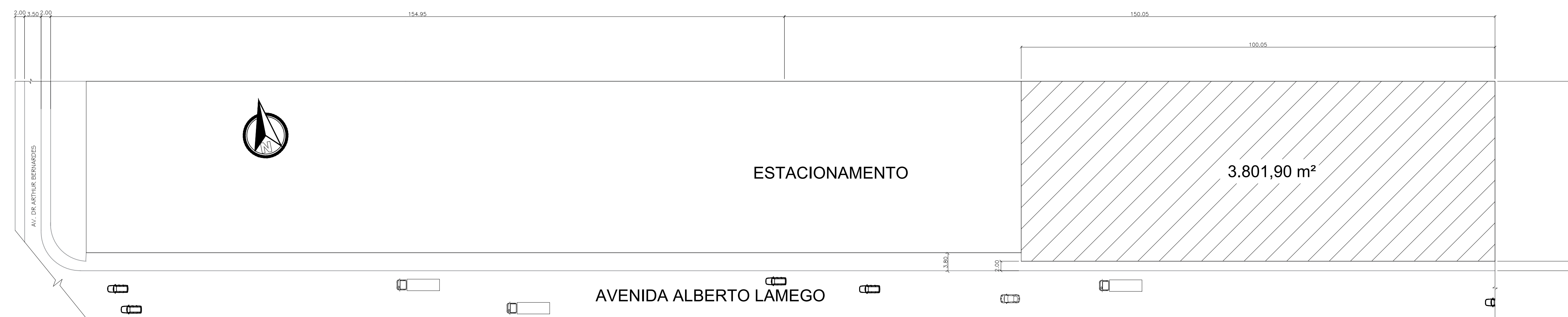
QUADRO DE ESQUADRIAS					
QUANT.	LEGENDA	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	ESPECIFICAÇÕES
12	P1	3,00	2,10	-	PORTA DESLIZANTE SEIS FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO
24	P2	1,00	2,10	-	PORTA DE CORRER EM VIDRO TEMPERADO
2	P3	3,50	2,10	-	PORTA DESLIZANTE OITO FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO
8	P4	2,00	2,10	-	PORTA DESLIZANTE QUATRO FOLHAS EM VIDRO TEMPERADO
58	P5	0,70	2,10	-	PORTA DE ALUMÍNIO
12	B1	2,25	1,00	2,00	BÁSCULA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO JATEADO
28	B2	0,80	0,80	2,00	BÁSCULA PIVOTANTE HORIZONTAL COM VIDRO JATEADO
4	J1	1,90	1,00	1,10	JANELA EM VRIDRO TEMPERADO
12	J2	3,00	1,00	1,10	JANELA EM VRIDRO TEMPERADO



APÊNDICE B - LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO



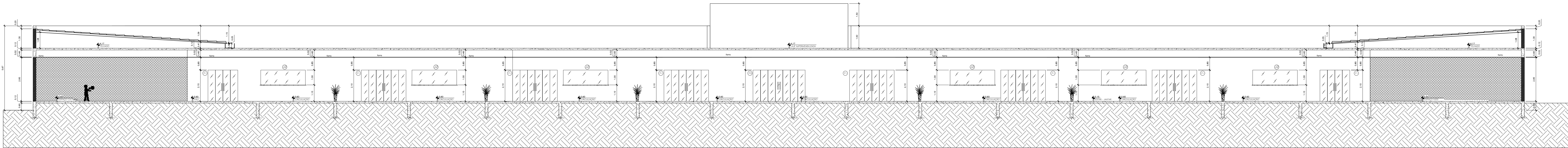
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESC.: 1/300



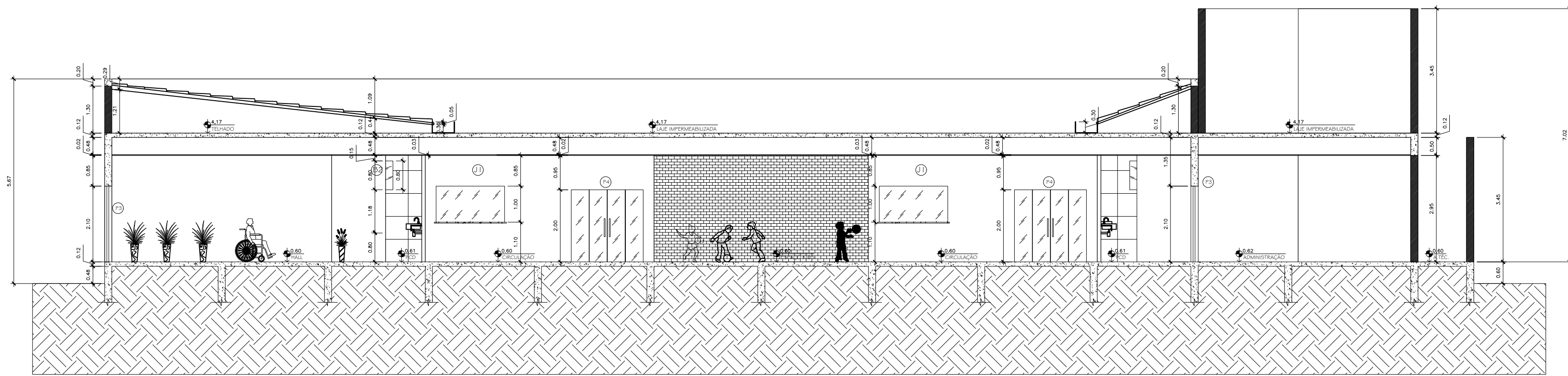
2) PLANTA DE SITUAÇÃO
ESC.: 1/500

ÁREA DO LOTE	8.740,00 M²
ÁREA DA CONSTRUÇÃO	3.801,90 M²
ÁREA OCUPADA	2.644,43 M²
ÁREA TOTAL DE CONSTRUÇÃO (ATC)	3.801,90 M²
TAXA DE OCUPAÇÃO	30,26%
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	43,50%

APÊNDICE C - CORTES

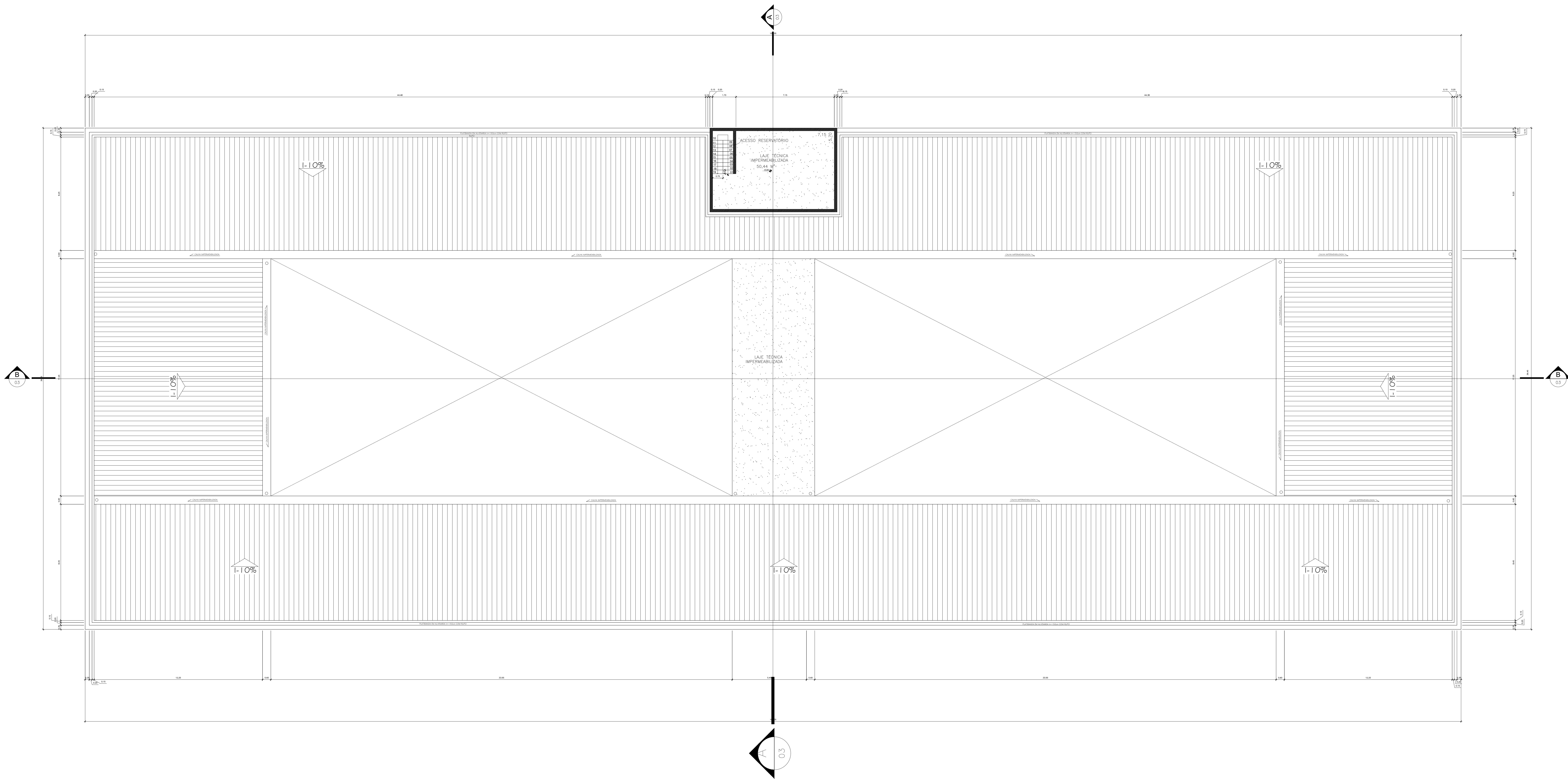


1 CORTE LONGITUDINAL
ESC.: 1/100



2 CORTE TRANSVERSAL
ESC.: 1/100

APÊNDICE D - PLANTA DE COBERTURA

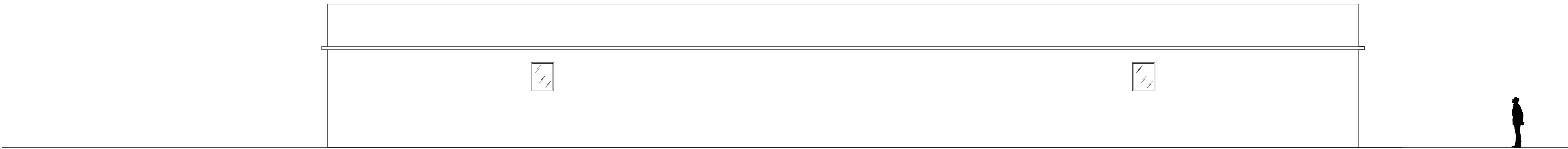


1 PLANTA DE COBERTURA
ESC.: 1/100

APÊNDICE E - FACHADAS

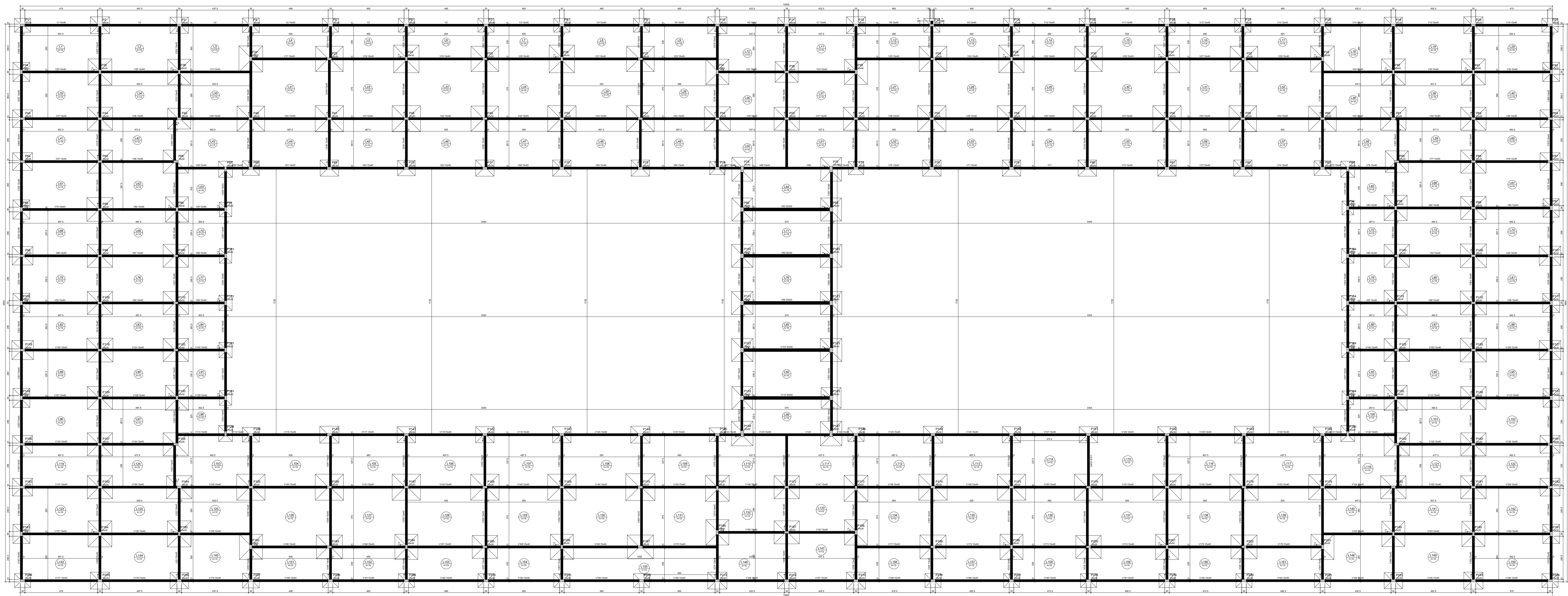


1 FACHADA PRINCIPAL
ESC.: 1/100



2 FACHADA LATERAL
ESC.: 1/100

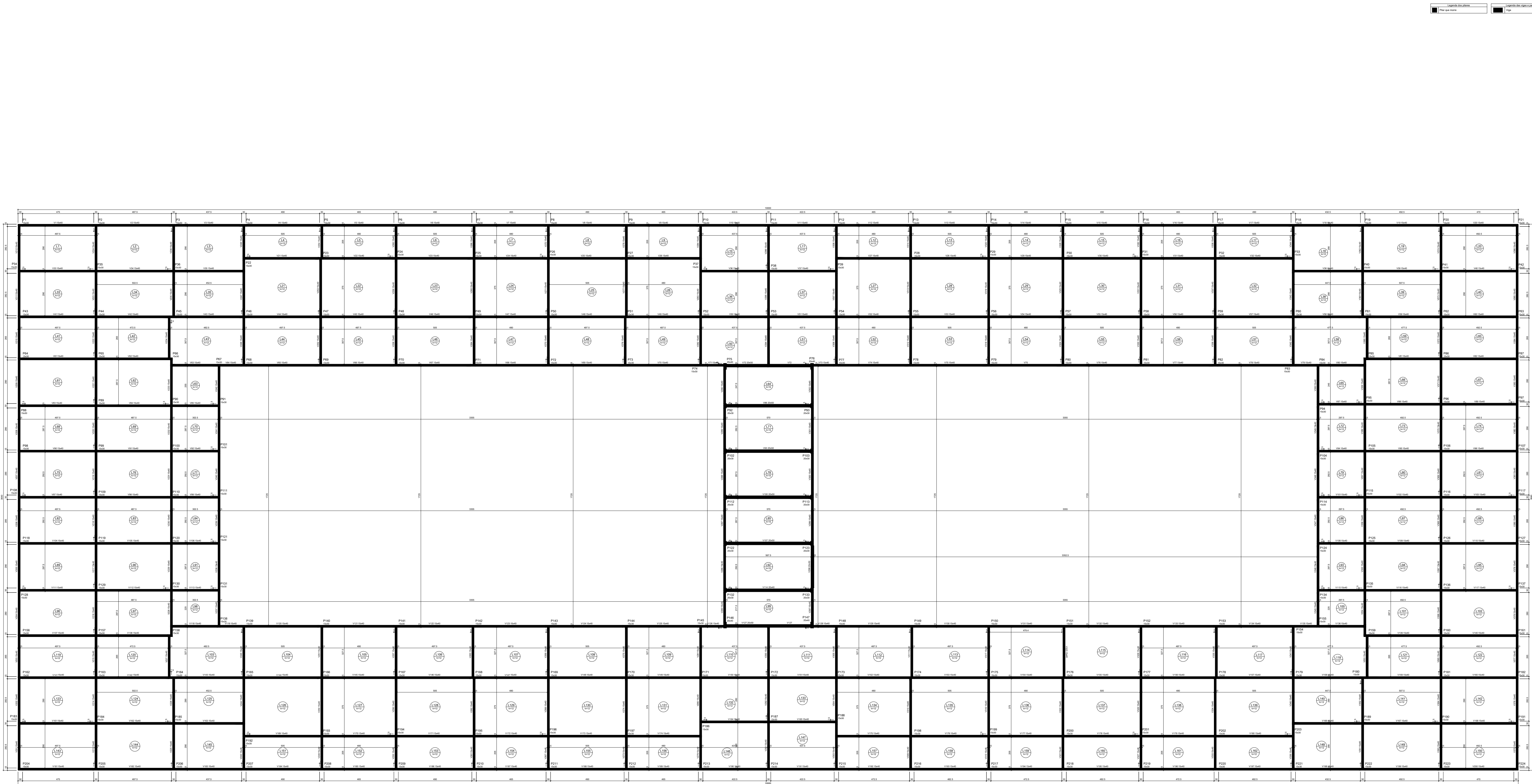
APÊNDICE F - PLANTA DE FORMA



1 PLANTA DE FORMA TERREO
ESC.: 1/225

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

APÊNDICE G - PLANTA DE FORMA COBERTURA



LEGENDA

LEGENDA

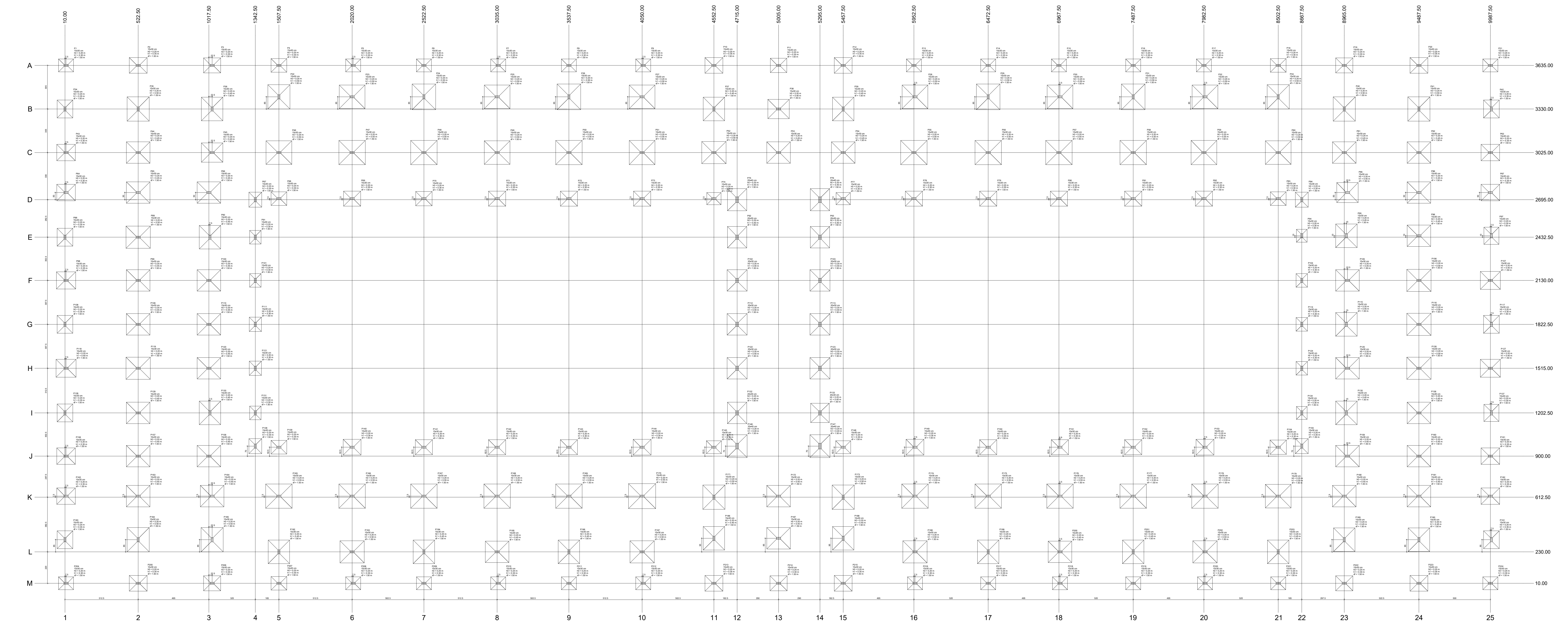
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---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

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

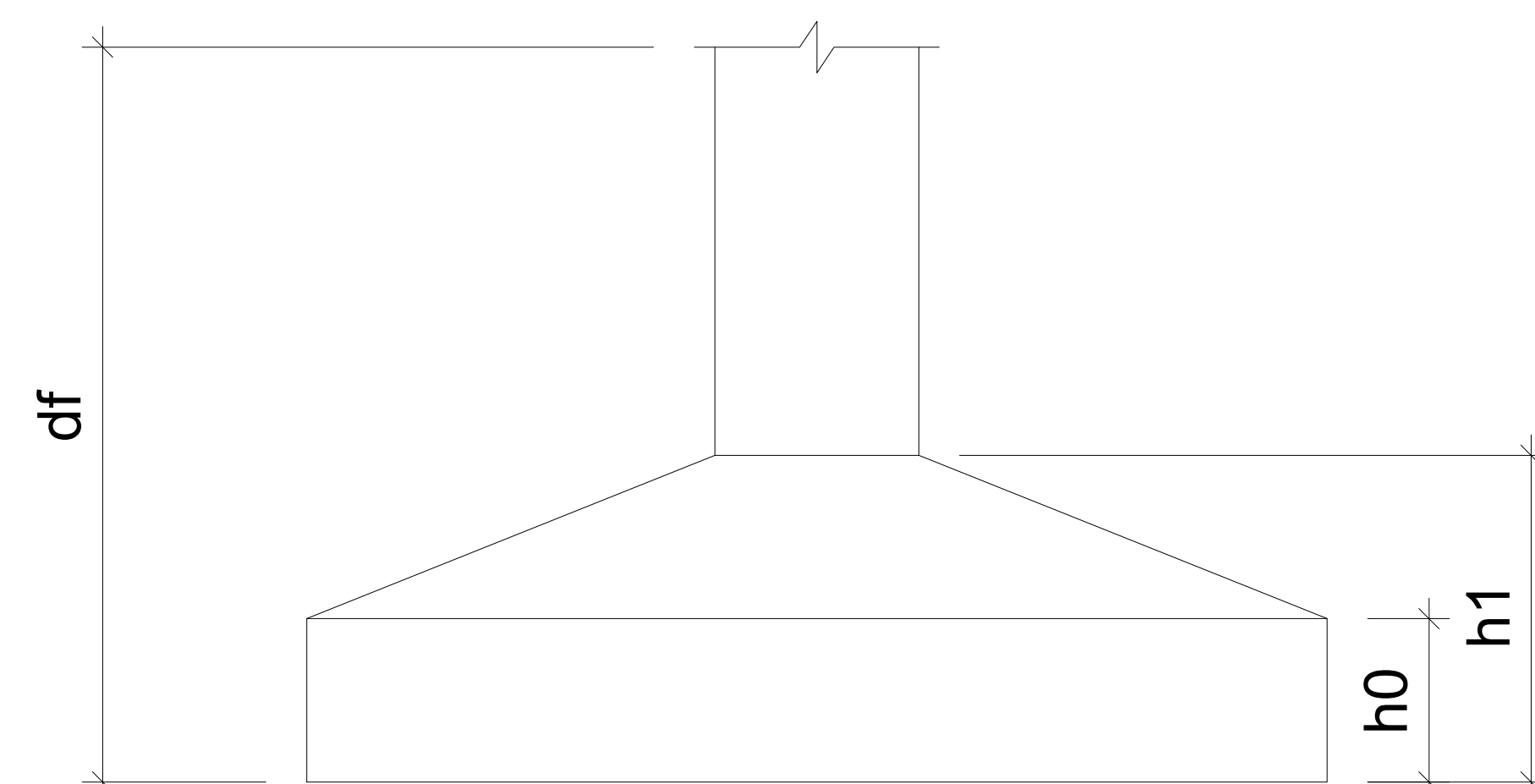
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---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

1 PLANTA DE FORMA COBERTURA
ESC.: 1/225

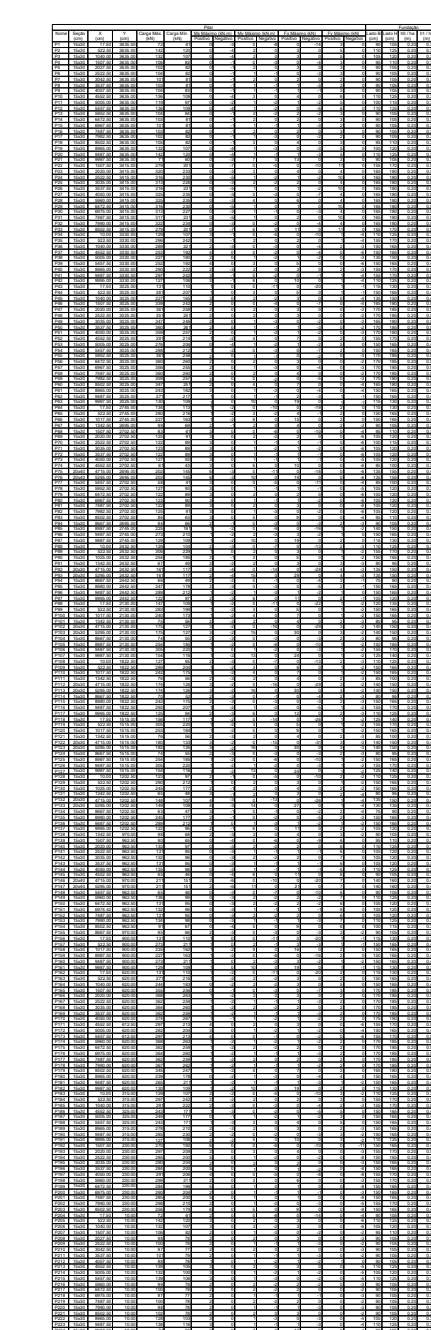
APÊNDICE H -LOCAÇÃO DAS SAPATAS



① LOCAÇÃO DAS SAPATAS
ESC.: 1/200



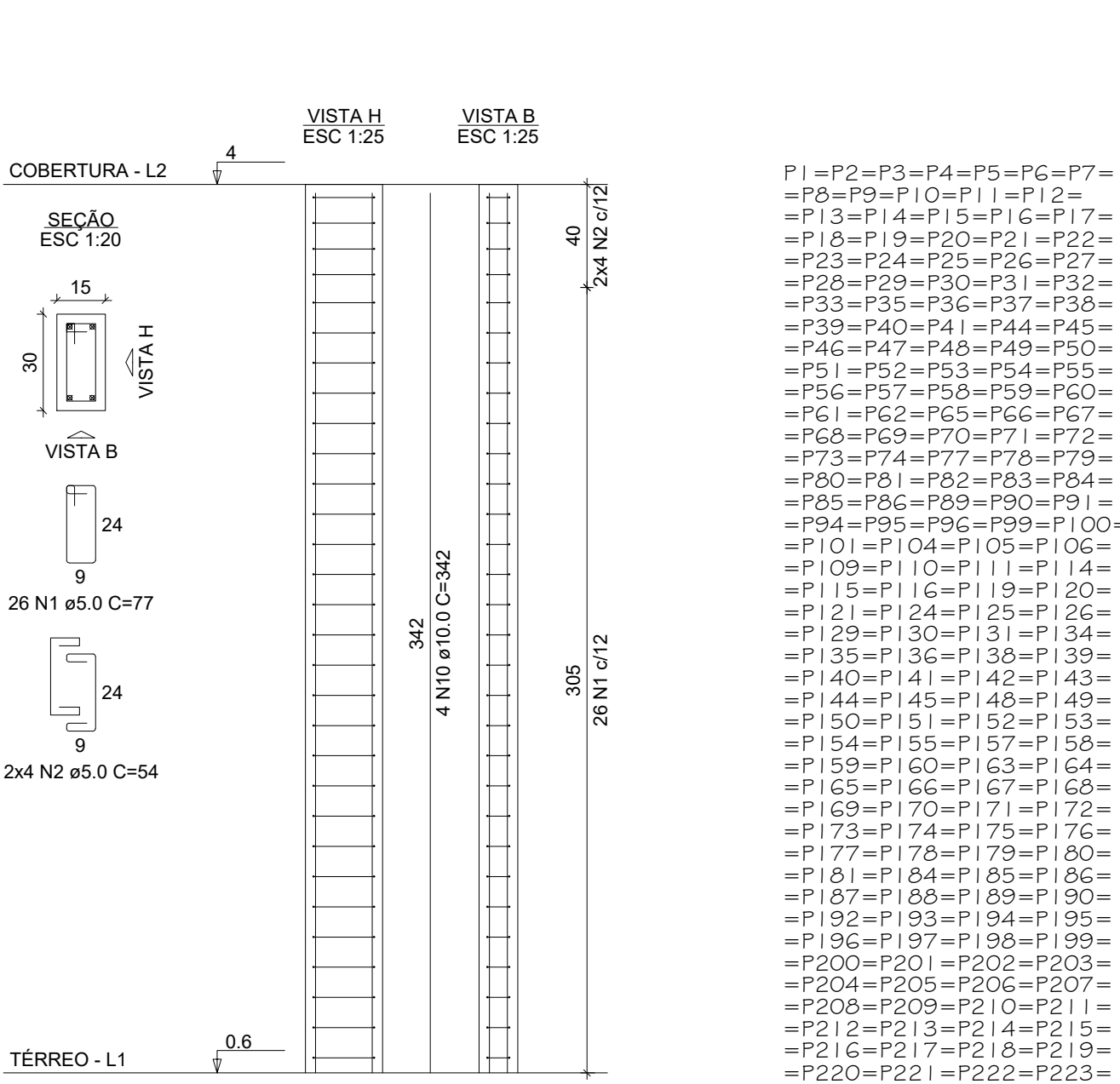
2 DETALHE SAPATA
ESC.: 1/50



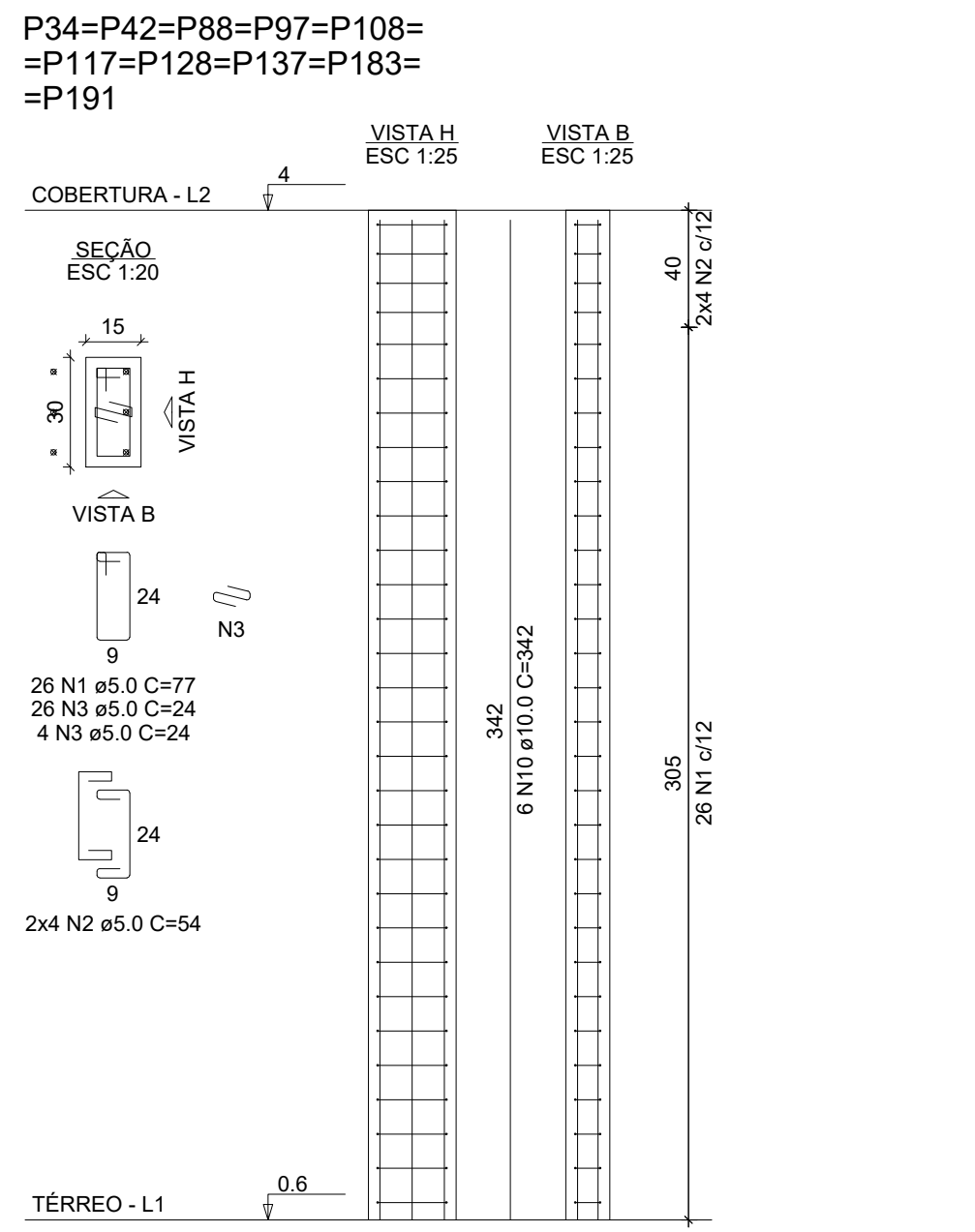
Coordinates	Longitude (in Meters)
8671	P26
11200	P26, P28, P29, P30, P31
11201	P26, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P73, P74, P75, P76, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P86, P87, P88, P89, P90, P91, P92, P93, P94, P95, P96, P97, P98, P99, P100, P101, P102, P103, P104, P105, P106, P107, P108, P109, P110, P111, P112, P113, P114, P115, P116, P117, P118, P119, P120, P121, P122, P123, P124, P125, P126, P127, P128, P129, P130, P131, P132, P133, P134, P135, P136, P137, P138, P139, P140, P141, P142, P143, P144, P145, P146, P147, P148, P149, P150, P151, P152, P153, P154, P155, P156, P157, P158, P159, P160, P161, P162, P163, P164, P165, P166, P167, P168, P169, P170, P171, P172, P173, P174, P175, P176, P177, P178, P179, P180, P181, P182, P183, P184, P185, P186, P187, P188, P189, P190, P191, P192, P193, P194, P195, P196, P197, P198, P199, P200, P201, P202, P203, P204, P205, P206, P207, P208, P209, P210, P211, P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P219, P220, P221, P222, P223, P224, P225, P226, P227, P228, P229, P230, P231, P232, P233, P234, P235, P236, P237, P238, P239, P240, P241, P242, P243, P244, P245, P246, P247, P248, P249, P250, P251, P252, P253, P254, P255, P256, P257, P258, P259, P260, P261, P262, P263, P264, P265, P266, P267, P268, P269, P270, P271, P272, P273, P274, P275, P276, P277, P278, P279, P280, P281, P282, P283, P284, P285, P286, P287, P288, P289, P290, P291, P292, P293, P294, P295, P296, P297, P298, P299, P300, P301, P302, P303, P304, P305, P306, P307, P308, P309, P310, P311, P312, P313, P314, P315, P316, P317, P318, P319, P320, P321, P322, P323, P324, P325, P326, P327, P328, P329, P330, P331, P332, P333, P334, P335, P336, P337, P338, P339, P340, P341, P342, P343, P344, P345, P346, P347, P348, P349, P350, P351, P352, P353, P354, P355, P356, P357, P358, P359, P360, P361, P362, P363, P364, P365, P366, P367, P368, P369, P370, P371, P372, P373, P374, P375, P376, P377, P378, P379, P380, P381, P382, P383, P384, P385, P386, P387, P388, P389, P390, P391, P392, P393, P394, P395, P396, P397, P398, P399, P400, P401, P402, P403, P404, P405, P406, P407, P408, P409, P410, P411, P412, P413, P414, P415, P416, P417, P418, P419, P420, P421, P422, P423, P424, P425, P426, P427, P428, P429, P430, P431, P432, P433, P434, P435, P436, P437, P438, P439, P440, P441, P442, P443, P444, P445, P446, P447, P448, P449, P450, P451, P452, P453, P454, P455, P456, P457, P458, P459, P460, P461, P462, P463, P464, P465, P466, P467, P468, P469, P470, P471, P472, P473, P474, P475, P476, P477, P478, P479, P480, P481, P482, P483, P484, P485, P486, P487, P488, P489, P490, P491, P492, P493, P494, P495, P496, P497, P498, P499, P500, P501, P502, P503, P504, P505, P506, P507, P508, P509, P510, P511, P512, P513, P514, P515, P516, P517, P518, P519, P520, P521, P522, P523, P524, P525, P526, P527, P528, P529, P530, P531, P532, P533, P534, P535, P536, P537, P538, P539, P540, P541, P542, P543, P544, P545, P546, P547, P548, P549, P550, P551, P552, P553, P554, P555, P556, P557, P558, P559, P560, P561, P562, P563, P564, P565, P566, P567, P568, P569, P570, P571, P572, P573, P574, P575, P576, P577, P578, P579, P580, P581, P582, P583, P584, P585, P586, P587, P588, P589, P590, P591, P592, P593, P594, P595, P596, P597, P598, P599, P600, P601, P602, P603, P604, P605, P606, P607, P608, P609, P610, P611, P612, P613, P614, P615, P616, P617, P618, P619, P620, P621, P622, P623, P624, P625, P626, P627, P628, P629, P630, P631, P632, P633, P634, P635, P636, P637, P638, P639, P640, P641, P642, P643, P644, P645, P646, P647, P648, P649, P650, P651, P652, P653, P654, P655, P656, P657, P658, P659, P660, P661, P662, P663, P664, P665, P666, P667, P668, P669, P670, P671, P672, P673, P674, P675, P676, P677, P678, P679, P680, P681, P682, P683, P684, P685, P686, P687, P688, P689, P690, P691, P692, P693, P694, P695, P696, P697, P698, P699, P700, P701, P702, P703, P704, P705, P706, P707, P708, P709, P710, P711, P712, P713, P714, P715, P716, P717, P718, P719, P720, P721, P722, P723, P724, P725, P726, P727, P728, P729, P730, P731, P732, P733, P734, P735, P736, P737, P738, P739, P740, P741, P742, P743, P744, P745, P746, P747, P748, P749, P750, P751, P752, P753, P754, P755, P756, P757, P758, P759, P760, P761, P762, P763, P764, P765, P766, P767, P768, P769, P770, P771, P772, P773, P774, P775, P776, P777, P778, P779, P780, P781, P782, P783, P784, P785, P786, P787, P788, P789, P790, P791, P792, P793, P794, P795, P796, P797, P798, P799, P800, P801, P802, P803, P804, P805, P806, P807, P808, P809, P810, P811, P812, P813, P814, P815, P816, P817, P818, P819, P820, P821, P822, P823, P824, P825, P826, P827, P828, P829, P830, P831, P832, P833, P834, P835, P836, P837, P838

[illegible]

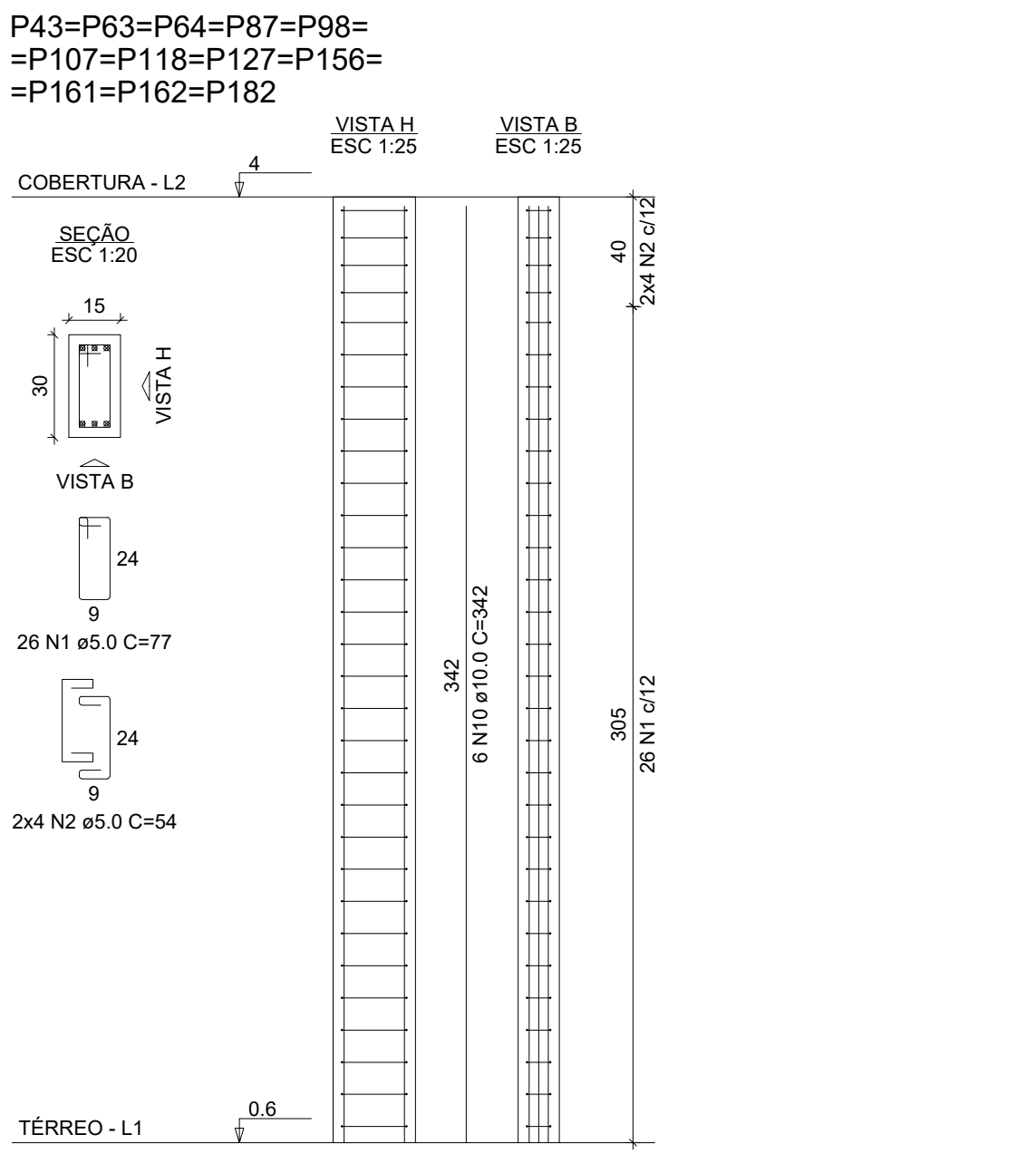
APÊNDICE I - DETALHAMENTO DOS PILARES



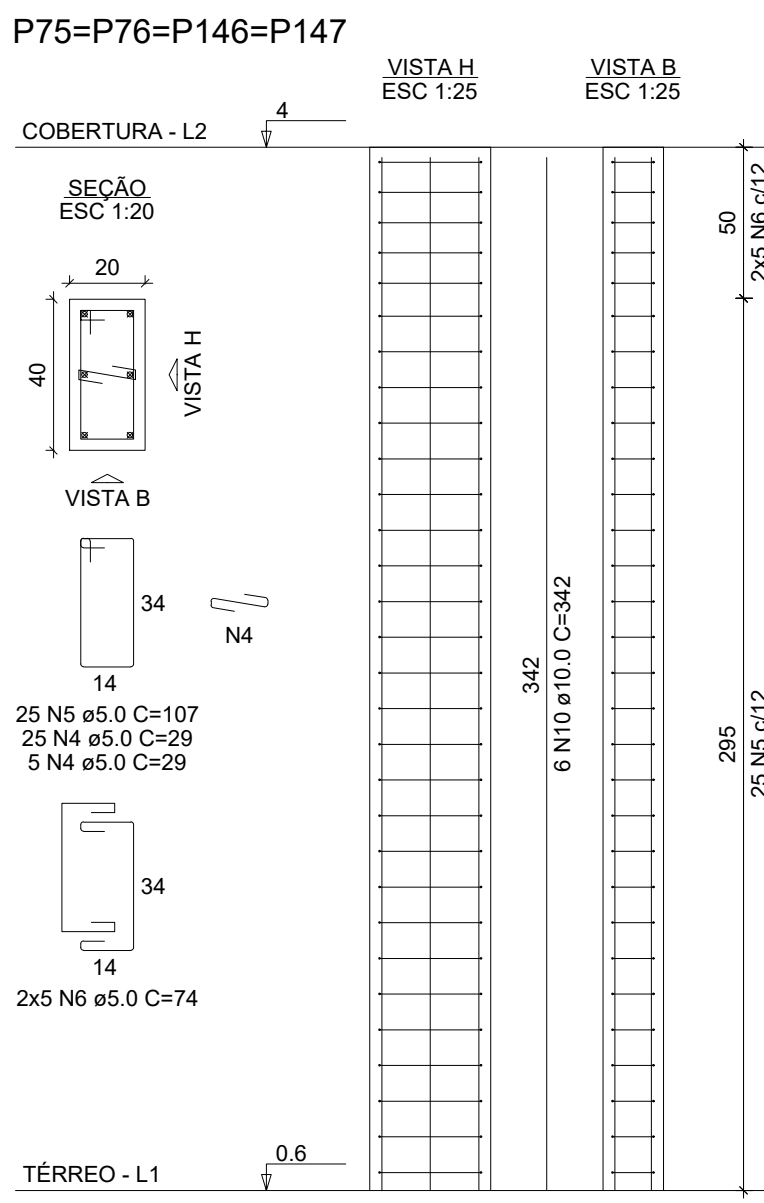
1 PILARES - ESC.: 1/200



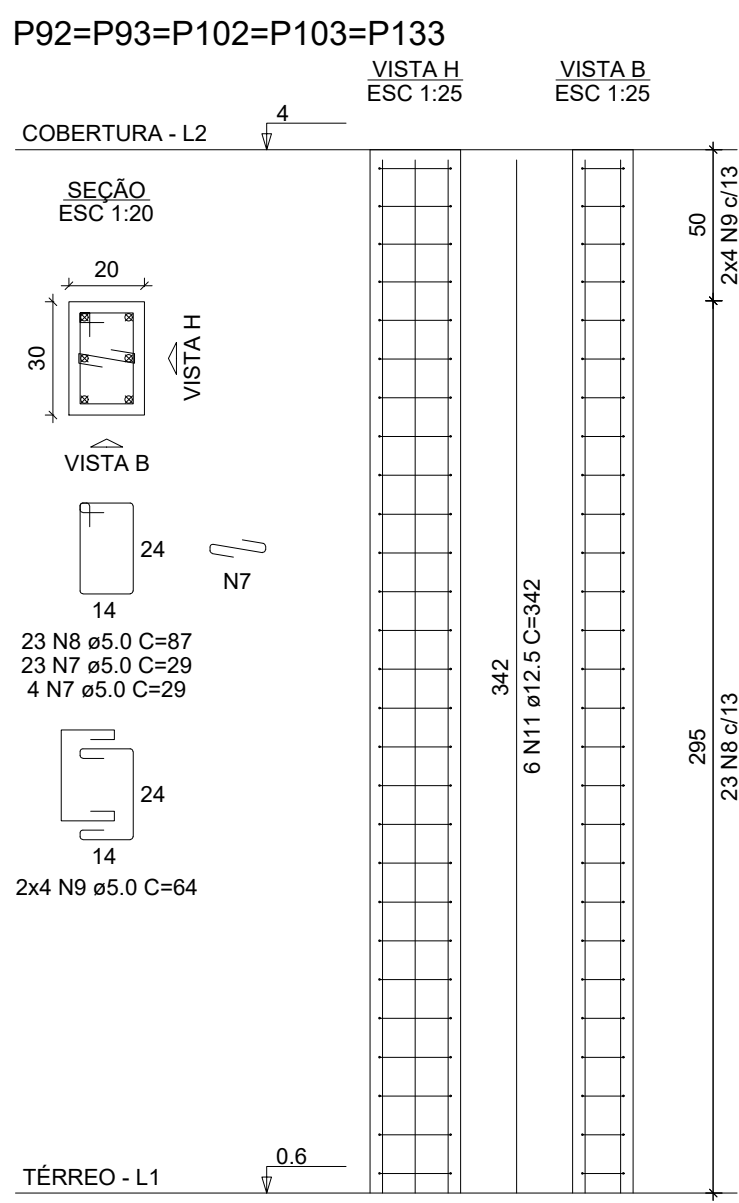
2 PILARES - P34=P42=P88=P97=P108=P117=P128=P137=P183=P191 - ESC.: 1/100



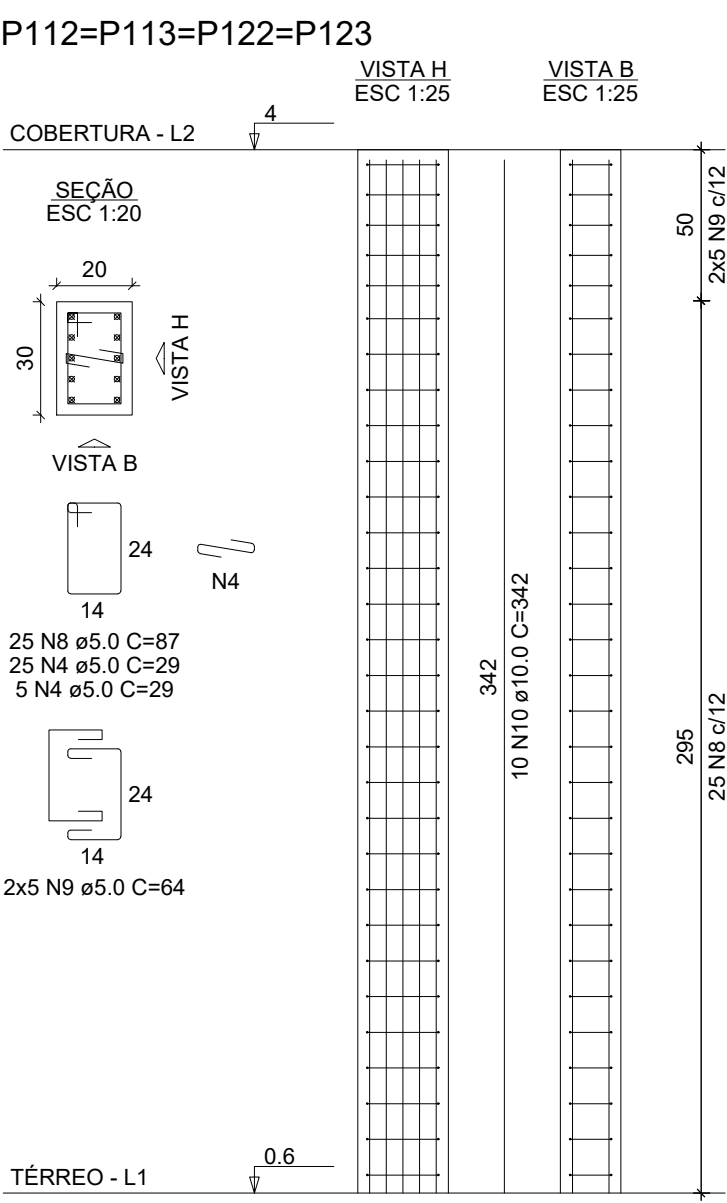
3 PILARES - P43=P63=P64=P87=P98=P107=P118=P127=P156=P161=P162=P182 - ESC.: 1/100



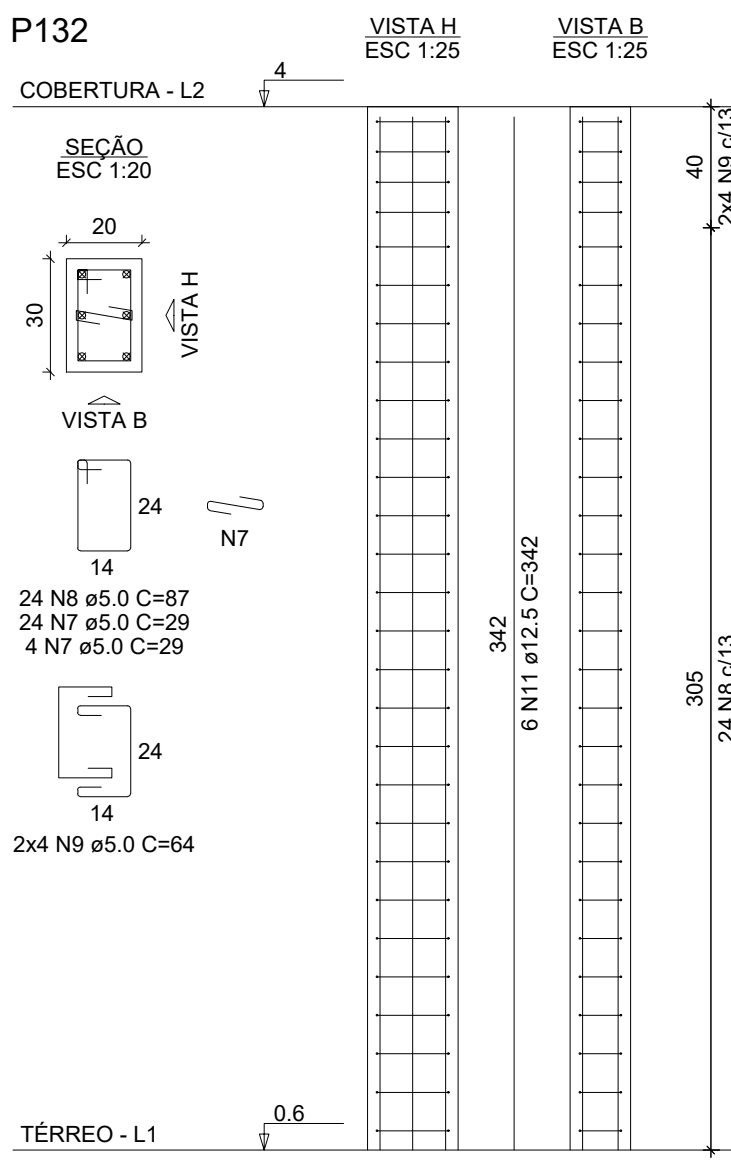
4 PILARES - P75=P76=P146=P147 - ESC.: 1/100



5 PILARES - P92=P93=P102=P103=P133 - ESC.: 1/100



6 PILARES - P112=P113=P122=P123 - ESC.: 1/100



7 P132 - ESC.: 1/100

RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	5460	77	420420
	2	5.0	1680	54	90720
	3	5.0	300	24	7200
	4	5.0	240	29	6960
	5	5.0	100	107	10700
	6	5.0	40	74	2960
	7	5.0	163	29	4727
	8	5.0	239	87	20793
	9	5.0	88	64	5632
CA50	10	10.0	948	342	324216
	11	12.5	36	342	12312

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	10.0	3242.2	2198.8
CA60	5.0	5701.1	130.5
PESO TOTAL (kg)			
CA50		2329.3	
CA60		966.6	

Volume de concreto (C-40) = 35.78 m³
Área de forma = 703.11 m²

APÊNDICE K - DETALHAMENTO DAS VIGAS

RELAÇÃO DO AÇO

V1	V2	V3
V4	V5	V6
V7	V8	V9

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1266	97	122802
	2	5.0	2	230	460
	3	5.0	2	225	450
	4	5.0	2	248	496
	5	5.0	2	307	614
	6	5.0	2	312	624
	7	5.0	2	258	516
	8	5.0	4	273	1092
	9	5.0	2	292	584
	10	5.0	2	287	574
	11	6.3	1	93	93
	12	10.0	4	1030	4120
	13	10.0	2	978	1956
	14	10.0	12	1005	12060
	15	10.0	2	502	1004
	16	10.0	2	929	1858
	17	10.0	6	1022	6132
CA50	18	10.0	2	975	1950
	19	10.0	2	507	1014
	20	10.0	2	298	596
	21	10.0	4	1020	4080
	22	10.0	4	1030	4120
	23	10.0	4	283	1132
	24	10.0	1	303	303
	25	10.0	2	1047	2094
	26	10.0	2	483	966
	27	10.0	2	914	1828
	28	10.0	2	1000	2000
	29	10.0	2	525	1050
	30	10.0	1	512	512
	31	10.0	1	288	288
	32	10.0	2	970	1940
	33	10.0	1	293	293
	34	10.0	3	520	1560
	35	16.0	4	149	596
	36	16.0	18	1200	21600
	37	16.0	2	793	1586
	38	16.0	2	962	1924
	39	16.0	2	1196	2392
	40	16.0	2	800	1600
	41	16.0	4	112	448
	42	16.0	1	255	255
	43	16.0	1	275	275
	44	16.0	1	190	190
	45	16.0	2	200	400
	46	16.0	2	1104	2208
	47	16.0	1	286	286
	48	16.0	1	265	265
	49	16.0	3	245	735
	50	16.0	1	1175	1175
	51	16.0	1	271	271
	52	16.0	4	102	408
	53	16.0	4	883	3532
	54	16.0	2	939	1878
	55	16.0	2	250	500
	56	16.0	2	1196	2392
	57	16.0	2	1127	2254
	58	16.0	2	246	492

RESUMO DO AÇO

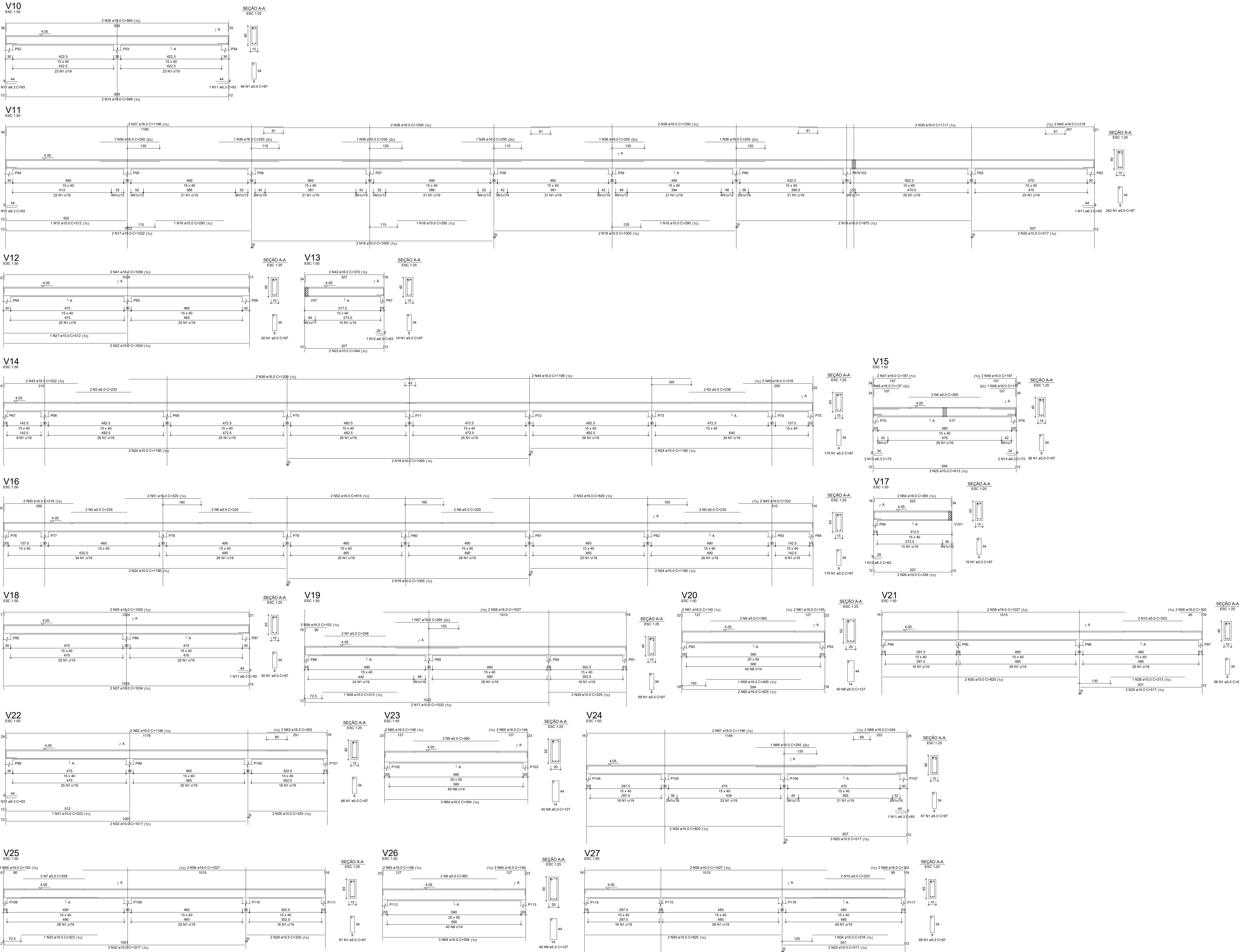
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	0.9	0.3
	10.0	528.6	358.5
	16.0	486.6	844.9
CA60	5.0	1282.1	217.4
PESO TOTAL (kg)			
CA50	1203.6		
CA60	217.4		

Volume de concreto (C-40) = 13.95 m³

Área de forma = 165.20 m²



DETALHAMENTO DAS VIGAS



RELAÇÃO DO AÇO

V10	V11	V12
V13	V14	V15
V16	V17	V18
V19	V20	V21
V22	V23	V24
V25	V26	V27

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1209	97	117273
	2	5.0	2	233	466
	3	5.0	2	238	476
	4	5.0	2	300	600
	5	5.0	4	235	940
	6	5.0	4	220	880
	7	5.0	4	258	1032
	8	5.0	120	127	15240
	9	5.0	6	360	2160
	10	5.0	4	253	1012
CA50	11	6.3	7	93	651
	12	6.3	2	63	126
	13	6.3	4	73	292
	14	10.0	2	948	1896
	15	10.0	1	512	512
	16	10.0	3	290	870
	17	10.0	4	1032	4128
	18	10.0	8	1005	8040
	19	10.0	2	975	1950
	20	10.0	9	517	4653
	21	10.0	1	512	512
	22	10.0	2	1024	2048
	23	10.0	2	344	688
	24	10.0	8	1180	9440
	25	10.0	3	613	1839
	26	10.0	2	339	678
	27	10.0	2	1034	2068
	28	10.0	2	313	626
	29	10.0	6	325	1950
	30	10.0	6	820	4920
	31	10.0	1	522	522
	32	10.0	4	1017	4068
	33	10.0	1	323	323
	34	10.0	1	318	318
	35	16.0	2	993	1986
	36	16.0	6	250	1500
	37	16.0	2	1196	2392
	38	16.0	6	1200	7200
	39	16.0	2	1117	2234
	40	16.0	2	218	436
	41	16.0	2	1056	2112
	42	16.0	2	370	740
	43	16.0	4	322	1288
	44	16.0	2	1198	2396
	45	16.0	2	318	636
	46	16.0	1	137	137
	47	16.0	2	187	374
	48	16.0	1	137	137
	49	16.0	2	187	374
	50	16.0	2	318	636
	51	16.0	2	320	640
	52	16.0	2	815	1630
	53	16.0	2	820	1640
	54	16.0	2	365	730
	55	16.0	2	1055	2110
	56	16.0	8	102	816
	57	16.0	1	265	265
	58	16.0	8	1027	8216
	59	16.0	1	400	400
	60	16.0	2	625	1250
	61	16.0	4	145	580
	62	16.0	2	1196	2392
	63	16.0	2	263	526
	64	16.0	6	594	3564
	65	16.0	8	146	1168
	66	16.0	1	255	255
	67	16.0	2	1196	2392
	68	16.0	2	244	488

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	10.7	2.9
	10.0	520.5	353
	16.0	536.4	931.3
CA60	5.0	1400.8	237.5
PESO TOTAL (kg)			
CA50	1287.2		
CA60	237.5		

Volume de concreto (C-40) = 14.88 m³
Área de forma = 167.57 m²

DETALHAMENTO DAS VIGAS
ESC.: 1/200

RELAÇÃO DO AÇO

V28	V29	V30
V31	V32	V33
V34	V35	V36
V37	V38	V39
V40	V41	V42
V43		

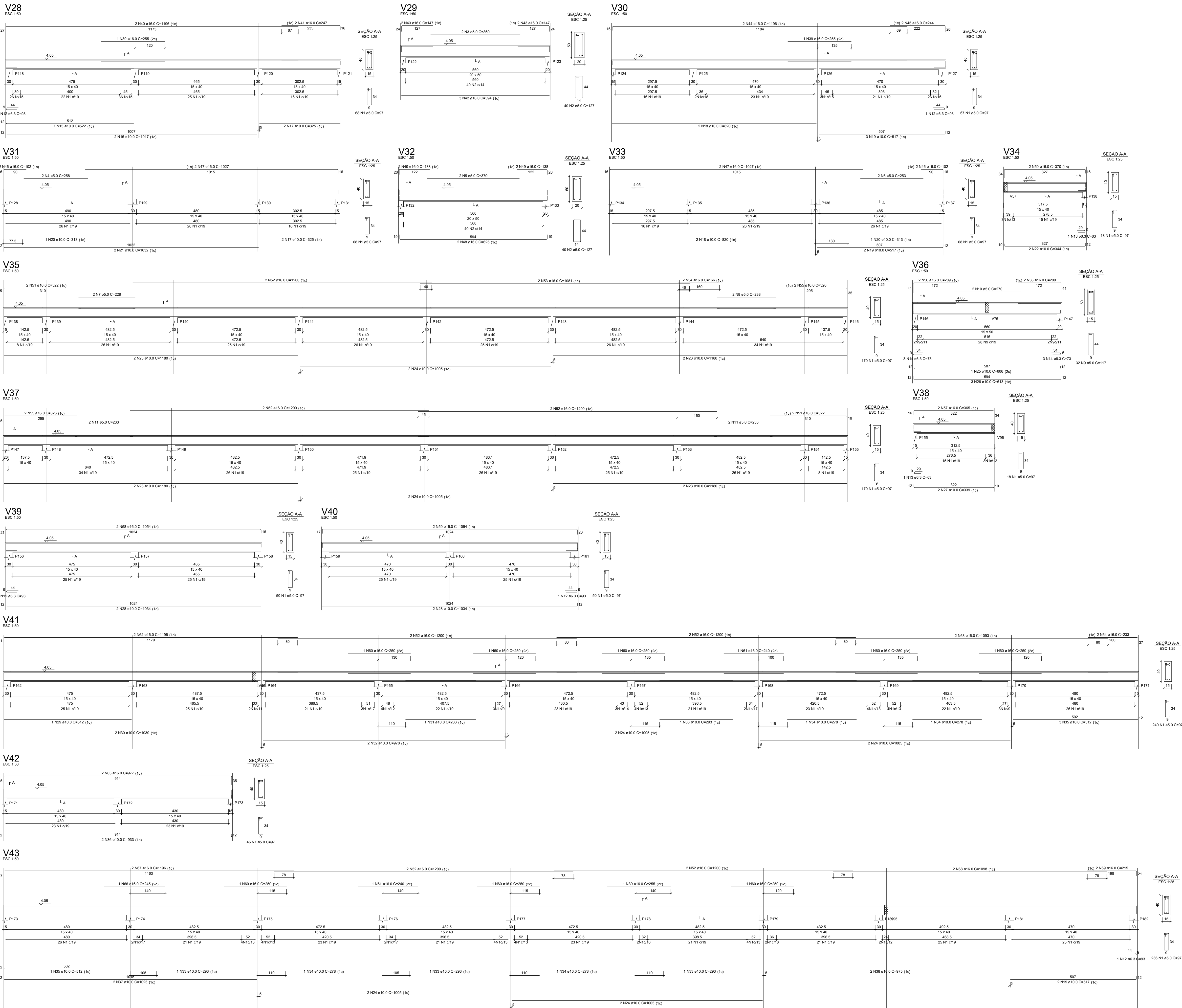
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1269	97	123093
	2	5.0	80	127	10160
	3	5.0	2	360	720
	4	5.0	2	258	516
	5	5.0	2	370	740
	6	5.0	2	253	506
	7	5.0	2	228	456
	8	5.0	2	238	476
	9	5.0	32	117	3744
	10	5.0	2	270	540
	11	5.0	4	233	932
	12	6.3	5	93	465
	13	6.3	2	63	126
	14	6.3	6	73	438
	15	10.0	1	522	522
	16	10.0	2	1017	2034
	17	10.0	4	325	1300
	18	10.0	4	820	3280
	19	10.0	7	517	3619
CA50	20	10.0	2	313	626
	21	10.0	2	1032	2064
	22	10.0	2	344	688
	23	10.0	8	1180	9440
	24	10.0	12	1005	12060
	25	10.0	1	606	606
	26	10.0	3	613	1839
	27	10.0	2	339	678
	28	10.0	4	1034	4136
	29	10.0	1	512	512
	30	10.0	2	1030	2060
	31	10.0	1	283	283
	32	10.0	2	970	1940
	33	10.0	4	293	1172
	34	10.0	4	278	1112
	35	10.0	4	512	2048
	36	10.0	2	933	1866
	37	10.0	2	1025	2050
	38	10.0	2	975	1950
	39	16.0	3	255	765
	40	16.0	2	1196	2392
	41	16.0	2	247	494
	42	16.0	3	594	1782
	43	16.0	4	147	588
	44	16.0	2	1196	2392
	45	16.0	2	244	488
	46	16.0	4	102	408
	47	16.0	4	1027	4108
	48	16.0	2	625	1250
	49	16.0	4	138	552
	50	16.0	2	370	740
	51	16.0	4	322	1288
	52	16.0	14	1200	16800
	53	16.0	2	1081	2162
	54	16.0	2	166	332
	55	16.0	4	326	1304
	56	16.0	4	209	836
	57	16.0	2	365	730
	58	16.0	2	1054	2108
	59	16.0	2	1054	2108
	60	16.0	8	250	2000
	61	16.0	2	240	480
	62	16.0	2	1196	2392
	63	16.0	2	1093	2186
	64	16.0	2	233	466
	65	16.0	2	977	1954
	66	16.0	1	245	245
	67	16.0	2	1196	2392
	68	16.0	2	1098	2196
	69	16.0	2	215	430

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	10.3	2.8
	10.0	578.9	392.6
	16.0	583.7	1013.4
CA60	5.0	1418.8	240.6
PESO TOTAL (kg)			
CA50	1408.7		
CA60	240.6		

Volume de concreto (C-40) = 15.46 m³

Área de forma = 175.21 m²



1 DETALHAMENTO DAS VIGAS
ESC. 1/2000

RELAÇÃO DO AÇO

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1434	97	139098
	2	5.0	4	273	1092
	3	5.0	2	292	584
	4	5.0	2	287	574
	5	5.0	4	253	1012
	6	5.0	2	327	654
	7	5.0	2	317	634
	8	5.0	2	230	460
	9	5.0	2	225	450
	10	6.3	2	93	186
CA50	11	8.0	3	73	219
	12	10.0	1	303	303
	13	10.0	2	1047	2094
	14	10.0	2	483	966
	15	10.0	4	486	1944
	16	10.0	2	1000	2000
	17	10.0	1	298	298
	18	10.0	2	525	1050
	19	10.0	2	293	586
	20	10.0	6	1022	6132
	21	10.0	4	1020	4080
	22	10.0	4	1030	4120
	23	10.0	2	1030	2060
	24	10.0	2	978	1956
	25	10.0	8	1005	8040
	26	10.0	2	502	1004
	27	10.0	2	929	1858
	28	10.0	2	975	1950
	29	10.0	2	507	1014
	30	10.0	2	1192	2384
	31	10.0	2	925	1850
	32	10.0	4	900	3600
	33	10.0	4	617	2468
	34	10.0	2	1200	2400
	35	10.0	2	933	1866
	36	10.0	2	619	1238
	37	10.0	2	306	612
	38	16.0	4	102	408
	39	16.0	4	883	3532
	40	16.0	4	527	2108
	41	16.0	4	112	448
	42	16.0	20	1200	24000
	43	16.0	2	1174	2348
	44	16.0	4	209	836
	45	16.0	2	1184	2368
	46	16.0	4	149	596
	47	16.0	2	796	1592
	48	16.0	2	966	1932
	49	16.0	2	1196	2392
	50	16.0	2	798	1596
	51	16.0	4	1196	4784
	52	16.0	2	1194	2388
	53	16.0	2	164	328
	54	16.0	2	203	406
	55	16.0	2	644	1288
	56	16.0	2	343	686

RESUMO DO AÇO

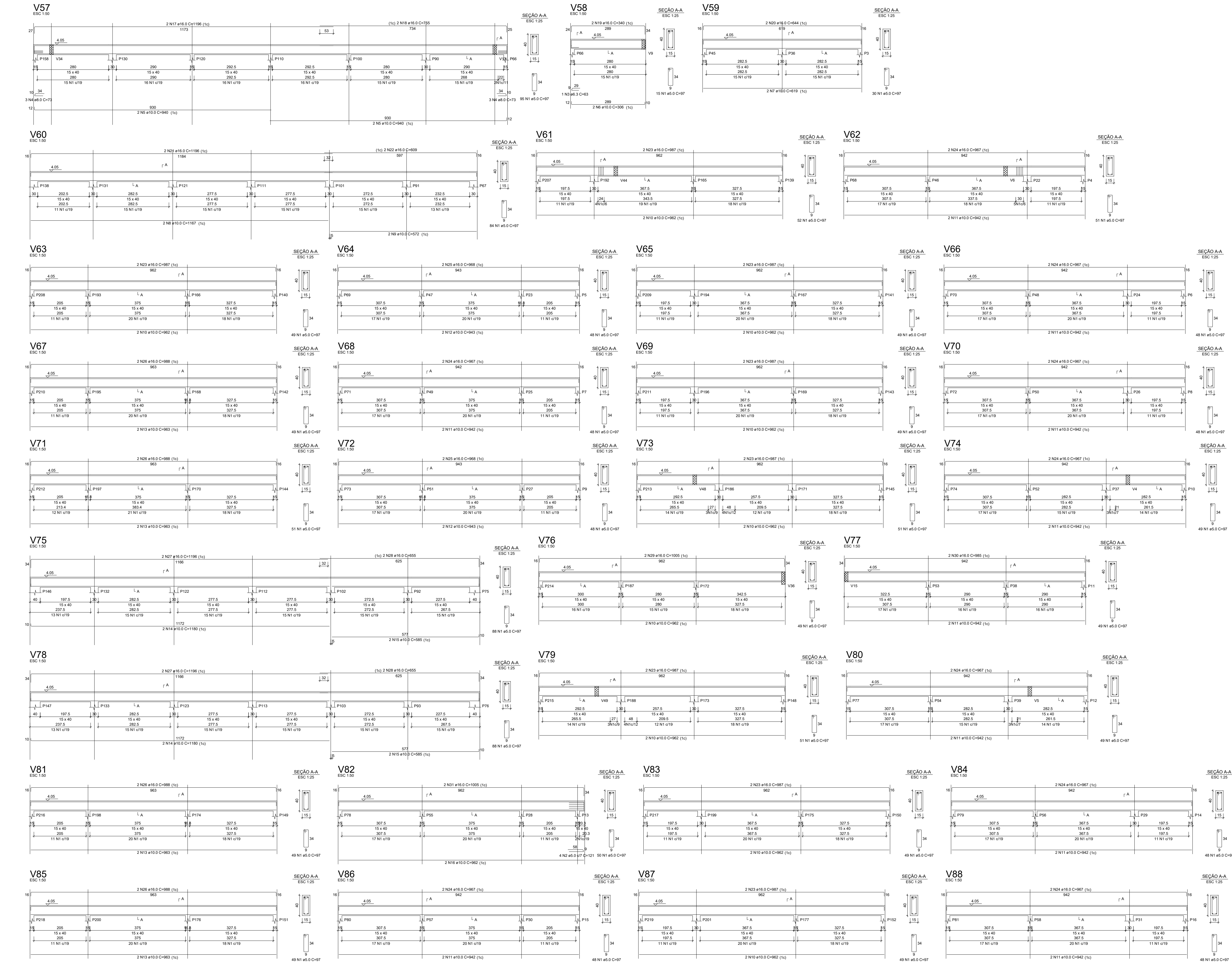
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	1.9	0.5
	8.0	2.2	1
	10.0	578.7	392.5
CA60	16.0	540.4	938.2
	5.0	1445.6	245.1
PESO TOTAL (kg)			
CA50	1332.1		
CA60	245.1		

Volume de concreto (C-40) = 15.96 m³

Área de forma = 191.98 m²



1 DETALHAMENTO DAS VIGAS ESC. 1/200



RELAÇÃO DO AÇO

V57	V58	V59
V60	V61	V62
V63	V64	V65
V66	V67	V68
V69	V70	V71
V72	V73	V74
V75	V76	V77
V78	V79	V80
V81	V82	V83
V84	V85	V86
V87	V88	

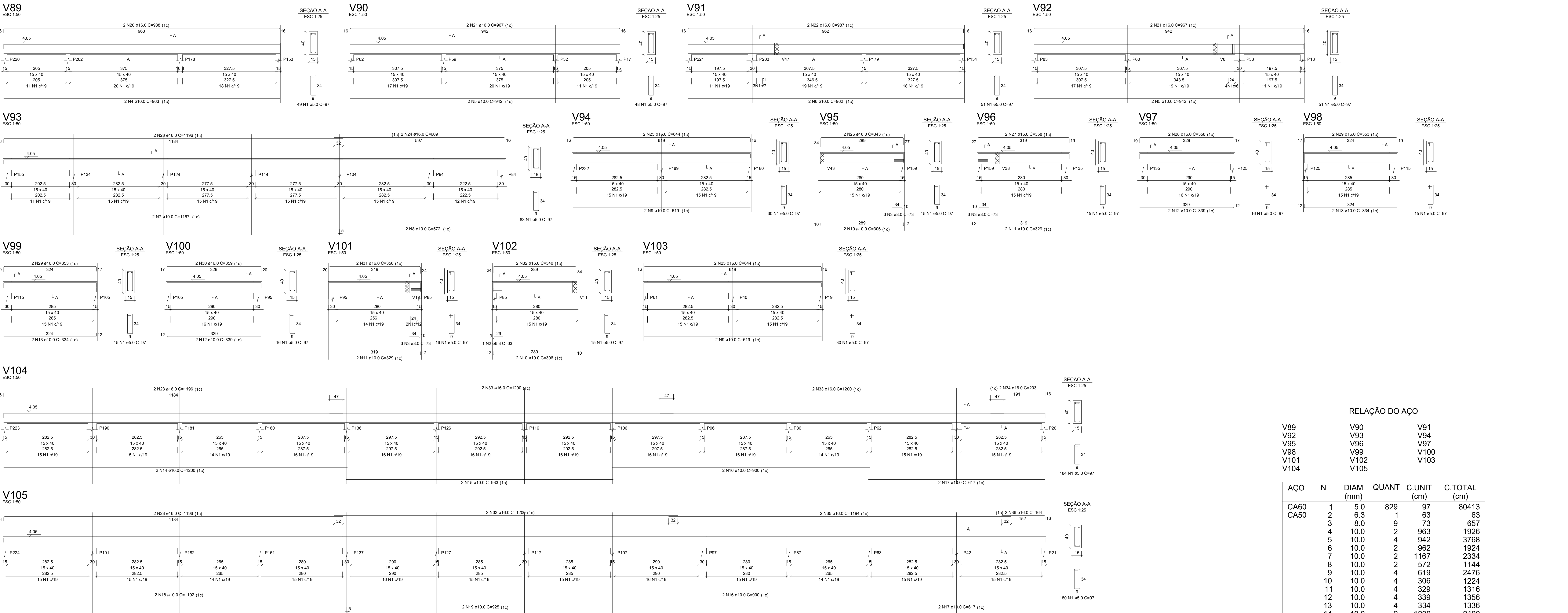
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	1678	97	162766
CA50	2	5.0	4	121	484
	3	6.3	1	63	63
	4	8.0	6	73	438
	5	10.0	4	940	3760
	6	10.0	2	306	612
	7	10.0	2	619	1238
	8	10.0	2	1167	2334
	9	10.0	2	572	1144
	10	10.0	18	962	17316
	11	10.0	20	942	18840
	12	10.0	4	943	3772
	13	10.0	8	963	7704
	14	10.0	4	1180	4720
	15	10.0	4	585	2340
	16	10.0	2	962	1924
	17	16.0	2	1196	2392
	18	16.0	2	755	1510
	19	16.0	2	340	680
	20	16.0	2	644	1288
	21	16.0	2	1196	2392
	22	16.0	2	609	1218
	23	16.0	16	987	15792
	24	16.0	18	967	17406
	25	16.0	4	968	3872
	26	16.0	8	988	7904
	27	16.0	4	1196	4784
	28	16.0	4	655	2620
	29	16.0	2	1005	2010
	30	16.0	2	985	1970
	31	16.0	2	1005	2010

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	0.6	0.2
	8.0	4.4	1.9
	10.0	657	445.6
CA60	16.0	678.5	1178
	5.0	1632.5	276.8
PESO TOTAL (kg)			
CA50	1625.6		
CA60	276.8		

Volume de concreto (C-40) = 18.18 m³
Área de forma = 203.98 m²

DETALHAMENTO DAS VIGAS
ESC. 1/200



RELAÇÃO DO AÇO

V89	V90	V91
V92	V93	V94
V95	V96	V97
V98	V99	V100
V101	V102	V103
V104	V105	

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	829	97	80413
	2	6.3	1	63	63
CA50	3	8.0	9	73	657
	4	10.0	2	963	1926
	5	10.0	4	942	3768
	6	10.0	2	962	1924
	7	10.0	2	1167	2334
	8	10.0	2	572	1144
	9	10.0	4	619	2476
	10	10.0	4	306	1224
	11	10.0	4	329	1316
	12	10.0	4	339	1356
	13	10.0	4	334	1336
	14	10.0	2	1200	2400
	15	10.0	2	933	1866
	16	10.0	4	900	3600
	17	10.0	4	617	2468
	18	10.0	2	1192	2384
	19	10.0	2	925	1850
	20	16.0	2	988	1976
	21	16.0	4	967	3868
	22	16.0	2	987	1974
	23	16.0	6	1196	7176
	24	16.0	2	609	1218
	25	16.0	4	644	2576
	26	16.0	2	343	686
	27	16.0	2	358	716
	28	16.0	2	358	716
	29	16.0	4	353	1412
	30	16.0	2	359	718
	31	16.0	2	356	712
	32	16.0	2	340	680
	33	16.0	6	1200	7200
	34	16.0	2	203	406
	35	16.0	2	1194	2388
	36	16.0	2	164	328

DETALHAMENTO DAS VIGAS
ESC. 1:200

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	0.6	0.2
	8.0	6.6	2.9
	10.0	333.7	226.3
	16.0	347.5	603.3
CA60	5.0	804.1	136.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50		832.7	
CA60		136.3	

Volume de concreto (C-40) = 9.16 m³

Área de forma = 106.56 m²

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE
FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

FOLHA: 2020.1

PROJETO FINAL EM ENGENHARIA

ORIENTADORES: D. Sc. SERGIO LUIS GONZÁLEZ GARCIA E M.Sc. RAFAEL DA SILVA HORTÊNCIO

ASSUNTO: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - PROJETO ESTRUTURAL

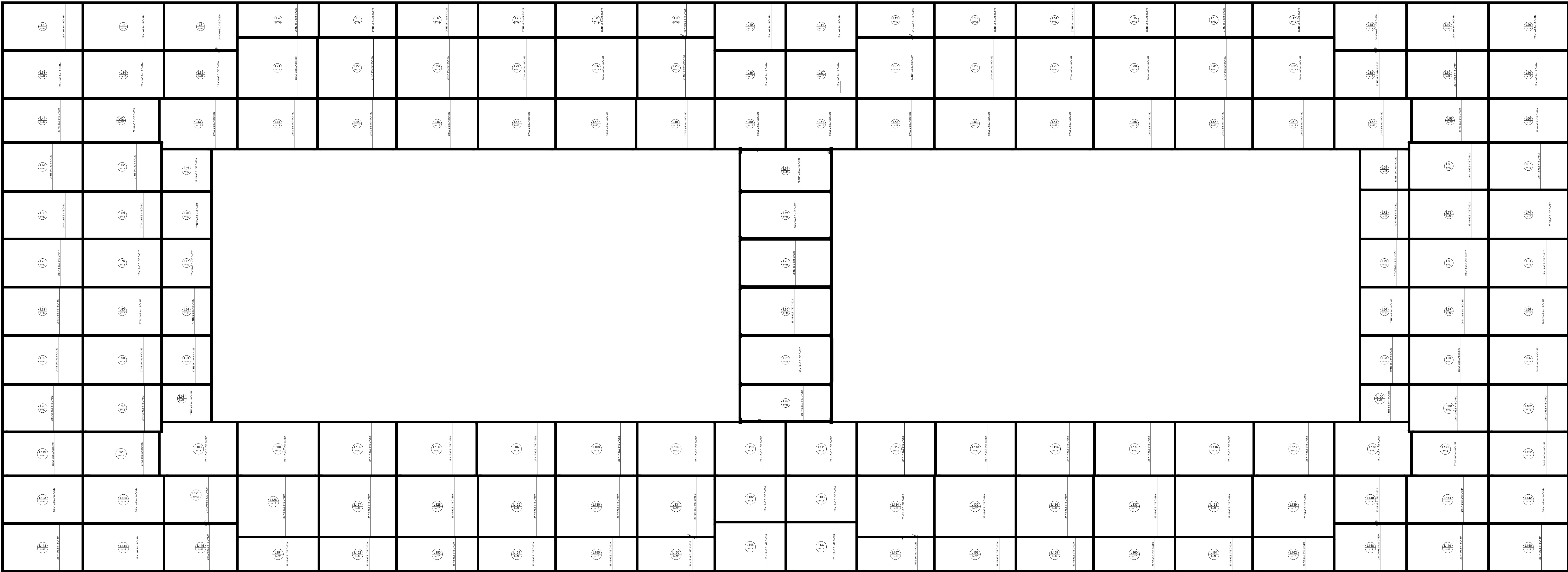
DETALHAMENTO DAS VIGAS PARTE 6

DOCENTES: DENISE FERREIRA DIAS E ESTEVEÃO VIEIRA CÉSAR DA SILVA

ESCALA: INDICADA

11

APÊNDICE L - DETALHAMENTO DAS LAJES



1 DETALHAMENTO LAJES - POSITIVAS NO EIXO Y
ESC: 1/200

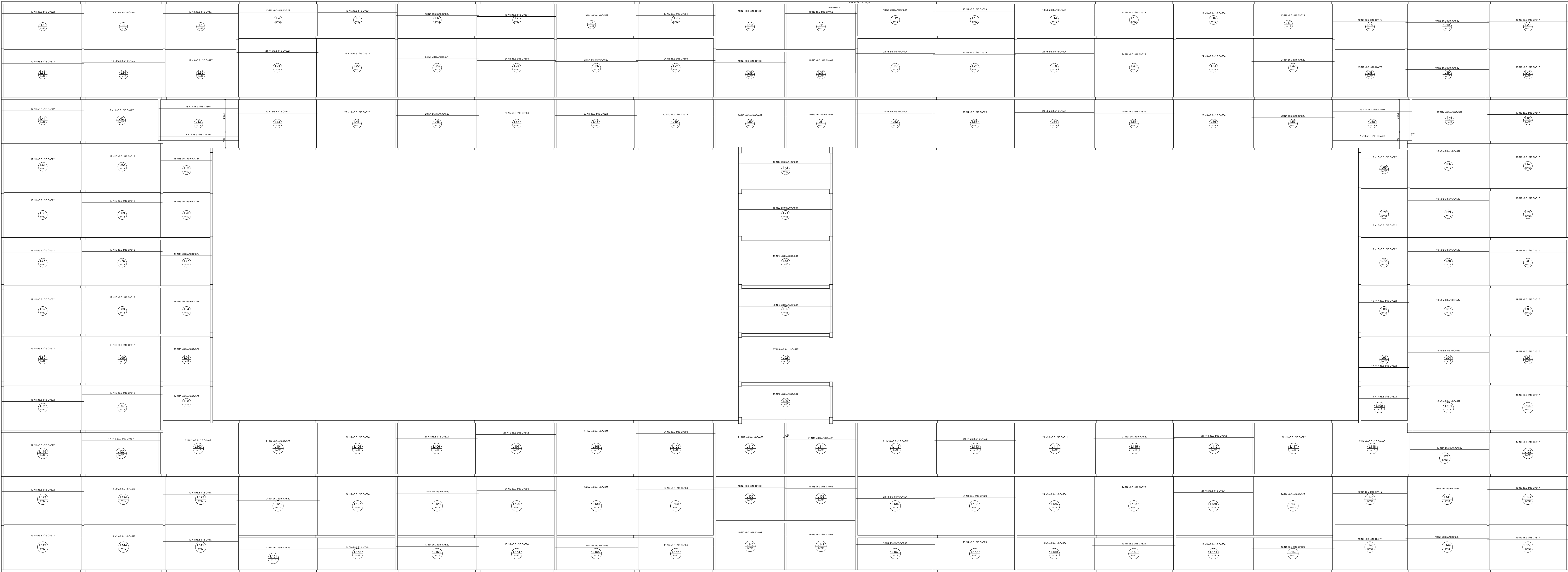
Positivos Y

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	552	314	173328
	2	6.3	552	229	126408
	3	6.3	105	235	24675
	4	6.3	552	399	220248
	5	6.3	64	320	20480
	6	6.3	220	289	63580
	7	6.3	434	332	144088
	8	6.3	344	322	
	9	6.3	17	279	4743
	10	6.3	38	282	10716
	11	6.3	17	269	4573
	12	6.3	239	312	74568
	13	6.3	328	317	103976
	14	6.3	38	327	12426
	15	6.3	34	249	8466
	16	6.3	29	252	7308
	17	6.3	434	352	152768
	18	6.3	50	304	15200
	19	6.3	50	324	16200
	20	8.0	141	320	45120
	21	8.0	100	405	40500
	22	8.0	24	235	5640

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3 8.0	12945.2 912.6	3484.5 396.1
PESO TOTAL (kg)			
CA50	3880.6		

Volume de concreto (C-50) = 0.00 m³



1 DETALHAMENTO LAJES - POSITIVAS NO EIXO X
ESC.: 1/2000

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N12	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	480	480	480
B	2	492	492	984
C	4	507	507	2028

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N13	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	1	475	475	475
B	2	487	487	974
C	4	502	502	2008

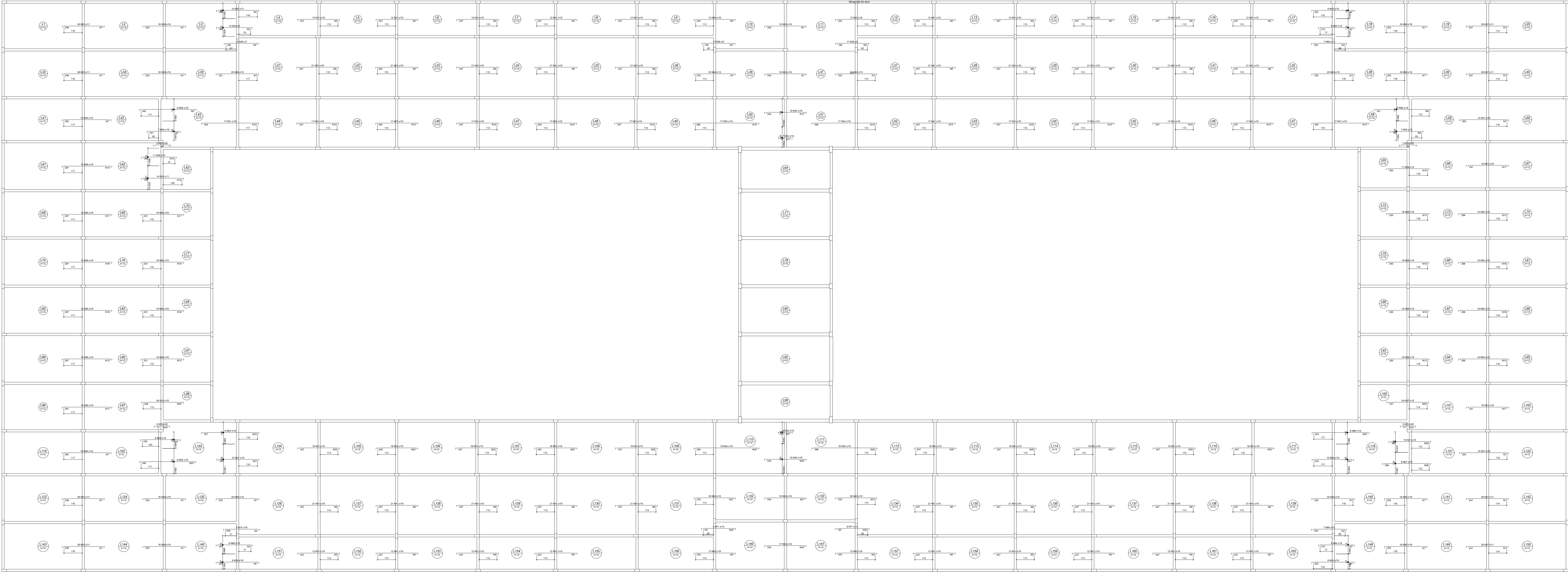
ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N12	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	4	492	492	1968
B	17	507	507	8619

ARMADURA COM COMPRIMENTO VARIÁVEL				
N14	QUANT	C. VAR (cm)	C. UNIT (cm)	C. TOTAL (cm)
A	4	487	487	1948
B	17	502	502	8534

AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA50	1	6.3	349	522	182178
	2	6.3	76	527	40052
	3	6.3	76	477	36252
	4	6.3	542	529	286718
	5	6.3	542	504	273168
	6	6.3	190	462	87780
	7	6.3	76	472	35872
	8	6.3	76	532	40432
	9	6.3	334	517	172678
	10	6.3	239	512	122368
	11	6.3	34	497	16898
	12	6.3	41	VAR	VAR
	13	6.3	7	VAR	VAR
	14	6.3	68	502	34136
	15	6.3	105	327	34335
	16	6.3	18	594	10692
	17	6.3	102	322	32844
	18	6.3	27	597	16119
	19	6.3	42	468	19656
	20	6.3	21	511	10731
	21	6.3	21	522	10962
	22	8.0	65	594	38610

RESUMO DO AÇO			
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	14881.5	4005.7
	8.0	386.1	167.6
PESO TOTAL (kg)			
CA50	4173.3		

Volume de concreto (C-50) = 272.59 m³
Área de forma = 2248.67 m²



1 DETALHAMENTO LAJES - NEGATIVAS NO EIXO X
ESC.: 1/200

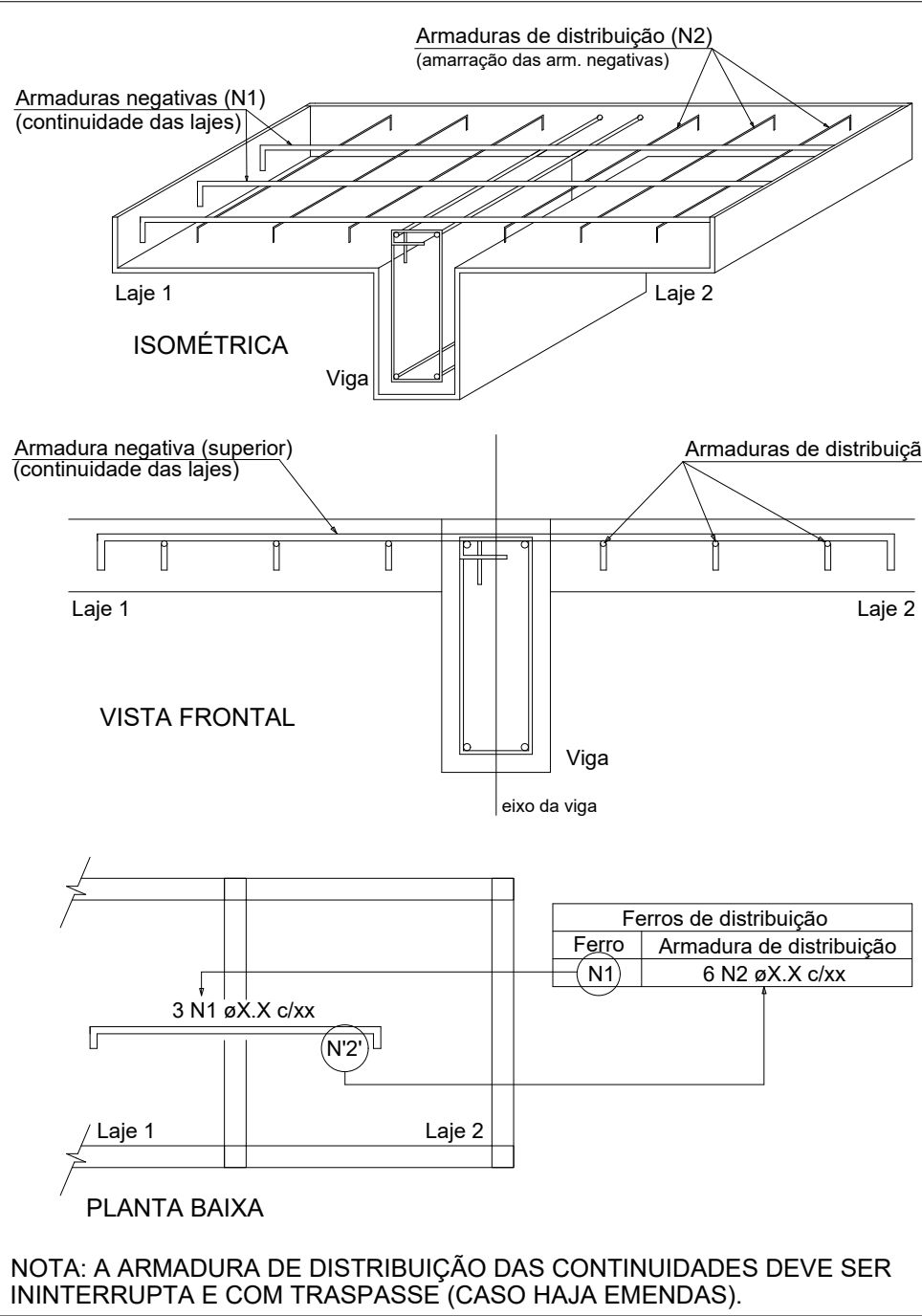
RELAÇÃO DO AÇO					
Negativas X					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT (cm)	C.UNIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	312	305	95190
	2	5.0	85	85	7225
	3	5.0	44	115	5060
	4	5.0	52	105	5460
	5	5.0	299	220	65780
	6	5.0	280	390	101400
	7	5.0	90	280	18800
	8	5.0	90	131	2520
	9	5.0	35	149	5215
	10	5.0	296	353	66538
	11	5.0	4	139	556
	12	5.0	13	186	2418
	13	5.0	99	313	30987
	14	5.0	13	159	2057
	15	5.0	11	111	1221
	16	5.0	13	260	3380
	17	5.0	69	303	20907
	18	5.0	112	308	34496
	19	5.0	8	63	504
	20	5.0	26	240	6240
	21	5.0	26	196	5096
	22	5.0	36	147	5292
	23	5.0	17	167	2839
	24	5.0	12	113	1356
	25	5.0	170	343	58310
	26	5.0	13	197	2561
	27	5.0	4	148	592
	28	5.0	15	143	2145
	29	5.0	13	137	1781
	30	5.0	27	95	2590
	31	5.0	39	295	11505
	32	5.0	13	315	4095
CA50	33	6.3	150	259	38850
	34	6.3	13	216	2834
	35	6.3	10	261	2610
	36	6.3	34	201	6834
	37	6.3	136	258	35088
	38	6.3	11	213	2343
	39	8.0	154	263	40502
	40	8.0	12	259	3068
	41	8.0	949	257	243893
	42	8.0	154	253	38952
	43	8.0	120	255	30600
	44	8.0	16	200	3200
	45	8.0	52	262	13624
	46	8.0	84	261	21924
	47	8.0	56	259	14504
	48	8.0	30	302	9060
	49	8.0	7	201	1407
	50	8.0	8	352	2816
	51	8.0	34	355	12070
	52	8.0	35	406	14210
	53	8.0	15	77	1155
	54	8.0	35	404	14140
	55	8.0	7	200	1400
	56	8.0	8	351	2808
	57	8.0	36	303	9090
	58	8.0	36	307	29472
	59	8.0	81	260	21060
	60	8.0	64	308	19712
	61	8.0	10	258	2580
	62	8.0	8	357	2856
	63	8.0	9	350	3150
	64	8.0	8	242	1936
	65	8.0	10	254	2540
	66	8.0	8	353	2824
	67	8.0	8	209	2302
	68	8.0	8	221	1798
	69	10.0	14	213	2982
	70	10.0	6	86	516
	71	10.0	12	206	2472
	72	12.5	4	97	388
	73	12.5	5	217	1085

RESUMO DO AÇO	
AÇO	DIAM (mm)
CA50	6.3
CA50	8.0
CA50	10.0
CA50	12.5
CA60	5.0
PESO TOTAL (kg)	
CA50	2761.9
CA60	969.3
Volume de concreto (C-50) = 0.00 m³	
Área de forma = 0.00 m²	

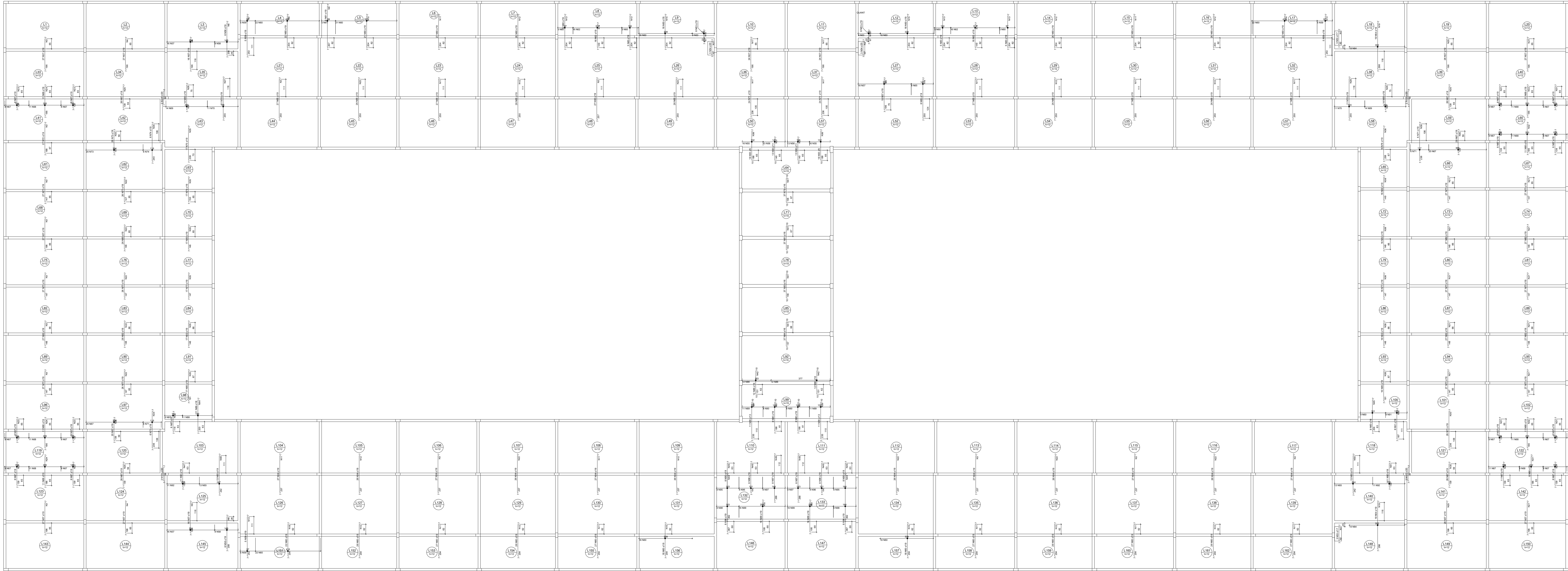
AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	885.6	238.4
	8.0	5684.8	2467.5
	10.0	59.7	40.5
CA60	12.5	14.7	15.6
	5.0	5717	969.3
PESO TOTAL (kg)			
CA50	2761.9		
CA60	969.3		

Volume de concreto (C-50) = 0.00 m³
Área de forma = 0.00 m²

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



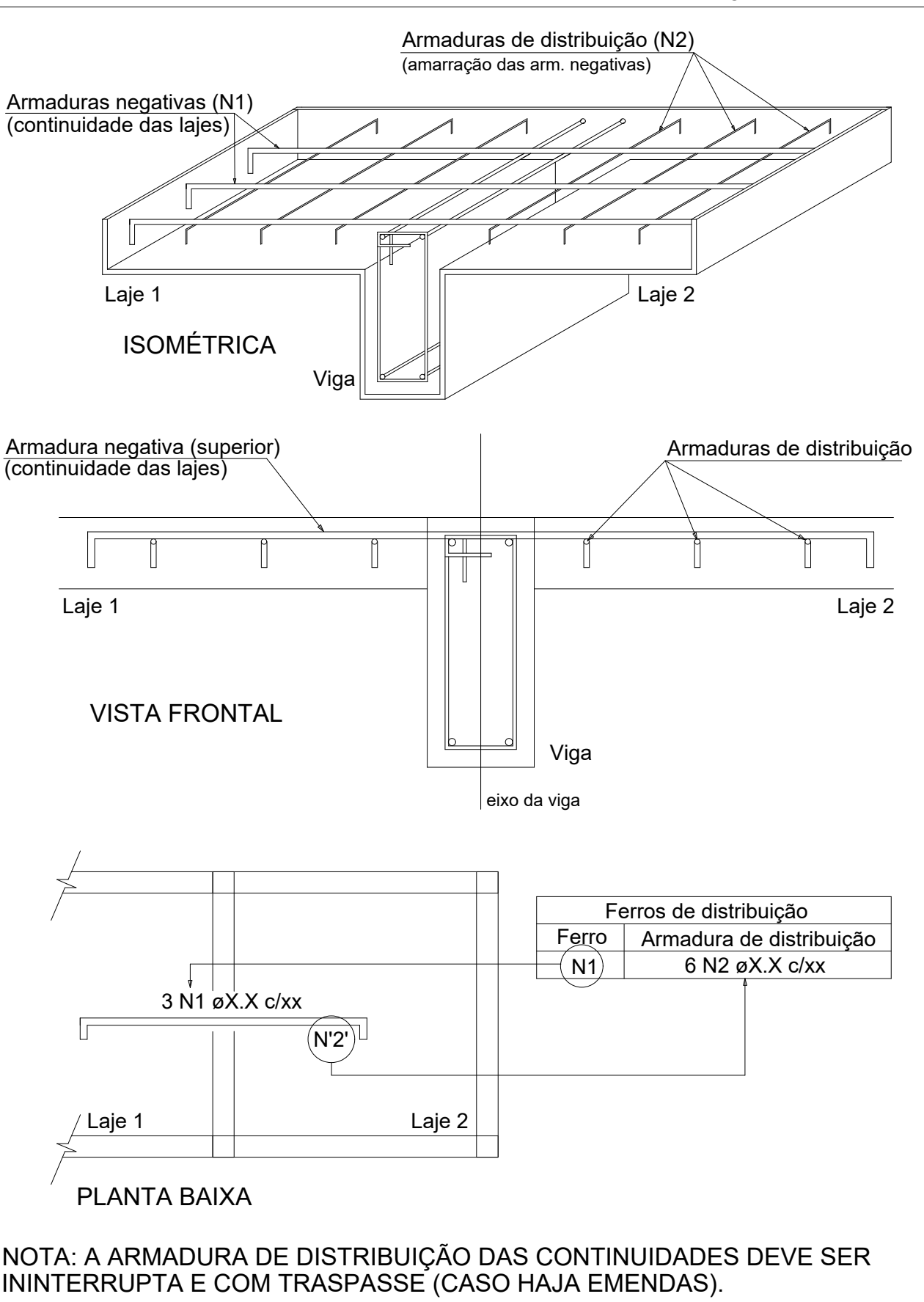
NOTA: A ARMADURA DE DISTRIBUIÇÃO DAS CONTINUIDADES DEVE SER ININTERRUPTA E COM TRASPASSE (CASO FAÇA EMENDAS)



1 DETALHAMENTO LAJES - NEGATIVAS NO EIXO Y.
ESC.: 1/200

Negativos Y					
RELACÃO DO AÇO					
AÇO	N	DIAM (mm)	QUANT	C.LIMIT (cm)	C.TOTAL (cm)
CA60	1	5.0	10	44	440
	2	5.0	10	42	420
	3	5.0	146	513	74868
	4	5.0	20	518	10360
	5	5.0	20	312	6240
	6	5.0	22	156	3432
	7	5.0	13	103	1330
	8	5.0	11	409	4499
	9	5.0	14	104	1456
	10	5.0	11	399	4389
	11	5.0	153	520	79960
	12	5.0	140	495	69300
	13	5.0	70	104	2280
	14	5.0	16	312	4992
	15	5.0	54	347	18738
	16	5.0	22	156	3432
	17	5.0	44	453	19932
	18	5.0	22	416	9152
	19	5.0	30	360	10800
	20	5.0	20	523	10460
	21	5.0	100	508	50800
	22	5.0	114	523	57542
	23	5.0	42	154	6468
	24	5.0	30	205	6150
	25	5.0	14	488	6832
	26	5.0	8	265	2120
	27	5.0	13	203	2639
	28	5.0	13	201	2613
	29	5.0	8	282	2096
	30	5.0	28	493	12618
	31	5.0	59	152	8986
	32	5.0	37	203	7511
	33	5.0	14	371	5194
	34	5.0	24	116	2784
	35	5.0	53	318	16854
	36	5.0	44	144	6336
	37	5.0	34	148	5032
	38	5.0	53	313	16959
	39	5.0	12	117	1404
	40	5.0	7	375	3025
	41	5.0	40	585	23400
	42	5.0	18	195	3510
	43	5.0	6	121	726
	44	5.0	10	167	1670
	45	5.0	11	169	1859
	46	5.0	10	144	1440
	47	5.0	8	214	1712
	48	5.0	13	254	3302
	49	5.0	126	151	19026
	50	5.0	13	251	3263
	51	5.0	8	211	1688
	52	5.0	20	302	6040
CA50	53	6.3	6	103	618
	54	6.3	6	98	588
	55	6.3	32	200	6400
	56	6.3	28	154	4304
	57	8.0	343	206	70938
	58	8.0	16	218	3488
	59	8.0	15	283	3645
	60	8.0	559	214	119626
	61	8.0	5	277	1382
	62	8.0	46	159	7302
	63	8.0	16	77	1232
	64	8.0	38	306	11704
	65	8.0	273	260	70980
	66	8.0	27	267	7209
	67	8.0	259	149	38691
	68	8.0	74	196	14504
	69	8.0	28	170	4760
	70	8.0	22	265	5830
	71	8.0	86	246	21156
	72	8.0	27	198	5340
	73	8.0	20	151	3020
	74	8.0	6	250	1500
	75	8.0	17	219	3723
	76	8.0	16	216	3456
	77	8.0	354	157	55578
	78	8.0	17	160	2720
	79	8.0	37	174	6438
	80	8.0	43	156	6708
	81	8.0	37	171	6327
	82	8.0	210	158	33180
	83	8.0	37	172	6364
	84	8.0	37	173	6401
	85	8.0	33	201	6633
	86	8.0	24	167	4008
	87	8.0	6	128	768
	88	8.0	11	213	2543
	89	8.0	22	248	5456
	90	8.0	16	199	3184
	91	8.0	8	197	1576
	92	8.0	22	165	1620
	93	8.0	26	252	6552
	94	8.0	318	247	79548
	95	8.0	16	372	5952
	96	8.0	16	200	3200
	97	8.0	16	298	4768
	98	8.0	16	377	6032
	99	8.0	32	205	6560
	100	12.5	8	97	776

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).

RESUMO DO AÇO

AÇO	DIAM (mm)	C.TOTAL (m)	PESO + 10% (kg)
CA50	6.3	116.1	31.3
	8.0	6626.7	2876.3
	12.5	7.8	8.2
CA60	5.0	6321.2	1071.8
PESO TOTAL (kg)			
CA50	2915.7		
CA60	1071.8		

Volume de concreto (C-50) = 0.00 m³
Área de forma = 0.00 m²