

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

**CAIQUE JOSÉ LEME FERREIRA PÓ
EMMANUEL NOVELLI CORRÊA
GUILHERME AUGUSTO LEME BERTOLINI
LEONARDO I SEN CHEN
PAULO JUNIO OLIVEIRA**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE EDIFÍCIO COM MÚLTIPLOS
PAVIMENTOS EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO**

ATIBAIA – 2017

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

**CAIQUE JOSÉ LEME FERREIRA PÓ
EMMANUEL NOVELLI CORRÊA
GUILHERME AUGUSTO LEME BERTOLINI
LEONARDO I SEN CHEN
PAULO JUNIO OLIVEIRA**

**ELABORAÇÃO DE PROJETO DE EDIFÍCIO COM MÚLTIPLOS
PAVIMENTOS EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil pela FAAT
FACULDADES, sob orientação do
professor MSc. Henrique Raymundo.

ATIBAIA – 2017

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à Deus, pela vida e a oportunidade de nos aperfeiçoarmos; ao nosso orientador, Prof. MSc. Henrique Raymundo, por todo apoio, dedicação, paciência e valiosos ensinamentos que não se restringem à este trabalho, mas ao desenvolvimento pessoal e acadêmico de cada autor que nesta jornada fortaleceu suas potencialidades. Agradecemos também a instituição de ensino FAAT Faculdades, seus dirigentes e, principalmente, ao Prof. Dr. Hércules Brasil Vernalha, pelo entusiasta da educação que é, por sua dedicação na busca por propiciar as melhores condições e meios para um curso de excelência que devolva ao mercado profissionais de referência.

Caique José Leme Ferreira Pó,

Agradeço e dedico este trabalho aos meus pais, José e Lucimary, por serem meus mentores pela vida e terem guiado os meus passos através dos caminhos até esta importante realização, pois devo à estes toda a minha inspiração e brio. À minha namorada Helen, pelo seu apoio, paciência, incentivo, também inspiração e, sobretudo, companheirismo.

Emmanuel Novelli Corrêa,

Agradeço a minha mãe Mafalda e ao meu pai Antônio Carlos, por toda criação que me proporcionaram sempre me ensinando o caminho da retidão e caráter de valor inestimável, a minha esposa Jéssica por todo companheirismo, paciência e apoio em todos os momentos que tive que focar meu tempo nos estudos e nos momentos de cansaço e desânimo sempre me motivando e incentivando a me superar, as minhas irmãs que nessa caminhada me acompanham de braços unidos nas intempéries e dedico ao meu filho Nícollas, principal motivo de chegar aonde cheguei; motivo da minha busca à evolução, todo meu esforço e dedicação, agradeço sua existência por me desvendar o real sentido da vida.

Guilherme Bertolini,

Dedico a minha mãe, Maria Inês, e meu pai, Carlos Máximo, por serem a base de tudo que sou hoje, por toda honestidade, caráter, afeto e ensinamentos que foram fundamentais para minha formação, tanto acadêmica quanto pessoal, e a minha namorada Isabel Ortiz, melhor amiga e companheira, fundamental para mim, não só na elaboração deste trabalho como em minha vida, por todo apoio, inspiração, carinho e paciência em momentos que dediquei aos estudos.

Leonardo I Sen Chen,

Nesta jornada que vivemos pude aprender muitas coisas que jamais poderia imaginar, mas o maior aprendizado foi ser grato a Deus por tudo que vivi, sou grato pelos meus pais Reinaldo e Claudia por ter formado meu caráter e me ensinado a ser um homem, agradeço a minha avó Maria José, pelo incentivo de iniciar o curso quando ninguém acreditava em mim, por fim a meus colegas de sala que nessa caminhada foram meus pilares.

Paulo Junio de Oliveira,

Primeiramente agradeço à Deus pelo dom da vida. À os meus pais Marcia e Clovis por ter me ensinado à ter caráter, lutar pelos meus objetivos e, acima de tudo, não esquecer de onde eu vim. A minha futura esposa Graziela, por me compreender nos momentos mais difíceis, por ter me dado forças em todas as vezes em que pensei em desistir, e por ter acreditado em mim. Agradeço a FAAT, por ter me dado os melhores amigos, Caíque, Guilherme, Leonardo, Emmanuel e por todos os momentos de tensão e alegrias que vivemos. E por fim à minha tia Iracema por ter me ajudado no momento em que mais precisei.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C	Antes de Cristo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APPS	Áreas de Preservação Permanentes
As	Área de aço
CA50	Resistência do aço
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EE2	Zona Exclusivamente Econômica 2
ELS	Estado Limite de Serviço
ELU	Estado Limite Último
EPS	Poliestireno Expandido
EUA	Estados Unidos da América
FAAT	Faculdades Atibaia
IMP	Informações de Municípios Paulista
IT	Instrução Técnica
ITE	Institute of Transportation Engineers
KMD	Coeficiente para o dimensionamento da armadura
KN	Quilo Newton
KVA	Quilo Volt Ampere
KX	Coeficiente para o dimensionamento da armadura
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro
MPa	Mega Pascal

N	Índice de penetração
N	Newton
NBR	Norma brasileira
NE	Escada tipo comum
NM	Norma Mercosul
OD	Origem e destino
PAV	Pavimento
PIL	Pilar
PNE	Pessoas com necessidades especiais
PUR	Poliuretano
RMC	Região metropolitana de Campinas
RMSP	Região metropolitana de São Paulo
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SPT	Standard Penetration Test
Ton	Tonelada
TUE	Tomada de uso específico
TUG	Tomada de uso geral
VA	Volt Ampere
VT1PAV1CEN	Viga central do 1º Pavimento
VT2PAV1CAN	Viga de canto do 1º pavimento
VT3PAV2CEN	Viga central do 2º pavimento
VT4PAV2CAN	Viga de canto do 2º pavimento

RESUMO

A presente monografia aborda de forma teórica-conceitual as questões relativas a construção de um **edifício com múltiplos pavimentos**, utilizando-se das tecnologias empregadas no método de produção de componentes estruturais em **concreto pré-fabricado**. Apresentar-se-ão conceitos de criação e idealização, correlacionando-os à problemática de maximização do aproveitamento do espaço existente no Campus Prof. Manoel Ferraz (atual sede da FAAT Faculdades), que fora escolhido como local de implantação do objeto de estudo, respeitando-se as políticas da instituição no que diz respeito a acessibilidade. Adota-se como metodologia a revisão bibliográfica, fundamentalmente das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e literatura específica para a concepção de **projetos de engenharia**, para então propor-se a materialização de um complexo constituído por três blocos integrados (sendo dois destes destinados a estacionamento de veículos de pequeno e médio porte e, o último, a salas de aula e/ou pontos comerciais). A proposta-solução tem início pelo rebaixamento do nível de referência de parte da propriedade da instituição, objetivando-se integrar complexos distintos de edificações com ênfase na coincidência de nível entre o piso dos já existentes blocos de salas de aula A, B, C, D, E e F, com último pavimento do novo edifício (de mesma destinação) por razões já mencionadas, como também utilizar a verticalização como alternativa para o melhor aproveitamento do terreno da organização. Sabe-se que sua crescente demanda acaba por saturar a capacidade de ingresso de universitários justamente pelo limitante encontrado em sua estrutura física, fato que impacta com o retardamento do aumento de receitas que impossibilita que uma instituição de ensino com fins lucrativos, que está inserida em uma região economicamente estratégica do Estado de São Paulo, que tem na ampliação racional de sua estrutura física seu principal meio de obtenção de recursos financeiros, se desenvolva de forma plena.

PALAVRAS-CHAVE: Edifício com múltiplos pavimentos. Concreto pré-fabricado. Projetos de engenharia.

ABSTRACT

This monograph discusses in a theoretical-conceptual way the questions related to the construction of a **multi-floor building**, using the technologies used in the method of producing structural components in **prefabricated concrete**. Concepts of creation and idealization will be presented, correlating them to the problematic of maximizing the use of existing space not Campus Prof. Manoel Ferraz (current headquarters of FAAT Colleges), which is the place of implementation of the object of study, respecting itself as policies of the institution with regard to accessibility.. As a methodology, the literature review is based on the Brazilian Technical Standards Association (ABNT) and specific literature for the design of **engineering projects**, to propose the materialization of a building complex consisting of three integrated blocks (two of which are intended for parking of small and medium-sized vehicles and the latter for classrooms and / or commercial points).The solution proposal begins with the lowering of the reference level of part of the institution's property, aiming to integrate different complexes of buildings with emphasis on the level coincidence between the floor of the existing blocks of classrooms A, B, C, D, E and F, with the last floor of the new building (of the same destination) for reasons already mentioned, as well as using verticalization as an alternative to better use of the organization's land.

The solution proposal begins with the lowering of the reference level of part of the institution's property, aiming to integrate different complexes of buildings with emphasis on the level coincidence between the floor of the existing blocks of classrooms A, B, C, D, E and F, with the last floor of the new building (of the same destination) for the better use of the organization's land. It is known that its growing demand saturates the ability of university students to enter precisely because of the limitation found in their physical structure, a fact that impacts with the delay in the increase of revenues that makes it impossible for a for-profit educational institution that is part of an economically strategic region of the State of São Paulo, which has the rational expansion of its physical structure as its main means of obtaining financial resources, develop fully.

KEY WORDS: Multi-floor building. Prefabricated concrete. Engineering projects.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Elemento pré-moldado	20
Figura 2 - Indústria de elementos pré-fabricados.....	21
Figura 3 - Lajes alveolares	25
Figura 4 - Modelo de treliças	27
Figura 5 - modelo de treliças	28
Figura 6 – Estrutura tipo shed.	28
Figura 7 - Telha Termo acústica com enchimento de EPS	31
Figura 8 - Telha Termo acústica com enchimento de PUR.....	31
Figura 9 - Detalhamento de instalação de Telhas termo acústicas	32
Figura 10 - Condutibilidade térmica de isolantes.	33
Figura 11 - Zoneamento EE2 da Estância de Atibaia	37
Figura 12 - Restrições de ocupação do solo.....	38
Figura 13 - Largura para deslocamento em linha reta	40
Figura 14 - Transposição de obstáculos isolados	41
Figura 15 - Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento.....	41
Figura 16 - Área para manobra de cadeiras de rodas com deslocamento	42
Figura 17 - Espaços para cadeira de rodas em áreas confinadas	43
Figura 18 - Características geométricas do elevador de passageiros	47
Figura 19 - Detalhamento técnico interno dos elevadores da edificação	48
Figura 20 - Boxe comum com porta abrindo para o interior	50
Figura 21 - Boxe comum com porta abrindo para o exterior	50
Figura 22 - Dimensões mínimas de um sanitário acessível	51
Figura 23 - Mictório suspenso	52
Figura 24 - Ensaio NSPT.....	58
Figura 25: Planta 3D	68
Figura 26 – Perfuratriz estaca hélice contínua.....	69
Figura 27 – Arrasamento de estaca.....	69
Figura 28 – Forma de bloco sobre duas estacas.....	70
Figura 29 – Armação de bloco sobre duas estacas	71
Figura 30 – Bloco sobre duas estacas concretado	71
Figura 31 – Forma e armação bloco sobre três estacas	72
Figura 32 – Bloco sobre três estacas concretado	72
Figura 33 – Forma e armação de bloco sob 4 estacas	73
Figura 34 – Armadura de bloco sobre quatro estacas	73
Figura 35 – Detalhe de ligação entre bloco e pilar.....	74
Figura 36 – Instalação Pilar	74
Figura 37 – Detalhe de encunhamento de pilar	75
Figura 38 – Grauteamento de pilar	75
Figura 39 – Instalação de viga.....	76
Figura 40 – Disposição dos painéis	76
Figura 41 – Dispositivos de fixação de painel.....	77
Figura 42 – Sequência de painéis montados	77
Figura 43 – Laje alveolar H21	78
Figura 44 – Detalhe chaveteamento de laje	78
Figura 45 – Detalhe de capeamento de laje	79
Figura 46 – Execução de capeamento de laje	79
Figura 47 – Instalação de treliça da cobertura metálica.....	80
Figura 48 - Viga perfil "I" considerada para cálculo	91
Figura 49 - Esquema estrutural em E.L.U. da VT1PAV1CEN.....	92
Figura 50 - Momento fletor máximo em E.L.U. da VT1PAV1CEN	92
Figura 51 -Esquema estrutural em E.L.U. da VT2PAV1CAN.....	94

Figura 52 - Momento fletor máximo em E.L.U. da VT2PAV1CAN	94
Figura 53 - Esquema estrutural em E.L.U. da VT3PAV2CEN.....	97
Figura 54 - Momento fletor máximo em E.L.U. da VT3PAV2CEN	97
Figura 55 - Esquema estrutural em E.L.U. da VT4PAV2CAN.....	99
Figura 56 - Momento fletor máximo em E.L.U. da VT4PAV2CAN	99
Figura 57 - Esquema estrutural em E.L.U.....	104
Figura 58 - Esquema estrutural com deformação advinda da ação do vento em E.L.U. ...	105
Figura 59 - Esquema estrutural com deformação advinda da ação do vento em E.L.S. ...	106
Figura 60 - Diagrama de momento fletor	108
Figura 61 - Diagrama de força normal.....	109
Figura 62 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-01-PAV0.....	111
Figura 63 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-01-PAV1	114
Figura 64 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-01-PAV2.....	116
Figura 65 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-02-PAV0.....	120
Figura 66 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-02-PAV1	123
Figura 67 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-02-PAV2.....	125
Figura 68 - Dimensionamento dos blocos fundação	129
Figura 69 - Modulação bloco sobre quatro estacas	130
Figura 70 - Detalhe do bloco de fundação duas estacas	130
Figura 71 - Detalhe do bloco de quatro estacas	131
Figura 73 - Fórmula para definição da área de contribuição	135
Figura 74 - Calha utilizada no projeto	137
Figura 75 - Planta baixa da edificação.....	165

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões mínimas para elevadores com entrada única ou duas entradas.....	47
Tabela 2 - Tipificação de classe do edifício	54
Tabela 3 - Fatores determinantes da iluminância	54
Tabela 4 - Iluminância em lux por tipo de atividade	55
Tabela 5 - Fator K	62
Tabela 6 - Fator α	62
Tabela 7 - Fatores F1 e F2.....	63
Tabela 8 - tabela para cálculo da resistência.....	64
Tabela 9 - Coeficiente C.....	65
Tabela 10 - Parâmetros de majoração e minoração	66
Tabela 11 - Parâmetros de TEIXEIRA.....	67
Tabela 12 - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação.....	81
Tabela 13: Cálculo da distância mínima de separação entre edificações para isolamento térmico.....	82
Tabela 14 - Classificação da edificação quanto a sua ocupação.....	83
Tabela 15 - Classificação quanto à sua altura	84
Tabela 16 - Classificação quanto a sua dimensão.....	84
Tabela 17 - Classificação quanto a suas características construtivas.....	85
Tabela 18 - Dimensionamento de saídas	86
Tabela 19 - Distância máximas a serem percorridas	87
Tabela 20 - Números de saídas e tipos de escadas	87
Tabela 21 - Exigência de alarme	88
Tabela 22 - Quantitativo de extintores e iluminação de emergência.....	89
Tabela 23 - Dimensionamento da armadura principal da VT1PAV1CEN.....	93
Tabela 24 - Dimensionamento da armadura principal da VT2PAV1CAN.....	95
Tabela 25 - Dimensionamento da armadura principal da VT3PAV2CEN.....	98
Tabela 26 - Dimensionamento da armadura principal da VT4PAV2CAN.....	100
Tabela 27 - Cálculo da deformação máxima (δ) admissível.....	100
Tabela 28 - Definições primárias para consideração de carga advinda da ação do vento na estrutura	101
Tabela 29 - Ação de vento no pavimento térreo (PAV0) da edificação	101
Tabela 30 - Ação de vento no 1º pavimento (PAV1) da edificação	102
Tabela 31 - Ação de vento no 2º pavimento (PAV2) da edificação	103
Tabela 32 - Rigidez secante de pilares e vigas.....	104
Tabela 33 - Cálculo do momento de 2ª ordem total incidente.....	105
Tabela 34 - Cálculo do momento de 1ª ordem total incidente.....	105
Tabela 35 - Ação ponderada característica advinda da ação de vento de projeto	106
Tabela 36 - Cargas pontuais sobre pilares	107
Tabela 37 - Cargas pontuais advindas do pavimento sobre pilares.....	107
Tabela 38 - Características gerais e dimensionamento do PIL-01-PAV0.....	110
Tabela 39 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-01-PAV0.....	111
Tabela 40 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-01-PAV0	112
Tabela 41 - Características gerais e dimensionamento do PIL-01-PAV1.....	112
Tabela 42 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-01-PAV1.....	113
Tabela 43 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-01-PAV1	114
Tabela 44 - Características gerais e dimensionamento do PIL-01-PAV2.....	115

o PIL-01-PAV2.....	116
Tabela 45 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-01-PAV2.....	116
Tabela 46 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-01-PAV2	117
Tabela 47 - Considerações e dimensionamento dos estribos do PIL-01	117
Tabela 48 - Ancoragem básica (lb) para barras de diâmetro $\Phi 10,00$, $\Phi 12,50$ e $\Phi 16,00$.	118
Tabela 49 - Características gerais e dimensionamento do PIL-02-PAV0.....	119
o PIL-02-PAV0.....	120
Tabela 50 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-02-PAV0.....	120
Tabela 51 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-02-PAV0	121
Tabela 52 - Características gerais e dimensionamento do PIL-02-PAV1.....	121
Tabela 53 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-02-PAV1	122
Tabela 54 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-02-PAV1	123
Tabela 55 - Características gerais e dimensionamento do PIL-02-PAV2.....	124
Tabela 56 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-02-PAV2.....	125
Tabela 57 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-02-PAV2	126
Tabela 58 - Considerações e dimensionamento dos estribos do PIL-02	126
Tabela 59 - Método de Aoki-Velloso.....	127
Tabela 60 – Método Décourt Quaresma.....	127
Tabela 61 - Método de Teixeira.....	128
Tabela 62 - Relatório final dos cálculos	128
Tabela 63 - Dimensionamento dos blocos de fundação	132
Tabela 63 - Quadro de previsão de carga	134
Tabela 64 - Tomadas de uso específico	134
Tabela 65 - Área de contribuição dos telhados.....	135
Tabela 66 - Definição do diâmetro do condutor vertical.....	138
Tabela 67 - Condutores verticais.....	138
Tabela 68 - Definição do diâmetro do condutor horizontal.....	140
Tabela 69 - Condutores horizontais.....	140
Tabela 70 - Quantitativo dos principais materiais	141
Tabela 71 - Vazão necessária para abastecimento	143
Tabela 72 - Comprimento Equivalente	144
Tabela 73 - Dados da rede.....	144
Tabela 74 - Dimensionamento da linha de recalque.....	144
Tabela 75 - Tubo de limpeza da caixa d'agua	144
Tabela 76 - Local H01	146
Tabela 77 - Local H02	146
Tabela 78 - Local H04	146
Tabela 79 - Dimensionamento Ramais I.....	147
Tabela 80 - Dimensionamento ramais II	148
Tabela 81 - Dimensionamento ramais III	149
Tabela 82 - Dimensionamento ramais IV.....	150
Tabela 83 - Dimensionamento sub-ramal H01-1	151
Tabela 84 - Dimensionamento sub-ramal H01-2	152
Tabela 85 - Dimensionamento sub-ramal H01-3	153
Tabela 86 - Dimensionamento sub-ramal H02-1	154
Tabela 87 - Dimensionamento sub-ramal H02-2	155
Tabela 88 - Dimensionamento sub-ramal H02-3	156

Tabela 89 - Dimensionamento sub-ramal H04.....	156
Tabela 90 - Dimensionamento da rede completa	157
Tabela 91 - Quadro comparativo de municípios	163
Tabela 92 - Divisão modal de viagens.....	163
Tabela 93 - Divisão modal das viagens motorizadas.....	164
Tabela 94 - Número de alunos	166
Tabela 95 - Estimativa de quantidade de viagens	166
Tabela 96 - Viagens motorizadas e não-motorizadas.....	166
Tabela 97 - Viagens veiculares - manhã.....	168
Tabela 98 - Distribuição modal - manhã	168
Tabela 99 - Distribuição Direcional – Entrando manhã	168
Tabela 100 - Distribuição direcional – Saindo manhã	168
Tabela 101 - Fluxo veicular entrando manhã.....	168
Tabela 102 - Fluxo veicular saindo manhã	168
Tabela 103 - Viagens veiculares - Tarde	169
Tabela 104 - Distribuição modal tarde	169
Tabela 105 = Distribuição direcional - entrada tarde.....	169
Tabela 106 - Distribuição direcional - saindo tarde	169
Tabela 107 - Fluxo veicular entrando tarde	169
Tabela 108 - fluxo veicular saindo tarde	169
Tabela 109 - Fluxo veicular gerado	169

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
JUSTIFICATIVA.....	17
OBJETIVO	18
METODOLOGIA	18
1 REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO	19
1.1 COMPONENTES PRÉ-FABRICADOS.....	19
1.1.1 Fundamentação e justificativa	19
1.1.2 Conceituação: elementos pré-moldados e elementos pré-fabricados ..	20
1.1.3 Aspectos importantes	21
1.2 COBERTURA DE PAVIMENTO EM ESTRUTURA METALICA	26
1.2.1 Aspectos gerais	26
1.2.2 Elaboração do projeto de estruturas metálicas.....	27
1.2.3 Comparação de estruturas metálicas em relação as estruturas de concreto armado.....	29
1.2.4 Vantagens na utilização de estrutura metálica como cobertura.....	29
1.2.5 Telhamento	30
1.3 DISPOSIÇÕES QUANTO AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	33
1.3.1 Plano diretor da Estância de Atibaia	33
1.3.2 Lei complementar nº 714:2015	36
1.4 ACESSIBILIDADE	39
1.4.1 Aspectos gerais	39
1.4.2 Área de circulação e manobra	39
1.4.3 Rota acessível	44
1.4.4 Quanto aos acessos da edificação	44
1.4.5 Quanto as condições do piso de circulação.....	44

1.4.6	Grelhas e juntas de dilatação	45
1.4.7	Áreas de descanso	45
1.4.8	Escadas	45
1.4.9	Rampas	46
1.4.10	Equipamentos eletromecânicos de circulação	46
1.4.11	Circulação interna	48
1.4.12	Vagas reservadas para veículos	49
1.4.13	Sanitários	50
1.5	SAÍDAS DE EMERGÊNCIA EM EDIFÍCIOS - NBR 9077/2001	53
1.6	ILUMINÂNCIA DE INTERIORES	53
2	SOLO E FUNDAÇÃO	56
2.1	SOLO	56
2.2	FUNDAÇÃO	59
2.2.1	Estaca hélice contínua	59
2.2.2	Estacas	60
2.3	ESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS	61
2.3.1	Conceituação dos métodos de cálculo	61
2.3.2	Cálculo das estacas	67
3	ESTUDO DE CASO: AMVIAN AUTOMOTIVE DO BRASIL	68
3.1	ESTACAS	68
3.2	BLOCOS DE FUNDAÇÃO	70
3.3	PILARES	73
3.4	VIGAS	75
3.5	PAINEL PRÉ-FABRICADO	76
3.6	LAJE ALVEOLAR	78
3.7	COBERTURA	80

4 PROJETO	81
4.1 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO: SAÍDAS DE EMERGÊNCIA E ELEMENTOS DO SISTEMA	81
4.1.1 Considerações gerais	81
4.1.2 Classificações e dimensionamentos da edificação	82
4.1.3 Extintores de incêndio.....	88
4.1.4 Iluminação de emergência.....	89
4.1.5 Sinalização de emergência.....	89
4.1.6 Quantitativo: extintores e iluminação	89
4.2 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS	90
4.2.1 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT1PAV1CEN 90	
4.2.2 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT2PAV1CAN 93	
4.2.3 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT3PAV2CEN 95	
4.2.4 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT4PAV2CAN 98	
4.3 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA A ESTABILIDADE GLOBAL DO EDIFÍCIO 100	
4.4 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE PILARES 107	
4.4.1 Memorial de cálculo para o dimensionamento de pilares – PIL-01.....	109
4.4.2 Memorial de cálculo para o dimensionamento de pilares – PIL-02.....	118
4.5 RESULTADO DOS MÉTODOS PARA AS ESTRUTURAS DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS.....	127
4.5.1 Blocos de fundação	129
4.5.2 Instalações elétricas	132

4.5.3	Instalações prediais de águas pluviais.....	134
4.6	MEMORIAL DE PROJETO DE INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO	
	141	
4.6.1	Objetivo.....	141
4.6.2	Legislação e normas brasileiras pertinentes.....	141
4.6.3	Projeto	142
4.7	MEMORIAL DE PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA	
	142	
4.8	DA DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
	161	
4.9	ESTUDO DE TRÂNSITO.....	162
4.9.1	Características do empreendimento	164
4.9.2	Características do entorno.....	165
4.9.3	Estimativa da população.....	165
4.9.4	Estimativa de quantidade de viagens	166
4.9.5	Estimativa de fluxos veiculares.....	166
4.9.6	Método – geração de viagens x população – ITE/OD-2011 RMC	167
4.9.7	Medidas mitigadoras.....	170
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	171
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
	ANEXOS.....	178
	ANEXO A.....	178
	ANEXO B.....	179

INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial do intelecto humano resultante dos avanços tecnológicos pós-revolução industrial criou perspectivas de manipulação do espaço físico que comumente possibilitam um melhor uso no que se refere à ocupação. Pode-se citar a verticalização dos centros urbanos para exemplificar esta máxima com precisão.

A problemática tratada neste projeto-pesquisa consiste em apresentar através de técnica pré-definida de construção uma solução para as aspirações da dinâmica de crescimento da empresa FAAT Faculdades, considerando aspectos relativos a estrutura física já existente.

A organização referenciada possui aproximadamente 4500 alunos matriculados regularmente em seus 21 cursos de graduação, tecnologia e licenciatura ofertados à comunidade (dados de 2016), existindo em sua propriedade estacionamento com capacidade para 1000 veículos de pequeno e médio portes. Dá-se, então, dimensão do estudo requerido para o propósito ao qual este trabalho se dispõe.

A pesquisa se estende desde a busca por tipificar o sistema pré-fabricado dentro do âmbito da construção civil, trazendo sua definição e elencando parcela dos princípios que fazem jus a sua utilização, até a aplicação prática de tais conceitos na criação de projetos técnicos de engenharia.

Os itens 1, 2 e 3 tratam de todo o conteúdo teórico utilizado como alicerce das disposições encontradas no item 4, sendo este último destinado ao desenvolvimento dos projetos, contendo os memoriais descritivos de arbitrariedades e cálculos.

JUSTIFICATIVA

O mercado da construção civil, assim como os demais setores da economia, se mantém na busca pelo aperfeiçoamento e obtenção de resultados financeiros que tendam a uma constante tendência de crescimento. São diversas as técnicas disponíveis para o desenvolvimento de estruturas progressivamente mais racionalizadas e de desempenho superior, fato que alavanca tais expectativas. As estruturas pré-fabricadas encontram-se neste rol, como será demonstrado no corpo deste trabalho.

Paralelo a isso, o crescimento populacional e econômico da sociedade impulsiona, assim como demanda, uma busca por qualificação profissional para que este cenário seja possível, ou mesmo estas realidades sejam consoantes.

Dentro deste contexto, o tema abordado tem como escopo os entalhes técnicos de uma hipotética ampliação do campus da instituição de ensino FAAT Faculdades, empresa esta que já detém sólida base e reputação na região da cidade de Atibaia, exercendo como atividade de essência a capacitação de pessoas para as demandas da sociedade e do mercado.

OBJETIVO

Se tem como objetivo deste trabalho o planejamento, dimensionamento e especificação de elementos estruturais e arquitetônicos de um edifício de múltiplos pavimentos em concreto pré-fabricado, bem como a mensuração de parte das instalações prediais pertinentes à este, buscando a compatibilização e comunicação do projeto ao seu uso fim, objetivando o menor custo, prazo e a qualidade.

METODOLOGIA

A presente monografia fundamenta-se em revisão bibliográfica aplicada aos componentes dispostos nos tópicos pertencentes à esta, além de correlacionar o conteúdo disposto a um estudo de caso que atribui coesão a pesquisa.

Em suma, busca-se estabelecer em ordem cronológica o processo de elaboração do projeto de uma edificação, iniciando-se pela análise e conceituação da estrutura tipo, do local de implantação, da avaliação do impacto de trânsito impulsionado pela expansão da estrutura do campus, características gerais dos aspectos influentes ao projeto arquitetônico, elaboração de projetos de estrutura e instalações prediais, e, por fim, das disposições quanto aos resíduos sólidos da construção civil.

1 REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO

Apresenta-se neste capítulo todo o material consultivo para elaboração de anteprojeto e posterior definição de parâmetros à serem obedecidos no projeto final, com a finalidade de desenvolvê-lo de forma consoante ao disposto.

1.1 COMPONENTES PRÉ-FABRICADOS

Nos tópicos que se seguem abordam-se aspectos gerais do método construtivo determinado para a edificação projetada.

1.1.1 Fundamentação e justificativa

De acordo com VASCONCELLOS (2002, p.13):

"Não se pode precisar a data em que começou a pré-moldagem. O próprio nascimento do concreto armado ocorreu com a pré-moldagem de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré-moldagem começou com a invenção do concreto armado (...)."

Sabendo-se que a invenção de elementos em concreto armado é atribuída ao jardineiro e comerciante francês, Joseph Monier (1823-1906) (KAEFER, 1998, p. 26), pode-se afirmar que o empirismo empregado em sua assertiva combinação do concreto e malhas metálicas (disposição de materiais considerando-se forças de compressão, tração e cisalhamento) por volta do ano de 1849, embasa a técnica referenciada.

Essencialmente, deve-se entender como a justificativa favorável a aplicação de elementos pré-fabricados de concreto, de forma genérica, a maximização da eficácia e eficiência dos sistemas construtivos partindo do pressuposto de melhor atendimento do que concerne ao controle de qualidade de produção, construção racionalizada, compatibilização de projetos envolvidos, grande versatilidade arquitetônica, alto desempenho técnico, modulação, segurança em todas as etapas de execução, dentre outros quesitos.

1.1.2 Conceituação: elementos pré-moldados e elementos pré-fabricados

Para a conceituação e conseqüente distinção entre elementos pré-moldados e elementos pré-fabricados, a observância dos tópicos 3.5 e 3.6 da norma ABNT NBR-9062 (2006, p. 2) faz-se necessária, definindo-os como sendo:

- a) Elemento pré-moldado: elemento que é executado fora do local de utilização definitiva na estrutura, com controle de qualidade.
- b) Elemento pré-fabricado: elemento pré-moldado, executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade.

Observa-se, portanto, que as diferenciações entre tais terminologias se fundamentam exclusivamente em características pertinentes aos seus respectivos processos de produção. A Figura 1 e Figura 2 ilustram tal diferenciação.

Figura 1 - Elemento pré-moldado



Fonte: Catálogo MOLD – Elementos pré-moldados. Disponível em: <http://mold.com.br/>. Acesso em: 08 out. 2016.

Figura 2 - Indústria de elementos pré-fabricados



Fonte: Catálogo LEONARDI – Elementos pré-fabricados. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/>. Acesso em: 08 out. 2016.

1.1.3 Aspectos importantes

Os tópicos que se seguem têm por objetivo a análise e elucidação de aspectos à destacar quanto aos componentes em concreto pré-fabricado.

1.1.3.1 Da eficiência dos métodos de controle da qualidade na produção

A evolução dos processos de controle da qualidade da produção, em todos os âmbitos, decorre da ascensão tecnológica caracterizada pela introdução de metodologias oriundas da academia na transformação paulatina do *know-how* técnico aplicada a estruturação lógica dos sistemas. Historicamente, a adequação e aprimoramento dos parâmetros de controle possibilitaram as sociedades transgredir limites ora tidos como absolutos e imutáveis. Nada se difere ao se abordar especificamente a construção civil.

Ao se normatizar o modo de criação dos componentes em concreto, extinguindo a manufatura *in loco* através do deslocamento destas atividades para centros fabris, espera-se consecutivo crescimento do desempenho destes por intermédio da especialização. Na obra *Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras*, SOUZA e MEKBEKIAN (1996, p. 91) destacam que:

“A qualidade da obra como um todo é resultante do planejamento e gerenciamento, da organização do canteiro de obras, das condições de higiene e segurança do trabalho, da correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, do controle de recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade na execução de cada serviço específico do processo de produção (...).”

1.1.3.2 Da eficiência na gestão de materiais para construção racionalizada

Para ACKER (2002, p. 2), “a pré-fabricação possui um maior potencial econômico, desempenho estrutural e durabilidade do que as construções moldadas no local, por causa do uso altamente potencializado e otimizado dos materiais”.

A mecanização e automação dos processos de produção, aliadas a sistematização computacional, permitem uma eficiente gestão de aplicação dos recursos pertinentes as operações de moldagem dos mais diversos componentes. Assume-se que, para tal, apenas a programação do aparato inconsciente (maquinário) deve sofrer influência humana, posto que, desta derivam cerca da totalidade das ações que culminam no desperdício de matéria-prima. Neste sentido, a pré-fabricação se apresenta como eficaz metodologia para atendimento desta solicitação.

1.1.3.3 Da compatibilização de projetos pertinentes ao produto final

A pré-fabricação permite a previsão de interferências em todos os projetos pertinentes a um mesmo complexo, sendo estas resultantes do processo de compatibilização dos mesmos. É imprescindível submeter todo e qualquer componente à esta análise de interfaces. Encontramos em ACKER (2002, p. 6), justificativa apropriada:

“É muito importante a organização da equipe de projeto e a definição das rotinas de projeto. É recomendado que as empresas de pré-fabricados deixem informações referentes ao projeto e a produção disponíveis ao cliente, ao arquiteto, ao engenheiro responsável e a todos os demais projetistas e técnicos envolvidos, de modo a fornecer diretrizes unificadas para toda a equipe envolvida. Isto assegurará que todas as partes estão a par dos métodos adotados em todas as fases do projeto,

levando ao máximo de eficiência e benefícios. Isso é muito importante nos estágios de produção e montagem, onde muitos engenheiros podem não estar familiarizados com alguns dos métodos usados (...).”

Portanto, evita-se, assim, adaptações *in loco* desconsideradas por estes constituintes que em princípio podem ser caracterizadas como prejudiciais as estruturas por seu caráter imprevisível.

1.1.3.4 Da versatilidade arquitetônica

Ao admitir-se relação intrínseca existente entre a produção industrial de componentes em concreto e a padronização destes processos, ordinariamente se pode conferir, de maneira equivocada, restrições arquitetônicas ao se optar por esta técnica na execução de empreendimentos. A própria evolução da capacidade de adaptação dos processos industriais relacionados a uma extensa gama comercial justifica a possibilidade de customização. Ainda em ACKER (2002, p. 4), pode-se evidenciar este aspecto:

“Dentro do contexto da pré-fabricação aberta, o projeto do edifício não está restrito aos elementos de concreto produzidos em série e quase todo tipo de edificação pode ser adaptada aos requisitos dos fabricantes ou do arquiteto. Não há contradição entre elegância arquitetônica, variedade e eficiência. Não se usa mais a industrialização em larga escala de unidades idênticas; pelo contrário, um processo de produção eficiente pode ser combinado com trabalho especializado que permite um projeto arquitetônico sem custos extras. Neste sentido, a padronização de soluções construtivas apresenta-se como uma ferramenta ainda mais importante do que a modulação dos elementos (...).”

Assim sendo, conclui-se que as limitações arquitetônicas baseiam-se na própria ótica de seu mentor intelectual.

1.1.3.5 Das estruturas de alto desempenho técnico

O desempenho técnico das estruturas está diretamente relacionado a técnica empregada em sua produção. Usualmente, mesmo em condições economicamente favoráveis a disponibilidade de recursos que permitam conceber um elemento com

propriedades conceitualmente potencializadas quanto à sua aplicação, tais recursos apresentam-se associados a inúmeras restrições.

Ambientes fabris são dotados de equipamentos técnicos comumente não disponíveis em campo por razões diversas: o porte, o valor, a complexidade de operação e o controle adequado destes podem ser citados como fatores de influência direta desta restrição. Logo, ao se abster da capacidade de fazer uso de mecanismos irrefutavelmente superiores em desempenho, obtém-se estruturas de desempenho técnico com limitações proporcionais.

A pré-fabricação, pelo mencionado anteriormente, apresenta-se como possível solução para múltiplos projetos de engenharia de maior complexidade. Sabe-se que a ponderação quanto das particularidades implícitas a estes e sua realização atrelam-se em razão de contingências, para as quais métodos de controle de qualidade de produção se fazem essenciais.

Raras são as exceções em campo prático no que se refere às estruturas moldadas in loco com vãos livres de grande extensão, por exemplo. Somente com a introdução da combinação entre armaduras protendidas e concreto que tornou-se de uso corrente esta prática notável, exigindo-se destreza e mecanização para sua aplicação (sendo estas próprias das indústrias de pré-fabricados). Apesar de, em análise superficial, apenas questões ligadas a arquitetura dos espaços serem destacadas como beneficiadas pela utilização de grandes vãos, o projeto abordado nesta monografia exemplifica outra aplicação de suma importância deste método. Em áreas destinadas a estacionamento, as disposições dos pilares constituem a maior interferência e derivada redução de uso destes locais.

Vale ressaltar também como estrutura de alto desempenho técnico ligada à pré-fabricação as lajes alveolares. Estas se destacam pela redução de peso próprio propiciada pelo alto índice de vazios em sua geometria, variando entre 30% e 50% de sua estrutura (ACKER, 2002, p. 73). Tal redução possibilita o alcance de grandes extensões, além de carregamentos que variam de acordo com as especificações do projetista (espessura, resistência a compressão do concreto, tipo de aço empregado e sua disposição, etc.). A Figura 3 ilustra este componente pré-fabricado.

Figura 3 - Lajes alveolares



Fonte: Catálogo LEONARDI – Elementos pré-fabricados. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/>. Acesso em: 08 out. 2016.

1.1.3.6 Modulação e padronização

A modulação e padronização de estruturas estão intimamente ligadas à economia e racionalização. Ambos os fatores favorecem a redução do custo final dos componentes, vide que a produção em série destes implica em variações mínimas, adequando-se as necessidades de cada projeto.

A indústria de componentes em concreto pré-fabricado correntemente padroniza a estrutura geométrica das seções transversais dos elementos, mantendo-se seu comprimento como variável (ACKER, 2002, p. 8). Assim, dada a necessidade de incrementos, obtém-se economia ao não se desperdiçar formas, citando caso análogo. Ademais, ao se executar múltiplas vezes procedimentos pertinentes ao método de produção, mesmo em níveis baixos de técnica e especialização, espera-se que a repetição atue como fator de beneficiamento.

1.2 COBERTURA DE PAVIMENTO EM ESTRUTURA METALICA

1.2.1 Aspectos gerais

Desde a primeira indústria de ferro criada pelos Hititas, povoado “indu-europeu” datado em 1700 A.C, até a descoberta do método Bessemer, sendo este o método de maior semelhança com o aço produzido atualmente e que tornava a produção do aço em grande escala possível, criada pelo inglês que dá nome ao método, Henry Bessemer, em 1854 (FERREIRA, 2000, p. 18), o uso do aço na sociedade é fundamental e grande fonte de estudo em vários âmbitos da humanidade, como por exemplo seu uso em estruturas.

As estruturas metálicas tiveram seu maior ponto de desenvolvimento de estudos na década de 1990, onde com o amadurecimento de muitos métodos de cálculo e tecnologias focadas, e até mesmo avanços paralelos na ciência dos materiais, mecânica aplicada, metalúrgica, matemática, ciências da computação e em outros campos do saber, fizeram talvez desta década a mais excitante e de maior avanço até então.

Para acompanhar tal desenvolvimento do uso do aço na elaboração de estruturas, buscou-se em todo ramo da engenharia civil a normatização, dando início ao primeiro código de normas, o EUROCODE, criado também em 1990, com limites normativos na elaboração de concepções estruturais, primeiramente abrangendo somente o aço e, mais tarde, no ano de 1995, também normatizando outros materiais como a madeira, por exemplo.

No Brasil, a norma ABNT NBR-8800:2008 é a que mais se assemelha ao EUROCODE, tendo definido parâmetros e princípios gerais que regem os projetos de estruturas metálicas, sendo baseada no método de estados-limites das estruturas, juntamente com a norma ABNT NBR-14762:2010 que assegura parâmetros para o dimensionamento de estruturas de aço feitas à frio (SANTOS & VITO, 2016, p. 04).

Com base nas normas já mencionadas, abordam-se aspectos pertinentes a elaboração da cobertura em estrutura metálica destinada ao último pavimento do objeto de estudo, local onde encontram-se as salas de aula e áreas de vivência.

1.2.2 Elaboração do projeto de estruturas metálicas

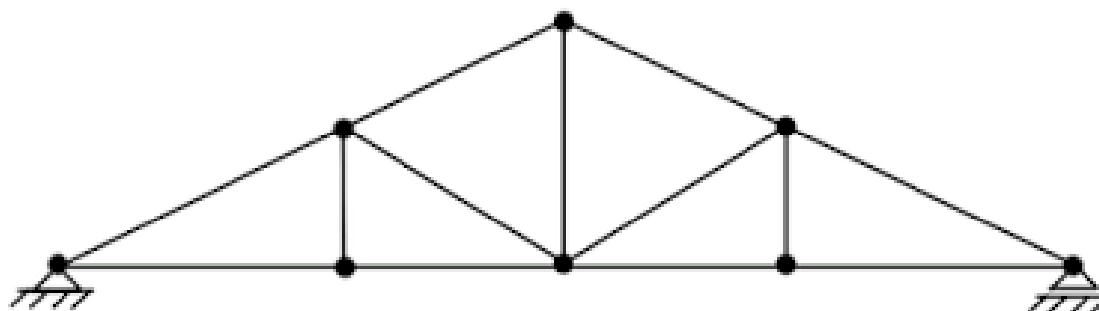
As coberturas em estruturas metálicas são, atualmente, uma importante opção à ser considerada na elaboração de projetos, revelando-se como alternativa para substituir as estruturas convencionais de vigas, pontaletes e caibros de madeira.

Tais projetos são elaborados visando, em sua essência, três aspectos: leveza, resistência e a relação de custo e benefício. Ressaltam-se estes aspectos como fundamentais na elaboração do projeto/tema.

O local de implantação tem um comprimento transversal de 33,50 metros e comprimento longitudinal de 137,50 metros, sendo esta implantação feita através de treliças metálicas simples, com ampla difusão em estruturas, tendo por finalidade atender situações com grandes dimensões.

Primeiramente, é preciso definir o que são e como atuam na estrutura as treliças. Consistem em treliças o conjunto de elementos de construção (barras redondas, chatas, cantoneiras, I, U, etc.), interligados entre si, sob forma geométrica triangular (através de pinos, soldas, rebites, parafusos) (ORNELAS, 2008, p. 49) que visam formar uma estrutura rígida, com a finalidade de resistir a esforços normais apenas, como na Figura 4.

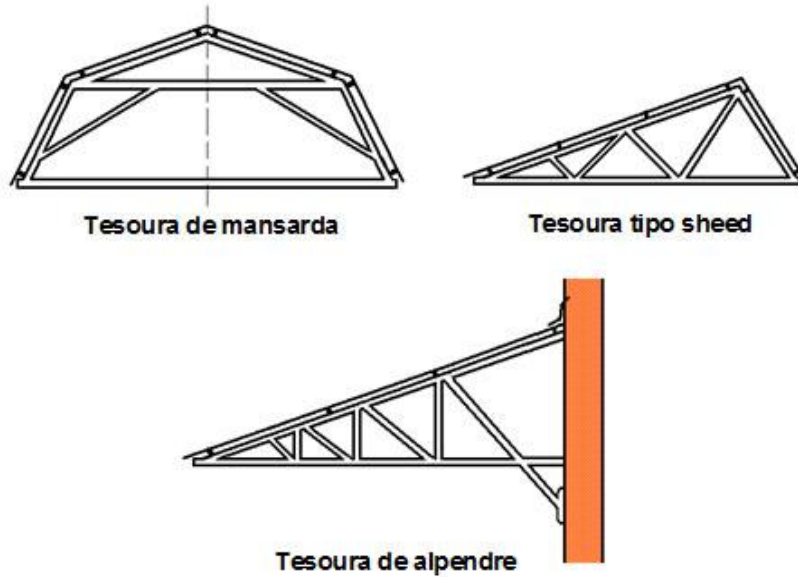
Figura 4 - Modelo de treliças



Fonte: Portal metálica. Acessado em: 10/10/2016

Sendo também a forma de montagem dessas estruturas a mais variável possível, destaca-se que existem inúmeras combinações dentro desta definição, como exemplificado na Figura 5.

Figura 5 - modelo de treliças

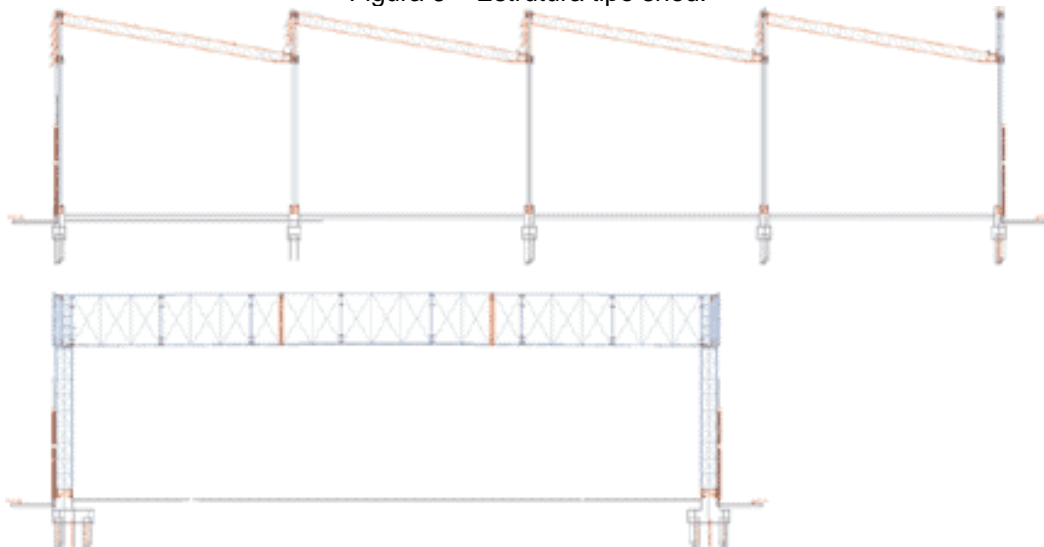


Fonte: www.metalica.com.br. Acessado em: 10/10/2016

A denominação treliça plana se deve ao fato de todos os elementos do conjunto pertencerem a um único plano. Sua utilização prática pode ser observada em pontes, viadutos, coberturas, guindastes, torres, dentre outras estruturas.

Quanto a escolha de estrutura de cobertura empregada, se define o uso das estruturas tipo shed, pois as diferenças de altura, que podem ser constatadas na Figura 6, serão aproveitadas para a iluminação dos corredores da edificação.

Figura 6 – Estrutura tipo shed.



Fonte: www.metalica.com.br. Acessado em: 10/10/2016

1.2.3 Comparação de estruturas metálicas em relação as estruturas de concreto armado

No processo de avaliação para a definição do método construtivo adequado e material apropriado para a realização da cobertura, se estabelece comparativo para definir qual estrutura é mais vantajosa para os parâmetros do projeto.

Nesta verificação, dois métodos em particular apresentam-se como de maior difusão: as estruturas metálicas e as estruturas de concreto armado.

1.2.4 Vantagens na utilização de estrutura metálica como cobertura

Durante a elaboração de todo o projeto arquitetônico, buscou-se pelo método de maior praticidade e que acarretaria em maiores benefícios para a edificação proposta, tanto na esfera prática de construção, quanto na econômica.

A preferência pela cobertura metálica em relação as convencionais de concreto se dá pelas seguintes razões:

- a) Menor tempo de execução: sabendo-se que as estruturas metálicas são feitas de forma industrial, sua confecção é realizada de forma mais rápida e também mais padronizada.
- b) Limpeza na obra: devido a ausência de entulhos resultantes dos escoramentos e fôrmas advindos da execução, a cobertura metálica se harmoniza com a baixa produção de resíduos resultante de obras pré-fabricadas.
- c) Facilidade de transporte: como supramencionado, estruturas metálicas tem um tempo de execução menor em comparação aos métodos convencionais, um dos pontos de influência se dá pelo seu transporte, com a maior resistência do aço, e seu peso relativo mais baixo, seu transporte e manuseio é demasiadamente facilitado.
- d) Montagem das peças: sendo a execução das peças metálicas feitas em regime industrial, seu processo de montagem é feito de forma mais rápida e

- eficiente, chegando somente as peças para suas devidas soldas ou fixação, sendo esta uma etapa rápida que necessita de mão de obra qualificada.
- e) Facilidade em vencer grandes vãos: tendo menor peso uma maior resistência, estas estruturas podem vencer grandes distâncias, sendo esta característica que contribui de forma notável a edificação em questão, podendo o projeto ter peças menores que não restringem o conceito arquitetônico que compõe a edificação.
 - f) Resistência à corrosão: analisando o aço, levando em consideração cuidados básicos, sua resistência já é bastante satisfatória, mesmo sem cobertura de pinturas ou galvanização, tendo ainda tipologias específicas de aço de alta resistência à corrosão, sendo possível resistir quatro vezes mais que o aço comum (aço carbono).

1.2.5 Telhamento

Para telhamento em estruturas metálicas são diversas as opções, como, por exemplo: telhas trapezoidais ou onduladas, telhas zipadas, chapa metálica não perfilada e telhas termo acústicas.

Dentre diversos modelos, preferiu-se pela termo acústica dupla, também chamada de telha sanduíche, que é composta por duas camadas metálicas de telha intercaladas por material isolante, também disponível no mercado na composição de chapa de telha, combinada com material isolante e acabamento decorativo, sendo esta configuração conhecida como telha forro, que será aplicada em áreas de vivência e passagem, deixando a necessidade de forro de fechamento somente para as salas de aula em virtude de suas instalações elétricas, audiovisuais, dentre outras.

Tratando-se de um projeto racionalizado, essa opção alia benefícios como a transparência, beleza, leveza, sofisticação, custo/benefício e conforto térmico, sendo este último item extrema relevância para o caso de um ambiente com alta concentração de pessoas.

Quanto as especificações de isolamento, pode-se destacar as opções mais usuais, sendo o poliestireno expandido (EPS), ilustrado na Figura 7, e o poliuretano (PUR),

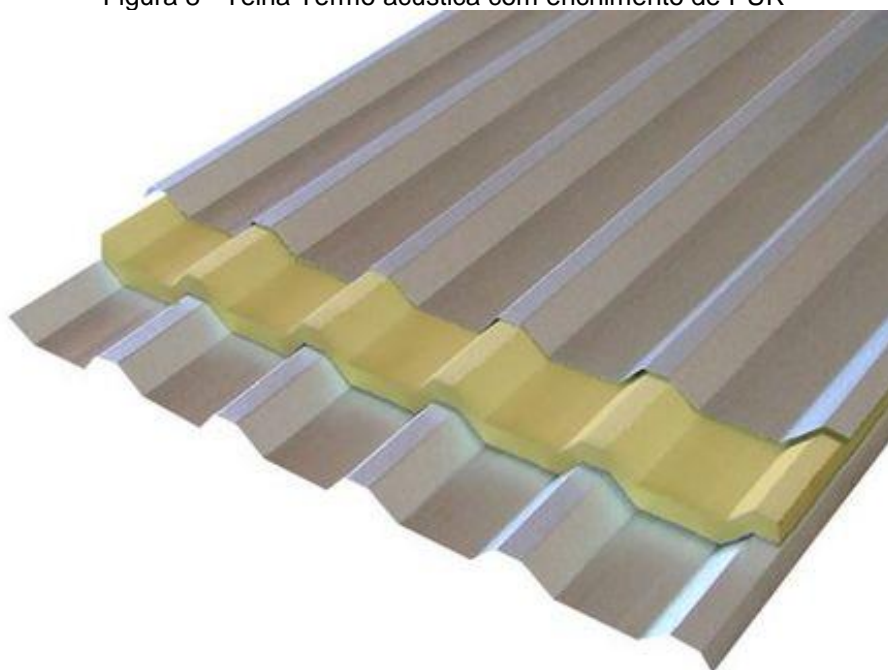
demonstrado na Figura 8. Entre as opções pertinentes as telhas, as opções de aço galvalume, aço galvanizado ou aço pré-pintado apresentam maior aplicação.

Figura 7 - Telha Termo acústica com enchimento de EPS



Fonte: Fórum da construção. Acesso em 24/09/2016.

Figura 8 - Telha Termo acústica com enchimento de PUR



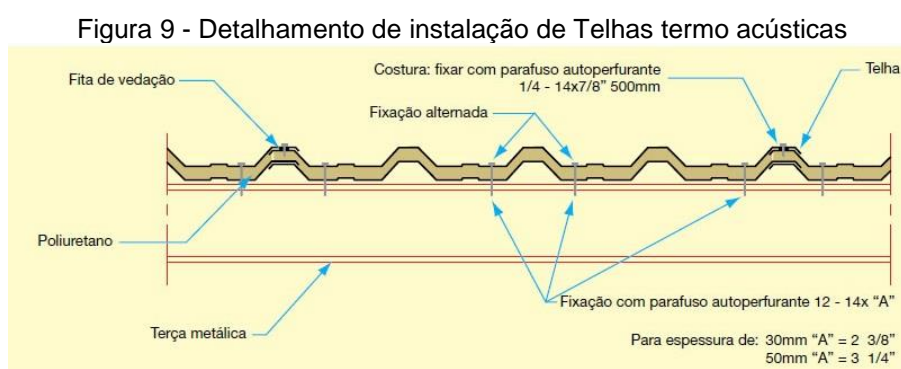
Fonte: Fórum da construção. Acesso em 24/09/2016.

Além de conforto térmico, estes materiais ainda oferecem outros benefícios: barreira acústica de 20 a 40 decibéis; 90% de redução térmica em relação a telha convencional;

elevada resistência mecânica; ação retardante na propagação de chamas; resistência ao superaquecimento das coberturas; menor peso próprio, que requer estrutura de suporte mais enxuta, levando em média a economia de 50% do número de terças para apoio (por ser mais rígida que a convencional), 100% de ripas (também por sua rigidez); economia na utilização de energia elétrica, posto que o uso de equipamentos de refrigeração será mínimo pelo beneficiamento dos materiais isolantes; também economiza com acabamento, visto que em áreas de vivência seu próprio aspecto é agradável.

Outro fator relevante para orçamento de obra é a sua inclinação, que irá afetar diretamente na estrutura metálica dessa cobertura, sendo que esse tipo de telha necessita de no mínimo 5% e máximo de 57%. Com a inclinação mínima, a altura da cumeeira não será tão destoante da calha, fazendo desta uma cobertura mais uniforme com menor uso de aço, o que diminui seu custo.

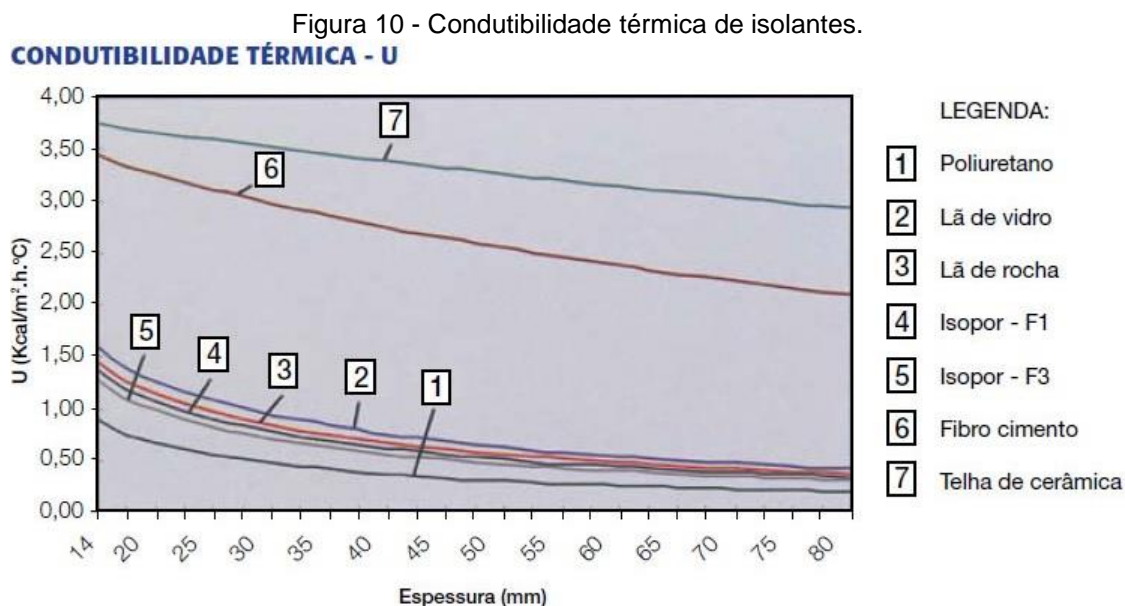
Para sua montagem, por se tratar de um material pré-fabricado, a mesma acaba por ser facilitada e bastante ágil. Na Figura 9 é possível observar um detalhamento deste processo.



Fonte: Calha forte. Acesso em 24/09/2016.

Dentre os materiais isolantes, tendo em vista o conforto térmico em função da quantidade de pessoas no ambiente, e também o conforto acústico na ocorrência de chuvas ou ruídos externos, para que as atividades internas das salas de aula não fossem prejudicadas, opta-se pela PUR por oferecer um isolamento acústico mais eficaz, ao mesmo tempo também devido ao seu baixo percentual de condutividade térmica, ficando com $k = 0,016 \text{ kcal/mh}^\circ\text{c}$, contra o EPS que tem $k=0,032 \text{ kcal/mh}^\circ\text{c}$, sendo, em média, 70% mais eficiente. Apesar de uma diferença considerável na questão de custo, as vantagens

já listadas somadas ao longo prazo de utilização acabam por justificar tal escolha, como se pode observar na Figura 10, que estabelece comparação com outros tipos de isolantes.



Fonte: Calha forte. Acesso em 24/09/2016.

Ainda dentro do espectro da pré-fabricação destes elementos, seu comprimento é feito sob encomenda, podendo ser solicitado como inteiriço, tendo o tamanho projetado em suas águas, sendo que neste caso em específico, com o uso de shed, este seguirá até a cumeeira e descendo para a parte rebaixada, sendo que as telhas deverão ser fabricadas no tamanho de meia largura para união na cumeeira e ajuste da inclinação.

1.3 DISPOSIÇÕES QUANTO AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Neste tópico abordam-se aspectos aplicáveis ao projeto tratado, fundamentando-se pelo Plano Diretor da Estância de Atibaia, assim como por sua lei complementar de nº 714, datada de 05 de agosto de 2015, onde institui-se a legislação de uso e ocupação do solo.

1.3.1 Plano diretor da Estância de Atibaia

Ao tratar-se do uso e ocupação do solo, especificamente ao que se deve entender pela natureza de existência e aplicabilidade dos planos diretores municipais,

frequentemente nos deparamos com a errônea assimilação por parte da sociedade entre o conceito destes com o zoneamento das cidades. Em seu trabalho, *As ilusões do Plano Diretor*, VILLAÇA (2005, p. 8) destaca que:

“O Plano Diretor é apresentado como um instrumento muito mais poderoso e abrangente que o Zoneamento. Este, mesmo que tendo objetivos de natureza social e econômica, só se refere ao controle do uso do solo e vem se executando – no caso de São Paulo - através de leis autoaplicáveis. O Plano Diretor, ao contrário, abrangeria todos os problemas fundamentais da cidade inclusive e principalmente os de transportes, saneamento, enchentes, educação, saúde, habitação, poluição do ar e das águas etc. e até mesmo questões ligadas ao desenvolvimento econômico e social do município [...]”.

Vide o que se expressa na referida obra, admite-se os planos diretores como instrumentos básicos de caráter político, com função orientadora ao poder público e iniciativa privada, no que concerne a manipulação do espaço (urbano e rural) na oferta de serviços públicos essenciais, objetivando-se a promoção de condições elementares de vida para a população.

O plano diretor da Estância de Atibaia, sancionado no ano de 2006 e com vigência de dez anos após publicação em diário oficial, de forma geral, destina-se à busca pela materialização ordenada da expansão da cidade, através do estabelecimento de objetivos os quais são arguidos pelas autoridades cabíveis e audiências públicas de consulta à população, de forma a obter-se um modo de gestão orgânico capaz de impulsionar ao alcance de suas metas. Em outras palavras, se pode afirmar que a construção civil, independentemente da finalidade da edificação à executar, deve fazê-la na submissão ao plano diretor.

Quanto aos aspectos relativos ao setor da educação do município, o plano diretor não exprime conceitos restritivos no que se refere ao dimensionamento das edificações com esta destinação. Em verdade, este apresenta diretrizes com base em garantir que a gestão atuante, enquanto está em vigor, direcione esforços que semeiem suas ideias de concepção.

No cumprimento deste imprescindível instrumento de gestão, na pretensão de apresentar solução para a problemática espacial tratada, propõe-se a construção de nova edificação dentro da propriedade da empresa FAAT Faculdades, no uso de parcela de seu atual estacionamento, ampliando a capacidade deste último de forma à ser demonstrada

no corpo deste trabalho, maximizando também a quantidade de salas de aulas pertencentes ao prédio educacional da instituição, na busca por atender a dinâmica de crescimento desta.

Por se tratar de uma instituição de ensino, mais precisamente de uma ampliação de sua capacidade de oferta de vagas em suas diversas modalidades de especialização, a poluição sonora não é quesito crítico na organização desta expansão.

Em relação à área de implantação do edifício, salienta-se a existência de árvores nativas que demandam estudo quanto da possibilidade de transplante ou replantio para o atendimento aos órgãos e leis que zelam pelo desenvolvimento sustentável. Tal estudo não será abordado neste trabalho por divergir de seu intuito.

O crescimento do número de usuários das edificações derivado da ampliação destas implica num aumento gradativo dos custos variados de saneamento básico da instituição, acarretando em um aumento substancial nos serviços públicos oferecidos pelo município. Em contrapartida, há inúmeros benefícios oriundos do desenvolvimento do capital humano do município por parte do ensino superior, além do fato de que o crescimento da empresa alvo gera novas vagas de emprego para a população, assim como consta no plano diretor, em sua observância e respeito.

Para maior aprofundamento, compreensão, eficácia na adequação e usabilidade de projeto quanto ao uso e ocupação do solo das cidades, a criação de partido urbanístico faz-se indispensável, pois as diretrizes para elaboração deverão balizar-se neste.

Conforme já mencionado, a empresa objeto de estudo é uma instituição de ensino com fins lucrativos, de parte privada, instalada dentro do município de Atibaia. Portanto, deve se submeter à este nos termos da lei e seus estatutos.

O partido urbanístico compõe-se das destinações formais, que convergem para o desenvolvimento e o exercício do interesse social que deve delimitar, de forma orientadora, o projeto da edificação em questão. Para o partido urbanístico, salienta-se que o projeto arquitetônico é indispensável para aprovação e visualização dos projetos, de forma a respeitar todas as exigências e prioridades impostas pelo mesmo.

Assim justapostos, o plano diretor e o partido urbanístico agregam valores que são de suma importância para a implantação e desenvolvimento do objeto de estudo proposto.

1.3.2 Lei complementar nº 714:2015

Complementando o plano diretor e o partido urbanístico da Estância de Atibaia, a análise da lei complementar de nº 714:2015 é imprescindível, sendo esta referente ao uso e ocupação do solo do município. Tal análise busca instrumentalizar a implantação da expansão tratada, com o intuito de se assegurar que as atividades que envolvem a locação do empreendimento ocorram em condições adequadas, respeitando e evitando a degradação ambiental e minimizando os impactos gerais oriundos desta.

Se fez o desenvolvimento do objeto de estudo baseado no ordenamento urbanístico, disposto em lei que menciona e configura o uso e a ocupação do solo do município, ficando sujeito as suas normas todas as atividades provenientes da implantação do mesmo que promovam a modificação das estruturas e que não interfiram no meio ambiente.

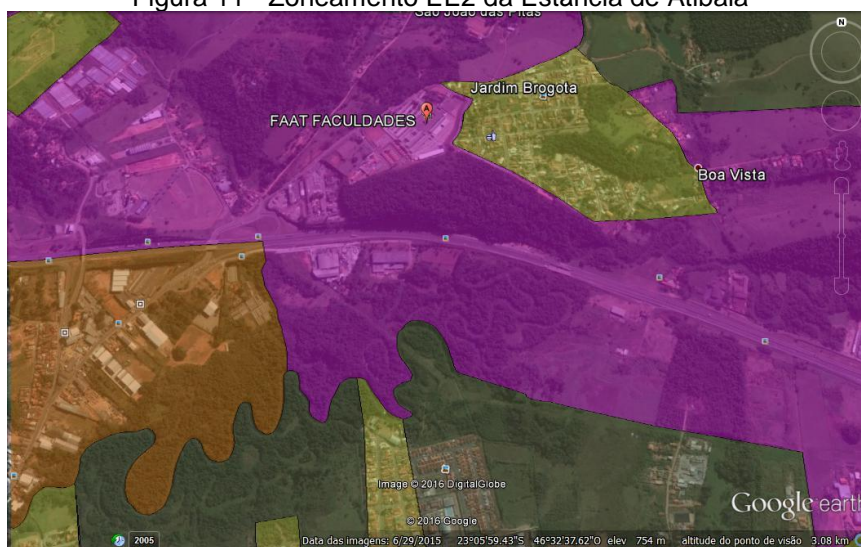
No entanto, o objeto de estudo se enquadra em todos os quesitos propostos por lei, por se tratar de uma instituição de ensino, podendo ser classificado de acordo com a mesma (empreendimentos de edificação). Caso desvie-se e não seja seguido em sua implantação, o projeto poderá ser embargado e só poderá retomar suas atividades assim que se regularizar de acordo com lei mencionado (não aplicável ao projeto teórico).

Não se pode ignorar questões relativas ao meio ambiente, visto que as APPS (áreas de preservação permanentes) sempre devem ser respeitadas assim como já esclarecido no plano diretor especificado anteriormente.

Entende-se que, acordado e proposto por lei, o município de Atibaia foi subdividido em zonas, processo denominado de zoneamento urbano. Para cada zona que o compõe, foi designado um tipo de edificação (comercial, residencial, industrial) de acordo com o que se deseja fazer a implantação, destacando-se que para isso o zoneamento da localização do terreno em questão deve ser consultado.

De acordo com a localização da instituição, situada na Estada Municipal Juca Sanchez do município de Atibaia, faz-se jus ao exposto com a classificação de zoneamento sendo EE2, conforme a Figura 11.

Figura 11 - Zoneamento EE2 da Estância de Atibaia



Fonte: Google Earth.

Em publicação na imprensa oficial da Estância de Atibaia, Caderno B (2015, p. 38), a lei anteriormente mencionada caracteriza a zona exclusivamente econômica 2 (EE2) como sendo:

“Áreas para usos não residenciais, admitidos estes, apenas, quando existentes, sobre áreas urbanizadas, regularmente aprovadas.

Áreas de localização apropriada para estabelecimentos industriais, comerciais, e no que couber, de serviços, de grande porte, e de alto grau de incômodo, embora não-poluidores do meio ambiente.

Áreas que reúnem condições para concentrações funcionais de estabelecimentos industriais, comerciais, e de serviços, de grande porte.

Densidade nula ou muito baixa, resultante, apenas, do assentamento residencial existente, em parcelamentos regularmente aprovados”.

Dentro deste mesmo tópico, esta atribui a finalidade desta zona como na sequência:

“Assegurar condições locacionais para usos econômicos que se beneficiam de alto grau de concentração, apresentam grau avançado de incômodo, não necessariamente devido à poluição ambiental, mas particularmente pelo porte.

Potencializar o aproveitamento do “corredor de exportação” da Rod. D. Pedro I, que atravessa o Município, habilitando a faixa ao longo do mesmo para a concentração de usos não residenciais, sem riscos de conflitos de vizinhança com usos

incompatíveis, privilegiando atividades dinâmicas, de alto poder multiplicador, de alto valor agregado, não poluidoras, e intensivas em uso de tecnologia”.

Deste modo, denota-se que a FAAT Faculdades fora implantada de forma estratégica no bairro da Boa Vista, por se tratar de uma área de fácil acesso pela rodovia Dom Pedro I que interliga o município de Atibaia com as principais cidades que compõem o corpo discente da instituição. Por sua localização, tratando-se de uma área que não possui demasiadas restrições, a finalidade da edificação se apresenta como adequada. Na Figura 12 é possível observar parte das restrições de ocupação do solo da zona EE2.

Figura 12 - Restrições de ocupação do solo

Município de Atibaia – LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
Anexo 07 – RESTRIÇÕES DE OCUPAÇÃO DO SOLO (22)

Zonas (11)	Restrições								
	Índices Urbanísticos		Dimensionamento mínimo do lote		Recuos mínimos (m) (1) (10)			Taxa de Permeabilidade (Tp) (%)	Altura Máxima (m) (4)
	To (%) (3)	Io (2)	Lote (m ²)	Frente (m)	Frente (6) (19)	Lado(s) (7)	Fundo (5)		
ZR1	50	1,10	500,00	15,00	5,00	2,00 (8)	5,00	30	10,00
ZR2 (20)	70	1,45	360,00	12,00	4,00	1,50 (8)	4,00	20	10,00
ZR3 (20)	80	3,00	175,00	7,00	4,00	1,50 (9)	2,00	15	-
ZR4 (20)	90	3,50	125,00	5,00	4,00	1,50 (9)	2,00	10	-
ZR5 (20)	70	1,45	360,00 2.000,00 (21)	12,00 40,00 (21)	4,00	1,50 (8)	4,00	20	10,00
ZM1 (20)	70	2,80	500,00	10,00	4,00	1,50 (9)	2,00	15	-
ZM2 (20)	80	3,30	250,00	10,00	4,00	1,50 (9)	2,00	15	-
ZM3 (20)	90	2,90	250,00	10,00	4,00 (18)	1,50 (9)	2,00	15	-
EE1 (13) (20)	60	2,50	2.000,00	20,00	6,00	3,00	8,00	25	-
EE2 (13) (20)	60	2,20	4.000,00	30,00	6,00	3,00	8,00	35	-
EE3 (13) (20)	40	2,00	30.000,00	100,00	20,00	10,00	10,00	30	-
ZC1 (14)(15)(16)	80	1,60	250,00	10,00	-	-	-	10	7,00
ZC2 (15)(16)	80	2,50	250,00	10,00	-	-	-	10	10,00
ZC3	80	3,20	250,00	10,00	5,00 (18)	-	2,00	10	15,00
ZC4 (17)	80	3,20	250,00	10,00	5,00 (18)	-	2,00	10	10,00
ZA (20)	50	1,00	2.000,00	20,00	5,00	2,00	5,00	30	(12)
RURAL (20)	5	0,25	-	-	10,00	3,00	5,00	70	10,00

Fonte: Lei Complementar nº 714 (2015, p. 107)

A estruturação para a elaboração deste trabalho se fundamenta nos tópicos 1.3.1 e 1.3.2, sendo que para a implantação do empreendimento projetado se deve obedecer ao preconizado na figura anterior.

1.4 ACESSIBILIDADE

São abordados nos tópicos que se seguem os aspectos relativos ao atendimento ao do que se disciplina a norma ABNT NBR-9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos, o projeto do edifício.

1.4.1 Aspectos gerais

A lei de nº 10.098 de 19/12/2000 e lei nº 13.146 de 06/07/2015 estabelecem normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, assim como a inclusão da pessoa com deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), respectivamente.

Na observância dos requisitos pertinentes ao aparato legislativo citado anteriormente, em conjunto com a norma ABNT NBR-9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos, o projeto do edifício à ser implantado foi elaborado. Os tópicos que se seguem trarão detalhadamente a composição ergonômica das estruturas criadas, sendo estas baseadas em estudos que abrangem estatisticamente de 5% a 95% da população brasileira (NBR-9050, 2015, p. 6).

1.4.2 Área de circulação e manobra

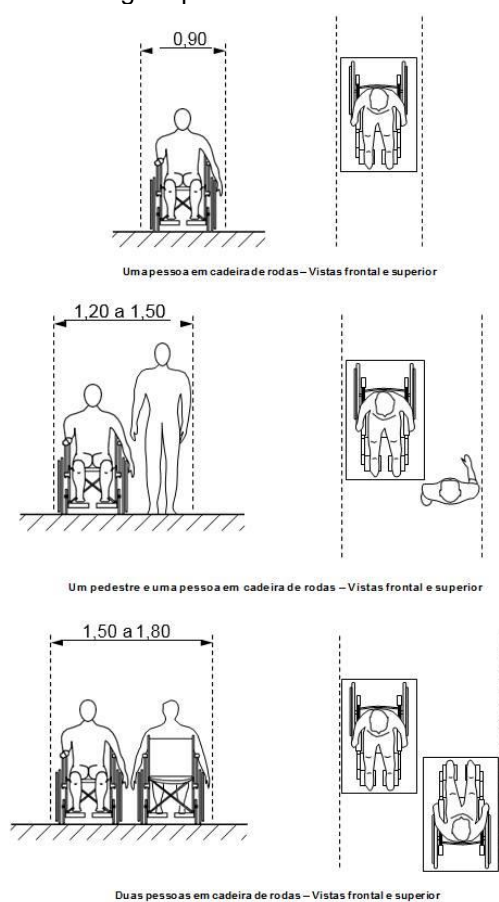
São tratados nos tópicos subsequentes as questões relativas à mobilidade aplicadas ao projeto, onde tem-se por objetivo central a promoção da igualdade aos usuários da edificação. Tais considerações fundamentam-se, em suma, na norma ABNT NBR-9050:2015, não se restringindo à mesma no que se refere a utilização de parâmetros antropométricos superiores aos estabelecidos no referido documento.

1.4.2.1 Largura para deslocamento em linha reta de pessoas em cadeira de rodas

Para o descolamento longitudinal de pessoas em cadeira de rodas, à luz do exposto no item 4.3.1 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 9), conforme disposto nas pranchas das plantas baixa dos pavimentos da edificação.

Adotou-se como dimensões mínimas o que se pode observar na Figura 13:

Figura 13 - Largura para deslocamento em linha reta



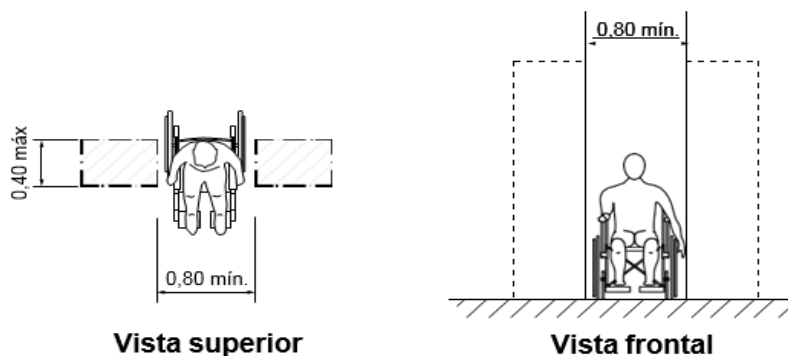
Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 9)

1.4.2.2 Largura para transposição de obstáculos isolados

Quanto aos obstáculos isolados inerentes à composição estrutural da edificação, adotou-se dimensão mínima de 0,90 m em todo o complexo, vide tópico 4.3.2 da norma

ABNT NBR-9050 (2015, p. 9). Ressalta-se a opção por adotar-se dimensão de atendimento ao critério de maior criticidade do referencial teórico, que pode ser observado na Figura 14:

Figura 14 - Transposição de obstáculos isolados
Dimensões em metros

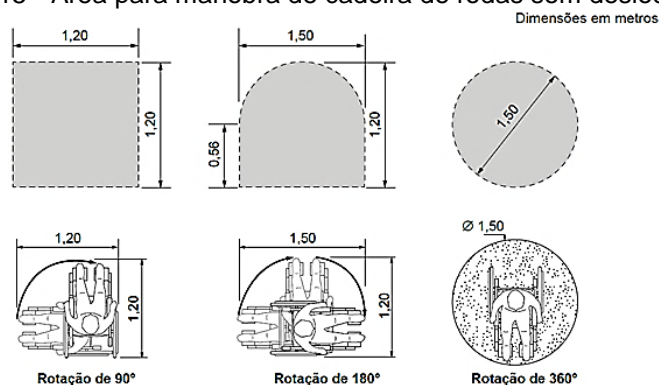


Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 10)

1.4.2.3 Área para manobra de cadeiras de rodas sem deslocamento e com deslocamento

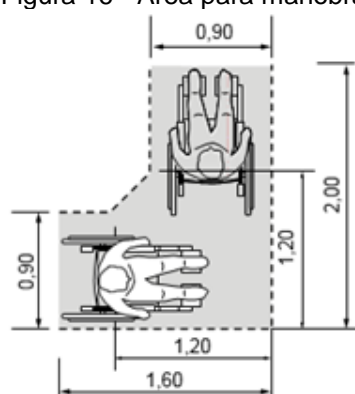
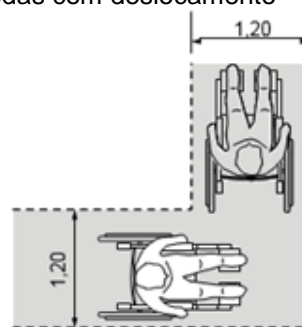
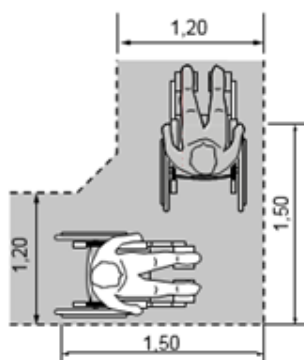
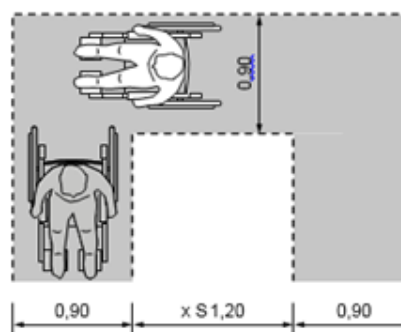
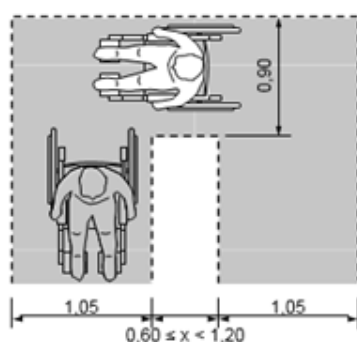
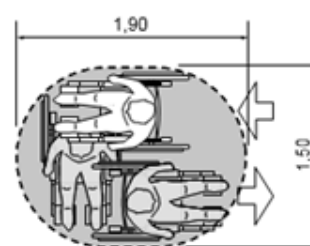
Observando-se o item 4.3.4 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 11-12), os ambientes destinados a circulação de pessoas (corredores, passeios, dentre outros) foram dimensionados de forma a possibilitar área mínima (ou superior) de manobra sem e com deslocamento para portadores de necessidades especiais (observar Figura 15 e Figura 16).

Figura 15 - Área para manobra de cadeira de rodas sem deslocamento



Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 11)

Figura 16 - Área para manobra de cadeiras de rodas com deslocamento

**Deslocamento de 90° – Mínimo para edificações existentes****Deslocamento mínimo para 90°****Deslocamento recomendável para 90°****Deslocamento consecutivo de 90° com percurso intermediário – Caso 1****Deslocamento consecutivo de 90° com percurso intermediário – Caso 2****Deslocamento de 180°**
Dimensões em metros

Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 11-12)

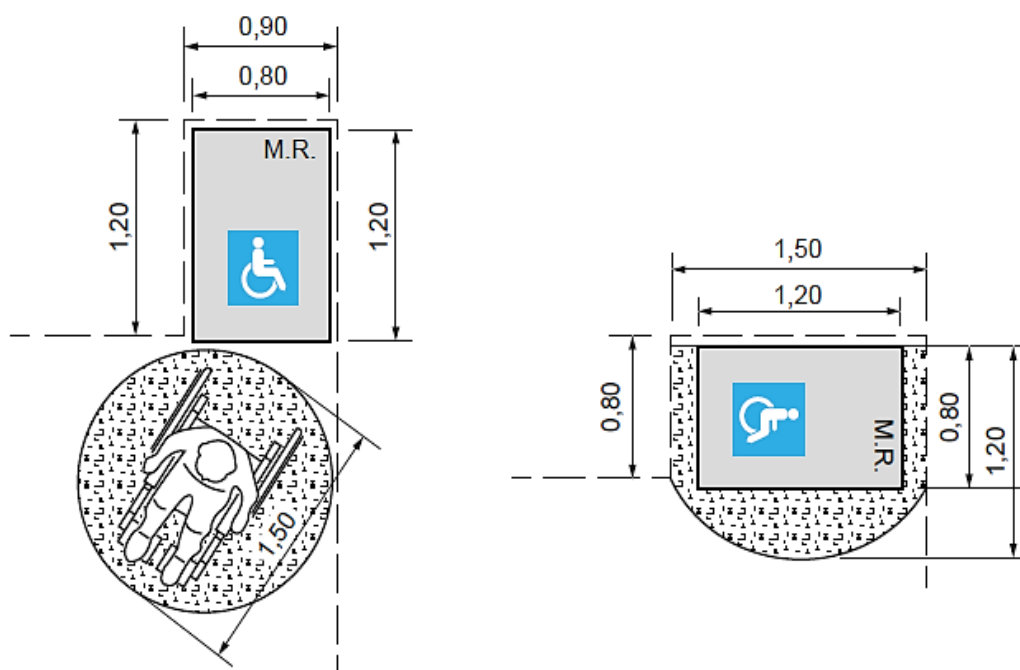
Pode-se identificar na planta baixa dos pavimentos da edificação, a constituição e/ou dimensionamento estrutural com características referenciadas no tópico citado acima.

1.4.2.4 Posicionamento de cadeiras de rodas em espaços confinados

Tratando-se de espaços confinados, na observância dos requisitos descritos no tópico 4.3.6 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 12-13), a planta baixa dos pavimentos da edificação demonstra a geometria dos ambientes para correlação com as normas vigentes. Como comparativo do item mais crítico, o detalhe técnico da composição dos elevadores destinados ao uso de portadores de necessidades especiais (PNE) ou de pessoas com locomoção reduzida que interliga os pavimentos, está destacado no tópico 2.9 e seus subitens, devendo-se correlacionar com a figura modular de referência (Figura 17) encontrada na norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 13).

Figura 17 - Espaços para cadeira de rodas em áreas confinadas

Dimensões em metros



Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 13)

1.4.2.5 Proteção contra queda ao longo de rotas acessíveis

Para a elaboração do projeto como um todo, visando o atendimento ao item 4.3.7 da ABNT NBR-9050 (2015, p. 13-14), atentou-se para que os ambientes da edificação possuíssem cota única de referência de nível por piso, inexistindo desníveis, objetivando-se melhor atendimento aos portadores de necessidades especiais (PNE) e pessoas com

capacidade de locomoção reduzida. Assim, promove-se a circulação livre e segura aos usuários das instalações do prédio (externa e interna).

1.4.3 Rota acessível

Para o atendimento ao item 6.1 e subsequentes da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 54), respeitou-se o módulo de referência com área similar prevista por este ou maior no que se refere ao dimensionamento das vias destinadas aos pedestres nos espaços internos e externos componentes da edificação, sendo estes desobstruídos nas dimensões descritas em norma.

Ainda em tópico pertinente a este tema, as áreas anteriormente citadas foram projetadas com nível de iluminação de a ser obedecido conforme item iluminância, conforme item 6.1.2 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 54).

1.4.4 Quanto aos acessos da edificação

Objetivando-se o atendimento ao tópico 6.2.2 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 54), todos os acessos a edificação, sem exceções, foram dimensionados com geometria igual ou superior as referências dispostas no referido documento de base, também sem exceder a distância máxima de 50 metros lineares entre cada entrada acessível.

Fazendo-se uso das informações contidas no tópico 6.2.4 da ABNT NBR-9050 (2015, p. 54), projetou-se uma rota acessível que interligasse as entradas da edificação. Deve-se enfatizar também a inexistência de vagas de estacionamento direcionadas para pessoas com deficiência, mobilidade reduzida ou idosos com distanciamento inferior ao anteriormente citado.

1.4.5 Quanto as condições do piso de circulação

As áreas de circulação da edificação foram projetadas considerando-se a utilização de tipo de piso do estacionamento para o estacionamento, tipo de piso para as salas de aula, sanitários e cantinas para as salas de aula, sanitários e espaços de uso comercial

(cantinas, lojas e derivados), de modo a torna-los regulares, estáveis, não trepidantes e antiderrapantes em condição seca ou na presença de água.

Quanto ao atendimento ao item 6.3.3 da ABNT NBR-9050 (2015, p. 55), as inclinações do piso dos ambientes internos ao edifício não excedem 2%, assim como esta característica não ultrapassa o limite de 3% para ambientes externos em seu entorno. Tais características podem ser observadas nas plantas dos pavimentos constituintes do edifício.

1.4.6 Grelhas e juntas de dilatação

Para as rotas acessíveis da edificação, projetou-se estas sem a utilização de grelhas ou juntas de dilatação, de modo a atender o item 6.3.5 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 56).

1.4.7 Áreas de descanso

Considerando-se as dimensões gerais do edifício, previu-se áreas de descanso em todos os andares deste, com limite máximo de 50 metros lineares de distância entre um acesso e tais áreas, além de inclinação igual ou inferior a 2% para áreas internas e a 3% para áreas externas. Estas possuem geometria igual ou superior ao módulo de referência de um usuário de cadeira de roda (PNE), de modo a permitir-lhe manobra-la de acordo com suas necessidades sem que se faça necessário o auxílio de outrem.

1.4.8 Escadas

No que se disciplina o item 6.8 da ABNT NBR-9050 (2015, p. 62), utilizou-se para o dimensionamento das escadas do edifício o padrão de 0,28 m para pisos e 0,175 m para espelhos, e a inclinação de 1% para estes primeiros. Ressalta-se também a existência de dois (02) patamares presentes a cada conjunto de escadas que possibilitam a elevação dos indivíduos aos demais andares, obedecendo-se, assim, os padrões requisitados por este. O detalhamento técnico da composição destes elementos pode ser apreciado no projeto arquitetônico.

A largura destas será tratada em tópico específico referenciado pela norma ABNT NBR-9077:2001.

1.4.9 Rampas

Projetou-se a rampa de acesso lateral da edificação de acordo com o requisitado no item 6.6 da ABNT NBR-9050 (2015, p. 58-60), detendo a mesma inclinação de 8,33%.

1.4.10 Equipamentos eletromecânicos de circulação

A partir do presente tópico serão abordados os quesitos inerentes da utilização de elevador de passageiros no projeto tratado. Quanto da sua elaboração, esta possui embasamento na norma ABNT NBR NM-313:2007 – Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência.

1.4.10.1 Elevador vertical ou inclinado: dimensões da cabine

Fazendo-se uso do exposto no tópico 5.3.1 da norma ABNT NBR NM-313 (2007, p. 3-5), as cabines dos elevadores do prédio possuirão características geométricas dispostas superiores as descritas na Tabela 1, na sequência:

Tabela 1 - Dimensões mínimas para elevadores com entrada única ou duas entradas

Tipo de cabine	Largura (mm)	Profundidade (mm)	Carga nominal (kg)	Largura livre mínima da porta (mm)	Nível de acessibilidade
2	1500	1500	975	1100	(2)

NOTA 1: As dimensões mínimas das cabinas correspondem a sua área útil;

NOTA 2: Largura da cabina é a distância horizontal entre a superfície interna das paredes estruturais da cabina, medida paralelamente ao lado da entrada;

NOTA 3: Profundidade da cabina é a distância horizontal entre a superfície interna das paredes estruturais da cabina, medida perpendicularmente à largura.

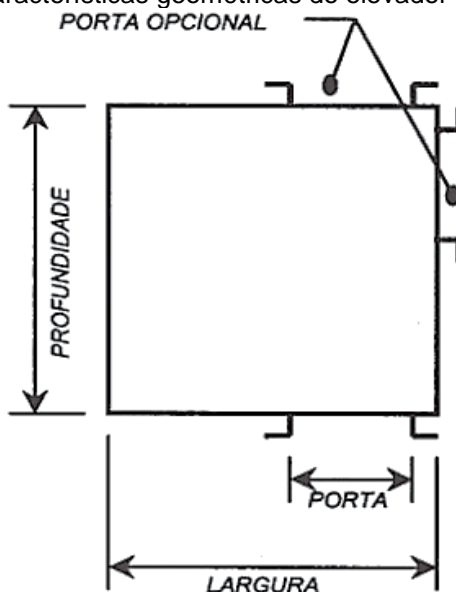
Nível de acessibilidade (2): Dentro da cabina cabe um usuário em cadeira de rodas e vários usuários.

Observações: Garantida a acessibilidade conforme (a) além de permitir um giro completo de uma cadeira de rodas manual ou motorizada, classe A e B conforme a norma ISO 7176-5.

Fonte: ABNT NBR NM-313 (2007, p. 4)

Para visualização dos aspectos tratados, observar Figura 18.

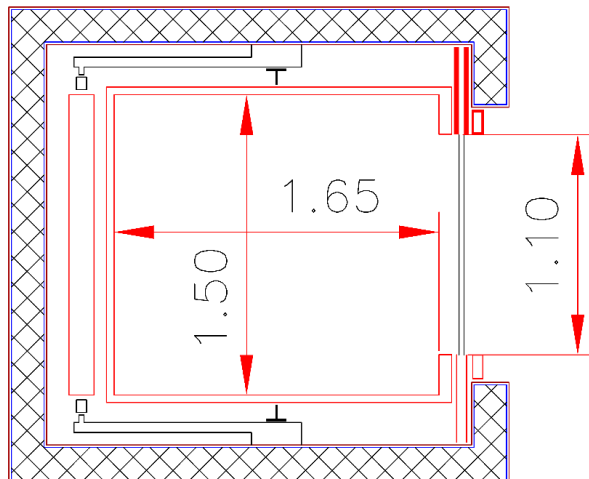
Figura 18 - Características geométricas do elevador de passageiros



Fonte: ABNT NBR NM-313 (2007, p. 5)

Para o atendimento aos requisitos mínimos apresentados, na Figura 19 podem ser observadas as dimensões internas utilizadas na elaboração dos elevadores existentes no projeto.

Figura 19 - Detalhamento técnico interno dos elevadores da edificação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Deve ser destacado que o cota de nível interna do piso do elevador, quando este encontra-se alocado para o embarque/entrada dos usuários, coincide com a cota de nível do piso externo a este, evitando-se, assim, a existência de desníveis que prejudiquem a usabilidade destes mecanismos.

1.4.11 Circulação interna

Os tópicos na sequência abordam o atendimento ao estabelecido pela norma ABNT NBR-9050:2015 no que se refere à circulação interna em edificações.

1.4.11.1 Corredores

Levando-se como base de fundamentação o tópico 6.11 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 68) para a composição dos corredores existentes no projeto, salienta-se a obediência aos quesitos abaixo descritos:

- a) Corredores com grande fluxo de pessoas (intermediários as salas de aula), possuirão largura de 2,50 m.
- b) Corredores de uso comum internos aos sanitários possuirão largura de 0,90 m.

1.4.11.2 Portas

De forma geral, adotou-se para a estruturação do projeto portas com largura mínima de 0,90 m em toda a edificação, exceto em sanitários de uso comum onde as portas das baias possuem 0,80 m de largura, estando tais dimensões em concordância com o tópico 6.11.2 da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 69) e seus derivados.

1.4.12 Vagas reservadas para veículos

Observando-se o exposto no tópico 6.14 e seus subseqüentes da norma ABNT NBR-9050 (2015, p. 82-83), para a disposição de vagas para veículos conduzidos por idosos ou pessoas portadoras de necessidades especiais (PNE), atribuiu-se as seguintes dimensões para o atendimento a este:

- a) Todas as vagas com estas destinações encontram-se em raio menor ou igual a 50 m distantes de uma entrada acessível ou elevador;
- b) Há espaços adicionais com dimensão de 1,20 m de largura para circulação destes usuários;
- c) Há interligação com as rotas acessíveis dos pavimentos;
- d) Não há circulação de veículos que sobreponham tais vias de circulação de pessoas;
- e) Adotou-se piso regular, estável e não trepidante para melhor composição de aspectos que promovam a inclusão e segurança;
- f) Previu-se dez (10) vagas destinadas para pessoas idosas (e cinco (05) vagas destinadas para portadores de necessidades especiais (PNE) por pavimento destinado a estacionamento de veículos.

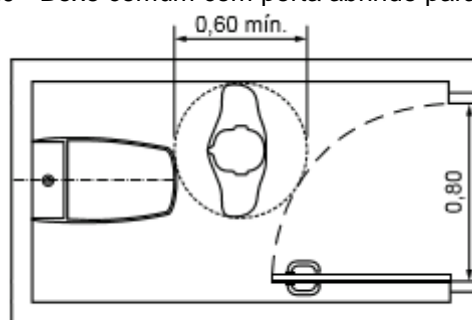
1.4.13 Sanitários

Na submissão do explanado pela norma ABNT NBR-9050:2015, os itens a seguir abordam o dimensionamento dos sanitários de uso comum e sanitários para uso de portadores de necessidades especiais (PNE).

1.4.13.1 Dimensão dos boxes de uso comum

Nos boxes comuns, as portas devem ter vão livre mínimo de 0,80 m e conter uma área livre com no mínimo 0,60 m de diâmetro, conforme Figura 20 e Figura 21. Nas edificações existentes, admite-se porta com vão livre de no mínimo 0,60 m. Recomenda-se que as portas abram para fora, para facilitar o socorro à pessoa, se necessário.

Figura 20 - Boxe comum com porta abrindo para o interior

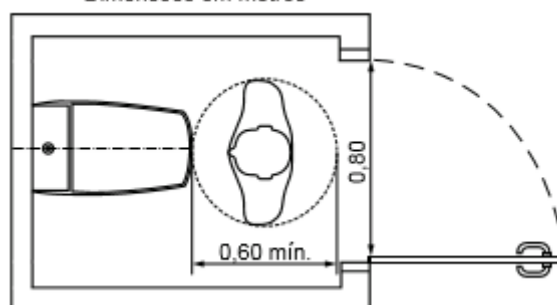


Dimensões em metros

Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 102)

Figura 21 - Boxe comum com porta abrindo para o exterior

Dimensões em metros



Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 103)

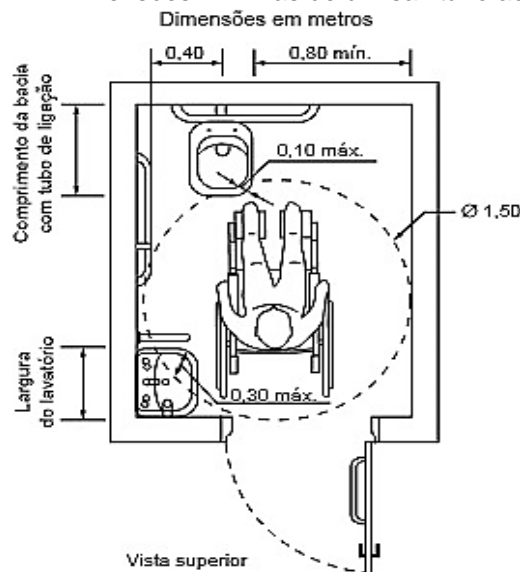
1.4.13.2 Quantificação dos sanitários de uso comum

Para o atendimento exclusivo da edificação, foram implantados oito boxes no banheiro masculino e oito boxes no banheiro feminino no terceiro pavimento.

1.4.13.3 Dimensões dos boxes de uso exclusivo para PNE

As dimensões do sanitário acessível e do boxe sanitário acessível devem garantir o posicionamento das peças sanitárias, a cadeira tem que girar 360°, com a dimensões mínimas como demonstra a Figura 22 a seguir, porém será projetado com tamanho de 1,50 x 2,20 m.

Figura 22 - Dimensões mínimas de um sanitário acessível



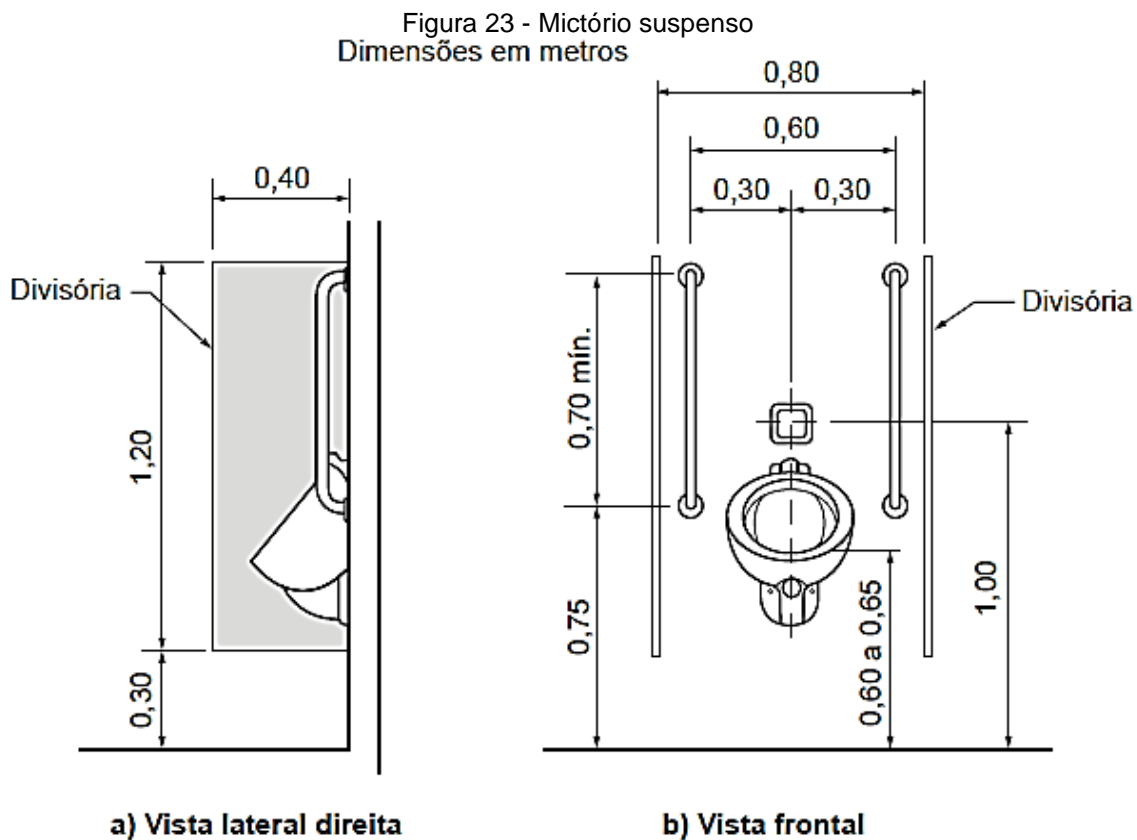
Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 87)

1.4.13.4 Quantificação dos sanitários de uso exclusivo para PNE

Foram implantados quatro sanitários acessíveis (PNE) no terceiro pavimento, sendo dois masculinos e dois femininos.

1.4.13.5 Dimensões adotadas para mictórios

Os mictórios instalados têm de ser equipados com válvula de mictório a uma altura de até 1,00 m do piso acabado, preferencialmente por sensor eletrônico ou dispositivos equivalentes ou de fechamento automático, com esforço máximo de 23 N e atendendo a todos os requisitos da ABNT NBR-13713:2009. Quando utilizado o sensor de presença fica dispensada a restrição de altura de instalação (observar Figura 23).



Fonte: ABNT NBR-9050 (2015, p. 104)

1.4.13.6 Quantificação de mictórios

Foram implantados quatro (04) mictórios no banheiro masculino do terceiro pavimento.

1.5 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA EM EDIFÍCIOS - NBR 9077/2001

A norma ABNT NBR-9077:2001 é a que regulariza rotas e locais de saída em caso de emergência e também o fácil acesso externo de bombeiros as edificações, para combate ao fogo. Sendo considerada uma das normas mais abrangentes para elaboração de projetos, cuja aplicação se estende aos mais variados elementos dos edifícios. Em início de elaboração de um projeto, seriam as dimensões mínimas de acesso e trânsito dos indivíduos no mesmo os quesitos arquitetônicos determinantes. As saídas emergenciais (em função da população usuária da construção), bem como os aspectos de classificação em função da destinação do prédio, são características mensuradas no tópico 4.1 deste trabalho, são dimensionadas em concordância com esta.

1.6 ILUMINÂNCIA DE INTERIORES

Para o dimensionamento da quantidade de iluminação necessária que possa atender a nova edificação, que será composta por três pavimentos, sendo dois pavimentos destinados a estacionamento de veículos e outro que trará novas salas de aula, consultou-se a norma ABNT NBR-5413:1992, que trata da iluminância de interiores. Todavia, para uma maior precisão no dimensionamento, deve se observar o disposto também norma ABNT NBR-5382:1985, que também aborda o mesmo tema e utilizá-la como apoio no dimensionamento.

Conforme indica a norma ABNT NBR-5413 (1992, p. 1) “o objetivo estabelecido pela norma é de instruir os valores mínimos de iluminação necessária para o interior de construções voltadas para a área de ensino, comercio, industrias e afins”. É a partir deste princípio que se fez o dimensionamento da iluminação como esta preconiza.

Para um dimensionamento eficaz e dentro de padrões reais de necessidade de iluminação em salas de aulas, deve ser feita uma classificação por classes visuais referenciando a destinação de iluminação no ambiente, de acordo com o tipo de atividade (NBR-5413, 1992, p. 2), conforme demonstrado na Tabela 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Tabela 2 - Tipificação de classe do edifício

Classe "A"	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
Iluminação geral para áreas usadas interruptamente ou com tarefas visuais simples	200-300-500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria ou auditórios

Fonte: ABNT NBR-5413 (1992, p. 2).

Como exposto na tabela, por se tratar de sala de aula, fez-se uma classificação aproximada do tipo de atividade como sendo auditório. Segundo encontrado na norma ABNT NBR-5413 (1992, p. 2), são três os fatores primordiais à serem observados, como descrito na Tabela 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Tabela 3 - Fatores determinantes da iluminância

Característica da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: ABNT NBR-5413 (1992, p. 2)

Para a designação do fator de iluminância adequada (NBR-5413, 1992, p. 2-3), recomenda-se que se adote como base os seguintes procedimentos:

- Analisar cada característica para determinar o seu peso (-1, 0 ou 1);
- Somar os três valores encontrados, algebricamente considerando o sinal;
- Usar a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior quando a soma for 2 ou 3; e a iluminância média, nos outros casos.

Após a determinação deste fator, como o procedimento indicado por norma, para a sala de aula, uma nova classificação de iluminância deve ser tomada, sendo que desta vez deve ser feita uma classificação em lux por setor de atividade.

Desta forma, em posse dos dados obtidos na norma ABNT NBR-5413 (1992, p. 4), e por se tratar de um setor específico, uma nova tabela deverá ser feita (Tabela 4).

Tabela 4 - Iluminância em lux por tipo de atividade

Escolas	
Salas de aula	200-300-500 (lux)
Quadros negros	300- 500 -750 (lux)

Fonte: ABNT NBR-5413 (1992, p. 4).

Para efeito de cálculo da nova edificação, por se tratar de uma estrutura de formato retangular (como apresentado em projeto) para a continuação da verificação de iluminação necessária observa-se o determinado na norma ABNT NBR-5382:1985. Seu objetivo é o de verificar a iluminação de interiores de estruturas retangulares, através da iluminação média mencionada anteriormente.

Como base de cálculo e para definição do método de verificação de acordo com esta norma, a disposição do conjunto das atuais salas de aula da FAAT Faculdades é requerida. Com fontes de iluminação no teto distribuídas em uma ou mais fileiras, acarretando em um campo de trabalho retangular, com dimensões de 7,00 x 11,00 m, classificando-se como um campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras.

Para a execução da verificação do mesmo, deve ser utilizado um instrumento com fotocélula com correção do cosseno e correção de cor, com temperatura ambiental entre 15°C e 50°C. O Instrumento citado é chamado de luxímetro. Assim, cria-se uma lógica para a execução do cálculo de aferição:

- a) Fazer leituras nos lugares r1, r2, r3 e r4, que são pontos de referência simétricos entre si em dado eixo, para uma área típica central. Repetindo nos locais r5, r6, r7 e r8. Calcular a média das oito medições. O valor obtido é R na equação.
- b) Fazer leituras nos lugares q1, q2, q3 e q4 em duas meias áreas típicas, em cada lado do recinto. Calcular a média das quatro medições. O valor obtido será Q na equação.
- c) Fazer leituras nos quatro locais t1, t2, t3 e t4. Calcular a média e o valor obtido será T na equação.
- d) Fazer a leitura em dois lugares p1 e p2 em dois cantos típicos e calcular a média. O valor obtido será P na equação:

O Cálculo da iluminância média é dado pela seguinte equação:

$$\text{Iluminância média} = R \cdot (N - 1) \cdot (M - 1) + Q \cdot (N - 1) + T \cdot (M - 1) + \frac{P}{(N \cdot M)}$$

Onde “M” é o número de filas, e “N” o número de luminárias por fila.

Nas atuais salas de aula das edificações existentes, verificada sua aceitabilidade, toma-se como base para a iluminância aplicada ao projeto futuro. Aferindo-se este fator com o auxílio de um luxímetro, deve-se obter:

- a) 360 lux no perímetro da sala.
- b) 360 lux no quadro negro da sala.

Conclui-se, assim, que as iluminações das atuais salas estão de acordo com a norma ABNT NBR-5413:1992. Logo, a disposição das luminárias e sua quantidade pode ser replicada na nova edificação, mais especificamente no pavimento destinado as salas de aula.

2 SOLO E FUNDAÇÃO

Trata-se neste item as propriedades do solo da região, onde se cita os tipos aceitáveis de fundações para edificações de concreto pré-fabricado.

2.1 SOLO

Para análise do solo em questão, deve-se primeiro se informar sobre o SPT da região de implantação, sendo que a elaboração da fundação só deve ter início após ser feito o ensaio de SPT. A empresa HVS FUNDAÇÃO E SONDAÇÃO (19-- ou 20--), especializada no ramo mencionado em seu nome-fantasia, disponibiliza em seu website definições pertinentes quanto ao uso e aplicabilidade deste teste, como sendo:

“A sondagem SPT (Standard Penetration Test), conhecida como sondagem à percussão, é um ensaio utilizado para a caracterização e reconhecimento do

subsolo, fornecendo diversos parâmetros, tais como: compactidade e consistência, identificação do nível d'água (quando houver), classificação do tipo de solo e índice de resistência à penetração do amostrador a cada metro. Esses dados são amplamente utilizados no cálculo estrutural a fim de determinar o tipo de fundação ideal para obras de construções residenciais, industriais, comerciais, pontes, viadutos, reservatórios de água, usinas, etc. A quantidade de pontos de sondagem é determinada através dos dados da obra.

O ensaio é realizado para cada ponto de sondagem, onde é montado um tripé com roldanas, cordas e talha. A sondagem é iniciada com o trado cavadeira até a profundidade de 1 metro. Nas profundidades seguintes, o procedimento é realizado intercalando a penetração do amostrador padrão com os avanços com o trado helicoidal, para amostras coletadas acima do nível d'água. Abaixo do nível d'água a sondagem é realizada por lavagem. As amostras coletadas no amostrador são colocadas em saquinhos e etiquetadas para serem enviadas ao laboratório e submetidas a uma análise táctil visual sendo classificadas granulometricamente (areia, silte e argila).

De forma geral, a paralisação do ensaio ocorre quando se encontra solo impenetrável. Dependendo do tipo de obra, das cargas a serem transmitidas às fundações e da natureza do subsolo, admite-se a paralisação da sondagem em solos de menor resistência, de acordo com o critério utilizado pelo engenheiro geotécnico ou estruturalista”.

Os solos da região são formados a partir de arenito sobre basalto, assentado sobre arenito, o que lhe confere fragilidade potencial para erosão hídrica de muito baixa a muito alta. O teor de argila varia de 25% a 32%. Estes solos são representativos da região Sudeste, embora metade da região esteja assentada sobre rochas do complexo cristalino, onde o relevo é bastante movimentado com presença de montanhas (CASTRO & HERNANI, 2015, p. 37).

Deve-se entender por complexo cristalino, as rochas magmáticas (granito) e metamórficas (gnaisse). Já os arenitos são rochas sedimentares lapidificadas constituídas por areias aglutinadas por um cimento natural, que geralmente caracteriza a rocha. Quanto ao basalto, este é uma rocha eruptiva, vulcânica, de cor escura ou negra, muito dura, especialmente utilizada no empedramento de calçadas e passeios. Por fim, as argilas são um material natural composto por partículas extremamente pequenas de um ou mais argilomineral, que são minerais constituídos por silicatos hidratados de alumínio e ferro,

podendo conter elementos alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos terrosos (cálcio e magnésio).

No local da implantação, foi feito um teste de sondagem com empresa especializada, com resultado exposto na Figura 24:

Figura 24 - Ensaio NSPT

SP-1

RELATORIO N.1004/14 – 16/04/14 | INICIO: 14/04/14 | FINAL: 14/04/14

PROF. (m) COTA: 100,27 0 (m)	NÚMERO DE GOLPES PARA CADA 15 cm			SPT	VISUALIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO SPT COM A PROFUNDIDADE	DESCRIÇÃO DO TIPO DE SOLO
0-1						SILTE ARGILOSO DURO, MARRON ESCURO
1-2	6	10	14	24		1,46
2-3	9	18	15	33		SILTE ARENOSO COMPACTO, MARRON VARIEGADO SOLO RESIDUAL
3-4	7	10	12	22		
4-5	7	12	12	24		5,00
5-6	8	13	15	28		SILTE ARGILOSO DURO, CINZA SOLO RESIDUAL
6-7	12	22	25/10	47/25	N.A.: 4,90 m	
7-8	31	-	-	(*)		
8-9	30/12	-	-	(*)		8,12 LIMITE DA SONDAJEM
9-10						OBSERVAÇÃO: (*) NÃO HOUVE PENETRAÇÃO DOS ÚLTIMOS 30 cm DO AMOSTRADOR.
10-11						
11-12						
12-13						
13-14						
14-15						
15-16						

AVANÇO DO FURO À SECO (m): 0 – 6,00	COTA DO N.A. (inicial): 94,82 m
AVANÇO DO FURO COM LAVAGEM (m): 6,45 – 8,00	COTA DO N.A. (final): 95,37 m
PROFUNDIDADE DO REVESTIMENTO(m): 6,00	

Fonte: Estemco, ensaio de NSPT (disponibilizado pela FAAT Faculdades).

Após resultado de sondagem, é possível a continuidade no projeto, sendo este teste necessário para dimensionamento da fundação.

2.2 FUNDAÇÃO

Analisando o teste de sondagem, nota-se que a primeira cama de solo na região é composta por um solo de resistência considerável. Porém, identifica-se em uma de suas camadas que o solo é composto por rocha, sendo a melhor solução para esta situação seria alcançá-la com estacas pré-moldadas.

Quanto as estacas pré-moldadas, encontra-se disponível no website da empresa TECGEO SONDAJENS E FUNDAÇÕES (19-- ou 20--), parcela de características à serem ressaltadas:

“As estacas pré-moldadas enquadram-se na categoria das estacas de deslocamento, caracterizadas por sua introdução no terreno através de processo que não promova a retirada de solo. Elas podem ser constituídas por um único elemento estrutural (madeira, aço, concreto armado ou protendido) ou pela associação de dois desses elementos (e não mais do que dois), quando será denominada “estaca mista”. No entanto, de todos os materiais de construção, o concreto é um dos que melhor se presta à confecção de estacas e, em particular das pré-moldadas, pelo controle da qualidade que se pode exercer tanto na confecção quanto na cravação.

A cravação das estacas pode ser feita por percussão, prensagem ou vibração. A escolha do equipamento deve ser feita de acordo com o tipo, dimensão da estaca, características do solo, condições de vizinhança, características do projeto e peculiaridades do local. A cravação por percussão é o processo mais utilizado, utilizando-se para tantos pilões de queda-livre ou automáticos”.

Dado os interesses e necessidades da edificação, define-se o emprego de estacas do tipo hélice contínua.

2.2.1 Estaca hélice contínua

Apresenta-se neste tópico o tipo usado e característica da fundação executada.

2.2.1.1 Histórico

Em 1950 nos EUA os engenheiros de fundação em busca de técnicas para evitar vibrações e ruídos criaram um novo elemento de fundação conhecido como estaca hélice contínua, no início o equipamento era um guindaste com torre acoplada

Em 1970 a Alemanha aderiu a essa técnica difundindo para a Europa e Japão, em 1980 essa técnica passou a ser aperfeiçoada, adaptando-se um trado mecânico a um caminhão e depois evoluindo para equipamentos próprio.

No Brasil essa técnica foi introduzida em 1987, porém seu uso ganhou realmente espaço em 1993 com a importação de equipamentos específicos (NETO, 2009, p. 88).

2.2.2 Estacas

As estacas do edifício que compõe os blocos de fundação, sendo do tipo hélice contínua, geralmente são utilizadas em terrenos com presença de lençóis freáticos. Apesar do solo em questão não apresentar indícios da existência destes, com equipamento empregado para esse tipo de estaca se pode vencer um solo com resistência acima 50 (golpes) em alguns casos, sendo coerente com o solo onde será locada a edificação (MARANGOM, 2012, p. 16).

A estaca hélice contínua é moldada no local, sendo que para sua execução é necessário o trado mecanizado com formato de hélice, a armação no formato de gaiola e concreto com resistência, geralmente, de 18 MPa.

2.2.2.1 Execução das estacas

Para realizar a perfuração é necessário locar o equipamento de forma a assegurar que durante a perfuração, caso haja necessidade de inclinar o trado, não se tenha dificuldade, e assim se inicia a rotação do trado que penetra no solo até a profundidade estipulada. Atingindo-se esta, tem início a subida do desse, sendo que de forma simultânea o concreto é liberado. Por fim, são introduzidas as armaduras que, por gravidade, assentam-se ao fundo do furo.

2.3 ESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS

São abordados nos tópicos que se seguem aspectos gerais do método de cálculo da fundação que sustentarão a edificação, abrangendo não só o cálculo das estacas, como também o dimensionamento do bloco de sustentação.

2.3.1 Conceituação dos métodos de cálculo

Os métodos de cálculo para capacidade de carga da fundação são feitos com base direta do ensaio de NSPT. A utilização dos resultados deste ensaio na determinação da capacidade de carga das fundações, seja quanto à ruptura, seja quanto aos recalques, pode ser feita diretamente, isto é, por meio de correlações entre carga de ruptura ou recalque e o índice de penetração “N”, ou mesmo indiretamente, ou seja, por meio de comparativo entre o índice “N” e parâmetros de resistência ao cisalhamento e com previsibilidade, cujos valores, assim determinados, são levados as fórmulas da mecânica dos solos.

Apresenta-se a seguir métodos de cálculo para determinação de tal capacidade de carga, sendo estes os mais aplicados no campo prático, se diferenciando pela rigorosidade de cálculo.

2.3.1.1 Método de Aoki & Velloso (1975)

O método de Aoki & Velloso foi apresentado em contribuição ao “5º Congresso Pan-americano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, realizado em Buenos Aires no ano de 1975. Este método consiste em cálculos estáticos que correlacionam os ensaios feitos no solo (N) com a resistência unitária de ponta.

De acordo com a norma ABNT NBR-6122:1996, são considerados métodos semi-empíricos “aqueles em que as propriedades dos materiais, estimados com base em correlações, são usadas em teorias adaptadas da mecânica dos solos”, como dito por CINTRA (2003):

“É o caso típico dos métodos de Aoki & Velloso (1975) e de Décourt & Quaresma (1978), propostos para fundações em estacas, mas que podem ser utilizados para

determinação da tensão admissível em fundações por tubulões, considerando-os como “estacas” escavadas”.

Tal correlação pode ser descrita como:

$$R_P = K \cdot N$$

Para K (em kg/cm²) foram determinados na Tabela 5 inicialmente os seguintes valores (COSTA NUNES e VELLOSO, 1969):

Tabela 5 - Fator K

Tipo de solo	K
Argilas, argilas siltosas e siltes argilosos	2
Areias arenosas e siltes arenosos	3,5
Siltes arenosos	5,5
Areias argilosas	6
Areias	10

Fonte: (COSTA NUNES e VELLOSO, 1969).

Para a resistência unitária por atrito lateral local no ensaio do cone, preferiu-se adotar correlações estabelecidas por BEGEMANN (1965), conforme Tabela 6, entre este parâmetro e a resistência de ponta:

$$R_1 = \alpha \cdot R_P$$

Tabela 6 - Fator α

Tipo de Solo	α (%)
Areias finas e médias	1,2 - 1,6
Areias siltosas	1,6 - 2,2
Siltes areno-argilosos	2,2 - 4,0
Argilas	> 4,0

Fonte: COSTA NUNES e VELLOSO, 1969.

Tendo estas correlações entre parâmetros do solo e resistência, pode-se estimar parâmetros para uma estaca, sendo estes parâmetros estabelecidos pelas expressões:

$$R'_p = \frac{Rp}{F1}$$

$$R'_1 = \frac{R1}{F2}$$

Os coeficientes F1 e F2 são feitos em base da diferença de comportamento entre a estaca (protótipo) e o cone (modelo), seus resultados foram obtidos pelos resultados de provas de cargas, sendo estes reavaliados em 1988, e são dados na Tabela 7:

Tabela 7 - Fatores F1 e F2

Tipo de estacas	F1	F2
Escavada com lama		
Bentonítica	3,50	4,50
FRANKI fuste apiloado	2,30	3,00
FRANKI fuste vibrado	2,30	3,20
Hélice contínua (CFA)	3,00	3,80
Injetadas		
Microestaca	2,20	2,50
Raiz	2,20	2,40
Presso ancoragem	2,20	2,10
Metálica	1,75	3,50
Pré-moldada de concreto		
Cravada à percussão	2,50	3,50
Cravada com prensagem	1,20	2,30
Strauss	4,20	3,90
Vibro FRANKI	2,40	3,20

Fonte: Tabela revista (COSTA NUNES e VELLOSO, 1988).

A fórmula geral para o cálculo da capacidade de carga é:

$$P_R = \Delta_p \cdot \frac{K \cdot N}{F_1} + \sum_{c_p}^{c_a} U \cdot \Delta l \cdot \frac{\alpha \cdot K \cdot N}{F_2}$$

Onde, temos como definição:

- a) A_p é área da ponta ou base da estaca;
- b) U é o perímetro da seção transversal da estaca;
- c) C_a é a cota de arrasamento;
- d) C_p é a cota da ponta.

2.3.1.1.1 Dimensionamento

Sendo obtido os valores de atrito e de ponta, pode-se chegar ao valor final de ruptura, multiplicando-se estes valores pelas suas áreas correspondentes:

$P_{bu} = A_{base} \cdot q_u$, sendo a resistência de ponta;

$P_{su} = A_{fuste} \cdot f_u$, sendo o atrito lateral médio.

2.3.1.2 Método de Décourt–Quaresma (1978)

O método de Décourt-Quaresma foi apresentado em contribuição ao “6° Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, sendo ele feito a partir dos ensaios de SPT para determinação da capacidade de carga.

O processo apresentado considera os valores de SPT, as resistências e o tipo de solo. Para a estimativa da resistência, neste caso a resistência lateral, inicialmente foi considerado a Tabela 8 proposta em métodos estáticos feita pelos autores.

Tabela 8 - tabela para cálculo da resistência

SPT (Médio ao longo do fuste)	ADESÃO (t/m^2)
≤ 3	2
6	3
9	4
12	5
≥ 15	6

Fonte: DÉCOURT-QUARESMA, 1978.

Para a resistência de ponta, utiliza-se a seguinte expressão:

$$q_p = C \cdot N$$

Onde, define-se como sendo:

- a) C é um coeficiente tirado da Tabela 5;
- b) N é a resistência a penetração (SPT);

Tornando o valor médio correspondente a ponta da estaca, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior, formula-se a Tabela 9:

Tabela 9 - Coeficiente C

SOLO	C (t/m ²)
Argilas	12
Siltos argilosos (alt. de rocha)	20
Siltos arenosos (alt. de rocha)	25
Areias	40

Fonte: DÉCOURT-QUARESMA, 1978.

Em 1982 o engenheiro Décourt, tentando aperfeiçoar sua técnica, propôs uma nova metodologia de cálculo:

- a) A resistência lateral, em tf/m², é dada por:

$$q_s = \frac{\bar{N}}{3} + 1$$

Sendo \bar{N} o valor médio do índice N ao longo do fuste;

- b) Na determinação de N, os valores de N maiores que 50 devem ser considerados iguais a 50;
- c) A resistência de ponta é calculada como apresentado anteriormente;
- d) A carga admissível de uma estaca cravada é determinada aplicando-se um coeficiente de segurança global igual a 2 na soma das cargas de ponta e lateral:

$$\bar{Q} = \frac{Q_u}{2} = \frac{Q_p + Q_s}{2}$$

Com essa revisão de cálculos adotadas no método, foi-se usado parâmetros para cálculo de diferentes estacas, sendo estes parâmetros dados por “a” e “β”, sendo eles responsável por minorar ou majorar, variando conforme o tipo de estrutura escolhida.

Neste caso, a expressão para capacidade de carga era dada por:

$$Q_u = a \cdot q_p \cdot A_p + \beta \cdot q_s \cdot A_s$$

Sendo os valores de “a” e “β” dado pela Tabela 10 seguinte:

Tabela 10 - Parâmetros de majoração e minoração

Estaca	Cravada (estaca padrão)		Escavada (em geral)		Escavada (c/bentonita)		Hélice Contínua		Raiz		Injetada (alta pressão)	
	A	β	α	B	α	β	α	β	α	B	α	B
Solo												
Argilas	1,00*	1,00*	0,85	0,80	0,85	0,90*	0,30*	1,00*	0,85*	1,50*	1,00*	3,00*
Solos**	1,00*	1,00*	0,60	0,65	0,60	0,75*	0,30*	1,00*	0,60*	1,50*	1,00*	3,00*
Areias	1,00*	1,00*	0,50	0,50	0,50	0,60*	0,30*	1,00*	0,50*	1,50*	1,00*	3,00*

* valores para o qual a correlação inicial foi desenvolvida

* valores apenas indicativos diante do reduzido número de dados disponíveis

** Solos intermediários

Tabela : valores de α e β (Décourt-Quaresma – estendido)

Fonte: DÉCOURT-QUARESMA, 1978.

2.3.1.2.1 Dimensionamento

O dimensionamento por Décourt-Quaresma se dá do mesmo modo que por Aoki-Velloso, onde obtendo os valores finais de capacidade de carga, multiplica-se pelas suas áreas correspondentes, para então chegar as cargas admissíveis da estaca.

2.3.1.3 Método de Teixeira (1996)

Buscando uma maior facilidade no cálculo para capacidade de carga pelos métodos já existentes, em 1996, Teixeira propôs um novo método de cálculo. Neste método a capacidade à compressão de uma estaca pode ser estimada pela equação a seguir:

$$Q_{ult} = \alpha \cdot \bar{N}_b \cdot A_p + UB\bar{N}_1L$$

Onde:

- a) N é o valor médio obtido no intervalo de 4 diâmetros acima da ponta da estaca a 1 diâmetro abaixo;
- b) NI é o valor médio ao longo do fuste da estaca;
- c) L é o comprimento da estaca.

Sendo o restante dos parâmetros variáveis por tipo de solo e estaca, ela é apresentada na Tabela 11:

Tabela 11 - Parâmetros de TEIXEIRA

SOLO	TIPO DE ESTACA	I	II	III	IV
Valores de a (tf/m²) em função do tipo de solo ($4 < N < 40$)	Argila Siltosa	11	10	10	10
	Silte Argiloso	16	12	11	11
	Argila arenosa	21	16	13	14
	Silte arenoso	26	21	16	16
	areia argilosa	30	24	20	19
	areia siltosa	36	30	24	22
	areia	40	34	27	26
	areia com pedregulhos	44	38	31	29
	Valores de β (tf/m ²) em função do tipo de estaca		0,4	0,5	0,4

Fonte: TEIXEIRA, 1996.

2.3.2 Cálculo das estacas

Considera-se nesta monografia os três métodos apresentados, levando em conta que a estaca já foi devidamente escolhida pelos atributos mencionados, e a capacidade que a estaca deverá possuir também foi demonstrada nos memoriais de cálculo da estrutura desta edificação.

3 ESTUDO DE CASO: AMVIAN AUTOMOTIVE DO BRASIL

Como objeto de estudo, trata-se de uma obra de ampliação de planta fabril, da empresa Amvian Automotive do Brasil, fabricantes de sistemas de assentos automobilísticos, com área estimada de 10.455,97m² de ampliação. Na Figura 25, observa-se o resultado final esperado para atual empreendimento.

Figura 25: Planta 3D



Fonte: Japi Arquitetura, 2016.

Como forma de apresentar os elementos construtivos pertinentes ao projeto, abordam-se os mesmos, em ordem cronológica e executiva sequencial, da seguinte forma:

- a) Estacas;
- b) Blocos;
- c) Pilares;
- d) Vigas;
- e) Painel pré-fabricado;
- f) Laje;
- g) Cobertura.

3.1 ESTACAS

Por se tratar de duas edificações independentes, no galpão, referindo-se a pilares que terão que suportar cargas advindas de uma ponte rolante de 30 toneladas e ainda de

cobertura metálica, as estacas são de diâmetro $\text{Ø}60\text{mm}$ e $\text{Ø}70\text{mm}$, tipo hélice contínua, como pode ser identificado na Figura 26.

Figura 26 – Perfuratriz estaca hélice contínua



Fonte: Elaborado pelo autor

Após execução da perfuração e consecutiva concretagem, passado o tempo de cura, é arrasada a estaca até a cota de $-0,60$ metros da cota do piso finalizado, detalhes estes que podem ser apreciados na Figura 27.

Figura 27 – Arrasamento de estaca



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Para a determinação do tamanho dos blocos, como fator predominante estão as cargas atuantes em cada pilar, considerando-se a distribuição destas em diferentes configurações de blocos, sendo que pilares de canto e pilares de meio possuem em virtude de seu carregamento características distintas, demandando duas, três ou quatro estacas.

Após o arrasamento das estacas se faz a regularização e a forma da base do bloco, conforme exemplificado na Figura 28.

Figura 28 – Forma de bloco sobre duas estacas



Fonte: Elaborado pelo autor

Na sequência, é encaixada a armação nos arranques, como pode ser contemplado na Figura 29.

Figura 29 – Armação de bloco sobre duas estacas



Fonte: Elaborado pelo autor

Após fixação de forma no cálice, este é concretado e desformado, como ilustrado na Figura 30.

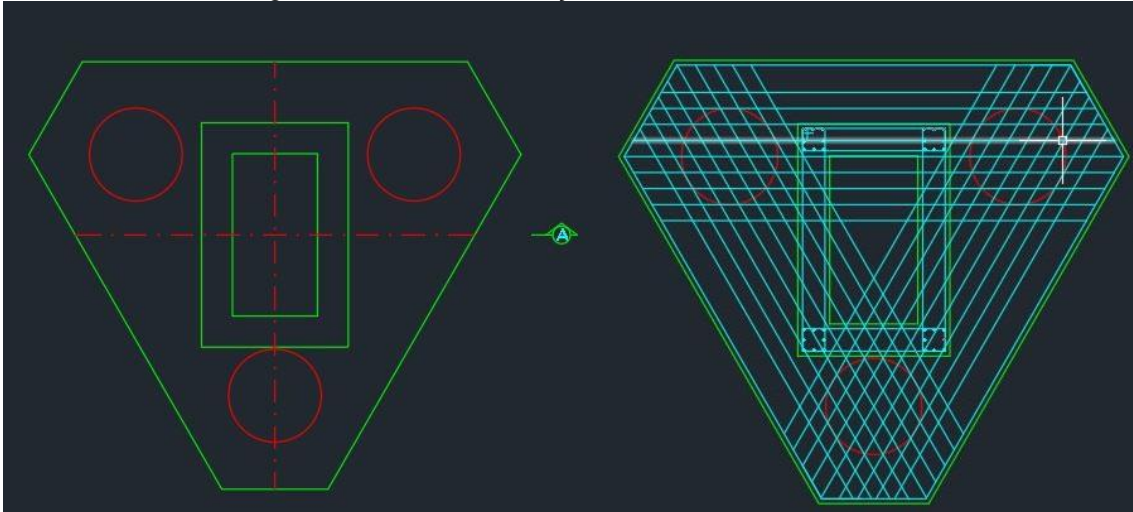
Figura 30 – Bloco sobre duas estacas concretado



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 31 pode ser observado o bloco de três estacas em planta com a disposição de sua armação em projeto.

Figura 31 – Forma e armação bloco sobre três estacas



Fonte: Projotec Projetos, 2016

A Figura 32, logo abaixo, demonstra a situação final deste elemento já concretado, ainda antes de sua desforma.

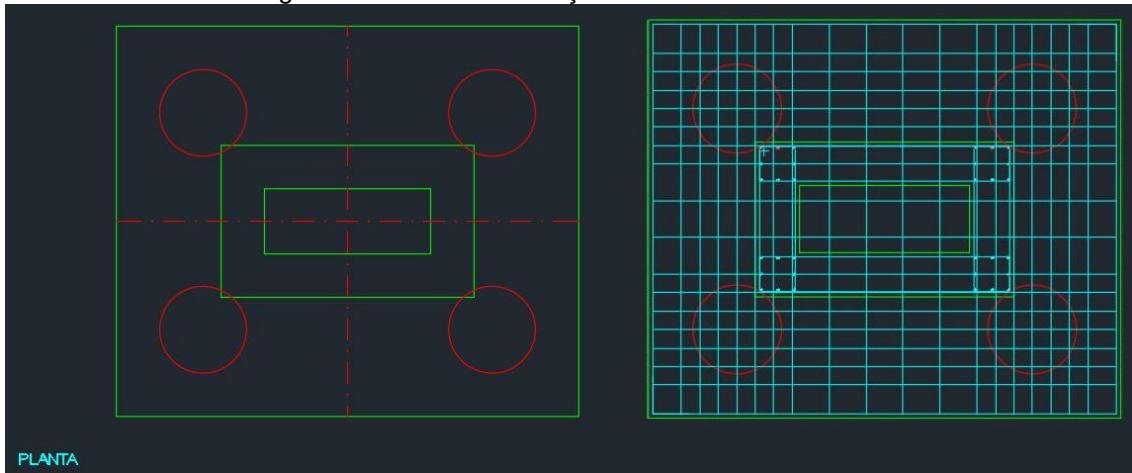
Figura 32 – Bloco sobre três estacas concretado



Fonte: Elaborado pelo autor

De maneira similar, o bloco sobre quatro estacas em planta e a disposição de sua armação podem ser observados na Figura 33.

Figura 33 – Forma e armação de bloco sob 4 estacas



Fonte: Projotec Projetos, 2016.

Já na Figura 34, é possível observar a armação pronta em espera para ser alocada na forma, contando com quase dois metros de altura e aproximadamente uma tonelada.

Figura 34 – Armadura de bloco sobre quatro estacas

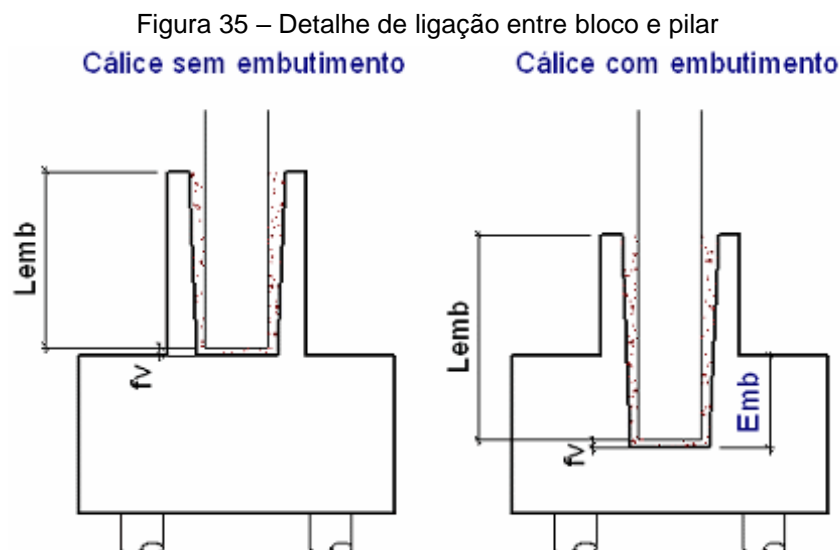


Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 PILARES

Contando com pilares de 40,0 x 90,0 centímetros e 100,0 x 30,0 centímetros, por serem peças pré-fabricadas, a ligação entre bloco e pilar é feita através de estrutura

conhecida como cálice, sendo este um encaixe ranhurado onde o pilar é alocado, nivelado e grauteado. A Figura 35 demonstra, em projeto, tais considerações.



Fonte: Lançamento de pilar pré-moldado isolado. Disponível em: http://faq.altoqi.com.br/content/182/1060/pt-br/lan%C3%A7amento-de-pilar-pre_moldado-isolado.html. Acesso em: 11 dez. 2017

Os pilares são erguidos por guindaste e balizados por montadores, como na Figura 36.

Figura 36 – Instalação Pilar



Fonte: Elaborado pelo autor

Após o encaixe, o pilar é encunhado de acordo com o esquadro do bloco, como demonstrado na Figura 37.

Figura 37 – Detalhe de encunhamento de pilar



Fonte: Elaborado pelo autor

Posteriormente, o vão entre os dois elementos recebe graute, fazendo-se acabamento, como pode ser observado na Figura 38.

Figura 38 – Grauteamento de pilar



Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 VIGAS

Com vigas de 40,0 x 120,0 centímetros, comprimento de 12,65 metros e pesando 15,0 toneladas, dimensões estas dimensionadas para suportar o movimento praticamente contínuo da ponte rolante anteriormente citada, na Figura 39 é possível observar o processo de montagem das mesmas. Nas esperas nos pilares, nota-se que a seção do ponto de

encaixe da viga no pilar é bem menor, visto que a carga advinda da cobertura é também deveras menor do que a ponte.

Figura 39 – Instalação de viga



Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 PAINEL PRÉ-FABRICADO

Parte do fechamento do galpão foi realizado em painel pré-fabricado, como exemplificado na Figura 40.

Figura 40 – Disposição dos painéis



Fonte: Elaborado pelo autor

Para fixação destes são necessárias peças, como observado na Figura 41.

Figura 41 – Dispositivos de fixação de painel



Fonte: Elaborado pelo autor

O panorama dos painéis instalados com o guindaste ao fundo instalando a última peça são expostos na Figura 42.

Figura 42 – Sequência de painéis montados

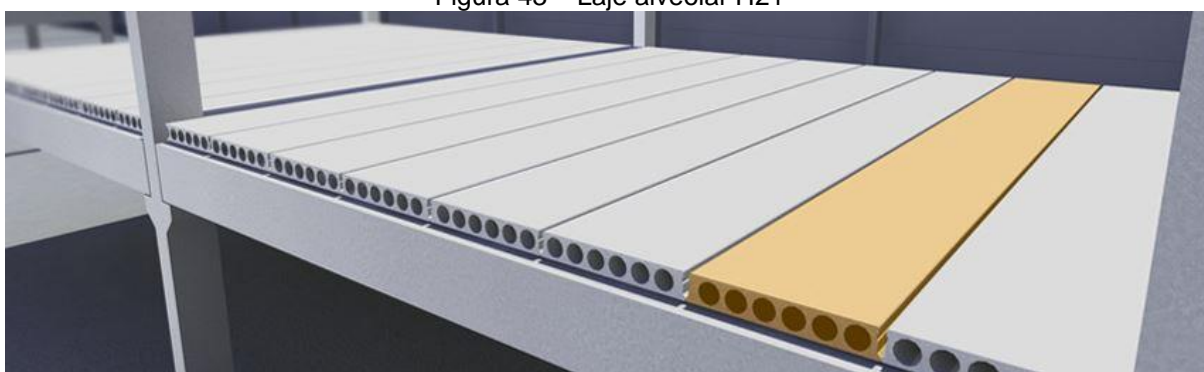


Fonte: Elaborado pelo autor

3.6 LAJE ALVEOLAR

Parte da edificação, especificamente o setor denominado por prédio administrativo, é somente térreo, sendo que outros locais possuem mais de um pavimento, destinado a escritórios. Dimensionadas de acordo com a carga tipo de escritório e vãos de apoio, usam-se lajes tipo H21 (21,0 centímetros de altura/espessura) com alvéolos longitudinais de Ø15,50 centímetros. A Figura 43 abaixo ilustra o supramencionado.

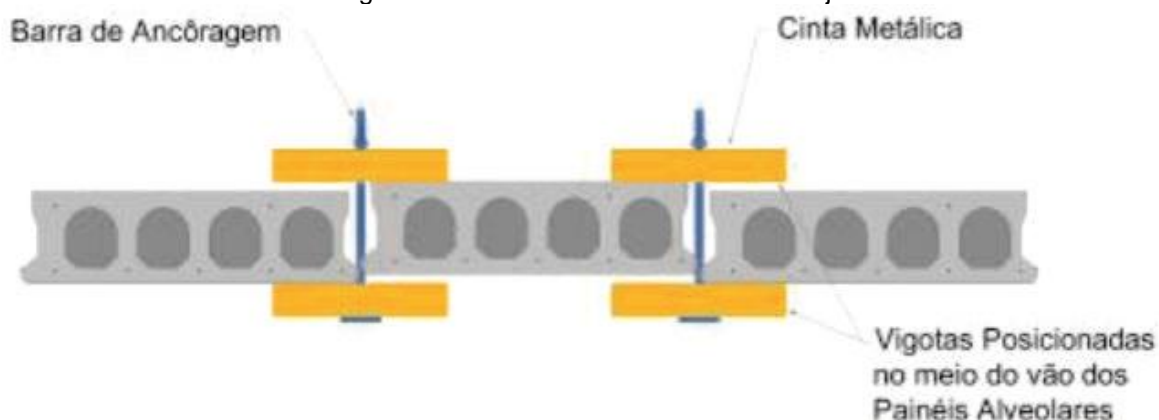
Figura 43 – Laje alveolar H21



Fonte: Laje Alveolar. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/laje-alveolar/>. Acesso em: 11 dez. 2017.

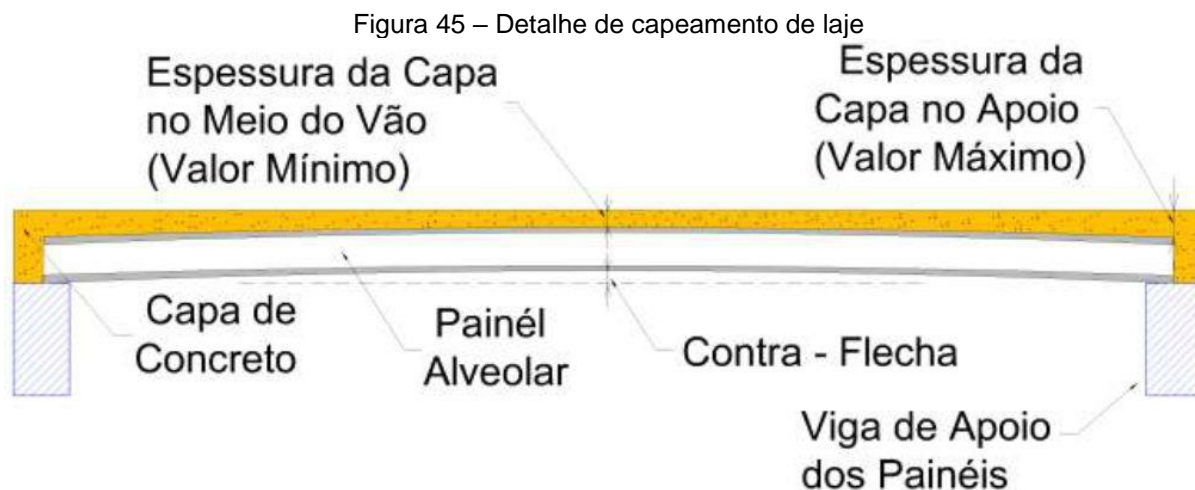
Apoiada em vigas com esperas e dispostas lado à lado, deixando vãos onde é feito o procedimento de chaveteamento ou rejuntamento conhecido popularmente, que deve obedecer o preconizado na Figura 44.

Figura 44 – Detalhe chaveteamento de laje



Fonte: 4.5 Equalização de Lajes Alveolares. Disponível em: <http://lajealveolar.com/site/landing-page/>. Acesso em: 11 dez. 2017.

Após o tempo de cura, é feito o capeamento da laje, que consiste em uma camada de espessura variável entre 5,0 e 7,0 centímetros (de centro para borda) em concreto armado com tela eletro soldada, como evidenciado na Figura 45 e Figura 46.



Fonte: 3.3.1 Armadura de Distribuição. Disponível em: <http://lajealveolar.com/site/landing-page/>. Acesso em: 11 dez. 2017.

Figura 46 – Execução de capeamento de laje



Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 COBERTURA

Em caráter ilustrativo, com a finalidade de demonstrar a diferença de cargas denotada pela diminuição brusca da seção do pilar após receber a viga, na Figura 47 é possível verificar a instalação da treliça metálica, sendo parte componente da cobertura, sendo esta última no estilo shed com lanternins e fechamento lateral em telha metálica trapezoidal.

Figura 47 – Instalação de treliça da cobertura metálica



Fonte: Elaborado pelo autor

4 PROJETO

Neste capítulo demonstram-se todos os dimensionamentos pertinentes aos projetos deste trabalho, sendo estes desenvolvimentos na observância do descrito no referencial bibliográfico.

4.1 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO: SAÍDAS DE EMERGÊNCIA E ELEMENTOS DO SISTEMA

Neste item explana-se sobre as verificações quando das condições da implantação do empreendimento, os meios utilizados para dimensionar a quantidade e tamanho das saídas de emergência da edificação, bem como os demais elementos do sistema de proteção na ocorrência de incêndio.

4.1.1 Considerações gerais

Precede à análise dos componentes de todo projeto de dimensionamento de estruturas para o suprimento de edificações em situação de incêndio na existência de duas ou mais destas em um mesmo lote, a hipótese destas atuarem como um único conjunto pela propagação do calor, seja por radiação, condução ou convecção, como prescrito na IT Nº07-INSTRUÇÃO TÉCNICA – Separação entre Edificações (2011, pág. 2).

Primeiramente, definiu-se, quanto à carga de incêndio, valendo-se do que se disciplina pela IT Nº14-INSTRUÇÃO TÉCNICA – Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco, na observância de seu tópico 5 e os aspectos pertinentes ao complexo de acordo com a Tabela 12 **Erro! Fonte de referência não encontrada.:**

Tabela 12 - Tabela de cargas de incêndio específicas por ocupação

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Educacional e cultura física	Escolas em geral	E-1/E2/E4/E6	300
Serviços automotivos e assemelhados	Estacionamentos	G-1/G-2	200
Locais de reunião de público	Restaurantes	F-8	300

Fonte: Instrução Técnica Nº14/2011. Acesso em: 26 de agosto de 2017.

Desta forma, se pôde classificar, conforme o tópico 6.1.1.7 da IT Nº14 (2011, pág. 5), a severidade da carga de incêndio para o isolamento de risco, sabendo-se que predomina o tipo E-1 para o edifício, como sendo de severidade I.

Logo, aplicou-se o estabelecido em seu tópico 6.1.2, obtendo-se a distância mínima de separação imposta ao projeto desta monografia para se garantir seu isolamento térmico, como exposto na Tabela 13:

Tabela 13: Cálculo da distância mínima de separação entre edificações para isolamento térmico

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Largura da edificação	l	137,50	m
Altura da edificação	h	10,50	m
Relação largura/altura da edificação	α	1,34	adimensional
Coeficiente de segurança da existência de corpo de bombeiros no município	β	1,50	adimensional
Área total de janela com eficiência de 80% para ventilação	A, janelas	198,00	m ²
Área total de vazios entre painéis pré-moldados	A, vazios	508,75	m ²
Área total da fachada	A, fachada	1443,75	m ²
Percentual de aberturas	y	48,95	%
Distância de separação segura entre edificações	D	15,57	m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conclui-se, portanto, na submissão as pranchas do projeto arquitetônico da edificação, onde a distância evidenciada entre o complexo existente e à construir é de 5,50m, que no que dispõe o item 2.2 da IT-Nº14, os sistemas pré-existentes deverão ser redimensionados de modo a considerar ambas as edificações como um único complexo, o que é descartado do escopo ao que se destina este projeto.

Todavia, projetos possíveis de independência são demonstrados na sequência.

4.1.2 Classificações e dimensionamentos da edificação

De acordo com as definições de projeto contidas nas plantas arquitetônicas dos pavimentos, o mesmo contém diferentes classificações de ocupação, sendo dois pavimentos destinados à área de estacionamento e um de fins educacionais, como destacado na Tabela 14.

Tabela 14 - Classificação da edificação quanto a sua ocupação

Tabela 1 - Classificação das edificações quanto à sua ocupação

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educativa e cultura física	E-1	Escolas em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro grau, cursos supletivos e pré-universitários e outros
		E-2	Escolas especiais	Escolas de artes e artesanatos, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros não incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapias e outros
		E-4	Centros de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escolas	Creches, escolas maternas, jardins-de-infância
		E-6	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e outros
G	Serviços automotivos	G-1	Garagens sem acesso de público e sem abastecimento	Garagens automáticas
		G-2	Garagens com acesso de público e sem abastecimento	Garagens coletivas não-automáticas em geral, sem abastecimento (exceto para veículos de carga e coletivos)
		G-3	Locais dotados de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento e serviço, garagens (exceto para veículos de carga e coletivos)
		G-4	Serviços de conservação, manutenção e reparos	Postos de serviço sem abastecimento, oficinas de conserto de veículos (exceto de carga e coletivos), borracharia (sem recauchutagem)
		G-5	Serviços de manutenção em veículos de grande porte e retificadoras em geral	Oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 30).

Este ainda se enquadra na classificação "M", destacada na Tabela 15, por conter pavimentos com altura de 3,50 metros cada, totalizando 10,50 metros.

Tabela 15 - Classificação quanto à sua altura
Tabela 2 - Classificação das edificações quanto à altura

Código	Tipo de edificação		Alturas contadas da soleira de entrada ao piso do último pavimento, não consideradas edículas no ático destinadas a casas de máquinas e terraços descobertos (H)
	Denominação		
K	Edificações térreas		Altura contada entre o terreno circundante e o piso da entrada igual ou inferior a 1,00 m
L	Edificações baixas		$H \leq 6,00$ m
M	Edificações de média altura		$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
N	Edificações medianamente altas		$12,00 \text{ m} < H < 30,00$ m
O	Edificações altas	0 - 1	$H > 30,00$ m ou
		0 - 2	Edificações dotadas de pavimentos recuados em relação aos pavimentos inferiores, de tal forma que as escadas dos bombeiros não possam atingi-las, ou situadas em locais onde é impossível o acesso de viaturas de bombeiros, desde que sua altura seja $H > 12,00$ m

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 32).

A área do maior pavimento equivale a 5.712,00 m². Já a área dos pavimentos abaixo da soleira é de 4.606,25m². Deste modo, a área total da edificação representada é de 14.924,50m², e, desta forma, enquadra-se nos seguintes códigos destacados na Tabela 16, logo abaixo:

Tabela 16 - Classificação quanto a sua dimensão
Tabela 3 - Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta

Natureza do enfoque		Código	Classe da edificação	Parâmetros de área
α	Quanto à área do maior pavimento (s_p)	P	De pequeno pavimento	$s_p < 750 \text{ m}^2$
		Q	De grande pavimento	$s_p \geq 750 \text{ m}^2$
β	Quanto à área dos pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada (s_s)	R	Com pequeno subsolo	$s_s < 500 \text{ m}^2$
		S	Com grande subsolo	$s_s \geq 500 \text{ m}^2$
γ	Quanto à área total S_t (soma das áreas de todos os pavimentos da edificação)	T	Edificações pequenas	$S_t < 750 \text{ m}^2$
		U	Edificações médias	$750 \text{ m}^2 \leq S_t < 1500 \text{ m}^2$
		V	Edificações grandes	$1500 \text{ m}^2 \leq S_t < 5000 \text{ m}^2$
		W	Edificações muito grandes	$A_t > 5000 \text{ m}^2$

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 33).

Se tendo como pré-requisito a metodologia construtiva da edificação como sendo a utilização de elementos em concreto pré-fabricado, o mesmo é classificado como edificação de difícil propagação de fogo, classificado com o código “Z” (vide Tabela 17), também em

concordância com o que cita o item 4.5.2.6 da mesma norma, em seu item A, onde encontra-se definido que para tal determinação, se deve que “sua estrutura seja de concreto armado ou protendido, calculado e executado conforme NBR 5627” (2001, p. 6).

Tabela 17 - Classificação quanto a suas características construtivas
Tabela 4 - Classificação das edificações quanto às suas características construtivas

Código	Tipo	Especificação	Exemplos
X	Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis	Prédios estruturados em madeira, prédios com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros
Y	Edificações com mediana resistência ao fogo	Edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos	Edificações com paredes-cortinas de vidro ("cristaleiras"); edificações com janelas sem peitoris (distância entre vergas e peitoris das aberturas do andar seguinte menor que 1,00 m); lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros
Z	Edificações em que a propagação do fogo é difícil	Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos	Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com parapeitos de alvenaria sob as janelas ou com abas prolongando os entrepisos e outros

Nota: Os prédios devem, preferencialmente, ser sempre projetados e executados dentro do tipo "Z".

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 28).

Para o dimensionamento da população geral da edificação, esta se estimou pela área total do projeto, sendo considerada no segundo pavimento uma pessoa por 1,50m² de área, com a área útil total de 2.048,80m² contabilizada a partir de oito salas de aula de 68,60m² e mais quinze salas de aula com 100,0m² cada, o que resulta numa população de 1.365 pessoas, sendo que nos andares de estacionamento se têm 192 vagas cada e população de parâmetro de uma pessoa para 40 vagas de veículos, obtendo-se, assim, uma população de cinco pessoas por andar.

No dimensionamento das portas levou-se em consideração a área de cada sala para cálculo de população e conseqüente largura mínima de saída, sendo que, as salas de padrão 10,0 x 10,0m (área de 100,0 m²) têm população máxima de 66 pessoas neste contexto. Com exigência em norma de 100,0 unidades de passagem, obtém-se a relação $66/100 = 0,66$ unidades de passagem. Como por definição o mínimo valor admissível é o de uma unidade de passagem, e a dimensão mínima para acessibilidade é de 0,90m de vão livre, adotou-se esta como padrão mínimo para todas as portas de salas de aula.

Se fez o dimensionamento da largura dos corredores de acordo com a população máxima que por estes transitará, tendo no corredor principal o ponto mais crítico, com 15

salas de aula de padrão de 100,0 m² com população de 66 pessoas cada, totalizando 990 indivíduos, com 9,9 unidades de passagem. Entretanto, a máxima exigência é de três unidades de passagem, o que representa 1,65m de largura, sendo este corredor projetado com 2,70m e corredor com menor população com 2,50m de largura, para garantir o fluxo livre e a acessibilidade.

Para dimensionamento das saídas de emergência, levando em consideração que todos os pavimentos terão saídas do tipo escada, acessos e descargas, e a capacidade de unidade de passagem sendo de igual a 0,55m, no pavimento de salas de aula é exigido 100 unidades de passagem. Dessa forma, dimensionou-se com 20,90m de saída dividido em diversos pontos, sendo este dotado de duas escadas enclausuradas com 1,50m de largura, saída de emergência à nordeste do edifício com 4,85m e para a edificação existente de 6,0m de largura, além de rampa com 7,90m de largura, alcançando-se, assim, o número de saídas de emergência do edifício. Todas as exigências estão destacadas na Tabela 18.

Tabela 18 - Dimensionamento de saídas

Tabela 5 - Dados para o dimensionamento das saídas					
Ocupação		População ^(A)	Capacidade da U. de passagem		
Grupo	Divisão		Acessos e descargas	Escadas ^(B) e rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório ^(C)	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento ^(D)			
B	-	Uma pessoa por 15,00 m ² de área ^{(E) (G)}	100	60	100
C	-	Uma pessoa por 3,00 m ² de área ^{(E) (H)}			
D	-	Uma pessoa por 7,00 m ² de área			
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)			
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área ^(F)	30	22	30
F	F-1	Uma pessoa por 3,00 m ² de área	100	75	100
	F-2, F-5, F-8	Uma pessoa por m ² de área ^{(E) (G)}			
	F-3, F-6, F-7	Duas pessoas por m ² de área ^(G) (1:0,5 m ²)			
	F-4	† ^(I)			
G	G-1, G-2, G-3	Uma pessoa por 40 vagas de veículo	100	60	100
	G-4, G-5	Uma pessoa por 20 m ² de área ^(E)			
H	H-1	Uma pessoa por 7 m ² de área ^(E)	60	45	100
	H-2	Duas pessoas por dormitório ^(C) e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento ^(D)			
	H-3	Uma pessoa e meia por leito + uma pessoa por 7,00 m ² de área de ambulatório ^(H)			
	H-4, H-5	† ^(I)			
I	-	Uma pessoa por 10,00 m ² de área	100	60	100
J	-	Uma pessoa por 30,00 m ² de área ^(I)			

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 29).

Com as classificações das tabelas anteriores é possível verificar as distâncias máximas a serem percorridas em caso de evacuação da edificação, destacadas na Tabela 19. Sendo assim, não foram utilizados chuveiros automáticos, lembrando-se que edificação é classificada como de tipologia “Z” (sendo mista), nos pavimentos de estacionamento há mais de uma saída, concluindo-se que a distância máxima para estes é de 50,0m, e para o pavimento de salas de aula é de 40,0m (este também com múltiplas saídas).

Tabela 19 - Distância máximas a serem percorridas

Tabela 6 - Distâncias máximas a serem percorridas					
Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Sem chuveiros automáticos		Com chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída	Saída única	Mais de uma saída
X	Qualquer	10,00 m	20,00 m	25,00 m	35,00 m
Y	Qualquer	20,00 m	30,00 m	35,00 m	45,00 m
Z	C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, I	30,00 m	40,00 m	45,00 m	55,00 m
	A, B, G-1, G-2, J	40,00 m	50,00 m	55,00 m	65,00 m

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 30).

Levando em consideração novamente que a edificação tem uso de ocupação mista, nos pavimentos de ocupação G-2, como observado na Tabela 20, é exigido o mínimo de duas saídas e escada tipo NE (do tipo comum), porém foram dotados com mais de duas saídas, considerando as escadas também como rotas de fuga. No pavimento tipo E-1 é exigido mínimo de duas saídas e escada tipo EP, onde também há mais de duas saídas.

Tabela 20 - Números de saídas e tipos de escadas

Tabela 7 - Número de saídas e tipos de escadas																			
Dimensão		P (área de pavimento ≤ 750 m²)									Q (área de pavimento > 750 m²)								
Altura		K			L			M			N			O					
Ocupação		N ^{sa}		Tipo esc.	N ^{sa}		Tipo esc.	N ^{sa}		Tipo esc.	N ^{sa}		Tipo esc.	N ^{sa}		Tipo esc.			
Gr.	Div.	N ^{sa}	N ^{sa}	Tipo esc.	N ^{sa}	Tipo esc.	N ^{sa}	Tipo esc.	N ^{sa}	Tipo esc.	N ^{sa}	Tipo esc.	N ^{sa}	Tipo esc.	N ^{sa}	Tipo esc.			
E	E-1	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-2	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-3	1	1	NE	1	NE	1	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-4	1	1	NE	1	NE	1	PF	3	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-5	1	1	NE	1	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
	E-6	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	3	PF
G	G-1	1	1	NE	1	NE	1	EP	2	2	2	2	NE	2	NE	2	NE	2	EP
	G-2	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	EP	2	2	NE	2	NE	2	EP	2	PF
	G-3	1	1	NE	1	EP**	1	PF	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	G-4	1	1	NE	1	NE	1	EP	1	PF	2	2	NE	2	EP	2	PF	2	PF
	G-5	1	1	NE	1	NE	-	-	-	-	2	2	NE	2	EP	-	-	-	-

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 30-31).

Como já implantado nas edificações existentes, a edificação anexa também conterá alarme de incêndio com rotas sinalizadas, como exigido na norma e destacado na Tabela 21.

Tabela 21 - Exigência de alarme

Tabela 8 - Exigência de alarme

Dimensões em planta		P					Q					
		K	L	M	N	O	K	L	M	N	O	
Alturas												
Classe e grupo de ocupação												
A					*	*			*	*	*	*
B				*	*	*			*	*	*	*
C				*	*	*			*	*	*	*
D				*	*	*			*	*	*	*
E			*	*	*	*			*	*	*	*
F	F-1, F-2, F-3			*	*	*			*	*	*	*
	F-4			*	*	*		*	*	*	*	*
	F-5		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	F-6		*	*	*	*		*	*	*	*	*
	F-7		*	*	-	-		*	*	-	-	
	F-8		*	*	*	*		*	*	*	*	*
G				*	*						*	*

Fonte: ABNT NBR-9077 (2001, p. 33).

4.1.3 Extintores de incêndio

Para locação e definição de tipos de extintores, foi consultada a Instrução Técnica Nº 21/2011 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio, que tem como princípio estabelecer critérios para proteção contra incêndio em edificações, onde determina os seguintes fatores para uso:

- a) Capacidade extintora;
- b) Distância máxima de caminamento (adotado 25,0 metros por conta de risco mínimo);
- c) Local de utilização e considerações de uso fim.

4.1.4 Iluminação de emergência

Para determinação de tipos e quantidades de componentes do sistema, foi verificado, conforme solicita a Instrução Técnica Nº 18/2011, que visa as condições necessárias para o projeto, escolhendo-se a de uso de blocos autônomos com autonomia mínima de uma hora, com distância máxima de 15,0 metros, atendendo assim todas as considerações gerais.

4.1.5 Sinalização de emergência

Para fixar as condições exigíveis pelos órgãos competentes foi observado a IT 20/2011 para satisfazer todo sistema de sinalização em edificações e áreas de risco. Por exigência de aprovação de projeto e obtenção de todos alvarás de funcionamento e construção, é exigido um projeto que determina os tipos e quais placas a usar no mesmo, porém não exige a locação do mesmo em planta, sendo assim é observado no Projeto de Incêndio, Folha 1, as tipologias e parâmetros a ser seguidos na execução desse sistema.

4.1.6 Quantitativo: extintores e iluminação

Conforme locação e distribuição das tipologias em projeto, chegou-se a seguinte quantidade de elementos para compor o sistema de proteção contra incêndio, conforme Tabela 22.

Tabela 22 - Quantitativo de extintores e iluminação de emergência

Quantitativo	
Item	Quantidade
Extintor - água pressurizada	11
Extintor - CO2	7
Luminária de aclareamento	87
Luminária de balizamento	9
Luminária de aclareamento: (com 2 farol de milha)	12

Fonte: Elaborado pelo Autor.

4.2 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS

Apresentam-se nos tópicos subsequentes as premissas de cálculo para a determinação das características das vigas da edificação (pré-dimensionamento).

O processo descrito para a viga tipo VT1PAV1CEN será repetido para as demais. Desta forma, referenciam-se nesta a teoria utilizada que fundamenta todas as outras.

4.2.1 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT1PAV1CEN

Denominam-se as vigas existentes no 1º pavimento da edificação em sua parte central de VT1PAV1CEN, onde deve-se entender como sendo as vigas de tipologia 1, localizadas no já mencionado pavimento, em seus pórticos centrais, também chamados de intermediários.

Para a definição da carga linear atuante nestas, considerou-se os carregamentos característicos abaixo listados:

1. Carga advinda do capeamento da laje alveolar – $gk1 = 1,25 \text{ kN/m}^2$;
2. Peso próprio da laje alveolar, definida como sendo da tipologia H21-08200, com espessura de 21,00 cm – $gk2 = 2,80 \text{ kN/m}^2$;
3. Carga acidental, considerando a utilização do piso como destinado a área de estacionamento – $qk = 3,00 \text{ kN/m}^2$.

Fundamentalmente, os conceitos que dão embasamento quanto aos carregamentos mencionados são baseados na norma ABNT NBR-6120 (1980, p. 1-4) e em tabelas para pré-dimensionamento de lajes alveolares (ANEXO A e ANEXO B).

Verificou-se, então, a situação do carregamento em E.L.U., onde são aplicados coeficientes de majoração aos fatores anteriores de acordo com a norma ABNT NBR-6118 (2014, p. 71), obtendo-se:

1. Capeamento – $gd1 = 1,40 \cdot 1,25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$;
2. Peso próprio da laje alveolar – $gd2 = 1,40 \cdot 2,80 = 3,92 \text{ kN/m}^2$;

3. Carga acidental variável principal – $q_d = 1,40 \cdot 3,00 = 4,20 \text{ kN/m}^2$.

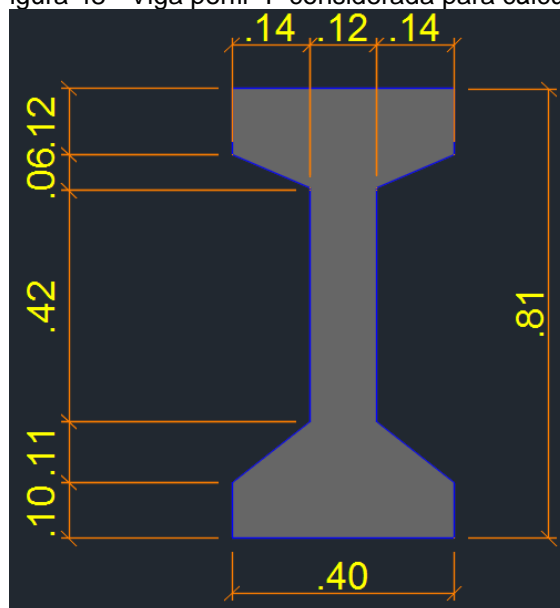
Denota-se a opção por não utilizar a possibilidade de minoração do coeficiente de acordo com a norma ABNT NBR-9062, tópico 8 (2006, p. 41).

A carga total (g_d+q_d) no pavimento é $p_{laje} = 4,20 + 3,92 + 1,75 = 9,87 \text{ kN/m}^2$. A reação das nervuras nas vigas, dado o posicionamento das vigas do empreendimento demonstrado nas pranchas de arquitetura como sendo no sentido de maior vão (11,0 m) e o processo descrito por CARVALHO (2014, p. 73-109), é expressa por:

$$PP_{VT1PAV1CEN} = p_{laje} \cdot l_y = 9,87 \cdot 11,00 = 108,57 \text{ kN/m}$$

Definiu-se também, à priori, que a viga VT1PAV1CEN tem uma seção transversal de área de $0,183 \text{ m}^2$ (perfil I), que pode ser observada na Figura 48:

Figura 48 - Viga perfil "I" considerada para cálculo



Fonte: Elaborado pelo autor.

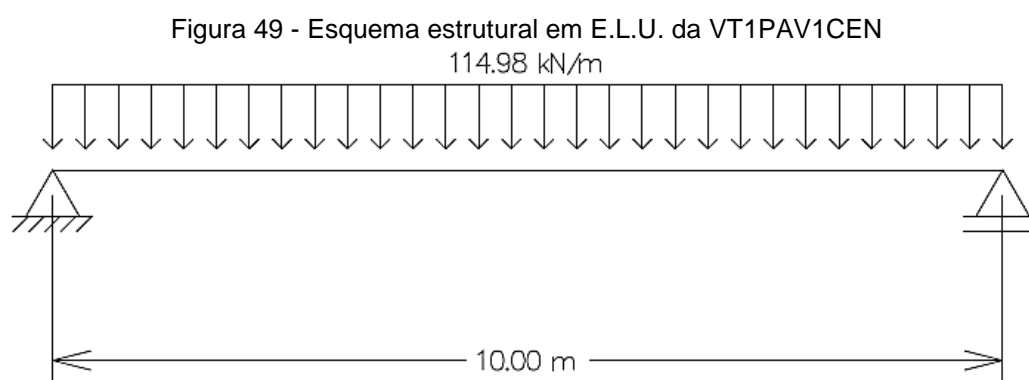
Sendo assim, podemos somar à carga definida anteriormente o valor do peso próprio desta viga, como demonstrado na sequência:

$$PP_{VT1PAV1CEN} = 1,40 \times 0,183 \times 25,00 = 6,41 \text{ kN/m}$$

Deste modo, a carga linear total atuante na VT1PAV1CEN (laje = 108,57 kN/m; Peso próprio = 6,41 kN/m) é dada por:

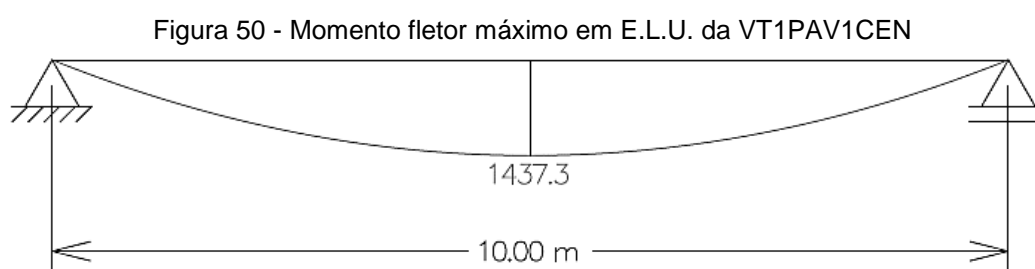
$$P_{VT1PAV1CEN} = 108,57 + 6,41 = 114,98 \text{ kN/m}$$

A seguir, o esquema estrutural (já em ELU) da viga VT1PAV1CEN que foi projetada pode ser observado na Figura 49, sendo disposto no software Ftool:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o detalhamento da viga VT1PAV1CEN em sua seção transversal, calculou-se a armação através do método do KMD, sendo caracterizada por seção de momento positivo no trecho de 10,0 m. A Figura 50 indica os esforços de momento fletor atuante ao longo da viga obtidos também no software Ftool:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em última etapa, com tais características já definidas, partiu-se para o dimensionamento das armaduras de acordo com as considerações demonstradas na Tabela 23, também com base em CARVALHO (2014, p. 111-147):

Tabela 23 - Dimensionamento da armadura principal da VT1PAV1CEN

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento de cálculo	Md	1437,30	kN/m
Momento atuante	Mk	1026,64	kN/m
Largura da viga	bw	0,40	m
Altura útil	d'	0,75	m
Resistência do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência do aço	fyk	50,00	kN/cm ²
KMD	-	0,22	adimensional
KX	-	0,39	adimensional
KZ	-	0,84	adimensional
Área de aço	As	52,21	cm ²

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta seção, para obter-se um valor de $KX < 0,45$, ou seja, para que a viga não trabalhe no DOMÍNIO 4, requisita-se uma seção mínima de 0,40 x 0,85 m, o emprego de concreto com resistência à compressão de 40,00 MPa, além de área de aço equivalente a utilização de 11 barras de diâmetro nominal (\emptyset) de 25mm (área de aço equivalente a 55,0 cm²), tornando-se, assim, um projeto antieconômico para a metodologia básica de concreto armado, possuindo como eficaz opção a utilização de estrutura pré-tracionada (protendida).

4.2.2 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT2PAV1CAN

As vigas existentes no 1º pavimento da edificação em sua parte externa são denominadas neste projeto como VT2PAV1CAN, sendo as vigas de tipologia 2, localizadas ainda no 1º pavimento, em seus pórticos laterais ou de extremidade.

Para a definição da carga linear atuante nestas, considerou-se os carregamentos característicos e, conseqüentemente, também em E.L.U. listados para a composição da VT1PAV1CEN.

Assim sendo, carga total (gd+qd) no pavimento é também dada por $p_{laje} = 4,20 + 3,92 + 1,75 = 9,87$ kN/m². Todavia, devido à localização destes pórticos, somente metade da área de influência de cada laje compõe seu carregamento, resultando em:

$$PP_{VT2PAV1CAN} = Plaje \cdot ly = 9,87 \cdot 11,00 \cdot 0,5 = 54,29 \text{ kN/m}$$

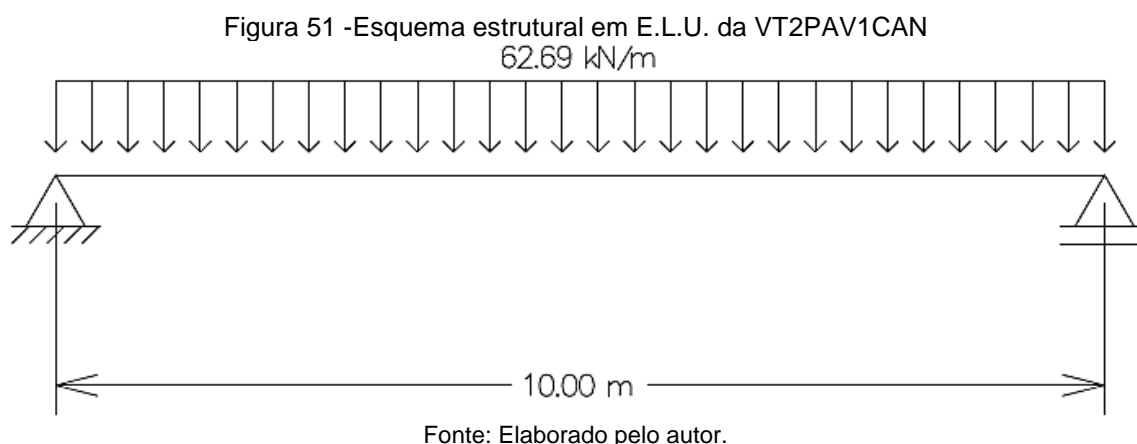
Em processo análogo ao da VT1PAV1CEN, se assumiu a existência de uma viga com seção transversal de 40,0 x 60,0 cm, sendo retangular, com o objetivo de realizar não somente o suporte e transmissão das cargas do pavimento para os pilares, mas também o fechamento lateral da estrutura. Sendo assim, pôde-se somar à carga definida anteriormente o valor do peso próprio desta viga, como demonstrado na sequência:

$$PP_{VT2PAV1CAN} = 1,40 \times 0,40 \text{ m} \cdot 0,60 \text{ m} \times 25,00 \text{ kN/m}^3 = 8,40 \text{ kN/m}$$

Assim, a carga linear total atuante na VT2PAV1CAN (laje = 54,29 kN/m; Peso próprio = 8,40 kN/m) é dada por:

$$P_{VT2PAV1CAN} = 54,29 + 8,40 = 62,69 \text{ kN/m}$$

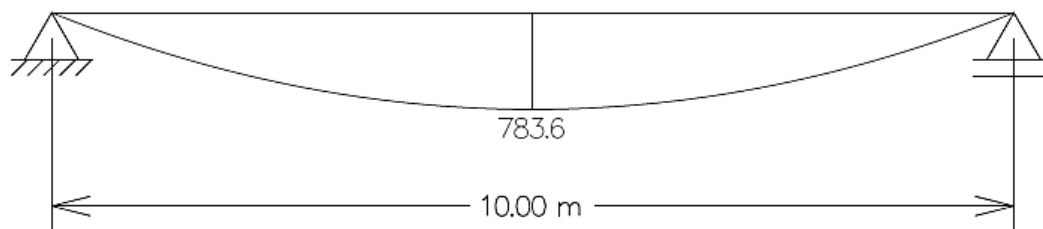
A seguir, o esquema estrutural (já em ELU) da viga VT2PAV1CAN que foi projetada pode ser observado na Figura 51, sendo este disposto no software Ftool:



Para seu detalhamento em seção transversal, calculou-se a armação também através do método do KMD, sendo caracterizada por seção de momento positivo no trecho de 10,0 m. A

Figura 52 evidencia os esforços de momento fletor atuantes na viga, obtidos da utilização do software Ftool:

Figura 52 - Momento fletor máximo em E.L.U. da VT2PAV1CAN



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com estas características determinadas, dimensionou-se as armaduras como pode ser observado na Tabela 24:

Tabela 24 - Dimensionamento da armadura principal da VT2PAV1CAN

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento de cálculo	Md	783,60	kN/m
Momento atuante	Mk	559,71	kN/m
Largura da viga	bw	0,40	m
Altura útil	d'	0,55	m
Resistência do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência do aço	fyk	50,00	kN/cm ²
KMD	-	0,23	adimensional
KX	-	0,40	adimensional
KZ	-	0,84	adimensional
Área de aço	As	38,94	cm ²

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para se obter um valor de $KX < 0,45$, para que esta não trabalhe no DOMÍNIO 4, necessita-se de uma seção mínima de 0,40 x 0,55 m, o uso de concreto com resistência à compressão de 40,00 MPa, com área de aço igual ao emprego de 8 barras de diâmetro nominal (\emptyset) de 25mm (área de aço equivalente a 40,0 cm²), tornando-se, assim, ainda um projeto antieconômico onde ainda a utilização de estrutura pré-tracionada (protendida) se apresenta como melhor solução.

4.2.3 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT3PAV2CEN

São intituladas de VT3PAV2CEN as vigas localizadas no 2º pavimento do edifício em sua parte central, onde se deve compreender como sendo as vigas de tipologia 3, localizadas no já mencionado pavimento, em seus pórticos centrais ou também chamados de intermediários.

Para a determinação da carga linear atuante nestas, levou-se em consideração os carregamentos característicos abaixo listados:

1. Carga advinda do capeamento da laje alveolar – $gk1 = 1,25 \text{ kN/m}^2$;
2. Peso próprio da laje alveolar, definida como sendo da tipologia H26-07200, com espessura de 26,00 cm – $gk2 = 3,32 \text{ kN/m}^2$;
3. Revestimento cerâmico para as áreas secas e úmidas – $gk3 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
4. Ação provenientes da existência de alvenarias das salas de aula em seção tipo, sendo 27 m x 3,50 m x 2,0 kN/m² em área de 110,00 m²) – $gk4 = 1,72 \text{ kN/m}^2$;
5. Carga acidental, considerando a utilização do piso como destinado a salas de aula – $qk = 3,00 \text{ kN/m}^2$.

Verificou-se, então, a situação do carregamento em E.L.U., onde são aplicados coeficientes de majoração aos fatores anteriores, obtendo-se:

1. Capeamento – $gd1 = 1,40 \cdot 1,25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$;
2. Peso próprio da laje alveolar – $gd2 = 1,40 \cdot 3,32 = 4,65 \text{ kN/m}^2$;
3. Revestimento cerâmico – $gd3 = 1,40 \cdot 0,40 = 0,56 \text{ kN/m}^2$;
4. Alvenarias – $gd4 = 1,40 \cdot 1,72 = 2,41 \text{ kN/m}^2$;
5. Carga acidental variável principal – $qd = 1,40 \cdot 3,00 = 4,20 \text{ kN/m}^2$.

A carga total ($gd+qd$) no pavimento é $p_{laje} = 1,75 + 4,65 + 0,56 + 2,41 + 4,20 = 13,57 \text{ kN/m}^2$. A reação das nervuras nas vigas é expressa por:

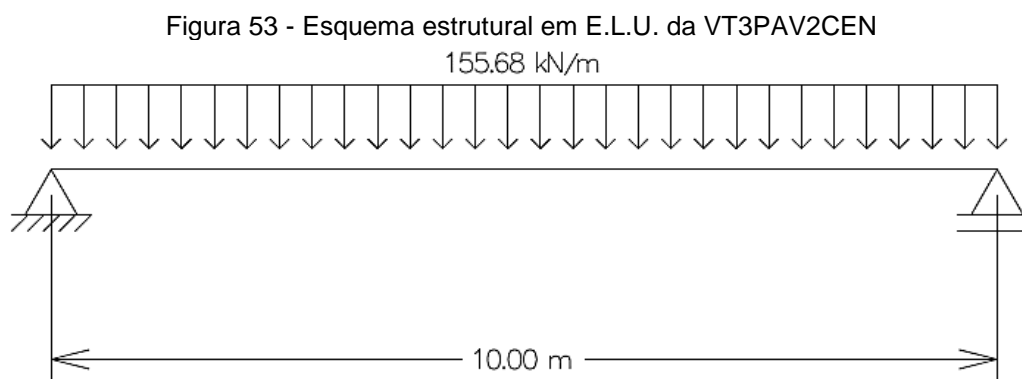
$$PP_{VT1PAV1CEN} = P_{laje} \cdot l_y = 13,57 \cdot 11,00 = 149,27 \text{ kN/m}$$

Adotou-se também o mesmo perfil de viga mencionado para a VT1PAV1CEN, possuindo esta carga linear equivalente a $PP_{VT3PAV2CEN} = 1,40 \times 0,183 \text{ m}^2 \times 25,0 \text{ kN/m}^3 = 6,41 \text{ kN/m}$.

Deste modo, a carga linear total atuante na VT3PAV2CEN (laje = 149,27 kN/m; Peso próprio = 6,41 kN/m) é dada por:

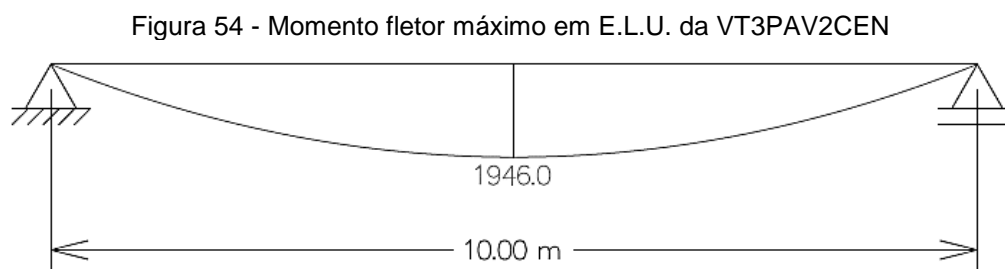
$$P_{VT3PAV2CEN} = 149,27 + 6,41 = 155,68 \text{ kN/m}$$

O esquema estrutural (já em E.L.U.) da viga VT3PAV2CEN pode ser observado na Figura 53, sendo este produzido no software Ftool:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para seu detalhamento em seção transversal, utilizou-se novamente o método do KMD, sendo caracterizada por seção de momento positivo no trecho de 10,0 m. A Figura 54 indica os esforços de momento fletor atuantes ao longo da viga, obtidos no software Ftool:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como demonstrado anteriormente, se partiu para o dimensionamento das armaduras de acordo com as considerações demonstradas na Tabela 25:

Tabela 25 - Dimensionamento da armadura principal da VT3PAV2CEN

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento de cálculo	Md	1946,00	kN/m
Momento atuante	Mk	1390,00	kN/m
Largura da viga	bw	0,40	m
Altura útil	d'	0,85	m
Resistência do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência do aço	fyk	50,00	kN/cm ²
KMD	-	0,24	adimensional
KX	-	0,42	adimensional
KZ	-	0,83	adimensional
Área de aço	As	63,16	cm ²

Fonte: Elaborado pelo autor.

Respeitando-se um valor de $KX < 0,45$ pelas razões já mencionadas, precisa-se uma seção mínima de $0,40 \times 0,85$ m, o emprego de concreto com resistência à compressão de 40,00 MPa, com o uso de área de aço equivalente a utilização de 13 barras de diâmetro nominal (\emptyset) de 25mm (área de aço equivalente a 65,0 cm²), tornando-se, um projeto antieconômico para a metodologia básica de concreto armado.

4.2.4 Memorial de cálculo para o dimensionamento de vigas – VT4PAV2CAN

As vigas alocadas no 2º pavimento da edificação em sua parte externa/lateral são denominadas de VT4PAV2CAN, sendo as vigas de tipologia 4, localizadas ainda no 2º pavimento, em seus pórticos laterais ou de extremidade.

Para a definição de sua carga linear, considerou-se os mesmos carregamentos característicos e, conseqüentemente, também em E.L.U, listados para a composição da VT3PAV2CEN.

Sendo assim, carga total (gd+qd) no pavimento é também dada por $p_{laje} = 1,75 + 4,65 + 0,56 + 2,41 + 4,20 = 13,57$ kN/m². Todavia, analogamente ao processo listado para as vigas VT2PAV1CAN, somente metade da área de influência de cada laje compõe seu carregamento, resultado em:

$$PP_{VT2PAV1CAN} = Plaje \cdot ly = 13,57 \cdot 11,00 \cdot 0,5 = 74,64 \text{ kN/m}$$

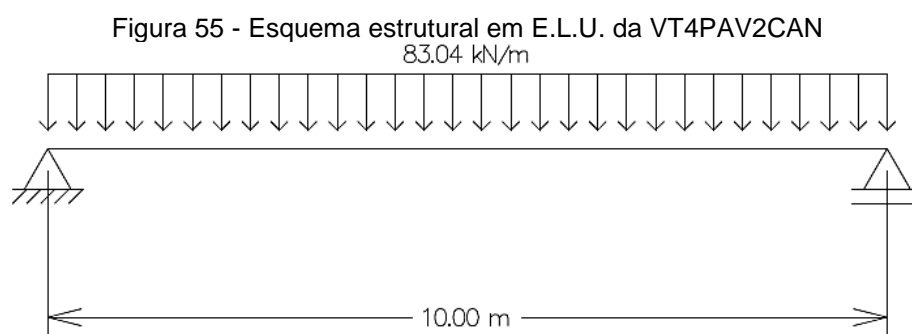
Em processo igual ao da VT2PAV1CAN, se assumiu a existência de uma viga com seção transversal de 40,0 x 60,0 cm com a mesma justificativa. Sendo assim, somou-se à carga definida anteriormente o valor do peso próprio desta viga, como demonstrado na sequência:

$$PP_{VT2PAV1CAN} = 1,40 \times 0,40 \text{ m} \cdot 0,60 \text{ m} \times 25,00 \text{ kN/m}^3 = 8,40 \text{ kN/m}$$

Assim, a carga linear total atuante na VT2PAV1CAN (laje = 74,64 kN/m; Peso próprio = 8,40 kN/m) é dada por:

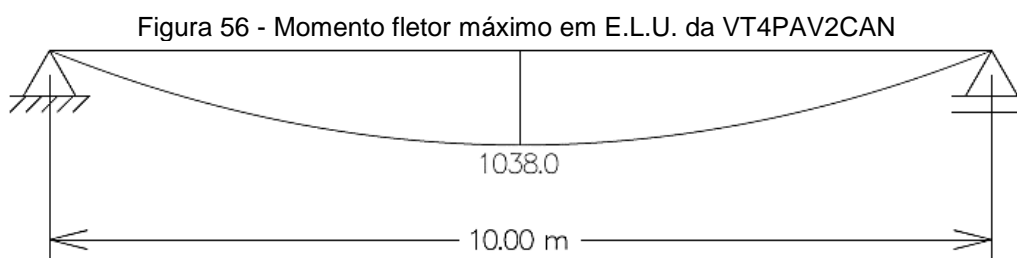
$$P_{VT2PAV1CAN} = 74,64 + 8,40 = 83,04 \text{ kN/m}$$

A seguir, o esquema estrutural (já em ELU) da viga VT2PAV1CAN que foi projetada pode ser observado na Figura 55, sendo este disposto no software Ftool:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Calculou-se, então, a armação também através do método do KMD, sendo caracterizada por seção de momento positivo no trecho de 10,0 m. A Figura 56 evidencia os esforços de momento fletor atuantes na viga, obtidos no software Ftool:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Determinadas estas características, dimensionou-se as armaduras como na Tabela 26:

Tabela 26 - Dimensionamento da armadura principal da VT4PAV2CAN

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento de cálculo	Md	1038	kN/m
Momento atuante	Mk	741,43	kN/m
Largura da viga	bw	0,4	m
Altura útil	d'	0,65	m
Resistência do concreto	fck	40000	kN/m ²
Resistência do aço	fyk	50	kN/cm ²
KMD	-	0,22	adimensional
KX	-	0,37	adimensional
KZ	-	0,85	adimensional
Área de aço	As	43,14	cm ²

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para se obter um valor de $KX < 0,45$, para que esta não trabalhe no DOMÍNIO 4, necessita-se de uma seção mínima de 0,40 x 0,65 m, o uso de concreto com resistência à compressão de 40,00 MPa, com área de aço igual ao emprego de 9 barras de diâmetro nominal (\emptyset) de 25mm (área de aço equivalente a 45,0 cm²), também se caracterizando como um projeto antieconômico como já mencionado.

4.3 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA A ESTABILIDADE GLOBAL DO EDIFÍCIO

De modo a conceber estrutura estável quando da incidência da ação de vento nesta, iniciou-se pela verificação da deformação máxima (δ) limite em seu topo, como verificado na Tabela 27, baseando-se na norma ABNT NBR-9062 (2006, p.14):

Tabela 27 - Cálculo da deformação máxima (δ) admissível

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Altura total do edifício	H	1050	cm
Deformação máxima	δ	0,875	cm

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fez-se uso do software Ftool, que é um programa gráfico para análise estrutural de pórticos planos, para simulação e validação das definições do projeto.

As condições adotadas para possibilitar cálculo da incidência e ação de vento na estrutura proposta, na observância das isopletras de velocidade básica advindas da norma ABNT NBR-6123 (1988, p. 6), destacando-se sua região e local de implantação, podem ser observadas na Tabela 28:

Tabela 28 - Definições primárias para consideração de carga advinda da ação do vento na estrutura

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Velocidade básica da região de implantação	V_0	40,00	m/s
Fator topográfico de terreno	S_1	1,00	adimensional
Fator estatístico relacionado a segurança da edificação após tempestade destrutiva, variando com o tipo de ocupação	S_3	1,00	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 29 são demonstrados os demais fatores considerados para o cálculo da carga distribuída em estado limite último (E.L.U) incidente no pavimento térreo, e esta, propriamente dita. Os mesmos fatores são advindos da análise da norma ABNT NBR-6123:1988.

Tabela 29 - Ação de vento no pavimento térreo (PAV0) da edificação

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pavimento da edificação considerado	PAV0	-	-
Altura entre o pavimento térreo e o pavimento considerado	z	3,50	m
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	b	0,93	adimensional
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	p	0,115	adimensional
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	F_R	1,00	adimensional
Fator de rugosidade do terreno, dependente da categoria e classe da edificação.	S_2	0,82	adimensional
Velocidade característica de projeto da região de implantação	V_k	32,97	m/s
Pressão de obstrução advinda da ação do vento	q	0,67	kN/m ²
Distância entre pilares na face de incidência de vento analisada	Pórtico	10,00	m
Pressão de obstrução advinda da ação do vento no pórtico	p	6,66	kN/m
Característica do fluxo de vento	Fluxo de vento	Não turbulento	-
Menor dimensão em planta da edificação	L_1	137,50	m

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Maior dimensão em planta da edificação	L2	33,50	m
Altura total da edificação	h	10,50	m
Relação entre a maior e a menor dimensão em planta da edificação	L1/L2	4,10	adimensional
Relação entre a altura da edificação e sua menor dimensão em planta	h/L1	0,076	adimensional
Coefficiente de arrasto	Ca	1,30	adimensional
Pressão de obstrução advinda da ação do vento no pórtico considerando arrasto	p.Ca	8,66	kN/m
Coefficiente de majoração para E.L.U	coef. maj.	1,40	adimensional
Carga distribuída de cálculo advinda da ação do vento em E.L.U	qd	12,13	kN/m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o 1º pavimento do edifício, com os mesmos princípios admitidos para o pavimento térreo, deve-se observar a Tabela 30:

Tabela 30 - Ação de vento no 1º pavimento (PAV1) da edificação

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pavimento da edificação considerado	PAV1	-	-
Altura entre o pavimento térreo e o pavimento considerado	z	7,00	m
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	b	0,93	adimensional
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	p	0,115	adimensional
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	F _R	1,00	adimensional
Fator de rugosidade do terreno, dependente da categoria e classe da edificação.	S ₂	0,89	adimensional
Velocidade característica de projeto da região de implantação	V _k	35,71	m/s
Pressão de obstrução advinda da ação do vento	Q	0,78	kN/m ²
Distância entre pilares na face de incidência de vento analisada	Pórtico	10,00	m
Pressão de obstrução advinda da ação do vento no pórtico	p	7,81	kN/m
Característica do fluxo de vento	Fluxo de vento	Não turbulento	-
Menor dimensão em planta da edificação	L1	137,50	m
Maior dimensão em planta da edificação	L2	33,50	m
Altura total da edificação	h	10,50	m
Relação entre a maior e a menor dimensão em planta da edificação	L1/L2	4,10	adimensional
Relação entre a altura da edificação e sua menor dimensão em planta	h/L1	0,076	adimensional
Coefficiente de arrasto	Ca	1,30	adimensional
Pressão de obstrução advinda da ação do vento no pórtico considerando arrasto	p.Ca	10,16	kN/m
Coefficiente de majoração para E.L.U	coef. maj.	1,40	adimensional
Carga distribuída de cálculo advinda da ação do vento em E.L.U	qd	14,22	kN/m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já para o 2º pavimento deste, repetindo-se os procedimentos mencionados anteriormente, vale o disposto na Tabela 31:

Tabela 31 - Ação de vento no 2º pavimento (PAV2) da edificação

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pavimento da edificação considerado	PAV0	-	-
Altura entre o pavimento térreo e o pavimento considerado	z	10,5	m
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	b	0,93	adimensional
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	p	0,115	adimensional
Fator meteorológico relacionado a classe e categoria da edificação (categoria III; classe C).	F _R	1,00	adimensional
Fator de rugosidade do terreno, dependente da categoria e classe da edificação.	S ₂	0,94	adimensional
Velocidade característica de projeto da região de implantação	V _k	37,41	m/s
Pressão de obstrução advinda da ação do vento	q	0,86	kN/m ²
Distância entre pilares na face de incidência de vento analisada	Pórtico	10,00	m
Pressão de obstrução advinda da ação do vento no pórtico	p	8,58	kN/m
Característica do fluxo de vento	Fluxo de vento	Não turbulento	-
Menor dimensão em planta da edificação	L1	137,50	m
Maior dimensão em planta da edificação	L2	33,50	m
Altura total da edificação	H	10,50	m
Relação entre a maior e a menor dimensão em planta da edificação	L1/L2	4,10	adimensional
Relação entre a altura da edificação e sua menor dimensão em planta	h/L1	0,076	adimensional
Coeficiente de arrasto	Ca	1,30	adimensional
Pressão de obstrução advinda da ação do vento no pórtico considerando arrasto	p.Ca	11,15	kN/m
Coeficiente de majoração para E.L.U	coef. maj.	1,40	adimensional
Carga distribuída de cálculo advinda da ação do vento em E.L.U	qd	15,61	kN/m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Definidos os esforços existentes em cada pavimento, valendo-se do memorial de cálculo exposto no MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS e seus derivados, e tratando-se de estrutura de nós móveis, para a consideração dos efeitos da não linearidade física nos elementos pilar e viga, admitiu-se o determinado no item 15.7.3 da norma ABNT NBR 6118:2014, sendo obtidos o que se observa na Tabela 32:

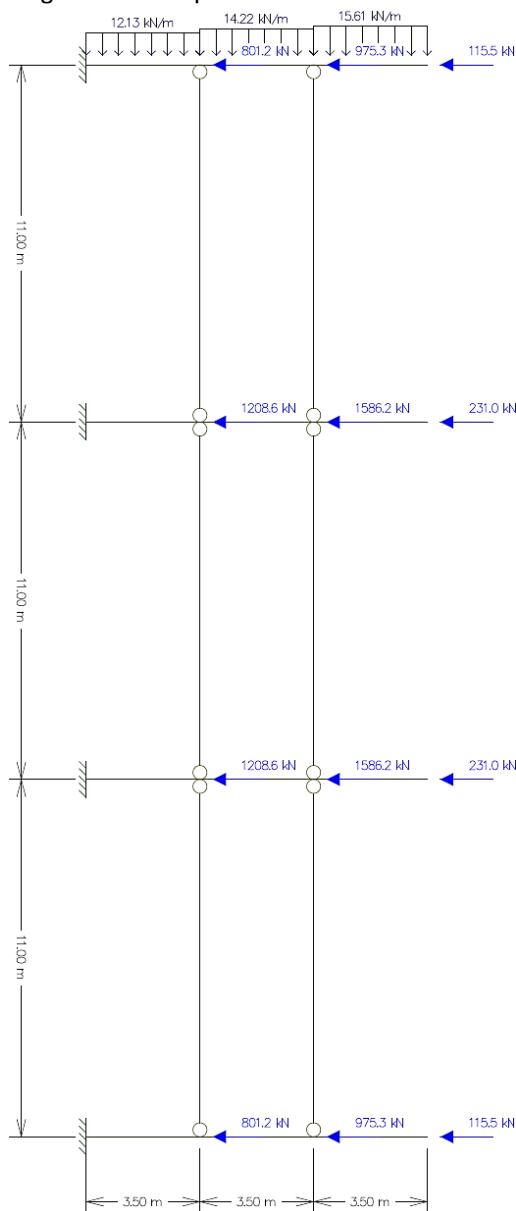
Tabela 32 - Rigidez secante de pilares e vigas

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Rigidez secante para pilares	(EI)sec, pil	24083,9	kN/m ²
Rigidez secante para vigas	(EI)sec, viga	12042,0	kN/m ²

Fonte: Elaborado pelo autor.

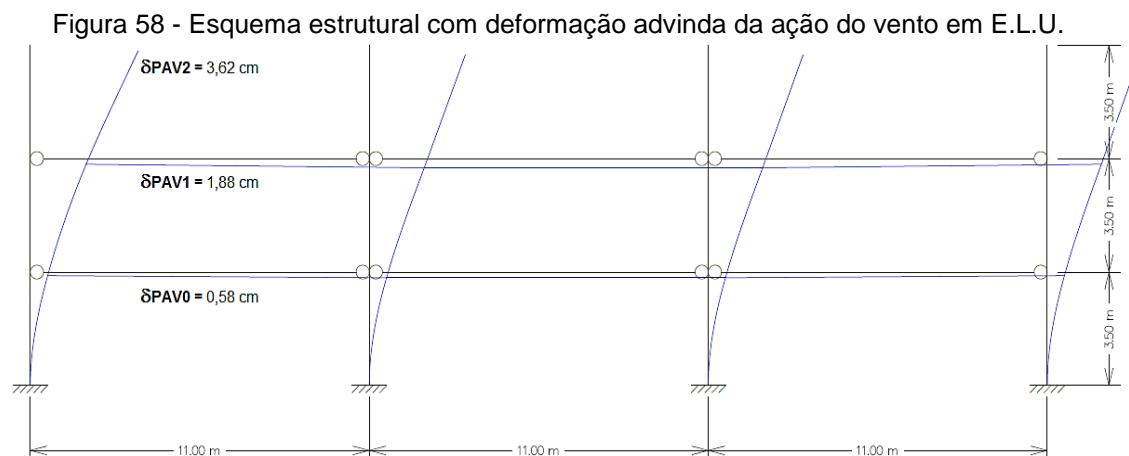
Desta maneira, o esquema estrutural da edificação em E.L.U. na sua menor dimensão de análise em planta (lado mais crítico) pode ser observado na Figura 57:

Figura 57 - Esquema estrutural em E.L.U



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o auxílio da ferramenta mencionada, verificou-se a deformação localizada na extremidade de cada pavimento, como na Figura 58:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Simplificadamente, são representados apenas os vãos das vigas, pois estes são os efetivos para o efeito de cálculo de cargas.

Conhecendo-se as cargas incidentes no bordo esquerdo dos pórticos e também a deformação nestes, calculou-se o momento de 2ª ordem existente no prédio, de acordo com a Tabela 33:

Tabela 33 - Cálculo do momento de 2ª ordem total incidente

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento de 2ª ordem, pavimento 0	M 2ª ordem, PAV0	4,65	kN.m
Momento de 2ª ordem, pavimento 1	M 2ª ordem, PAV1	18,34	kN.m
Momento de 2ª ordem, pavimento 2	M 2ª ordem, PAV2	4,18	kN.m
Momento de 2ª ordem, total	M 2ª ordem, total	27,16	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, se faz o cálculo para a determinação do momento de 1ª ordem pertinente as cargas concentradas derivadas da ação do vento no ponto médio do pilar onde esta se localiza (observar Tabela 34).

Tabela 34 - Cálculo do momento de 1ª ordem total incidente

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento de 1ª ordem, pavimento 0	M 1ª ordem, PAV0	74,30	kN.m
Momento de 1ª ordem, pavimento 1	M 1ª ordem, PAV1	261,29	kN.m
Momento de 1ª ordem, pavimento 2	M 1ª ordem, PAV2	478,06	kN.m
Momento de 1ª ordem, total	M 1ª ordem, total	813,65	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conhecendo-se ambos os valores de momento, determinou-se o valor do coeficiente $\gamma_z = 1,03$, o que caracterizou a edificação como estável, conceitualmente de nós fixos e com efeitos de segunda ordem praticamente inexistentes.

Por fim, em posse das informações, conceitos e determinações dispostas neste memorial, tornou-se possível a aplicação destes valores para a simulação da situação desejada (ver Tabela 27), onde, para a verificação de abertura de fissuras em edifícios no estado limite de serviço, sendo as cargas advindas do vento a ação variável principal, definiu-se com embasamento no tópico 11.7 da norma ABNT NBR 6118:2014 o coeficiente ponderador (γ_f) sendo igual a 0,30 em combinação quase permanente.

Deste modo, obtêm-se o disposto na Tabela 35:

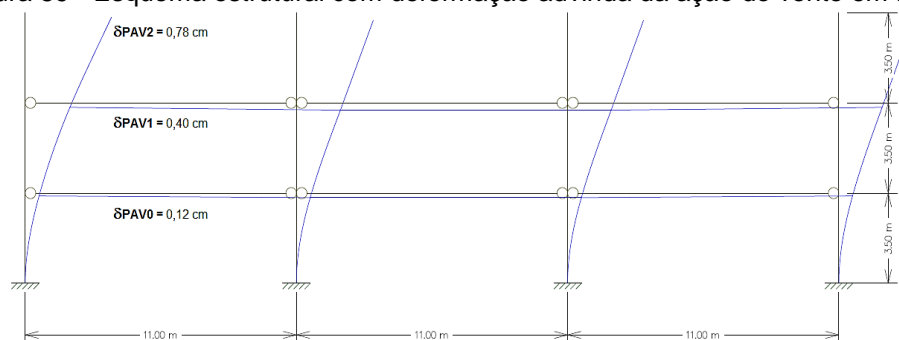
Tabela 35 - Ação ponderada característica advinda da ação de vento de projeto

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Coefficiente geral de ponderação em combinação quase permanente	γ_f	0,30	adimensional
Carga ponderada incidente no pavimento 0	$p'.Ca, \text{ pav } 0$	2,60	kN/m
Carga ponderada incidente no pavimento 1	$p'.Ca, \text{ pav } 1$	3,05	kN/m
Carga ponderada incidente no pavimento 2	$p'.Ca, \text{ pav } 2$	3,35	kN/m

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 59 ilustra o esquema estático resultante das considerações da Tabela 35:

Figura 59 - Esquema estrutural com deformação advinda da ação do vento em E.L.S.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Certificou-se, portanto, o atendimento ao requisito mínimo de deformação, garantindo, por fim, a estabilidade global da estrutura.

4.4 MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE PILARES

Para o dimensionamento dos pilares deste projeto, determinou-se a incidência de cargas pontuais existentes em cada topo de acordo com a seção abordada. São cargas pontuais existentes em pilares as expostas na Tabela 36:

Tabela 36 - Cargas pontuais sobre pilares

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilares tipo 0,40 x 0,60 x 3,50 m	-	29,4	kN
Painel pré-moldado 0,12 x 2,50 x 11,00 m	-	115,5	kN

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda é requisitado também, para o correto dimensionamento destes elementos, a transferência das cargas lineares que ocorrem sobre as vigas como cargas pontuais também sobre estes, como demonstrado no MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS e seus subitens, possibilitando a obtenção do listado na Tabela 37:

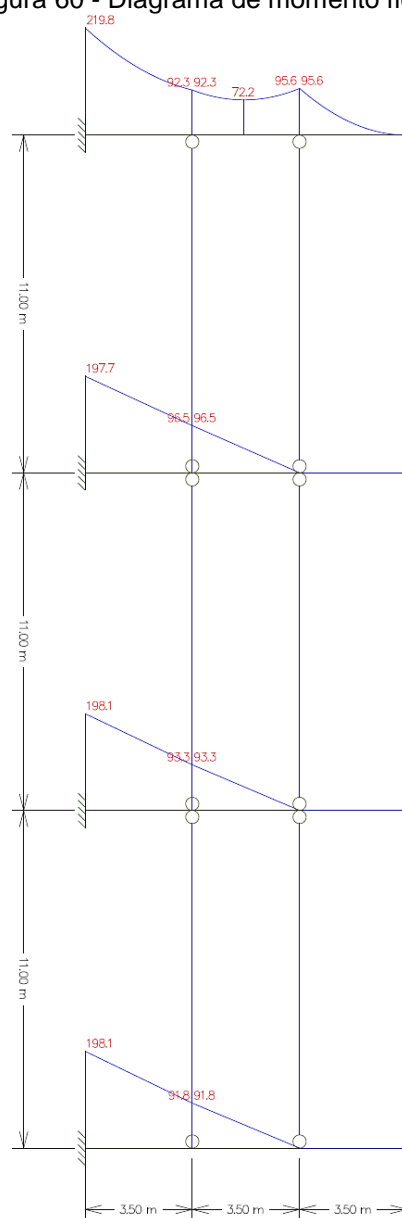
Tabela 37 - Cargas pontuais advindas do pavimento sobre pilares

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pavimento 01, pilar de face	-	801,20	kN
Pavimento 01, pilar de centro	-	1208,60	kN
Pavimento 02, pilar de face	-	975,30	kN
Pavimento 02, pilar de centro	-	1586,20	kN
Cobertura, pilar de face	-	115,50	kN
Cobertura, pilar de centro	-	231,00	kN

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por consequência, a Figura 60 e Figura 61 demonstram os diagramas de momento fletor e força normal pertinentes aos pórticos/componentes do sistema estrutural, respectivamente.

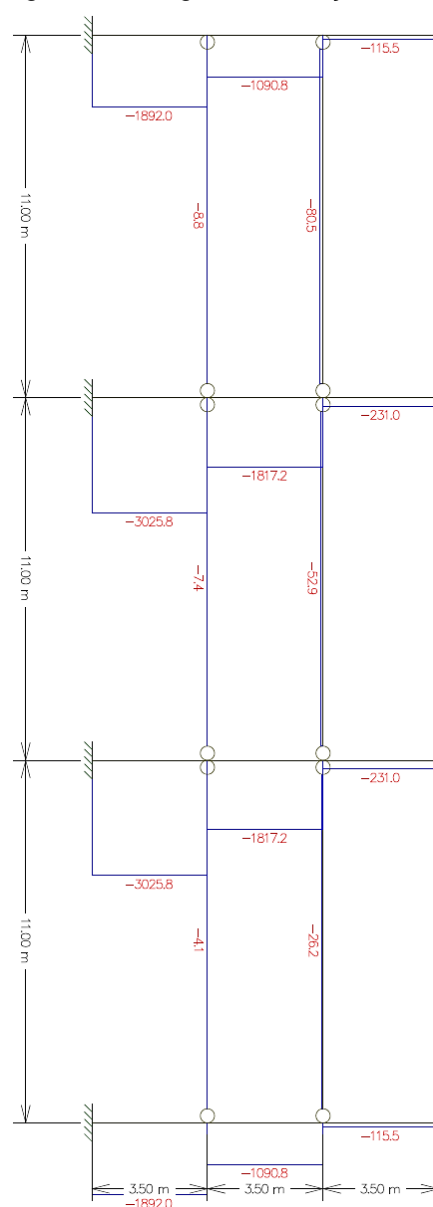
Figura 60 - Diagrama de momento fletor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Se estabelece também que o procedimento de cálculo e sua respectiva referência para o pilar seção tipo PIL-01-PAV0 é utilizado para todas as demais seções abordadas neste memorial.

Figura 61 - Diagrama de força normal



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.1 Memorial de cálculo para o dimensionamento de pilares – PIL-01

Para o dimensionamento dos pilares da edificação, valendo-se do exposto no MEMORIAL DE CÁLCULO PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS e no MEMORIAL DE CÁLCULO PARA A ESTABILIDADE GLOBAL DO EDIFÍCIO e seus subitens, há uma subdivisão em seções tipo dos pilares que seccionam-se de acordo com pavimento de suporte e atuação deste. As cargas, por ocasião da destinação de uso de seu piso, possuem diferentes magnitudes (conforme demonstrado), sendo que para um eficaz

dimensionamento econômico destes elementos tal procedimento se faz necessário. Para a seção tipo pertencente ao pavimento térreo na face do prédio (pilares externos de borda e canto), nomeado por PIL-01-PAV0, obteve-se o observado na Tabela 38, na submissão do exposto na norma ABNT NBR-6118:2014:

Tabela 38 - Características gerais e dimensionamento do PIL-01-PAV0

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilar de canto, seção tipo PAV0	PIL-01-PAV0	-	-
Base	b	0,40	m
Altura	h	0,60	m
Comprimento real	l	3,50	m
Característica de ligação	-	Uma extremidade rotulada e a outra engastada	-
Comprimento de flambagem	-	2,45	m
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	500,00	MPa
Momento fletor no topo	Md, topo	92,30	kN.m
Força normal no topo	F, topo	1950,80	kN
Excentricidade inicial no topo	e1, topo	4,73	cm
Momento fletor na base	Md, base	219,80	kN.m
Força normal na base	F, base	1980,20	kN
Força normal adimensional	u	0,29	adimensional
Excentricidade inicial na base	e1, base	11,10	cm
Excentricidade acidental (topo; pé)	ea, topo/pé	0,94	cm
Excentricidade acidental (meio)	ea, meio	0,47	cm
Excentricidade de segunda ordem (e2)	e2	0,63	cm
Índice de esbeltez na direção "x"	λ_x	21	adimensional
Índice de esbeltez na direção "y"	λ_y	14	adimensional
Índice de esbeltez limite	λ_1	26	adimensional
Esbeltez em "x"	-	Pilar curto	adimensional
Esbeltez em "y"	-	Pilar curto	adimensional
Momento fletor adimensional (base)	μ	0,058	adimensional
Momento fletor total no topo	Mdtot, topo	110,55	kN.m
Momento fletor total na base	Mdtot, base	238,32	kN.m
Momento fletor de seção intermediária	Md, interm	137,50	kN.m
Momento fletor total de seção intermediária	Mdtot, meio	160,29	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao caracterizar-se o mesmo como pilar curto em ambas as suas direções (x; y), adotou-se o valor de momento máximo como sendo o incidente em sua base, $Mdtot_{base} = 238,32 \text{ kN.m}$, desprezando-se a análise dos efeitos de segunda ordem.

Para a definição da taxa mecânica de armadura da seção transversal do trecho com base nos ábacos de VENTURININI (1987), é requisito fundamental as definições expostas na Tabela 39:

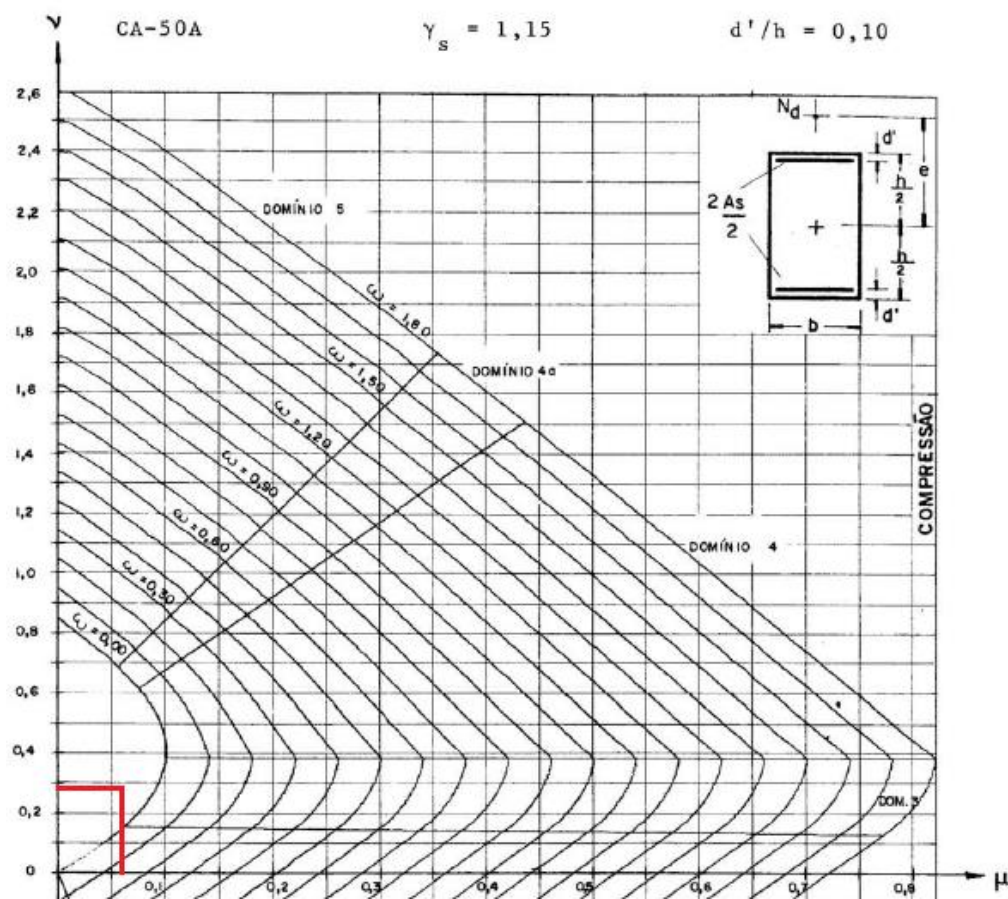
Tabela 39 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-01-PAV0

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Cobrimento nominal do pilar	c	3,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 principais	Φ	1,60	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 secundárias	Φ	0,63	cm
Altura do pilar	h	60,00	cm
Distância entre a face do pilar e o CG da armadura	d'	4,43	cm
Relação d'/h	d'/h	0,10	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, foi possível arbitrar o coeficiente buscado, conforme Figura 62:

Figura 62 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-01-PAV0
 ÁBACO A-2



Assim, determinou-se a área de aço da seção como consequência, demonstrada na Tabela 40:

Tabela 40 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-01-PAV0

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Taxa mecânica de armadura da seção	w	0,00	adimensional
Armadura longitudinal mínima	As, mín	6,83	cm ²
Área de aço máxima da seção	As, máx	192,00	cm ²
Taxa de armadura mínima da seção	ρ, mín	0,28	%
Taxa de armadura máxima da seção com sobreposição	ρ, máx	4,00	%
Área de aço da seção	As	0,00	cm ²
Taxa de armadura da seção	ρ, As	0,00	%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a seção abordada, definiu-se o emprego de 4Φ12,50 mm e 4Φ10,00 mm para suprir a demanda ($A_s = 8,14 \text{ cm}^2$), estando metade da área de aço disposta em cada uma das menores faces do elemento, representando, ao todo, uma taxa de armadura em relação ao concreto igual a $\rho, A_s = 0,34\%$.

Dada a continuidade do pilar, para a seção tipo do 1º pavimento, denominada por PIL-01-PAV1, tem-se o observado na Tabela 41:

Tabela 41 - Características gerais e dimensionamento do PIL-01-PAV1

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilar de canto, seção tipo PAV1	PIL-01-PAV1	-	-
Base	b	0,40	m
Altura	h	0,60	m
Comprimento real	l	3,50	m
Característica de ligação	-	Rotulado nas duas extremidades	-
Comprimento de flambagem	-	3,50	m
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	500,00	MPa
Momento fletor no topo	Md, topo	95,60	kN.m
Força normal no topo	F, topo	1120,20	kN
Excentricidade inicial no topo	e1, topo	8,53	cm
Momento fletor na base	Md, base	92,30	kN.m
Força normal na base	F, base	1149,60	kN
Força normal adimensional	u	0,17	adimensional
Excentricidade inicial na base	e1, base	8,03	cm
Excentricidade acidental (topo; pé)	ea, topo/pé	0,94	cm
Excentricidade acidental (meio)	ea, meio	0,47	cm
Excentricidade de segunda ordem (e2)	e2	1,53	cm
Índice de esbeltez na direção "x"	λx	30	adimensional
Índice de esbeltez na direção "y"	λy	20	adimensional
Índice de esbeltez limite	λ1	28	adimensional

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Esbeltez em "x"	-	Pilar medianamente esbelto	adimensional
Esbeltez em "y"	-	Pilar curto	adimensional
Momento fletor adimensional (base)	μ	0,026	adimensional
Momento fletor total no topo	Mdtot, topo	106,08	kN.m
Momento fletor total na base	Mdtot, base	103,05	kN.m
Momento fletor de seção intermediária	Md, interm	72,20	kN.m
Momento fletor total de seção intermediária	Mdtot, meio	95,98	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Adotou-se para esta seção o valor de momento máximo como sendo o que ocorre em seu topo, $Mdtot_{topo} = 106,08 \text{ kN.m}$. Para a definição da taxa mecânica de armadura da seção transversal do trecho com base nos ábacos de VENTURININI (1987), procedeu-se como na seção anterior, conforme observado na Tabela 42:

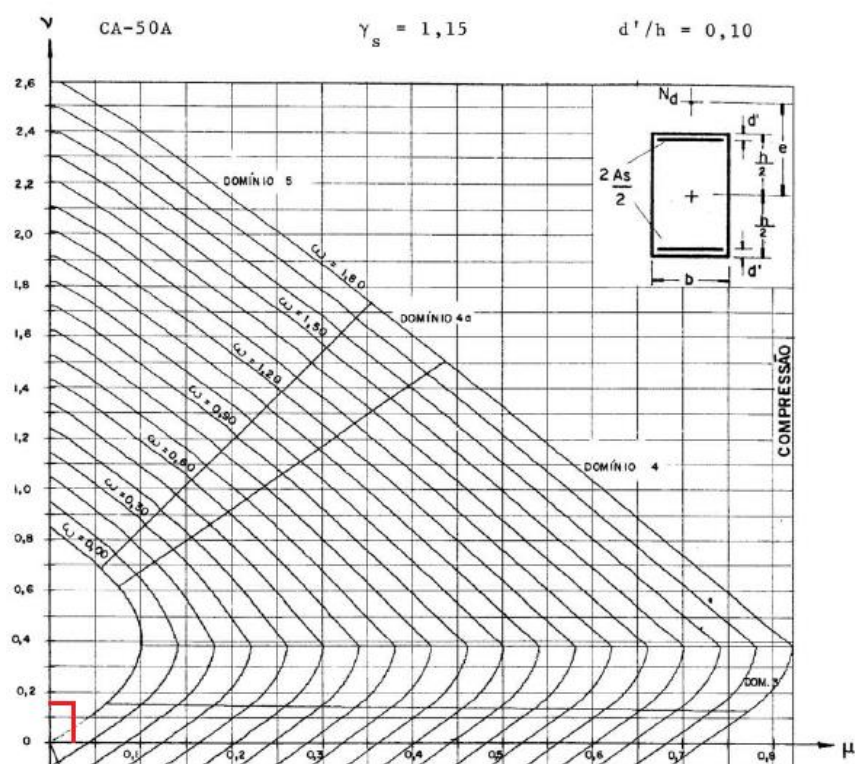
Tabela 42 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-01-PAV1

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Cobrimento nominal do pilar	c	3,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 principais	Φ	1,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 secundárias	Φ	0,63	cm
Altura do pilar	h	60,00	cm
Distância entre a face do pilar e o CG da armadura	d'	4,13	cm
Relação d'/h	d'/h	0,10	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

Analogamente, determinou-se o coeficiente a partir da análise da Figura 63:

Figura 63 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-01-PAV1
 ÁBACO A-2



Fonte: Adaptado de VENTURINI (1987, pág. 37)

Determinou-se, então, a área de aço da seção, onde optou-se por adotar $w = 0,05\%$. Logo, obteve-se como resultado o observado na Tabela 43:

Tabela 43 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-01-PAV1

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Taxa mecânica de armadura da seção	w	0,00	adimensional
Armadura longitudinal mínima	As, mín	3,97	cm ²
Área de aço máxima da seção	As, máx	192,00	cm ²
Taxa de armadura mínima da seção	ρ , mín	0,17	%
Taxa de armadura máxima da seção com sobreposição	ρ , máx	4,00	%
Área de aço da seção	As	0,00	cm ²
Taxa de armadura da seção	ρ , As	0,00	%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Definiu-se o emprego de $8\Phi 10,00$ mm para suprir a demanda ($As = 6,28 \text{ cm}^2$), que equivale a uma taxa de armadura na seção em relação ao concreto de $\rho, As = 0,26\%$.

Por fim, na última seção do pilar abordado, intitulada PIL-01-PAV2, considerou-se o exposto na Tabela 44:

Tabela 44 - Características gerais e dimensionamento do PIL-01-PAV2

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilar de canto, seção tipo PAV2	PIL-01-PAV2	-	-
Base	b	0,40	m
Altura	h	0,60	m
Comprimento real	l	3,50	m
Característica de ligação	-	Engastado em uma extremidade e livre na outra	-
Comprimento de flambagem	-	7,00	m
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	500,00	MPa
Momento fletor no topo	Md, topo	0,00	kN.m
Força normal no topo	F, topo	115,50	kN
Excentricidade inicial no topo	e1, topo	0,00	cm
Momento fletor na base	Md, base	95,60	kN.m
Força normal na base	F, base	144,90	kN
Força normal adimensional	u	0,02	adimensional
Excentricidade inicial na base	e1, base	65,98	cm
Excentricidade acidental (topo; pé)	ea, topo/pé	0,94	cm
Excentricidade acidental (meio)	ea, meio	0,47	cm
Excentricidade de segunda ordem (e2)	e2	7,84	cm
Índice de esbeltez na direção "x"	λ_x	61	adimensional
Índice de esbeltez na direção "y"	λ_y	40	adimensional
Índice de esbeltez limite	λ_1	25	adimensional
Esbeltez em "x"	-	Pilar medianamente esbelto	adimensional
Esbeltez em "y"	-	Pilar medianamente esbelto	adimensional
Momento fletor adimensional (base)	μ	0,024	adimensional
Momento fletor total no topo	Mdtot, topo	1,08	kN.m
Momento fletor total na base	Mdtot, base	96,96	kN.m
Momento fletor de seção intermediária	Md, interm	23,90	kN.m
Momento fletor total de seção intermediária	Mdtot, meio	35,44	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Determinou-se para esta seção o valor de momento máximo como sendo o que ocorre em sua base, $Mdtot_{base} = 96,96 \text{ kN.m}$. Para a definição da taxa mecânica de armadura da seção transversal do trecho com base nos ábacos de VENTURININI (1987), procedeu-se como nas seções anteriores, de acordo com Tabela 45:

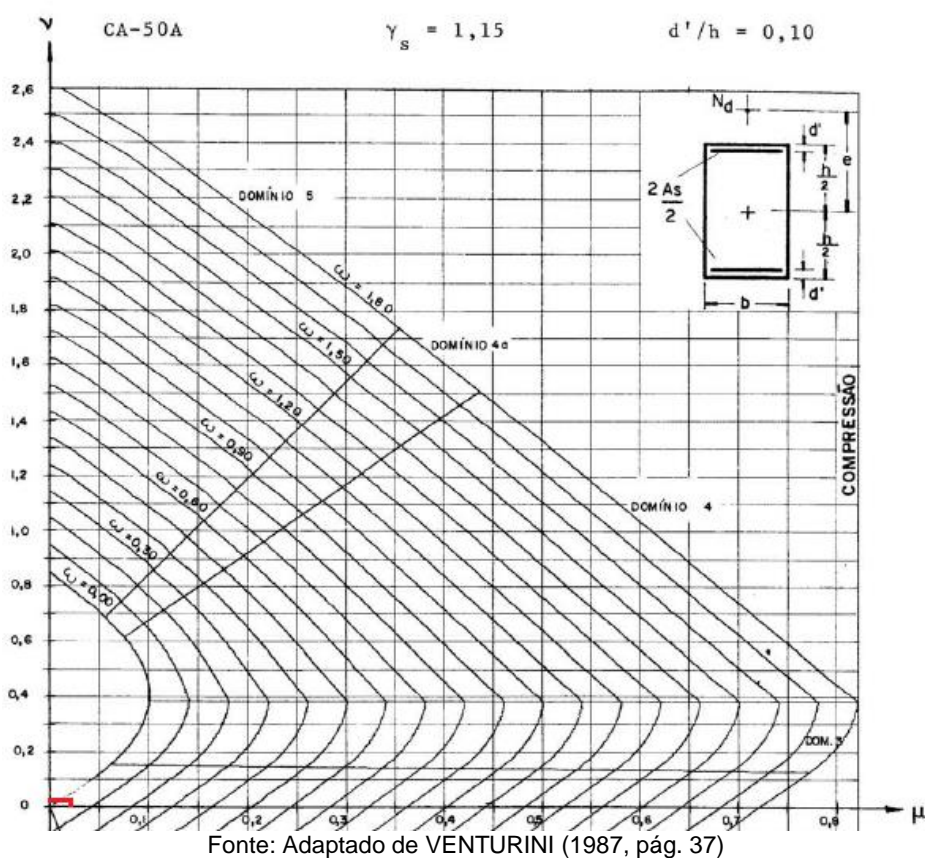
Tabela 45 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-01-PAV2

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Cobrimento nominal do pilar	c	3,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 principais	Φ	1,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 secundárias	Φ	0,63	cm
Altura do pilar	h	60,00	cm
Distância entre a face do pilar e o CG da armadura	d'	4,13	cm
Relação d'/h	d'/h	0,10	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

De maneira similar, determinou-se o coeficiente a partir da análise da Figura 64:

Figura 64 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-01-PAV2
 ÁBACO A-2



Por conseguinte, determinou-se a área de aço da seção como verificado na Tabela 46:

Tabela 46 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-01-PAV2

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Taxa mecânica de armadura da seção	w	0,03	adimensional
Armadura longitudinal mínima	As, mín	0,50	cm ²
Área de aço máxima da seção	As, máx	192,00	cm ²
Taxa de armadura mínima da seção	ρ, mín	0,02	%
Taxa de armadura máxima da seção com sobreposição	ρ, máx	4,00	%
Área de aço da seção	As	3,94	cm ²
Taxa de armadura da seção	ρ, As	0,16	%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a seção abordada, estipulou-se o uso de 8Φ10,00 mm para suprir a demanda ($A_s = 6,28 \text{ cm}^2$), na observância do item 18.4.2.1 da norma ABNT NBR 6118:2014, onde define-se como diâmetro mínimo para armaduras longitudinais Φ10,00 mm, com taxa de armadura da seção igual a ρ, $A_s = 0,26\%$.

Quanto aos estribos definidos nas tabelas Tabela 39, Tabela 42 e Tabela 45, os mesmos obedecem o especificado na Tabela 47:

Tabela 47 - Considerações e dimensionamento dos estribos do PIL-01

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Força cortante de cálculo solicitante	VSd	57,60	kN
Coefficiente ponderador do fck	α_v2	0,84	adimensional
Força cortante resistente de cálculo	VRd2	1425,60	kN
Valor característico de resistência à tração do concreto	fctd	1,75	MPa
Parcela de força cortante absorvida pelo concreto	Vc	231,58	kN
Parcela de força cortante absorvida pela armadura transversal	Vsw	-173,98	kN
Área de aço da seção transversal dos estribos	Asw	-8,08	cm ² /m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que o concreto é capaz de resistir isoladamente os esforços solicitantes de força cortante, o que possibilita concluir que não é necessária armadura de cisalhamento na estrutura dos pilares. Todavia, para efeitos construtivos, a armadura de diâmetro mínimo, sendo barras de Φ5,00 mm, não seria capaz de dar sustentação à estes elementos. Por esta razão, determinou-se o emprego de barras de diâmetro igual a Φ6,30 mm, com

espaçamento limite determinado pela norma ABNT NBR 6118:2014, sendo igual a $s_{m\acute{a}x} = 20,00 \text{ cm}$ para estribos, e $s_{m\acute{a}x} = 40,00 \text{ cm}$ para armaduras longitudinais.

Quanto ao comprimento de ancoragem básica das barras utilizadas, os mesmos obedecem aos valores mínimos determinados na Tabela 48:

Tabela 48 - Ancoragem básica (lb) para barras de diâmetro $\Phi 10,00$, $\Phi 12,50$ e $\Phi 16,00$

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	50,00	kN/cm ²
Valor médio de resistência à tração do concreto	fctm	3,51	MPa
Valor inferior da resistência característica superior	fctk, inf	2,46	MPa
Valor característico de resistência à tração do concreto	fctd	1,75	MPa
Resistência de aderência de cálculo da armadura passiva	fbd	3,95	MPa
Diâmetro da barra empregada no transpasse	Φ	1,00	cm
Comprimento de ancoragem básico para $\Phi 10,00 \text{ mm}$	lb	27,54	cm
Diâmetro da barra empregada no transpasse	Φ	1,25	cm
Comprimento de ancoragem básico para $\Phi 12,50 \text{ mm}$	lb	34,42	cm
Diâmetro da barra empregada no transpasse	Φ	1,60	cm
Comprimento de ancoragem básico para $\Phi 16,00 \text{ mm}$	lb	44,06	cm

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4.2 Memorial de cálculo para o dimensionamento de pilares – PIL-02

O procedimento de dimensionamento tomado para os pilares intermediários (também conhecidos por pilares de centro) é basicamente o mesmo que para os de face, respeitando-se a diferenciação de grandeza devido à exposição de cargas incidentes diferentes nas regiões da estrutura, porém, mantendo-se a segmentação do elemento consoante com o Memorial de cálculo para o dimensionamento de pilares – PIL-01.

Utilizou-se novamente nomenclatura específica para cada seção, sendo a primeira abordada a região tratada por PIL-02-PAV0, que começa no pavimento térreo e se estende até o 1º pavimento da edificação.

Para seu dimensionamento, se considerou o descrito na Tabela 49:

Tabela 49 - Características gerais e dimensionamento do PIL-02-PAV0

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilar de centro, seção tipo PAV0	PIL-02-PAV0	-	-
Base	b	0,40	m
Altura	h	0,60	m
Comprimento real	l	3,50	m
Característica de ligação	-	Uma extremidade rotulada e a outra engastada	-
Comprimento de flambagem	-	2,45	m
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	500,00	MPa
Momento fletor no topo	Md, topo	96,50	kN.m
Força normal no topo	F, topo	3084,60	kN
Excentricidade inicial no topo	e1, topo	3,13	cm
Momento fletor na base	Md, base	197,70	kN.m
Força normal na base	F, base	3114,00	kN
Força normal adimensional	u	0,45	adimensional
Excentricidade inicial na base	e1, base	6,35	cm
Excentricidade acidental (topo; pé)	ea, topo/pé	0,94	cm
Excentricidade acidental (meio)	ea, meio	0,47	cm
Excentricidade de segunda ordem (e2)	e2	0,52	cm
Índice de esbeltez na direção "x"	λ_x	21	adimensional
Índice de esbeltez na direção "y"	λ_y	14	adimensional
Índice de esbeltez limite	λ_1	26	adimensional
Esbeltez em "x"	-	Pilar curto	adimensional
Esbeltez em "y"	-	Pilar curto	adimensional
Momento fletor adimensional (base)	μ	0,055	adimensional
Momento fletor total no topo	Mdtot, topo	125,35	kN.m
Momento fletor total na base	Mdtot, base	226,83	kN.m
Momento fletor de seção intermediária	Md, interm	147,10	kN.m
Momento fletor total de seção intermediária	Mdtot, meio	178,86	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Empregou-se nesta seção o valor de momento máximo como sendo o que aparece em sua base, $Mdtot_{base} = 226,83 \text{ kN.m}$. Para a definição da taxa mecânica de armadura da seção transversal do trecho com base nos ábacos de VENTURININI (1987), procedeu-se como nas seções anteriores, de acordo com a Tabela 50:

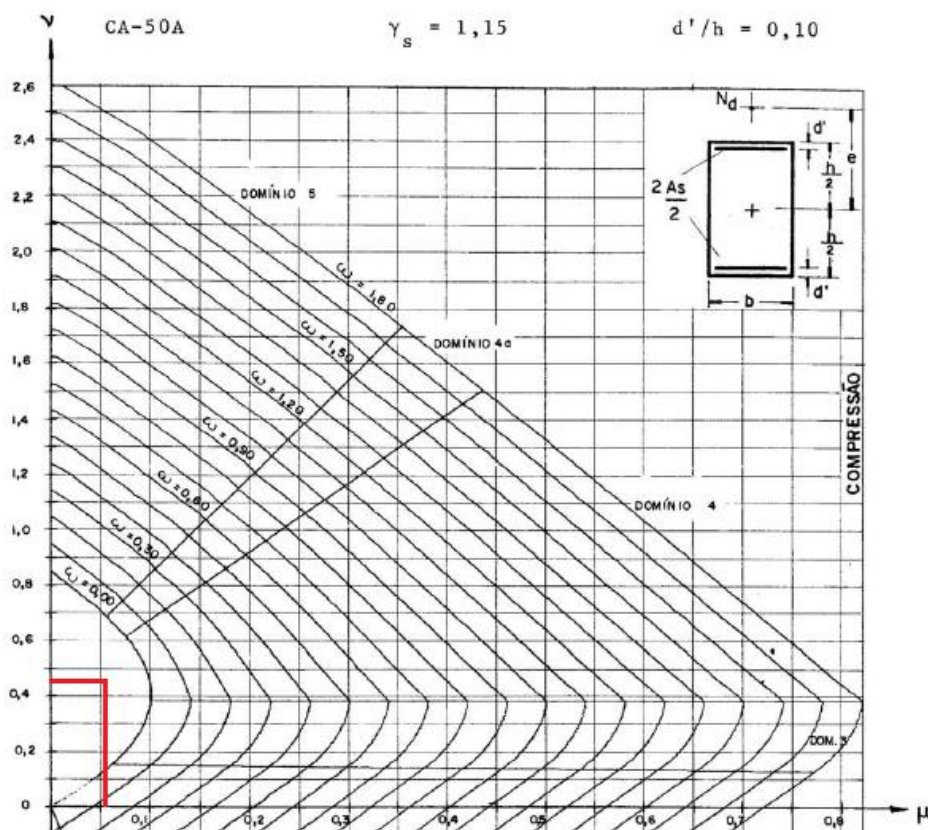
Tabela 50 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-02-PAV0

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Cobrimento nominal do pilar	c	3,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 principais	Φ	1,60	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 secundárias	Φ	0,63	cm
Altura do pilar	h	60,00	cm
Distância entre a face do pilar e o CG da armadura	d'	4,43	cm
Relação d'/h	d'/h	0,10	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

O coeficiente de taxa de armadura foi determinado a partir da análise da Figura 65:

Figura 65 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-02-PAV0
 ÁBACO A-2



Fonte: Adaptado de VENTURINI (1987, pág. 37)

Determinou-se a área de aço da seção de modo demonstrado na Tabela 51:

Tabela 51 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-02-PAVO

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Taxa mecânica de armadura da seção	w	0,00	adimensional
Armadura longitudinal mínima	As, mín	10,74	cm ²
Área de aço máxima da seção	As, máx	192,00	cm ²
Taxa de armadura mínima da seção	ρ, mín	0,45	%
Taxa de armadura máxima da seção com sobreposição	ρ, máx	4,00	%
Área de aço longitudinal da seção	As	0,00	cm ²
Taxa de armadura da seção	ρ, As	0,00	%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para esta seção, admitiu-se o uso de 4Φ16,00 mm e 4Φ10,00 mm para suprir a área de aço requerida ($A_s = 11,14 \text{ cm}^2$), com taxa de armadura da seção de concreto igual a ρ , $A_s = 0,46\%$.

Para a seção subsequente do PIL-02, designada PIL-02-PAV1, tem-se o demonstrado na Tabela 52:

Tabela 52 - Características gerais e dimensionamento do PIL-02-PAV1

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilar interno, seção tipo PAV1	PIL-02-PAV1	-	-
Base	b	0,40	m
Altura	h	0,60	m
Comprimento real	l	3,50	m
Característica de ligação	-	Rotulado nas duas extremidades	-
Comprimento de flambagem	-	3,50	m
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	500,00	MPa
Momento fletor no topo	Md, topo	0,00	kN.m
Força normal no topo	F, topo	1846,60	kN
Excentricidade inicial no topo	e1, topo	0,00	cm
Momento fletor na base	Md, base	96,50	kN.m
Força normal na base	F, base	1876,00	kN
Força normal adimensional	u	0,27	adimensional
Excentricidade inicial na base	e1, base	5,14	cm
Excentricidade acidental (topo; pé)	ea, topo/pé	0,94	cm
Excentricidade acidental (meio)	ea, meio	0,47	cm
Excentricidade de segunda ordem (e2)	e2	1,32	cm
Índice de esbeltez na direção "x"	λx	30	adimensional
Índice de esbeltez na direção "y"	λy	20	adimensional
Índice de esbeltez limite	λ1	25	adimensional
Esbeltez em "x"	-	Pilar medianamente esbelto	adimensional
Esbeltez em "y"	-	Pilar curto	adimensional
Momento fletor adimensional (base)	μ	0,028	adimensional

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento fletor total no topo	Mdtot, topo	17,27	kN.m
Momento fletor total na base	Mdtot, base	114,05	kN.m
Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Momento fletor de seção intermediária	Md, interm	48,20	kN.m
Momento fletor total de seção intermediária	Mdtot, meio	82,47	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesta seção, o valor de momento máximo considerado foi o existente em sua base, $Mdtot_{base} = 114,05 \text{ kN.m}$. Para a definição da taxa mecânica de armadura da seção transversal do trecho com base nos ábacos de VENTURININI (1987), fez-se procedimento idêntico aos das seções anteriores, de acordo com a Tabela 53:

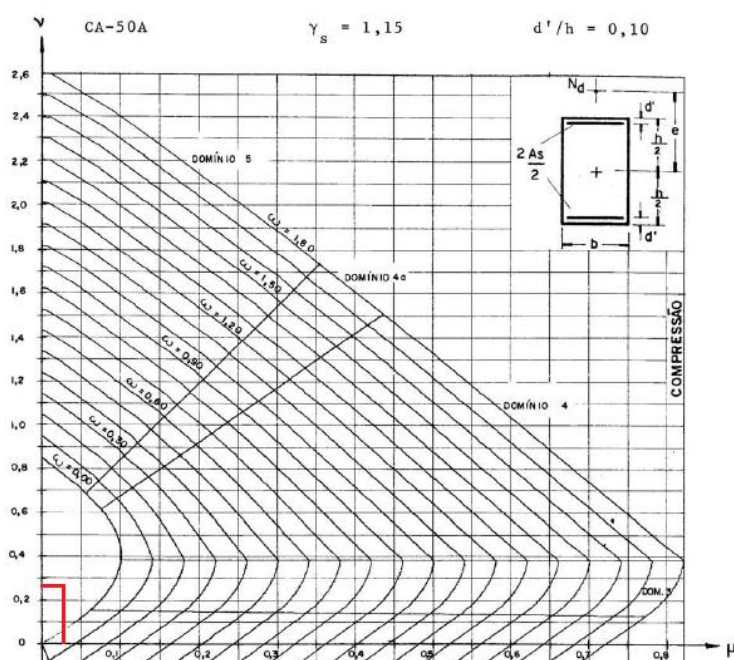
Tabela 53 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-02-PAV1

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Cobrimento nominal do pilar	c	3,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 principais	Φ	1,25	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 secundárias	Φ	0,63	cm
Altura do pilar	h	60,00	cm
Distância entre a face do pilar e o CG da armadura	d'	4,26	cm
Relação d'/h	d'/h	0,10	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

Obteve-se, então, o coeficiente de taxa de armadura a partir da Figura 66:

Figura 66 - Ábaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-02-PAV1
 ÁBACO A-2



Fonte: Adaptado de VENTURINI (1987, pág. 37)

Fez-se o dimensionamento da área de aço da seção obedecendo-se os mesmos princípios adotados para a seção tipo PIL-01-PAV1, como demonstrado na Tabela 54:

Tabela 54 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-02-PAV1

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Taxa mecânica de armadura da seção	w	0,00	adimensional
Armadura longitudinal mínima	As, mín	6,47	cm ²
Área de aço máxima da seção	As, máx	192,00	cm ²
Taxa de armadura mínima da seção	ρ, mín	0,27	%
Taxa de armadura máxima da seção com sobreposição	ρ, máx	4,00	%
Área de aço longitudinal da seção	As	0,00	cm ²
Taxa de armadura da seção	ρ, As	0,00	%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelas mesmas razões, a solução adotada ficou idêntica à da seção supramencionada, sendo 4Φ12,50 mm e 4Φ10,00 mm para suprir a demanda ($A_s = 8,14 \text{ cm}^2$), com taxa de armadura da seção $\rho, A_s = 0,34\%$.

Finalizando-se, para a seção tipo denominada PIL-02-PAV2, considerou-se o exposto na Tabela 55:

Tabela 55 - Características gerais e dimensionamento do PIL-02-PAV2

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Pilar de centro, seção tipo PAV2	PIL-02-PAV2	-	-
Base	b	0,40	m
Altura	h	0,60	m
Comprimento real	l	3,50	m
Característica de ligação	-	Engastado em uma extremidade e livre na outra	-
Comprimento de flambagem	-	7,00	m
Resistência característica do concreto	fck	40000,00	kN/m ²
Resistência característica do aço	fyk	500,00	MPa
Momento fletor no topo	Md, topo	0,00	kN.m
Força normal no topo	F, topo	231,00	kN
Excentricidade inicial no topo	e1, topo	0,00	cm
Momento fletor na base	Md, base	0,00	kN.m
Força normal na base	F, base	260,40	kN
Força normal adimensional	u	0,04	adimensional
Excentricidade inicial na base	e1, base	0,00	cm
Excentricidade acidental (topo; pé)	ea, topo/pé	0,94	cm
Excentricidade acidental (meio)	ea, meio	0,47	cm
Excentricidade de segunda ordem (e2)	e2	7,59	cm
Índice de esbeltez na direção "x"	λ_x	61	adimensional
Índice de esbeltez na direção "y"	λ_y	40	adimensional
Índice de esbeltez limite	λ_1	25	adimensional
Esbeltez em "x"	-	Pilar medianamente esbelto	adimensional
Esbeltez em "y"	-	Pilar medianamente esbelto	adimensional
Momento fletor adimensional (base)	μ	0,005	adimensional
Momento fletor total no topo	Mdtot, topo	2,16	kN.m
Momento fletor total na base	Mdtot, base	2,44	kN.m
Momento fletor de seção intermediária	Md, interm	0,00	kN.m
Momento fletor total de seção intermediária	Mdtot, meio	20,51	kN.m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tratando-se de pilar classificado como medianamente esbelto, o momento fletor que pode ser considerado crítico da seção é o $Mdtot_{meio} = 20,51 \text{ kN.m}$. Novamente, para a definição da taxa mecânica de armadura da seção transversal do trecho com base nos ábacos de VENTURININI (1987), fez-se o mesmo procedimento das seções anteriores, em conformidade com a Tabela 56:

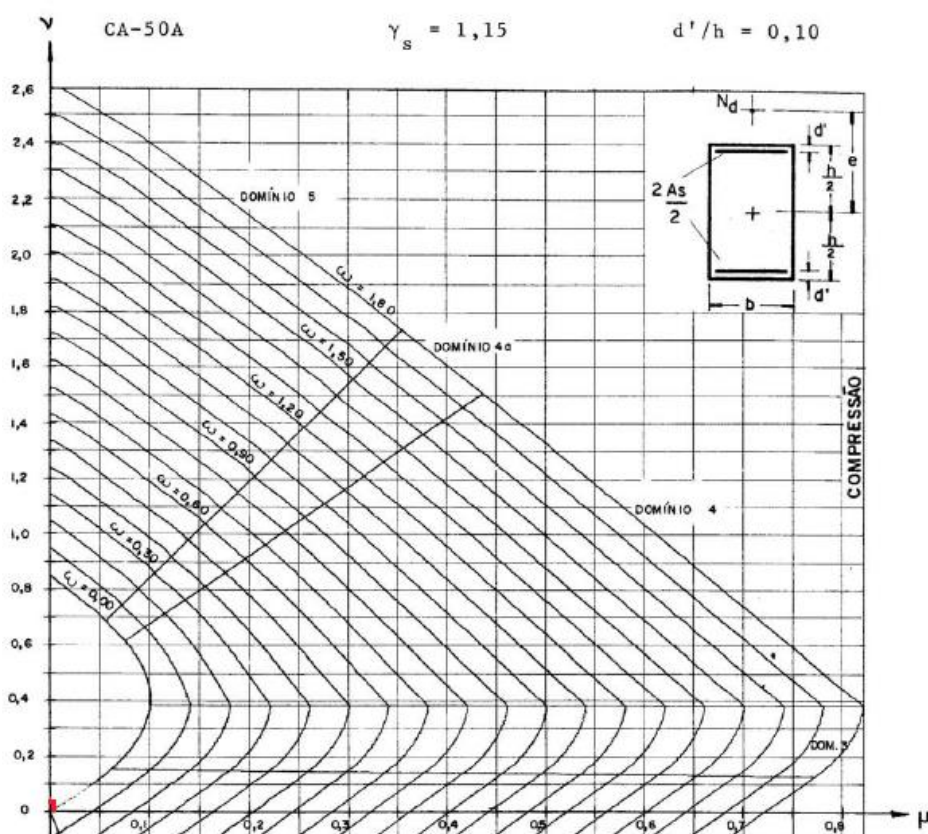
Tabela 56 - Características específicas para o dimensionamento da taxa de armadura para o PIL-02-PAV2

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Cobrimento nominal do pilar	c	3,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 principais	Φ	1,00	cm
Diâmetro nominal das barras de aço CA-50 secundárias	Φ	0,63	cm
Altura do pilar	h	60,00	cm
Distância entre a face do pilar e o CG da armadura	d'	4,13	cm
Relação d'/h	d'/h	0,10	adimensional

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, o coeficiente de taxa de armadura foi definido a partir da Figura 67:

Figura 67 - Âbaco para dimensionamento de peças retangulares de concreto armado CA-50 aplicado ao PIL-02-PAV2
 ÂBACO A-2



Fonte: Adaptado de VENTURINI (1987, pág. 37)

Outra vez, buscou-se o dimensionamento de seção que atenda as condições mínimas de resistência e, ao mesmo tempo, não a tornasse antieconômica.

Então, procedeu-se com as verificações demonstradas na Tabela 57:

Tabela 57 - Cálculo da área de aço da seção com base na taxa mecânica de armadura correspondente para o PIL-02-PAV2

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Taxa mecânica de armadura da seção	w	0,00	adimensional
Armadura longitudinal mínima	As, mín	0,90	cm ²
Área de aço máxima da seção	As, máx	192,00	cm ²
Taxa de armadura mínima da seção	ρ, mín	0,04	%
Taxa de armadura máxima da seção com sobreposição	ρ, máx	4,00	%
Área de aço longitudinal da seção	As	0,00	cm ²
Taxa de armadura da seção	ρ, As	0,00	%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Atendidas as condições, empregou-se na seção a mesma solução da seção tipo PIL-01-PAV2, sendo 8Φ10,00 mm para suprir a demanda ($A_s = 6,28 \text{ cm}^2$), sendo a taxa de armadura da seção ρ , $A_s = 0,26\%$.

De mesmo modo adotado para o PIL-01, os estribos definidos na Tabela 50, Tabela 53 e Tabela 56, obedecem o especificado na Tabela 58.

Tabela 58 - Considerações e dimensionamento dos estribos do PIL-02

Descrição	Simbologia	Cálculos e classificações	Unidade
Força cortante de cálculo solicitante	VSd	28,90	kN
Coefficiente ponderador do fck	α_v	0,84	adimensional
Força cortante resistente de cálculo	VRd2	1425,60	kN
Valor característico de resistência à tração do concreto	fctd	1,75	MPa
Parcela de força cortante absorvida pelo concreto	Vc	231,58	kN
Parcela de força cortante absorvida pela armadura transversal	Vsw	-202,68	kN
Área de aço da seção transversal dos estribos	Asw	-9,42	cm ² /m

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelas mesmas razões, determinou-se o emprego de barras de diâmetro igual a Φ6,30 mm, com espaçamento limite determinado pela norma ABNT NBR 6118:2014, sendo $s_{m\acute{a}x} = 20,00 \text{ cm}$ para estribos, e $s_{m\acute{a}x} = 40,00 \text{ cm}$ para armaduras longitudinais.

Valeu-se para esta tipologia de pilar os comprimentos de ancoragem básicas já expostos na Tabela 48.

4.5 RESULTADO DOS MÉTODOS PARA AS ESTRUTURAS DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS

Contém este tópico o demonstrativo de resultados obtidos executando-se as técnicas e conceitos já demonstrados no item 2.3.

Inicialmente, calculou-se as estruturas como demonstrado na Tabela 59, Tabela 60 e Tabela 61.

Tabela 59 - Método de Aoki-Velloso

MÉTODO AOKI VELLOSO (1975)									
Dados do Cálculo									
<i>Estaca</i>	<i>Tipo</i>	<i>âmetro (c</i>	<i>Comp. (m)</i>	<i>γ.S (Global)</i>					
Moldada in-loco	Hélice Contínua	60	7	2					
% Resistência de ponta			% Resistência lateral						
100			100						
RESULTADOS									
Profundidade (m)	K (kPa)	□	F1	F2	na camada (R _L por metro (kN)	acumulada (k _{total do solo} (P	Adm (kN)		
1	230	0,034	2	4	650,31	73,7	73,7	724,01	362,01
2	230	0,034	2	4	780,37	88,44	162,14	942,52	471,26
3	230	0,034	2	4	747,86	84,76	246,9	994,76	497,38
4	230	0,034	2	4	1040,5	117,92	364,82	1405,32	702,66
5	230	0,034	2	4	1365,65	154,77	519,6	1885,25	942,62
6	230	0,034	2	4	1528,23	173,2	692,8	2221,02	1110,5
7	230	0,034	2	4	1528,23	173,2	866	2394,22	1197,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 60 – Método Décourt Quaresma

MÉTODO DECÓURT QUARESMA (1978)										
DADOS PARA CÁLCULO										
<i>Estaca</i>	<i>Tipo</i>	<i>âmetro (cr. Ap (m²)</i>		<i>U (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>					
Moldada in-loco	Hélice Contínua	60	0,2827	1,885	7					
AJUSTES DO MÉTODO DÉCOURT-QUARESMA										
<i>Coef. Solo (kPa)</i>		<i>esistência de ponta</i>		<i>% Resistência lateral (β)</i>						
/ariável de acordo com o Solo		60		65						
RESULTADOS										Verificação
Profundidade (m)	<i>N_p</i>	<i>N_L</i>	<i>Coef. solo</i>	<i>R_p (kN)</i>	<i>R_L (kN)</i>	<i>R_L acumulada (kN)</i>	<i>R_{Total} (kN)</i>	<i>P_{Adm} (kN)</i>	<i>R/2</i>	<i>(Rl/1,3)+(Rp/4)</i>
1	22	15	200	746,44	73,51	73,51	819,96	243,16	409,98	243,16
2	22,33	15	200	757,75	73,51	147,03	904,78	302,54	452,39	302,54
3	26,33	15	200	893,47	73,51	220,54	1114,01	393,01	557	393,01
4	32,33	15	200	1097,04	73,51	294,05	1391,1	500,46	695,55	500,46
5	40,33	15	200	1368,48	73,51	367,57	1736,04	624,86	868,02	624,86
6	45,33	15	200	1538,12	73,51	441,08	1979,2	723,82	989,6	723,82
7	42,67	15	200	1447,65	73,51	514,59	1962,24	757,75	981,12	757,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 61 - Método de Teixeira

MÉTODO TEIXEIRA (1996)									
DADOS PARA CÁLCULO									
<i>Estaca</i>	<i>Tipo</i>	<i>Diâmetro (cm)</i>	<i>Ap (m²)</i>	<i>U (m)</i>	<i>Comp (m)</i>	<i>Seguranç</i>			
Moldada in-loco	Hélice Contínua	60	0,2827	1,885	7	2			
				<i>% Resistência de ponta</i>	<i>% Resistência lateral</i>				
				100	100				
RESULTADOS									
<i>Profundidade (m)</i>	<i>N_p</i>	<i>N_L</i>	<i>α (kPa)</i>	<i>β (kPa)</i>	<i>R_p (kN)</i>	<i>R_L (kN)</i>	<i>z_L acumulada (kN)</i>	<i>R_{Total} (kN)</i>	<i>P_{Adm} (kN)</i>
1	20	20	110	4	622,04	150,8	150,8	772,83	386,42
2	22	22	110	4	684,24	165,88	316,67	1000,91	500,46
3	22,33	22,33	110	4	694,61	168,39	485,06	1179,67	589,83
4	26,33	24,75	110	4	819,01	186,61	671,67	1490,69	745,34
5	31,33	27,6	110	4	974,52	208,1	879,77	1854,29	927,15
6	36,67	29,5	110	4	1140,4	222,42	1102,2	2242,59	1121,3
7	39	30,86	110	4	1212,97	232,66	1334,85	2547,82	1273,91

Fonte: Elaborado pelo autor.

Depois de calculado pelos três métodos separadamente, fez-se um comparativo e um relatório final entre eles, como exposto na Tabela 62:

Tabela 62 - Relatório final dos cálculos

RELATÓRIO FINAL				
<i>Estaca</i>	<i>Tipo</i>	<i>Diâmetro (cm)</i>	<i>N.A (m)</i>	
Moldada in-loco	Hélice Contínua	60	12	
Carga Admissível na cota de apoio da Estaca (kN)				
<i>Cota (m)</i>	<i>Aoki-Velloso</i>	<i>Décourt-Quaresma</i>	<i>Teixeira</i>	<i>Média</i>
7,00	1197,11	757,75	1273,91	1076,26
Carga Geotécnica Admissível (kN)				
<i>Profundidade (m)</i>	<i>Aoki-Velloso</i>	<i>Décourt-Quaresma</i>	<i>Teixeira</i>	<i>Média</i>
0	0	0	0	0
1	362,01	243,16	386,42	330,53
2	471,26	302,54	500,46	424,75
3	497,38	393,01	589,83	493,41
4	702,66	500,46	745,34	649,49
5	942,62	624,86	927,15	831,54
6	1110,51	723,82	1121,30	985,21
7	1197,11	757,75	1273,91	1076,26

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo em vista a rigorosidade de cada método, foi-se então estipulado uma média que fora considerada para o cálculo de estacas e, por fim, definiu-se que seriam utilizadas estacas de hélice contínua com diâmetro de 60,0cm para ambos os locais, diferenciando somente que nos blocos de fundação dos pilares de face, onde a carga incidente é 1.872,0

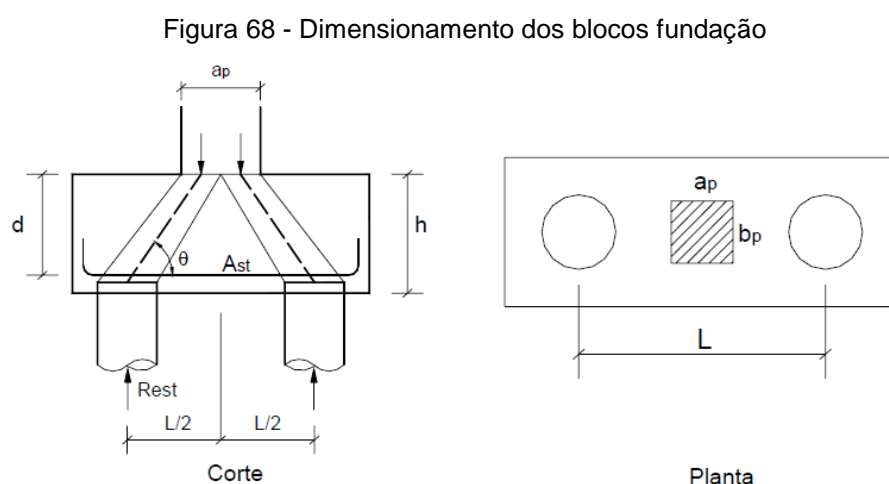
kN seriam utilizados blocos sobre duas estacas, e nos pilares de centro, onde a carga é 3025,8 kN, seriam usados bloco de quatro estacas.

4.5.1 Blocos de fundação

Os blocos são estruturas de volume que têm a função de distribuir as cargas dos pilares à elementos de fundações profundas, tais como estacas e tubulões. Em geral, o dimensionamento dos blocos é similar ao das sapatas, diferenciando-se dessas pelo fato de se ter cargas concentradas no bloco devido à reação das estacas.

Para suporte das estacas já calculadas, empregou-se blocos de duas estacas nos pilares de face, e blocos de 4 estacas nos pilares de centro, como anteriormente mencionado.

Para blocos de duas estacas se tem a seguinte ordenação (Figura 68):



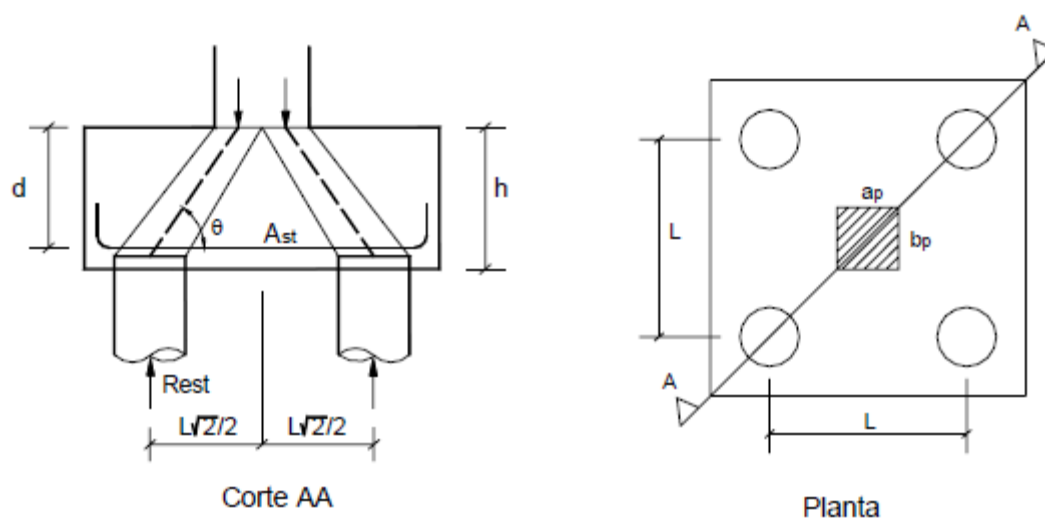
Fonte: ANDRADE, J.R.L. (1989). Dimensionamento Estrutural de Elementos de Fundação. São Carlos, EESC-USP.

Sendo os componentes da listados:

- “L” a distância de 2,50 vezes o diâmetro da estaca;
- “Ap” ; “bp” as dimensões do pilar;
- “d” a altura do bloco.

Para blocos de quatro estacas, vale o destacado na Figura 69:

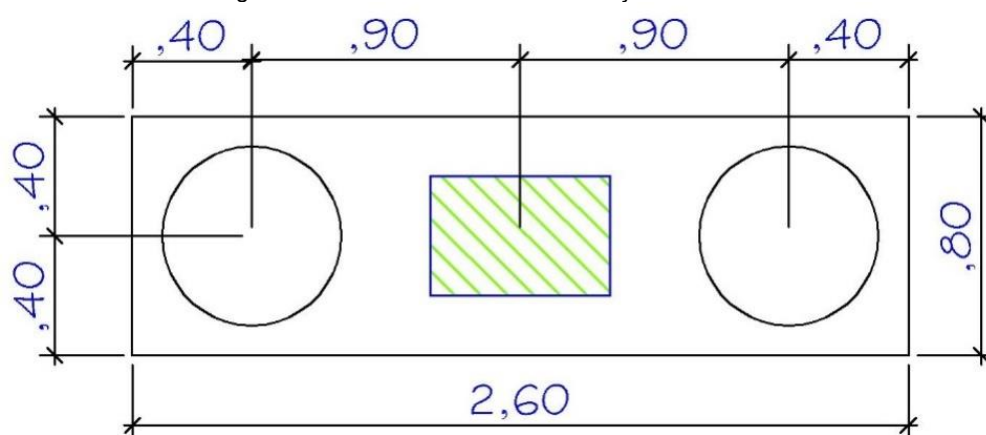
Figura 69 - Modulação bloco sobre quatro estacas



Fonte: ANDRADE, J.R.L. (1989). Dimensionamento Estrutural de Elementos de Fundação. São Carlos, EESC-USP.

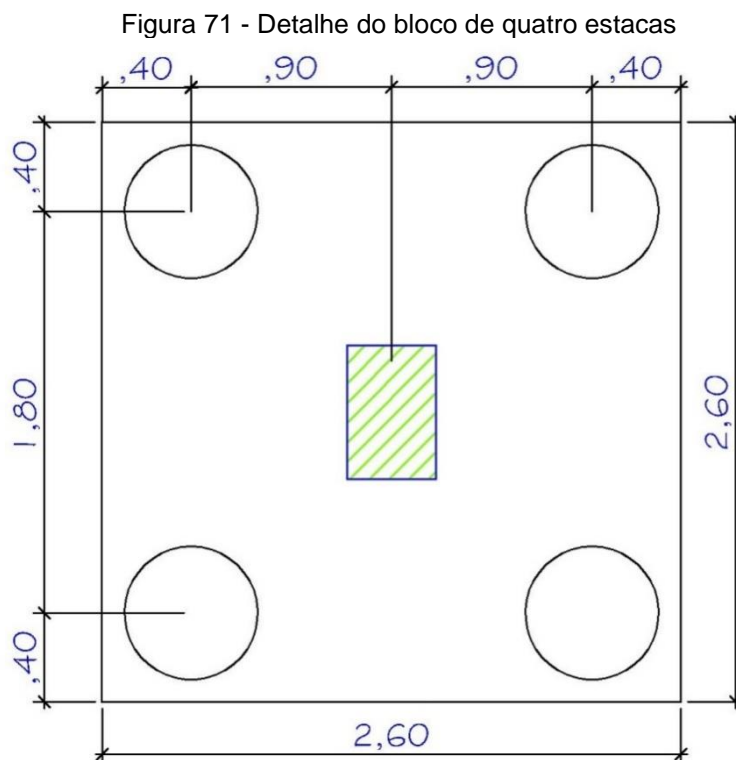
Então definiu-se que os blocos que suportariam o conjunto de duas estacas de 60,0 cm teriam as dimensões que podem ser apreciadas na Figura 70:

Figura 70 - Detalhe do bloco de fundação duas estacas



Fonte: Elaborado pelo autor.

E os blocos de fundação responsáveis por sustentar o conjunto de quatro estacas de 60,0 cm, deu-se pelas seguintes dimensões (Figura 71):



Após o dimensionamento, pôde-se fazer as verificações de tensões aplicáveis tanto na estaca quanto no pilar, onde constatou-se que ambos são suportados pelo projeto, anexado à este trabalho em folhas específicas de projeto de fundação.

Pode-se ver abaixo na Tabela 76 os cálculos, na íntegra:

Tabela 63 - Dimensionamento dos blocos de fundação

Pilar do face			Pilar de centro		
Identificação		Un.	Identificação		Un.
Carga Normal no Pilar	1892,0	kN	Carga Normal no Pilar	3025,8	kN
fck	40	Mpa	fck	40	Mpa
DIMENSÕES DO PILAR			DIMENSÕES DO PILAR		
Largura	40	cm	Largura	40	cm
comprimento	60	cm	comprimento	60	cm
ESTACAS			ESTACAS		
øestaca	60	cm	øestaca	60	cm
PU - capacidade de carga	1076,26	kN	PU - capacidade de carga	1076,26	kN
Quantidade de Estaca	2	un.	Quantidade de Estaca	4	un.
DIMENSÃO DO BLOCO			DIMENSÃO DO BLOCO		
Largura (b)	80	cm	Largura (b)	80	cm
Comprimento (L)	260	cm	Comprimento (L)	260	cm
Ângulo α - suposição	45	°	Ângulo α - suposição	45	°
Altura supondo 45°(d)	80	cm	Altura supondo 45°(d)	80	cm
Altura definida (d)	80	cm	Altura definida (d)	80	cm
Altura do Bloco supondo 45° (h)	85	cm	Altura do Bloco supondo 45° (h)	85	cm
Ângulo α definitivo	45	°	Ângulo α definitivo	45	°
TENSÃO NAS BIELAS			TENSÃO NAS BIELAS		
Tensão no Pilar (tcdp)	22,073	Mpa	Tensão no Pilar (tcdp)	35,301	Mpa
Limite do fck	36	Mpa	Limite do fck	36	Mpa
Tensão nas Estacas (tcde)	9,37	Mpa	Tensão nas Estacas (tcde)	14,98	Mpa
ARMADURAS			ARMADURAS		
Armadura do Bloco (As)	31,73	cm ²	Armadura do Bloco (As)	50,75	cm ²
Armadura de pele vert.	6,00	cm ²	Armadura de pele vert.	6,00	cm ²
Armadura de pele hor.	6,00	cm ²	Armadura de pele hor.	6,00	cm ²
Quant. Armaduras	11ø x 16,0 mm		Quant. Armaduras	11ø x 25,0 mm	

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.2 Instalações elétricas

Neste tópico aborda-se o levantamento de carga elétrica equivalente atuante na nova edificação.

4.5.2.1 Levantamento de carga elétrica

Para o quantitativo das cargas elétricas requeridas na operação do novo prédio, fez-se um pré-dimensionamento das atuantes na edificação baseado na ABNT NBR-5410 (2004, p. 182), prevendo-se os pontos de iluminação e as tomadas necessárias nos ambientes tipo, assim obtendo parâmetros para estabelecermos se é atribuição o dimensionamento por parte de engenheiro civil ou se fica requerida a intervenção de um

engenheiro elétrico. Para o pré-dimensionamento foram considerados os seguintes parâmetros:

a) Em salas de aula:

Iluminação: para os 6,0 primeiros m² do total da área analisada, uma lâmpada de 100 VA, depois dividindo o restante da área de 4,0 em 4,0 m², uma lâmpada de 60 VA;

Tomadas de uso geral (TUG): um ponto de tomada de 100 VA a cada 5,0 m do perímetro total da sala;

Tomadas de uso específico (TUE): de acordo com a potência de cada aparelho específico utilizado em sala de aula.

b) Em sanitários:

Iluminação: para a cada 6,0 m² do total da área analisada uma lâmpada de 100 VA;

Tomadas de uso geral (TUG): para a cada 6,0 m² da área analisada e de acordo com a norma vigente ABNT NBR-5410, um ponto de tomada de 600 VA;

Tomada de uso específico (TUE): Não será utilizado nenhum aparelho específico.

c) Cantina:

Iluminação: para os 6,0 primeiros m² do total da área analisada, uma lâmpada de 100 VA, depois dividindo o restante da área de 4,0 em 4,0 m², uma lâmpada de 60 VA;

Tomadas de uso geral (TUG): um ponto de tomada de 100 VA a cada 5,0 m do perímetro total da cantina;

Tomadas de usos específico (TUE): de acordo com a potência de cada aparelho específico utilizado.

Após a definição destes parâmetros, elaborou-se a Tabela 64 e Tabela 65.

Tabela 64 - Quadro de previsão de carga

Quadro de Previsão de Cargas						
Local	Área (m ²)	Qtde.	Área total (m ²)	Illum. (VA)	Tomadas (VA)	
					TUG	TUE
Salas de Aulas A	110	8	880	13.280	7.200	12.000
Salas de Aulas B	69	8	549	8.000	5.600	12.000
Salas de Aula C	100	8	800	11.840	6.400	12.000
Banheiros	24	4	96	1.600	9.600	-
Banheiros PNE	6	2	13	400	1.200	-
Cantinas	120	1	120	1.780	1.200	18.500
Somatória das Cargas				36.900	31.200	54.500
Carga Total				122600 VA		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 65 - Tomadas de uso específico

Tomada de Uso Específico – TUE				
Aparelho	Local de Uso	Qtde.	Potência Unitária	Potência Total
Ventilador	Sala de Aula	4	200 W	800 W
Caixa de Som	Sala de Aula	2	200 W	400 W
Computador	Sala de Aula	1	300 W	300 W
Projeter	Sala de Aula	1	200 W	200 W
Microondas	Cantina	2	2000 W	4000 W
Forno Elétrico	Cantina	2	4500 W	9000 W
Torneira Elétrica	Cantina	1	5500 W	5500 W

Fonte: Elaborado pelo autor.

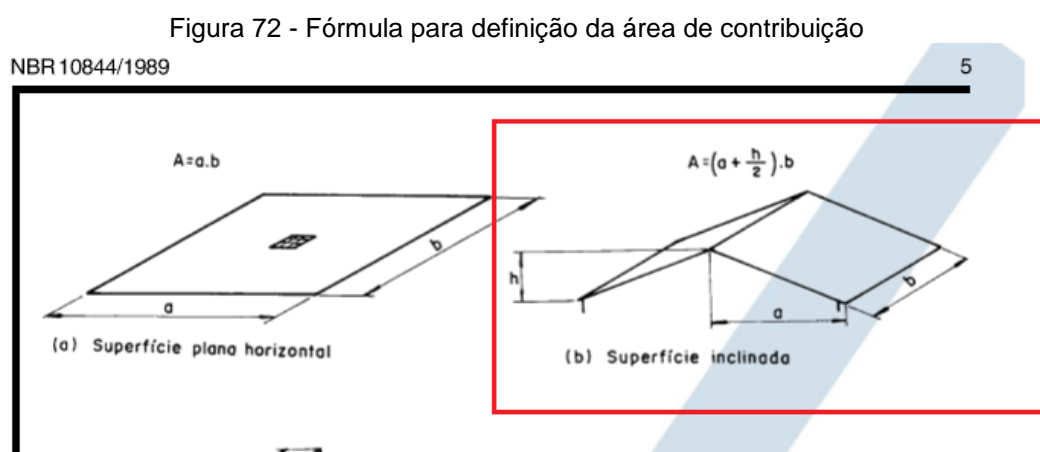
Como sendo o limite do engenheiro civil a responsabilidade técnica sobre projetos que possuem carga limite de 75,0 kVA para o dimensionamento de instalações elétricas, regido pelo CREA do Estado de São Paulo, para execução do dimensionamento destas provenientes da nova edificação será necessário a intervenção de um engenheiro elétrico, conforme demonstrado na Tabela 64. Deve-se atentar que para a elaboração do quadro de cargas não foram inclusos os pisos destinados a estacionamento, fato que acarretaria em aumento substancial de carga.

4.5.3 Instalações prediais de águas pluviais

Aborda-se nos tópicos subsequentes o dimensionamento do sistema de água pluvial do edifício, na observância dos parâmetros expressos na norma ABNT NBR-10844:1989.

4.5.3.1 Área de contribuição

Para o cálculo da área de contribuição do telhado do edifício, fez-se necessária a divisão do mesmo em 15 partes por ocasião de suas grandes dimensões, sendo, para efeito de segurança e atendimento da norma, considerado o telhado de maior água como tipo. Para a definição da área de contribuição de cada telhado, utilizou-se fórmula dada na Figura 72:



Fonte: ABNT NBR-10844(1989, p. 5).

Desta forma, após a execução dos cálculos, obteve-se a Tabela 66 com as áreas de contribuição.

Tabela 66 - Área de contribuição dos telhados

Telhado	Área (m ²)
Telhado 1 A	142,0
Telhado 2 A	142,0
Telhado 3 A	142,0
Telhado 4 A	142,0
Telhado 5 A	142,0
Telhado 6 A	142,0
Telhado 7 A	142,0
Telhado 8 A	142,0
Telhado 9 A	142,0
Telhado 10 A	142,0
Telhado 11 A	142,0
Telhado 12 A	142,0
Telhado 13 A	142,0
Telhado 14 A	142,0
Telhado 15 A	142,0

Fonte: Elaborador pelo autor.

4.5.3.2 Intensidade pluviométrica

Como para a cidade de Atibaia não se tem dados da intensidade da chuva foi utilizado os dados para a região de Bragança Paulista (DAEE, 1999, p. 31). A intensidade pluviométrica para a região da cidade de Bragança Paulista é dada pela seguinte equação:

$$I = 33,7895 \cdot (t + 30)^{-0,8832} + 5,4415 \cdot (t + 10)^{-0,8442} \cdot \left[-0,4885 - 0,9635 \ln \ln \left(\frac{T}{T - 1} \right) \right]$$

Sendo:

- a) “t” a duração da chuva, em minutos.
- b) “T” o período de retorno, em anos.

Desta maneira, temos para uma duração de 10 minutos e um período de retorno de 25 anos uma intensidade pluviométrica igual a $I = 145,10$ mm/h.

4.5.3.3 Vazão de projeto

A vazão de projeto é dada em função da área de contribuição de cada telhado e da quantidade de chuva de cada região. Desta forma, pode ser obtida pela seguinte equação:

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{60}$$

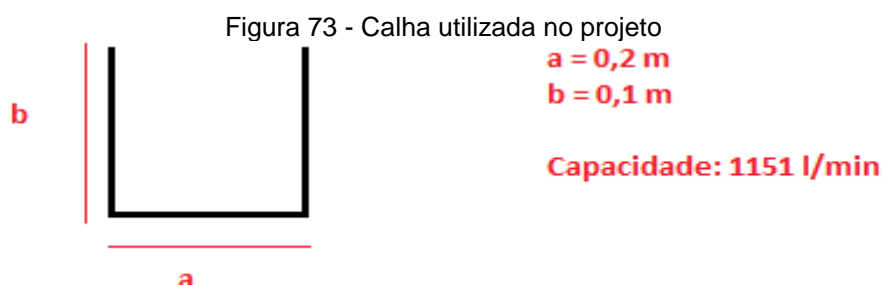
Onde:

- a) “Q” é a vazão de projeto (l/min);
- b) “c” é o coeficiente de escoamento superficial (considera-se $c=1$ para telhado);
- c) “i” é a intensidade pluviométrica (mm/h);
- d) “A” é a área de contribuição (m^2).

Após a execução do cálculo de cada área de contribuição, obteve-se uma vazão igual a $Q = 343,0$ l/min para cada telhado.

4.5.3.4 Dimensionamento da calha

Para o dimensionamento das calhas, feito com os dados obtidos em norma, escolheu-se a calha de aço de forma retangular com inclinação de 0,5% e coeficiente de rugosidade igual a 0,011. A calha tem as dimensões destacas na Figura 73:



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.3.5 Dimensionamento dos condutores verticais

Sabe-se que é recomendável que existam ao menos dois condutores verticais para cada calha, sabido que na hipótese de obstrução de um destes, o outro poderá momentaneamente corroborar em caráter emergencial, ficando as exceções por responsabilidade do projetista. Para dimensionamento do diâmetro dos condutores verticais, somou-se toda quantidade de água captada pelo telhado, dividindo-a pelo número de condutos verticais, e assim se determinou a vazão que escoará pelo mesmo. A definição do diâmetro do condutor vertical se dá pela Tabela 67, ressaltando que nas cantinas foi considerado o mesmo diâmetro de condutor vertical que no prédio principal.

Tabela 67 - Definição do diâmetro do condutor vertical

Taxa de ocupação (To)	25%	30%
D_{int} (mm)	Vazão (L/min)	
75	188,57	255,54
100	---	550,33
150	---	1.622,33
200	---	3.494,37
250	---	6.335,72

PCC-USP (2006)

Fonte: Material de Estudo – Instalações Prediais II

Através das considerações anteriores e cálculos se obteve a Tabela 68, com os condutores verticais e suas características principais para a utilização no projeto.

Tabela 68 - Condutores verticais

Condutores Verticais			
Telhado	Vazão (l/min)	Diâmetro condutor (mm)	Capacidade Condutor (l/min)
Telhado 1 A	343	100	550,33
Telhado 2 A	343	100	550,33
Telhado 3 A	343	100	550,33
Telhado 4 A	343	100	550,33
Telhado 5 A	343	100	550,33
Telhado 6 A	343	100	550,33
Telhado 7 A	343	100	550,33
Telhado 8 A	343	100	550,33
Telhado 9 A	343	100	550,33
Telhado 10 A	343	100	550,33
Telhado 11 A	343	100	550,33
Telhado 12 A	343	100	550,33
Telhado 13 A	343	100	550,33
Telhado 14 A	343	100	550,33
Telhado 15 A	343	100	550,33

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.3.6 Dimensionamento do condutor horizontal

Os condutos horizontais são responsáveis pela captação da água advinda do conduto vertical, sendo também responsáveis pelo transporte até a sarjeta. Assim, temos:

- a) Trecho 1: A vazão do trecho é advinda do telhado 1 A, com um montante de 343 l/min;
- b) Trecho 2: A vazão do trecho é advinda do trecho 1, somado o montante do telhado 2 A;
- c) Trecho 3: A vazão do trecho é derivada do trecho 2, mais o montante do telhado 3 A;
- d) Trecho 4: A vazão do trecho é resultante do trecho 3, considerando também o montante do telhado 4 A.
- e) Trecho 5: A vazão do trecho é oriunda do trecho 4, adicionado o montante do telhado 5 A;
- f) Trecho 6: A vazão do trecho é decorrente do trecho 5, acrescentando o montante do telhado 6 A.
- g) Trecho 7: A vazão do trecho é proveniente do trecho 6, mais o montante do telhado 7 A.
- h) Trecho 8: A vazão do trecho é originária do trecho 7, somado o montante do telhado 8 A;
- i) Trecho 9: A vazão do trecho é advinda do trecho 8, acrescida do montante do telhado 9 A;
- j) Trecho 10: A vazão do trecho é conseqüente do trecho 9, mais o montante do telhado 10 A.
- k) Trecho 11: A vazão do trecho é procedente do trecho 10, acrescentando o montante do telhado 11 A.
- l) Trecho 12: A vazão do trecho é proveniente do trecho 11, considerando também o montante do telhado 12 A.
- m) Trecho 13: A vazão do trecho é resultante do trecho 12, mais o montante do telhado 13 A.
- n) Trecho 14: A vazão do trecho é advinda do trecho 14, somada do montante do telhado 14 A;
- o) Trecho 15: A vazão do trecho é oriunda do trecho 15, mais o montante do telhado 15 A.

A definição dos diâmetros dos condutores horizontais é dada pela Tabela 69:

Tabela 69 - Definição do diâmetro do condutor horizontal
Capacidade de condutores horizontais de seção circular.

D (mm)	Vazão (L/min)											
	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: Material de estudo – Instalações Prediais II.

Para uma inclinação de 1% e com um coeficiente de rugosidade igual a 0,011, temos na Tabela 70 os condutores horizontais definidos:

Tabela 70 - Condutores horizontais

Condutores Horizontais			
Trecho	Vazão - l/min	Diâm. do Condutor - mm	Cap. do Condutor - l/min
Trecho 1	343	125	521
Trecho 2	686	150	847
Trecho 3	1029	200	1820
Trecho 4	1372	200	1820
Trecho 5	1715	200	1820
Trecho 6	2058	250	3310
Trecho 7	2401	250	3310
Trecho 8	2744	250	3310
Trecho 9	3087	250	3310
Trecho 10	3430	300	5380
Trecho 11	3773	300	5380
Trecho 12	4116	300	5380
Trecho 13	4459	300	5380
Trecho 14	4802	300	5380

Fonte: Elaborado pelo autor.

Deve ser ressaltado que para todos os itens demonstrados até o momento, considerou-se apenas uma água do telhado. Todavia, para se contemplar o edifício como um todo, basta se espelhar os dados para a outra água.

4.5.3.7 Quantitativo de tubos de PVC e calha

Contém este tópico o quantitativo dos principais materiais para a execução do projeto de instalações prediais de águas pluviais deste edifício por completo. Vale o destacado na Tabela 71:

Tabela 71 - Quantitativo dos principais materiais

Quantitativo				
Condutor Horizontal				
PVC 125 mm	PVC - 150 mm	PVC - 200 mm	PVC - 250 mm	PVC - 300mm
13,38 m	19,2 m	57,6 m	76,8 m	115,2m
Condutor Vertical				
Tubo PVC 100 mm - 7 m de comprimento		Tubo PVC 100 mm - 10,5 m de comprimento		
70 m		210 m		
Calha de Aço Retangular				
276 metros				

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 MEMORIAL DE PROJETO DE INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO

4.6.1 Objetivo

Este memorial tem como objetivo demonstrar as condições básicas para elaboração do sistema predial de esgoto do projeto tratado, estabelecendo critérios admissíveis pelas normas existentes, para que a edificação seja provida de conforto, funcionalidade, durabilidade e higiene.

4.6.2 Legislação e normas brasileiras pertinentes

Para a elaboração do projeto da rede de esgoto consultou-se essencialmente a norma ABNT NBR-8160:1999 – Instalações prediais de esgotos sanitários. Esta norma utiliza para o dimensionamento da rede o UHC (unidade Hunter de contribuição),

determinando os diâmetros mínimos de tubo para os sanitários, respeitando também os tubos de queda, distância percorrida e a inclinação do tubo.

4.6.3 Projeto

O projeto da rede de esgoto conta com 36 vasos sanitários, 8 mictórios, 24 pias lavatórios, 14 ralos e 6 pias de cozinhas.

Os tubos de passagem, de queda e de ventilação foram dimensionados para os ramais indicados acima, na observância da norma anteriormente citada.

4.7 MEMORIAL DE PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

São abordados nos tópicos que se seguem os princípios básicos e as normas de apoio que nortearam o desenvolvimento do projeto predial de água fria, seu dimensionamento e as especificações técnicas. Para o dimensionamento das soluções apresentadas foi observada a norma ABNT NBR-5626:1998 – Instalação predial de água fria.

O projeto de instalações de água fria foi elaborado de modo a garantir o fornecimento de água, de forma contínua, em quantidades suficientes, mantendo sua qualidade, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento das peças de utilização e do sistema de tubulações, preservando ao máximo o conforto dos usuários, incluindo as limitações impostas dos níveis de ruído nas tubulações.

Para o cálculo do consumo da edificação, foi feita a estimativa de consumo predial diário. A norma ABNT NBR-5626 (1998) prevê, para o tipo de construção (escola), um consumo de água médio de 50 litros/dia per capita, contando este projeto com uma população de 1012 alunos para consumo.

Desta maneira, foi estimada a vazão necessária para que pudesse suprir a nova demanda de água, como apresentado na Tabela 72, levando em consideração que o local já é provido de reservatório com capacidade suficiente na parte mais alta do terreno.

Tabela 72 - Vazão necessária para abastecimento

Intervalo	consumo	Volume aduzido	Diferenças	
	m ³ /h	m ³ /h	(+)m ³ /h	(-)m ³ /h
0-1	1,771	2,5	0,76	0,00
1-2	1,518	2,5	1,01	0,00
2-3	1,265	2,5	1,27	0,00
3-4	1,012	2,5	1,52	0,00
4-5	1,265	2,5	1,27	0,00
5-6	1,771	2,5	0,76	0,00
6-7	2,277	2,5	0,25	0,00
7-8	2,53	2,5	0,00	0,00
8-9	3,036	2,5	0,00	0,51
9-10	3,1625	2,5	0,00	0,63
10-11	3,4155	2,5	0,00	0,89
11-12	3,6685	2,5	0,00	1,14
12-13	3,542	2,5	0,00	1,01
13-14	3,289	2,5	0,00	0,76
14-15	3,4155	2,5	0,00	0,89
15-16	3,289	2,5	0,00	0,76
16-17	3,1625	2,5	0,00	0,63
17-18	3,036	2,5	0,00	0,51
18-19	2,9095	2,5	0,00	0,38
19-20	2,783	2,5	0,00	0,25
20-21	2,53	2,5	0,00	0,00
21-22	2,277	2,5	0,25	0,00
22-23	2,024	2,5	0,51	0,00
23-24	1,771	2,5	0,76	0,00
TOTAL	60,72	60,72	8,35	8,35

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após ser verificado que seria necessária uma vazão de 2,53 m³/h para suprir a nova edificação, foi-se então dimensionada a linha de recalque que seria responsável por suportá-la, conduzindo-a até as caixas d'água do objeto de estudo, sendo a condução feita através de bombas de recalque.

Os cálculos pertinentes a linha de recalque constam na Tabela 73, Tabela 74 e Tabela 75.

Tabela 73 - Comprimento Equivalente

Reservatorio	Tê	Curva 90°	Registro	V. retenção	L _{eq}
1	1 (direta)	1	1	1	8,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 74 - Dados da rede

Reservatorio	Cota Terreno (m)	Cota Entrada (m)	Desnível Geométrico (m)	Comprimento		
				Trecho (m)	Equivalente	Total (m)
1	100	108	8	208,6	8,9	217,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 75 - Dimensionamento da linha de recalque

Reservatorio	Vazão (m³/s)	Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Material	DH
1	2,53	1"1/4"	217,5	PEAD	6,27

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o cálculo da linha recalque, pôde-se começar o dimensionamento das caixas d'água, que por questões de pressão requeridas nos pontos de utilização foram colocadas uma em cada ponto de maior consumo, sendo estes acima dos sanitários e, excepcionalmente, uma acima do local destinado as cantinas projetadas, tendo estas capacidades de 10,0m³.

Os tubos conectados com a caixa d'água foram dimensionados conforme norma já citada, constando os seus cálculos na Tabela 76:

Tabela 76 - Tubo de limpeza da caixa d'água

Tubulação de Limpeza	
Diâmetro da base	2,52
A = Área da Base	5
h = altura sem folga	2,6
t = Tempo em horas para esvaziar a caixa	2
D = diâmetro do tubo	0,032
Diâmetro escolhido	1"1/4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por norma, a bitola deve ser uma a cima do alimentador para o reservatório inferior e uma acima do recalque para o superior. Portanto, definiu-se que o tubo extravasor terá diâmetro de 1.1/2”

Tendo em vista a conveniência, sob o aspecto econômico, a instalação de água fria foi dimensionada trecho a trecho, funcionando como conduto forçado.

O dimensionamento das tubulações foi realizado com base no método de somatória de pesos, como indicado pela norma ABNT NBR-5626 (1998), de modo a garantir pressões dinâmicas adequadas nos pontos mais desfavoráveis da rede de distribuição, evitando que os pontos críticos das colunas possam operar com pressões negativas em seu interior.

As perdas de carga foram calculadas com base na formula de Fair Wipple-Hsiao para tubos de PVC.

Para o cálculo dos barriletes, ramais e sub-ramais foi utilizada a tabela de pesos por equipamento, que consta na tabela A1 da norma ABNT NBR-5626 (1998, p. 28).

O cálculo dos barriletes, ramais e sub-ramais são apresentado na Tabela 77, Tabela 78, Tabela 79, Tabela 80,

Tabela 81, Tabela 82 e Tabela 83.

Tabela 77 - Local H01

DIMENSIONAMENTO DOS BARRILETES - H01	
Soma dos pesos	14,6
Vazão estimada (l/s)	1,15
Diâmetro calculado(mm)	24,31
Diâmetro interno (mm)	27,8
Diâmetro Nominal	1"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 78 - Local H02

DIMENSIONAMENTO DOS BARRILETES - H02	
Soma dos pesos	19,1
Vazão estimada (l/s)	1,31
Diâmetro calculado(mm)	25,54
Diâmetro interno (mm)	27,8
Diâmetro Nominal	1"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 79 - Local H04

DIMENSIONAMENTO DOS BARRILETES - H04	
Soma dos pesos	2,8
Vazão estimada (l/s)	0,50
Diâmetro calculado(mm)	17,93
Diâmetro interno (mm)	27,8
Diâmetro Nominal	1"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 80 - Dimensionamento Ramais I

APARELHOS	H01					H01-1				
	Aparelho ID	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo	Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo		
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	1,0	0,3	16,0	4,8	1,0	0,3	4,0	1,2	
	Válvula de descarga	2,0	32,0		0,0	2,0	32,0		0,0	
Banheira	Misturador (água fria)	3,0	1,0		0,0	3,0	1,0		0,0	
Bebedouro	Registro de pressão	4,0	0,1	2,0	0,2	4,0	0,1	1,0	0,1	
Bidê	Misturador (água fria)	5,0	0,1		0,0	5,0	0,1		0,0	
Chuveiro ou Ducha	Misturador (água fria)	6,0	0,4		0,0	6,0	0,4		0,0	
Chuveiro Elétrico	Registro de pressão	7,0	0,1		0,0	7,0	0,1		0,0	
		8,0	0,0		0,0	8,0	0,0		0,0	
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	9,0	1,0		0,0	9,0	1,0		0,0	
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	10,0	0,3		0,0	10,0	0,3		0,0	
	com sifão integrado	Válvula de descarga	11,0	2,8		0,0	11,0	2,8	0,0	
Mictório cerâmico	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	12,0	0,3	4,0	1,2	12,0	0,3	4,0	1,2
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	13,0	0,3		0,0	13,0	0,3	0,0	
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	14,0	0,7	12,0	8,4	14,0	0,7	0,0	
		Torneira Elétrica	15,0	0,1		0,0	15,0	0,1	0,0	
Tanque		Torneira	16,0	0,7		0,0	16,0	0,7	0,0	
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	17,0	0,4		0,0	17,0	0,0	0,0	
Somatoria de pesos unitários por local				14,6				2,5		
Vazão estimada em função dos pesos (L/s)				1,15				0,47		
Diâmetro estimado por vazão peso (mm)				22,1				14,2		
Diâmetro Interno usado (mm)				27,8				17,0		
Diâmetro Nominal				1"				1/2"		
Velocidade estimada por Norma (m/s)				3,0				3,0		
Velocidade Calculada(m/s)				1,9				2,1		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 81 - Dimensionamento ramais II

H01-2				H01-3				H02			
Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo	Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo	Aparelho ID	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo
1,0	0,3	4,0	1,2	1,0	0,3	8,0	2,4	1,0	0,3	20,0	6,0
2,0	32,0		0,0	2,0	32,0		0,0	2,0	32,0		0,0
3,0	1,0		0,0	3,0	1,0		0,0	3,0	1,0		0,0
4,0	0,1	1,0	0,1	4,0	0,1		0,0	4,0	0,1	7,0	0,7
5,0	0,1		0,0	5,0	0,1		0,0	5,0	0,1		0,0
6,0	0,4		0,0	6,0	0,4		0,0	6,0	0,4		0,0
7,0	0,1		0,0	7,0	0,1		0,0	7,0	0,1		0,0
8,0	0,0		0,0	8,0	0,0		0,0	8,0	0,0		0,0
9,0	1,0		0,0	9,0	1,0		0,0	9,0	1,0		0,0
10,0	0,3		0,0	10,0	0,3		0,0	10,0	0,3		0,0
11,0	2,8		0,0	11,0	2,8		0,0	11,0	2,8		0,0
12,0	0,3		0,0	12,0	0,3		0,0	12,0	0,3	4,0	1,2
13,0	0,3		0,0	13,0	0,3		0,0	13,0	0,3		0,0
14,0	0,7	4,0	2,8	14,0	0,7	8,0	5,6	14,0	0,7	16,0	11,2
15,0	0,1		0,0	15,0	0,1		0,0	15,0	0,1		0,0
16,0	0,7		0,0	16,0	0,7		0,0	16,0	0,7		0,0
17,0	0,0		0,0	17,0	0,0		0,0	17,0	0,4		0,0
	4,1				8				19,1		
	0,61				0,85				1,31		
	16,1				19,0				23,6		
	17,0				21,6				27,8		
	1/2"				3/4"				1"		
	3,0				3,0				3,0		
	2,7				2,3				2,2		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 82 - Dimensionamento ramais III

H02-1				H02-2				H02-3			
Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo	Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo	Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo
1,0	0,3	6,0	1,8	1,0	0,3	6,0	1,8	1,0	0,3	8,0	2,4
2,0	32,0		0,0	2,0	32,0		0,0	2,0	32,0		0,0
3,0	1,0		0,0	3,0	1,0		0,0	3,0	1,0		0,0
4,0	0,1	4,0	0,4	4,0	0,1	3,0	0,3	4,0	0,1		0,0
5,0	0,1		0,0	5,0	0,1		0,0	5,0	0,1		0,0
6,0	0,4		0,0	6,0	0,4		0,0	6,0	0,4		0,0
7,0	0,1		0,0	7,0	0,1		0,0	7,0	0,1		0,0
8,0	0,0		0,0	8,0	0,0		0,0	8,0	0,0		0,0
9,0	1,0		0,0	9,0	1,0		0,0	9,0	1,0		0,0
10,0	0,3		0,0	10,0	0,3		0,0	10,0	0,3		0,0
11,0	2,8		0,0	11,0	2,8		0,0	11,0	2,8		0,0
12,0	0,3	4,0	1,2	12,0	0,3		0,0	12,0	0,3		0,0
13,0	0,3		0,0	13,0	0,3		0,0	13,0	0,3		0,0
14,0	0,7		0,0	14,0	0,7	4,0	2,8	14,0	0,7	8,0	5,6
15,0	0,1	2,0	0,2	15,0	0,1	2,0	0,2	15,0	0,1		0,0
16,0	0,7		0,0	16,0	0,7		0,0	16,0	0,7		0,0
17,0	0,0		0,0	17,0	0,0		0,0	17,0	0,0		0,0
	3,6				5,1				8		
	0,57				0,68				0,85		
	15,5				17,0				19,0		
	17,0				17,0				21,6		
	1/2"				1/2"				3/4"		
	3,0				3,0				3,0		
	2,5				3,0				2,3		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 83 - Dimensionamento ramais IV

H04			
Verificação	Peso relativo unit.	Quantidade	Peso Relativo
1,0	0,3		0,0
2,0	32,0		0,0
3,0	1,0		0,0
4,0	0,1		0,0
5,0			0,0
6,0	0,4		0,0
7,0	0,1		0,0
8,0	0,0		0,0
9,0	1,0		0,0
10,0	0,3		0,0
11,0	2,8		0,0
12,0	0,3		0,0
13,0	0,3		0,0
14,0	0,7	4,0	2,8
15,0	0,1		0,0
16,0	0,7		0,0
17,0	0,0		0,0
	2,8		
	0,50		
	14,6		
	17,0		
	1/2"		
	3,0		
	2,2		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pré-dimensionados os ramais, iniciou-se o pré-dimensionamento dos sub-ramais, também executado trecho à trecho, como explanado na Tabela 84, Tabela 85, Tabela 86, Tabela 87, Tabela 88, Tabela 89 e Tabela 90.

Tabela 84 - Dimensionamento sub-ramal H01-1

H01 - 1					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	2,5	0,47	3	14,19	1/2"
B-C	2,5	0,47	3	14,19	1/2"
C-D	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
C-E	2,2	0,44	3	13,74	1/2"
E-F	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
E-G	1,9	0,41	3	13,25	1/2"
G-H	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
G-I	1,6	0,38	3	12,69	1/2"
I-J	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
I-K	1,3	0,34	3	12,05	1/2"
K-L	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
K-M	1	0,30	3	11,28	1/2"
M-N	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
M-O	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
O-P	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
O-Q	0,4	0,19	3	8,97	1/2"
Q-R	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
Q-S	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
S-T	0,1	0,09	3	6,35	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 85 - Dimensionamento sub-ramal H01-2

H01 - 2					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	4,1	0,61	3	16,06	1/2"
B-C	4,1	0,61	3	16,06	1/2"
C-D	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
C-E	3,8	0,58	3	15,75	1/2"
E-F	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
E-G	3,5	0,56	3	15,43	1/2"
G-H	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
G-I	3,2	0,54	3	15,09	1/2"
I-J	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
I-K	2,9	0,51	3	14,72	1/2"
K-L	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
K-M	2,2	0,44	3	13,74	1/2"
M-N	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
M-O	1,5	0,37	3	12,49	1/2"
O-P	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
O-Q	0,8	0,27	3	10,67	1/2"
Q-R	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
Q-S	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
S-T	0,1	0,09	3	6,35	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 86 - Dimensionamento sub-ramal H01-3

H01 - 3					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	8	0,85	3	18,98	3/4"
B-C	8	0,85	3	18,98	3/4"
C-D	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
C-E	7,4	0,82	3	18,61	1/2"
E-F	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
E-G	6,8	0,78	3	18,22	3/4"
G-H	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
G-I	6,2	0,75	3	17,81	3/4"
I-J	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
I-K	5,6	0,71	3	17,36	3/4"
K-L	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
K-M	4,2	0,61	3	16,15	1/2"
M-N	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
M-O	2,8	0,50	3	14,60	1/2"
O-P	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
O-Q	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
Q-R	1,4	0,35	3	12,27	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 87 - Dimensionamento sub-ramal H02-1

H02 - 1					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	3,6	0,57	3	15,54	1/2"
B-C	2,4	0,46	3	14,04	1/2"
C-D	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
C-E	2,1	0,43	3	13,58	1/2"
E-F	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
E-G	1,8	0,40	3	13,07	1/2"
G-H	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
G-I	1,5	0,37	3	12,49	1/2"
I-J	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
I-K	1,2	0,33	3	11,81	1/2"
K-L	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
K-M	0,9	0,28	3	10,99	1/2"
M-N	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
M-O	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
O-P	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
O-Q	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
Q-R	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
B-S	1,2	0,33	3	11,81	1/2"
S-B1	1,2	0,33	3	11,81	1/2"
B1-B2	1,1	0,31	3	11,56	1/2"
B2-B3	1	0,30	3	11,28	1/2"
B3-B4	0,9	0,28	3	10,99	1/2"
B4 - T	0,8	0,27	3	10,67	1/2"
T - U	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
T - V1	0,5	0,21	3	9,49	1/2"
V1 - V	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
V - W	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
V1 - X	0,4	0,19	3	8,97	1/2"
X - Y	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
X - Z2	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
Z2 - Z	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
Z - Z1	0,1	0,09	3	6,35	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 88 - Dimensionamento sub-ramal H02-2

H02 - 2					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	5,1	0,68	3	16,96	1/2"
B-C	4	0,60	3	15,96	1/2"
C-D	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
C-E	3,7	0,58	3	15,65	1/2"
E-F	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
E-G	3,4	0,55	3	15,32	1/2"
G-H	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
G-I	3,1	0,53	3	14,97	1/2"
I-J	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
I-K	2,8	0,50	3	14,60	1/2"
K-L	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
K-M	2,1	0,43	3	13,58	1/2"
M-N	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
M-O	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
O-P	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
O-Q	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
Q-R	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
B-S	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
S-B1	1,1	0,31	3	11,56	1/2"
B1-B2	1	0,30	3	11,28	1/2"
B2-B3	0,9	0,28	3	10,99	1/2"
B3 - T	0,8	0,27	3	10,67	1/2"
T - U	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
T - V1	0,5	0,21	3	9,49	1/2"
V1 - V	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
V - W	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
V1 - X	0,4	0,19	3	8,97	1/2"
X - Y	0,3	0,16	3	8,35	1/2"
X - Z2	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
Z2 - Z	0,1	0,09	3	6,35	1/2"
Z - Z1	0,1	0,09	3	6,35	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 89 - Dimensionamento sub-ramal H02-3

H02 - 3					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	8	0,85	3	18,98	3/4"
B-C	8	0,85	3	18,98	3/4"
C-D	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
C-E	7,4	0,82	3	18,61	1/2"
E-F	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
E-G	6,8	0,78	3	18,22	3/4"
G-H	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
G-I	6,2	0,75	3	17,81	3/4"
I-J	0,6	0,23	3	9,93	1/2"
I-K	5,6	0,71	3	17,36	3/4"
K-L	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
K-M	4,2	0,61	3	16,15	1/2"
M-N	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
M-O	2,8	0,50	3	14,60	1/2"
O-P	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
O-Q	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
Q-R	1,4	0,35	3	12,27	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 90 - Dimensionamento sub-ramal H04

H04					
TRECHO	PESO TRECHO	VAZÃO	VELOCIDADE	DIÂMETRO	DN FINAL
A-B	2,8	0,50	3	14,60	1/2"
B-C	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
C-D	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
C-E	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
E-F	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
B-G	1,4	0,35	3	12,27	1/2"
G-H	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
G-I	0,7	0,25	3	10,32	1/2"
I-J	0,7	0,25	3	10,32	1/2"

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após concluir-se o dimensionamento de todos os condutos, pôde-se verificar as pressões nos pontos de utilização, tendo limites de 5,0 MPa mínimo exigido em cada ponto. Tal verificação pode ser contemplada na Tabela 91.

Tabela 91 - Dimensionamento da rede completa

Trecho	Soma dos Pesos Unitário	Soma dos Pesos Acumulado	Vazão estimada	Diâmetro calculado	DN	Diâmetro Interno SOLDÁVEL	Velocidade	Velocidade Calculada	Perda de Carga	Diferença de cota Desce POSITIVO Sobe NEGATIVO	Pressão Disponível	Comprimento da Tubulação			Perda de Carga		Pressão disponível Residual	Pressão requerida no ponto de utilização	
												Real	Equivalente	Total	Tubulação	Registro e outros			Total
unidades	adimensional	adimensional	(L/s)	mm	mm	mm	m/s	m/s	kPa/m	m	kPa	m	m	m	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
DIMENSIONAMENTO DOS BARRILETES																			
SAÍDA DA CAIXA D'ÁGUA AO BARRILETE																			
CX-H01	14,6	14,6	1,15	24,31	32	27,8	3,00	1,89	1,53	1,5	0	0,8	0,7	1,5	1,22	1,07	2,29	12,71	5
CX-H02	19,1	19,1	1,31	25,54	32	27,8	3,00	2,16	1,93	1,5	0	0,8	0,7	1,5	1,54	1,35	2,90	12,10	5
CX-H04	2,8	2,8	0,50	17,93	32	27,8	3,00	0,83	0,36	1	0	0,8	0,7	1,5	0,29	0,25	0,54	9,46	5
DIMENSIONAMENTO RAMAIS - H01																			
BARRILETE ATÉ AS COLUNAS																			
1C - 2C	2,5	2,5	0,47	17,56	32	27,8	3,00	0,78	0,33	0	12,71	0,2	0,7	0,9	0,07	0,23	0,29	12,42	5
2C - 3C	8	8	0,85	21,76	32	27,8	3,00	1,40	0,90	0	12,42	4,5	0,7	5,2	4,06	0,63	4,69	7,73	5
1C - 4C	4,1	4,1	0,61	19,24	32	27,8	3,00	1,00	0,50	0	7,73	4,7	0,7	5,4	2,36	0,35	2,71	5,02	5
DIMENSIONAMENTO RAMAIS - H02																			
BARRILETE ATÉ AS COLUNAS																			
1C - 2C	3,6	3,6	0,57	18,78	32	27,8	3,00	0,94	0,45	0	12,10	0,2	0,7	0,9	0,09	0,31	0,40	11,70	5
2C - 3C	8	8	0,85	21,76	32	27,8	3,00	1,40	0,90	0	11,70	4,5	0,7	5,2	4,06	0,63	4,69	7,01	5
1C - 4C	5,1	5,1	0,68	20,03	32	27,8	3,00	1,12	0,61	0	7,01	2	0,7	2,7	1,22	0,43	1,64	5,37	5
LOCAL H01 - 01																			
4C - B	2,5	2,5	0,47	17,56	25	21,6	3,00	1,29	1,08	2,1	5,02	2,1	0,7	2,8	2,27	0,76	3,02	22,99	5
B-C	2,5	2,5	0,47	17,56	25	21,6	3,00	1,29	1,08	0	22,99	0	0,7	0,7	0,00	0,76	0,76	22,24	5
C-D	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	22,24	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	33,65	5
C-E	2,2	2,2	0,44	17,15	25	21,6	3,00	1,21	0,97	0	22,24	2	2,3	4,3	1,93	2,22	4,15	18,08	5
E-F	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	18,08	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	29,49	5
E-G	1,9	1,9	0,41	16,70	25	21,6	3,00	1,13	0,85	0	18,08	2	2,3	4,3	1,70	1,95	3,65	14,43	5
G-H	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	14,43	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	25,84	5
G-I	1,6	1,6	0,38	16,18	25	21,6	3,00	1,04	0,73	0	25,84	2	2,3	4,3	1,46	1,68	3,14	22,69	5
I-J	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	14,43	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	25,84	5
I-K	1,3	1,3	0,34	15,57	25	21,6	3,00	0,93	0,61	0	22,69	2	2,3	4,3	1,22	1,40	2,62	20,07	5
K-L	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	20,07	0,4	2,3	2,7	0,07	0,39	0,46	23,62	5
K-M	1	1	0,30	14,84	25	21,6	3,00	0,82	0,48	0	20,07	2	2,3	4,3	0,97	1,11	2,08	17,99	5
M-N	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	20,07	0,4	2,3	2,7	0,07	0,39	0,46	23,62	5
M-O	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0	23,62	2	2,3	4,3	0,71	0,82	1,52	22,09	5
O-P	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	22,09	0,4	2,3	2,7	0,07	0,39	0,46	25,64	5
O-Q	0,4	0,4	0,19	12,53	25	21,6	3,00	0,52	0,22	0	22,09	2	2,3	4,3	0,43	0,50	0,93	21,16	5
Q-R	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	21,16	0,4	2,3	2,7	0,07	0,39	0,46	24,70	5
Q-S	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	24,70	2	2,3	4,3	0,13	0,15	0,28	24,42	5
S-T	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	24,42	8	2,3	10,3	0,52	0,15	0,67	23,76	5

Trabalho de conclusão de curso

Q-S	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	24,70	2	2,3	4,3	0,13	0,15	0,28	24,42	5
S-T	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	24,42	8	2,3	10,3	0,52	0,15	0,67	23,76	5
LOCAL H01 - 02																			
3C - B	4,1	4,1	0,61	19,24	25	21,6	3,00	1,66	1,67	2,1	7,73	2,1	0,7	2,8	3,50	1,17	4,66	24,07	5
B-C	4,1	4,1	0,61	19,24	25	21,6	3,00	1,66	1,67	0	24,07	0	0,7	0,7	0,00	1,17	1,17	22,90	5
C-D	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	22,90	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	34,31	5
C-E	3,8	3,8	0,58	18,97	25	21,6	3,00	1,60	1,56	0	22,90	2	2,3	4,3	3,12	3,58	6,70	16,20	5
E-F	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	16,20	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	27,61	5
E-G	3,5	3,5	0,56	18,69	25	21,6	3,00	1,53	1,45	0	16,20	2	2,3	4,3	2,90	3,34	6,24	9,97	5
G-H	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	9,97	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	21,37	5
G-I	3,2	3,2	0,54	18,38	25	21,6	3,00	1,46	1,34	0	21,37	2	2,3	4,3	2,68	3,08	5,77	15,61	5
I-J	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	9,97	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	21,37	5
I-K	2,9	2,9	0,51	18,05	25	21,6	3,00	1,39	1,23	0	15,61	2	2,3	4,3	2,46	2,83	5,29	10,32	5
K-L	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	10,32	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	13,36	5
K-M	2,2	2,2	0,44	17,15	25	21,6	3,00	1,21	0,97	0	10,32	2	2,3	4,3	1,93	2,22	4,15	6,17	5
M-N	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	10,32	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	13,36	5
M-O	1,5	1,5	0,37	15,99	25	21,6	3,00	1,00	0,69	0	13,36	2	2,3	4,3	1,38	1,59	2,97	10,39	5
O-P	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	10,39	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	13,43	5
O-Q	0,8	0,8	0,27	14,24	25	21,6	3,00	0,73	0,40	0	10,39	2	2,3	4,3	0,80	0,92	1,71	8,68	5
Q-R	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	8,68	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	11,72	5
Q-S	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	11,72	2	2,3	4,3	0,13	0,15	0,28	11,44	5
S-T	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	11,44	8	2,3	10,3	0,52	0,15	0,67	10,78	5
LOCAL H01 - 03																			
2C - B	8	8	0,85	21,76	32	27,8	3,00	1,40	0,90	2,1	12,42	2,1	0,7	2,8	1,89	0,63	2,52	30,89	5
B-C	8	8	0,85	21,76	32	27,8	3,00	1,40	0,90	0	30,89	0	0,7	0,7	0,00	0,63	0,63	30,26	5
C-D	0,6	0,6	0,23	13,50	25	27,8	3,00	0,38	0,09	1,2	30,26	1,2	2,3	3,5	0,11	0,21	0,33	41,94	5
C-E	7,4	7,4	0,82	21,45	25	27,8	3,00	1,34	0,84	0	30,26	2	2,3	4,3	1,68	1,94	3,62	26,64	5
E-F	0,6	0,6	0,23	13,50	25	27,8	3,00	0,38	0,09	1,2	26,64	1,2	2,3	3,5	0,11	0,21	0,33	38,31	5
E-G	6,8	6,8	0,78	21,12	25	27,8	3,00	1,29	0,78	0	26,64	2	2,3	4,3	1,56	1,80	3,36	23,28	5
G-H	0,6	0,6	0,23	13,50	25	21,6	3,00	0,63	0,31	1,2	23,28	1,2	2,3	3,5	0,37	0,71	1,08	34,19	5
G-I	6,2	6,2	0,75	20,76	25	21,6	3,00	2,04	2,39	0	34,19	2	2,3	4,3	4,78	5,50	10,28	23,91	5
I-J	0,6	0,6	0,23	13,50	25	21,6	3,00	0,63	0,31	1,2	23,28	1,2	2,3	3,5	0,37	0,71	1,08	34,19	5
I-K	5,6	5,6	0,71	20,38	25	21,6	3,00	1,94	2,19	0	23,91	2	2,3	4,3	4,38	5,03	9,41	14,50	5
K-L	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0,4	14,50	0,4	2,3	2,7	0,26	1,50	1,76	16,75	5
K-M	4,2	4,2	0,61	19,32	25	21,6	3,00	1,68	1,70	0	14,50	2	2,3	4,3	3,40	3,91	7,31	7,19	5
M-N	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0,4	14,50	0,4	2,3	2,7	0,26	1,50	1,76	16,75	5
M-O	2,8	2,8	0,50	17,93	25	21,6	3,00	1,37	1,19	0	16,75	2	2,3	4,3	2,39	2,74	5,13	11,62	5
O-P	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0,4	11,62	0,4	2,3	2,7	0,26	1,50	1,76	13,86	5
O-Q	2,4	2,4	0,46	17,43	25	21,6	3,00	1,27	1,04	0	13,86	0,4	2,3	2,7	0,42	2,40	2,81	11,05	5
O-Q	3,4	3,4	0,55	18,59	25	21,60	3,00	1,51	1,41	0	11,05	0,4	2,3	2,7	0,57	3,25	3,82	7,23	5

Trabalho de conclusão de curso

LOCAL H02 - 01																			
4C - B	2,5	2,5	0,47	17,56	25	21,6	3,00	1,29	1,08	2,1	5,37	2,1	0,7	2,8	2,27	0,76	3,02	23,35	5
B-C	2,4	2,4	0,46	17,43	25	21,6	3,00	1,27	1,04	0	23,35	0	0,7	0,7	0,00	0,73	0,73	22,62	5
C-D	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	22,62	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	34,03	5
C-E	2,1	2,1	0,43	17,01	25	21,6	3,00	1,19	0,93	0	22,62	2	2,3	4,3	1,85	2,13	3,99	18,63	5
E-F	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	18,63	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	30,04	5
E-G	1,8	1,8	0,40	16,53	25	21,6	3,00	1,10	0,81	0	18,63	2	2,3	4,3	1,62	1,86	3,48	15,14	5
G-H	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	15,14	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	26,55	5
G-I	1,5	1,5	0,37	15,99	25	21,6	3,00	1,00	0,69	0	26,55	2	2,3	4,3	1,38	1,59	2,97	23,58	5
I-J	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	15,14	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	26,55	5
I-K	1,2	1,2	0,33	15,34	25	21,6	3,00	0,90	0,57	0	23,58	2	2,3	4,3	1,14	1,31	2,44	21,14	5
K-L	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	21,14	0,4	2,3	2,7	0,07	0,39	0,46	24,68	5
K-M	0,9	0,9	0,28	14,55	25	21,6	3,00	0,78	0,44	0	21,14	2	2,3	4,3	0,88	1,02	1,90	19,24	5
M-N	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	21,14	0,4	2,3	2,7	0,07	0,39	0,46	24,68	5
M-O	0,6	0,6	0,23	13,50	25	21,6	3,00	0,63	0,31	0	24,68	2	2,3	4,3	0,62	0,71	1,33	23,35	5
O-P	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	23,35	2	2,3	4,3	0,34	0,39	0,73	26,62	5
O-Q	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0	26,62	2	2,3	4,3	0,34	0,39	0,73	25,90	5
Q-R	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0,4	25,90	2	2,3	4,3	0,34	0,39	0,73	29,17	5
B-S	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0	29,17	2	2,3	4,3	0,34	0,39	0,73	28,44	5
S-B1	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0	28,44	4,5	2,3	6,8	0,76	0,39	1,15	27,29	5
B1-B2	0,2	0,2	0,13	11,03	25	21,6	3,00	0,37	0,12	0	27,29	17,33	2,3	19,63	2,05	0,27	2,33	24,97	5
B2-B3	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	24,97	22,1	2,3	24,4	1,43	0,15	1,58	23,39	5
B3-B4	0,9	0,9	0,28	14,55	25	21,6	3,00	0,78	0,44	0	23,39	19,8	2,3	22,1	8,75	1,02	9,77	13,63	5
B4 - T	0,8	0,8	0,27	14,24	25	21,6	3,00	0,73	0,40	-0,6	13,63	2	2,3	4,3	0,80	0,92	1,71	5,91	5
T - U	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	5,91	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	17,32	5
T - V1	0,5	0,5	0,21	13,06	25	21,6	3,00	0,58	0,26	0	17,32	2	2,3	4,3	0,53	0,61	1,14	16,19	5
V1 - V	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	16,19	1,8	2,3	4,1	0,12	0,15	0,26	15,92	5
V - W	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0,4	15,92	0,4	2,3	2,7	0,03	0,15	0,17	19,75	5
V1 - X	0,4	0,4	0,19	12,53	25	21,6	3,00	0,52	0,22	0	19,75	0,8	2,3	3,1	0,17	0,50	0,67	19,07	5
X - Y	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	19,07	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	30,48	5
X - Z2	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	30,48	0,6	2,3	2,9	0,04	0,15	0,19	30,29	5
Z2 - Z	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	30,29	1,8	2,3	4,1	0,12	0,15	0,26	30,03	5
Z - Z1	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0,4	30,03	0,4	2,3	2,7	0,03	0,15	0,17	33,85	5
LOCAL H02 - 02																			
3C - B	4,1	4,1	0,61	19,24	25	21,6	3,00	1,66	1,67	2,1	7,01	2,1	0,7	2,8	3,50	1,17	4,66	23,35	5
B-C	4	4	0,60	19,15	25	21,6	3,00	1,64	1,63	0	23,35	0	0,7	0,7	0,00	1,14	1,14	22,21	5
C-D	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	22,21	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	33,62	5
C-E	3,7	3,7	0,58	18,88	25	21,6	3,00	1,57	1,52	0	22,21	2	2,3	4,3	3,04	3,50	6,55	15,66	5
E-F	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	15,66	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	27,07	5
E-G	3,4	3,4	0,55	18,59	25	21,6	3,00	1,51	1,41	0	15,66	2	2,3	4,3	2,83	3,25	6,08	9,58	5

Trabalho de conclusão de curso

E-F	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	15,66	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	27,07	5
E-G	3,4	3,4	0,55	18,59	25	21,6	3,00	1,51	1,41	0	15,66	2	2,3	4,3	2,83	3,25	6,08	9,58	5
G-H	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	9,58	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	20,99	5
G-I	3,1	3,1	0,53	18,27	25	21,6	3,00	1,44	1,30	0	20,99	2	2,3	4,3	2,61	3,00	5,61	15,39	5
I-J	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	9,58	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	20,99	5
I-K	2,8	2,8	0,50	17,93	25	21,6	3,00	1,37	1,19	0	15,39	2	2,3	4,3	2,39	2,74	5,13	10,26	5
K-L	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	10,26	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	13,30	5
K-M	2,1	2,1	0,43	17,01	25	21,6	3,00	1,19	0,93	0	10,26	2	2,3	4,3	1,85	2,13	3,99	6,27	5
M-N	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	10,26	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	13,30	5
M-O	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0	13,30	2	2,3	4,3	1,30	1,50	2,80	10,50	5
O-P	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	10,50	0,4	2,3	2,7	0,14	0,82	0,96	13,54	5
O-Q	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0	10,50	2	2,3	4,3	0,71	0,82	1,52	8,98	5
Q-R	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0,4	13,54	2	2,3	4,3	0,71	0,82	1,52	16,02	5
B-S	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0	8,98	2	2,3	4,3	0,34	0,39	0,73	8,25	5
S-B1	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	0	16,02	2	2,3	4,3	0,34	0,39	0,73	15,29	5
B1-B2	0,2	0,2	0,13	11,03	25	21,6	3,00	0,37	0,12	0	8,25	2	2,3	4,3	0,24	0,27	0,51	7,74	5
B2-B3	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	15,29	2	2,3	4,3	0,13	0,15	0,28	15,02	5
B3 - T	0,8	0,8	0,27	14,24	25	21,6	3,00	0,73	0,40	-0,6	15,02	2	2,3	4,3	0,80	0,92	1,71	7,30	5
T - U	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	7,30	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	18,71	5
T - V1	0,5	0,5	0,21	13,06	25	21,6	3,00	0,58	0,26	0	18,71	2	2,3	4,3	0,53	0,61	1,14	17,57	5
V1 - V	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	17,57	1,8	2,3	4,1	0,12	0,15	0,26	17,31	5
V - W	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0,4	17,31	0,4	2,3	2,7	0,03	0,15	0,17	21,13	5
V1 - X	0,4	0,4	0,19	12,53	25	21,6	3,00	0,52	0,22	0	21,13	0,8	2,3	3,1	0,17	0,50	0,67	20,46	5
X - Y	0,3	0,3	0,16	11,88	25	21,6	3,00	0,45	0,17	1,2	20,46	1,2	2,3	3,5	0,20	0,39	0,59	31,87	5
X - ZZ	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	31,87	0,6	2,3	2,9	0,04	0,15	0,19	31,68	5
ZZ - Z	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0	31,68	1,8	2,3	4,1	0,12	0,15	0,26	31,42	5
Z - Z1	0,1	0,1	0,09	9,71	25	21,6	3,00	0,26	0,06	0,4	31,42	0,4	2,3	2,7	0,03	0,15	0,17	35,24	5
LOCAL H02 - 03																			
2C - B	8	8	0,85	21,76	32	27,8	3,00	1,40	0,90	2,1	14,50	2,1	0,7	2,8	1,89	0,63	2,52	32,98	5
B-C	8	8	0,85	21,76	32	27,8	3,00	1,40	0,90	0	32,98	0	0,7	0,7	0,00	0,63	0,63	32,35	5
C-D	0,6	0,6	0,23	13,50	25	27,8	3,00	0,38	0,09	1,2	32,35	1,2	2,3	3,5	0,11	0,21	0,33	44,02	5
C-E	7,4	7,4	0,82	21,45	25	27,8	3,00	1,34	0,84	0	32,35	2	2,3	4,3	1,68	1,94	3,62	28,73	5
E-F	0,6	0,6	0,23	13,50	25	27,8	3,00	0,38	0,09	1,2	28,73	1,2	2,3	3,5	0,11	0,21	0,33	40,40	5
E-G	6,8	6,8	0,78	21,12	25	27,8	3,00	1,29	0,78	0	28,73	2	2,3	4,3	1,56	1,80	3,36	25,36	5
G-H	0,6	0,6	0,23	13,50	25	21,6	3,00	0,63	0,31	1,2	25,36	1,2	2,3	3,5	0,37	0,71	1,08	36,28	5
G-I	6,2	6,2	0,75	20,76	25	21,6	3,00	2,04	2,39	0	36,28	2	2,3	4,3	4,78	5,50	10,28	26,00	5
I-J	0,6	0,6	0,23	13,50	25	21,6	3,00	0,63	0,31	1,2	25,36	1,2	2,3	3,5	0,37	0,71	1,08	36,28	5
I-K	5,6	5,6	0,71	20,38	25	21,6	3,00	1,94	2,19	0	26,00	2	2,3	4,3	4,38	5,03	9,41	16,59	5
K-L	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0,4	16,59	0,4	2,3	2,7	0,26	1,50	1,76	18,83	5
K-M	4,2	4,2	0,61	19,32	25	21,6	3,00	1,68	1,70	0	16,59	2	2,3	4,3	3,40	3,91	7,31	9,28	5
M-N	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0,4	16,59	0,4	2,3	2,7	0,26	1,50	1,76	18,83	5
M-O	2,8	2,8	0,50	17,93	25	21,6	3,00	1,37	1,19	0	18,83	2	2,3	4,3	2,39	2,74	5,13	13,70	5
O-P	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0,4	13,70	0,4	2,3	2,7	0,26	1,50	1,76	15,95	5
O-Q	2,4	2,4	0,46	17,43	25	21,6	3,00	1,27	1,04	0	15,95	0,4	2,3	2,7	0,42	2,40	2,81	13,13	5
O-Q	3,4	3,4	0,55	18,59	25	21,60	3,00	1,51	1,41	0	13,13	0,4	2,3	2,7	0,57	3,25	3,82	9,32	6
LOCAL H04																			
Barriete - B	8	8	0,85	21,76	32	21,6	3,00	2,32	2,99	3,1	21,14	3,1	1,7	4,8	9,27	5,08	14,35	37,79	5
B-C	1,4	1,4	0,35	15,78	32	21,6	3,00	0,97	0,65	0	37,79	7	0,7	7,7	4,55	0,46	5,01	32,78	5
C-D	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	-0,5	32,78	0,5	2,3	2,8	0,18	0,82	0,99	26,79	5
C-E	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0	32,78	7	2,3	9,3	2,48	0,82	3,30	29,48	5
E-F	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	-0,5	29,48	0,5	2,3	2,8	0,18	0,82	0,99	23,49	5
B-G	1,4	1,4	0,35	15,78	25	21,6	3,00	0,97	0,65	0	29,48	7	2,3	9,3	4,55	1,50	6,05	23,44	5
G-H	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	-0,5	23,44	0,5	2,3	2,8	0,18	0,82	0,99	17,44	5
G-I	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	0	17,44	7	2,3	9,3	2,48	0,82	3,30	14,14	5
I-J	0,7	0,7	0,25	13,89	25	21,6	3,00	0,68	0,35	-0,50	23,44	0,5	2,3	2,8	0,18	0,82	0,99	17,44	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8 DA DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Em face do exposto no corpo deste projeto-pesquisa, à fim de assegurar a disposição adequada dos resíduos sólidos decorrentes das atividades de terraplanagem pertinentes ao projeto, observou-se a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio do Meio Ambiente (CONAMA), que institui as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, como também a Lei Ordinária nº 3.696/08, regulamentada pelo Decreto nº 5.982, que institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil da Estância de Atibaia, assim como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Estância de Atibaia.

De acordo com o artigo 3º da resolução referenciada, classificou-se os resíduos citados, conforme abaixo:

“Art. 3º. Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.”

Portanto, o volume aproximado (desconsiderando fatores de empolamento) de 6.641,25 m³ de solo (considerando-se área de 137,50 x 13,80 x 3,50 m) proveniente de corte para o rebaixamento do terceiro nível (de cota mais elevada) do estacionamento noroeste do Campus ficou caracterizado como sendo de classe “A”.

Na observância de seu artigo 10, definiu-se que tais resíduos, sendo não passivos de reutilização em projetos complementares abordados nesta monografia, deverão ser encaminhados como descrito, na sequência:

“Art. 10. Os resíduos da construção civil, após triagem, deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros; (nova redação dada pela Resolução 448/12).”

Ademais, é relevante salientar a caracterização do volume anteriormente mencionado, conforme preconiza a Lei Ordinária nº 3.696/08:

“Art.3º Para efeito do disposto nesta Lei, ficam estabelecidas as seguintes definições: [...]

XI – Grandes Volumes de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos: aqueles contidos em volumes superiores a [1(um) metro cúbico].”

Além disso, vide a atividade fim à que se destina a instituição FAAT Faculdades, não é de interesse desta realizar o transporte e acondicionamento deste material, optando por exercer a contratação de outrem (pessoa jurídica) para a realização de tais trabalhos, na submissão e cumprimento do que se disciplina no Decreto Nº 5.982, que regulamenta a Lei nº 3.696.

Por fim, em concordância com o disposto no plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos da Estância de Atibaia (2014, p. 33), estimou-se que para os serviços de coleta, transporte e acondicionamento deste volume de material serão gastos, aproximadamente, R\$199.237,50 (cento e noventa e nove mil, duzentos e trinta e sete reais e cinquenta centavos).

4.9 ESTUDO DE TRÂNSITO

Este estudo pretende estimar o impacto no sistema de mobilidade do município de Atibaia/SP devido à geração de viagens pela implantação de 15 salas padrão com 66 alunos e 8 salas de 45 alunos,

A principal fonte de dados de transportes é a pesquisa origem-destino. Para o município de Atibaia não foram encontrados dados específicos de transportes e tráfego. Foram adotados, então, os dados disponíveis da região metropolitana de Campinas – RMC, através da Pesquisa Origem e Destino realizada em 2011 pela Secretaria dos Transportes Metropolitanas do Estado de São Paulo – STM/SP.

A escolha da Pesquisa OD da RMC se deu por esta região possuir municípios de características e território e condições de vida semelhantes à Atibaia, quando comparados aos municípios pertencentes Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

Ressalta-se a existência de linhas metropolitanas e de metrô na RMSP, o que afeta de maneira importante a divisão modal das viagens, fato este que não é presente na RMC, corroborando para um ajuste melhor na análise do empreendimento no município de Atibaia.

Na pesquisa feita no Sistema de Informações dos Municípios Paulistas – IMP da Fundação Sistema Estadual da Análise de Dados – SEADE, foi identificado que o município de Itatiba, pertencente a RMC, possui semelhanças, para efeito desta análise, com o município de Atibaia, conforme mostra a Tabela 92:

Tabela 92 - Quadro comparativo de municípios

Município	Pop.(hab.)/mil	Grau de Urban. (%)	Dens. Demo. (hab./km ²)	IDH - M	Nº habit. / Tot. de Veíc.	Frota de ônibus
Atibaia	126,4	91,02	264,29	0,765	1,7	290
SP	11253,5	95,9	7398,26	0,783	1,48	43332

Fonte: Sistema de informações dos Municípios Paulistas – IMP, Fundações SEADE – Valores referentes ao ano 2010

Foram utilizados modelos de geração de viagens do ITE – Institute of Transportation Engineers –, com sede nos Estados Unidos e os Parâmetros de Análise de Polo Gerador de Tráfego do município de Guarulhos/SP.

Para a definição da ordem de grandeza dos parâmetros utilizados neste trabalho, foi tomada como base a divisão modal da pesquisa OD-2011 dos municípios da Região Metropolitana de Campinas.

Tabela 93 - Divisão modal de viagens, extraída da Síntese dos Resultados da OD-2011 RMC, apresenta a divisão modal das viagens:

Tabela 93 - Divisão modal de viagens

Modo de Transporte	(%)
Motorizadas	72,6
Não-motorizadas	27,3
Outros	0,2

Fonte: Pesquisa OD-2011, STM-SP

A Tabela 94 apresenta a divisão modal das viagens motorizadas da OD-RMC:

Tabela 94 - Divisão modal das viagens motorizadas

Modo de transporte motorizado	(%)
Coletivo	39,8
Individual	60,2

Fonte: Pesquisa OD-2011, STM-SP

Da combinação das informações da pesquisa OD-2011 com os modelos de geração de viagem do ITE é obtida a quantidade de veículos que entram e saem do empreendimento nos horários de pico.

No modelo adotado pela Prefeitura de Guarulhos/SP, não há estimativa de semanada por transportes coletivo e são considerados apenas os fluxos dominantes nos horários de pico, ou seja, o fluxo de saída no pico da manhã e o fluxo de entrada no pico da tarde.

O valor obtido na equação é a quantidade de veículos utilizados no transporte individual, já considerada a taxa de ocupação do veículo.

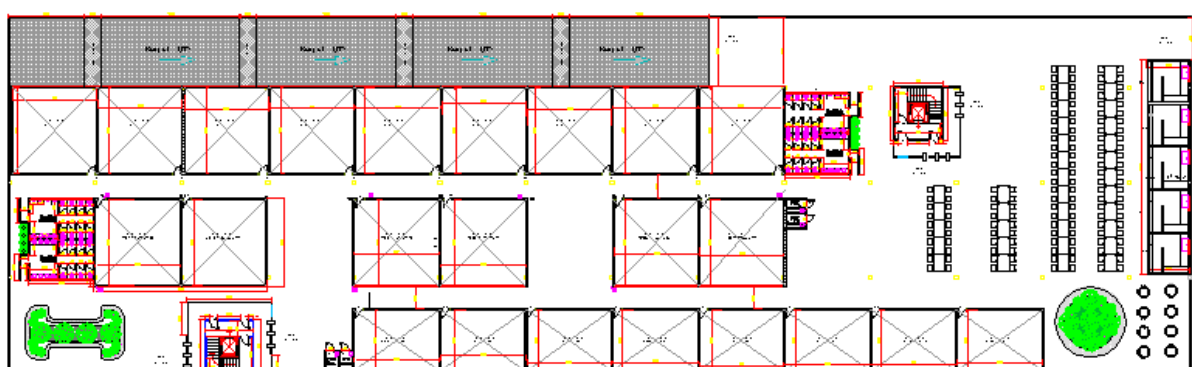
Com as variáveis de quantidade de alunos, foi utilizado o método de geração de viagens x população (ITE/DPO,2011).

4.9.1 Características do empreendimento

Trata-se neste trabalho de empreendimento de um edifício de múltiplos pavimentos composto por dois andares de estacionamento e o último destinado para implantação de salas, sendo 15 salas de dimensões padrão da faculdade, com capacidade para 66 alunos, e outras 8 salas com capacidade para 45 alunos.

O terreno se situa na Zona Exclusivamente Econômica 2 (EE2), sendo que este zoneamento contempla áreas compreendidas entre as demais categorias de zonas e os limites das áreas urbanas, sendo composto de áreas abertas para as iniciativas de mercado que impliquem em maior aproveitamento, desde que cada novo empreendimento reúna condições de absorver, no interior de sua delimitação, a totalidade dos impactos urbanísticos e ambientais que provoque, vide Figura 74.

Figura 74 - Planta baixa da edificação



Fonte: Elaborado pelo autor

4.9.2 Características do entorno

A Estrada Municipal Juca Sanchez, que servirá de acesso ao empreendimento, desempenha função de via arterial. Possui pista com 7,00m de largura, comportando uma faixa de tráfego para cada sentido. As calçadas possuem largura variando de 1,75m a 2,50m.

Ao entorno do empreendimento tem-se, em sua grande maioria, casas e chácaras. Porém, existe uma tendência de urbanização da área, em especial com a presença da faculdade e de novas edificações que serão construídas.

Foi-se realizado duas visitas ao local para observar como o trânsito do local se comportava, onde observou-se que em períodos fora do horário de aula o trânsito se comporta de maneira ordenada e sem perturbação dos entornos. Já nos horários de pico de saída e entrada de alunos, o trânsito se comporta de maneira desordenada e com complicações para moradores e alunos.

No local do empreendimento existem paradas de ônibus, uma para cada sentido, que continuarão a servir à população do empreendimento.

4.9.3 Estimativa da população

A estimativa da população do empreendimento foi calculada segundo o número de alunos por sala, como na Tabela 95:

Tabela 95 - Número de alunos			
Quantidade de sala padrão	16	Quantidade de salas uniformes	8
Número de alunos por sala estimada	70	Número de alunos por sala estimada	60
Alunos	1120,0	Alunos	480,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Viu-se que na totalidade o empreendimento conter um total de 1600 alunos, contando os flutuantes.

4.9.4 Estimativa de quantidade de viagens

O índice de mobilidade é de 1,73 viagens por pessoa (OD, 2011). A determinação da quantidade de viagens por dia, que será pelo empreendimento, é feita multiplicando-se o índice de mobilidade pela população fixa estimada, conforme Tabela 96.

Tabela 96 - Estimativa de quantidade de viagens

Índice de mobilidade (Imob)	1,73
População Fixa	1600
Quantidade de Viagens	1938

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando os índices da Tabela 97.

Tabela 97 - Viagens motorizadas e não-motorizadas

Viagens Motorizadas	1407
Viagens não-motorizadas	531

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.9.5 Estimativa de fluxos veiculares

4.9.5.1 Definições

São definições indispensáveis as análises da estimativa de fluxos veiculares as abaixo mencionadas:

- a) Taxa de ocupação é relação entre a quantidade de pessoas por veículo. Esta relação traduz por quantas pessoas, em média, cada veículo transporta;
- b) Taxa média de geração de viagem é uma média ponderada do número de viagens de veículos ou destinos por unidade de variável independentemente utilizando a via do local.

4.9.5.2 Premissas

São premissas relevantes para as análises da estimativa de fluxos veiculares o que se cita, na sequência:

- a) Uso de transporte individual (i): 60,2% das viagens (OD, 2011);
- b) Uso de transporte coletivo (c): 39,8% das viagens (OD, 2011);
- c) Taxa de ocupação do transporte individual (ti): 1,7 pessoas/veículo (OD, 2011);
- d) Taxa de ocupação do transporte coletivo (tc): 80 pessoas/veículo (OD, 2011);
- e) Taxa de viagens da hora-pico: 12% (OD, 2011).

4.9.6 Método – geração de viagens x população – ITE/OD-2011 RMC

Para estimar a geração de viagens pela população foi utilizado o Índice de Mobilidade que, pela OD-2011 RMC, é de 1,73 viagens por habitantes. Este valor se refere às viagens produzidas por dia por cada habitante.

Segundo livro “Engenharia de Trafego”, da Companhia do Metropolitano de São Paulo, mais de 70% das viagens ocorrem-no intervalo de 12 horas compreendido entre 7h as 19h, sendo que os valores de pico correspondem a cerca de 12% do total diário.

Dia útil – Pico da manhã – uma entre 7h e 9h (METRÔ,1998).

Taxa média de viagens veiculares (tv): 1,73 viagens veiculares/habitante. (METRÔ,1998).

Taxa de viagens na hora-pico: 12% (METRÔ,1998).

a) Dia útil – Pico-manhã, que compreende das Tabela 98 à Tabela 103:

Tabela 98 - Viagens veiculares - manhã

Número de Alunos	1600
Taxa de viagens hora-pico	0,12
Taxa de viagens veiculares/habitante (tv)	1,73
Viagens Veiculares (vv)	333

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 99 - Distribuição modal - manhã

Viagens Veiculares (vv)	333	Viagens Veiculares (vv)	333
Uso do transporte individual (i)	0,602	Uso do transporte coletivo (c)	0,398
Transporte Individual (TI)	209	Transporte Coletivo (TC)	133

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 100 - Distribuição Direcional – Entrando manhã

Transporte individual (TI)	201	Transporte coletivo (TC)	133
Percentual de entrada	0,31	Percentual de entrada	0,31
Transporte Individual (TIE)	63	Transporte Coletivo (TCE)	42

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 101 - Distribuição direcional – Saindo manhã

Transporte individual (TI)	201	Transporte coletivo (TC)	133
Percentual de saída	0,69	Percentual de saída	0,69
Transporte Individual (TIS)	139	Transporte Coletivo (TCS)	92

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 102 - Fluxo veicular entrando manhã

Transporte Individual (TIE)	63	Transporte Coletivo (TIC)	42
Taxa de Ocupação do Transporte Individual (ti)	1,7	Taxa de Ocupação do Transporte Coletivo (ti)	80
Fluxo Transporte Individual (FTIe)	38	Fluxo Transporte Coletivo (FTCe)	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 103 - Fluxo veicular saindo manhã

Transporte Individual (TIE)	139	Transporte Coletivo (TIC)	92
Taxa de Ocupação do Transporte Individual (ti)	1,7	Taxa de Ocupação do Transporte Coletivo (ti)	80
Fluxo Transporte Individual (FTIs)	82	Fluxo Transporte Coletivo (FTCs)	2

Fonte: Elaborado pelo autor.

b) Dia útil – Pico da Tarde, que compreende das Tabela 104 à Tabela 110.

Tabela 104 - Viagens veiculares - Tarde

Número de alunos	1600
Taxa de viagens hora-pico	0,12
Taxa de viagens veiculares/habitante (tv)	1,73
Viagens Veiculares (vv)	333

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 105 - Distribuição modal tarde

Viagens Veiculares (vv)	333	Viagens Veiculares (vv)	333
Uso do transporte individual (i)	0,602	Uso do transporte coletivo (c)	0,398
Transporte Individual (TI)	201	Transporte Coletivo (TC)	133

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 106 = Distribuição direcional - entrada tarde

Transporte individual (TI)	201	Transporte coletivo (TC)	133
Percentual de entrada	0,58	Percentual de entrada	0,58
Transporte Individual (TIE)	117	Transporte Coletivo (TCE)	78

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 107 - Distribuição direcional - saindo tarde

Transporte individual (TI)	201	Transporte coletivo (TC)	133
Percentual de saída	0,42	Percentual de saída	0,42
Transporte Individual (TIS)	85	Transporte Coletivo (TCS)	56

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 108 - Fluxo veicular entrando tarde

Transporte Individual (TIE) -	117	Transporte Coletivo (TIC)	78
Taxa de Ocupação do Transporte Individual (ti)	1,7	Taxa de Ocupação do Transporte Coletivo (ti)	80
Fluxo Transporte Individual (FTIe)	69	Fluxo Transporte Coletivo (FTCe)	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 109 - fluxo veicular saindo tarde

Transporte Individual (TIE) -	85	Transporte Coletivo (TIC)	56
Taxa de Ocupação do Transporte Individual (ti)	1,7	Taxa de Ocupação do Transporte Coletivo (ti)	80
Fluxo Transporte Individual (FTIs)	50	Fluxo Transporte Coletivo (FTCs)	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 110 - Fluxo veicular gerado

Período	Veículos	Entrando (veículos/hora)	Saindo (veículos/hora)
Manhã	Autos/motos	38	82
	Ônibus	1	2
Tarde	Autos/motos	69	50
	Ônibus	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os modelos utilizados foram baseados em estudos e levantamentos feitos nos Estados Unidos e Canadá e em correlações feitas com dados disponíveis em outros municípios paulistas, portanto podem ser reavaliados através da comparação com empreendimentos similares na mesma região e dados sobre a demanda/oferta de transporte específicos no município do empreendimento

Este estudo estimou que serão geradas 1600 viagens por dia, das quais 1.162 serão feitas por modo motorizado e 438 por modos não motorizados.

As viagens motorizadas serão responsáveis por um fluxo veicular nos horários de pico de 120 veículos, aumento esse que não impactará de modo significativo nas condições de conforto, fluidez e segurança do sistema viário.

4.9.7 Medidas mitigadoras

Para acomodar de forma satisfatória o fluxo de pedestres, a calçada da Estrada Municipal Juca Sanchez, em frente ao empreendimento, deverá ter passeio com largura mínima de 1,50m dotado de superfície regular, firme, continua e antiderrapante sob qualquer condição.

Recomenda-se a utilização de concreto de cimento Portland, desempenado e “vassourado”, pois possui elevada durabilidade e boas condições de conforto ao rolamento.

Para absorver a demanda por transporte coletivo por ônibus proveniente do empreendimento, é necessário que seja monitorada a lotação de veículos que atendam à região e, caso seja constatada queda no conforto dos usuários, aumentar a frequência nos horários de pico.

No sistema viário, onde ocorre impacto mais significativo e considerando as condições do entorno, antes da inauguração do empreendimento, deverá ser feita uma revitalização da sinalização horizontal e vertical da Estrada da Cachoeira, além de, se possível, um projeto de revitalização da via ou a elaboração de outro acesso.

Nesta revitalização deve ser recuperada a retrorefletância das linhas separadoras de fluxos opostos, faixas de travessia de pedestres e legendas de solo “DEVAGAR”, “ESCOLA” e “PARE”.

A sinalização vertical deve ser complementada com placas e regulamentação de velocidade máxima permitida, para obrigatória e de advertência de lombadas e principalmente de área de travessia de escolares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A despeito dos conteúdos dispostos em todo o corpo literário em que consiste o projeto-tema, mais especificamente quanto à metodologia construtiva de componentes pré-fabricados, ressalta-se que o aspecto principal de influência no trabalho, como já supramencionado, fora a modulação. A compatibilização entre este e a arquitetura dos pavimentos de diferentes destinações, apesar de quando considerada desde o início para sua elaboração acabar por ser facilitada, representou grande desafio tendo em vista que, nos destinados a estacionamento, o objetivo central era o de maximizar a quantidade de vagas, sendo que, no piso que contém as salas de aula, manter padrão próximo ao das edificações existentes era parcela dos objetivos (vide o conjunto de considerações contidas neste). Além disso, este fator ainda influi diretamente quando do levantamento de custos.

Desta forma, para conhecimento de detalhes técnicos deste tipo de construção, a realização de estudo de caso propiciou o devido embasamento para o entendimento do uso do método que fora dissertado sobre em sua aplicação prática, demonstrada em todos os projetos anexos, vide que para a elaboração destes foram respeitados todos os quesitos pertinentes à normatização e legislação em vigor.

Quanto aos projetos complementares, apesar de estes não serem o objetivo específico deste trabalho, contribuíram de forma exponencial para a mensuração da realização de fato de um projeto desta magnitude, dando dimensão da complexidade de sua abrangência.

Por fim, ao concluir-se todas as etapas dos processos de criação, obteve-se a materialização de um complexo dotado de potencialidades voltadas ao bem-estar e qualidade para seus hipotéticos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA NETO, José Albuquerque de; KOCHEN, Roberto. **Artigo Estacas hélice contínua e Ômega: Aspectos executivos**. Geocompany. Disponível em: <www.geocompany.com.br/ftp/Artigo15.pdf> Acesso em: 20/10/2016.

ACKER, Arnold Van. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Tradução: Marcelo, 2002.

ALTOQI. **Lançamento de pilar pré-moldado isolado**. Disponível em: http://faq.altoqi.com.br/content/182/1060/pt-br/lan%C3%A7amento-de-pilar-pre_moldado-isolado.html. Acesso em: 11 dez. 2017.

AOKI, N.; VELLOSO, D. A. (1975). **An approximate method to estimate the bearing capacity of piles**. In: PAN AMERICAN CSMFE, 5. 1975, Buenos Aires. Proceeding... Buenos Aires, v. 1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 313**: Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382**: Verificação de Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1985. 2ª edição.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. Versão corrigida 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992. Versão corrigida.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010. 2ª edição.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008. 2ª edição.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013. 1ª edição.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015. 3ª edição.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062:** Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077:** Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. Emenda Nº 1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13713:** Instalações hidráulicas prediais - Aparelhos automáticos acionados mecanicamente e com ciclo de fechamento automático - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762:** Dimensionamento de estruturas de aço constituída por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010. 2ª edição.

ATIBAIA. **Lei ordinária nº 3.696/08 de 24 de novembro de 2008.** Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Proc. Nº 25.595/2008.

ATIBAIA. **Lei complementar Nº 714/15 de 05 de agosto de 2015.** Institui a legislação de uso e ocupação do solo da Estância de Atibaia, e dá outras providências. Proc. nº 42951/2014.

ATIBAIA. **Lei complementar Nº 480/05 de 14 de julho de 2005.** Consolida e complementa a legislação de ordenamento do uso e ocupação do solo do município. Proc. nº 8.629/97 – Vol III.

BERTOLOTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas:** Uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2007.

BRASIL. **Lei nº10.098 de 19 de dezembro de 2000.** Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez. 2000.

BRASIL. **Lei 13.146 de 06 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 jul. 2015.

BRASIL. **Decreto nº 5.982, de 16 de setembro de 2009**. Regulamenta a Lei nº 3.696, de 24 de novembro de 2008, que institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.atibaia.sp.gov.br/freeaspupload/suma/Decreto%205982_09%20Resid.Constr.Civil.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2016.

BRASIL. **Lei Ordinária nº 3.696/08, de 24 de novembro de 2008**. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, e dá outras providências. Disponível em: <<http://prefeituradeatibaia.com.br/sislegis/legislacao/lei-ordinaria/3696>>. Acesso em: 11 dez. 2016.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 11 de dez. 2016.

REÚSA. **Atibaia: Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos**, 2014. Disponível em: <http://www.saaeatibaia.com.br/downloads_residuos/DIAGNOSTICO_PMGIRS.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 303 de 18 de dezembro de 2008**. Dispõe sobre as vagas de estacionamento destinadas exclusivamente às pessoas idosas. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/REPUBLICACAO_RESOLUCAO_CONTRAN_303_08.pdf>. Acesso em: 2 de nov. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº 304 de 18 de dezembro de 2008**. Dispõe sobre as vagas de estacionamento destinadas exclusivamente a veículos que transportem pessoas portadoras de deficiência e com dificuldade de locomoção. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_304.pdf>. Acesso em: 2 de nov. 2017.

CALHA FORTE. **Catalogo de produtos e especificações**. Disponível em: <http://www.calhaforte.com.br/index.php?pagina=telhas_termoacustica>. Acesso em 24 de setembro de 2016.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais em concreto armado segundo a NBR 6118:2014**. 4ª ed. EdUFSCar, São Carlos, SP, 2014.

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **Engenharia de Tráfego**. São Paulo, 1979, 115p.

CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS, 6º. 1978. Rio de Janeiro.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 07/04: Separação entre Edificações (isolamento de risco)**. São Paulo, 2004.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 14/04: Carga de Incêndio nas Edificações e áreas de Risco**. São Paulo, 2004.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 18/11: Iluminação de Emergência**. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 20/11: Sinalização de Emergência**. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Instrução Técnica 21/11: Sistema de Proteção por Extintores de Incêndio**. São Paulo, 2011.

DÉCOURT, L; QUARESMA, A. R. (1978). **Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT**. In: CBMSEF, 6. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, v. 1.

DIAS, Alexandra da Silva. **Avaliação do desempenho térmico de coberturas metálicas utilizadas em edificações estruturadas em aço**. 2011. Dissertação (Mestrado em Construções Metálicas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

DORIGO, A. L.; KRÜGER, E. L. **Uso de dispositivos de sombreamento em salas de aula: avaliação de método proposto por Olgyay**. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2007.

ENGENHARIA E ARQUITETURA, **Telhas térmicas ganham espaço em obras residenciais**. Disponível em: <<http://www.engenhariaearquitetura.com.br/noticias/597/Telhas-termicas-ganham-espaco-em-obras-residenciais.aspx>>. Acesso em 24 de setembro de 2016.

ESTEMCO. Ensaio de NSPT: Bloco JK da FAAT Faculdades. Atibaia, 2014.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Catálogo de produtos e especificações**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=327>>. Acesso em 24 de setembro de 2016.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Sistema de informações dos Municípios paulistas – IMP**. Disponível em <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/dashboards>. Acesso em 24/05/2016.

GIONGO, J.S.; VANDERLEI, R.D. (2000). **Projeto Estrutural de Blocos sobre Estacas**. São Carlos, EESC-USP. (Programa de Aperfeiçoamento de Ensino –PAE). HVS FUNDAÇÃO E SONDAÇÃO, **Sondagem SPT**. Banco de dados. Disponível em: < <http://www.hvsfundacoes.com.br/?go=servico&itemID=17>>. Acesso em 03/04/2017.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. **Trip Generation**, Washington, 2008, 1919p

JAPI ARQUITETURA, **Projeto básico 3D**. Revisão 00. Atibaia/SP, 2016.

KAEFER, Luís Fernando. **A evolução do concreto armado**. São Paulo, p. 43, 1998.

LAJE ALVEOLAR. **3.3.1 Armadura de Distribuição**. Disponível em: <http://lajealveolar.com/site/landing-page/>. Acesso em: 11 dez. 2017.

LEONARDI CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS, **Catálogo de Pré-fabricados**. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/>. Acesso em: 08 out. 2016.

LEONARDI CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS, **Tabela de pré-dimensionamento de lajes alveolares**. Disponível por solicitação em: <http://www.leonardi.com.br/contato/fale-conosco>. Acesso em: 13 nov. 2017.

PORTAL METÁLICA. **Coberturas: Os diversos tipos e suas características**. Disponível em: <www.metalica.com.br/coberturas-os-diversos-tipos-e-suas-caracteristicas>. Acessado em: 10/10/2016

MOHR, Micheli Maria - Alto Qi – Base de Conhecimento. **Lançamento de vigas pré-moldadas com 2º estágio e ligações semirrígidas com barras passantes**. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/48764/referencias-bibliograficas-tiradas-na-internet-como-colocar-no-trabalho>>. Acesso em: 03/12/2016.

MOLD ESTRUTURAS. **Catálogo de Pré-moldados**. Disponível em: <http://mold.com.br/>. Acesso em: 08 out. 2016.

PREMONTA, **Montagem de vigas em Pré-moldados**. Disponível em: < <https://premonta.com.br/montagem-de-vigas-em-premoldados>>. Acesso em 03/12/2016.

PROJETEC, **Forma e Armadura – Blocos de fundação**. Revisão 00. Atibaia/SP, 2016.

SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS DE SÃO PAULO.

Pesquisa Origem e Destino 2011. Disponível em <http://www.stm.sp.gov.br/odrmc/>
Acesso em 24/05/2016.

SILVA, Cristina Evangelista. **Sistema de cobertura com pórticos de estabilização bidirecionais em perfis metálicos de seção circular com costura para construção residencial industrializada.** 2011. Dissertação (Mestrado em Construções Metálicas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

SOTEF. **Catalogo de pré-fabricada.** Disponível em: <www.sotef.com.br/.../catalogo-sotef-pr-fabricada-de-concreto-h-lice-continua>. Acesso em; 20/10/2016.

SOUZA, Roberto de; MEKBEKIAN, Geraldo. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras.** Pini, 1996.

TATU, **Tabela de Painel – Dimensionamento.** Banco de dados. Disponível em: <http://www.tatu.com.br/pdf_novo/Tabela_de_Painel-Dimensionamento.pdf>. Acesso em 03/12/2016.

TECGEO SONDAGENS E FUNDAÇÕES, **Estacas pré-moldadas de concreto.** Banco de dados. Disponível em: <<http://www.tecgeo.com.br/servicos/estacas-pr-moldadas-de-concreto-3>>. Acesso em 11/12/2016.

TEIXEIRA, A. H. (1996). **Projeto e execução de fundações.** In: SEFE, 3. São Paulo. Anais... São Paulo, v. 1.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações.** São Paulo: Studio Nobel, v. 3, 2002.

VENTURININI, Wilson Sergio; DE LIMA ANDRADE, José Roberto; RODRIGUES, Rogério Oliveira. **Dimensionamento de peças retangulares de concreto armado solicitadas à flexão reta.** EESC-SET, 1987.

VILLAÇA, Flávio José Magalhães. **As ilusões do plano diretor.** 2005.

ANEXOS

ANEXO A

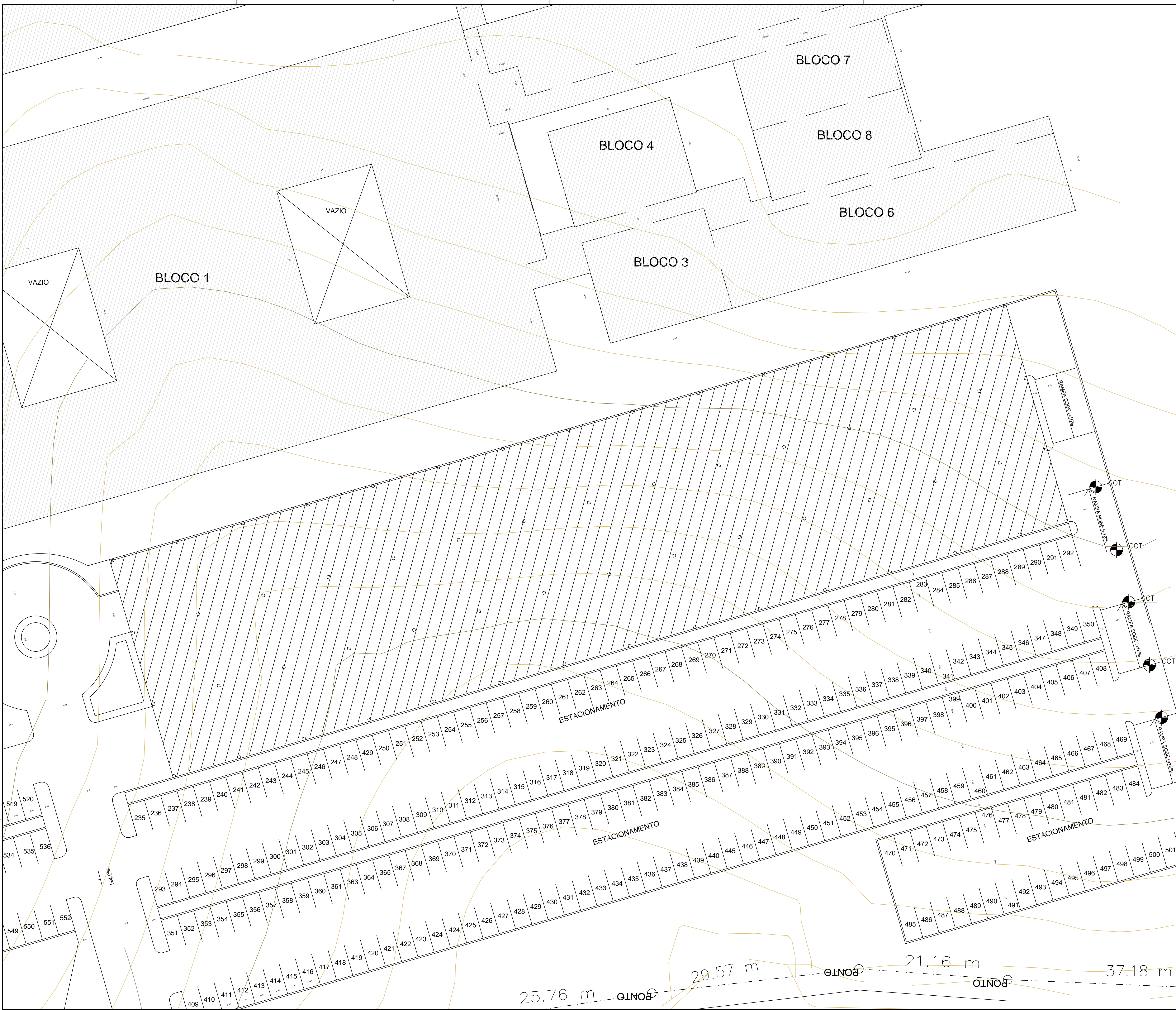
TABELA PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE LAJES ALVEOLARES										H21-08200	
Geometria da Peça: h = 21 cm bw = 26.72 cm capa = 5 cm Ac = 1401.9 cm ²			Propriedades do Concreto: f _{ck} = 50 MPa f _{td} = 28 MPa f _{ct,capa} = 25 MPa			Carregamentos: g ₁ = 280 kgf/m ² g ₂ = 125 kgf/m ² g _{3+q} = 50 (min.) g _{3+q} : [kgf/m ²]			Capa h 1245		
Armadura Ativa: CP _{inf} = 8x CP190RB 12.7 σ _{P0 inf} = 14.6 tf/cm ² CP _{sup} = 0x CP190RB 0 σ _{P0 sup} = 12.0 tf/cm ²			Valores ELU: M _{tot} = 24638 kgfm V _{tot} = 12035 kgf			Coef. ponderação: γ _{G1} = 1.3 γ _{G2+Q} e γ _{G2} = 1.4		Data: 2/12/10 Folha: 6 Rev: 01			
VÃOS			CARGAS-LIMITE (valores característicos)					MOMENTOS		DEFORMAÇÕES	
L (m)	L (m)	L (m)	(g _{3+q}) flexão	(g _{3+q}) fiss	(g _{3+q}) flecha	(g _{3+q}) cort	(g _{3+q}) máx	M _{d,fis} (kgfm)	M _{d,máx} (kgfm)	flecha inicial (cm) <L/150	flecha final (cm) <L/300
3.00	3.53	4.29	12138	12422	67004	4179	4179	18039	8967	-0.37	-0.54
3.25	3.82	4.64	10267	10517	54337	3827	3827	18026	9732	-0.43	-0.62
3.50	4.12	5.00	8818	9006	44731	3524	3524	18014	10477	-0.49	-0.70
3.75	4.41	5.36	7633	7786	37292	3262	3262	17999	11221	-0.56	-0.79
4.00	4.71	5.71	6663	6788	31424	3033	3033	17984	11965	-0.63	-0.87
4.25	5.00	6.07	5859	5961	26722	2831	2831	17968	12708	-0.70	-0.95
4.50	5.29	6.43	5186	5268	22900	2651	2651	17950	13451	-0.78	-1.02
4.75	5.59	6.79	4616	4681	19756	2490	2490	17931	14193	-0.86	-1.09
5.00	5.88	7.14	4129	4180	17140	2345	2345	17913	14934	-0.93	-1.16
5.25	6.18	7.50	3710	3749	14942	2214	2214	17893	15675	-1.01	-1.22
5.50	6.47	7.86	3347	3376	13079	2095	2095	17871	16416	-1.09	-1.26
5.75	6.76	8.21	3030	3050	11488	1987	1987	17849	17155	-1.17	-1.30
6.00	7.06	8.57	2752	2764	10118	1887	1887	17826	17895	-1.25	-1.32
6.25	7.35	8.93	2507	2511	8930	1795	1795	17801	18633	-1.33	-1.33
6.50	7.65	9.29	2289	2287	7895	1711	1711	17778	19372	-1.41	-1.33
6.75	7.94	9.64	2096	2088	6987	1632	1632	17751	20109	-1.48	-1.30
7.00	8.24	10.00	1922	1910	6187	1560	1560	17724	20846	-1.55	-1.25
7.25	8.53	10.36	1766	1749	5479	1492	1492	17695	21583	-1.62	-1.18
7.50	8.82	10.71	1626	1605	4848	1429	1429	17666	22319	-1.69	-1.08
7.75	9.12	11.07	1499	1474	4285	1369	1369	17638	23055	-1.75	-0.95
8.00	9.41	11.43	1383	1355	3780	1314	1314	17606	23790	-1.80	-0.80
8.25	9.71	11.79	1278	1247	3325	1262	1247	17574	24305	-1.85	-0.61
8.50	10.00	12.14	1182	1148	2915	1213	1148	17541	24241	-1.89	-0.38
8.75	10.29	12.50	1095	1058	2543	1167	1058	17508	24175	-1.93	-0.12
9.00	10.59	12.86	1014	975	2204	1123	975	17471	24106	-1.95	0.19
9.25	10.88	13.21	940	899	1896	1082	899	17436	24036	-1.97	0.54
9.50	11.18	13.57	872	828	1615	1042	828	17399	23964	-1.98	0.93
9.75	11.47	13.93	808	763	1356	1005	763	17361	23890	-1.97	1.38
10.00	11.76	14.29	750	703	1120	970	703	17323	23814	-1.96	1.88
10.25	12.06	14.64	696	647	901	936	647	17284	23736	-1.93	2.44
10.50	12.35	15.00	645	596	700	905	596	17243	23656	-1.89	3.06
10.75	12.65	15.36	598	547	514	874	514	17200	22735	-1.84	(3.74)
11.00	12.94	15.71	554	502	342	845	342	17158	19252	-1.77	(4.48)

Fonte: Laje Alveolar H21-08200. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/laje-alveolar/>. Acesso em: 11 dez. 2017.


ANEXO B

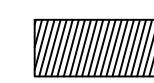
TABELA PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE LAJES ALVEOLARES										H26-07200	
Geometria da Peça:			Propriedades do Concreto:			Carregamentos:			Capa		
h = 26 cm			$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$			$E_{ck,c} = 33.7 \text{ GPa}$			$g_1 = 332 \text{ kgf/m}^2$		
bw = 22 cm			$f_{tj} = 28 \text{ MPa}$			$E_{ck,j} = 29 \text{ GPa}$			$g_2 = 125 \text{ kgf/m}^2$		
capa = 5 cm			$f_{ck,capa} = 25 \text{ MPa}$			$E_{ck,c} = 23.8 \text{ GPa}$			$g_3+q = 50 \text{ (min.)}$		
Ac = 1659.3 cm ²									$g_3+q \text{ : [kgf/m}^2\text{]}$		
Armadura Ativa:					Valores ELU:			Coef. ponderação:		Data: 2/12/10	
CP _{inf} = 7x CP190RB 12.7 $\sigma_{p0,inf} = 14.6 \text{ tf/cm}^2$					M _{red} = 26039 kgfm			$\gamma_{g1} = 1.3$		Folha: 2	
CP _{sup} = 0x CP190RB 0 $\sigma_{p0,sup} = 12.0 \text{ tf/cm}^2$					V _{red} = 9796 kgf			$\gamma_{g2+q} \text{ e } \gamma_{g2} = 1.4$		Rev: 01	
VÃOS			CARGAS-LIMITE (valores característicos)					MOMENTOS		DEFORMAÇÕES	
L (m)	L (m)	L (m)	(g ₃ +q) flexão	(g ₃ +q) fiss	(g ₃ +q) flecha	(g ₃ +q) cort	(g ₃ +q) máx	M _{d,fls} (kgfm)	M _{d,máx} (kgfm)	flecha inicial (cm) <L/150	flecha final (cm) <L/300
3.00	3.53	4.29	12802	13335	89265	3275	3275	19395	7300	-0.21	-0.27
3.25	3.82	4.64	10845	11291	71689	2988	2988	19388	7904	-0.25	-0.31
3.50	4.12	5.00	9293	9669	58497	2742	2742	19381	8508	-0.28	-0.34
3.75	4.41	5.36	8041	8360	48378	2528	2528	19373	9111	-0.32	-0.38
4.00	4.71	5.71	7015	7289	40471	2342	2342	19365	9713	-0.36	-0.42
4.25	5.00	6.07	6166	6401	34189	2177	2177	19355	10314	-0.40	-0.45
4.50	5.29	6.43	5454	5657	29127	2031	2031	19345	10915	-0.44	-0.48
4.75	5.59	6.79	4852	5028	24995	1900	1900	19335	11515	-0.48	-0.51
5.00	5.88	7.14	4337	4490	21583	1782	1782	19325	12115	-0.53	-0.53
5.25	6.18	7.50	3895	4028	18738	1676	1676	19313	12714	-0.57	-0.55
5.50	6.47	7.86	3511	3627	16343	1579	1579	19301	13312	-0.61	-0.56
5.75	6.76	8.21	3176	3277	14310	1490	1490	19289	13910	-0.66	-0.57
6.00	7.06	8.57	2882	2970	12571	1409	1409	19276	14507	-0.70	-0.56
6.25	7.35	8.93	2623	2699	11074	1334	1334	19263	15103	-0.74	-0.55
6.50	7.65	9.29	2393	2459	9776	1265	1265	19248	15699	-0.78	-0.53
6.75	7.94	9.64	2188	2245	8644	1202	1202	19234	16294	-0.82	-0.49
7.00	8.24	10.00	2005	2053	7652	1142	1142	19218	16888	-0.86	-0.44
7.25	8.53	10.36	1840	1881	6778	1087	1087	19203	17482	-0.89	-0.37
7.50	8.82	10.71	1692	1726	6004	1036	1036	19185	18075	-0.92	-0.29
7.75	9.12	11.07	1558	1586	5316	988	988	19169	18668	-0.95	-0.19
8.00	9.41	11.43	1436	1458	4702	943	943	19151	19259	-0.98	-0.07
8.25	9.71	11.79	1325	1342	4152	900	900	19134	19851	-1.00	0.07
8.50	10.00	12.14	1223	1236	3657	860	860	19115	20441	-1.01	0.23
8.75	10.29	12.50	1131	1139	3211	823	823	19095	21031	-1.02	0.41
9.00	10.59	12.86	1045	1050	2806	787	787	19076	21620	-1.03	0.63
9.25	10.88	13.21	967	969	2440	753	753	19056	22209	-1.03	0.86
9.50	11.18	13.57	895	893	2106	722	722	19035	22797	-1.02	1.13
9.75	11.47	13.93	828	823	1801	691	691	19014	23384	-1.01	1.43
10.00	11.76	14.29	766	759	1522	663	663	18993	23971	-0.98	1.76
10.25	12.06	14.64	709	699	1266	635	635	18970	24557	-0.95	2.13
10.50	12.35	15.00	655	643	1031	609	609	18946	25142	-0.92	2.53
10.75	12.65	15.36	606	591	814	585	585	18923	25727	-0.87	2.97
11.00	12.94	15.71	560	543	614	561	543	18899	25831	-0.81	3.45

Fonte: Laje Alveolar H26-07200. Disponível em: <http://www.leonardi.com.br/laje-alveolar/>. Acesso em: 11 dez. 2017.



LEGENDA

EXISTENTE 

A CONSTRUIR 

PROJETO: **PROJETO DE ESTACIONAMENTO** Folha: **01/04**

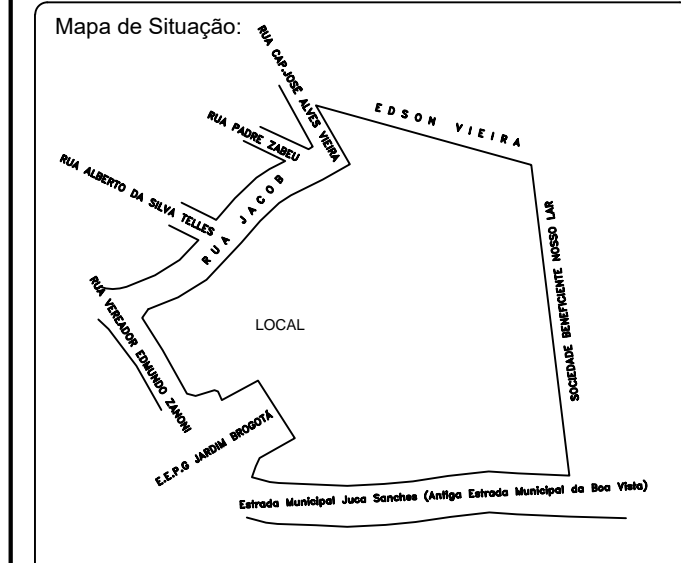
Título: **PLANTA DE LOCAÇÃO DA OBRA**

Proprietário: **FAAT FACULDADES**

Local: **AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA**

Município: **Atibaia - SP** Comarca: **Atibaia - SP**

Escala: **1/1.000** Data:



Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO
FAAT FACULDADES ATIBAIA
CNPJ 19.061.338/0001-26

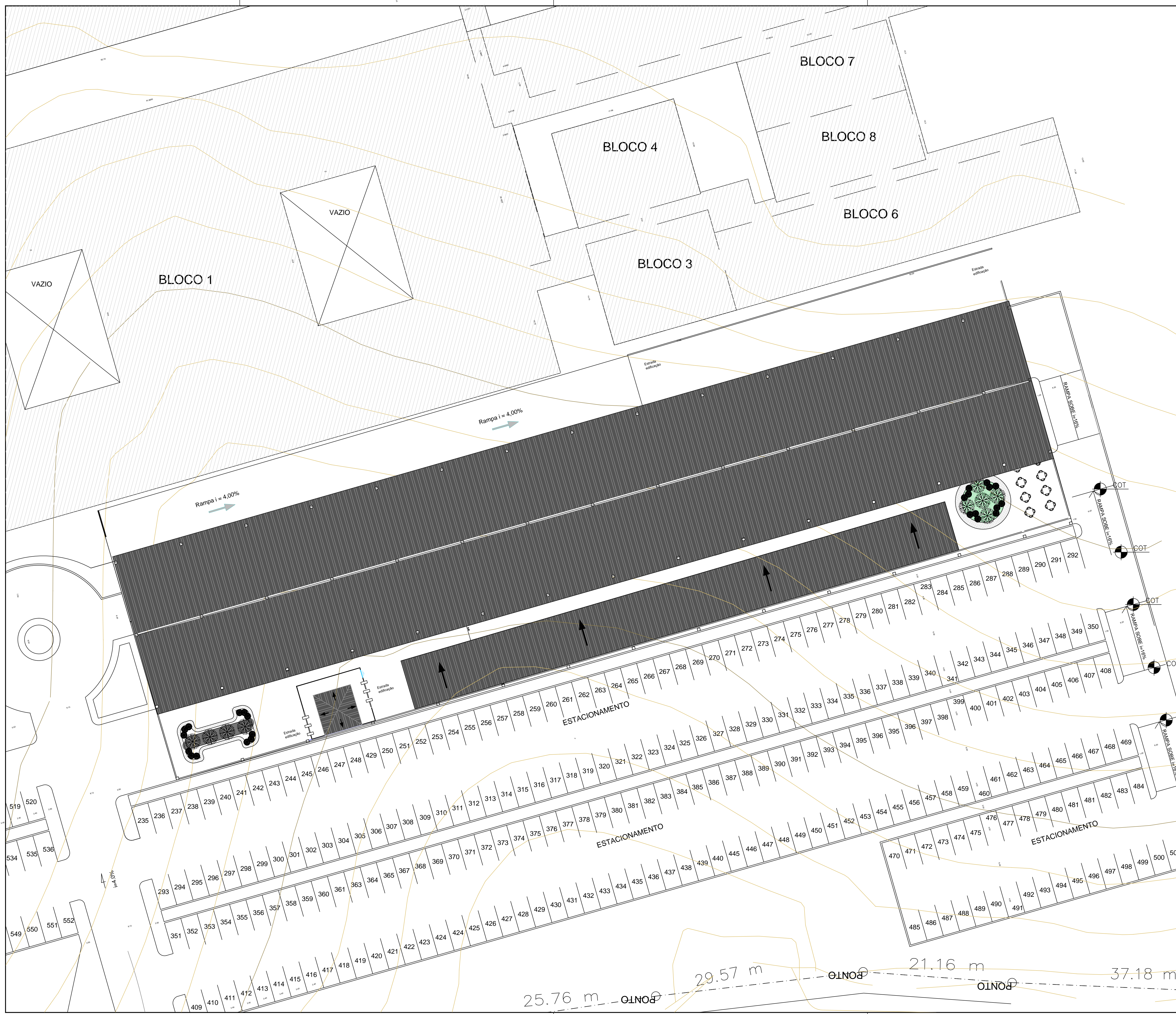
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO
ENGENHEIROS DO Sº ANO - GRUPO TCC
CREA 000.000.00-0
ART :

Quadro de Áreas:
VIDE QUADRO ACIMA

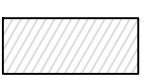
ARQUIVO: TCC_ARQUITETONICO_FINAL.dwg


Observação:

Aprovações:



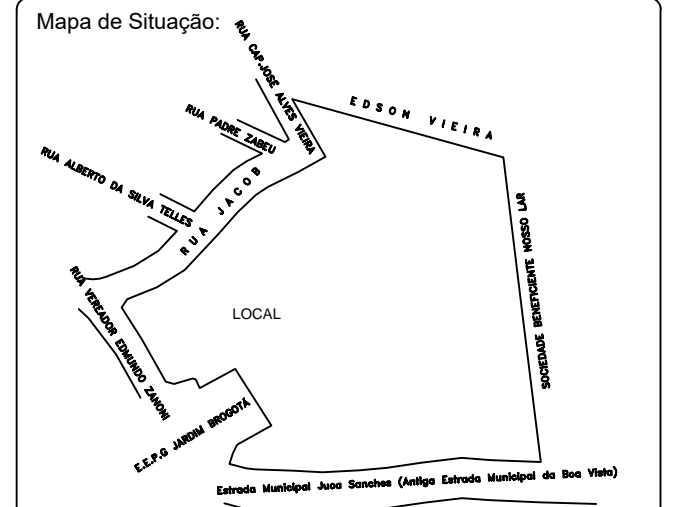
LEGENDA

EXISTENTE 

COBERTURA 

PROJETO: PROJETO DE ESTACIONAMENTO Folha: 02/04

Título: PLANTA DE COBERTURA
 Proprietário: FAAT FACULDADES
 Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA
 Município: Atibaia - SP Comarca: Atibaia - SP
 Escala: 1/1.000 Data:



Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO
 FAAT FACULDADES ATIBAIA
 CNPJ 19.061.339/0001-26

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO
 ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC
 ART: _____



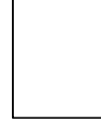
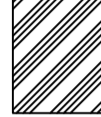
Quadro de Áreas:
 VIDE QUADRO ACIMA

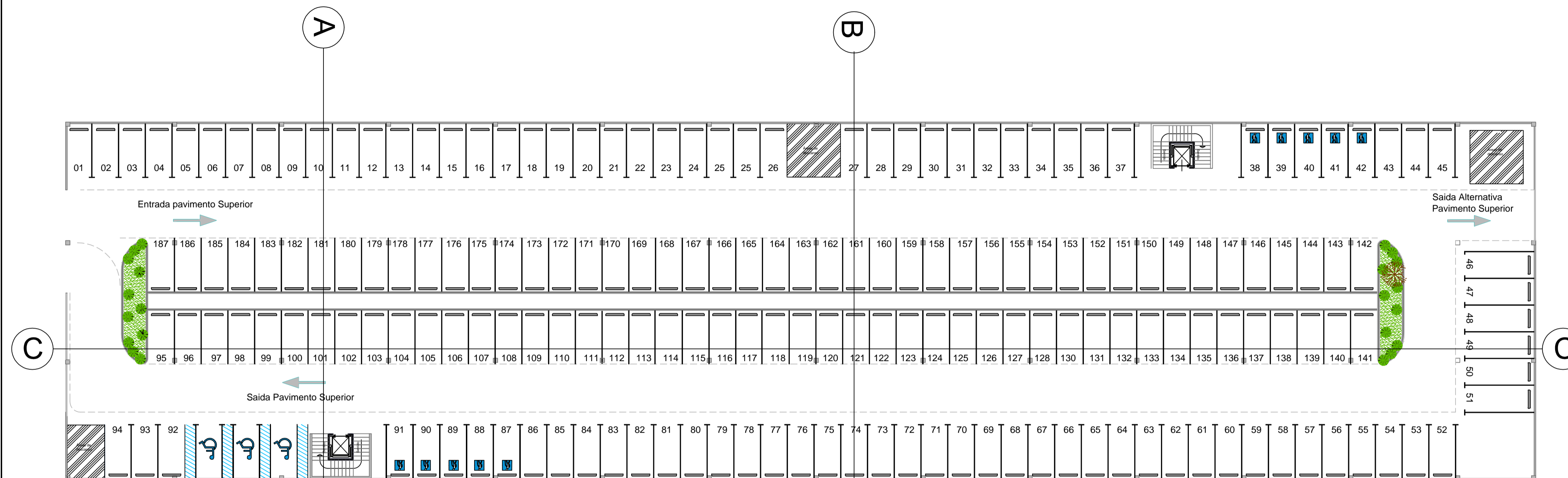
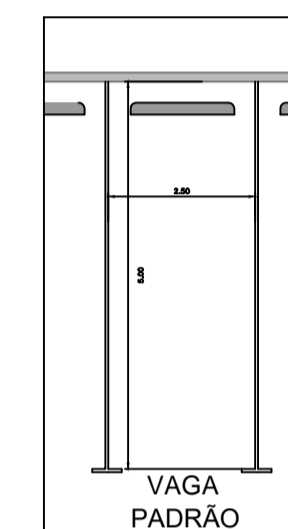
ARQUIVO: TCC_ARQUITETONICO_FINAL.dwg

Observação:

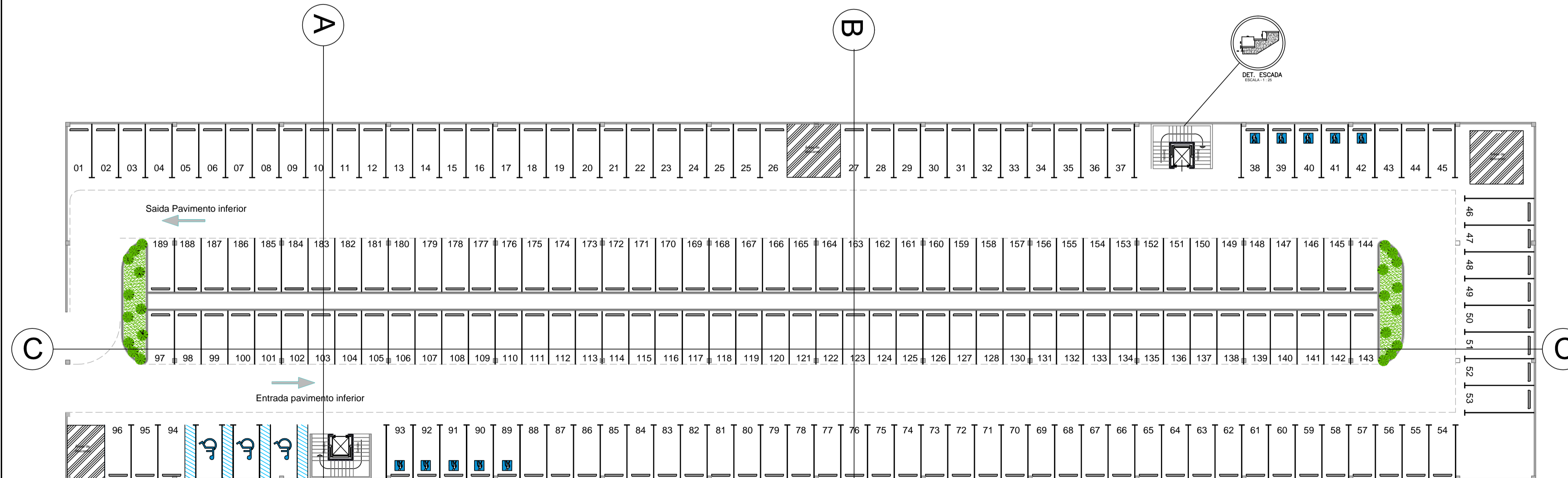
Aprovações:

LEGENDA

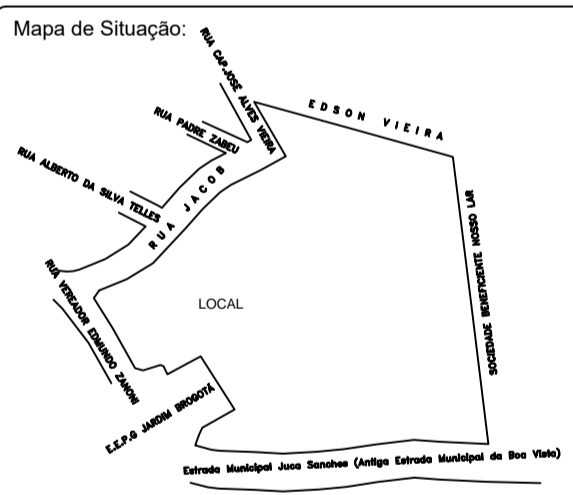
-  Vaga para PNE
-  Vaga para idosos
-  Vaga Padrão
-  Área de Descanso

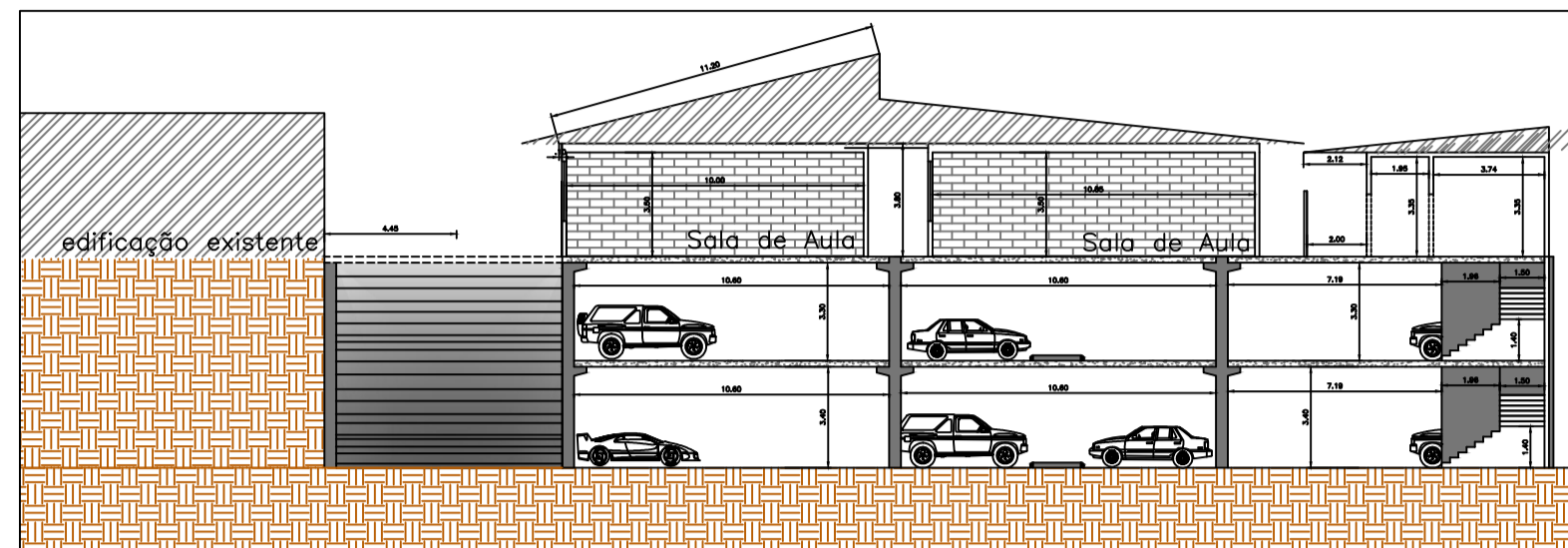


2° Pavimento - estacionamento
ESCALA 1:1000

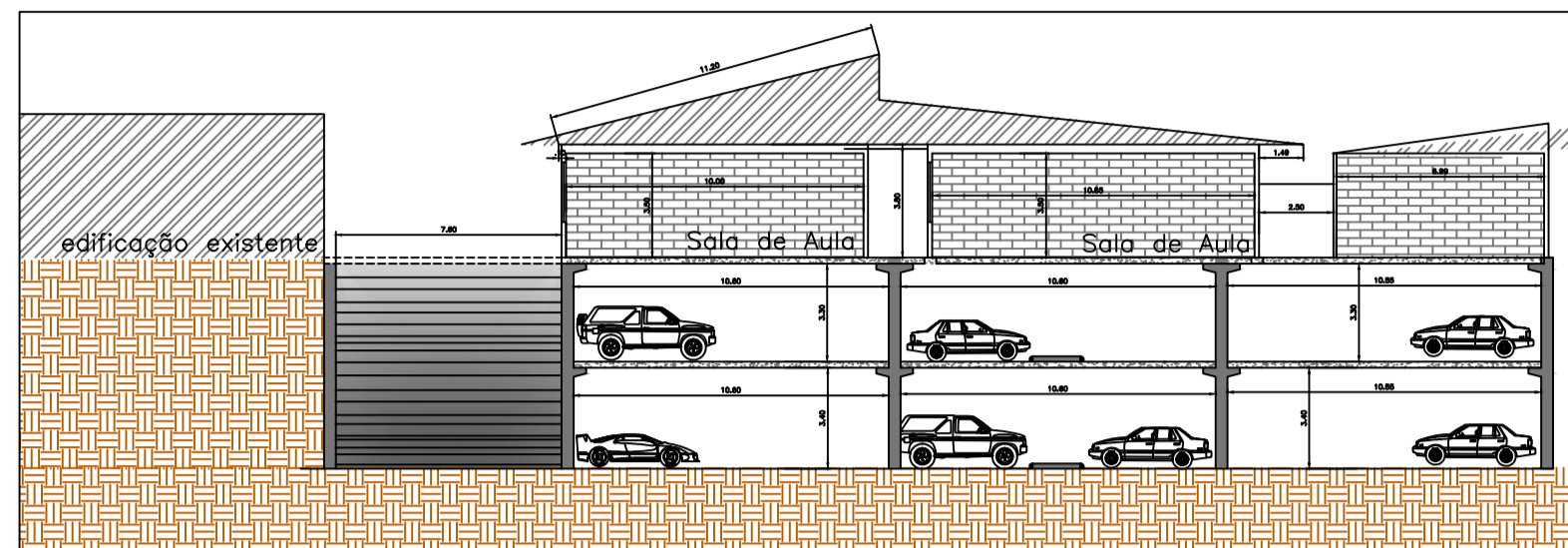


1° Pavimento - estacionamento
ESCALA 1:1000

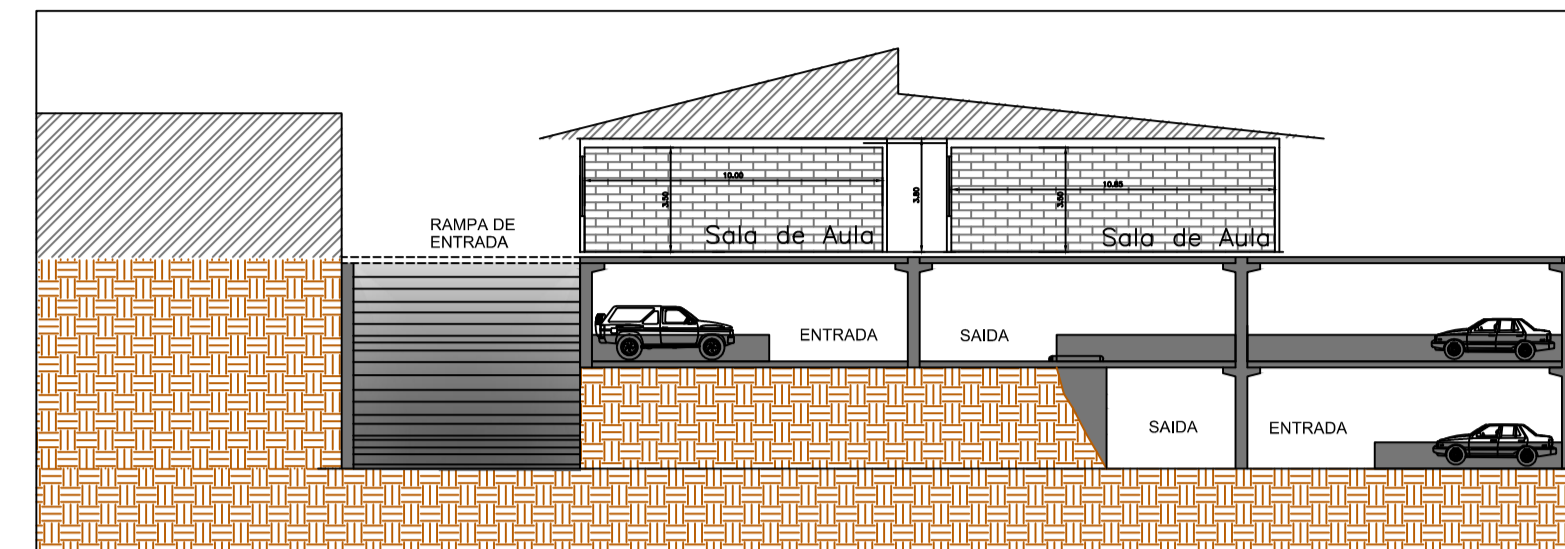
PROJETO: PROJETO DE ESTACIONAMENTO	Folha: 03/04
Título: LOCAÇÃO DOS BLOCOS E ESTACAS	
Proprietário: FAAT FACULDADES	
Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA	
Município: Atibaia - SP	Comarca: Atibaia - SP
Escala: 1/1.000	Data:
Mapa de Situação: 	Declaração: Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.
Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA	PROPRIETÁRIO: FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-26
Observação:	RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO: ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC CREA 000.000.00-0 ART:
Aprovações:	ARQUIVO: TCC_ARQUITETONICO_FINAL.dwg



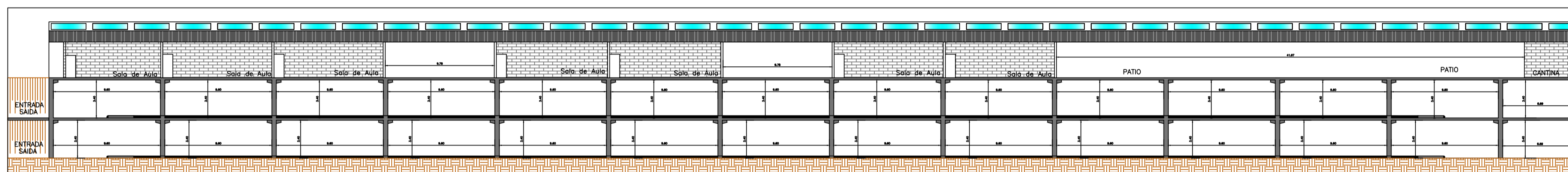
CORTE A-A
ESCALA 1:1000



CORTE B-B
ESCALA 1:1000



FACHADA
ESCALA 1:1000

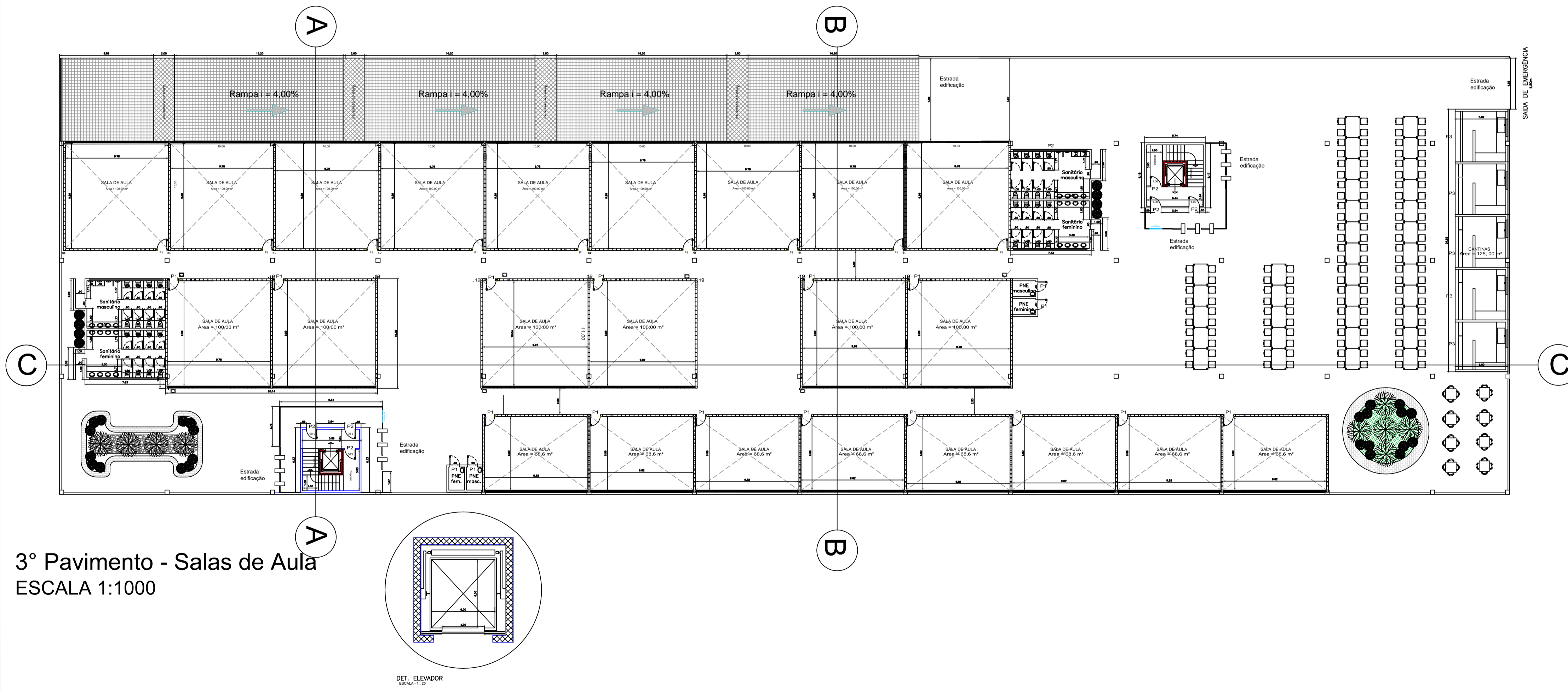


CORTE D-D
ESCALA 1:1000

QUADRO DE ABERTURAS - JANELAS(GALPÃO)				
MODELO	ALTURA	LARGURA	AREA (m²)	DESCRIÇÃO
Janelas salas	2,00	10,00	20,00	MAXIM-AR
Janelas banheiro	0,80	7,00	5,60	MAXIM-AR
Janelas cantinas	1,00	2,00	2,00	MAXIM-AR

QUADRO DE ABERTURAS - PORTAS				
MODELO	ALTURA	LARGURA	AREA (m²)	DESCRIÇÃO
P1	2,10	0,90	1,89	1 folha
P2	2,10	1,00	2,10	1 folha
P3	3,50	4,80	16,8	Enrolar

COMPARTIMENTO	AREA PISO (m²)	AREA MINIMA NECESSARIA (m²)		AREA PREVISTA EM PROJETO (m²)	
		ILUMINAÇÃO	VENTILAÇÃO	ILUMINAÇÃO	VENTILAÇÃO
Sala Tipo 1	100	12,50	6,25	20,00	10,00
Sala Tipo 2	68,6	8,57	4,28	20,00	10,00
WC	33,80	4,22	2,11	5,60	2,80
Cantinas(cada)	15,45	1,94	0,96	2,00	1,00



3º Pavimento - Salas de Aula
ESCALA 1:1000

PROJETO: PROJETO DE ESTACIONAMENTO Folha: 04/04

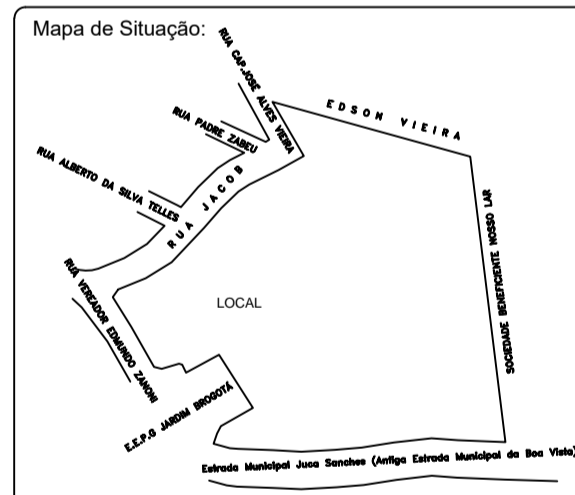
Título: LOCAÇÃO DOS BLOCOS E ESTACAS

Proprietário: FAAT FACULDADES

Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA

Município: Atibaia - SP **Comarca:** Atibaia - SP

Escala: 1/1.000 **Data:**

Mapa de Situação: 

Declaração: Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO: FAAT FACULDADES ATIBAIA
CNPJ 19.061.339/0001-26

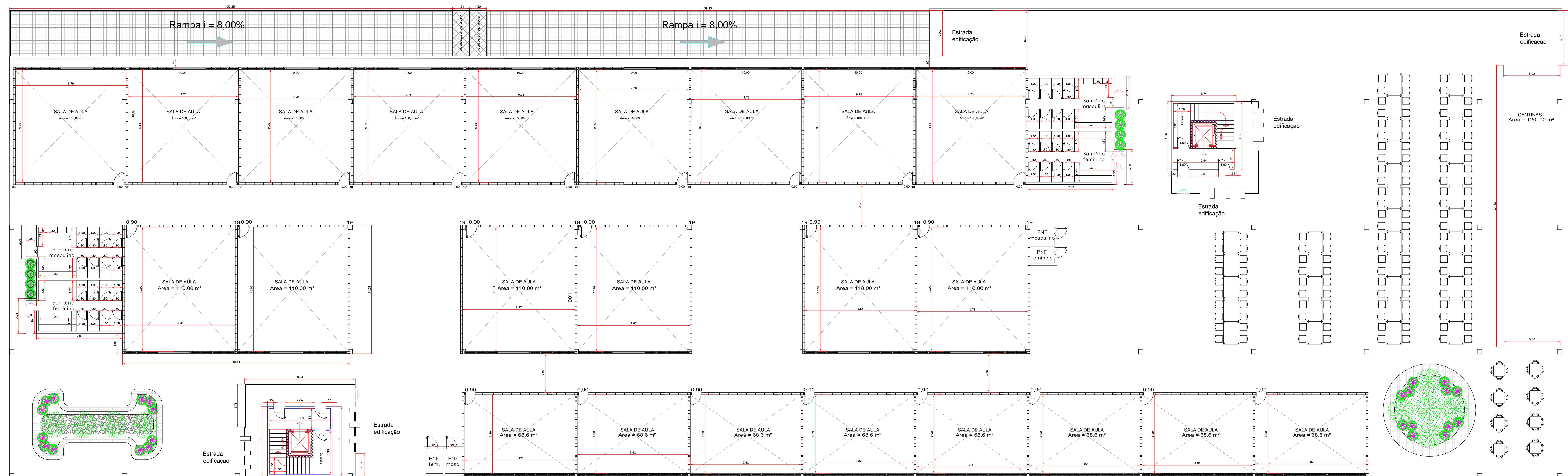
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO: ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC
CREA 000.000.00-0
ART:

Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA

Arquivo: TCC_ARQUITETONICO_FINAL.dwg

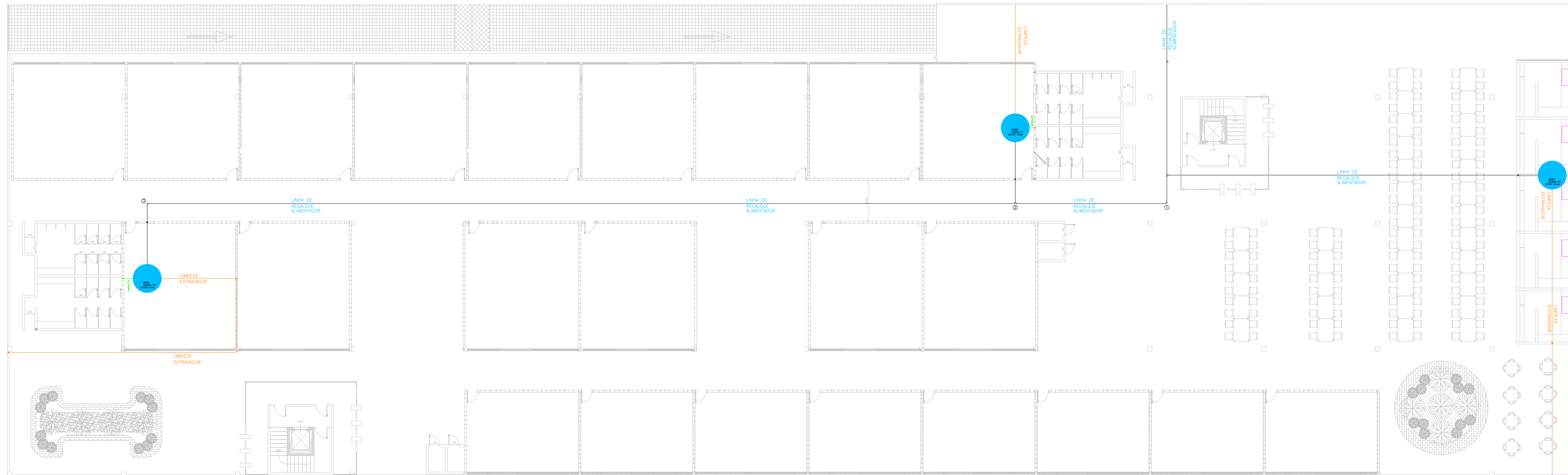
Observação:

Aprovações:

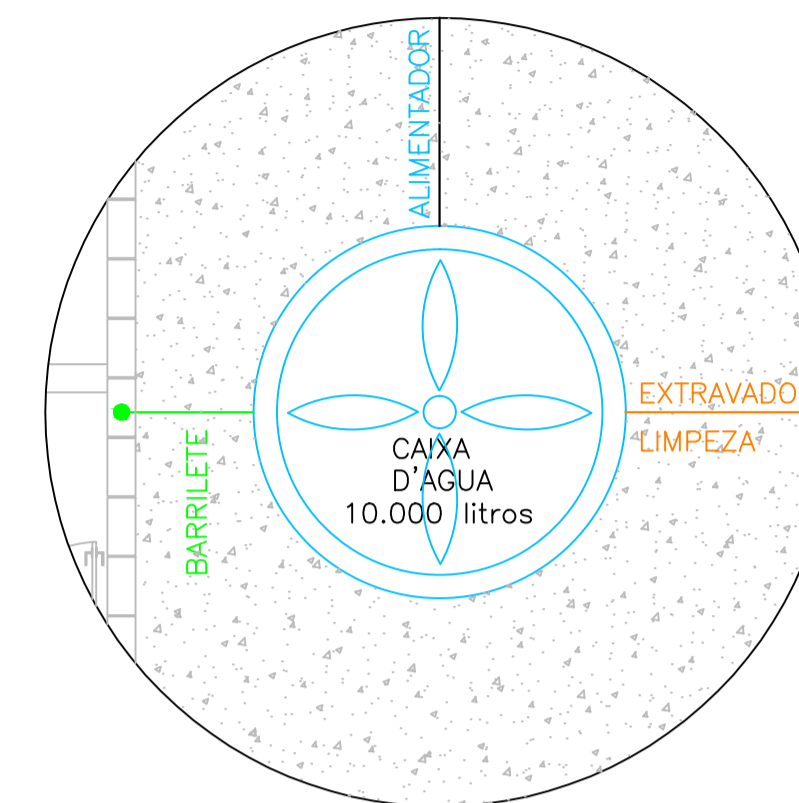


3º Pavimento - Salas de Aula
 ESCALA 1:100

PROJETO:	PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA	Folha:	01/07
Título:	PLANTA BAIXA		
Proprietário:	FAAT FACULDADES		
Local:	AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Município:	Atibaia - SP	Comarca:	Atibaia - SP
Escala:	1/100	Data:	
Mapa de Situação:			
Quadro de Áreas:	VIDE QUADRO ACIMA		
Observações:	Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.		
Proprietário:	PROPRIETÁRIO: FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.338/0001-26		
Responsável Técnico:	RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO ENGENHEIRO DO 3º ANO - GRUPO TCC CREA 000.890.00-0 ART?		
Arquivo:	ARQUIVO: TCC_PROJAGUA_R01.dwg		
Aprovações:	(Empty space for signatures)		

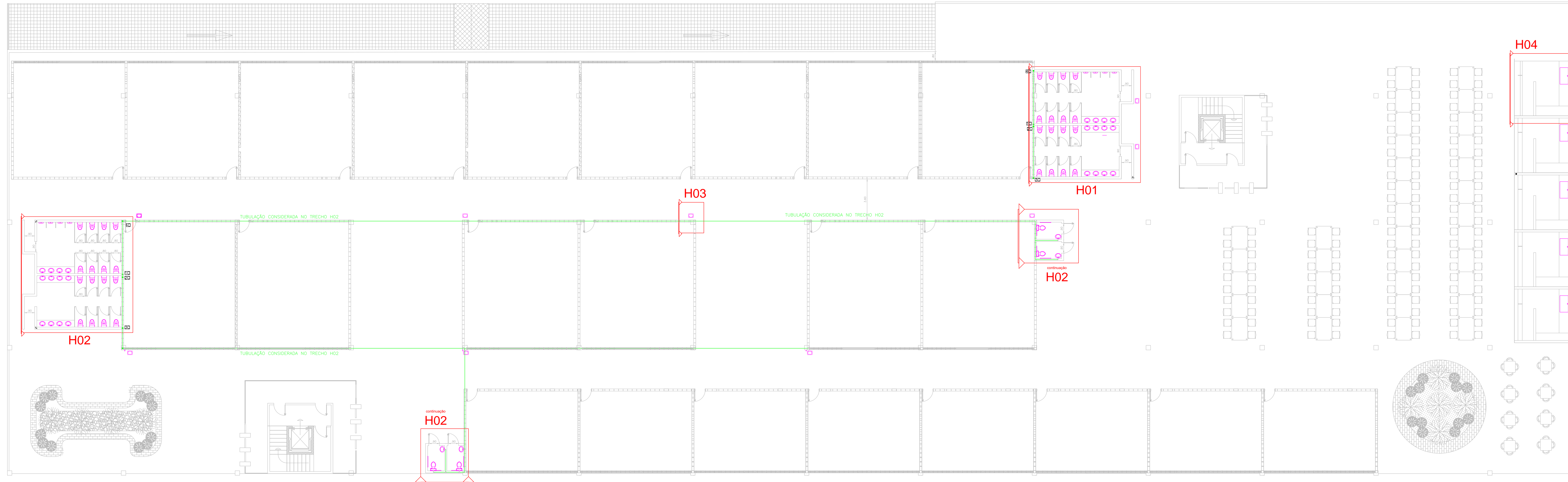


3° Pavimento - Linha do Recalque - Alimentador
 ESCALA 1:100



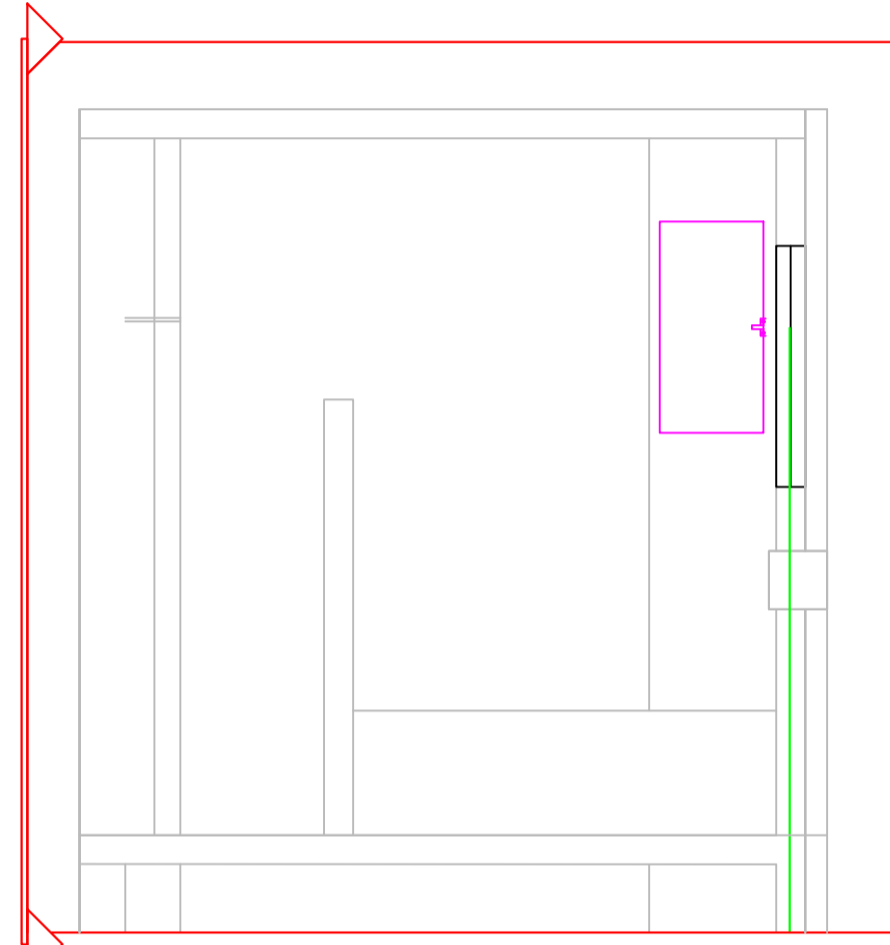
Detalhe genérico - conexões
 ESCALA 1:50

PROJETO: PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA		Folha: 02/07
Título: PLANTA BAIXA - REDE DE DISTRIBUIÇÃO		
Proprietário: FAAT FACULDADES		
Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Município: Atibaia - SP		Comarca: Atibaia - SP
Escala: 1/100		Data:
Mapa de Situação: 	Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.	
Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA	PROPRIETÁRIO: FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-28	
Observação:	RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO ENGENHEIRO DO Sº ANO - GRUPO TCC CAEA 000.000.00-0 ART:	
Aprovações:	ARQUIVO: TCC_PROJAGUA_R01.dwg	



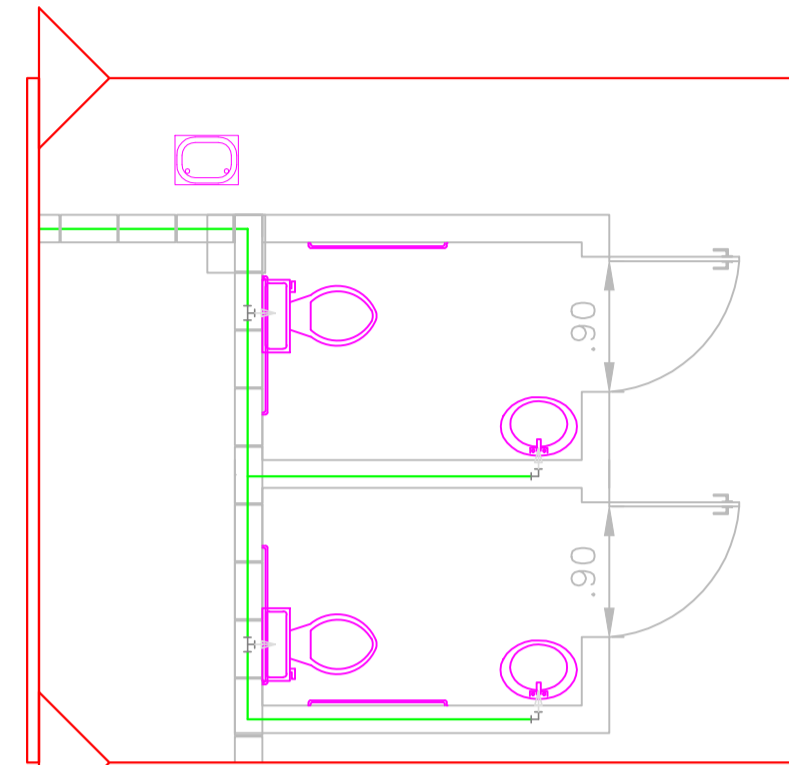
3° Pavimento - Salas de Aula - coluna de distribuição e ramais
 ESCALA 1:100

PROJETO:	PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA	Folha:	03/07
Título:	PLANTA BAIXA - REDE DE DISTRIBUIÇÃO RAMAIS		
Proprietário:	FAAT FACULDADES		
Local:	AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Município:	Atibaia - SP	Comarca:	Atibaia - SP
Escala:	1/100	Data:	
Mapa de Situação:	<p>Declaro que a aprovação deste projeto não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.</p> <p>PROPRIETÁRIO FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 13.061.338/0001-08</p> <p>RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC CREA 000.000.000-0 ART 1</p> <p>ARQUIVO: TCC_PROJAGUA_R01.dwg</p>		
Quadro de Áreas:	<p>VERE QUADRO ACIMA</p>		
Observação:			
Aprovações:			



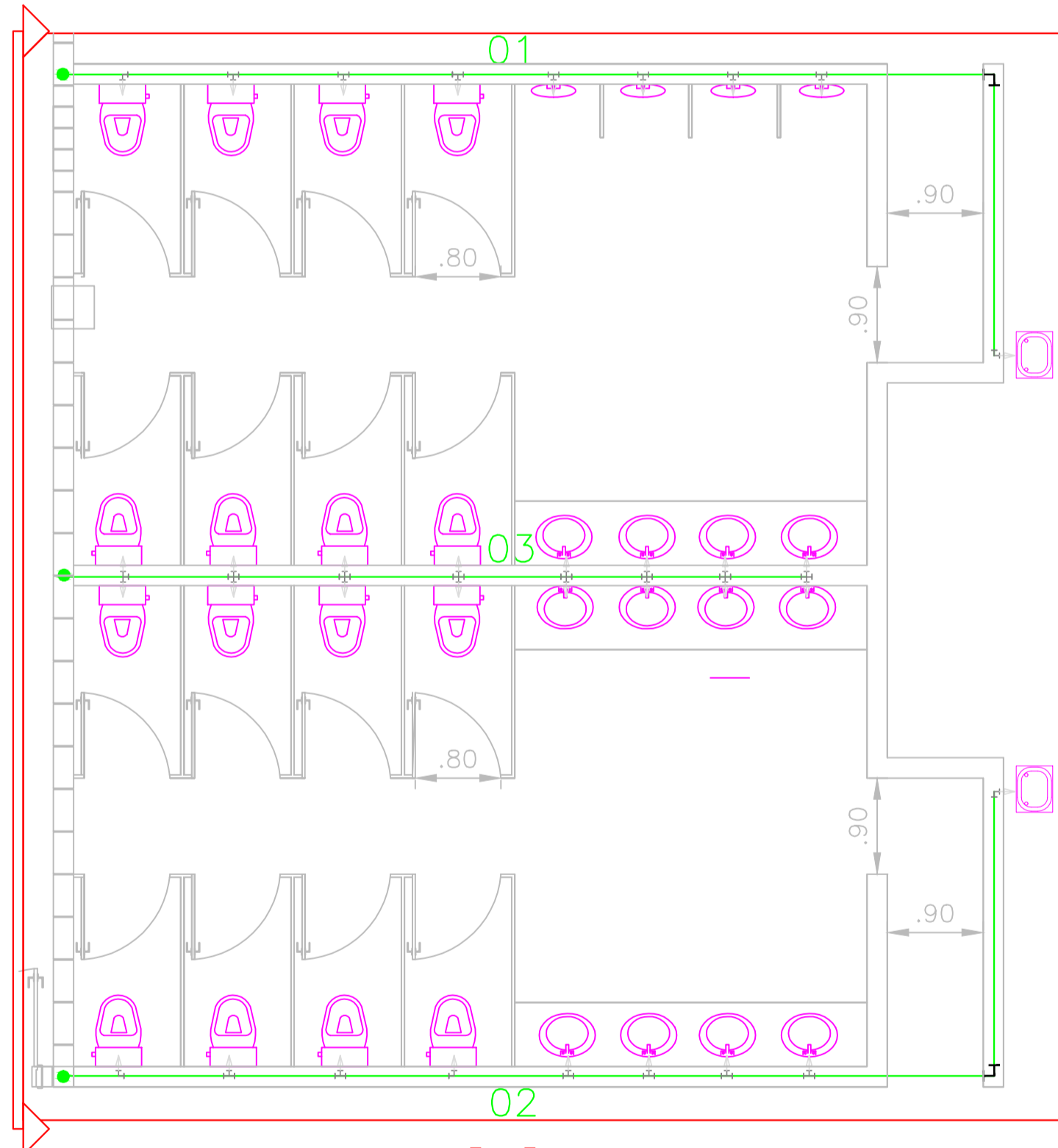
H04

ESCALA - 1 : 50



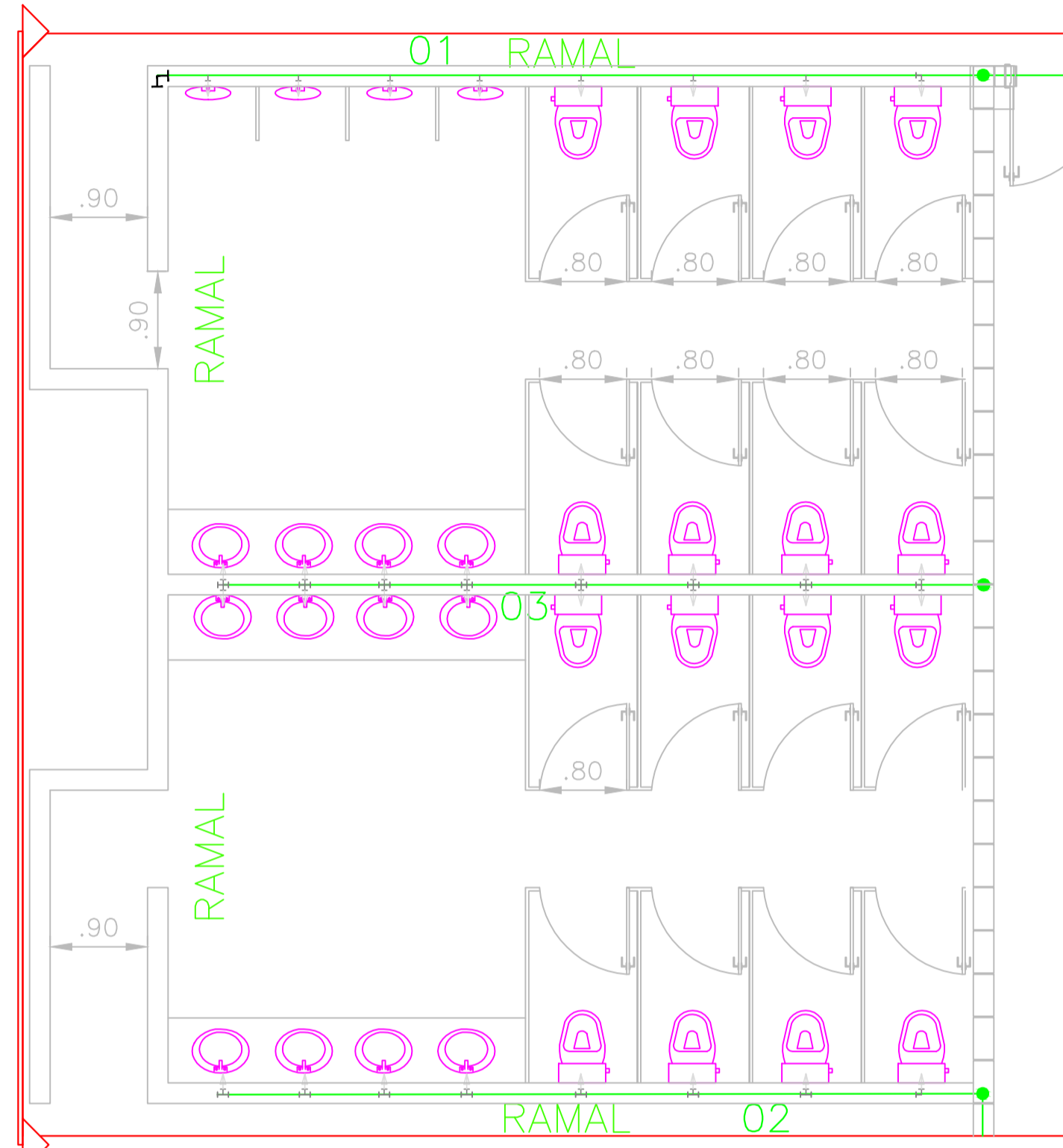
Trecho H02

ESCALA - 1 : 50



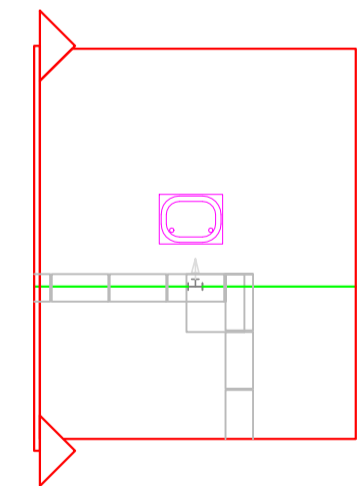
H01

ESCALA - 1 : 50



H02

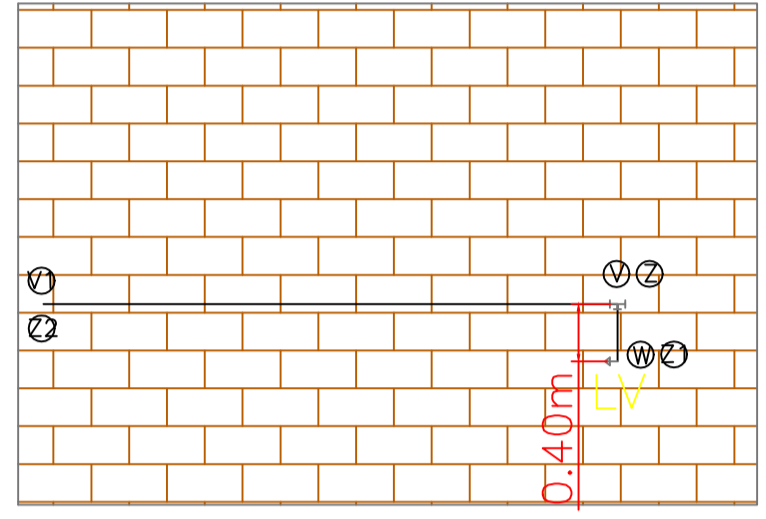
ESCALA - 1 : 50



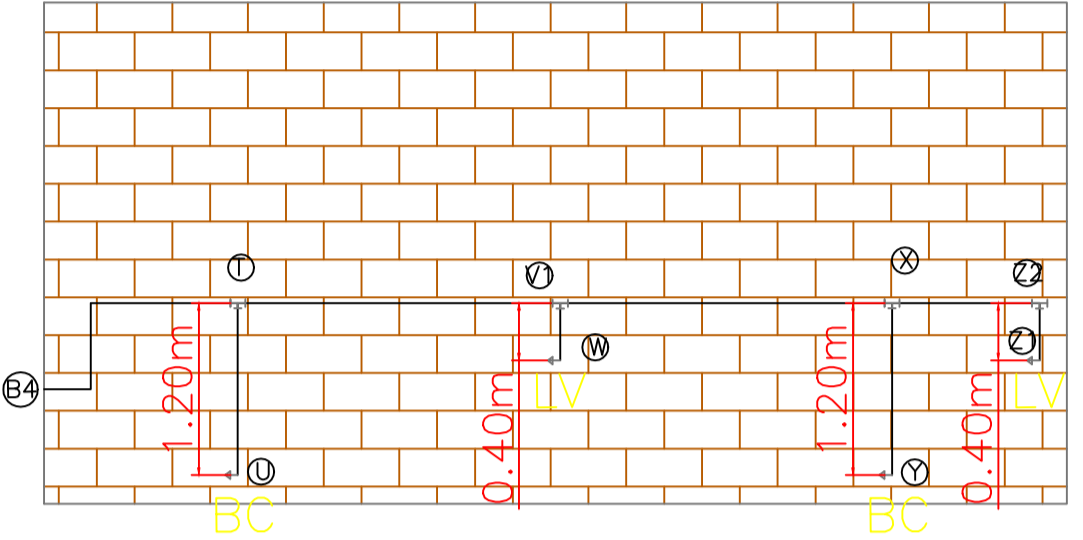
H03

ESCALA - 1 : 50

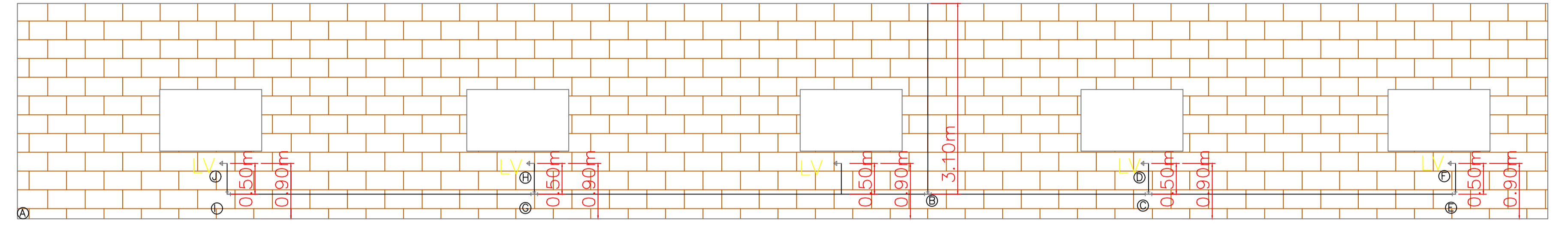
PROJETO: PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA		Folha: 04/07
Título: DETALHAMENTO EM PLANTA DOS SUB-RAMAIS		
Proprietário: FAAT FACULDADES		
Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Município: Atibaia - SP		Comarca: Atibaia - SP
Escala: 1/50		Data:
Mapa de Situação: 		Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.
PROPRIETÁRIO FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-26		
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC CREA 000.000.00-0 ART :		
Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA		
Arquivo: TCC_PROJAGUA_R01.dwg		
Observação:		
Aprovações:		



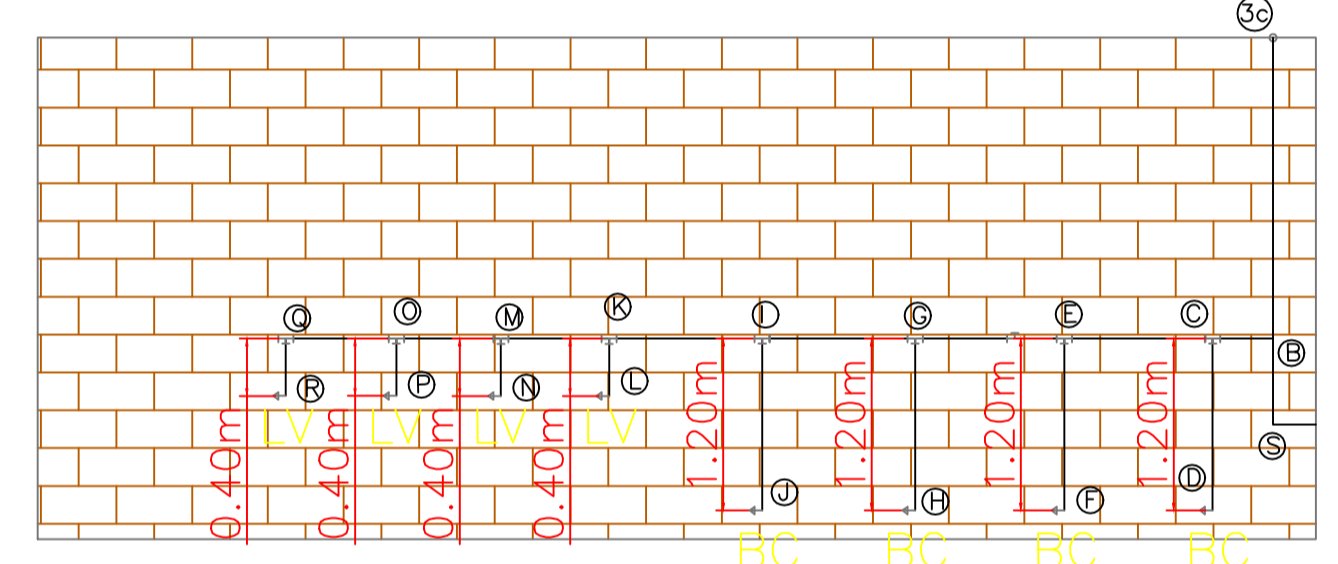
H02 - cont. trecho
Vista lateral
ESCALA - 1 : 50



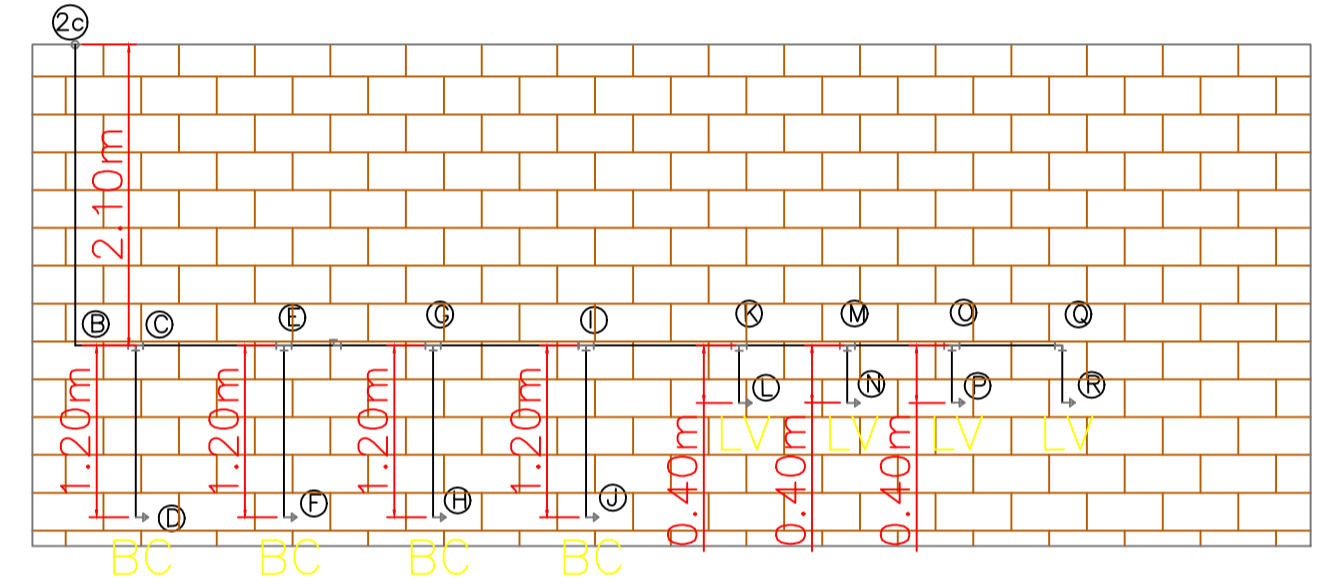
H02 - cont. trecho
Vista frontal
ESCALA - 1 : 50



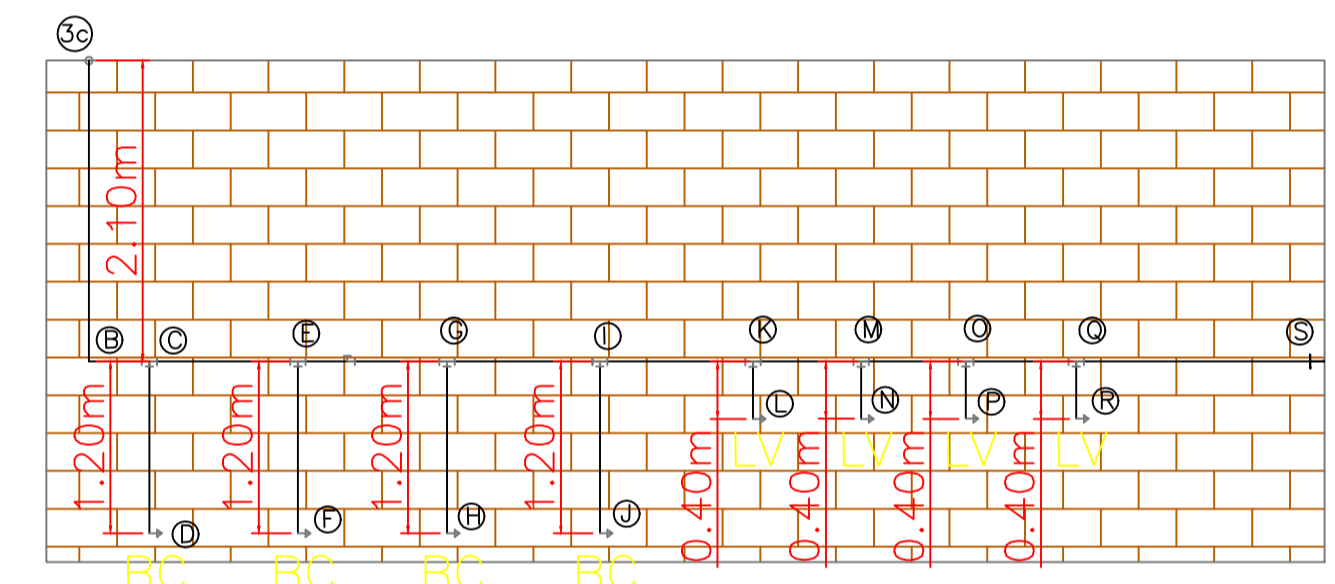
H04
ESCALA - 1 : 50



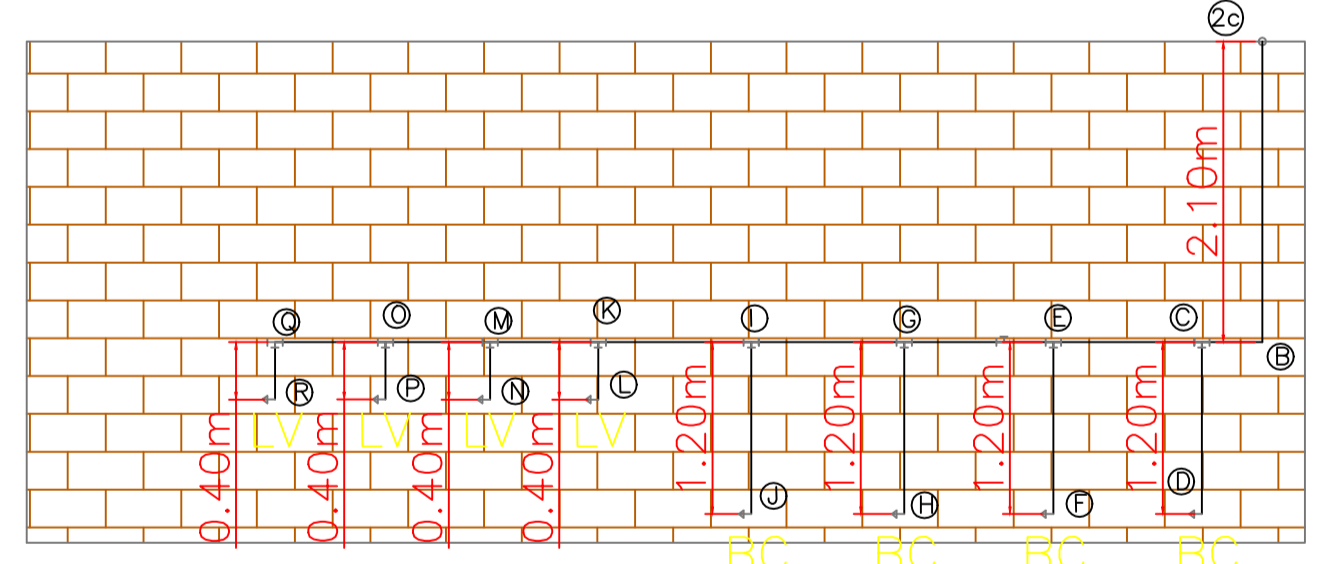
H02 - 2
ESCALA - 1 : 50



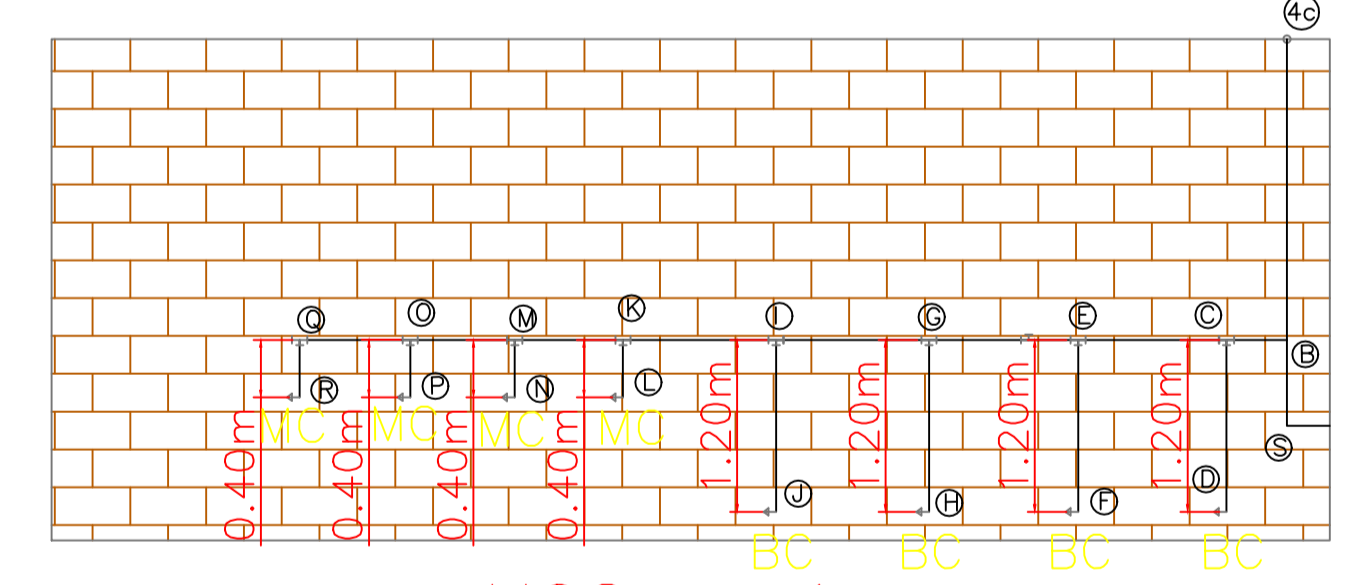
H01 - 3
ESCALA - 1 : 50



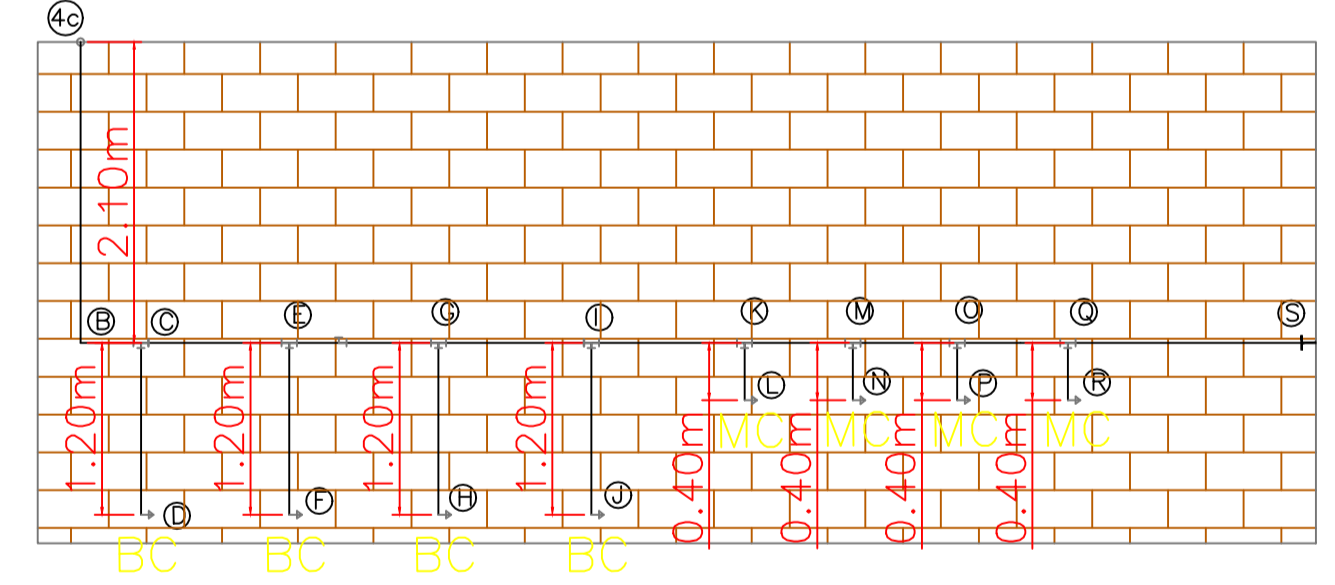
H01 - 2
ESCALA - 1 : 50




H02 - 3
ESCALA - 1 : 50

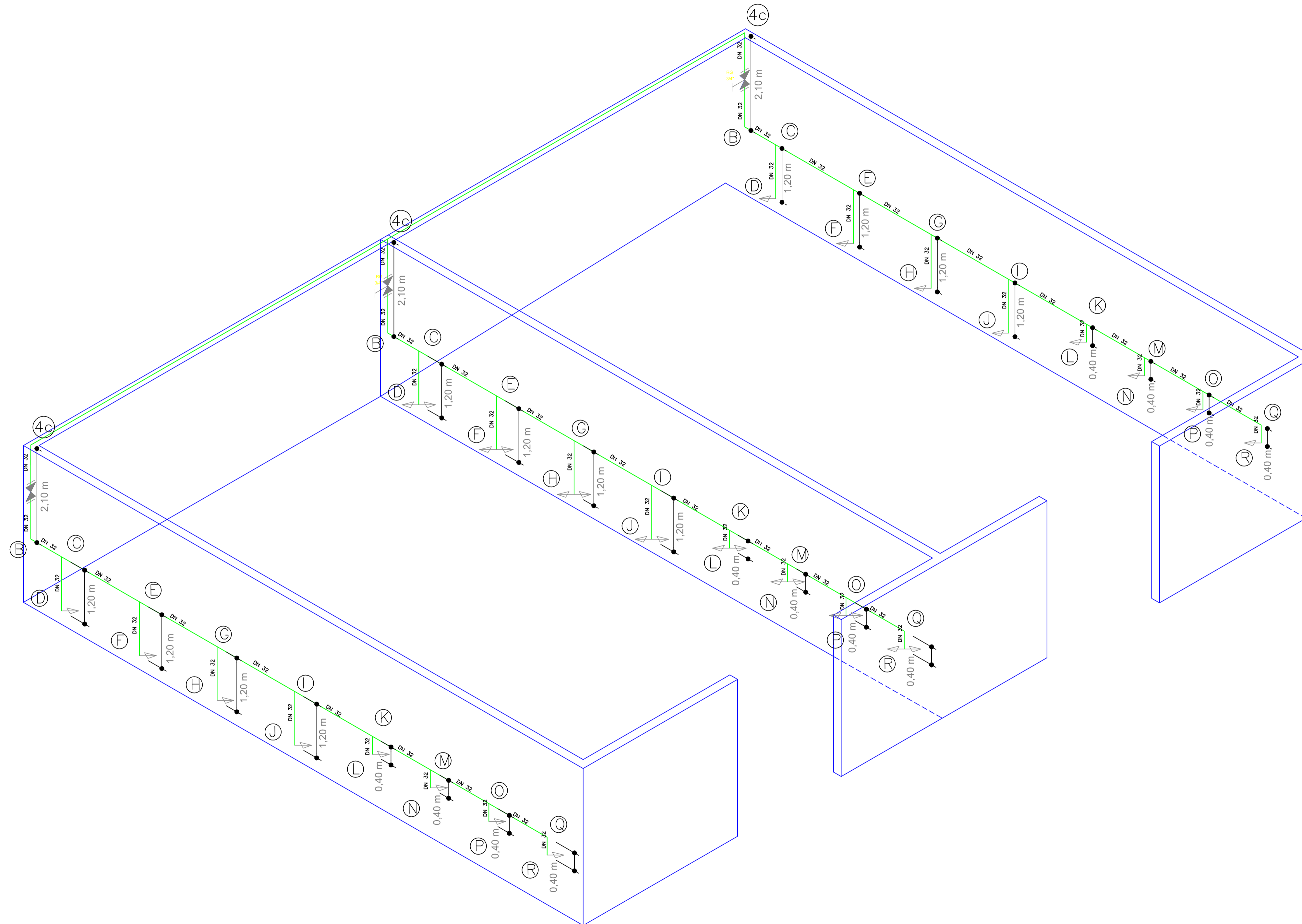


H02 - 1
ESCALA - 1 : 50



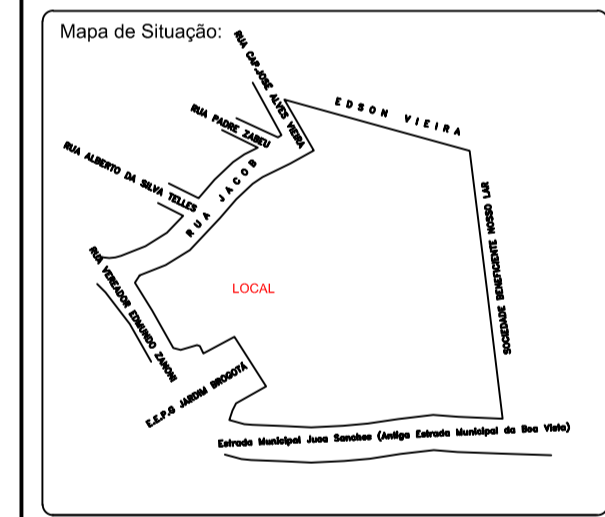
H01 - 1
ESCALA - 1 : 50

PROJETO: PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA		Folha: 05/07
Titulo: ELEVAÇÕES DAS PAREDES E INDICAÇÃO DOS TRECHOS Proprietário: FAAT FACULDADES Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA Município: Atibaia - SP Comarca: Atibaia - SP Escala: 1/50 Data:		
Mapa de Situação: 	Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno. PROPRIETÁRIO FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-26 RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC CREA 000.000.00-0 ART :	
Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA	ARQUIVO: TCC_PROJAGUA_R01.dwg	
Observação:		
Aprovações:		



PROJETO: PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA Folha: 06/07

Título: DETALHES ISOMÉTRICOS BANHEIRO H01 E H02
 Proprietário: FAAT FACULDADES
 Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA
 Município: Atibaia - SP Comarca: Atibaia - SP
 Escala: 1/25 Data:



Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO
 FAAT FACULDADES ATIBAIA
 CNPJ 19.061.339/0001-26

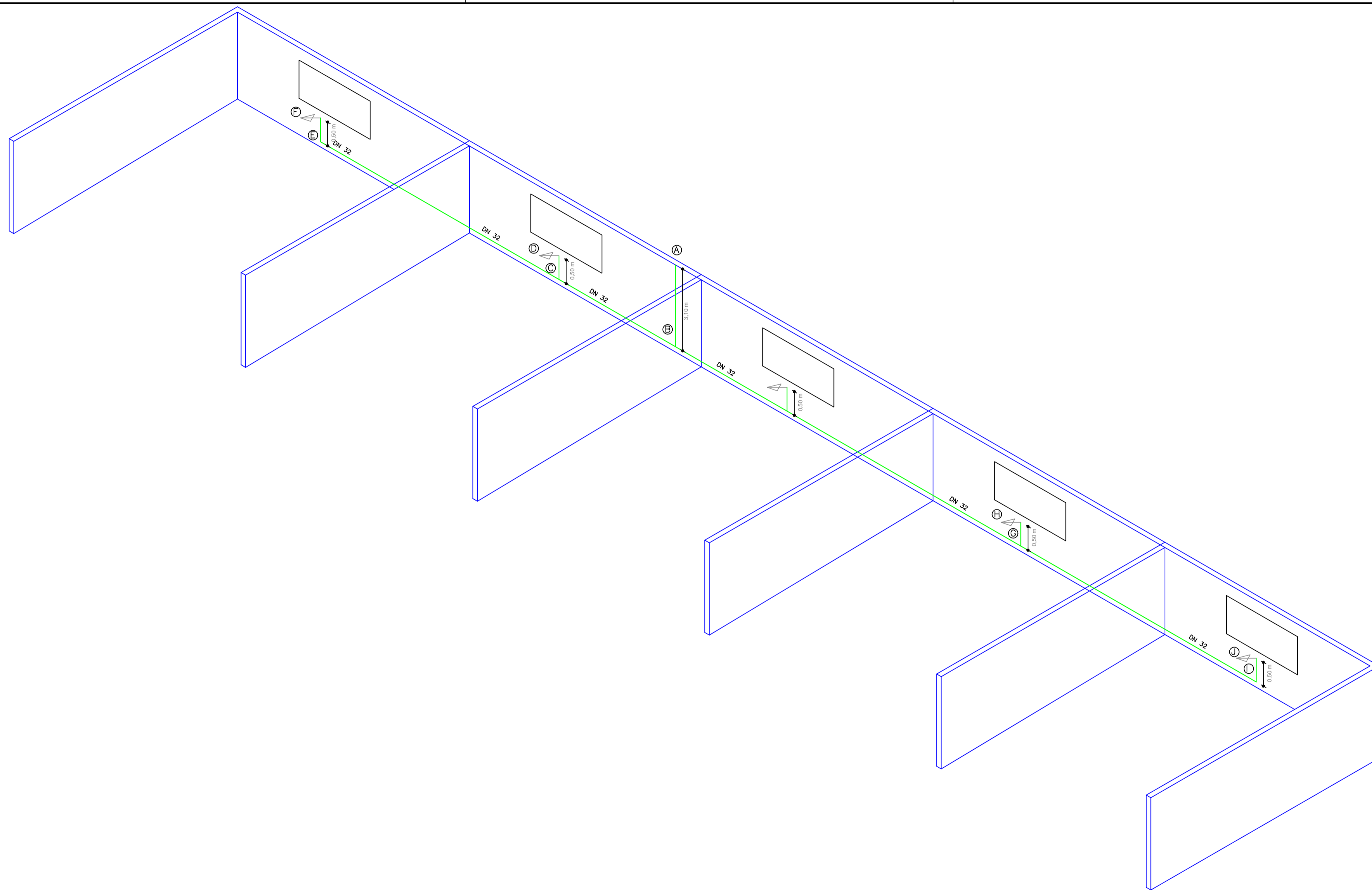
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO
 ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC
 CREA 050.000.00-0
 ART :

Quadro de Áreas:
 VIDE QUADRO ACIMA

ARQUIVO: TCC_PROJ.AGUA_R01.dwg

Observação:

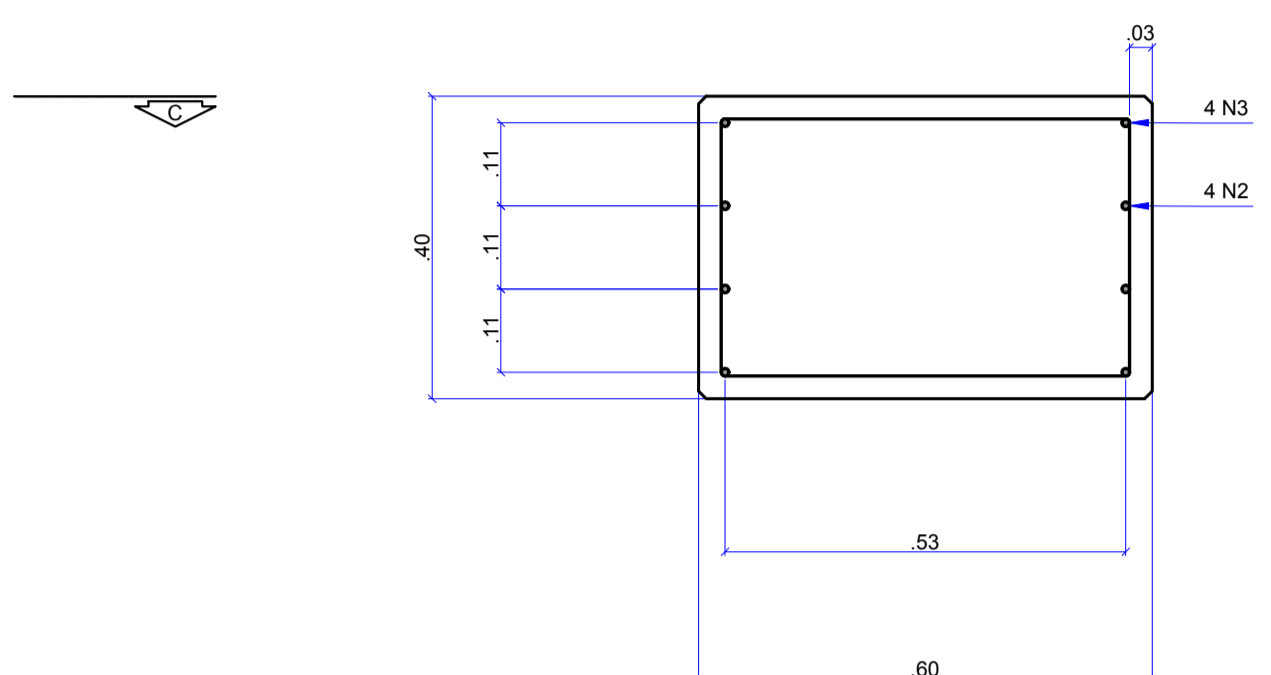
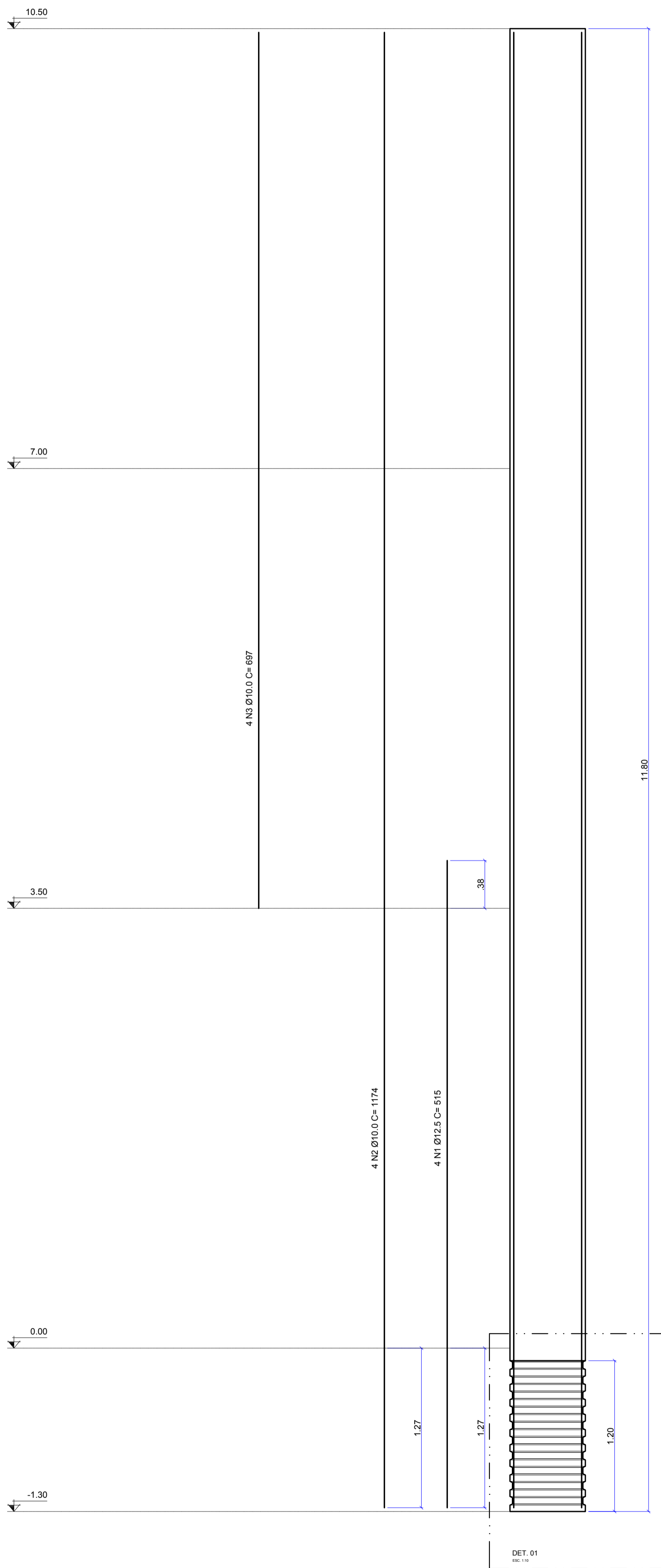
Aprovações:



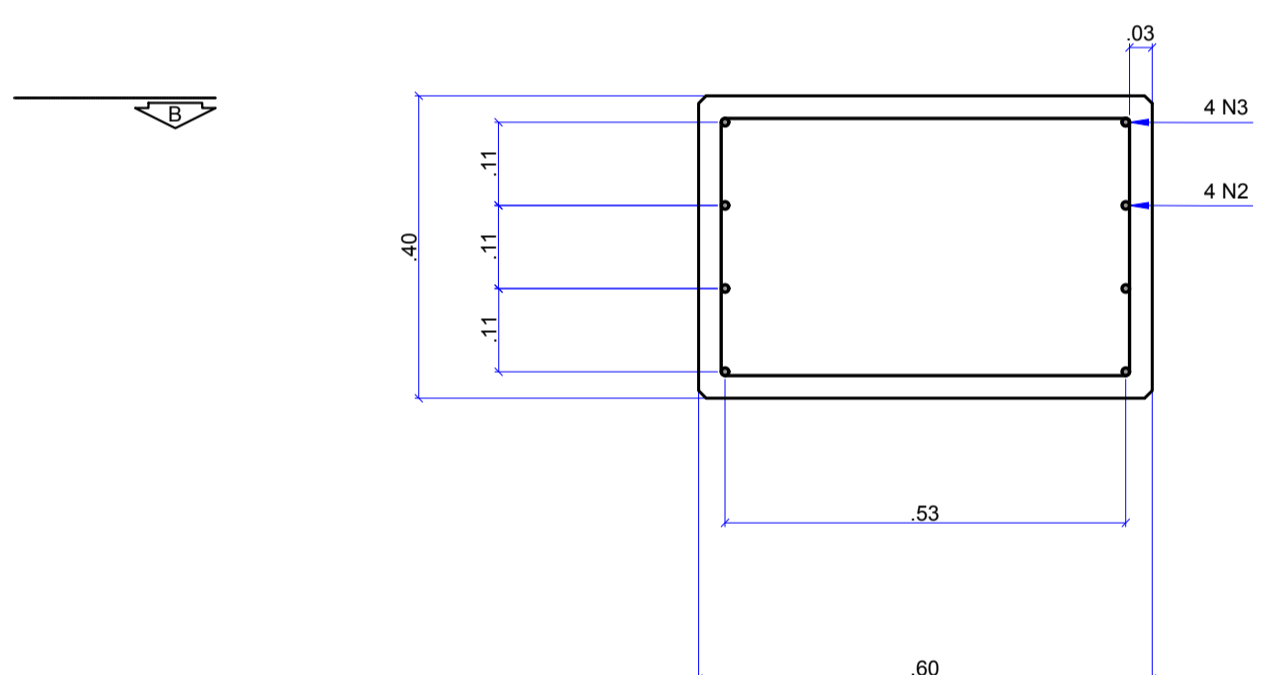
PROJETO: PROJETO DE ABASTECIMENTO DE AGUA		Folha: 07/07
LOCAL: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Atibaia - SP Comarca: Atibaia - SP		
Escala: 1/50 Data:		
	O presente projeto foi elaborado com base em dados fornecidos pelo proprietário do terreno, não sendo a responsabilidade do autor por eventuais erros ou omissões.	
FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-26		
CREA 000.000.00-0 ART:		
ARQUIVO: TCC_PROJ.AGUA_R01.dwg		
VIDE QUADRO ACIMA		
ART:		

RESUMO DE CONCRETO	
VOLUME TOTAL (m³)	FCK (MPa)
2.83	40.0

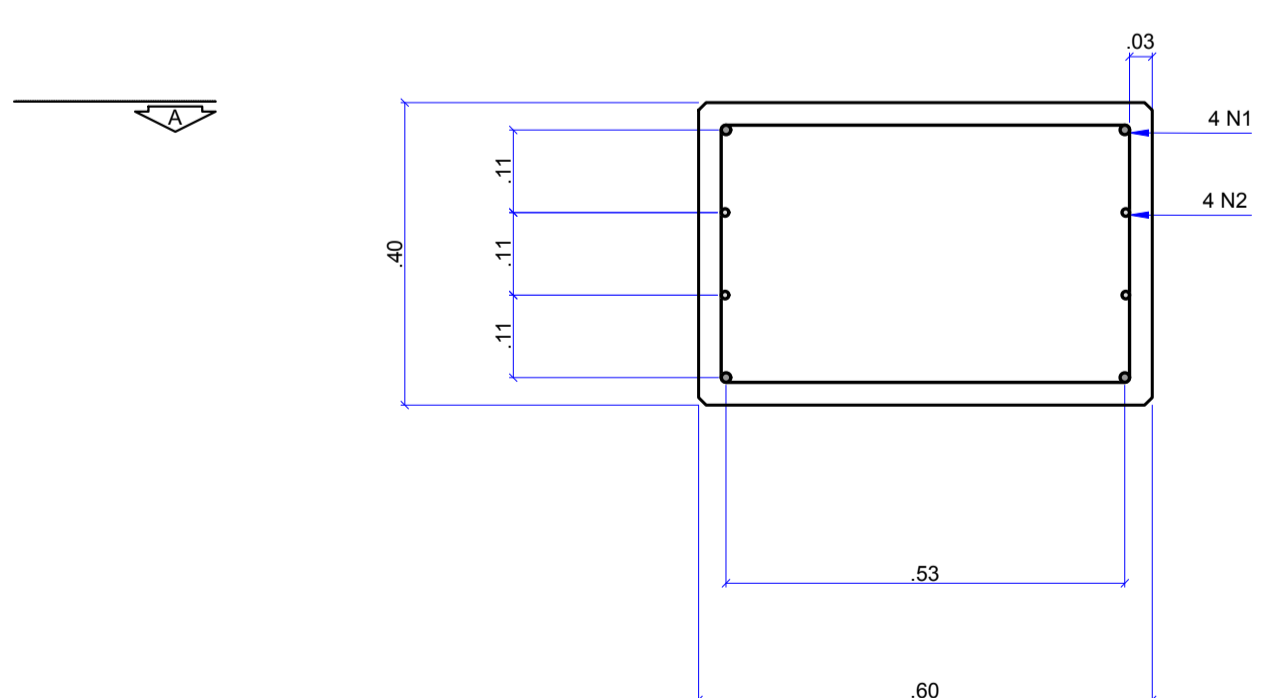
RESUMO DE AÇO				
AÇO	N	DIÂMETRO NOMINAL (mm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)	PESO TOTAL (kg)
CA 50	1	12.5	2060	19.84
CA 50	2	10.0	4696	28.97
CA 50	3	10.0	2788	17.20
CA 50	4	6.3	10915	26.74



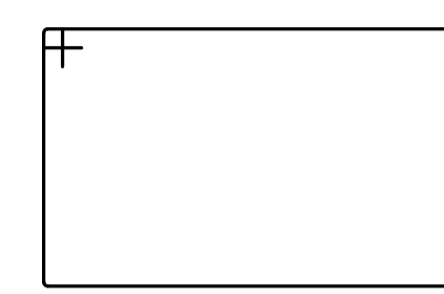
CORTE C-C
ESC. 1:10



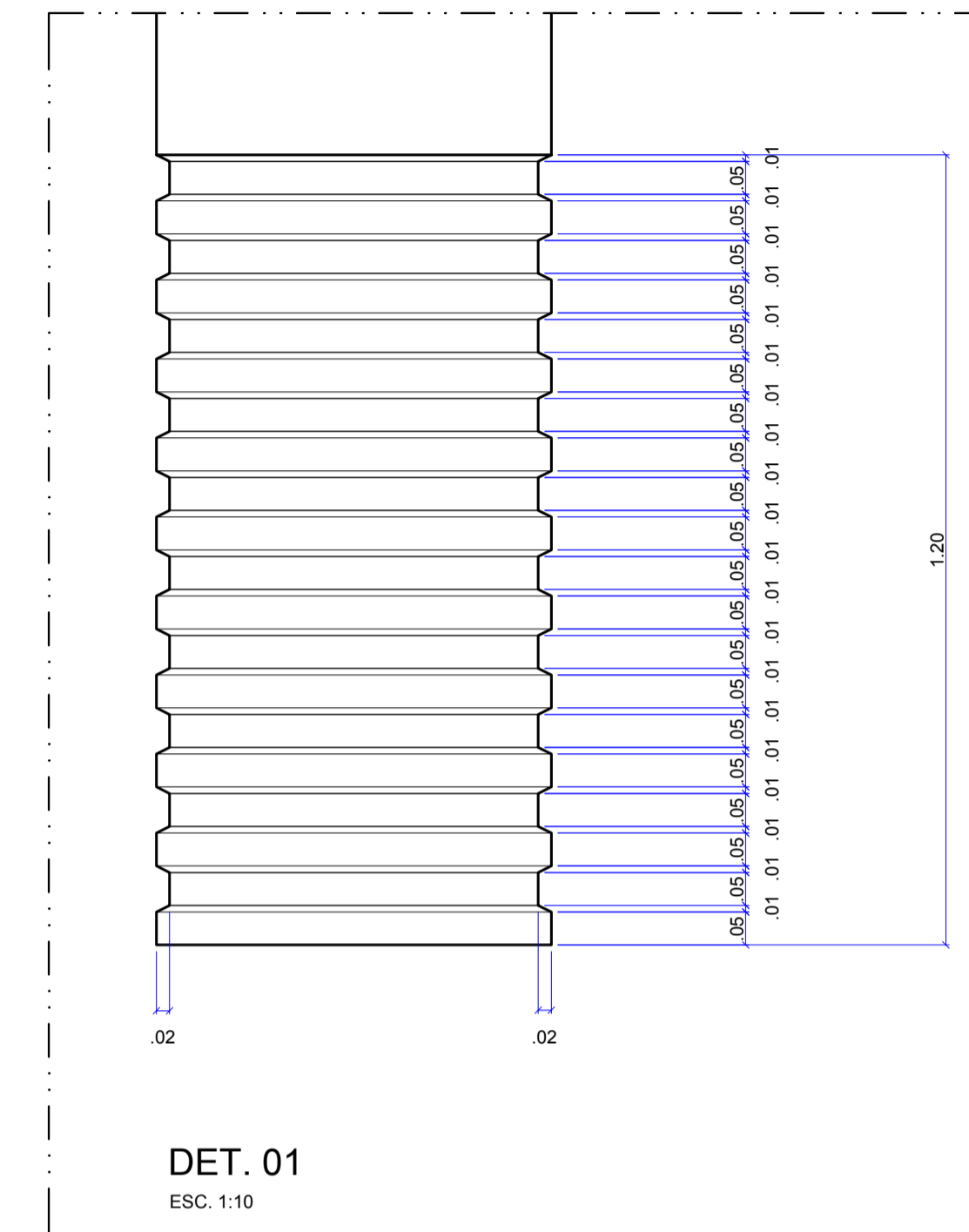
CORTE B-B
ESC. 1:10



CORTE A-A
ESC. 1:10

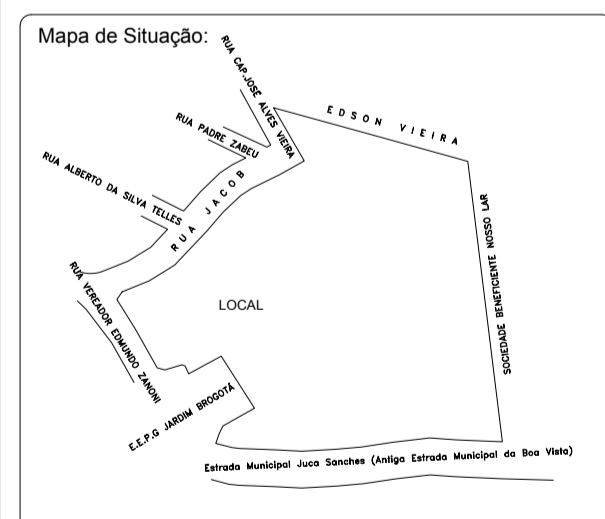


DETALHE DE ESTRIBOS
ESC. 1:10



DET. 01
ESC. 1:10

Título: DETALHAMENTO DO PILAR PIL-01
 Proprietário: FAAT FACULDADES
 Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA
 Município: Atibaia - SP Comarca: Atibaia - SP
 Escala: INDICADAS Data:



Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO
FAAT FACULDADES ATIBAIA
CNPJ 19.061.339/0001-26

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO
ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC
CREA 000.000.00-0
ART:

Quadro de Áreas:
VIDE QUADRO ACIMA

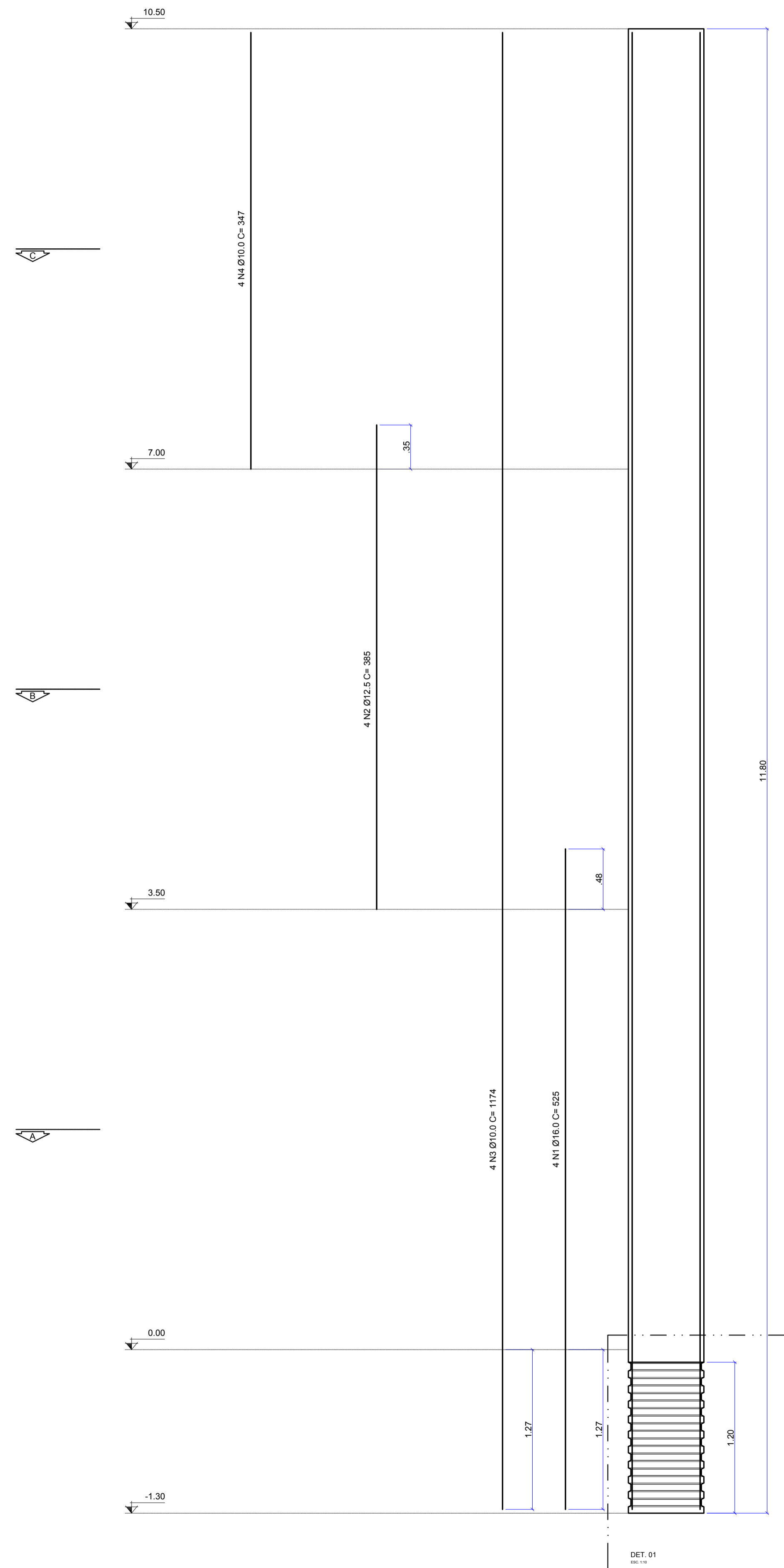
ARQUIVO: PIL-01_PIL-02.dwg

Observação:

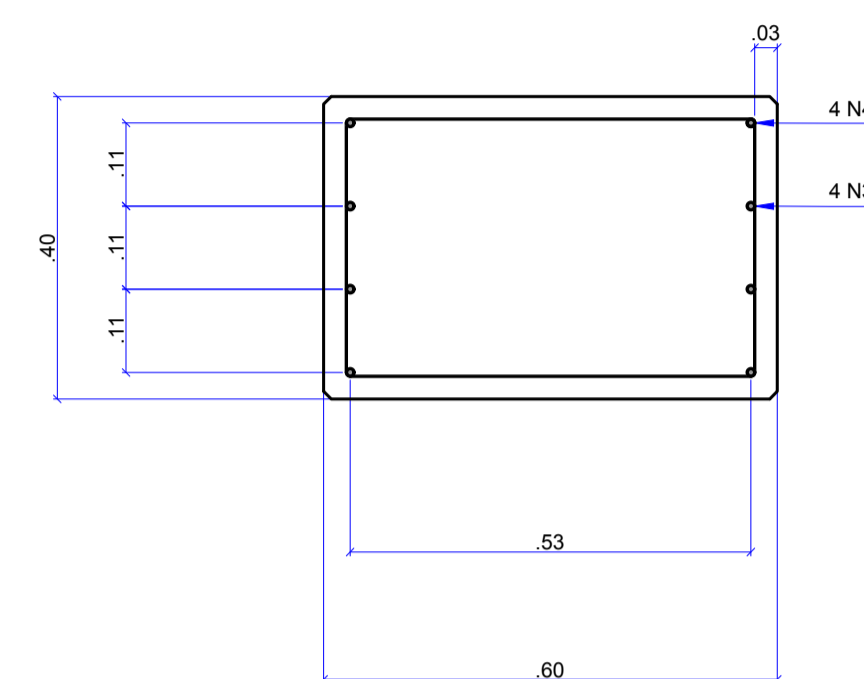
Aprovações:

RESUMO DE CONCRETO	
VOLUME TOTAL (m³)	FCK (MPa)
2.83	40.0

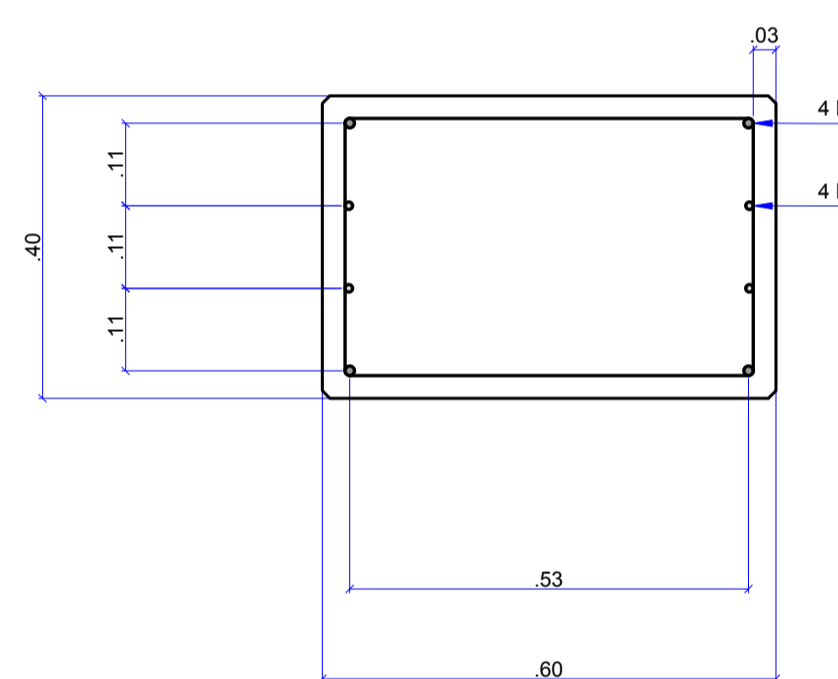
RESUMO DE AÇO				
AÇO	N	DIÂMETRO NOMINAL (mm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)	PESO TOTAL (kg)
CA 50	1	16.0	2100	33.14
CA 50	2	12.5	1540	14.83
CA 50	3	10.0	4696	28.97
CA 50	4	10.0	1388	8.56
CA 50	5	6.3	10915	26.74



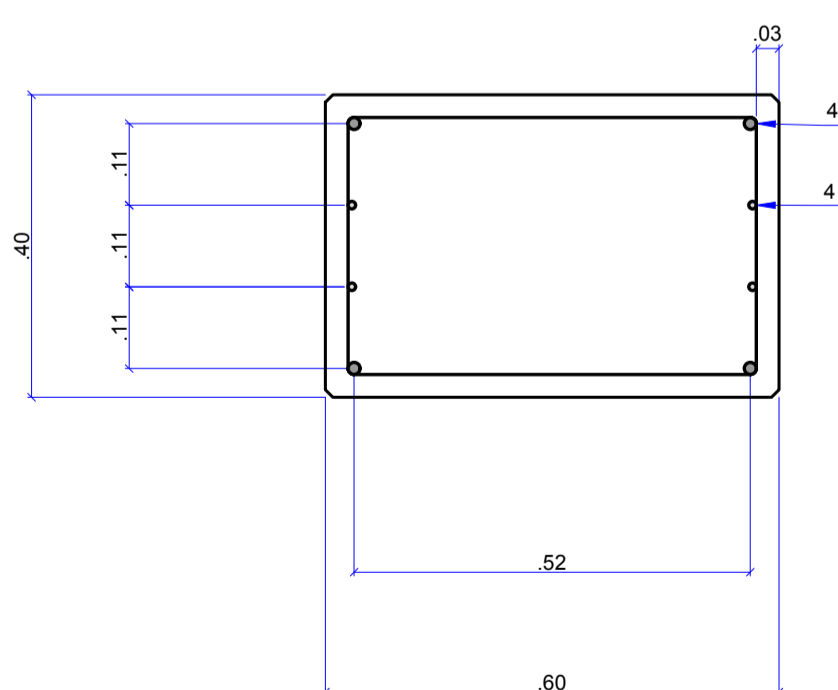
DETALHAMENTO PIL-02
ESC. 1:25



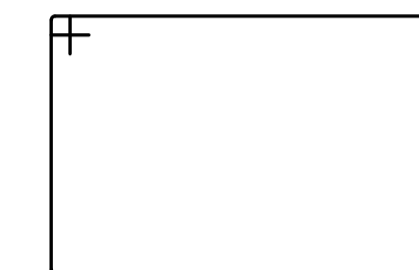
CORTE C-C
ESC. 1:10



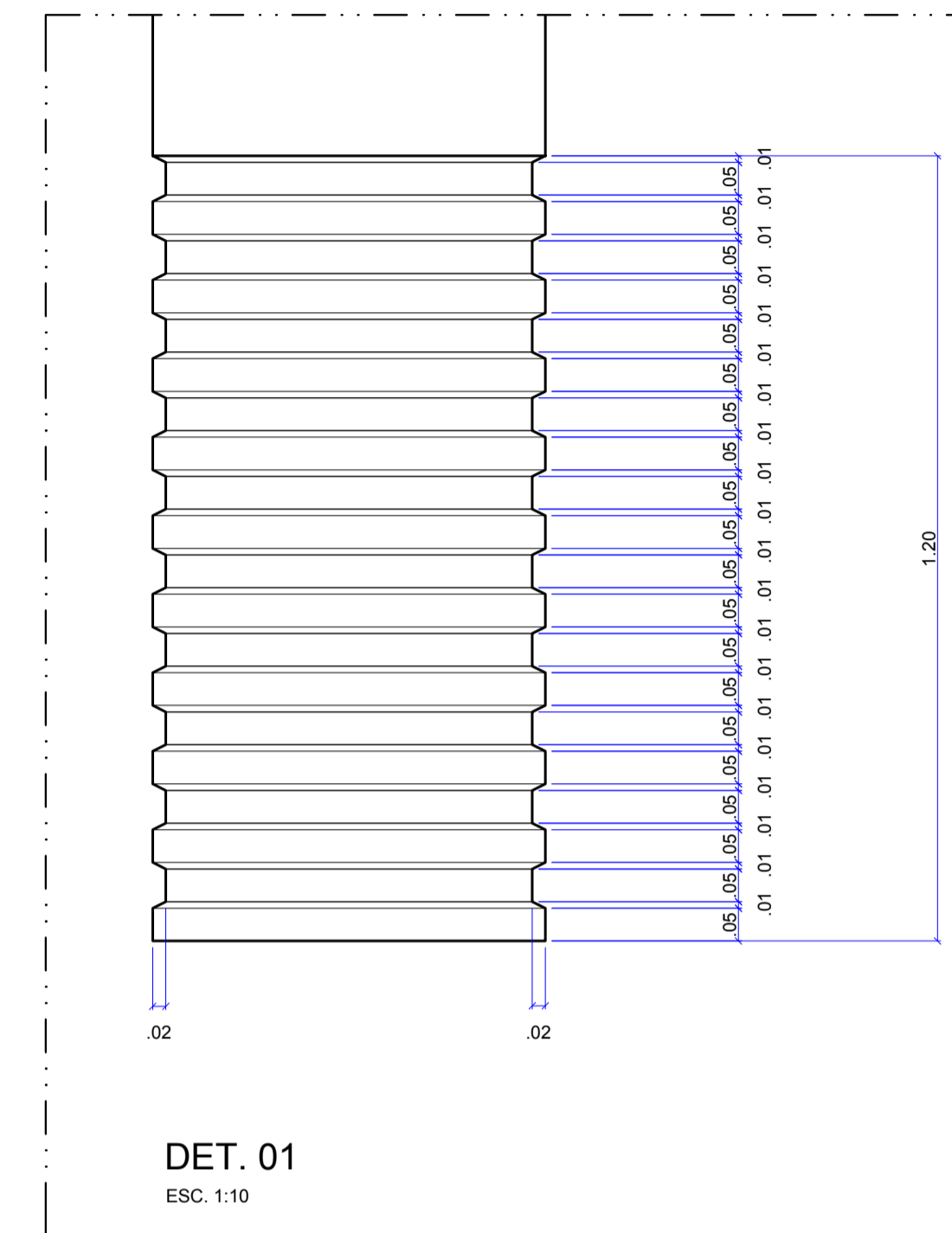
CORTE B-B
ESC. 1:10



CORTE A-A
ESC. 1:10



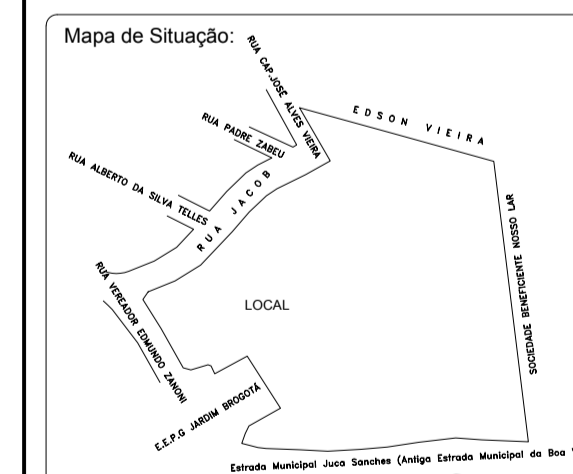
DETALHE DE ESTRIBOS
ESC. 1:10



DET. 01
ESC. 1:10

PROJETO: PROJETO ESTRUTURAL Folha: 02/02

Título: DETALHAMENTO DO PILAR PIL-02
 Proprietário: FAAT FACULDADES
 Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA
 Município: Atibaia - SP Comarca: Atibaia - SP
 Escala: INDICADAS Data:



Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO
 FAAT FACULDADES ATIBAIA
 CNPJ 19.061.339/0001-26

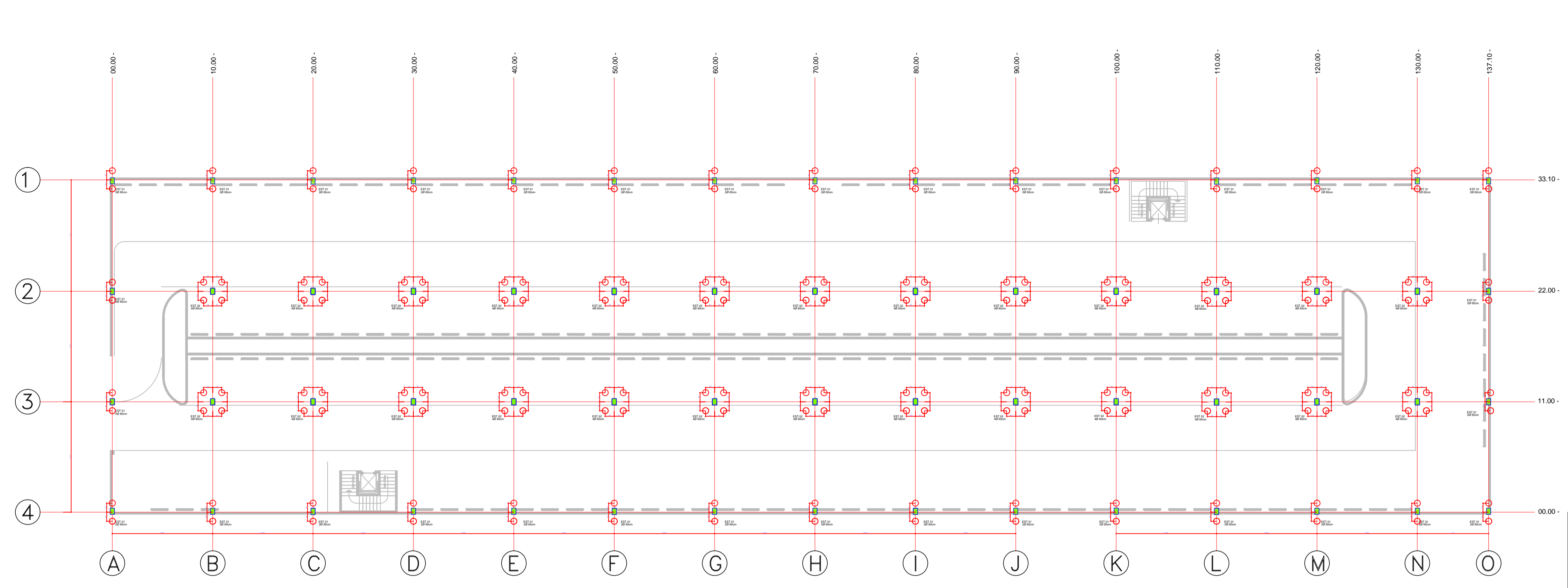
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO
 ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC
 CREA 000.000.00-0
 ART:

Quadro de Áreas:
 VIDE QUADRO ACIMA

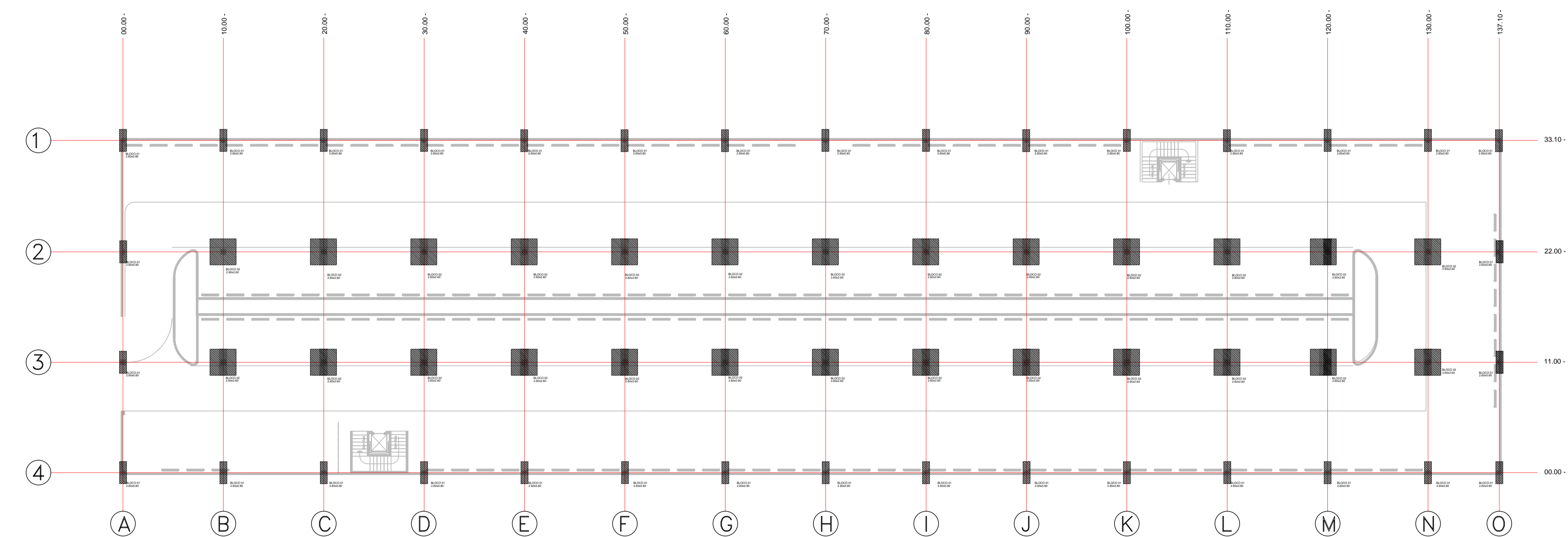
ARQUIVO: PIL-01, PIL-02.dwg

Observação:

Aprovações:



Planta de localização das estacas
escala 1:50



Planta de localização dos Blocos
escala 1:50

Esquemático de Edificação

ANEXOS DE ANCORAGEM

ITEM	QUANTIDADE	ESPECIFICAÇÃO
01	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO A
02	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO B
03	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO C
04	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO D
05	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO E
06	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO F
07	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO G
08	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO H
09	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO I
10	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO J
11	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO K
12	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO L
13	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO M
14	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO N
15	1	ALÇA DE FUNDAMENTO TIPO O

DETALHE DA IMPERMEABILIZAÇÃO

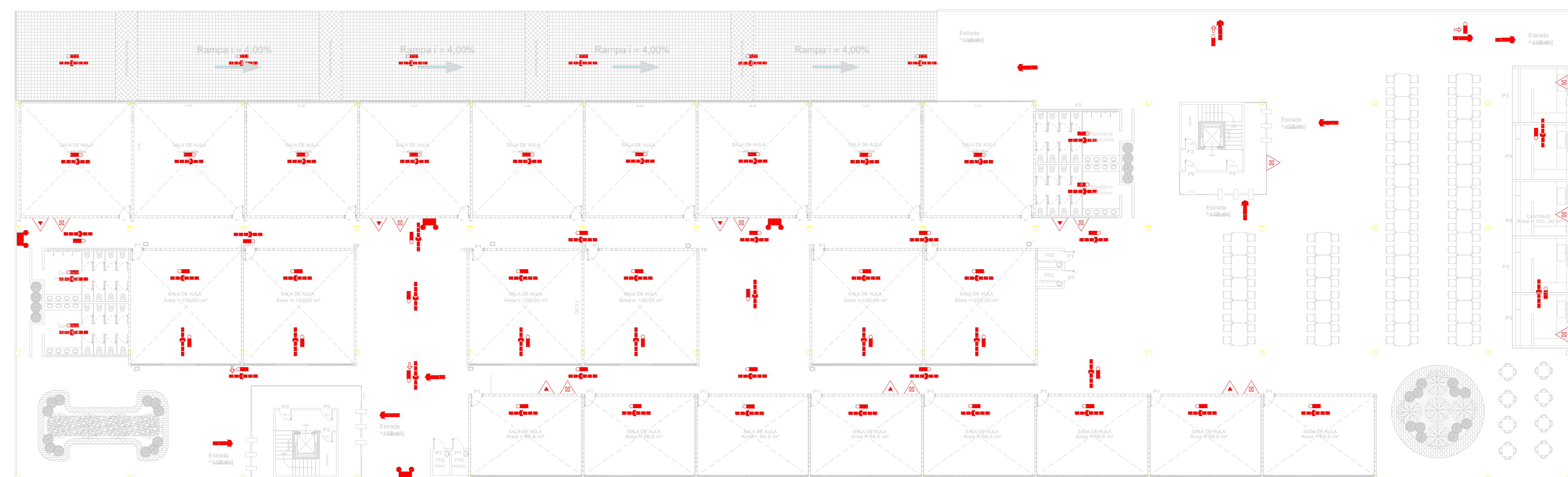
DETALHE DO PREPARO DA CABEÇA DAS ESTACAS

DETALHE DO PREPARO DA BASE DE FUNDAMENTO

Bloco Fundação 01 - Face

Bloco Fundação 02 - Centro

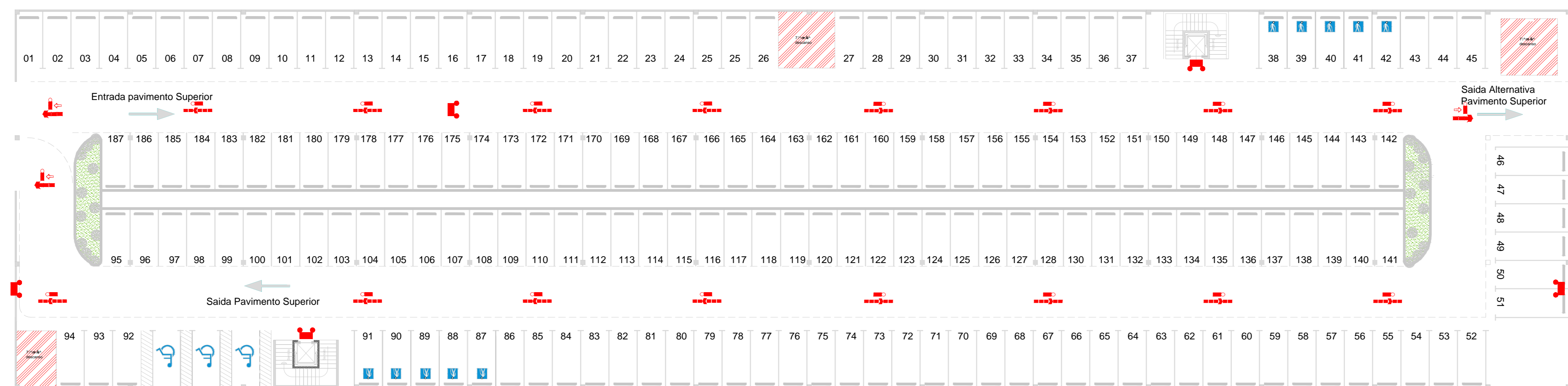
PROJETO:		Folha:
PROJETO DE FUNDAÇÃO		01/01
Título: LOCAÇÃO DOS BLOCOS E ESTACAS		
Proprietário: FAAT FACULDADES		
Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Município: Atibaia - SP		Comarca: Atibaia - SP
Escala: 1/1.000		Data:
<p>Mapa de Situação:</p>		<p>Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.</p> <p>PROPRIETÁRIO FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-26</p> <p>RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC CREA 000.000.00-0 ART:</p>
Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA		
Observação:		
Aprovações:		



LEGENDA			
	EXTINTOR PÓ QUÍMICO SECO		CENTRAL DE DETECÇÃO E ALARME
	EXTINTOR ÁGUA PRESSURIZADA		BOMBA DE INCÊNDIO
	EXTINTOR CO2		BOTEAIRA PARA OXIGÊNIO, BOMBA DE INCÊNDIO
	EXTINTOR ESPUMA MECÂNICA		REGISTO DE RECALQUE
	EXTINTOR PÓ QUÍMICO SECO SOBRE RODAS		CENTRAL PRESSÃO DE GÁS
	MÓVAO DE EMERGÊNCIA		PUNTO DE ILUMINAÇÃO DE ACLAREAMENTO (COM 2 FAROL DE MILHA)
	RESERVATÓRIO DE INCÊNDIO		ELIMINAÇÃO DE EMISSÕES DE BALÇAMENTO
	SINALIZAÇÃO DE SAÍDA DE FUGA		ENTRADA DO PESSOAL DO BC
	DIREÇÃO DE FLUXO DE FUGA		TUBULAÇÃO DE ÁGUA EM AÇO CARBONO
	AVANÇO DO TIPO BRENTE		BATERIA DO SISTEMA DE ALARME
	BOTEAIRA ALARMADOR		ENTRADA DE VENTILAÇÃO DO CB
	CASA DE FORÇA		PRESIDENTE
	GRUPO MOTOGERADOR		PAREDE DE COMPARTIMENTAÇÃO
	VALVULA DE BLOQUEIO		MANOMETRO
	VALVULA DE RETENÇÃO		ALARMADOR VISUAL

3º Pavimento - Salas de Aula
ESCALA 1:1000

QUANTITATIVO	
ITEM	QUANTIDADE
EXTINTOR - ÁGUA PRESSURIZADA	11
EXTINTOR - CO2	7
LUMINÁRIA DE ACLAREAMENTO	87
LUMINÁRIA DE BALIZAMENTO	9
LUMINÁRIA DE ACLAREAMENTO: (COM 2 FAROL DE MILHA)	12



2º Pavimento - estacionamento
ESCALA 1:1000



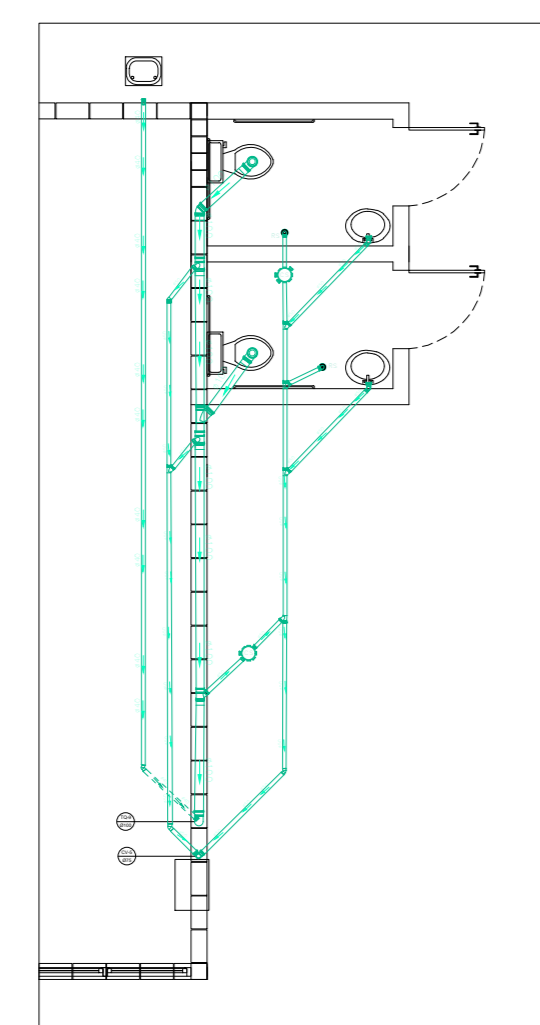
1º Pavimento - estacionamento
ESCALA 1:1000

PROJETO: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP	Folha: 02/02
VIA: SUDESA - UNIV. DE SÃO PAULO	
UNIV. DE SÃO PAULO - FAAT FACULDADES	
Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA	
T.: Alibala - SP	
Comarca: Alibala - SP	
Escala: 1/1.000	Data:
	<small>OBS: Este projeto foi elaborado com base no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal do direito de propriedade do terreno.</small>
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.338/0001-26	
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.338/0001-26 ART: _____	
ARQUIVO: LM578_25130_Rev01.dwg	
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FAAT FACULDADES	
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FAAT FACULDADES	

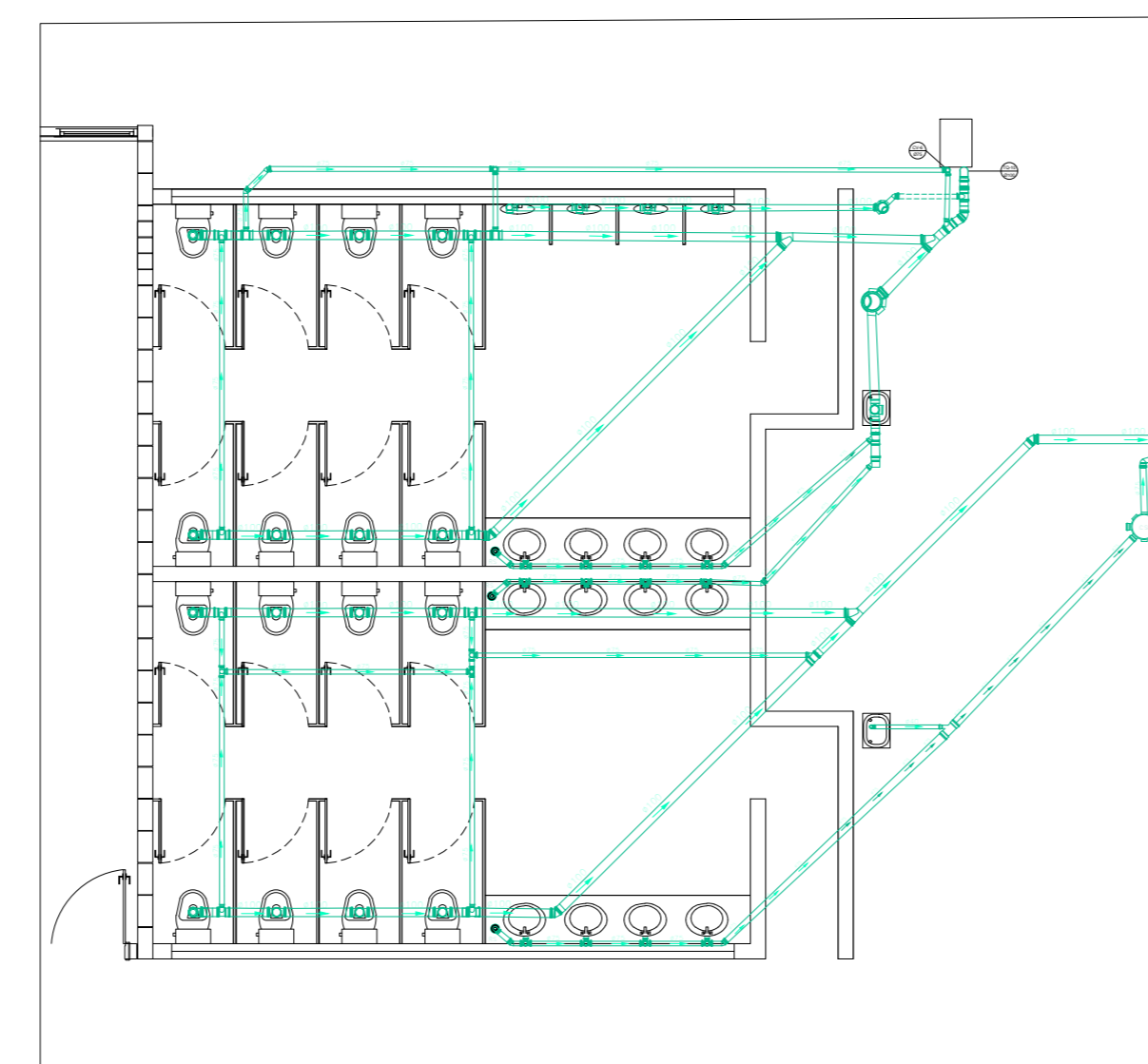


LEGENDA ESGOTO	
TQ-Nº COLUNA DE ESGOTO SANITÁRIO Vasos Sanitários DIÂMETRO INDICADO	CX. MÚLTIPLA DE GORDURA C/ CESTO DE LIMPEZA (TIGRE) - 312x591x100
CV-Nº COLUNA DE VENTILAÇÃO DIÂMETRO INDICADO	CX. INSPEÇÃO (ALVENARIA) ESGOTO
● RALO SIFONADO 100x40mm	
● CAIXA SIFONADA 100x100x50mm	
● CAIXA SIFONADA 150x150x50mm	
● CAIXA SIFONADA 150x185x75mm	
● RALO COM SAÍDA ARTICULADA 100x40mm	
● VALVULA DE RETENÇÃO - VR	
○ TUBO QUE SOBE	— ESGOTO - PVC SÉRIE NORMAL
○ TUBO QUE DESCE	- - - VENTILAÇÃO - SÉRIE NORMAL

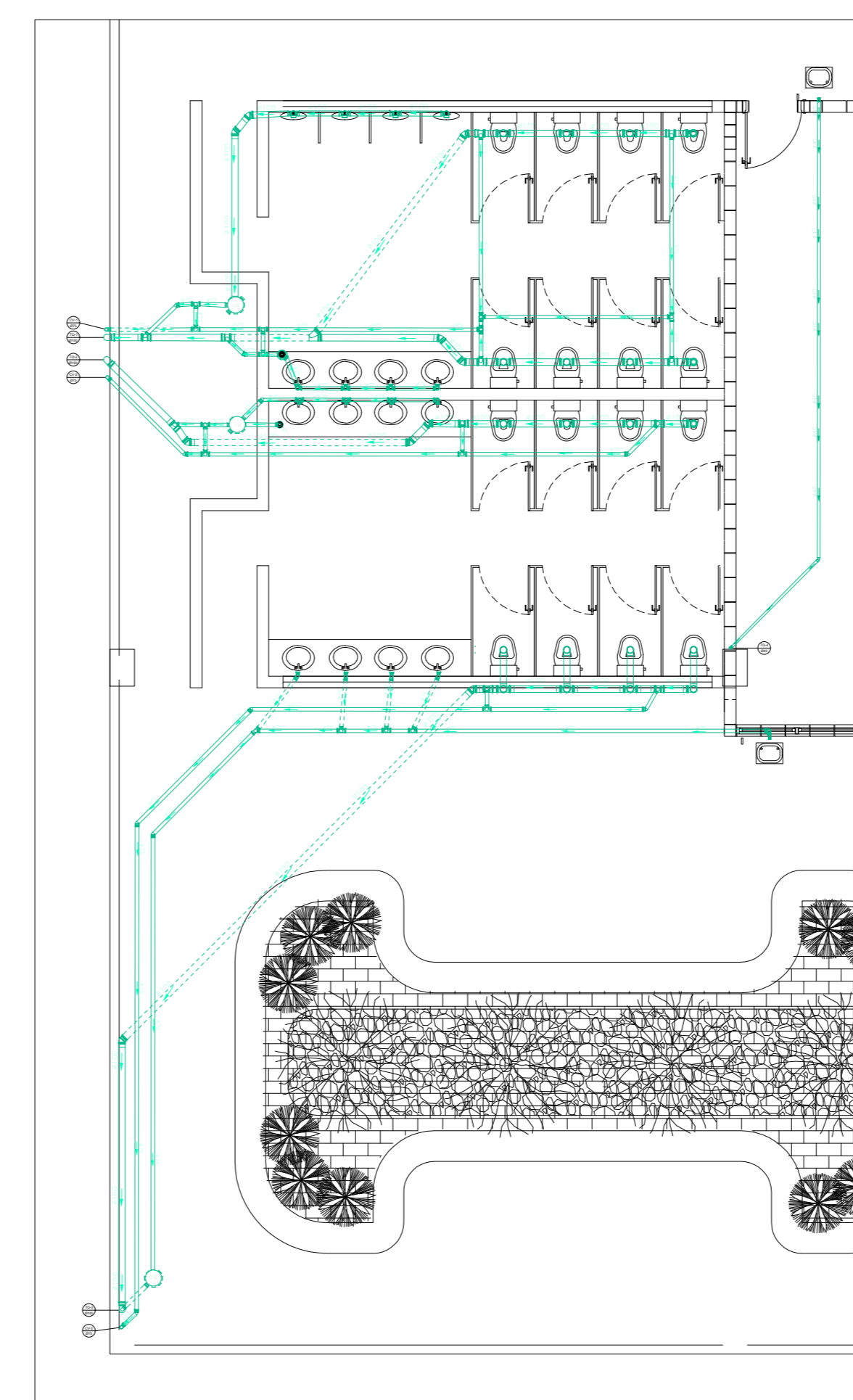
PLANTA BAIXA PAV. TÉRREO
ESC. 1:1000



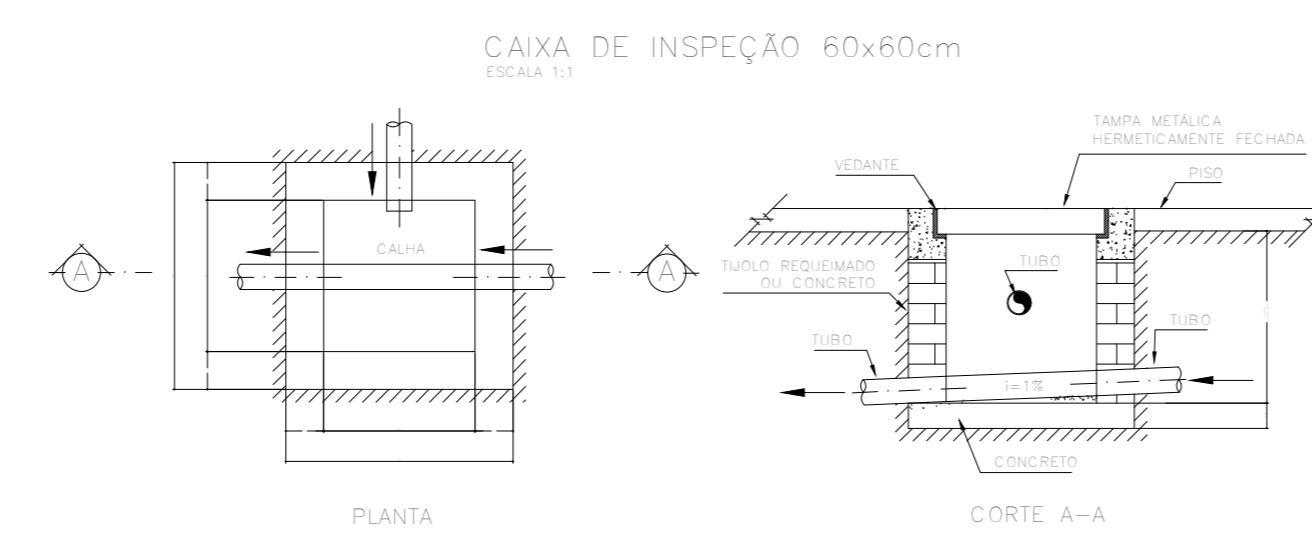
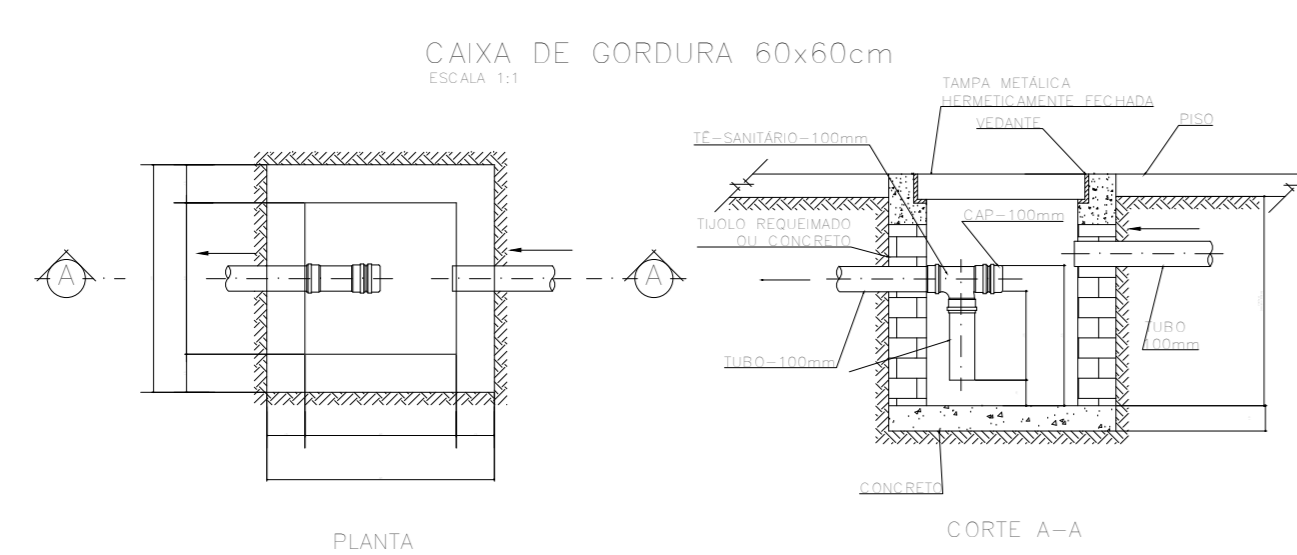
DET. SANIT. PNE
S/ESC



DET. SANIT. PÇ ALIMENTAÇÃO
S/ESC



DET. SANIT. JARDIM
S/ESC



PROJETO: **PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO** Folha: **01/02**

Título: **SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO**
 Proprietário: **FAAT FACULDADES**
 Local: **AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA**
 Município: **Atibaia - SP** Comarca: **Atibaia - SP**
 Escala: **1/1.000** Data:



Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.

PROPRIETÁRIO
FAAT FACULDADES ATIBAIA
CNPJ 19.061.339/0001-26

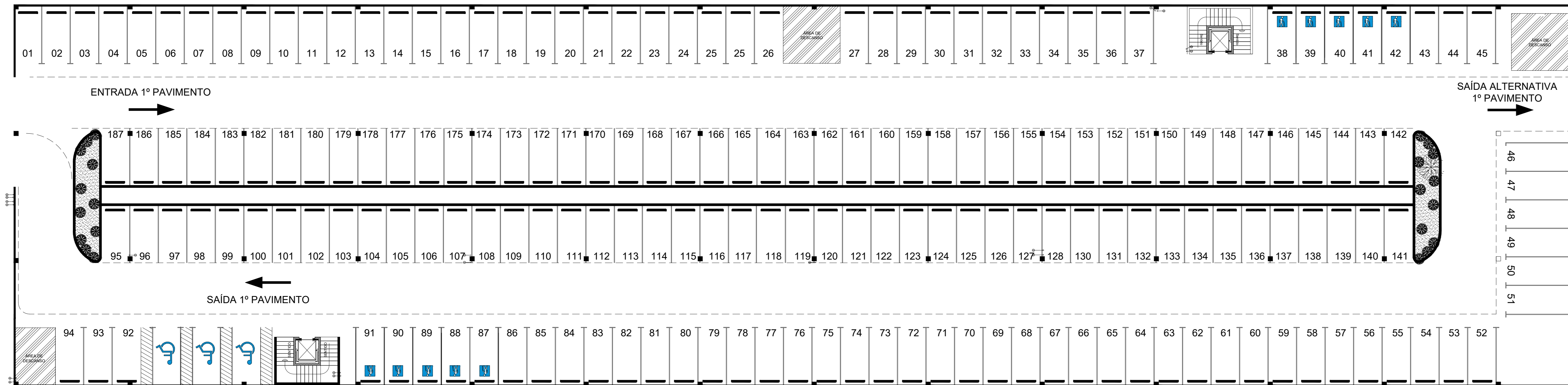
RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO
ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC
CREA 000.000.00-0
ART:

Quadro de Áreas:
VIDE QUADRO ACIMA

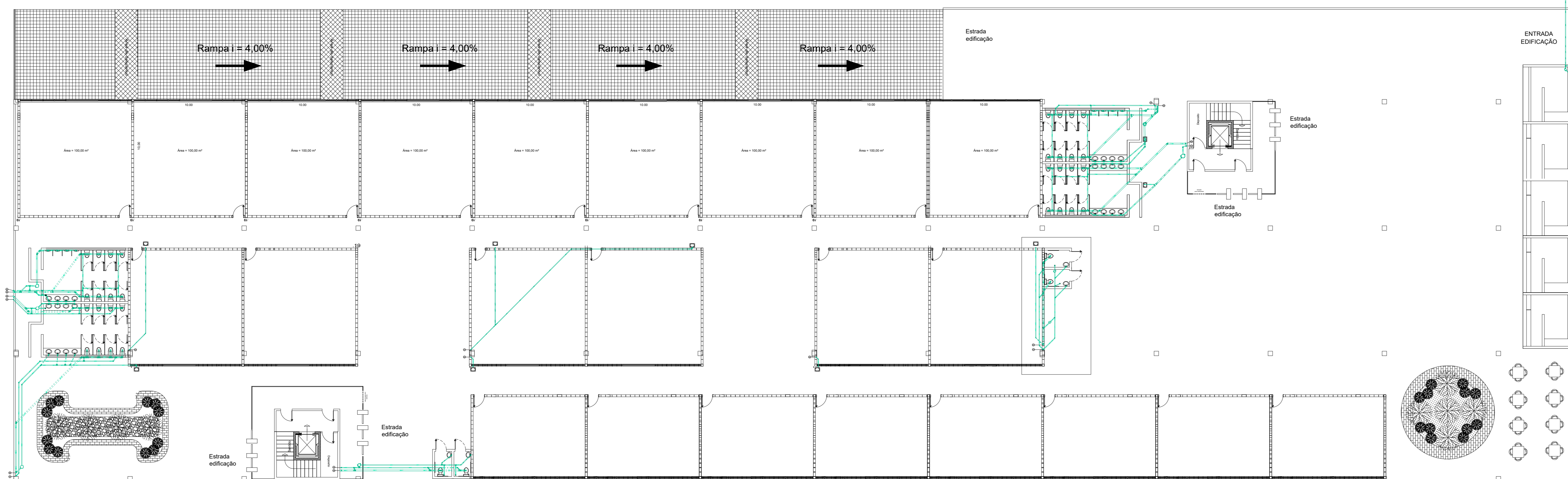
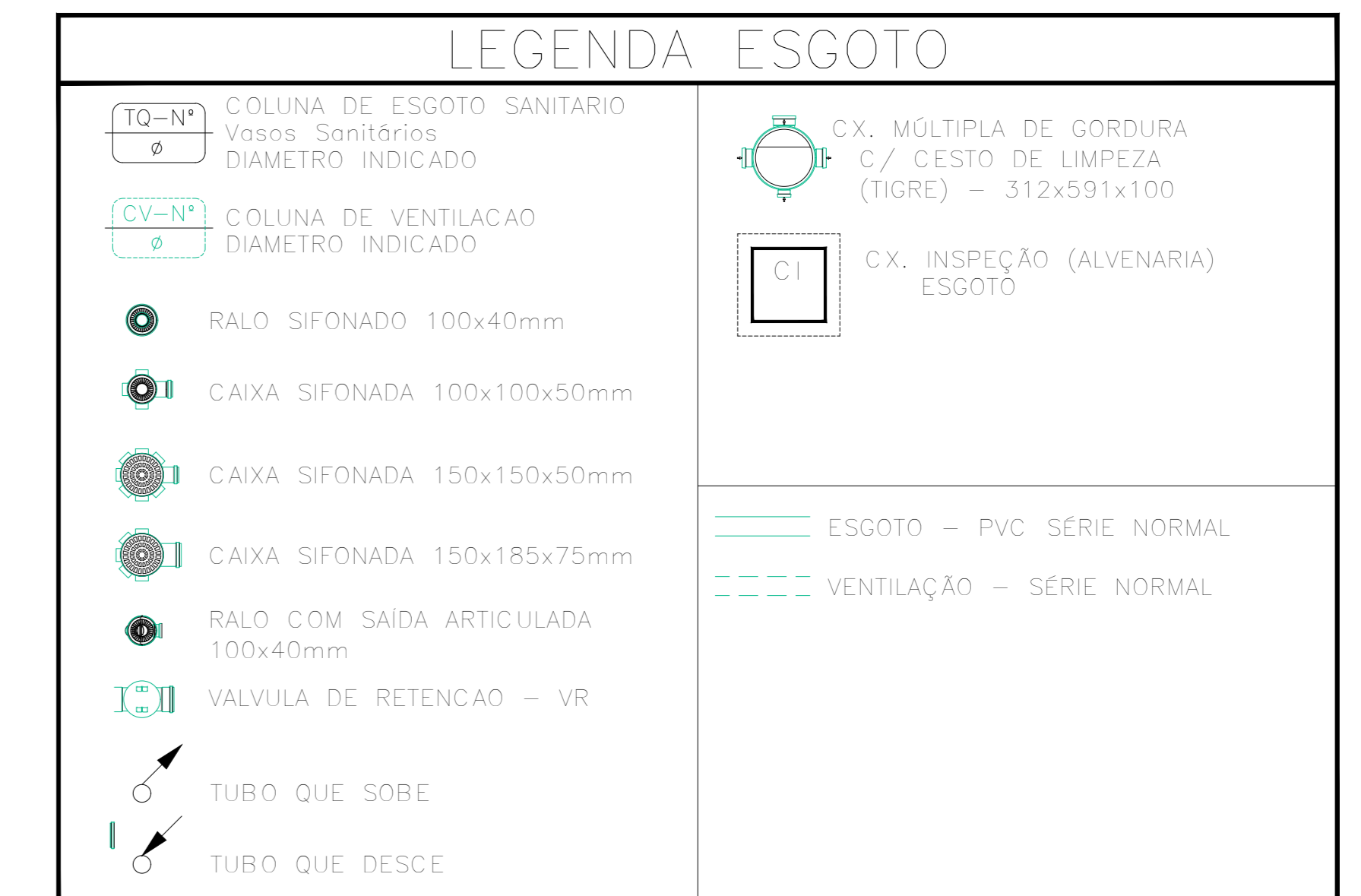
ARQUIVO: TCC_ESGO_R01.dwg

Observação:

Aprovações:



PLANTA BAIXA 1º PAV.
ESC. 1:1000



PLANTA BAIXA 2º PAV.
ESC. 1:1000

PROJETO: PROJETO DE ESGOTO SANITÁRIO		Folha: 02/02
Título: SISTEMAS PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO		
Proprietário: FAAT FACULDADES		
Local: AVENIDA JUCA SANCHEZ - BAIRRO BOA VISTA		
Município: Atibaia - SP	Comarca: Atibaia - SP	
Escala: 1/1.000	Data:	
Mapa de Situação:	Declaro que a aprovação deste projeto, não implica no reconhecimento por parte da Prefeitura Municipal, do direito de propriedade do terreno.	
	PROPRIETÁRIO: FAAT FACULDADES ATIBAIA CNPJ 19.061.339/0001-26	
Quadro de Áreas: VIDE QUADRO ACIMA	RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO: ENGENHEIROS DO 5º ANO - GRUPO TCC CREA 000.000.00-0 ART:	
Observação:	ARQUIVO: TCC_ESGO_R01.dwg	
Aprovações:		