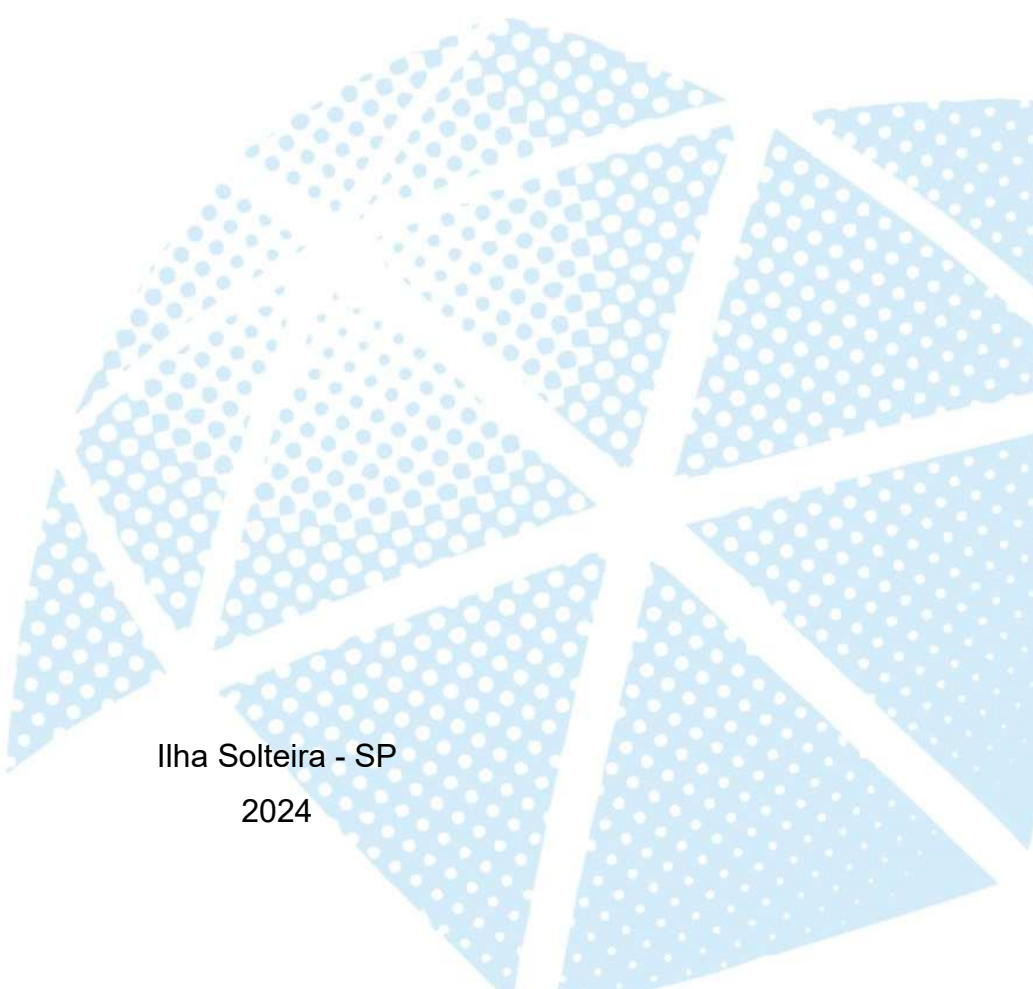


**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ALMERINDA KEILA OLIVEIRA DA SILVA

**PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO DE 4 PAVIMENTOS EM CONCRETO
ARMADO UTILIZANDO O TQS**

Ilha Solteira - SP
2024



ALMERINDA KEILA OLIVEIRA DA SILVA

**PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO DE 4 PAVIMENTOS EM CONCRETO
ARMADO UTILIZANDO O TQS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de
Engenharia, Ilha Solteira, para obtenção
do título de Grau acadêmico Bacharela em
Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia e
Tecnologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Rogério de Oliveira
Rodrigues.

Ilha Solteira - SP

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586p Silva, Almerinda Keila Oliveira da.
Projeto estrutural de um edifício de 4 pavimentos em concreto armado utilizando o TQS / Almerinda Keila Oliveira da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
190 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Iha Solteira,
2024

Orientador: Rogério de Oliveira Rodrigues

Inclui bibliografia

1. Projetos estruturais. 2. Software TQS. 3. Engenharia civil. 4. Concreto armado.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta pesquisa impulsiona avanços científicos e técnicos na Engenharia Civil, melhorando a segurança das construções e fomentando práticas inovadoras e sustentáveis. Economicamente, pode gerar economia de recursos e custos de construção, enquanto oferece oportunidades valiosas de aprendizado e desenvolvimento profissional no contexto educacional e cultural.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research drives scientific and technical advances in Civil Engineering, improving building safety and fostering innovative and sustainable practices. Economically, it can generate savings in resources and construction costs, while offering valuable opportunities for learning and professional development in an educational and cultural context.

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURSO : ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ESTRUTURAS
REALIZADA EM : 07-06-2024
DISCENTE : ALMERINDA KEILA OLIVEIRA DA SILVA
COMISSÃO EXAMINADORA:

1. Prof. Dr. Rogério de Oliveira Rodrigues (Orientador)
2. Prof. Dr. Alex Micael Dantas de Sousa (Examinador)
3. Prof. Dr. Vinicius Borges de Moura Aquino (Examinador)

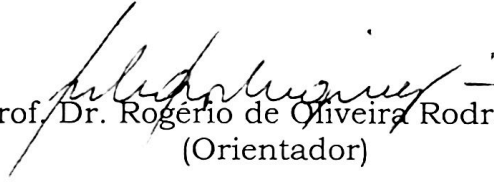
TÍTULO: "PROJETO ESTRUTURAL DE UM EDIFÍCIO DE 4 PAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO UTILIZANDO O TQS".

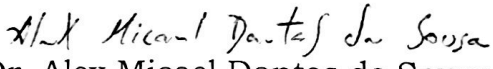
Local: Sala 50 - Seminários DEC

Horário de início: 13 horas e 30 minutos

Em sessão pública, após exposição em torno de 40 (quarenta minutos), a discente foi arguida oralmente, e no final da exposição foi **"APROVADA"** pelos membros componentes da Comissão Examinadora. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ATA, a qual é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pela discente.....

Ilha Solteira, 07 de junho de 2024.


Prof. Dr. Rogério de Oliveira Rodrigues
(Orientador)


Prof. Dr. Alex Micael Dantas de Sousa
(Examinador)


Prof. Dr. Vinicius Borges de Moura Aquino
(Examinador)

Ciente:

Discente:



AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Valdecir Alves da Silva e Maria Madalena Oliveira da Silva, por não medirem esforços para que eu sempre estudasse.

À minha namorada, Maira Maria Saraiva, pelos incentivos e, às vezes, pelos puxões de orelha, sempre buscando meu crescimento com muito amor e companheirismo.

Às minhas amigas mais do que especiais: Bruna Moreira da Silva, por ser sempre aquela a quem corro quando preciso de um abraço; Sonia Yoko Sawakuchi, por ser uma inspiração e ter um dos corações mais lindos que já vi; e, por fim, mas não menos importante, Dayane Gouveia Carrociere, que é um exemplo de garra e determinação, e por quem torço muito pelo sucesso.

Agradeço a todos os servidores da UNESP, com quem tive o prazer de conversar e que sempre prontamente me atenderam.

À COPE, Coordenadoria de Permanência Estudantil, por permitir que eu esteja agora concluindo mais uma etapa. Sem os auxílios da permanência que recebi, jamais ocuparia este lugar.

E a todos os professores que participaram positivamente da minha formação, em especial ao meu orientador, Professor Rogério de Oliveira Rodrigues, que desde a minha primeira aula da disciplina de Isostática foi uma referência de excelência profissional, como professor e ser humano.

RESUMO

A crescente demanda por projetos estruturais eficientes e seguros impulsiona a busca por metodologias avançadas na Engenharia Civil. Este trabalho desenvolveu o projeto estrutural de um edifício de quatro pavimentos em concreto armado utilizando o software TQS, considerando as cargas permanentes, acidentais e forças de vento, visando garantir a estabilidade e durabilidade da estrutura. O estudo forneceu uma abordagem prática do processo de desenvolvimento de um projeto estrutural, contribuindo para a formação profissional na área. A instalação e utilização do TQS foram detalhadas, sendo esse utilizado de forma educativa. Os resultados mostraram um consumo de aço satisfatório, mas apontaram a necessidade de homogeneizar a disposição das armaduras negativas para otimizar a execução da obra. A análise da estabilidade global, conforme a ABNT NBR 6118:2023, classificou a estrutura como de nós fixos, permitindo desprezar os efeitos globais de 2ª ordem. A experiência prática reforça a importância de introduzir o uso de softwares especializados nos cursos de Engenharia Civil, capacitando futuros Engenheiros a desenvolverem projetos precisos e eficientes, alinhados às normas técnicas e exigências do mercado.

Palavras-chave: Projetos estruturais; Software TQS; Engenharia Civil; Concreto armado.

ABSTRACT

The growing demand for efficient and safe structural design is driving the search for advanced methodologies in Civil Engineering. This work developed the structural design of a four-storey reinforced concrete building using TQS software, taking into account permanent loads, accidental loads and wind forces, in order to guarantee the stability and durability of the structure. The study provided a practical approach to the process of developing a structural project, contributing to professional training in the area. The installation and use of TQS was detailed and used in an educational manner. The results showed satisfactory steel consumption, but pointed to the need to homogenize the arrangement of negative reinforcement in order to optimize the execution of the work. The global stability analysis, in accordance with ABNT NBR 6118:2023, classified the structure as fixed-node, allowing global 2nd order effects to be disregarded. The practical experience reinforces the importance of introducing the use of specialized software in Civil Engineering courses, enabling future engineers to develop accurate and efficient projects, in line with technical standards and market requirements.

Keywords: Structural design; TQS Software; Civil Engineering; Reinforced concrete.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Seção Transversal de uma Viga de Concreto Armado	24
Figura 2 – Esquema Estrutural de uma Viga de Concreto Armado	25
Figura 3 – Esquema Estrutural em Concreto Armado de uma Garagem	34
Figura 4 – Discretização da Estrutura da Figura 3.	34
Figura 5 – Página inicial do site TQS	37
Figura 6 – Página do TQS Estudante.....	38
Figura 7 – Alguns Procedimentos do Processo de Instalação do TQS	39
Figura 8 – Primeiro Acesso ao TQS.....	39
Figura 9 – Planta Arquitetônica do Pavimento Tipo	40
Figura 10 – Planta Arquitetônica do Pavimento Tipo Limpa.....	41
Figura 11 – Criação de um Edifício no TQS – Novo Edifício	42
Figura 12 – Criação de um Edifício no TQS – Nomeando o Arquivo	42
Figura 13 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Gerais	43
Figura 14 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Modelo	44
Figura 15 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Materiais	44
Figura 16 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Cobrimentos	45
Figura 17 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Cargas	46
Figura 18 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Pavimentos	46
Figura 19 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Pavimentos – Salvar Dwg.....	47
Figura 20 – Importação do Arquivo .dxf	48
Figura 21 – Importação do Arquivo .dxf – Windows Explorer.....	48
Figura 22 – Conversão do arquivo .DXF para .DWG-TQS.....	49
Figura 23 – Alteração da Escala de Desenho	49
Figura 24 – Fator de Escala	50
Figura 25 – Verificação da Origem do Desenho.....	50
Figura 26 – Inserção da Arquitetura no Modelo Estrutural	51
Figura 27 – Referência Externa.....	52
Figura 28 – Desenhos de Referência Externa.....	52
Figura 29 – Desenhos de Referência Externa - Abrir.....	53
Figura 30 – Visualização da Arquitetura no Modelador Estrutural.....	54
Figura 31 – Esboço Estrutural	55
Figura 32 – Processo de Lançamento de Pilares.....	56

Figura 33 – Renumeração dos Pilares	57
Figura 34 – Renumeração de elementos	57
Figura 35 – Lançamento Final dos Pilares	58
Figura 36 – Processo de Lançamento de Vigas.....	59
Figura 37 – Definição de todos os cruzamentos entre vigas	59
Figura 38 – Processo de Lançamento de Vigas.....	60
Figura 39 – Processo de Lançamento das Lajes	61
Figura 40 – Lançamento Final das Lajes	61
Figura 41 – Salvando o Modelo Estrutural	62
Figura 42 – Definir Vinculação entre Lajes.....	62
Figura 43 – Definir Vinculação entre Lajes.....	63
Figura 44 – Representação da Laje L7 apoiada a Laje L12	63
Figura 45 – Representação da Laje L5 engastada a Laje L6	64
Figura 46 – Visualização de Todas as Vinculações Estabelecidas para as Lajes	64
Figura 47 – Parâmetros de Visualização.....	65
Figura 48 – Parâmetros de Visualização – Editar Critérios	65
Figura 49 – Atribuição de Cargas às Lajes	66
Figura 50 – Definição de Carregamentos de Lajes	67
Figura 51 – Dados Atuais – Atribuir Dados Atuais	67
Figura 52 – Atribuição de Dados às Lajes.....	68
Figura 53 – Parâmetros de Visualização - Cargas	68
Figura 54 – Parâmetros de Visualização - Cargas	69
Figura 55 – Cargas – Distribuída Linearmente.....	70
Figura 56 – Paredes sobre Lajes	70
Figura 57 – Atribuição de Cargas às Vigas	71
Figura 58 – Paredes sobre Vigas Externas.....	71
Figura 59 – Carga sobre Trecho da Viga V2.....	72
Figura 60 – Carga sobre as Vigas da Varanda	72
Figura 61 – Editar Edifício	73
Figura 62 – Dados do Edifício – Pavimentos	73
Figura 63 – Definição de Pisos Auxiliares	74
Figura 64 – Rebaixo do Piso Auxiliar	74
Figura 65 – Mudança de Piso.....	75
Figura 66 – Pavimento – 1 PAV - GARAGEM.....	75

Figura 67 – Vigas Baldrame	76
Figura 68 – Cintamento da Escada	76
Figura 69 – 2 PAV – APARTAMENTO – 1,44 m	77
Figura 70 – Visualização Inicial - 2 PAV – APARTAMENTO – 1,44 m.....	77
Figura 71 – Dados Gerais da Viga	78
Figura 72 – Viga Escada (VE)	78
Figura 73 – Fechamento de Bordo	79
Figura 74 – Fechamento de Bordo do Patamar da Escada	79
Figura 75 – Inclínados – Dados de Patamar	80
Figura 76 – Dados de patamares de escadas – Identificação.....	80
Figura 77 – Dados de patamares de escadas – Seção/Carga	81
Figura 78 – Inserção do Patamar da Escada	81
Figura 79 – Visualização do Patamar da Escada.....	82
Figura 80 – Fechamento de Bordo Inclinado.....	82
Figura 81 – Pavimento Inferior de Apoio do Elemento 3	83
Figura 82 – Visualização do Fechamento de Bordo do Primeiro Lance	83
Figura 83 – Dados de Lance	84
Figura 84 – Dados de Escadas – Seção/Carga	84
Figura 85 – Pavimento Inferior de Apoio do Elemento 3D	85
Figura 86 – Visualização do Primeiro Lance de Escadas Inserido.....	86
Figura 87 – Visualização do Fechamento de Bordo do Segundo Lance	86
Figura 88 – Visualização do Segundo Lance de Escada Inserido.....	87
Figura 89 – Visualizador 3D do Edifício	87
Figura 90 – Geração de Modelo Tridimensional do Edifício.....	88
Figura 91 – Vista Lateral do Edifício em 3D – ‘2 PAV – APARTAMENTO’	88
Figura 92 – Cintamento Carregado	89
Figura 93 – Rebaixo da Varanda.....	90
Figura 94 – Alteração de Pavimento	90
Figura 95 – Ferramenta - Copiar Planta.....	91
Figura 96 – Dados Seleccionáveis para Copiar Planta	91
Figura 97 – Visualização Inicial do ‘3 PAV – APARTAMENTO’	92
Figura 98 – Visualização do ‘3 PAV – APARTAMENTO’ Após Cópia.....	92
Figura 99 – Geração de Modelo Tridimensional do Edifício.....	93
Figura 100 – Vista em Perspectiva do Edifício	94

Figura 101 – Dados de Pilares	94
Figura 102 – Definição de Onde o Pilar Morre	95
Figura 103 – Vista em Perspectiva do Edifício após Correção dos Pilares	95
Figura 104 – Pavimento – Caixa D'água	96
Figura 105 – Visualização das Vigas da Caixa D'água	96
Figura 106 – Renomeação das Vigas da Caixa D'água	97
Figura 107 – Visualização das Vigas da Caixa D'água Renomeadas	97
Figura 108 – Tampa/Fundo da Caixa D'Água	98
Figura 109 – Valores Corrigidos sobre as Vigas da Cobertura	99
Figura 110 – Processamento do Pavimento	100
Figura 111 – Verificação de Erros no Pavimento	100
Figura 112 – Listagens de erros	101
Figura 113 – TQS Formas	101
Figura 114 – Geração do Modelo	102
Figura 115 – Opções de Processamento de Grelha	102
Figura 116 – Visualizador de Grelhas	103
Figura 117 – Deslocamentos	103
Figura 118 – Visualização da Grelha	104
Figura 119 – TQS Formas	104
Figura 120 – Geração de Desenhos	105
Figura 121 – Escolha dos Desenhos a Gerar	105
Figura 122 – Verificação de Formas – Vigas	106
Figura 123 – Vinculações entre Vigas	106
Figura 124 – Aproximação do Início da Viga V1	107
Figura 125 – Verificação de Formas – Lajes	107
Figura 126 – Verificação de Formas – Lajes – Engaste	107
Figura 127 – Verificação de Formas – Lajes – Áreas de Influência	108
Figura 128 – Verificação de Formas – Lajes – Carga Distribuída	108
Figura 129 – Vinculações entre Lajes	109
Figura 130 – Cargas – Vento	110
Figura 131 – Velocidade Básica do Vento	110
Figura 132 – Fator do Terreno	111
Figura 133 – Categoria de Rugosidade	111
Figura 134 – Classe da Edificação	112

Figura 135 – Fator Estatístico	112
Figura 136 – Valores Iniciais Alterados	113
Figura 137 – Cálculo dos Coeficientes de Arrasto	113
Figura 138 – Cálculo do Coeficiente de Arrasto – Vento a 90°	114
Figura 139 – Ábaco Baixa e Alta Turbulência – Vento a 90°	114
Figura 140 – Cálculo do Coeficiente de Arrasto – Vento a 0°	115
Figura 141 – Ábacos de Baixa e Alta Turbulência – Vento a 0°	115
Figura 142 – Atualização dos Valores do Coeficiente de Arrasto.....	116
Figura 143 – TQS Formas - Processamento Global	116
Figura 144 – Processamento Global	117
Figura 145 – Mensagem Final do Processamento Global.....	117
Figura 146 – Visualizador de Pórticos – Estado Limite Último	118
Figura 147 – Visualizador Espacial do Edifício.....	118
Figura 148 – Planta de Cargas – Geral.....	119
Figura 149 – Seleção de Casos para Listagem de Reações de Apoio	119
Figura 150 – Reações de Pórtico em Desenho	120
Figura 151 – Visualização das Reações de Pórtico em Desenho	120
Figura 152 – Grelha-TQS – Análise de Flechas.....	121
Figura 153 – Janela de Aviso Importante	121
Figura 154 – Combinações	122
Figura 155 – Parâmetros de Visualização.....	122
Figura 156 – Verificar limites	123
Figura 157 – Visualizador das Flechas	123
Figura 158 – Vigas – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho	124
Figura 159 – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho	124
Figura 160 – TQS Vigas – Relatório.....	125
Figura 161 – Relatório Geral de Vigas	125
Figura 162 – Novo Relatório Geral de Vigas.....	126
Figura 163 – Detalhe da Viga V3 – Armadura de Suspensão	127
Figura 164 – Vigas – Diagrama de Solicitações.....	127
Figura 165 – Avisos Importantes.....	128
Figura 166 – Visualização dos Diagramas de Solicitações da Viga V1.....	128
Figura 167 – TQS Vigas - Edição Rápida de Armadura.....	129
Figura 168 – Visualização das Armaduras da Viga V1	129

Figura 169 – Ferramenta ‘Visualizar’	130
Figura 170 – Armaduras e Diagramas de Solicitações da Viga V1	130
Figura 171 – TQS Vigas – Critérios.....	131
Figura 172 – Edição de Critérios de Vigas	131
Figura 173 – Editor de Critérios.....	132
Figura 174 – Armaduras da Viga V1 Após Modificação de Critérios.....	132
Figura 175 – Ferramentas de Edição de Armaduras.....	133
Figura 176 – Vigas – Listagens	133
Figura 177 – Vigas – Listagens – Cisalhamento	134
Figura 178 – Sistemas – TQS Pilar	135
Figura 179 – TQS Pilar – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho	135
Figura 180 – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho de Pilares	136
Figura 181 – TQS Pilar – Edição Rápida de Armadura.....	137
Figura 182 – Lance 1 do Pilar P1	137
Figura 183 – Lances Pilar 1.....	138
Figura 184 – TQS Pilar – Relatório	139
Figura 185 – Lances Pilar 1.....	139
Figura 186 – Sistemas – TQS Lajes.....	140
Figura 187 – TQS Lajes – Critérios – Desenho.....	140
Figura 188 – Arquivos de Critério - Lajes	141
Figura 189 – Editor de Critérios – Desenho	141
Figura 190 – Editor de Critérios – Armaduras – Desenho de Armaduras	142
Figura 191 – Editor de Critérios – Armaduras – Desenho do Símbolo.....	143
Figura 192 – TQS Lajes – Edição Rápida de Armadura	143
Figura 193 – Visualização Inicial das Armaduras em Lajes	144
Figura 194 – Geral – Diagramas	144
Figura 195 – Diagrama de Momentos Positivos na Direção Principal.....	145
Figura 196 – Alteração do Sentido dos Momentos.....	145
Figura 197 – Diagrama de Momentos Positivos na Direção Secundária	146
Figura 198 – Geral – Faixas	146
Figura 199 – Faixas – Momentos Positivos – Direção Principal.....	147
Figura 200 – Faixas – Momentos Positivos – Direção Secundária	147
Figura 201 – Geral – Armaduras	148
Figura 202 – Armaduras – Regenerar Armaduras	148

Figura 203 – Mensagem de Aviso.....	148
Figura 204 – Visualização da Armadura Positiva do Primeiro Pavimento	149
Figura 205 – Salvar DWG	149
Figura 206 – Momentos Negativos - Faixas.....	150
Figura 207 – Faixas – Momentos Negativos – Direção Principal	150
Figura 208 – Visualização das Armaduras Negativas do Primeiro Pavimento	151
Figura 209 – Dados de Pilares – Modelo	152
Figura 210 – Fundações – Dados Atuais	152
Figura 211 – Dados de Fundações – Seção	153
Figura 212 – Edição de Dados de Fundação	153
Figura 213 – Visualização das Sapatas para Todos os Pilares	154
Figura 214 – Visualização 3D do Edifício.....	154
Figura 215 – Fundações – Pré Dimensionamento de Todos os Pilares.....	155
Figura 216 – Pré Dimensionamento de Fundação	155
Figura 217 – Visualização das Sapatas após Pré-dimensionamento do TQS	156
Figura 218 – Visualização 3D do Edifício Após Modificações	156
Figura 219 – TQS Fundações – Dados de Sapatas.....	157
Figura 220 – Edição de Dados de Sapatas.....	157
Figura 221 – Mensagem de Aviso.....	158
Figura 222 – TQS Fundações – Sapatas – Dimensionamento	158
Figura 223 – TQS Fundações – Sapatas – Desenho.....	159
Figura 224 – Processamento de Desenho de Sapatas	159
Figura 225 – Visualização da Sapata sob o Pilar P1.....	160
Figura 226 – TQS Fundações – Edição Rápida de Armadura	160
Figura 227 – Sapatas – Editor.....	161
Figura 228 – Edição de Armadura de Sapatas.....	161
Figura 229 – Parâmetros de visualização - Formas	162
Figura 230 – Anotações – Geração Automática.....	162
Figura 231 – Geração Automática de Eixos de Locação	163
Figura 232 – Planta de Forma da Caixa d’água	163
Figura 233 – Formas – Arquivo – Salvar DWG	164
Figura 234 – Formas – Salvar como	164
Figura 235 – Planta de Forma da Cobertura.....	165
Figura 236 – Planta de Forma do Pavimento Tipo	165

Figura 237 – Planta de Forma do Cintamento.....	166
Figura 238 – Planta de Forma da Fundação	166
Figura 239 – Impressão – Editor de Plantas	167
Figura 240 – Selecionar Desenhos	167
Figura 241 – Seleção dos Desenhos	168
Figura 242 – Distribuição dos Desenhos em Planta.....	168
Figura 243 – Resultado da Distribuição Automática.....	169
Figura 244 – Extração da Tabela de Armaduras.....	169
Figura 245 – Escolha de Prefixo de Plantas	170
Figura 246 – Tabela de Armaduras.....	170
Figura 247 – Tabela de Armadura Atualizada em Todas as Plantas	171
Figura 248 – Plantas – Preencher.....	171
Figura 249 – Preenchimento de Carimbo/Selo.....	172
Figura 250 – Selo após Preenchimento Automático	172
Figura 251 – Impressão das Pranchas em PDF.....	173
Figura 252 – Seleção das Plantas.....	173
Figura 253 – Visualização da Prancha nº. 004.....	174
Figura 254 – Gráfico de GamaZ.....	175
Figura 255 – Gráfico do Parâmetro FAVt – Vigas e Lajes.....	176
Figura 256 – Gráfico de DeslH	177
Figura 257 – Gráfico de DeslHp	178

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classes de resistência de concretos estruturais	26
Tabela 2 – Valor do coeficiente de aderência η_1	29
Tabela 3 – Valores do coeficiente adicional γ_n para pilares e pilares-parede	32
Tabela 4 – Valores do coeficiente adicional γ_n para lajes em balanço	33
Tabela 5 – Tabela detalhada de G_{maZ}	176
Tabela 6 – Tabela detalhada de α (FAVt) – Vigas e Lajes	177
Tabela 7 – Deslocamentos máximos	178
Tabela 8 – Deslocamentos máximos entre pisos	178

LISTA DE SÍMBOLOS

LN	Linha neutra
P	Carga concentrada
ρ_c	Massa específica
°C	Grau Celsius
η_1	Coeficiente de aderência
γ_n	Coeficiente adicional
b	Menor dimensão da seção transversal
h	Altura da laje
β	Ângulo
f_c	Resistência à compressão do concreto
f_{cd}	Resistência de cálculo à compressão do concreto
f_{ck}	Resistência característica à compressão do concreto
f_{ckj}	Resistência característica à compressão do concreto aos j dias
f_{cm}	Resistência média à compressão do concreto
f_{ct}	Resistência do concreto à tração direta
$f_{ct,m}$	Resistência média à tração do concreto
$f_{ct,f}$	Resistência do concreto à tração na flexão
$f_{ct,sp}$	Resistência do concreto à tração indireta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	DESENVOLVIMENTO	23
2.1	PROPOSIÇÃO	23
2.2	REVISÃO DE LITERATURA	23
2.2.1	Concreto armado.....	23
2.2.1.1	Concreto	25
2.2.1.1.1	Classes	25
2.2.1.1.2	Massa específica	26
2.2.1.1.3	Coeficiente de dilatação térmica	26
2.2.1.1.4	Resistência à compressão	26
2.2.1.1.5	Resistência à tração	28
2.2.1.2	Aço de armadura passiva	29
2.2.1.2.1	Categoria	29
2.2.1.2.2	Tipo de superfície aderente	29
2.2.1.2.3	Massa específica	29
2.2.1.2.4	Coeficiente de dilatação térmica	29
2.2.1.2.5	Módulo de elasticidade	30
2.2.1.3	Aço de armadura ativa	30
2.2.1.3.1	Categoria	30
2.2.1.3.2	Massa específica	30
2.2.1.3.3	Coeficiente de dilatação térmica	30
2.2.1.3.4	Módulo de elasticidade	30
2.2.2	Normas técnicas.....	30
2.2.3	Sistemas e elementos estruturais.....	31
2.2.4	TQS.....	35
2.3	MATERIAL E MÉTODO	37

2.3.1	Instalação da versão para estudantes.....	37
2.3.2	Limpeza da planta arquitetônica.....	40
2.3.3	Criação de um edifício no TQS.....	41
2.3.4	Conversão e escala da arquitetura para o TQS	47
2.3.5	Integração arquitetônica ao modelador	51
2.3.6	Concepção estrutural.....	54
2.3.6.1	Lançamento das lajes, pilares e vigas à mão livre	54
2.3.6.2	Lançamento dos pilares	56
2.3.6.3	Lançamento das vigas	58
2.3.6.4	Lançamento das lajes	60
2.3.7	Cargas	65
2.3.7.1	Inserção de cargas nas lajes	66
2.3.8	Inserção de cargas de parede	69
2.3.9	Escadas.....	72
2.3.9.1	Criação dos patamares da escada	79
2.3.9.2	Criação dos degraus da escada	82
2.3.10	Ajustes finais no modelador.....	89
2.3.10.1	Carregamento sobre o cintamento	89
2.3.10.2	Rebaixo da varanda	89
2.3.10.3	Cópia para os demais pavimentos	90
2.3.10.4	Visualizador 3D do edifício	93
2.3.10.5	Caixa d'água	96
2.3.10.6	Carregamento da cobertura	99
2.3.11	Processamento do edifício.....	100
2.3.12	Forças devidas ao vento.....	109
2.3.13	Análise do pórtico espacial	116
2.3.14	Detalhamento.....	124

2.3.14.1	Detalhamento das vigas	124
2.3.14.2	Detalhamento dos pilares	135
2.3.14.3	Detalhamento das lajes	140
2.3.15	Fundações	151
2.3.16	Geração das plantas de formas	162
2.3.17	Plotagem	167
2.4	RESULTADO E DISCUSSÃO	174
2.4.1	Análise da Estabilidade Global	175
3	CONCLUSÃO	179
	REFERÊNCIAS.....	180
	APÊNDICE A – PRANCHAS DE DETALHAMENTO	181

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por projetos estruturais eficientes e seguros tem impulsionado a busca por metodologias avançadas de projeto na Engenharia Civil. Nesse contexto, este trabalho visa desenvolver o projeto estrutural de um edifício de 4 pavimentos em concreto armado utilizando o software TQS. Considerando as cargas permanentes, acidentais e as forças de vento, o objetivo é garantir a estabilidade e durabilidade da estrutura. Esta pesquisa tem como propósito contribuir para a formação profissional na área, fornecendo uma abordagem prática e aplicada do processo de desenvolvimento de um projeto estrutural.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 PROPOSIÇÃO

Diante da demanda por projetos estruturais eficientes e seguros, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo desenvolver o projeto estrutural de um edifício de 4 pavimentos em concreto armado utilizando o software TQS. Serão consideradas as cargas solicitantes permanentes e acidentais, bem como as forças devidas ao vento, visando garantir a estabilidade, resistência e durabilidade da estrutura. Este estudo busca contribuir para a formação profissional na área de Engenharia Civil, fornecendo uma abordagem prática e aplicada do processo de desenvolvimento de um projeto estrutural utilizando ferramentas computacionais.

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

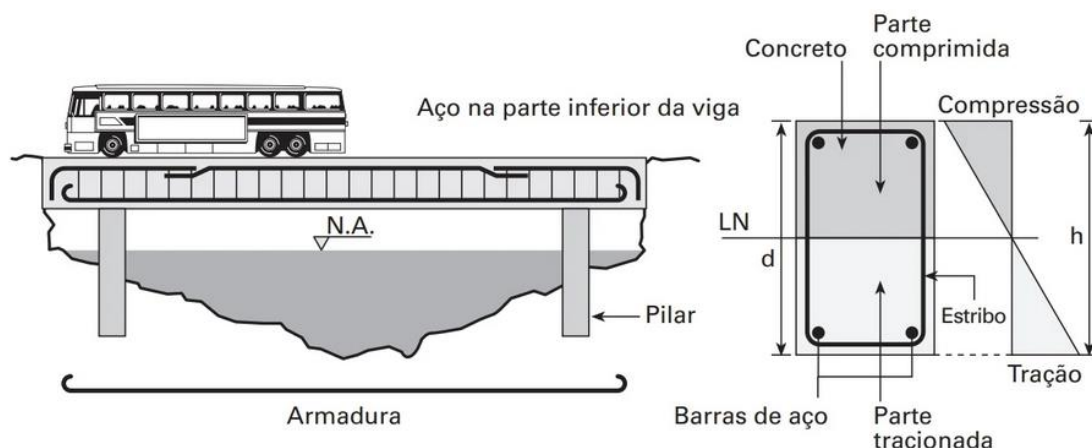
2.2.1 Concreto armado

O concreto armado é o elemento construtivo mais utilizado no mundo devido a vários fatores, em especial pelo seu excelente desempenho, fácil utilização e economia. É composto por agregados graúdos, agregados miúdos, aglomerantes, água, adições minerais e aditivos, variando assim suas características conforme sua dosagem (PORTO; FERNANDES, 2015).

Embora o concreto seja um material que apresenta boa resistência à compressão, ele apresenta pouca resistência à tração (em torno de 1/10 da resistência à compressão). Como consequência, se torna necessário associá-lo a um outro material que seja capaz de apresentar boa resistência à tração e que possua uma maior capacidade de deformação, sendo o aço o mais comum, colocado longitudinalmente no local mais tracionado da peça (CARVALHO; FILHO, 2007).

De outra forma, compreende-se que, na parte tracionada, o aço é mergulhado e, na parte comprimida, deixa-se apenas o concreto, uma vez que o aço resiste bem à tração. Uma viga de concreto armado exemplifica bem essa explicação, como mostrado pela Figura 1 (BOTELHO; MARCHETTI, 2019).

Figura 1 – Seção Transversal de uma Viga de Concreto Armado



Observação: LN – Linha Neutra: nem tração nem compressão.

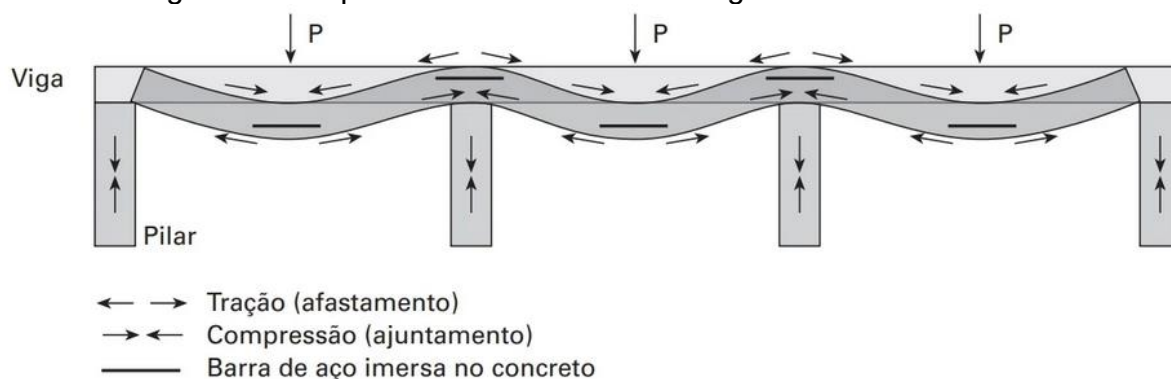
Legenda: Representação de uma viga em concreto armado, destacando a disposição das armaduras. A imagem mostra um ônibus passando sobre uma ponte, suportada por uma viga apoiada em dois pilares.

Fonte: BOTELHO; MARCHETTI (2019, p. 27).

Observa-se que as barras de aço não se mantêm soltas, mas sim amarradas, como que soldadas ao concreto da viga na sua parte inferior, sendo essa solidariedade fundamental. Conforme as condições de solicitação e cálculo da viga, a parte inferior do concreto pode fissurar (fala-se de fissuras no limite de perceptibilidade visual) sem comprometer a segurança, pois quem suporta a carga é o aço, e o concreto da parte tracionada já fissurou. Na parte superior, o concreto resiste eficazmente à compressão, especialidade desse material (BOTELHO; MARCHETTI, 2019).

Em uma viga de múltiplos vãos, o aço é posicionado em todas as regiões sujeitas à tração. Nas partes onde as partículas se afastam (tração), são inseridas barras de aço, conforme mostrado na Figura 2. Já nos trechos onde as partículas se aproximam (compressão), não é necessário o uso de barras de aço, embora às vezes sejam utilizadas. Isso se deve ao fato de o aço ser considerado um material mais resistente que o concreto, resultando em uma economia de área de concreto na parte comprimida das estruturas, tornando-as mais esbeltas (BOTELHO; MARCHETTI, 2019).

Figura 2 – Esquema Estrutural de uma Viga de Concreto Armado



Legenda: Representação de uma viga sobre 4 pilares, ou seja, são representados três tramos de vigas, ora sendo comprimidas, ora sendo tracionadas.

Fonte: BOTELHO; MARCHETTI (2019, p. 28).

2.2.1.1 Concreto

A ABNT NBR 6118:2023, traz informações relevantes para compor este trabalho, uma vez que a norma brasileira é uma referência fundamental para o dimensionamento e execução de estruturas de concreto no Brasil.

2.2.1.1.1 Classes

A norma ABNT NBR 6118:2023 é aplicável aos concretos das classes de resistência dos grupos I e II, conforme definido na ABNT NBR 8953:2015. A classe C20, ou superior, é indicada para concreto com armadura passiva, enquanto a classe C25, ou superior, é recomendada para concreto com armadura ativa. Já a classe C15 é adequada apenas para obras provisórias ou não estruturais, conforme especificado na ABNT NBR 8953:2015 (ABNT NBR 6118:2023).

A Tabela 1 representa as classes de resistência de concretos estruturais retirada da norma ABNT NBR 8953:2015.

Tabela 1 – Classes de resistência de concretos estruturais

Classe de resistência Grupo I	Resistência característica à compressão MPa	Classe de resistência Grupo II	Resistência característica à compressão MPa
C20	20	C55	55
C25	25	C60	60
C30	30	C70	70
C35	35	C80	80
C40	40	C90	90
C45	45		
C50	50	C100	100

Fonte: Adaptado de: ABNT NBR 8953:2015.

2.2.1.1.2 Massa específica

A Norma ABNT NBR 6118:2023 é aplicável a concretos de massa específica normal, os quais são definidos como aqueles que, após secagem em estufa, apresentam uma massa específica (ρ_c) variando entre 2000 kg/m³ e 2800 kg/m³. Na ausência de conhecimento da massa específica real, para fins de cálculo, adota-se o valor de 2400 kg/m³ para o concreto simples e 2500 kg/m³ para o concreto armado. Quando a massa específica do concreto utilizado for conhecida, a massa específica do concreto armado pode ser considerada como a do concreto simples acrescida de 100 kg/m³ a 150 kg/m³ (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.1.3 Coeficiente de dilatação térmica

De acordo com a Norma ABNT NBR 6118:2023, para análise estrutural, o coeficiente de dilatação térmica pode ser considerado como sendo igual a $1.10^{-5}/^{\circ}\text{C}$.

2.2.1.1.4 Resistência à compressão

As diretrizes da Norma ABNT NBR 6118:2023 estão relacionadas à resistência à compressão obtida em ensaios de corpos de prova cilíndricos, preparados conforme a ABNT NBR 5738 e submetidos à ruptura conforme estabelecido pela ABNT NBR 5739. Quando não for especificada a idade, as resistências são consideradas para uma idade de 28 dias. A estimativa da resistência média à compressão, f_{cmj} , correspondente a uma resistência f_{ckj} especificada, deve ser realizada de acordo com

a ABNT NBR 12655. A evolução da resistência à compressão com a idade deve ser determinada por meio de ensaios especialmente conduzidos para esse fim. Na ausência desses resultados experimentais, podem ser adotados, de forma orientativa, os procedimentos descritos a seguir (ABNT NBR 6118:2023).

a) Quando a verificação se faz em data j igual ou superior a 28 dias:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (1)$$

Nesse caso, o controle da resistência à compressão do concreto deve ser feito em 28 dias, de forma a confirmar o valor de f_{ck} adotado no projeto;

b) Quando a verificação se faz em data j inferior a 28 dias, adota-se a expressão:

$$f_{cd} = \frac{f_{ckj}}{\gamma_c} \cong \beta_1 \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (2)$$

Sendo β_1 a relação f_{ckj}/f_{ck} dada por:

$$\beta_1 = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (3)$$

Onde

$s = 0,38$ para concreto de cimento CIII e IV;

$s = 0,25$ para concreto de cimento CPI e II;

$s = 0,20$ para concreto de cimento CPV-ARI;

t é a idade efetiva do concreto, expressa em dias.

Essa verificação deve ser feita aos t dias, para as cargas aplicadas até essa data. Ainda deve ser feita a verificação para a totalidade das cargas aplicadas aos 28 dias. Nesse caso, o controle da resistência a compressão do concreto deve ser feito

em duas datas: aos t dias e aos 28 dias, de forma a confirmar os valores de f_{ckj} e f_{ck} adotados no projeto.

2.2.1.1.5 Resistência à tração

Segundo a ABNT NBR 6118:2023, a resistência à tração indireta $f_{ct,sp}$ e a resistência à tração na flexão $f_{ct,f}$ devem ser obtidas em ensaios realizados segundo as ABNT NBR 7222 e ABNT NBR 12142, respectivamente.

A resistência à tração direta f_{ct} pode ser considerada igual a $0,9 f_{ct,sp}$ ou $0,7 f_{ct,f}$, ou, na falta de ensaios para obtenção de $f_{ct,sp}$ e $f_{ct,f}$, pode ser avaliado o seu valor médio ou característico por meio das seguintes equações:

$$f_{ctk,inf} = 0,7 f_{ct,m} \quad (4)$$

$$f_{ctk,sup} = 1,3 f_{ct,m} \quad (5)$$

- Para concretos com $f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$:

$$f_{ct,m} = 0,3 f_{ck}^{\frac{2}{3}} \quad (6)$$

- Para concretos com $f_{ck} > 50 \text{ MPa}$:

$$f_{ct,m} = 2,12 \ln[1 + 0,19 f_{ck} + 8] \quad (7)$$

Onde

$f_{ct,m}$ e f_{ck} são expressos em megapascal (MPa).

Sendo

$f_{ct,m} \geq 7 \text{ MPa}$, estas expressões também podem ser usadas para idades diferentes de 28 dias.

2.2.1.2 Aço de armadura passiva

A ABNT NBR 6118:2023 detalha separadamente as características das armaduras passivas e ativas. A seguir, serão apresentadas algumas características referentes a armadura passiva retiradas da norma.

2.2.1.2.1 Categoria

Nos projetos de estruturas de concreto armado, deve-se utilizar aço classificado conforme a ABNT NBR 7480, com valores característicos de resistência de escoamento nas categorias CA-25, CA-50 e CA-60. Os diâmetros e as seções transversais nominais devem seguir os padrões estabelecidos pela ABNT NBR 7480 (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.2.2 Tipo de superfície aderente

Os fios e barras podem ser lisos, entalhados ou possuir saliências ou mossas. De acordo com a ABNT NBR 6118:2023, a capacidade de aderência entre o aço e o concreto está relacionada ao coeficiente η_1 , cujo valor é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Valor do coeficiente de aderência η_1

Categoria do aço	η_1
CA-25	1,00
CA-50	2,25
CA-60	1,00

Fonte: Adaptado de: ABNT NBR 6118:2023.

2.2.1.2.3 Massa específica

Pode-se adotar o valor de 7850 kg/m³ para a massa específica do aço de armadura passiva (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.2.4 Coeficiente de dilatação térmica

Para intervalos de temperatura entre -20 °C e 150 °C, pode-se considerar o coeficiente de dilatação térmica do aço como 1.10⁻⁵/°C (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.2.5 Módulo de elasticidade

Na ausência de ensaios ou de valores fornecidos pelo fabricante, pode-se considerar o módulo de elasticidade do aço igual a 210 GPa (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.3 Aço de armadura ativa

2.2.1.3.1 Categoria

Os valores nominais de resistência característica à tração, diâmetro e área dos fios das cordoalhas, bem como a classificação quanto à relaxação a serem adotados no projeto, são indicados nas normas ABNT NBR 7482 e ABNT NBR 7483, respectivamente (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.3.2 Massa específica

Para massa específica do aço de armadura ativa, pode-se adotar o mesmo valor da armadura passiva, ou seja, 7850 kg/m³ (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.3.3 Coeficiente de dilatação térmica

Para intervalos de temperatura entre -20 °C e 100 °C, pode-se considerar o coeficiente de dilatação térmica do aço como 1.10⁻⁵/°C (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.1.3.4 Módulo de elasticidade

Na ausência de ensaios ou de valores fornecidos pelo fabricante, pode-se considerar o módulo de elasticidade do aço igual a 200 GPa (ABNT NBR 6118:2023).

2.2.2 Normas técnicas

Para que fosse possível garantir a segurança dos usuários das estruturas em concreto armado, em 1940, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) desenvolveu a NB-1 que tratava do cálculo e execução de obras de concreto armado,

onde a norma previa o dimensionamento em serviço considerando as tensões admissíveis e no estado limite último. Mas com a evolução de materiais e métodos ao longo dos anos, se torna necessária a revisão da norma com certa frequência (PORTO; FERNANDES, 2015).

No contexto atual, é essencial reconhecer a constante evolução das normas na Engenharia Civil. Lançadas pela ABNT, três normas destacam-se como fundamentais para este trabalho: a NBR 6118:2023, que aborda o Projeto de Estruturas de Concreto e teve sua última atualização em 28 de agosto de 2023; a NBR 6123:2023, que trata das Forças Devidas ao Vento em Edificações e foi atualizada pela última vez em 20 de dezembro de 2023; e a NBR 6120:2019, que contempla Ações para o Cálculo de Estruturas de Edificações e teve sua última atualização em 2019. Essas atualizações evidenciam o dinamismo e a importância de manter-se atualizado dentro da área, refletindo o compromisso da Engenharia com a segurança e a eficiência das estruturas construídas.

2.2.3 Sistemas e elementos estruturais

Segundo Carvalho e Pinheiro (2007, p. 21), “Elementos estruturais são peças que compõem uma estrutura geralmente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais (vigas, lajes, pilares etc.). O modo como são arrançados pode ser chamado de sistema estrutural.”

A NBR 6118:2023 traz valores-limites mínimos para as dimensões de elementos estruturais de concreto e a seguir serão apresentados apenas os valores mínimos referentes aos elementos que serão trabalhados nesse projeto:

- Vigas e vigas-parede: a seção transversal das vigas não pode apresentar largura menor que 12 cm, e as vigas-paredes não podem ter largura menor do que 15 cm. Estes limites podem ser reduzidos, respeitando o mínimo absoluto de 10 cm em casos excepcionais, sendo obrigatoriamente respeitadas as condições:
 - a) Alojamento das armaduras e suas interferências com as armaduras de outros elementos estruturais, respeitando os espaçamentos e cobrimentos estabelecidos pela própria norma ABNT NBR 6118:2023;
 - b) Lançamento e vibração do concreto de acordo com a ABNT NBR 14931.

- Pilares: a seção transversal de pilares e pilares-parede maciços, independentemente de sua forma, não pode apresentar dimensão menor do que 19 cm.

Em casos especiais, é possível a consideração de dimensões entre 14 e 19 cm, desde que se multipliquem os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados no dimensionamento por um coeficiente adicional γ_n , de acordo com o indicado na Tabela 3. De qualquer forma, não se permite pilar com seção transversal de área inferior a 360 cm².

Tabela 3 – Valores do coeficiente adicional γ_n para pilares e pilares-parede

b cm	≥ 19	18	17	16	15	14
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25

onde

$$\gamma_n = 1,95 - 0,05 b;$$

b é a menor dimensão da seção transversal, expressa em centímetros (cm).

NOTA: O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo quando de seu dimensionamento.

Fonte: Adaptado de: ABNT NBR 6118:2023.

- Lajes: para as lajes maciças os valores limites mínimos são:
 - a) 7 cm para cobertura em balanço;
 - b) 8 cm para lajes de piso em balanço;
 - c) 10 cm para lajes em balanço;
 - d) 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN;
 - e) 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN;
 - f) 15 cm para lajes com protensão apoiadas em vigas, com o mínimo de $\frac{l}{42}$ para lajes de piso biapoiadas e $\frac{l}{50}$ para lajes de piso contínuas;
 - g) 16 cm para lajes lisas e 14 cm para lajes-cogumelo, fora do capitel.

Para o dimensionamento das lajes em balanço, os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados devem ser multiplicados por um coeficiente adicional γ_n , de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Valores do coeficiente adicional γ_n para lajes em balanço

h cm	≥ 19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
γ_n	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45

onde

$$\gamma_n = 1,95 - 0,05 h;$$

h é a altura da laje, expressa em centímetros (cm).

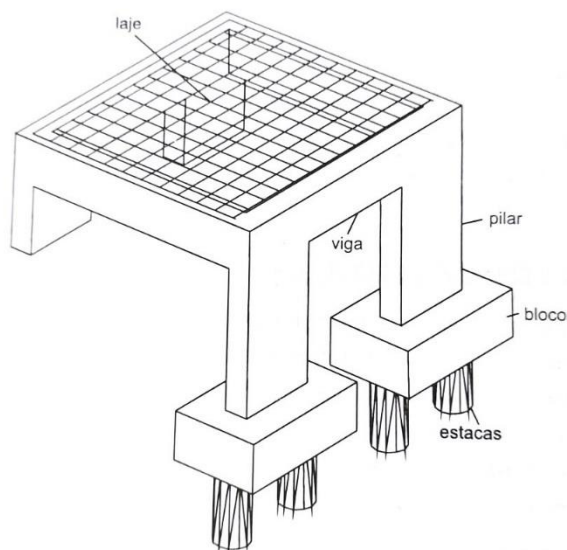
NOTA: O coeficiente γ_n deve majorar os esforços solicitantes finais de cálculo nas lajes em balanço, quando de seu dimensionamento.

Fonte: Adaptado de: ABNT NBR 6118:2023.

A análise do comportamento real de uma estrutura, como as de concreto armado, é frequentemente desafiadora devido à sua complexidade. A discretização, que consiste na divisão da estrutura em elementos com comportamentos conhecidos e mais fáceis de estudar, é uma técnica valiosa. Ao simplificar a análise da estrutura em elementos mais manejáveis, pode-se obter resultados satisfatórios com maior facilidade (CARVALHO; FILHO, 2007).

Para exemplificar, Carvalho e Pinheiro (2007) apresentam duas figuras que ilustram como a discretização da estrutura simplifica sua compreensão e viabiliza o cálculo e dimensionamento dos diferentes elementos de concreto armado. A Figura 3 mostra o esquema estrutural de uma garagem em concreto armado.

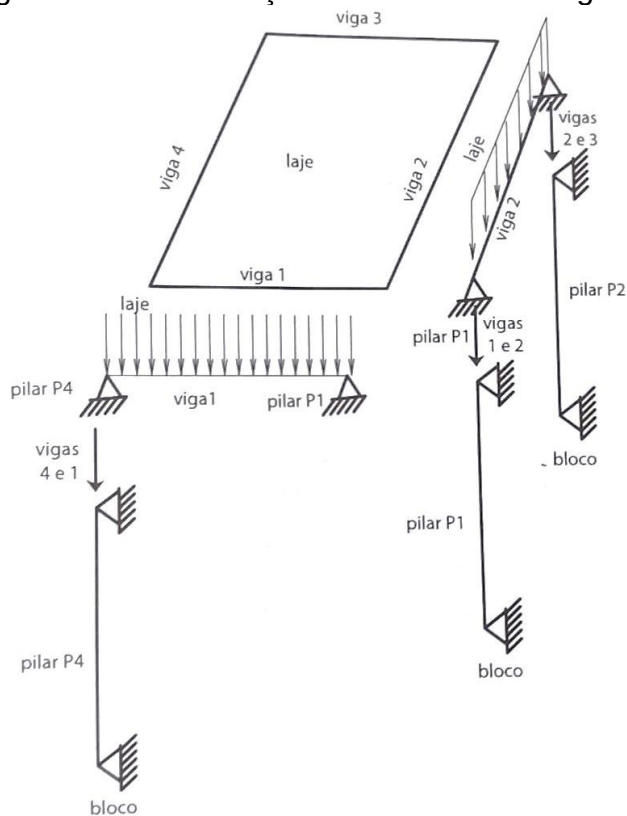
Figura 3 – Esquema Estrutural em Concreto Armado de uma Garagem



Fonte: CARVALHO; FILHO (2007, p. 22).

A Figura 4 representa a discretização da estrutura da garagem apresentada na figura anterior, mostrando a representação dos pilares, vigas e lajes e seus devidos carregamentos.

Figura 4 – Discretização da Estrutura da Figura 3.



Fonte: CARVALHO; FILHO (2007, p. 23).

Com o avanço no desenvolvimento de programas destinados à Engenheiros Civis, o dimensionamento de estruturas em concreto armado se tornou mais fácil, mais rápido e mais eficaz. Porém, como mencionado por Carvalho e Pinheiro (2009):

Apesar de todo avanço no desenvolvimento de programas, cabe sempre ao projetista conceber e definir a melhor estrutura para cada situação e, para tanto, precisa conhecer com profundidade seu comportamento estrutural e fazer previsões de dimensões para que o desenvolvimento do projeto auxiliado por um programa de computador resulte em uma estrutura segura, racional, funcional e econômica.

A informática aperfeiçoou a Engenharia de Estruturas, mas não é capaz de substituí-la. Sendo assim, é visível que os alunos de Engenharia Civil sejam preparados para utilizar corretamente um programa destinado a projetar estruturas em concreto armado. Utilizando-o de maneira responsável e aproveitando ao máximo suas funções, não deixando de colocar como foco os conhecimentos de Engenharia aprendidos (KIMURA, 2018).

Diante desse cenário, para o Engenheiro Luciano Coelho “O TQS [...] é sem dúvida a ferramenta mais completa do mercado para projetos estruturais de edifícios” (RODRIGUES, 2023).

2.2.4 TQS

O TQS é um software desenvolvido pela empresa brasileira TQS, fundada em 1986 por Engenheiros Civis, que cria, desenvolve e comercializa softwares para elaboração de projetos de estruturas e fundações de edificações. O software TQS é destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado. É composto por um conjunto de sistemas que, de forma totalmente integrada e automatizada, fornecem recursos necessários para a concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento de armaduras, geração de desenhos até a emissão de plantas (TQS, 2024).

Segundo Nelson Covas, Sócio Fundador da TQS, o foco da empresa é disponibilizar softwares inovadores, abrangentes e robustos, de forma profissional e transparente, alinhada com um suporte técnico competente, com o objetivo de auxiliar seus clientes na complexa e competitiva arte de elaborar projetos estruturais.

No sistema TQS, os seguintes modelos estruturais podem ser adotados para análise de um pavimento de concreto armado, porém na versão estudante possui restrições:

- Vigas contínuas + lajes por processo simplificado
- Grelha somente de vigas
- Grelha de lajes + vigas
- Pórtico espacial

A própria TQS sugere que a análise de pavimentos de concreto armado seja feita utilizando "grelhas de vigas e lajes" ou "pórtico espacial", pois esses métodos fornecem resultados mais precisos em comparação com a análise por "vigas contínuas + lajes por processos aproximados" ou "grelha somente de vigas". Em certas situações, esses dois últimos modelos podem produzir uma distribuição de esforços que não corresponde à realidade. Por exemplo, em uma laje retangular apoiada em vigas com rigidezes diferentes, a distribuição dos esforços solicitantes nesses elementos pode não ser correta.

Para modelagem global do edifício há seis opções, porém o modelo V foi mantido no sistema apenas para compatibilidade com processamentos antigos e não pode ser definido para edifícios novos, os modelos I, II e III somente devem ser utilizados em casos particulares e com restrições, sendo recomendado pela TQS apenas o uso dos modelos IV e VI.

- Modelo IV: Esse modelo calcula os esforços das ações verticais e horizontais usando um único pórtico espacial (ELU), aplicando-os no dimensionamento de vigas e pilares. Permite tratamento especial para vigas de transição e tirantes, e transfere automaticamente as reações das barras de laje, obtidas por grelha, para as vigas do pórtico espacial.
- Modelo VI: Esse modelo inovador de análise estrutural representa todos os elementos (lajes, vigas e pilares) em um único pórtico espacial, obtendo todos os esforços e deslocamentos de uma vez, sem necessidade de transferências entre diferentes modelos. Isso torna o Modelo VI teoricamente mais consistente e capaz de analisar edifícios singulares previamente impossíveis de serem analisados.

2.3 MATERIAL E MÉTODO

O primeiro passo ao lidar com qualquer software é compreender sua finalidade, seguido de sua instalação adequada. O TQS, nesse contexto, é uma ferramenta destinada à elaboração de projetos estruturais para edifícios de concreto armado. A versão utilizada neste estudo é voltada especificamente para estudantes. O procedimento de instalação é detalhado a seguir, tornando-o acessível para alunos de Engenharia Civil, Arquitetura e áreas correlatas da Construção Civil. É crucial ressaltar que o uso do TQS neste contexto é exclusivamente educativo, não sendo autorizado seu emprego para atividades profissionais ou comerciais.

2.3.1 Instalação da versão para estudantes

Ao acessar a página do TQS, são apresentadas três opções para o download do software, sendo recomendável selecionar a segunda opção: TQS Estudante (conforme mostrado na Figura 5).

Figura 5 – Página inicial do site TQS



Legenda: Fundo azul com logo em branco, azul e preto. Com escritos em preto: Empresa, Produtos, Cursos, TQSNews, Suporte, Downloads, Store, escrito em branco: Sistemas TQS, Profissional, TQS Estudante, Avaliação Gratuita. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Estudante.

Fonte: TQS (2024).

Para efetuar o download, é imprescindível possuir um cadastro na plataforma. Após concluir essa etapa, basta fazer o login e o download pode ser realizado facilmente, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Página do TQS Estudante

TQS Empresa Produtos Cursos TQSNews Suporte Downloads Store

[Criar uma conta](#) / [Efetuar login](#)

TQS Estudante
Concreto Armado, Alvenaria Estrutural

Windows

Descrição

O TQS é um software destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado. É composto por um conjunto de sistemas que, de forma totalmente integrada e automatizada, fornecem recursos necessários para a concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento e detalhamento de armaduras, geração de desenhos até a emissão de plantas.

O TQS torna a elaboração de projetos estruturais um processo altamente produtivo e tem impacto direto na qualidade dos mesmos. Permite o pleno atendimento aos requisitos das normas técnicas ABNT e a compatibilização do modelo estrutural dentro de um processo BIM.

O Alvest é um software destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações de alvenaria estrutural. Possui recursos necessários para a concepção estrutural, análise estrutural, geração das principais armaduras construtivas, verificação de paredes, dimensionamento, detalhamento e desenho das vergas e lintéis, desenhos de paredes em elevação – 1ª e 2ª folhas, emissão de plantas, entre outros.

O Alvest torna a elaboração de projetos estruturais um processo altamente produtivo e tem impacto direto na qualidade dos mesmos. Permite o pleno atendimento aos requisitos das normas técnicas ABNT e a compatibilização do modelo estrutural dentro de um processo BIM.

O pacote Estudante deve ser utilizado exclusivamente para fins de aprendizagem do TQS, não sendo permitido o seu uso profissional ou comercial.

O pacote Estudante possui praticamente todos os principais recursos dos demais pacotes TQS, destinados ao uso profissional. Mas, possui certas limitações e todos os desenhos gerados pelos sistemas são emitidos em baixa resolução.

Compatibilidade

Consulte os requisitos do sistema para os softwares TQS.

Informações Adicionais

Desenvolvedor e Suporte
TQS Informática LTDA
tqs.com.br/suporte

Versão
22.0

Guia
Guia

Acesse sua conta para continuar.

EFETUAR LOGIN

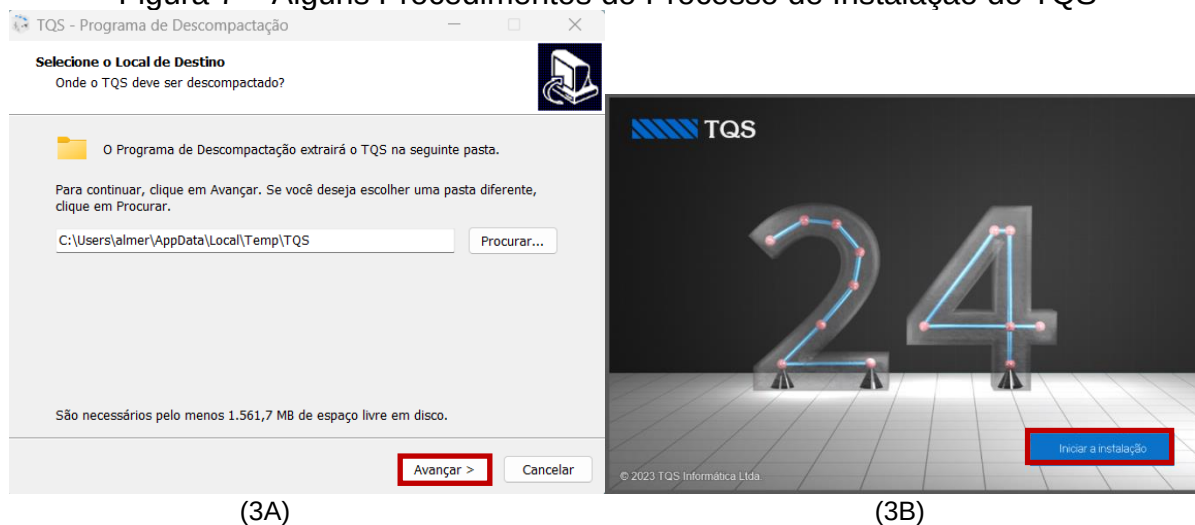
Se ainda não possui uma conta, crie uma seguindo o link.

Legenda: Fundo branco com logo em branco, azul e preto. Com escritos em preto: TQS Estudante, Descrição. Textos que descrevem os softwares TQS e Alvest, que são destinados à elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado e alvenaria estrutural, respectivamente, destacando seus recursos, impacto na produtividade e qualidade dos projetos, além de ressaltar a compatibilidade com normas técnicas e integração com processos BIM. Também mencionam o pacote Estudante, destinado ao aprendizado do TQS, com suas limitações e restrições de uso profissional e comercial. Caixa de seleção em vermelho sobre: Efetuar Login.

Fonte: TQS (2024).

Após concluir o download, segue-se o processo de instalação. Neste projeto, foi utilizada a versão 24.03.76-EST-PT-BR. Alguns dos procedimentos de instalação são ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Alguns Procedimentos do Processo de Instalação do TQS

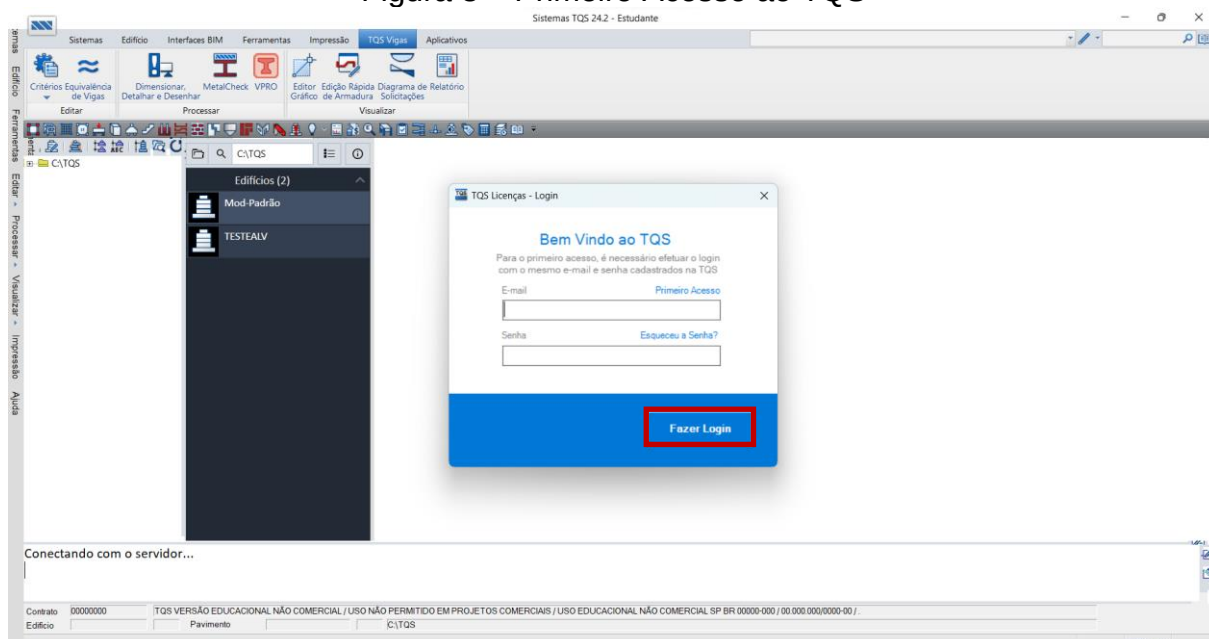


Legenda: (3A) Fundo cinza claro com escritos em preto: Selecione o Local de Destino, Avançar, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Avançar. (3B) Fundo cinza claro e cinza escuro. Escrito em branco: Iniciar a instalação. Caixa de seleção em vermelho sobre: Iniciar a Instalação.

Fonte: TQS (2024).

Quando o TQS é aberto pela primeira vez, o usuário é solicitado a fazer login (Figura 8). Nas utilizações subsequentes, esse procedimento não será exigido. No entanto, é importante ressaltar que, ao abrir o programa, o computador deve estar conectado à internet para que o usuário possa se autenticar.

Figura 8 – Primeiro Acesso ao TQS



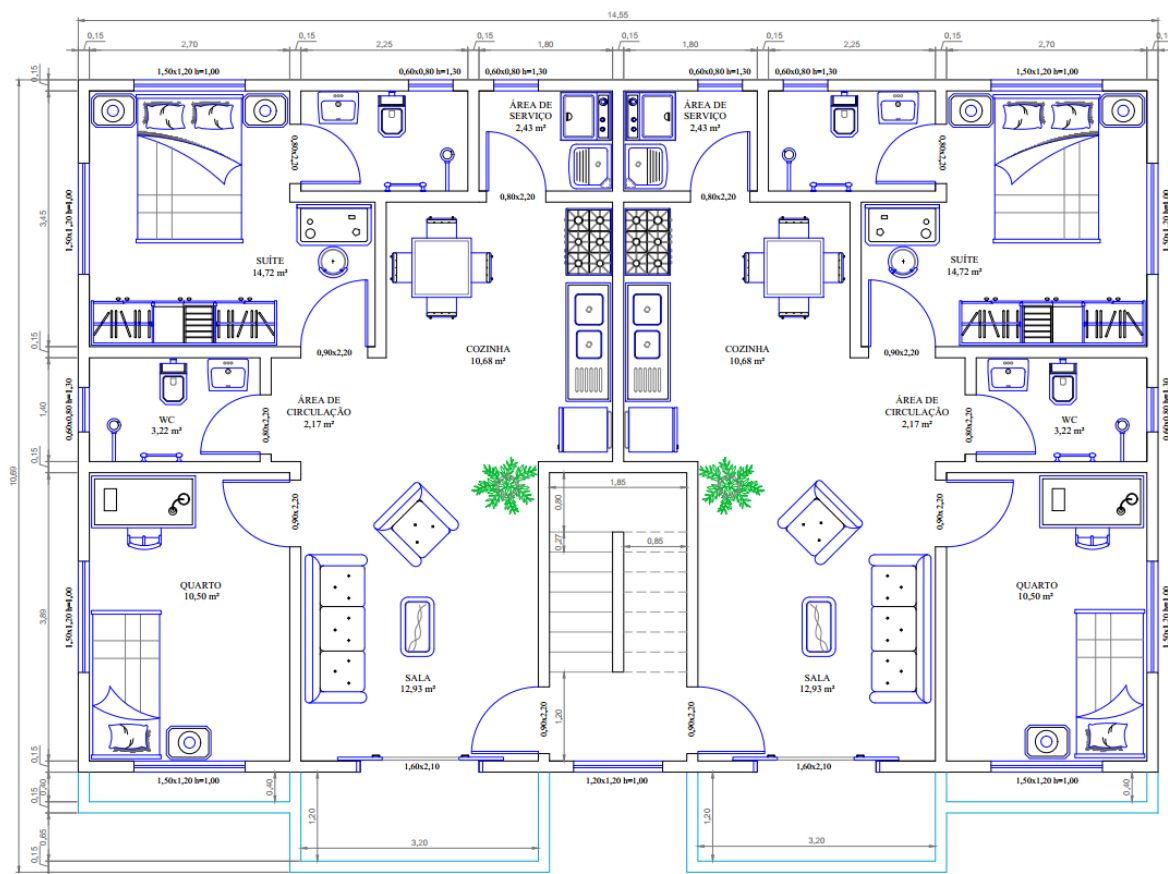
Legenda: Escritos em azul: Bem Vindo ao TQS, escrito em preto: E-mail, Senha, escrito em branco: Fazer Login. Caixa de seleção em vermelho sobre: Fazer Login.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.2 Limpeza da planta arquitetônica

Para o desenvolvimento do projeto estrutural, o Engenheiro de Estruturas inicialmente recebe a planta arquitetônica, tipicamente produzida por um Arquiteto. Esse arquivo costuma conter diversas informações que não são pertinentes para o cálculo estrutural, como móveis, elementos de paisagismo e a nomenclatura dos cômodos. Embora essas informações sejam relevantes para outros propósitos, como a elaboração de plantas elétricas e hidráulicas, para o Engenheiro de Estruturas, é essencial identificar a disposição de paredes, portas, janelas e escadas. A Figura 9 ilustra a representação da planta arquitetônica do pavimento tipo.

Figura 9 – Planta Arquitetônica do Pavimento Tipo

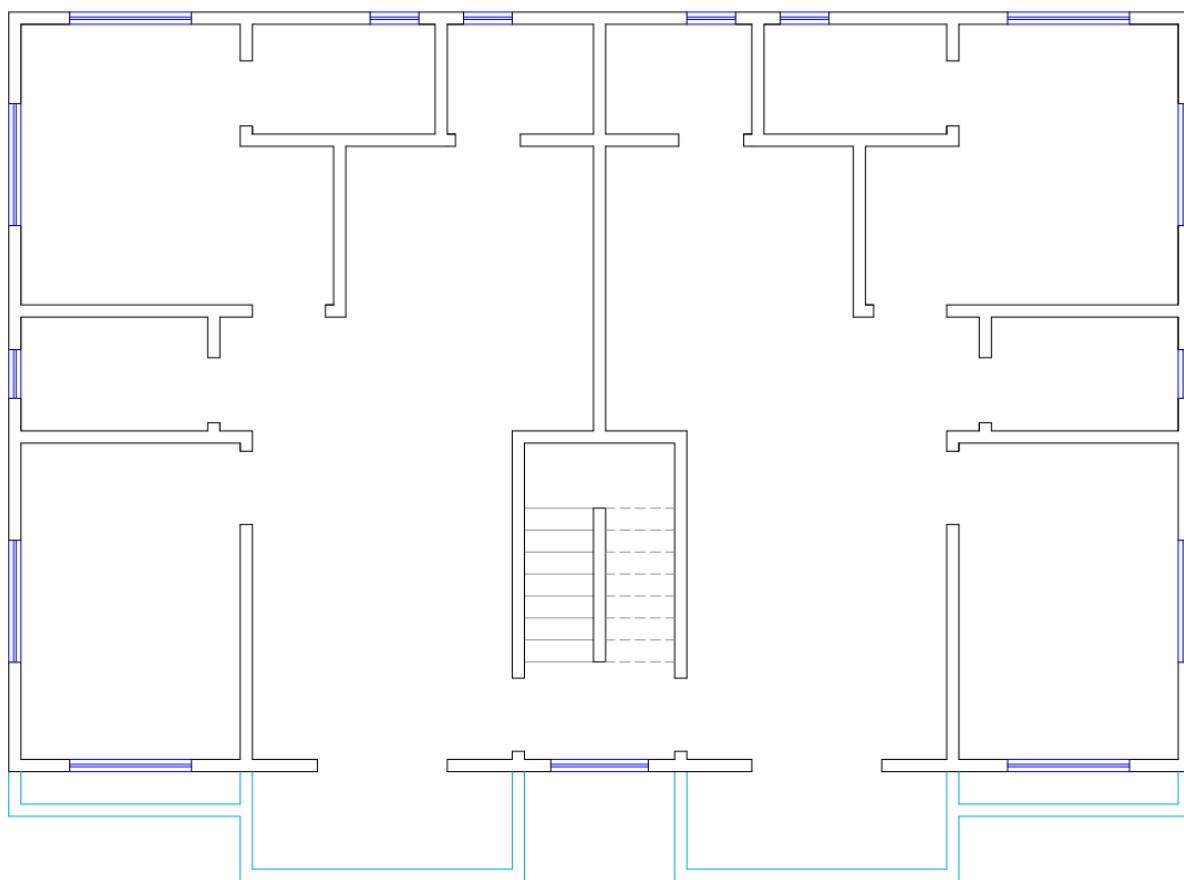


Legenda: Divisão dos ambientes, representação de portas, janelas, escadas e móveis.

Fonte: AutoCAD Estudante (2024).

Já a Figura 10 mostra a planta já depurada e pronta para ser importada para o TQS. É importante destacar que a planta utilizada neste estudo é de autoria própria, sendo selecionada uma planta de natureza simplificada para focalizar a descrição detalhada do processo de execução no software TQS.

Figura 10 – Planta Arquitetônica do Pavimento Tipo Limpa



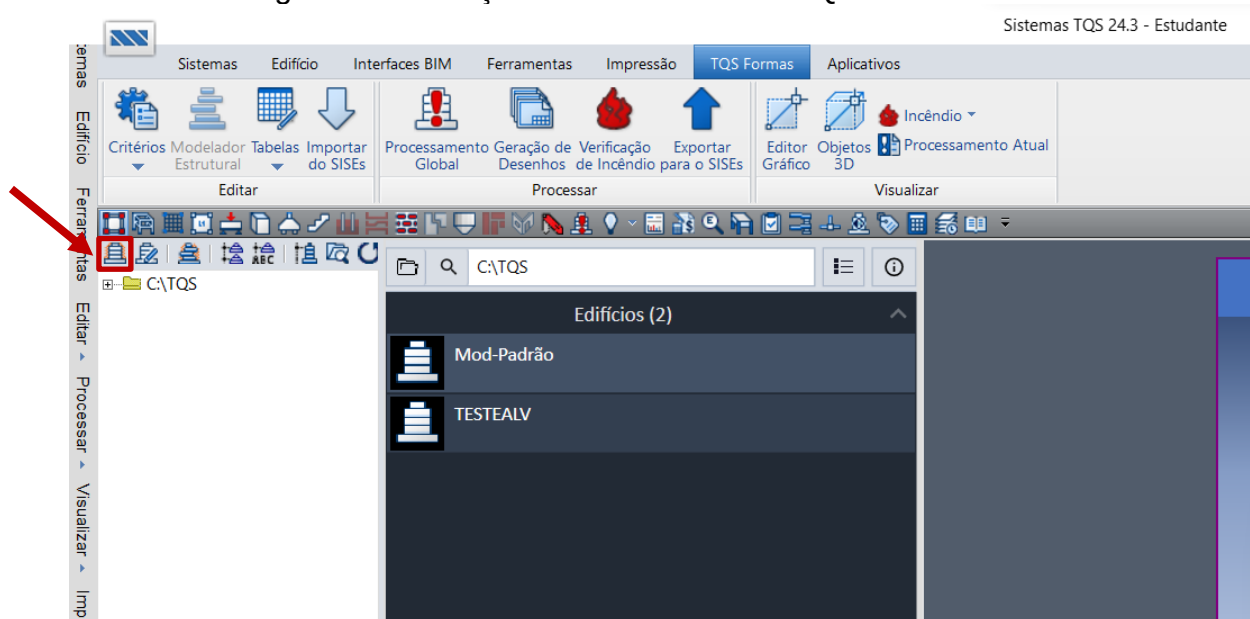
Legenda: Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas.
Fonte: AutoCAD Estudante (2024).

Para abrir a planta arquitetônica no TQS, originária do AutoCAD, é essencial exportá-la no formato .dxf após a depuração. Para isso, pode-se utilizar o comando do AutoCAD, escrevendo diretamente na linha de comando 'dxfout'.

2.3.3 Criação de um edifício no TQS

No processo de criação de um novo edifício, existem duas formas simples. A primeira envolve clicar na aba 'Edifício' e selecionar 'Novo'. A segunda, adotada de forma mais ágil neste projeto, consiste em clicar diretamente no ícone 'Novo Edifício' na barra de ferramentas (conforme indicado na Figura 11).

Figura 11 – Criação de um Edifício no TQS – Novo Edifício

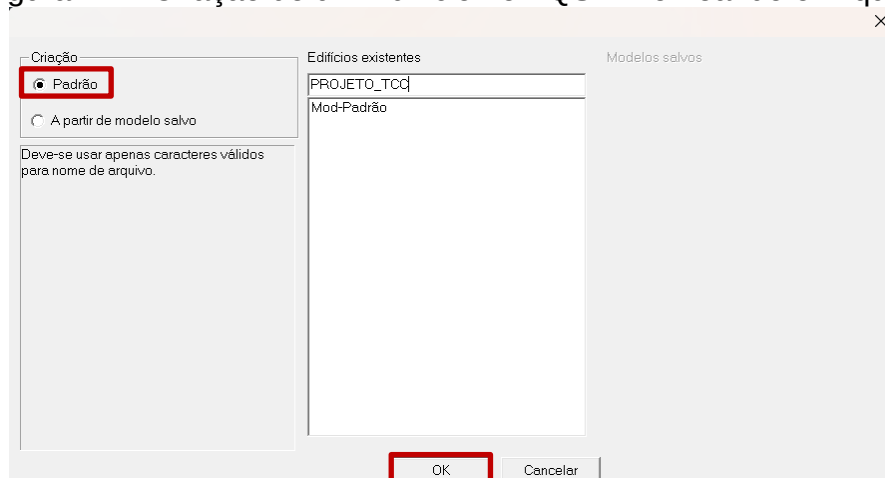


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces BIM, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escrito em branco: TQS Formas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Formas, caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Novo Edifício.

Fonte: TQS Estudante (2024).

No processo de criação de um novo edifício, pode-se optar pela criação de um edifício padrão ou a partir de um modelo salvo. Após nomear o edifício, clica-se em 'Ok' (Figura 12). Deve-se evitar usar caracteres especiais nos nomes de edifícios no TQS para garantir compatibilidade com outros sistemas e evitar potenciais erros devido às limitações de suporte de caracteres especiais.

Figura 12 – Criação de um Edifício no TQS – Nomeando o Arquivo



Legenda: Escritos em preto: Criação, Padrão, A partir de modelo salvo, OK, Cancelar. Espaço em branco para adição do nome do edifício. Caixa de seleção em vermelho sobre: Padrão, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A primeira aba aberta é a "Aba Gerais" (Figura 13), onde podem ser adicionados dados referentes à obra em questão, tais como título do edifício, título do cliente, endereço da obra e número do projeto. Além disso, é possível selecionar o tipo de estrutura; na versão para estudantes, estão disponíveis a seleção de obras em concreto armado/protendido ou alvenaria estrutural, enquanto na versão completa, destinada a usuários pagantes, há a possibilidade de seleção de concreto pré-moldado e paredes de concreto. Também deve-se selecionar a norma pela qual os parâmetros serão definidos; embora a norma padrão seja a NBR-6118:2023 atualmente, é possível realizar comparações com normas antigas, como NB1-78, NBR-6118:2003 e NBR-6118:2014, entre outras.

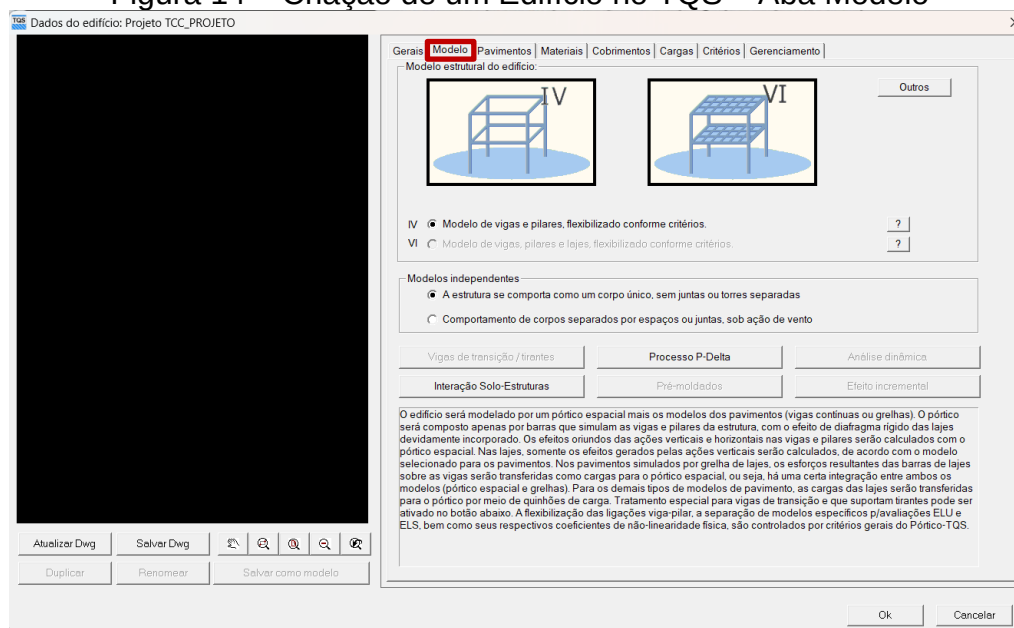
Figura 13 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Gerais

Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Identificação, Tipo de estrutura, Concreto Armado/Protendido, Alvenaria Estrutural, Norma em uso, NBR-6118:2023, Avançado. Espaço em branco para adição dos dados do edifício. Caixa de seleção em vermelho sobre: Gerais, caixa de seleção em vermelho sobre: Concreto Armado/Protendido.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A segunda aba apresenta o modelo estrutural do edifício, estando disponível apenas a versão 'IV - Modelo de vigas e pilares, flexibilizado conforme critério' disponível na versão para estudantes (Figura 14).

Figura 14 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Modelo

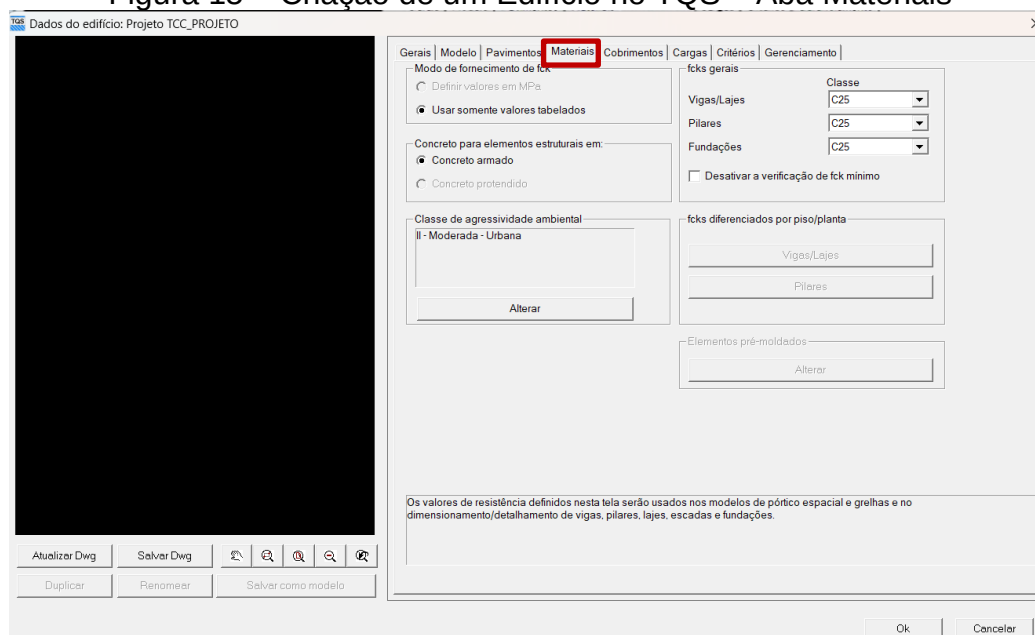


Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Modelo estrutural do edifício, Modelos independentes, Ok, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Modelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na aba 'Materiais', pode-se definir os f_{cks} gerais. Além disso, define-se se os elementos estruturais são de concreto armado ou protendido, estando disponível apenas concreto armado na versão educacional (Figura 15).

Figura 15 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Materiais



Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Modo de fornecimento de fck, fcks gerais, Concreto para elementos estruturais, Classe de agressividade ambiental. Caixa de seleção em vermelho sobre: Materiais.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na aba 'Cobrimentos' define-se os cobrimentos para cada tipo de elemento estrutural. Os valores apresentados na Figura 16 são os valores iniciais do próprio TQS, com exceção do cobrimento das fundações, que foi alterado de 3 cm para 4 cm para este projeto.

Figura 16 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Cobrimentos

Dados do edifício: Projeto TCC_PROJETO

Gerar | Modelo | Pavimentos | Materiais | **Cobrimentos** | Cargas | Critérios | Gerenciamento

Cobrimentos (cm)

	Inferior	Superior	Diferença secundária
Lajes em geral	2.5	2.5	1
Lajes protendidas	3.5	3.5	1
Vigas	3		
Pilares	3		
Fundações	4		1

Cobrimento de elementos em contato com o solo (cm)

	Vigas e lajes	Pilares
	3	4.5

Verificação de cobrimentos mínimos

Maior altura de bainha	60	mm
Maior bitola de viga/pilar	25	mm
Maior bitola de lajes	12.5	mm

☐ Desativar a verificação dos cobrimentos mínimos

Classe de agressividade ambiental

II - Moderada - Urbana

Alterar

Cobrimento de armaduras de sapatas e blocos

Atualizar Dwg | Salvar Dwg |

Duplicar | Renomear | Salvar como modelo

Ok | Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Cobrimentos (cm). Caixa de seleção em vermelho sobre: Cobrimentos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na seção da aba "Cargas - Vento", é fundamental inserir os dados do coeficiente de arrasto para garantir a correta salvaguarda do projeto. Inicialmente, para este projeto, foi inserido o valor arbitrário de 1,0. Contudo, é importante ressaltar que esses dados serão posteriormente revisados e ajustados conforme necessário (Figura 17).

Figura 17 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Cargas

Dados do edifício: Projeto TCC

Gerar | Modelo | Pavimentos | Materiais | Cobrimentos | **Cargas** | Critérios | Gerenciamento

Verticais | **Vento** | Adicionais | Adicionais-2 | Combinações

V0 - Velocidade básica: 45 m/s

S1 - Fator do terreno: 1.00

S2 - Categoria de rugosidade: I

S2 - Classe da edificação: A

S3 - Fator estatístico: 1.10

Ângulo	C.A.	Def Cot	Cot ini
1	9	1	0
2	27	1	0
3	18	1	0
4	18	1	0

Coeficiente de arrasto nesta direção: 0.0

Inserir | Apagar | Calcular CAs

☐ Excentricidade em todos os casos: 0.0 %

☐ Casos de vento nas plantas de formas

Tabelas de excentricidades e forças impostas

Excentricidades do caso selecionado

Ler tabelas de túnel de vento - planilha SDF

Ler tabelas de túnel de vento - FTV XML

Avançado...

Forneça as variáveis para cálculo de vento conforme a norma ou especifique valores especiais ou de ensaio no item "Excentricidades".

Atualizar Dwg | Salvar Dwg | Duplicar | Renomear | Salvar como modelo

Ok | Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento. Caixa de seleção em vermelho sobre: Cargas, caixa de seleção em vermelho sobre: Vento, caixa de seleção em vermelho sobre: C.A. e números adicionados.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Um detalhe importante é adequar a classe do pavimento de acordo com a função que ela ocupa, como mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Pavimentos

Dados do edifício: Projeto PROJETO_TCC - 0010

Gerar | Modelo | **Pavimentos** | Materiais | Cobrimentos | Cargas | Critérios | Gerenciamento

Pavimento CxDagua

Título: CxDagua

Número do projeto: 1005

Número de pisos: 1

Pé-direito: 3

Classe: **Ático**

Título opcional: CxDagua

Prefixo de plantas:

Avançado...

☐ Elementos inclinados/pisos auxiliares

Pisos auxiliares...

Piso 5 Cota 12.64 m

Atualizar Dwg | Salvar Dwg | Duplicar | Renomear | Salvar como modelo

Arquivo gravado: C:\TQS\PROJETO_TCC\ESPACIAL\EDIFICIO.DWG

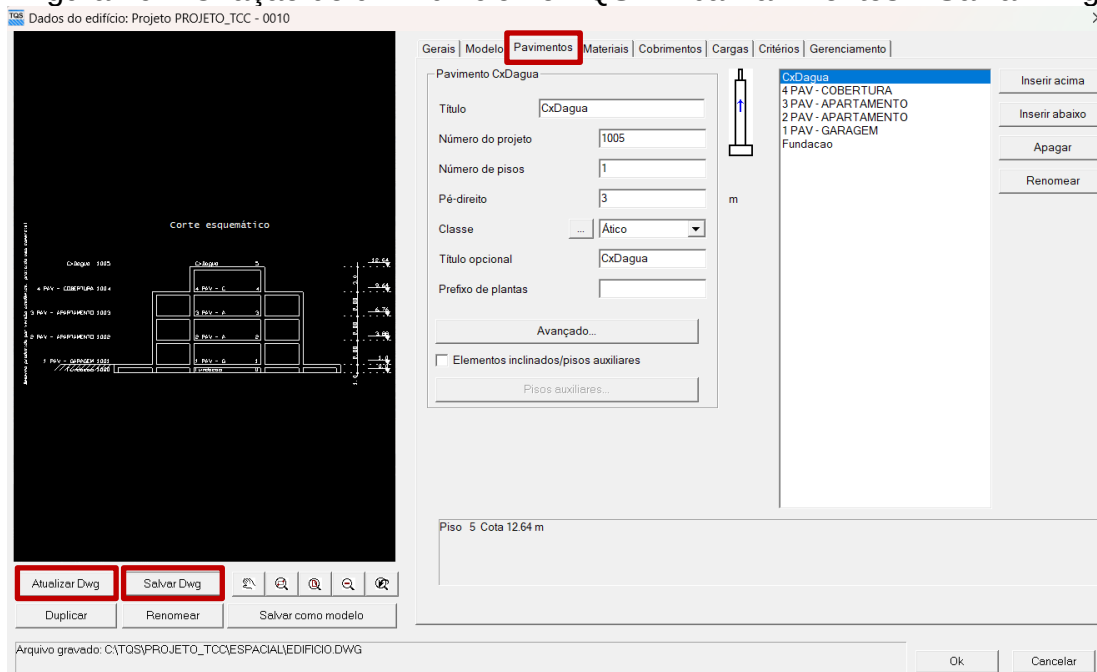
Ok | Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento. Caixa de seleção em vermelho sobre: Pavimentos, caixa de seleção em vermelho sobre: Classe – Ático.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois de inserir todos os pisos, clica-se em 'Atualizar Dwg' para visualização do esquema vertical da edificação. Em seguida, clica-se em 'Salvar Dwg' e, por fim, em 'Ok' (Figura 19).

Figura 19 – Criação de um Edifício no TQS – Aba Pavimentos – Salvar Dwg

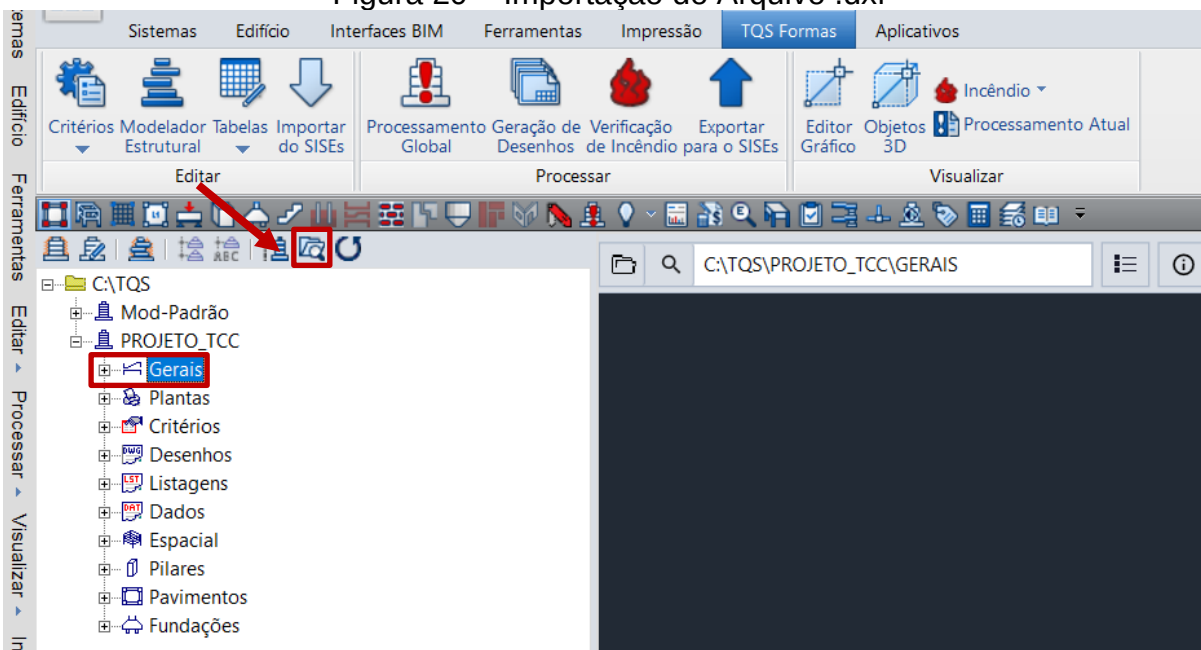


Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Título, Número do Projeto, Pé-direito, Classe, Título opcional, Prefixo de plantas, Avançado, Elementos inclinados/pisos auxiliares. Caixa de seleção em vermelho sobre: Pavimentos, caixa de seleção em vermelho sobre: Atualizar Dwg, caixa de seleção em vermelho sobre: Salvar Dwg.
Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.4 Conversão e escala da arquitetura para o TQS

Neste ponto insere-se a “arquitetura limpa” em formato .dxf. Para isso clica-se inicialmente em ‘Gerais’ e depois no botão ‘Windows Explorer’ como identificado na Figura 20.

Figura 20 – Importação do Arquivo .dxf

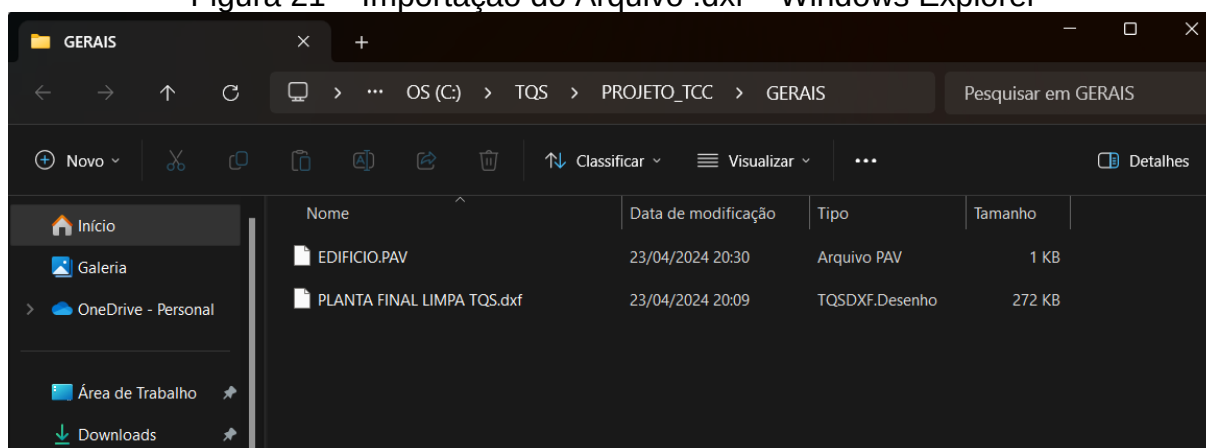


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Formas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Formas, caixa de seleção em vermelho sobre: Gerais, caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Windows Explorer.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao abrir-se a janela, é possível copiar a arquitetura limpa (conforme ilustrado na Figura 21).

Figura 21 – Importação do Arquivo .dxf – Windows Explorer



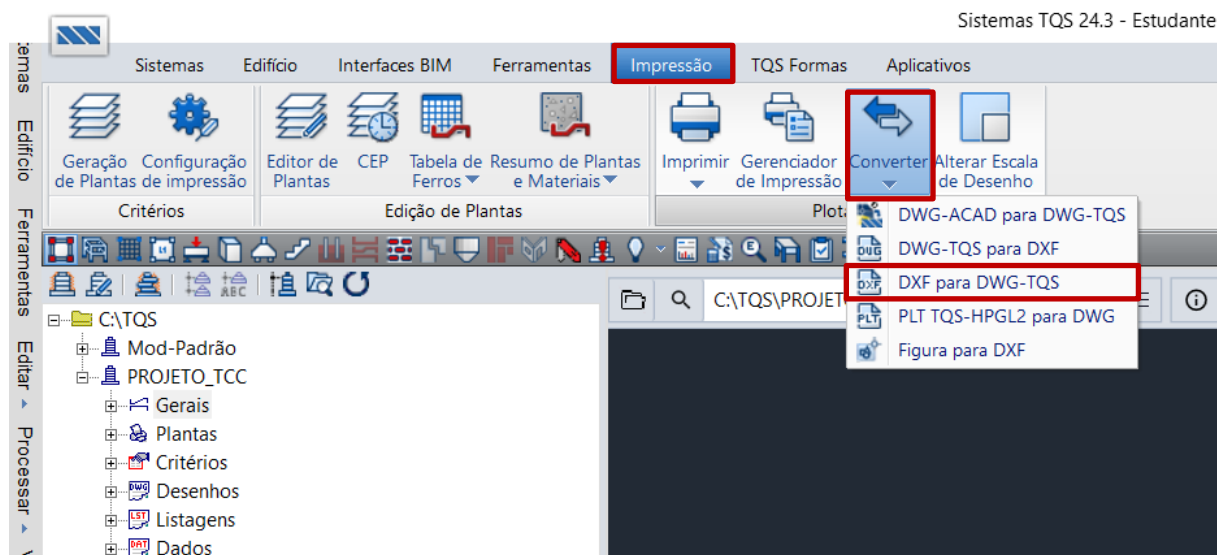
Legenda: Fundo em preto com escritos em branco: GERAIS, EDIFICIO.PAV, PLANTA FINAL LIMPA TQS.dxf.

Fonte: Windows 11 (2024).

Porém, neste momento, depara-se com uma questão, uma vez que o arquivo original está em metros enquanto o TQS opera em centímetros. Para resolver essa

situação, clica-se em 'Impressão', seguido por 'Converter', e por fim, em 'DXF para DWG-TQS' (conforme mostrado na Figura 22).

Figura 22 – Conversão do arquivo .DXF para .DWG-TQS

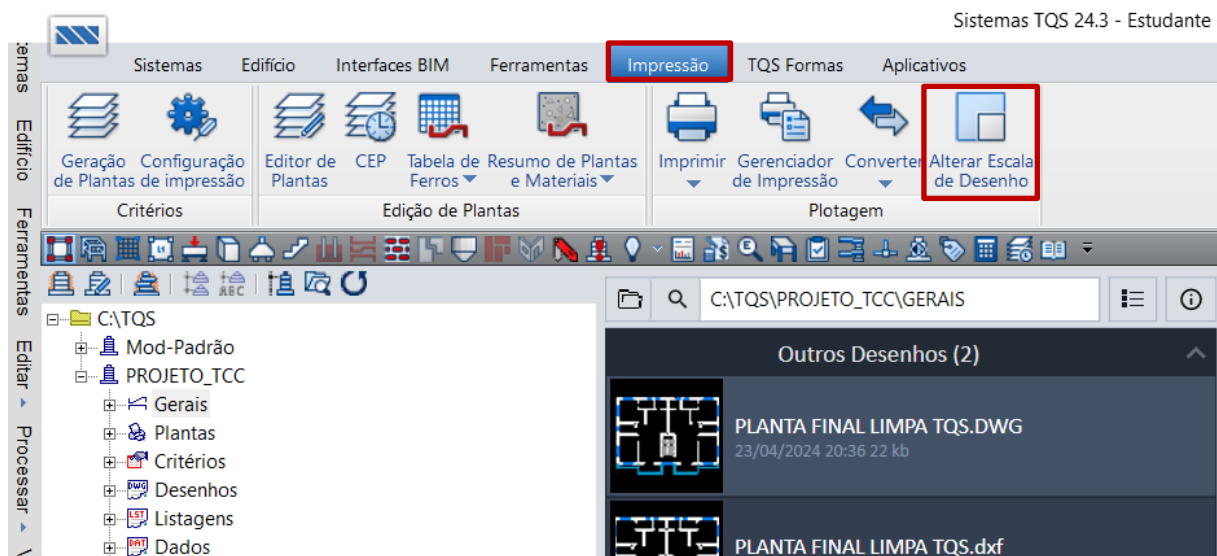


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, TQS Formas, Aplicativos, escritos em branco: Impressão. Caixa de seleção em vermelho sobre: Impressão, caixa de seleção em vermelho sobre: Converter, caixa de seleção em vermelho sobre: DXF para DWG-TQS.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na aba 'Impressão', clica-se em 'Alterar Escala de Desenho' (Figura 23).

Figura 23 – Alteração da Escala de Desenho

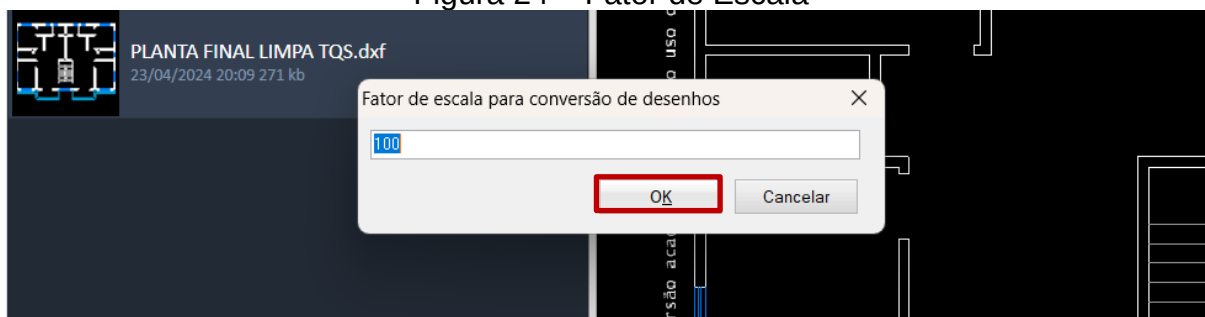


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, TQS Formas, Aplicativos, escritos em branco: Impressão. Caixa de seleção em vermelho sobre: Impressão, caixa de seleção em vermelho sobre: Alterar Escala do Desenho.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Insere-se o fator de escala para conversão de desenhos que nesse caso é 100 (Figura 24).

Figura 24 – Fator de Escala

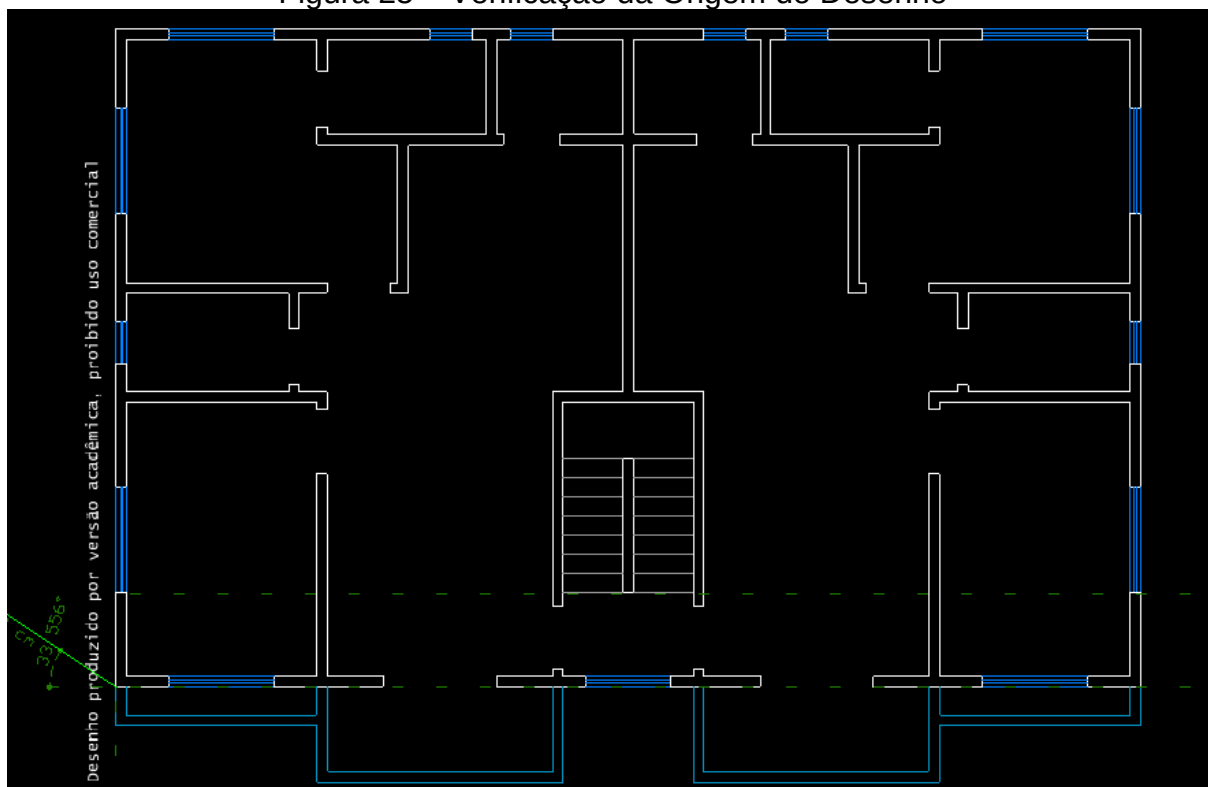


Legenda: Escritos em preto: Fator de escala para conversão de desenhos. Caixa em branco para adicionar o valor. Caixa de seleção em vermelho sobre: Ok.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para concluir o processo, verifica-se a origem do desenho clicando na tecla F9 e, em seguida, em 0,0. Dessa forma, pode-se constatar que a origem permanece no local original do desenho mesmo após a correção da escala (conforme ilustrado na Figura 25).

Figura 25 – Verificação da Origem do Desenho



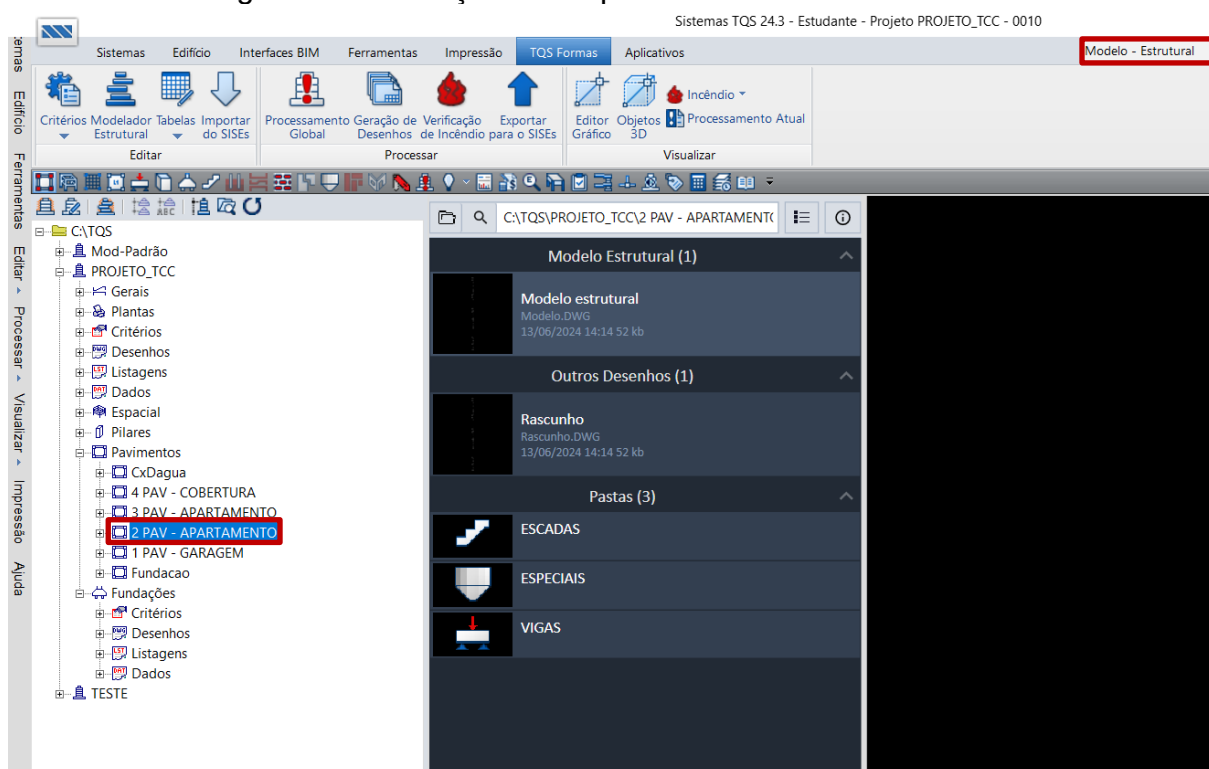
Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas. Linha em verde mostrando onde a origem inicia.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.5 Integração arquitetônica ao modelador

O próximo passo consiste em adicionar a arquitetura ao modelo estrutural, uma vez que o arquivo trabalhado até então serve apenas como referência externa. Primeiramente, clica-se em '2 PAV - APARTAMENTO' e em seguida verifica-se se o 'Modelo – Estrutural' está selecionado (conforme ilustrado na Figura 26).

Figura 26 – Inserção da Arquitetura no Modelo Estrutural

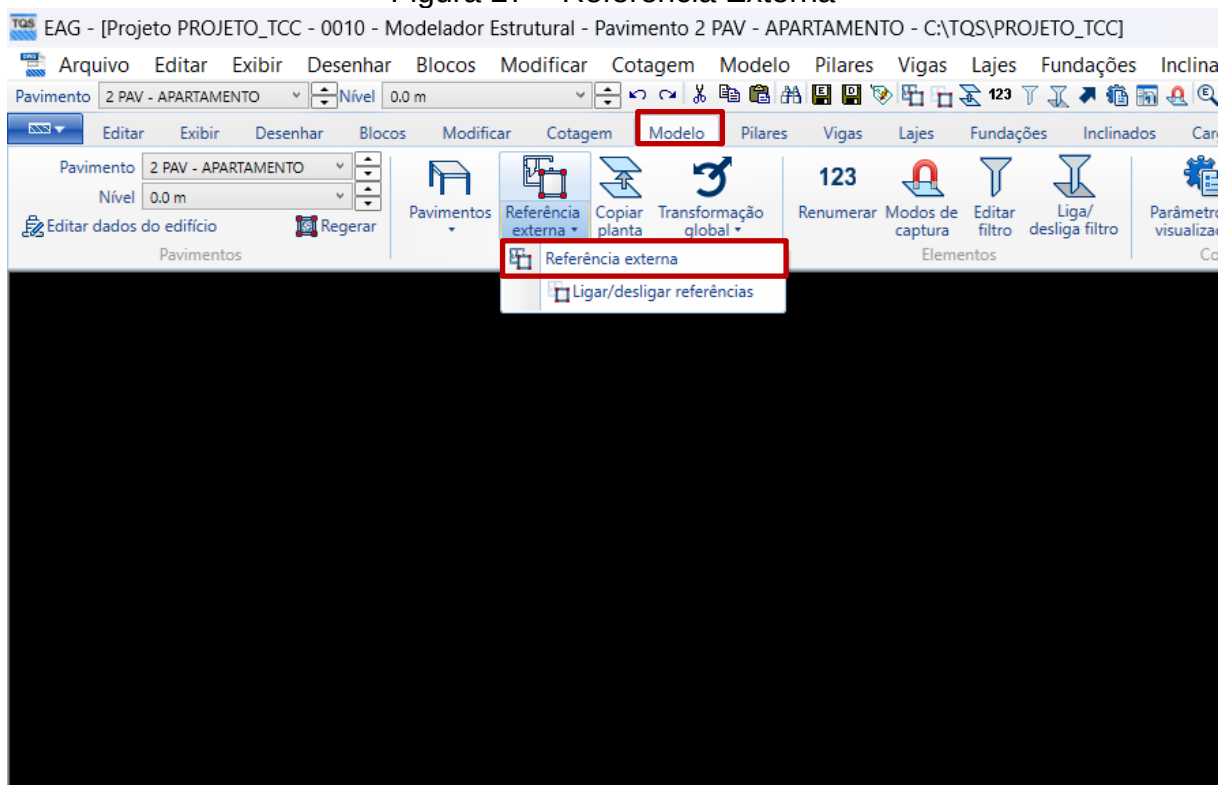


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Formas. Caixa de seleção em vermelho sobre: 2 PAV - APARTAMENTO, caixa de seleção em vermelho sobre: Modelo – Estrutural.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Posteriormente, clica-se em referência externa, como indicado na Figura 27.

Figura 27 – Referência Externa

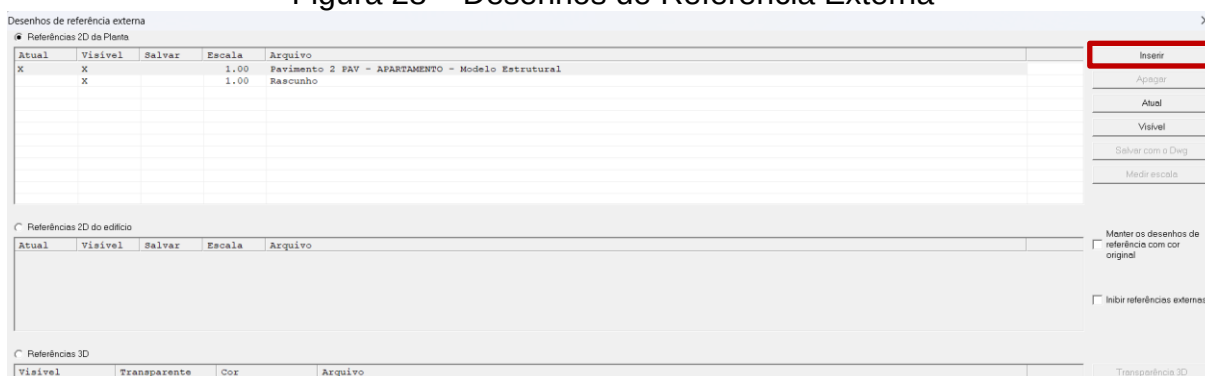


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclina. Caixa de seleção em vermelho sobre: Modelo, caixa de seleção em vermelho sobre: Referência externa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Em seguida clica-se em 'Inserir' (conforme mostrado na Figura 28).

Figura 28 – Desenhos de Referência Externa

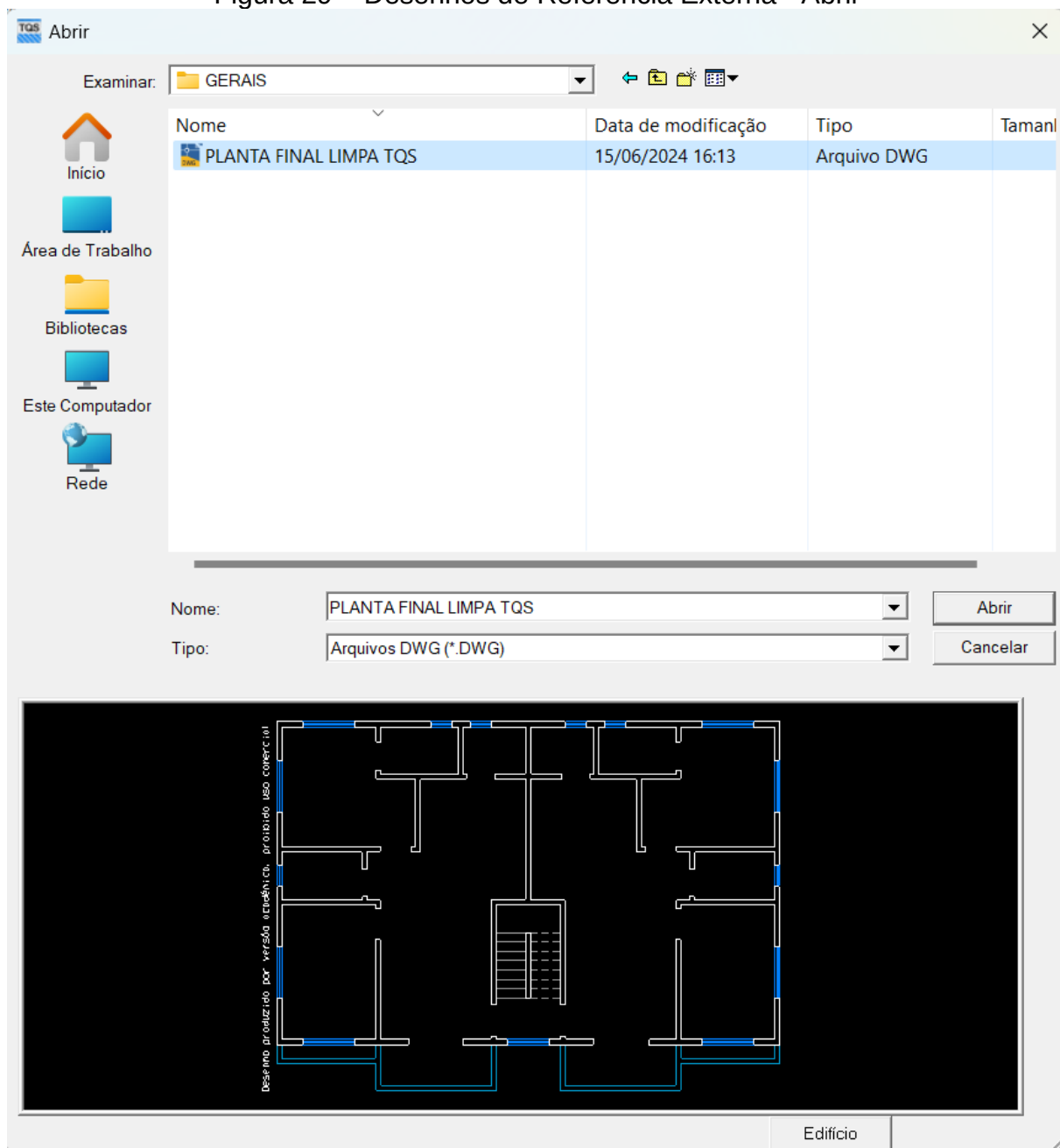


Legenda: Escritos em preto: Desenhos de referência externa, Inserir, Atual, Visível. Caixa de seleção em vermelho sobre: Inserir.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Navega-se até a pasta 'Gerais' e seleciona-se o arquivo 'Arquitetura Limpa' (conforme demonstrado na Figura 29).

Figura 29 – Desenhos de Referência Externa - Abrir

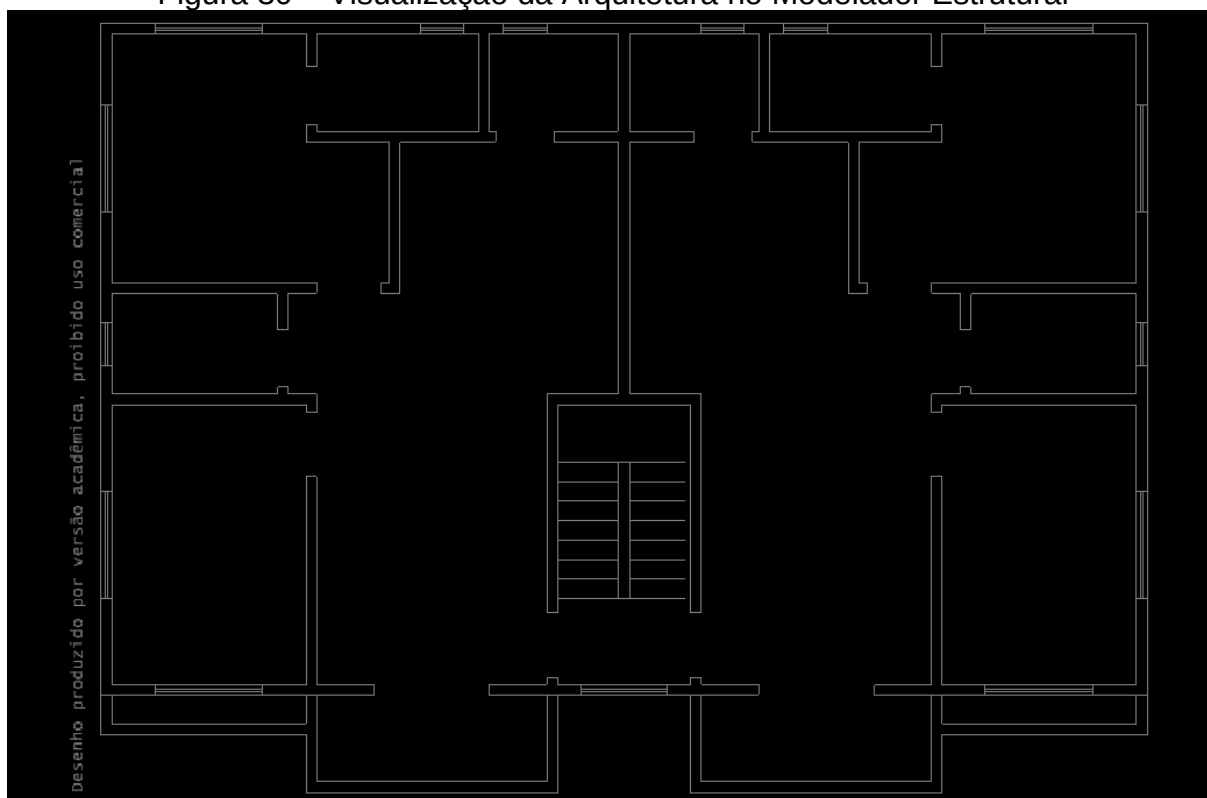


Legenda: Escritos em preto: GERAIS, PLANTA FINAL LIMPA TQS, Abrir, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Abrir.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Por fim, utilizando as teclas Shift e F8, é possível visualizar o desenho no centro da tela (como mostrado na Figura 30).

Figura 30 – Visualização da Arquitetura no Modelador Estrutural



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas apenas na cor cinza.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.6 Concepção estrutural

A concepção estrutural refere-se ao processo de conceber e desenvolver a estrutura física de um objeto, edifício, sistema ou qualquer outra entidade que requeira sustentação ou organização. Envolve a análise das cargas que o objeto enfrentará, a seleção de materiais apropriados, a determinação das formas e configurações que melhor suportam essas cargas e a otimização da eficiência e segurança da estrutura resultante.

Em suma, a concepção estrutural é o processo criativo e técnico de projetar e criar a estrutura física de algo, levando em consideração fatores como funcionalidade, segurança, durabilidade e estética.

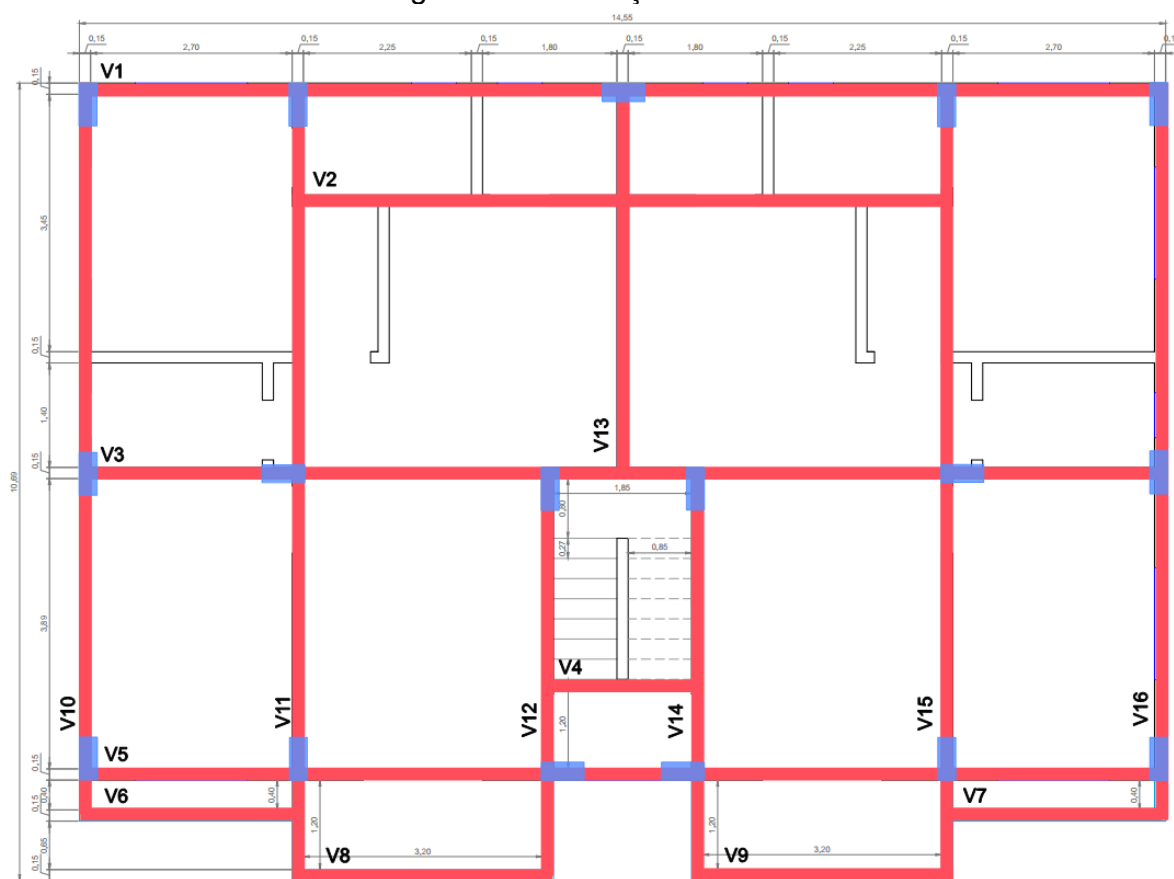
2.3.6.1 Lançamento das lajes, pilares e vigas à mão livre

A concepção manual na Engenharia Estrutural serve como um ponto de partida crucial no estudo estrutural, fornecendo a base para o desenvolvimento posterior do

projeto e a criação de soluções estruturais sólidas e bem elaboradas. Nesse processo, os Engenheiros utilizam lápis, papel e outras ferramentas analógicas para fazer rascunhos, esboços e diagramas que exploram diferentes possibilidades de design e layout da estrutura. Esses esboços manuais ajudam os Engenheiros a entender as demandas do projeto, considerar várias abordagens para a solução de problemas e explorar diferentes formas e configurações estruturais.

Além disso, a concepção manual facilita a comunicação e colaboração com outros membros da equipe de projeto, permitindo que todos compreendam visualmente as ideias e contribuam com insights valiosos. Diante disso, a Figura 31 apresenta o esboço estrutural feito inicialmente, fornecendo uma representação visual do ponto de partida do estudo estrutural.

Figura 31 – Esboço Estrutural



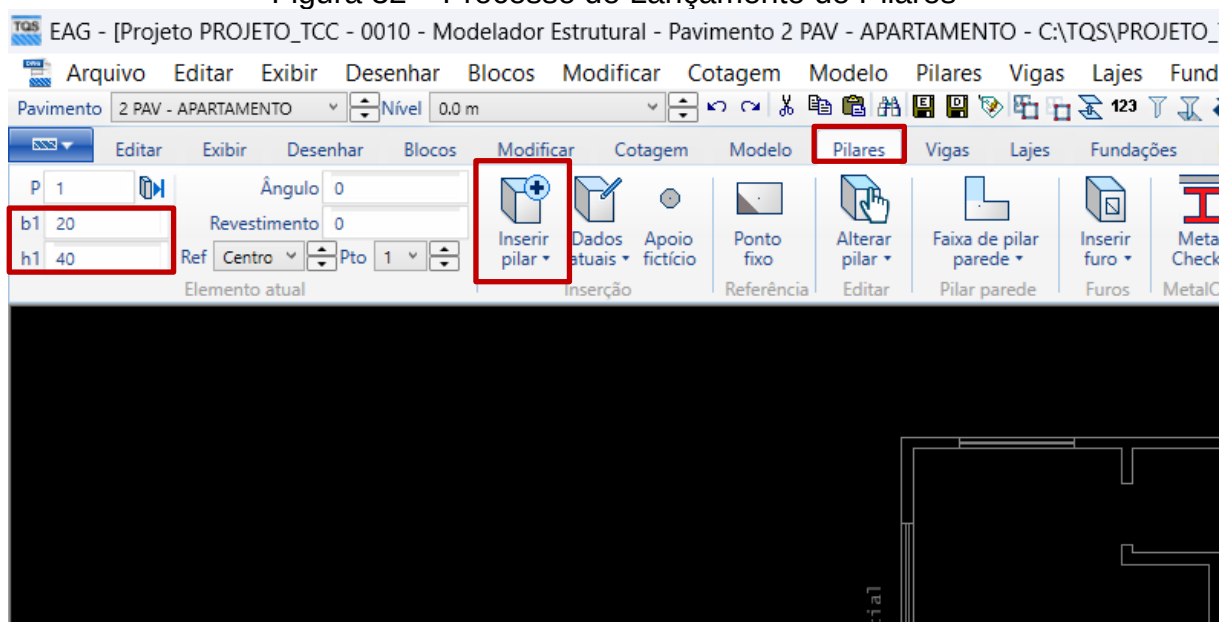
Legenda: Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em preto. Pilares em azul. Vigas em vermelho.

Fonte: Produção da própria autora.

2.3.6.2 Lançamento dos pilares

A solução estrutural selecionada para este edifício consistirá em uma abordagem tradicional, composta por pilares, vigas e lajes maciças. O processo inicial envolve a definição do pavimento a partir do qual as atividades de construção serão iniciadas, sendo neste caso o '2 PAV – APARTAMENTO'. Uma vez estabelecido o modelo estrutural, o próximo passo é a incorporação dos pilares, apresentado na Figura 32. Nesta representação, as dimensões $b1$ e $h1$ denotam, respectivamente, a base e a altura dos pilares.

Figura 32 – Processo de Lançamento de Pilares

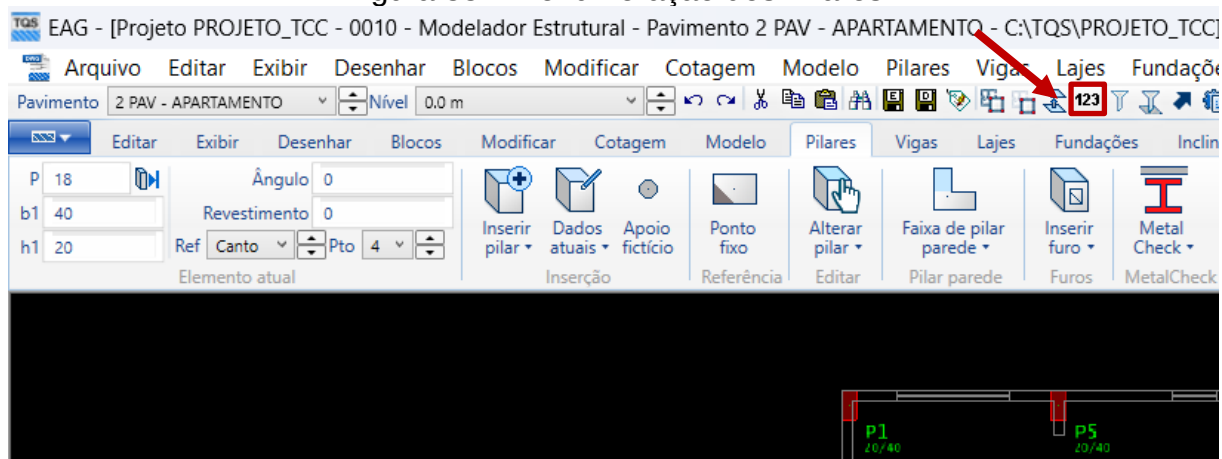


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Pilares, caixa de seleção em vermelho sobre: $b1$ e $h1$, caixa de seleção em vermelho sobre: Inserir Pilar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a conclusão do processo de adição dos elementos estruturais, é possível proceder com a renumeração dos pilares clicando em 'Renumerar', conforme ilustrado na Figura 33.

Figura 33 – Renumeração dos Pilares

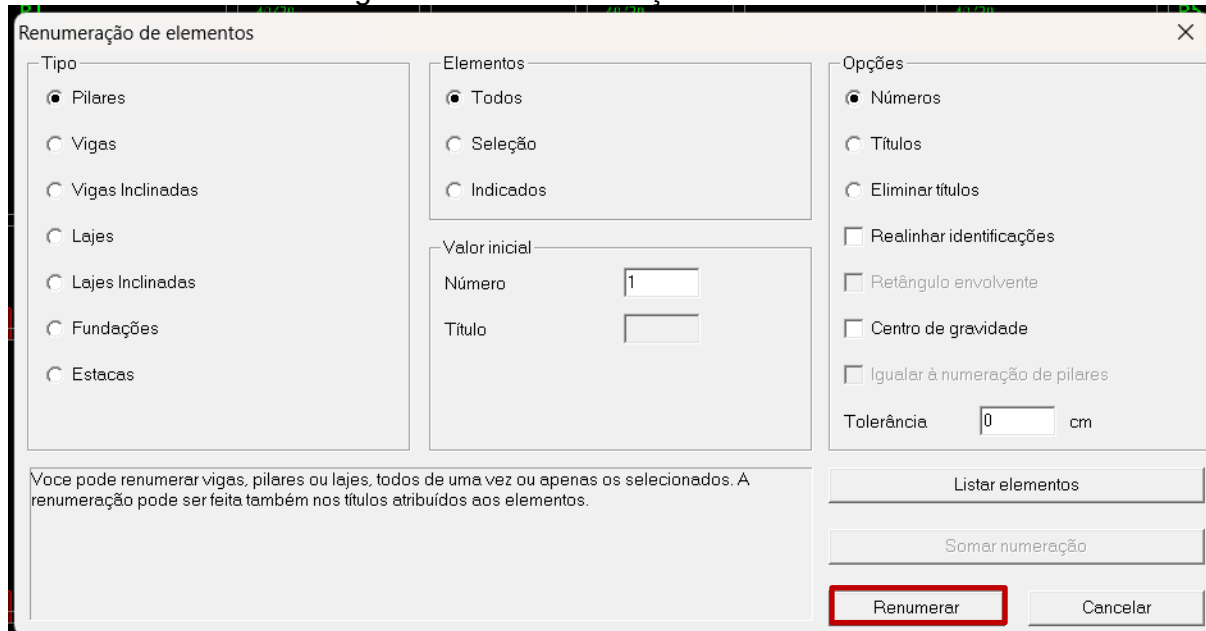


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Renumerar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao abrir a janela de renumeração, é necessário selecionar o tipo de elemento a ser renumerado, escolher os elementos específicos e configurar algumas opções relacionadas ao processo, como mostrado na Figura 34.

Figura 34 – Renumeração de elementos

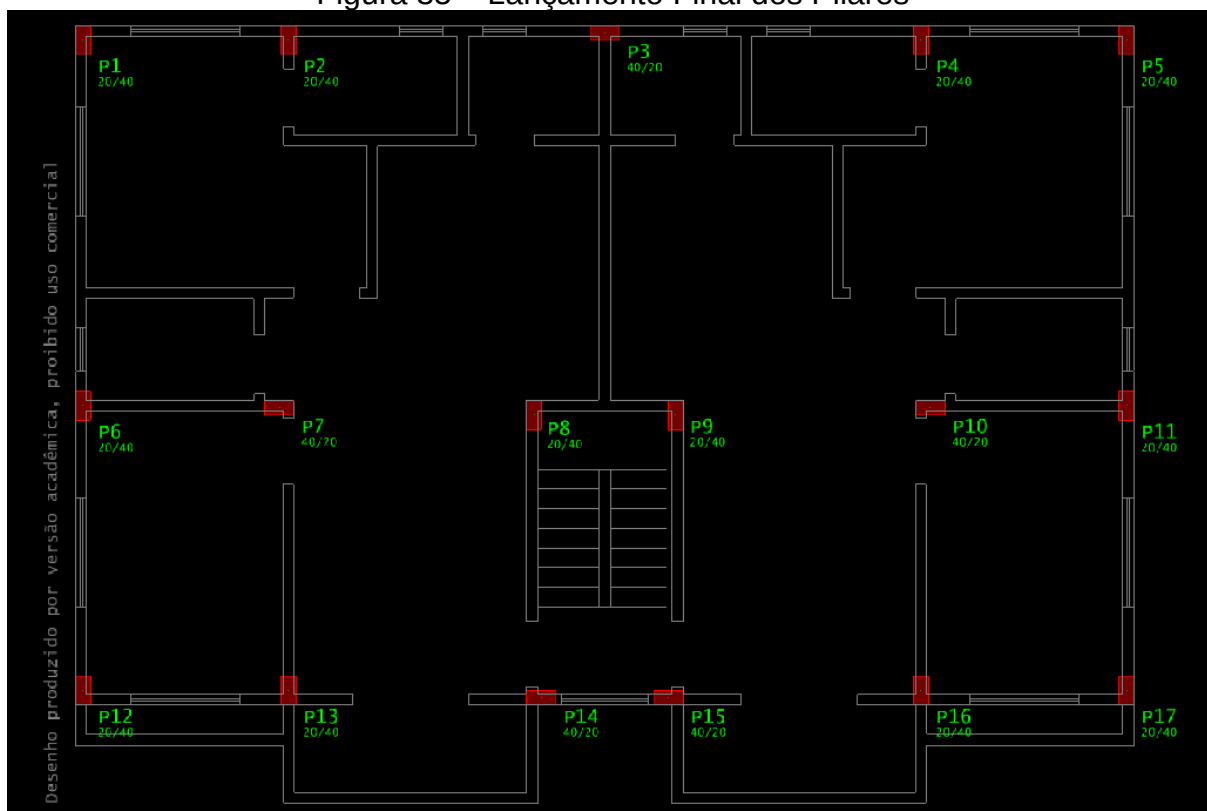


Legenda: Escritos em preto: Renumeração de elementos, Tipo, Elementos, Opções, Listar elementos, Renumerar, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Renumerar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A representação final do lançamento dos pilares, com a ordem correta de apresentação, pode ser visualizada na Figura 35.

Figura 35 – Lançamento Final dos Pilares



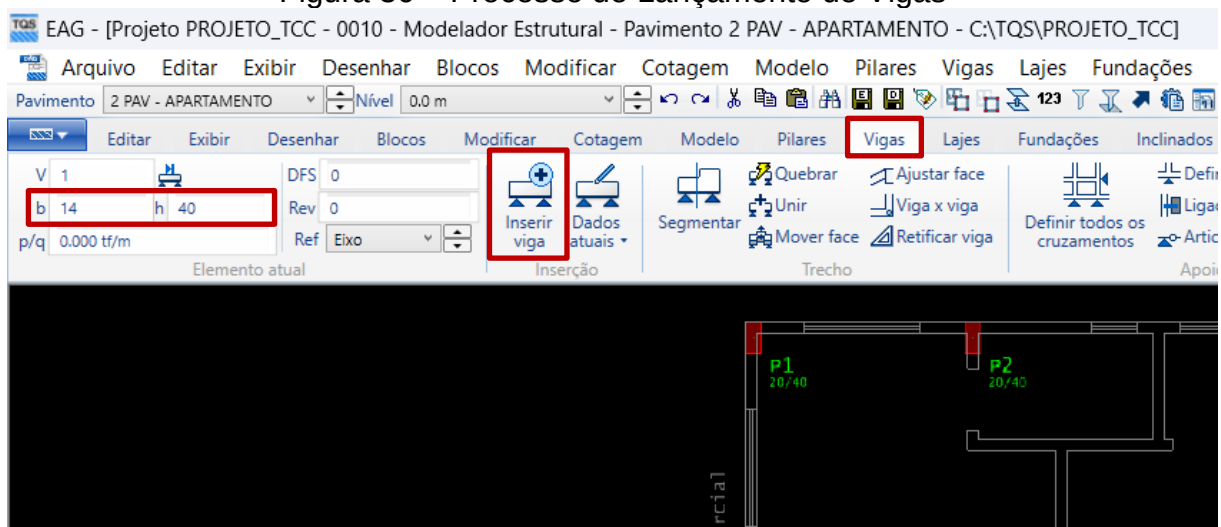
Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho. Nomes e dimensões dos pilares em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.6.3 Lançamento das vigas

O procedimento de lançamento das vigas segue um processo semelhante ao dos pilares e é detalhadamente ilustrado na Figura 36. Esta imagem oferece uma representação clara e instrutiva do passo a passo necessário para a adição e disposição das vigas dentro do modelo estrutural, garantindo uma abordagem sistemática e eficiente durante a fase de projeto.

Figura 36 – Processo de Lançamento de Vigas

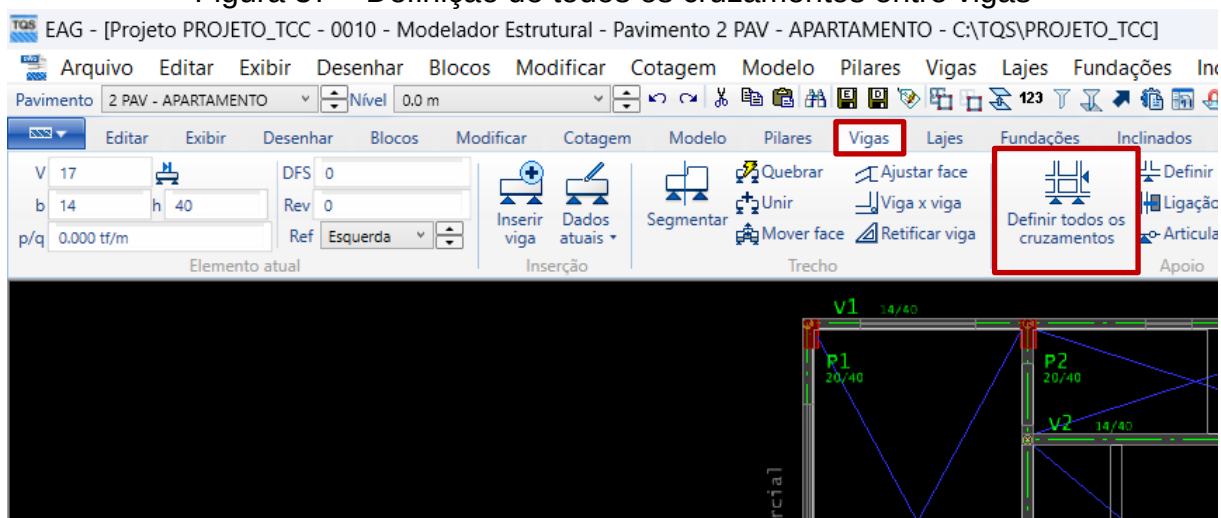


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: b e h, caixa de seleção em vermelho sobre: Inserir viga.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para identificar adequadamente os pontos de interseção entre as vigas e especificar quais vigas se apoiam em outras, é essencial utilizar a função "Definir todos os cruzamentos", como indicado pelo botão destacado na Figura 37. Este recurso permite uma configuração precisa das relações de suporte entre as vigas, garantindo a integridade e estabilidade da estrutura durante o processo de modelagem no programa TQS.

Figura 37 – Definição de todos os cruzamentos entre vigas

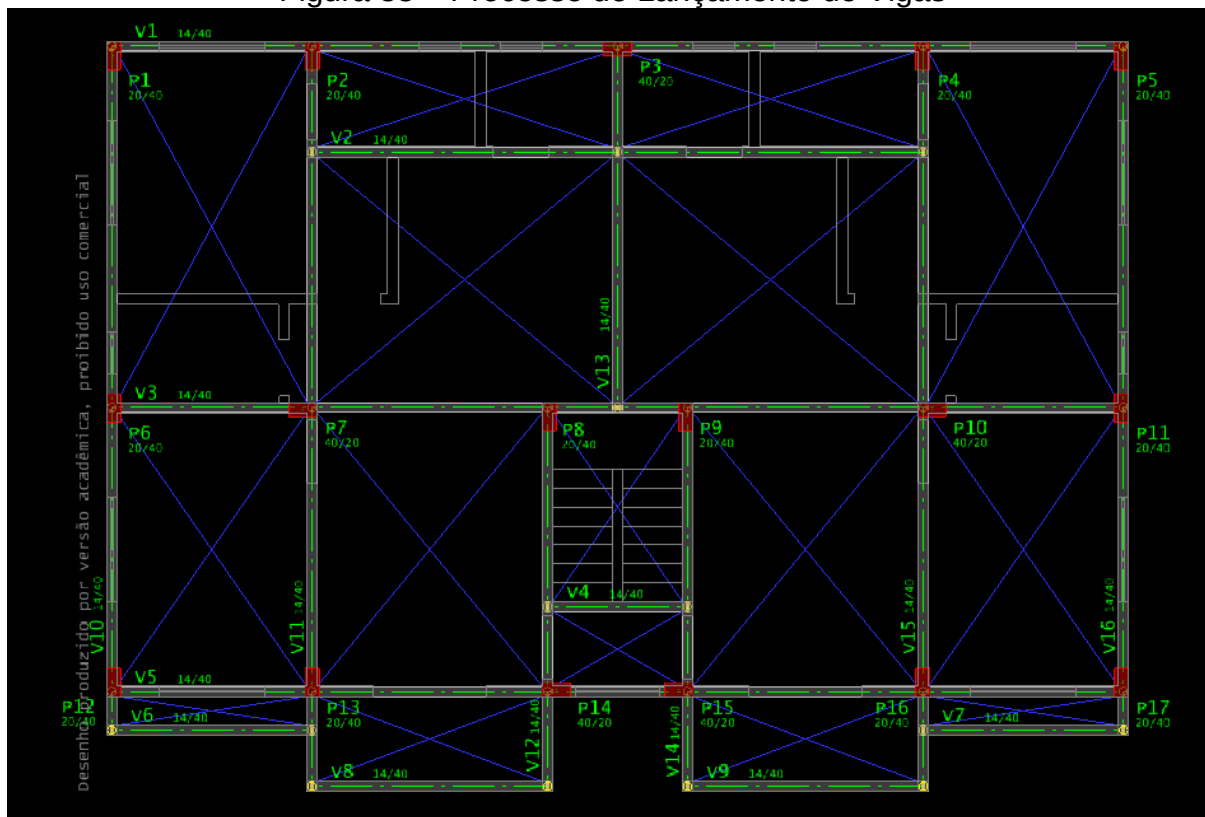


Legenda: Escritos em azul: Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações, Cargas, Anotações, Preo, 3D. Caixa de seleção em vermelho sobre: Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Definir todos os cruzamentos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a renumeração das vigas, o lançamento final desses elementos é apresentado de forma detalhada na Figura 38. Esta representação fornece uma visão clara e organizada da disposição final das vigas no modelo estrutural, refletindo com precisão o resultado do processo de renumeração e garantindo a correta distribuição das cargas na estrutura.

Figura 38 – Processo de Lançamento de Vigas



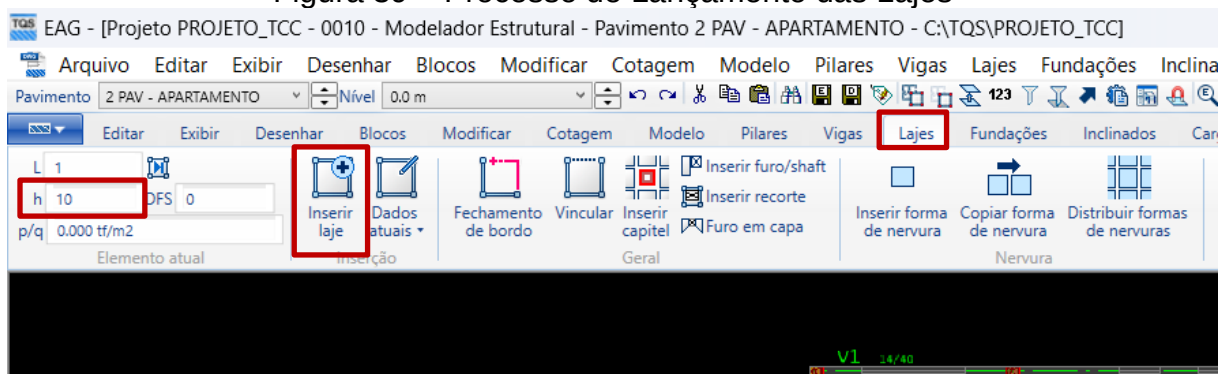
Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Linhas azuis se cruzando representando que as divisões das vigas estão sujeitas a receber lajes.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.6.4 Lançamento das lajes

O processo de lançamento das lajes é bastante simplificado, exigindo apenas a especificação da altura desejada da laje e a seleção do ponto de inserção adequado, conforme indicado na Figura 39. Essa abordagem simplificada facilita a incorporação eficiente das lajes no modelo estrutural, contribuindo para uma modelagem precisa e intuitiva dentro do programa TQS.

Figura 39 – Processo de Lançamento das Lajes

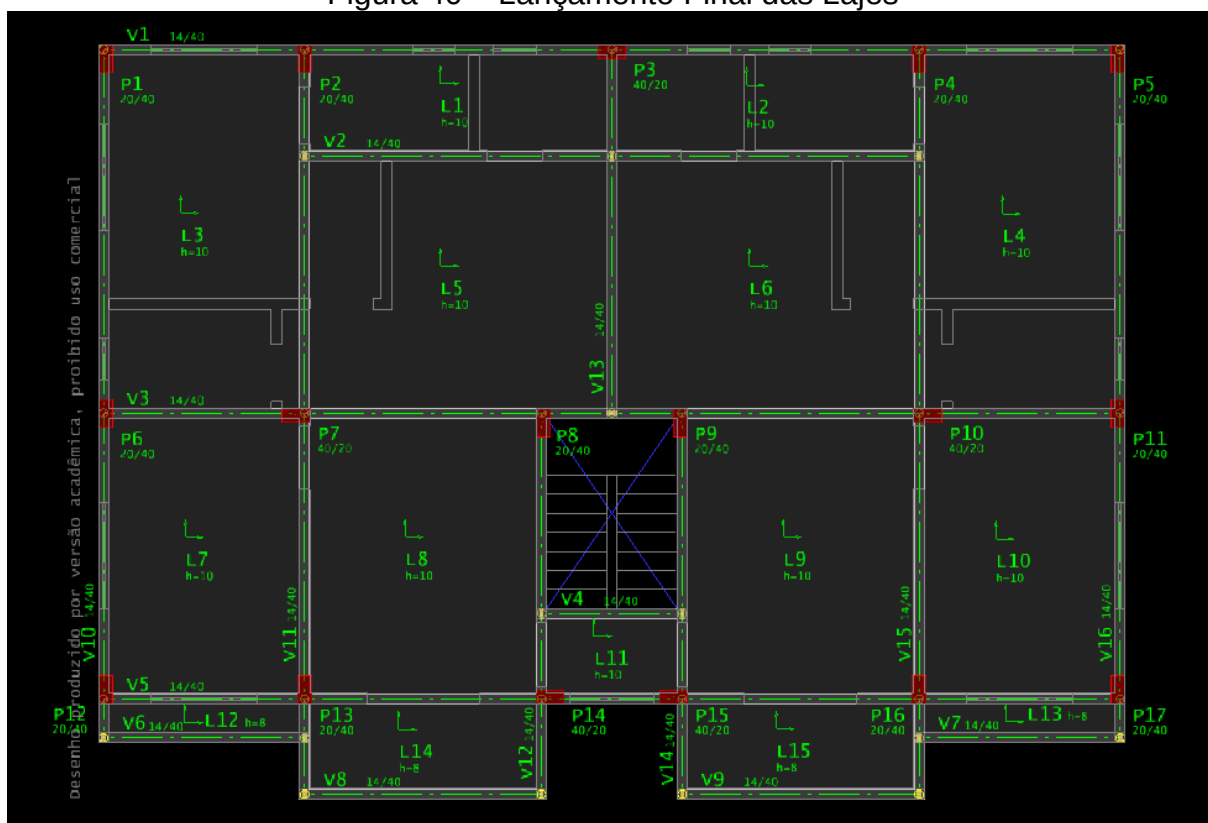


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhos, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: h, caixa de seleção em vermelho sobre: Inserir laje.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após renumerar as lajes, o lançamento final delas é mostrado na Figura 40, oferecendo uma visão clara da disposição final no modelo estrutural.

Figura 40 – Lançamento Final das Lajes

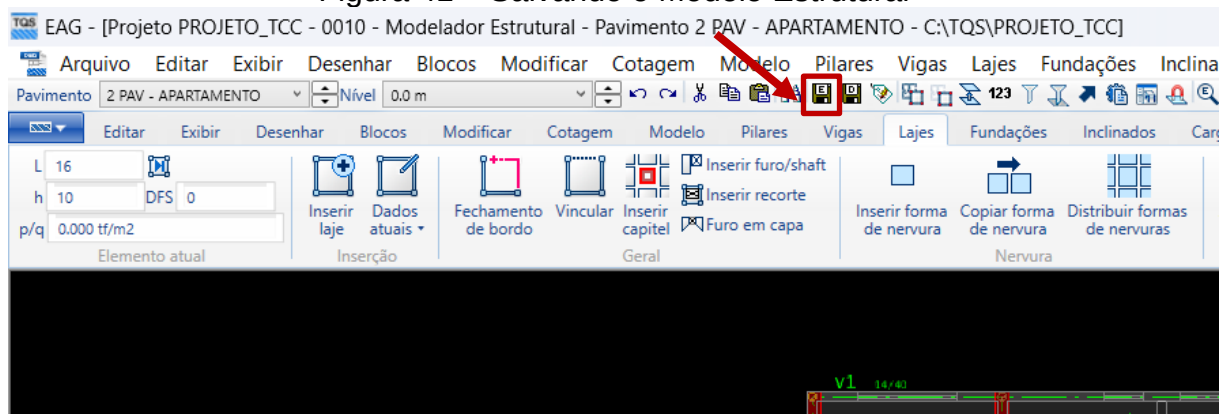


Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Linhas azuis se cruzando representando que as divisões das vigas estão sujeitas a receber lajes. Lajes em cinza com títulos e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

É crucial salvar o modelo estrutural regularmente, utilizando o botão de salvamento destacado na Figura 41.

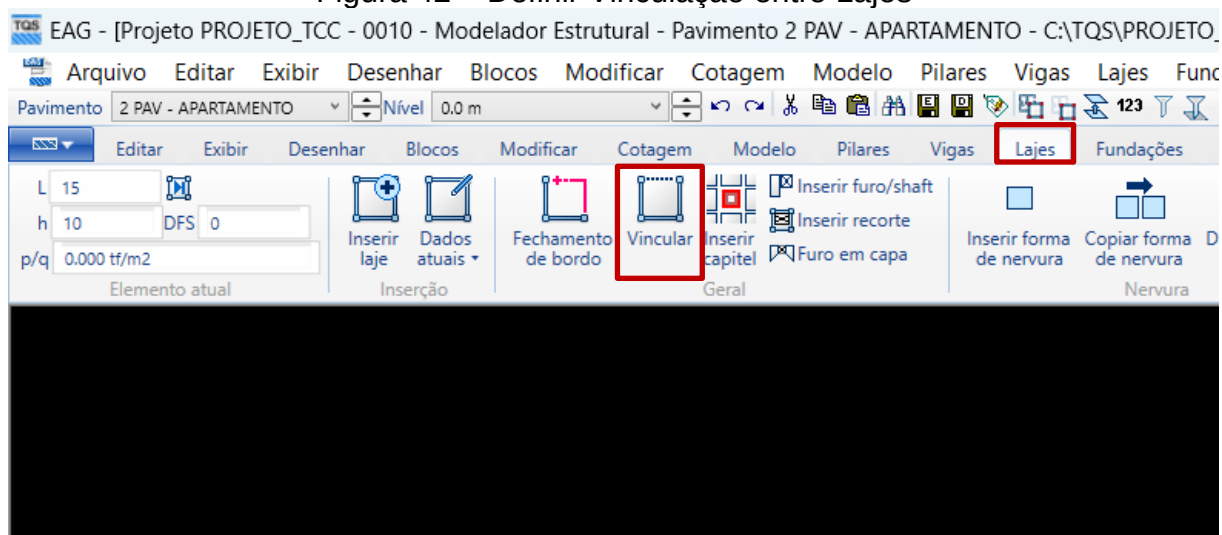
Figura 41 – Salvando o Modelo Estrutural



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Salvar o modelo estrutural.
Fonte: TQS Estudante (2024).

Outro passo importante relacionado ao lançamento das lajes é a definição das vinculações entre lajes, para isso após clicar em 'Lajes' clica-se em 'Vincular', como mostrado pela Figura 42.

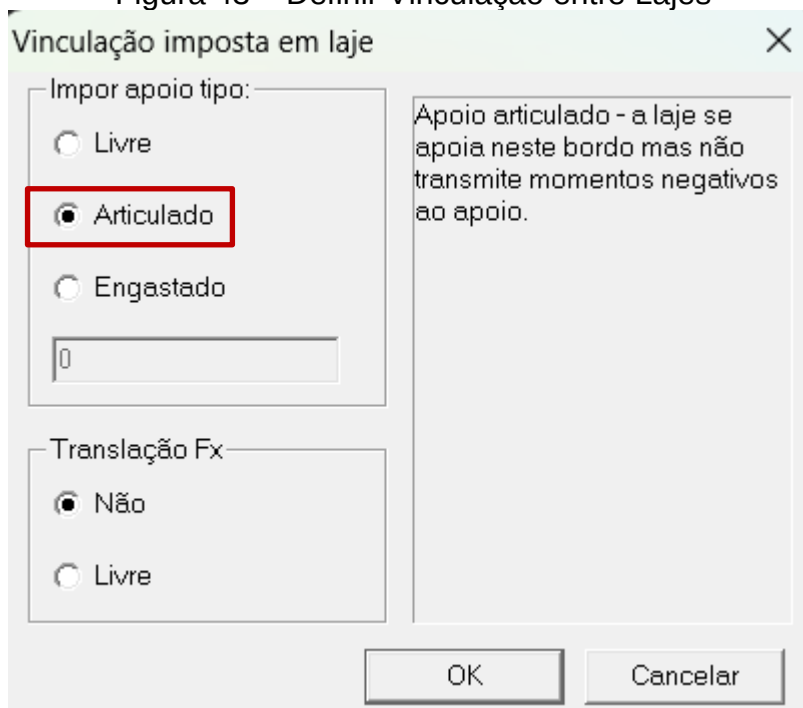
Figura 42 – Definir Vinculação entre Lajes



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: Vincular.
Fonte: TQS Estudante (2024).

Aparecerá a seguinte janela, apresentada pela Figura 43.

Figura 43 – Definir Vinculação entre Lajes

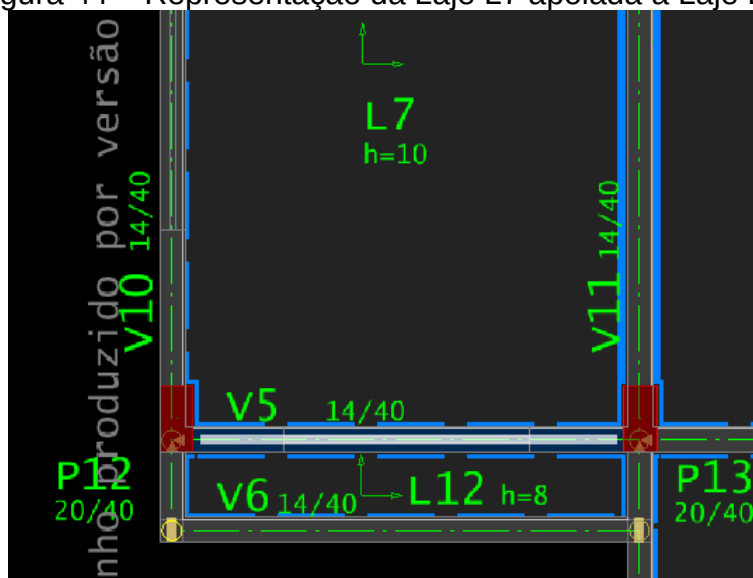


Legenda: Escritos em preto: Vinculação imposta em laje, Impor apoio tipo, Livre, Articulado, Engastado. Caixa de seleção em vermelho sobre: Articulado.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 44 e a Figura 45 representam lajes apoiadas e lajes engastadas, respectivamente.

Figura 44 – Representação da Laje L7 apoiada a Laje L12



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Vinculações de lajes em azul, tracejado indicando que a laje está apoiada.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Figura 45 – Representação da Laje L5 engastada a Laje L6

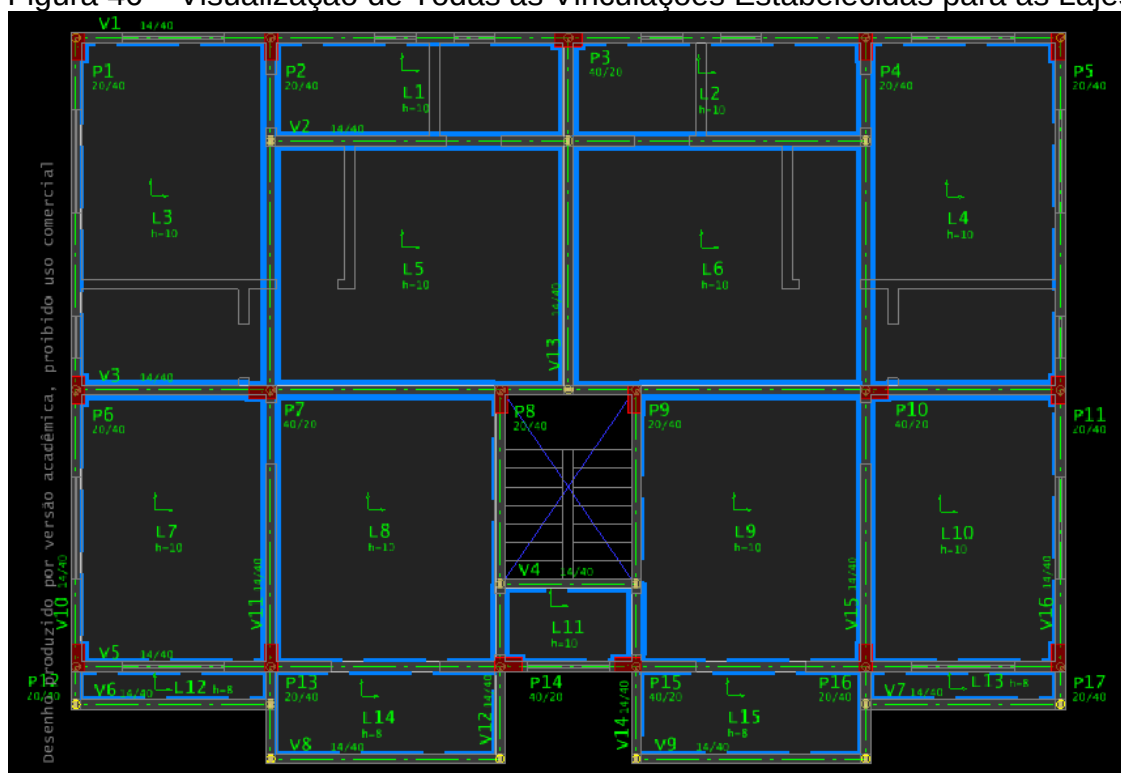


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Vinculações de lajes em azul, dois traços contínuos indicando que a laje está engastada.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 46 traz a visualização geral de todas as vinculações estabelecidas para as lajes.

Figura 46 – Visualização de Todas as Vinculações Estabelecidas para as Lajes

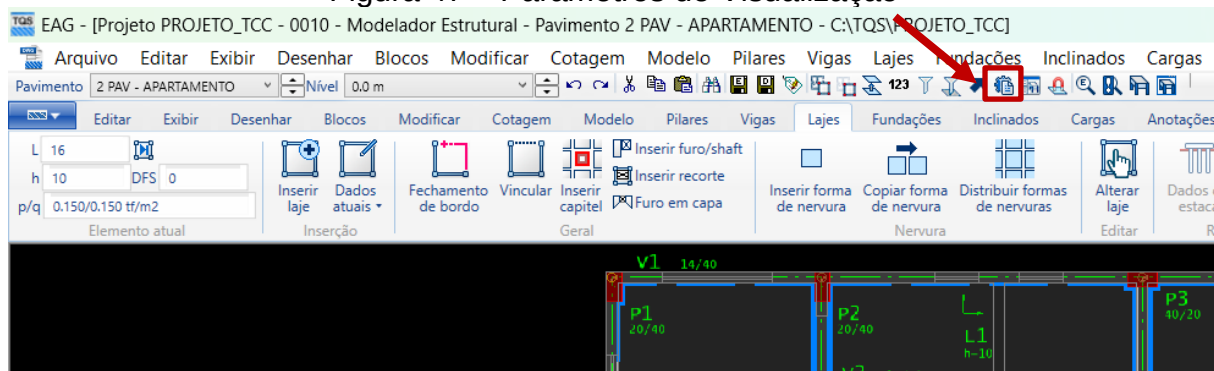


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Vinculações de lajes em azul, dois traços contínuos indicando que a laje está engastada e linha tracejada indicando que a laje está apoiada.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para melhorar a visibilidade dos demais passos, pode-se desligar a visualização das vinculações acessando-se 'Parâmetros de Visualização' (Figura 47).

Figura 47 – Parâmetros de Visualização

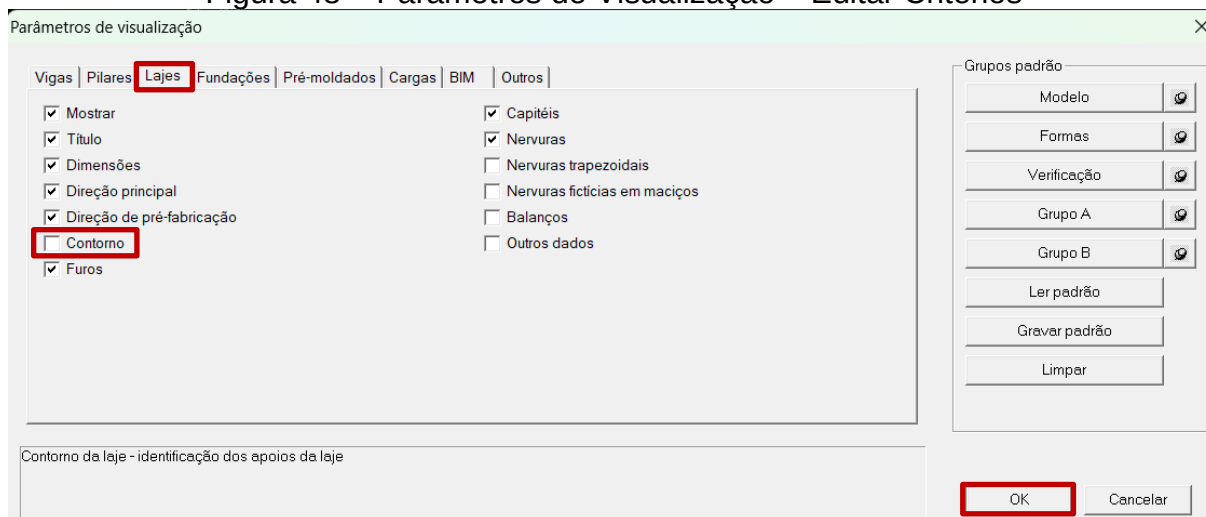


Legenda: Escritos em azul: Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações, Cargas, Anotações, Preo, 3D. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Parâmetros de visualização.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Em seguida ao acessar a aba 'Lajes', desabilitar o item 'Contorno', como mostrado pela Figura 48.

Figura 48 – Parâmetros de Visualização – Editar Critérios



Legenda: Escritos em preto: Vigas, Pilares, Lajes, Fundações, Pré-moldados, Cargas, BIM, Outros. Caixa de seleção em vermelho sobre: Lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: Contorno, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.7 Cargas

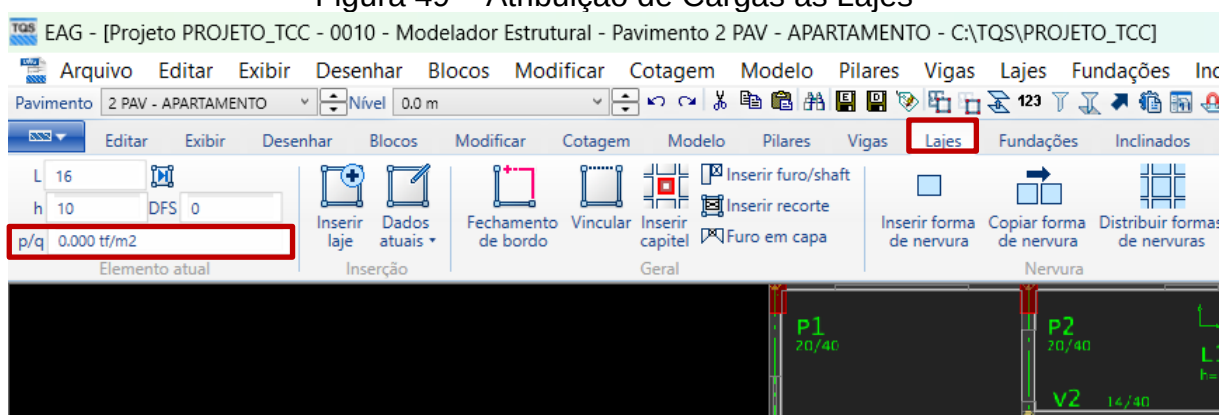
A inserção de cargas é uma etapa essencial na modelagem estrutural, envolvendo a aplicação de forças como peso próprio, cargas permanentes e variáveis.

É crucial para garantir a segurança e estabilidade da estrutura, influenciando diretamente no dimensionamento dos elementos. O modelador estrutural oferece ferramentas intuitivas para facilitar essa inserção e análise, contribuindo para um projeto eficiente e preciso. No caso do TQS, ele já calcula automaticamente o peso próprio da estrutura, sendo necessário adicionar cargas permanentes e acidentais como exemplos.

2.3.7.1 Inserção de cargas nas lajes

A norma NBR 6120 fornece diretrizes sobre as cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Seguindo essas diretrizes, definiu-se uma carga permanente de $1,50 \text{ kN/m}^2$ ($0,150 \text{ tf/m}^2$) para o pavimento e o revestimento, e uma carga acidental de $1,50 \text{ kN/m}^2$ ($0,150 \text{ tf/m}^2$) para a edificação residencial. As exceções foram as lajes 1 e 2, que, por se tratarem de áreas de lavanderia, receberam uma carga acidental de $2,0 \text{ kN/m}^2$ ($0,200 \text{ tf/m}^2$). Embora essas lajes também correspondam a áreas de banheiro, onde deveria ser considerada uma carga acidental de $1,5 \text{ kN/m}^2$, devido à concepção estrutural adotada, foi aplicado o valor de $2,0 \text{ kN/m}^2$. Da mesma forma, a laje 9, localizada em uma área de circulação, foi considerada com uma carga acidental de $3,00 \text{ kN/m}^2$ ($0,300 \text{ tf/m}^2$). A Figura 49 ilustra como adicionar essas cargas às lajes.

Figura 49 – Atribuição de Cargas às Lajes



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações, Cargas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Lajes, caixa em vermelho sobre: p/q.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 50 mostra a janela aberta para inserção dos valores das cargas permanentes e acidentais.

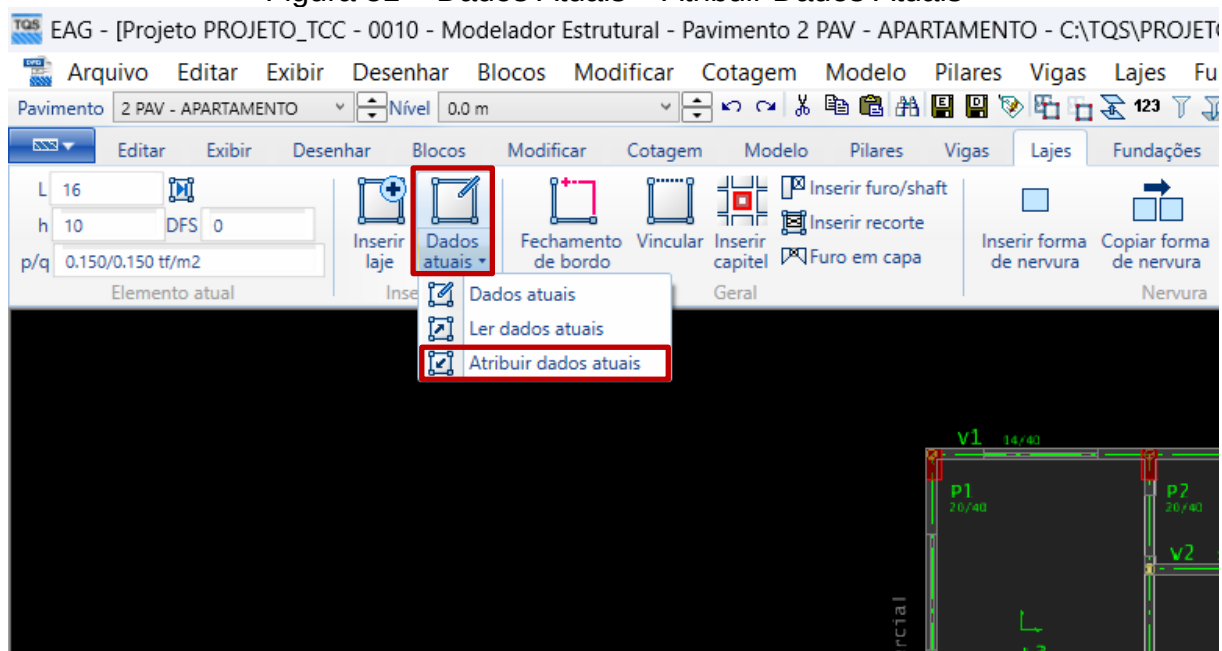
Figura 50 – Definição de Carregamentos de Lajes

Legenda: Escritos em preto: Definição de carregamentos, Numéricas, Alfanuméricas, Carga distribuída por área, Carga principal ou permanente, Carga acidental, OK, Cancelar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois de clicar em 'Ok', basta selecionar 'Atribuir dados atuais', conforme exemplificado na Figura 51.

Figura 51 – Dados Atuais – Atribuir Dados Atuais

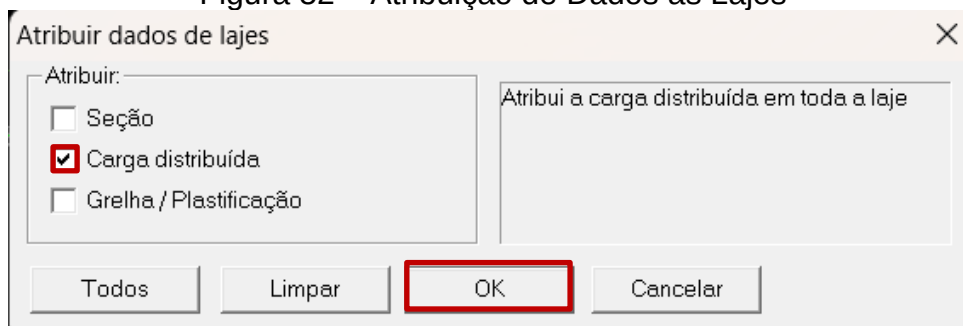


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Dados atuais, caixa de seleção em vermelho sobre: Atribuir dados atuais.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Mantendo apenas a opção para atribuir carga distribuída selecionada (Figura 52), basta então selecionar as lajes para a inserção das cargas.

Figura 52 – Atribuição de Dados às Lajes

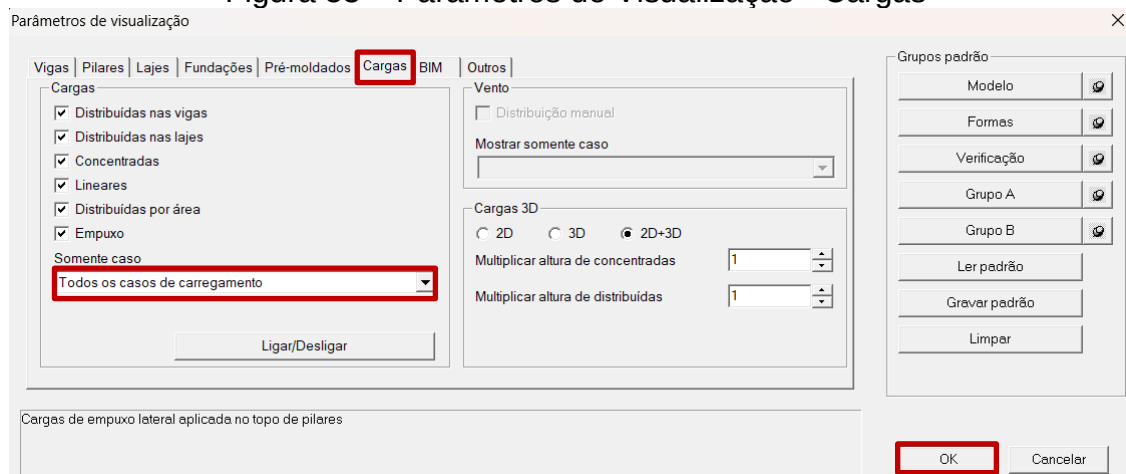


Legenda: Escritos em preto: Atribuir dados de lajes, Atribuir, Seção, Carga distribuída, Grelha/Plastificação. Caixa de seleção em vermelho sobre: Carga distribuída, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para visualizar as cargas atribuídas, é necessário clicar em 'Parâmetros de Visualização'. Em seguida habilitar a visualização de todos os casos de carregamento (Figura 53). Isso permitirá que as cargas atribuídas sejam exibidas no modelo estrutural para análise e verificação.

Figura 53 – Parâmetros de Visualização - Cargas

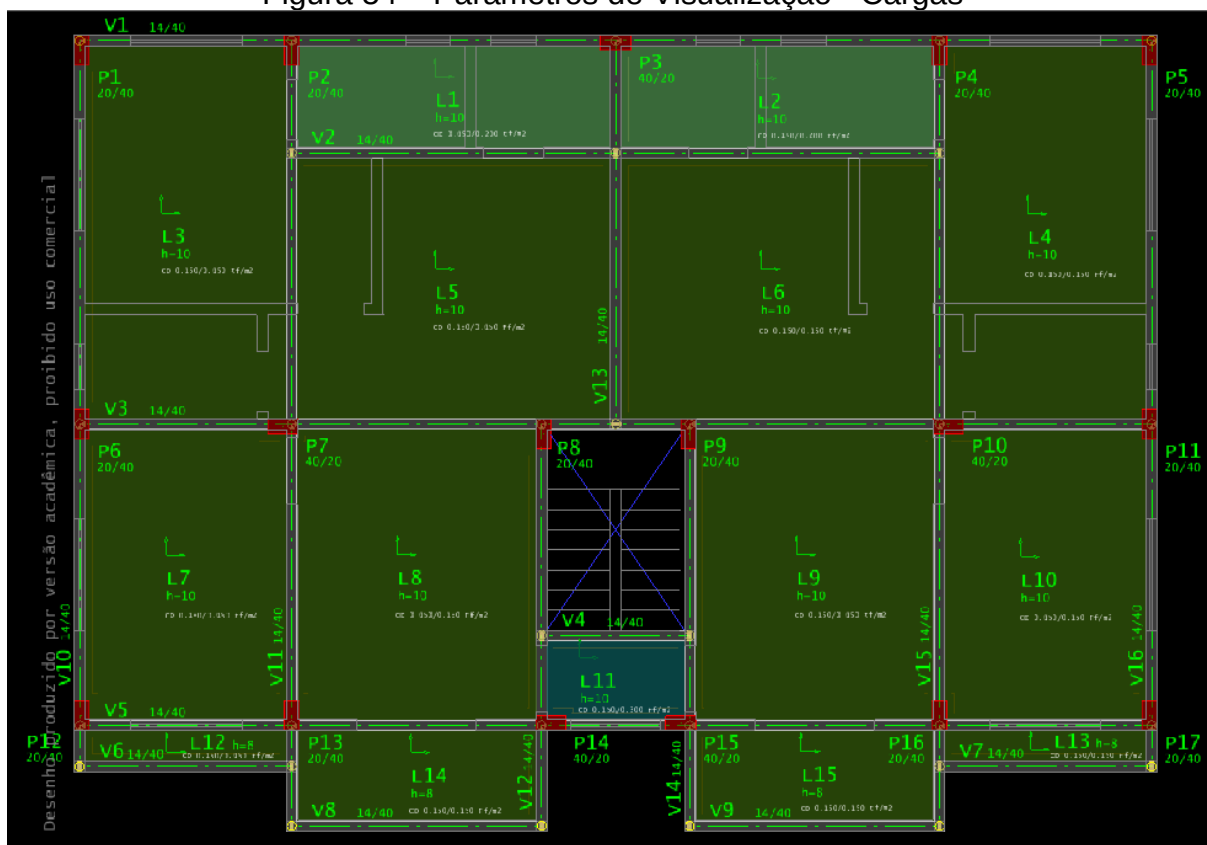


Legenda: Escritos em preto: Parâmetros de visualização, Vigas, Pilares, Lajes, Fundações, Pré-moldados, Cargas, BIM, Outros, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre Cargas, caixa de seleção em vermelho sobre: Todos os casos de carregamento, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 54 traz uma visualização das cargas adicionadas às lajes.

Figura 54 – Parâmetros de Visualização - Cargas



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Linhas azuis se cruzando representando que as divisões das vigas estão sujeitas a receber lajes. Lajes em diferentes tons de verde representando que tem cargas diferentes adicionadas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.8 Inserção de cargas de parede

Os valores para os cálculos apresentados a seguir foram baseados na norma NBR 6120, considerando-se alvenaria de vedação de bloco cerâmico vazado (furo horizontal – ABNT NBR 15270-1), com espessura nominal de 14 cm e espessura de revestimento de 1 cm por face.

Iniciando-se pela inserção de paredes diretamente sobre lajes considerou-se o cálculo:

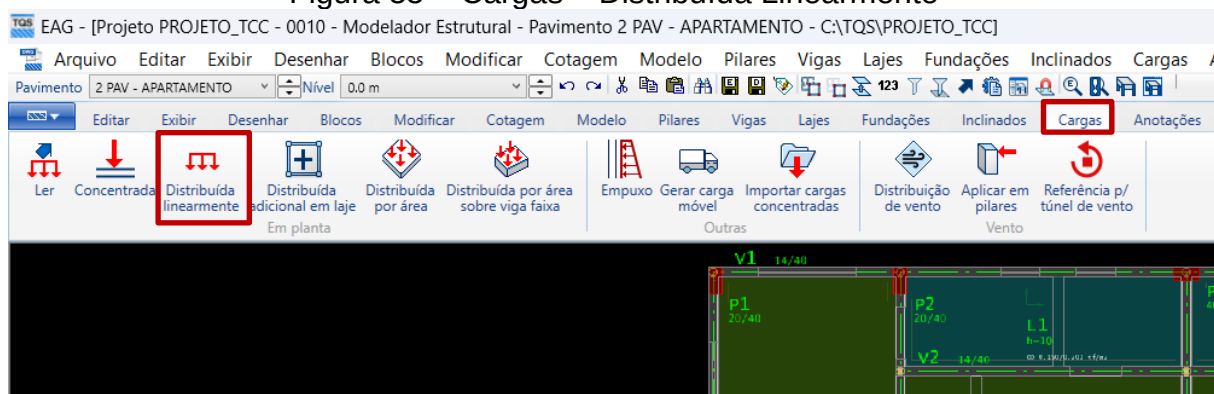
$$PAR_{LAJE} = (2,88 \text{ m} - 0,10 \text{ m}) * 0,15 \frac{tf}{m^2} = 0,417 \frac{tf}{m} \quad (8)$$

Já para paredes sobre viga, tem-se:

$$PAR_{VIGA} = (2,88 \text{ m} - 0,40 \text{ m}) * 0,15 \frac{tf}{m^2} = 0,372 \frac{tf}{m} \quad (9)$$

Para acrescentar as cargas de parede, deve-se clicar em ‘Cargas’ e, em seguida, em ‘Distribuída linearmente’, conforme indicado pela Figura 55.

Figura 55 – Cargas – Distribuída Linearmente

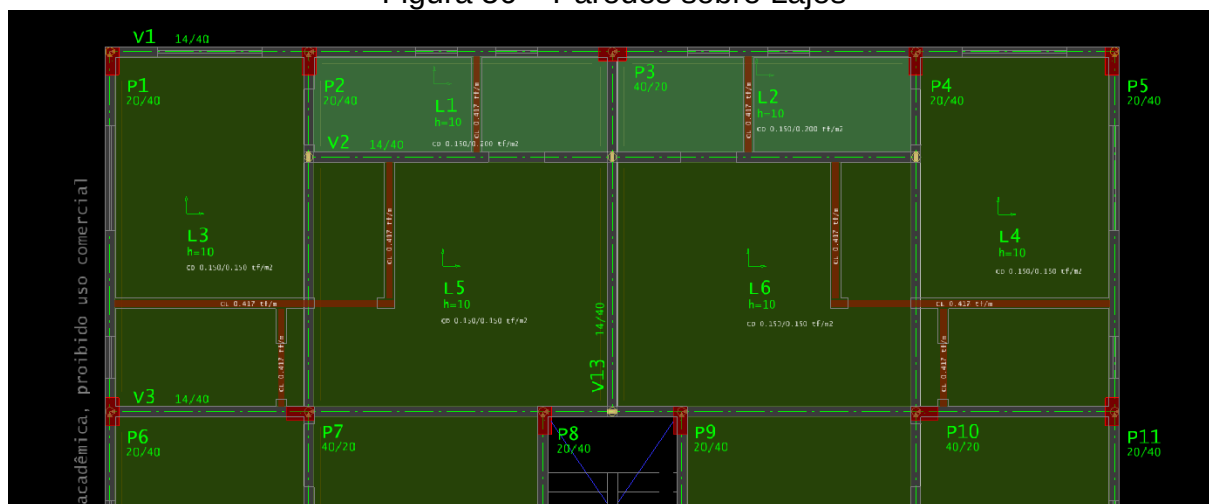


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados, Cargas, Anotações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Cargas, caixa de seleção em vermelho sobre: Distribuída linearmente.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 56 permite visualizar as paredes adicionadas sobre lajes.

Figura 56 – Paredes sobre Lajes



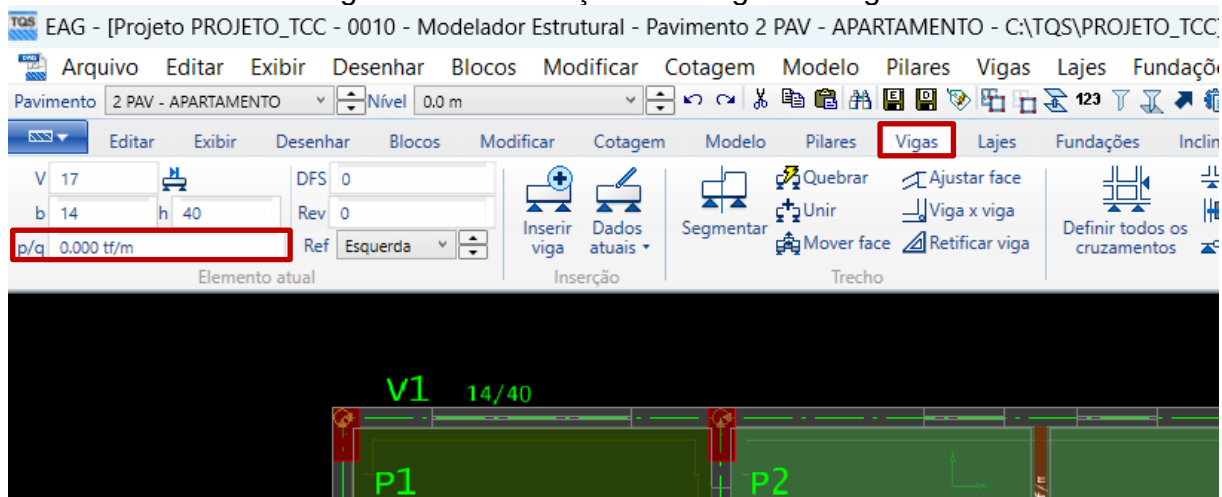
Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Lajes em verde oliva com títulos e dimensões em verde claro. Paredes sobre lajes em vermelho.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Caso tenha-se uma carga que abrange toda viga ela pode ser adicionada diretamente sobre o eixo da viga, como mostrado pelas Figura 57, onde insere-se o

valor da carga e depois atribui-se de forma semelhante ao procedimento mostrado para lajes.

Figura 57 – Atribuição de Cargas às Vigas

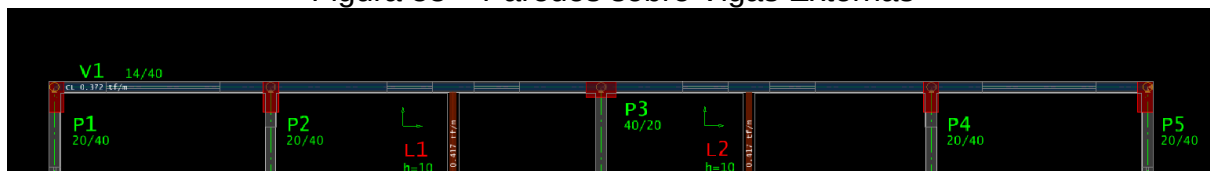


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhando, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre p/q.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 58 traz uma visualização após a inserção da carga a viga V1.

Figura 58 – Paredes sobre Vigas Externas



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Cargas em vigas externas em ciano.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Com relação à viga V2, tanto ela quanto a Viga Escada (VE) compartilham o carregamento proveniente da alvenaria neste lance. No entanto, a VE também recebe a carga adicional proveniente do lance de escadas, enquanto a viga V2 não. Ambas dividem igualmente o carregamento da alvenaria entre si. O cálculo referente ao recebimento de carga na viga V2 é apresentado a seguir, e seu lançamento pode ser verificado na Figura 59.

$$PAR_{ESCADA,V2} = \frac{(2,88 \text{ m} - 0,40 \text{ m} - 0,40 \text{ m})}{2} * 0,15 \frac{tf}{m^2} = 0,156 \frac{tf}{m} \quad (10)$$

Figura 59 – Carga sobre Trecho da Viga V2



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Cargas sobre vigas internas em laranja.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ainda é necessário atribuir as cargas presentes nas vigas da varanda, onde está localizado o guarda-corpo. O cálculo correspondente pode ser encontrado abaixo.

$$PAR_{GUARDA-CORPO} = 0,90 \text{ m} * 0,150 \frac{\text{tf}}{\text{m}^2} = 0,135 \frac{\text{tf}}{\text{m}} \quad (11)$$

Além do peso permanente, é necessário considerar a carga adicional. Neste projeto, essa carga adicional foi definida como 2,00 kN/m² (0,200 tf/m²). Portanto, a carga total adicionada às vigas da varanda é de 3,35 kN/m² (0,335 tf/m²). O lançamento das cargas está ilustrado na Figura 60.

Figura 60 – Carga sobre as Vigas da Varanda



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Cargas sobre vigas da varanda em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.9 Escadas

Para adicionar a escada ao modelador estrutural, é necessário primeiro acessar a aba 'Editar Edifício'. Em seguida, selecionar o projeto que deseja editar e clicar no ícone conforme ilustrado na Figura 61.

Figura 61 – Editar Edifício

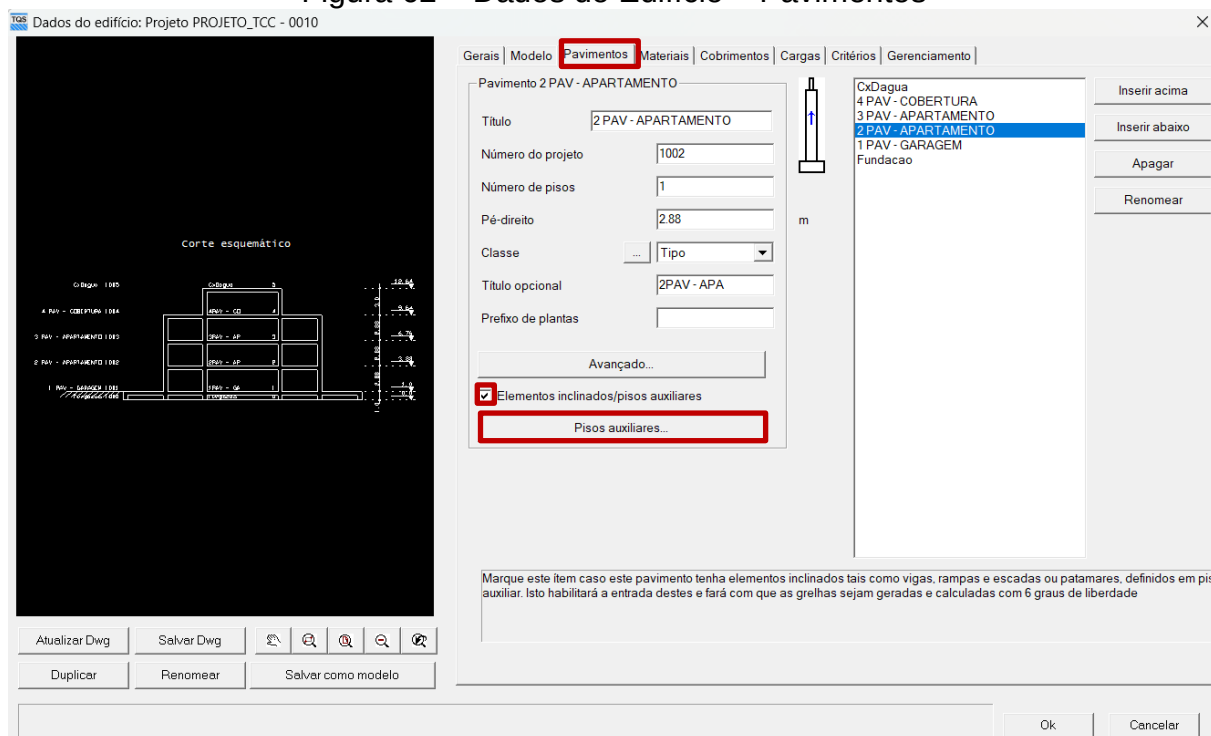


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Formas. Caixa de seleção em vermelho sobre: PROJETO_TCC, caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Editar edifício.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na aba 'Pavimentos', em cada pavimento, é necessário marcar a opção de elementos inclinados/pisos auxiliares. O primeiro passo consiste em cada pavimento marcar 'Elementos inclinados/pisos auxiliares (conforme mostrado pela Figura 62).

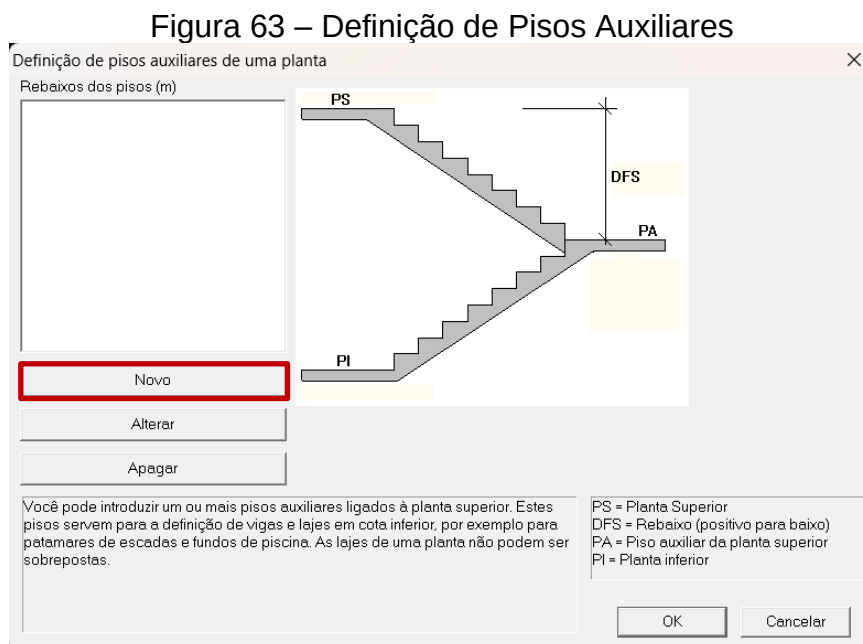
Figura 62 – Dados do Edifício – Pavimentos



Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento. Caixa de seleção em vermelho sobre: Pavimentos, caixa de seleção em vermelho sobre: Elementos inclinados/pisos auxiliares.

Fonte: TQS Estudante (2024).

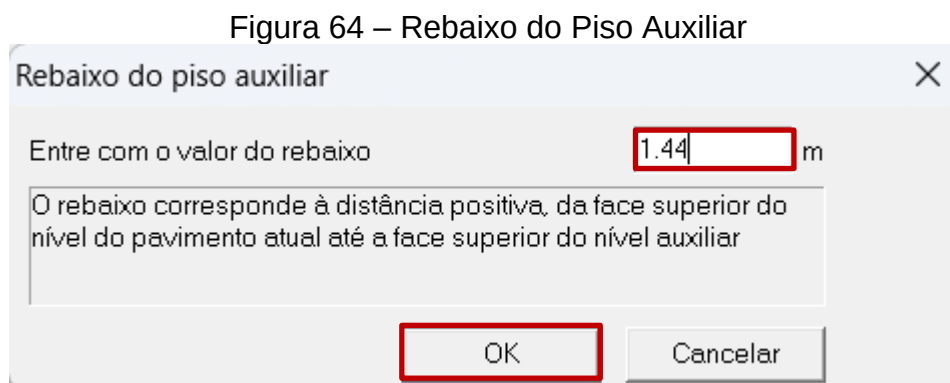
O segundo passo é clicar em 'Novo' (Figura 63).



Legenda: Escritos em preto: Definição de pisos auxiliares de uma planta, Rebaixos dos pisos (m), Novo, Alterar, Apagar, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Novo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

E por fim, entrar com o valor do rebaixo do piso auxiliar, que neste projeto é de 1,44 m (Figura 64).

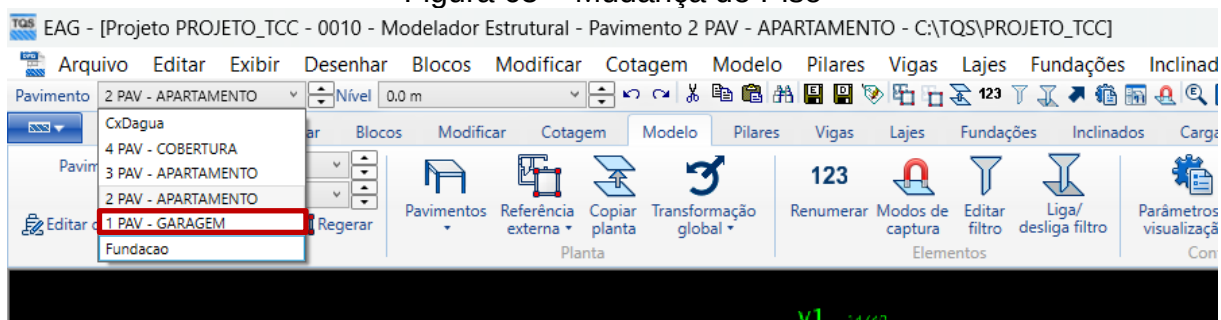


Legenda: Escritos em preto: Rebaixo do piso auxiliar, Entre com o valor do rebaixo, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: 1,44 m, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para criar a escada, é necessário que os apoios dela sejam definidos previamente na base, para isso, primeiramente é necessário trocar o pavimento aberto para edição na tela, conforme mostrado na Figura 65.

Figura 65 – Mudança de Piso

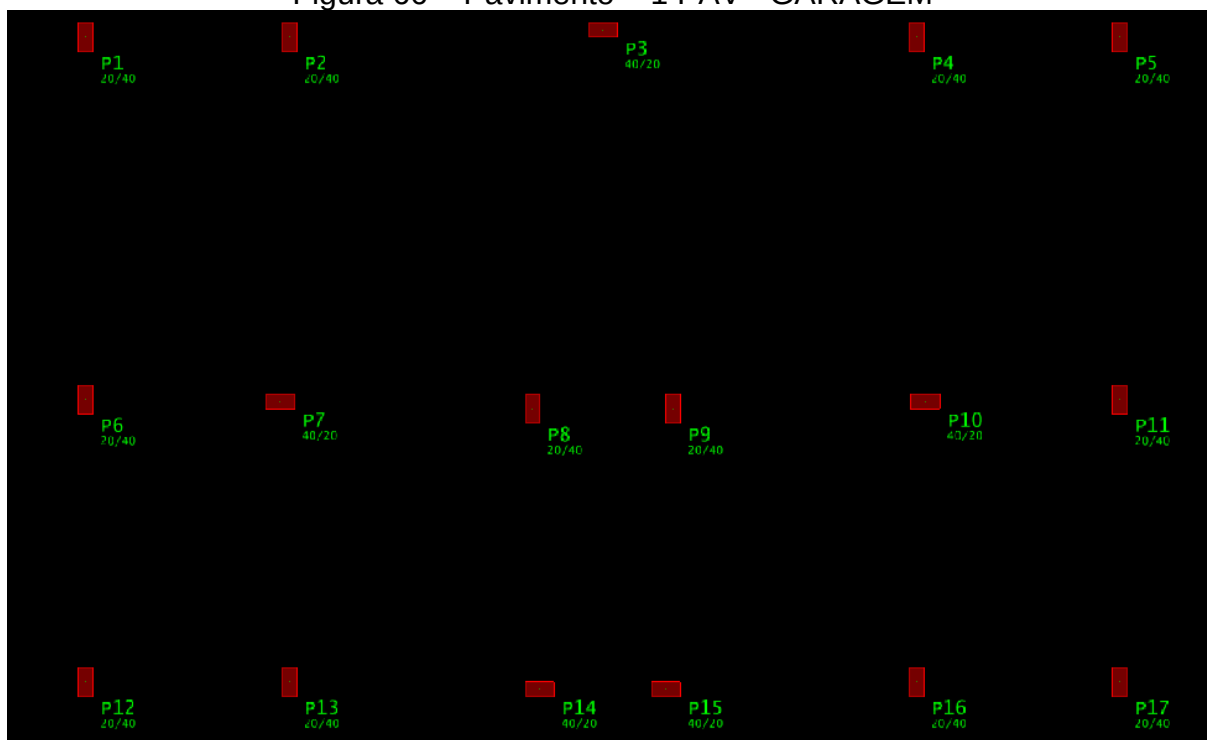


Legenda: Escrito em azul: Pavimentos. Escrito em preto: CxDagua, 4 PAV – COBERTURA, 3 PAV – APARTAMENTO, 2 PAV – APARTAMENTO, 1 PAV – GARAGEM, Fundação. Caixa de seleção em vermelho sobre: 1 PAV – GARAGEM.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Inicialmente, neste piso havia apenas os pilares, como ilustrado pela Figura 66.

Figura 66 – Pavimento – 1 PAV - GARAGEM

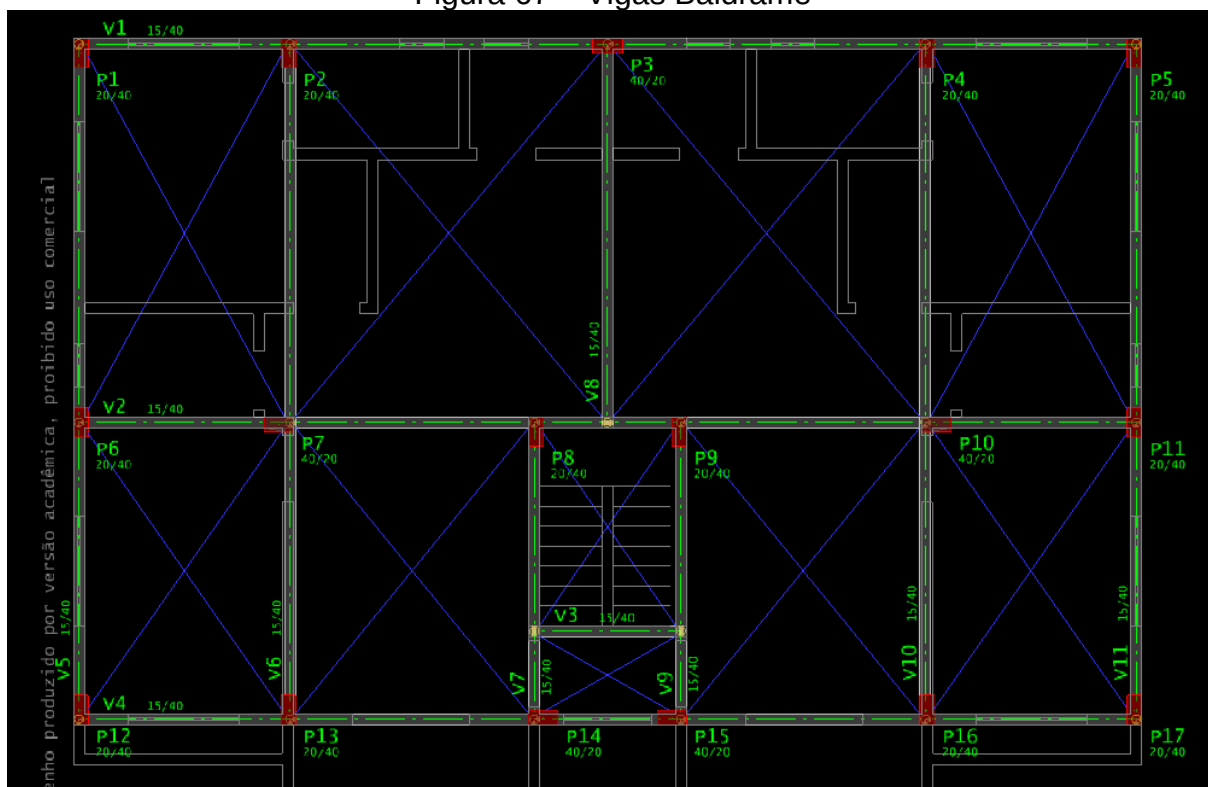


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a adição das vigas de travamento entre os pilares com dimensões de 15 cm x 40 cm, a Figura 67 traz a visualização de todas as vigas adicionadas, enquanto a Figura 68 traz uma aproximação para o cintamento da escada. Para facilitar a visualização e permitir a correta adição dos elementos foi adicionado a planta arquitetônica limpa como referência externa, como já mostrado anteriormente.

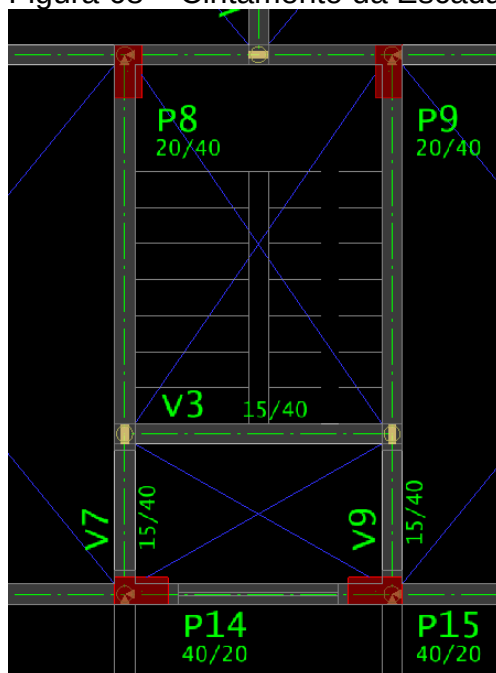
Figura 67 – Vigas Baldrame



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Figura 68 – Cintamento da Escada

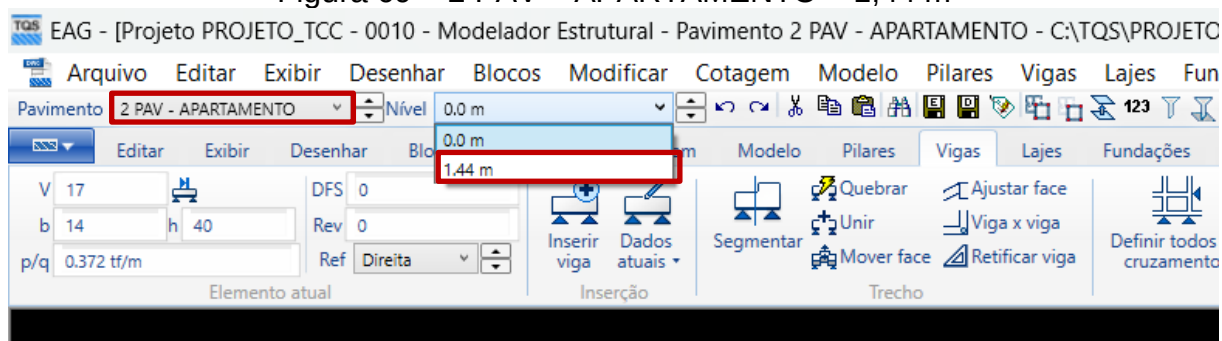


Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A próxima etapa para a criação da escada será a criação da viga escada (VE) com as dimensões de 14 cm x 40 cm, com os passos já demonstrados anteriormente. Para isso primeiro retorna-se ao '2 PAV – APARTAMENTO', seleciona-se a altura de 1,44 m. (Figura 69).

Figura 69 – 2 PAV – APARTAMENTO – 1,44 m



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: 1,44 m.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 70 mostra a visualização inicial do nível criado de 1,44 m.

Figura 70 – Visualização Inicial - 2 PAV – APARTAMENTO – 1,44 m



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para modificar algumas características da viga, basta clicar duas vezes sobre ela, o que abrirá a tela de Dados Gerais. Nessa tela, será possível modificar o nome da viga e torná-la não renumerável, como mostrado na Figura 71.

Figura 71 – Dados Gerais da Viga

A janela 'Dados Gerais da Viga' possui as seguintes abas: Identificação, Inserção, Seção/Carga, Modelo, Intersecções, Temperatura/Retração, Detalhamento e BIM. A aba 'Identificação' está selecionada. Ela contém os seguintes campos e controles:

- Númerica:** 'Viga V' com o valor '100' e um botão 'Próxima'.
- Alfanumérica:** 'Título opcional' com o valor 'VE'.
- Renumeração:** Uma caixa de seleção 'Realinhar identificação' e uma opção 'Renumerável' com radio buttons para 'Não' (selecionado) e 'Sim'.
- Linha de chamada do título:** Radio buttons para 'Conforme critérios de desenho' (selecionado), 'Não' e 'Sim'.
- Botões 'OK' e 'Cancelar' na base da janela.

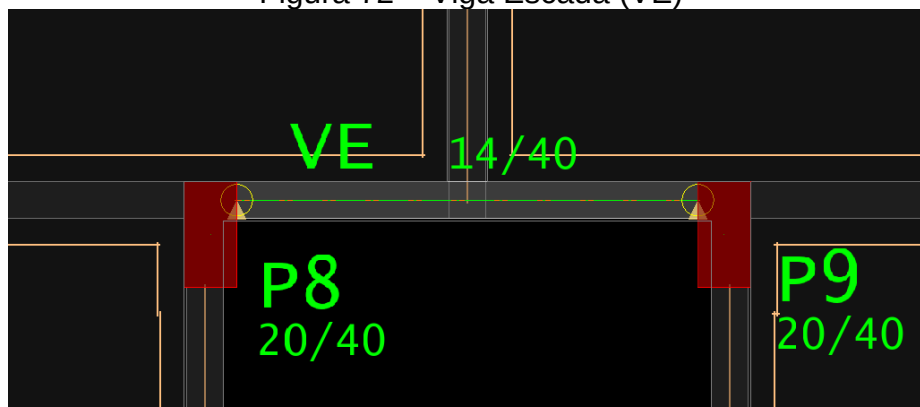
Uma mensagem de ajuda no rodapé da janela diz: 'Título opcional que substitui o número tipo "Vn". Este título deve ser único no pavimento.'

Legenda: Escritos em preto: Dados Gerais da Viga, Identificação, Inserção, Seção/Carga, Modelo, Intersecções, Temperatura/Retração, Detalhamento, BIM, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Identificação, caixa de seleção em vermelho sobre: Não renumerável, caixa de seleção em vermelho sobre: Título opcional VE, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 72 mostra a viga escada (VE) adicionada com suas devidas alterações, seu carregamento será adicionado posteriormente.

Figura 72 – Viga Escada (VE)



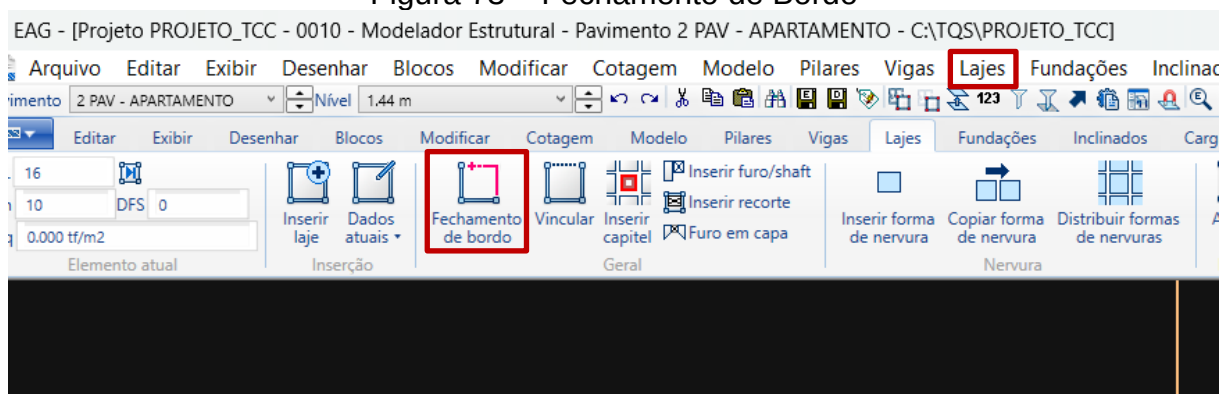
Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo em rosa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.9.1 Criação dos patamares da escada

Para criação dos patamares da escada entra-se na aba 'Lajes' e clica-se em 'Fechamento de Bordo' como mostrado na Figura 73.

Figura 73 – Fechamento de Bordo

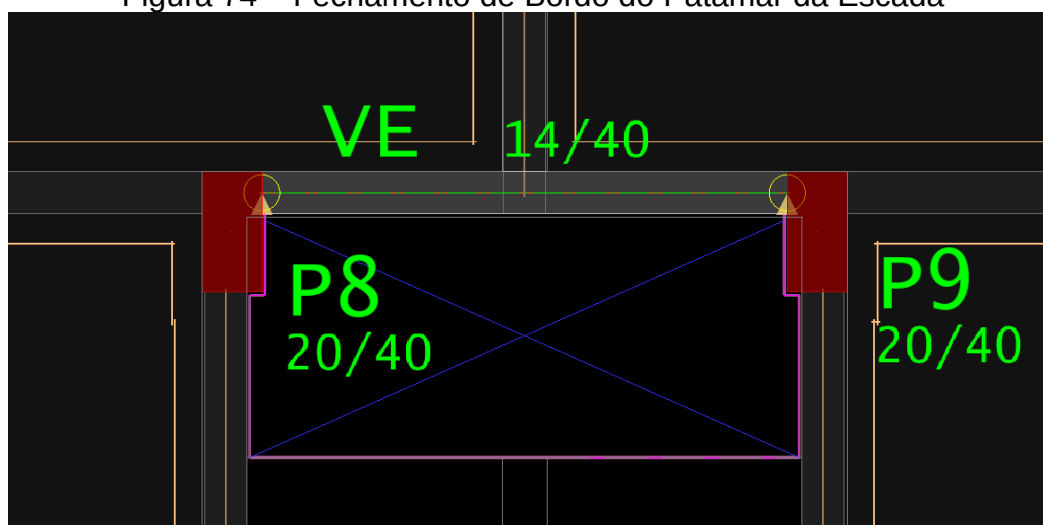


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: Fechamento de bordo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Uma ferramenta importante nesse processo de adição do fechamento de bordo é a função auxiliar, que é acionada facilmente apenas clicando-se na tecla 'A'. O fechamento de bordo do patamar da escada é mostrado na Figura 74.

Figura 74 – Fechamento de Bordo do Patamar da Escada

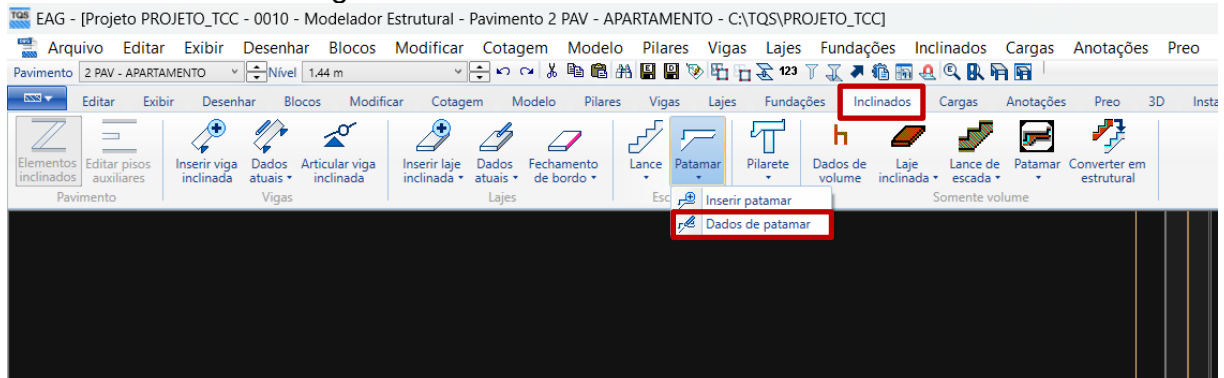


Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo em rosa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para inserir o patamar deve-se seleccionar a aba 'Inclinados' e depois seleccionar 'Dados de patamar' (Figura 75).

Figura 75 – Inclinados – Dados de Patamar



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados, Cargas, Anotações, Preo, 3D. Caixa de seleção em vermelho sobre: Inclinados, caixa de seleção em vermelho sobre: Dados de patamar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A identificação da laje do patamar foi alterada para LP (Laje do Patamar), como indicado na Figura 76.

Figura 76 – Dados de patamares de escadas – Identificação

Dados de patamares de escadas

Identificação | Seção/Carga | Modelo | Grelha | Temperatura/Retração | BIM

Númérica

Laje L: 200 | Próxima

Em uso

Alfanumérica

Título opcional: LP

Em uso

Renumeração

☐ Realinhar identificação

Renumerável: ☒ Não ☐ Sim

Direção p/discretização / detalhamento

Ângulo principal: 0

Elemento associado à escada

Identificação: Escada-1

Título alfanumérico opcional, único no pavimento

OK | Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Dados de patamares de escadas, Identificação, Inserção, Seção/Carga, Modelo, Intersecções, Temperatura/Retração, Detalhamento, BIM, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Identificação, caixa de seleção em vermelho sobre: Não renumerável, caixa de seleção em vermelho sobre: Título opcional LP, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Além disso ao entrar na aba Seção/Carga define-se a espessura, que nesse projeto foi adotado o valor de 12 cm (Figura 77).

Figura 77 – Dados de patamares de escadas – Seção/Carga

Dados de patamares de escadas

Identificação | **Seção/Carga** | Modelo | Grelha | Temperatura/Retração | BIM

Maciça | Pré-fabricada

Esposura HL 12 cm

Rebaixo 0 cm Carga distribuida 0.150/0.300 tf/m2

Esposura da laje maciça ou equivalente.

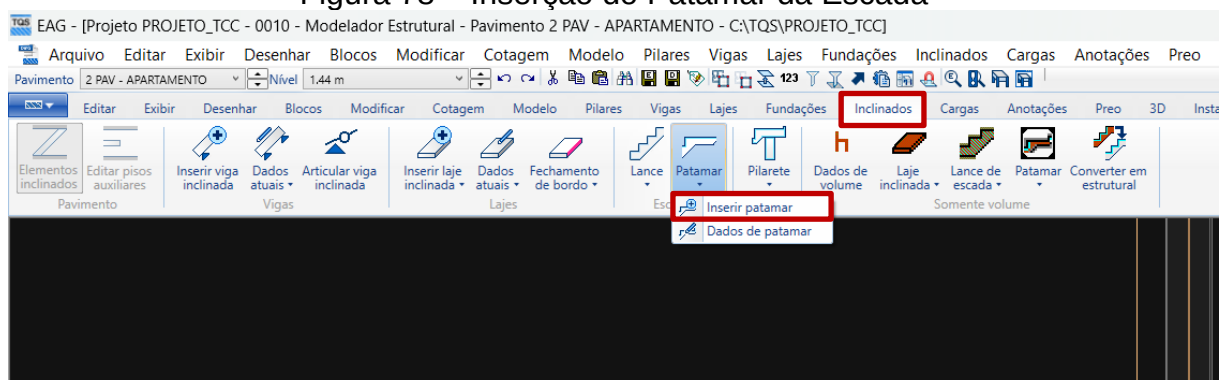
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Dados de patamares de escadas Identificação, Inserção, Seção/Carga, Modelo, Intersecções, Temperatura/Retração, Detalhamento, BIM, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Seção/Carga, caixa de seleção em vermelho sobre: Espessura HL 12 cm, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a atribuição dos dados, basta clicar em 'Inserir patamar' conforme indicado pela Figura 78.

Figura 78 – Inserção do Patamar da Escada

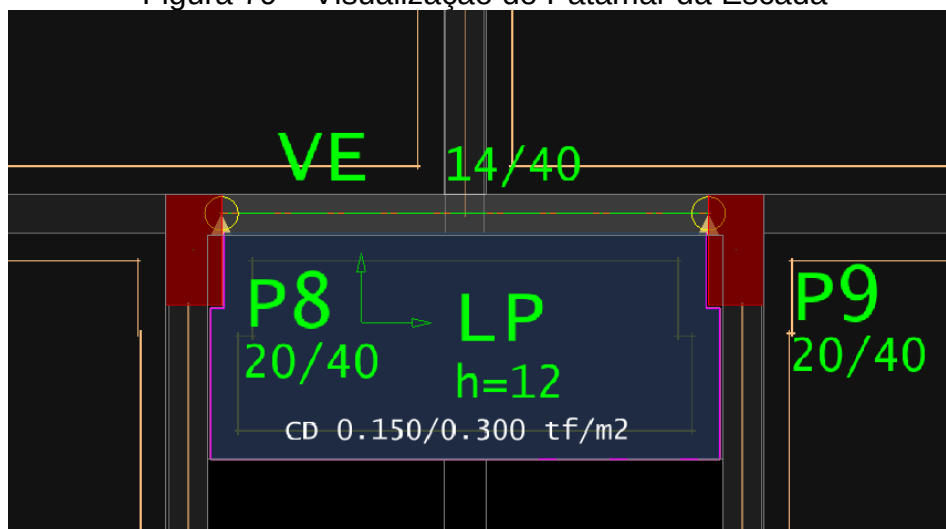


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhlar, Blocos, Modificar, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados. Caixa de seleção em vermelho sobre: Inclinados, caixa de seleção em vermelho sobre: Inserir patamar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Pode-se visualizar o patamar da escada através da Figura 79.

Figura 79 – Visualização do Patamar da Escada



Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo em rosa. Laje LP em azul.

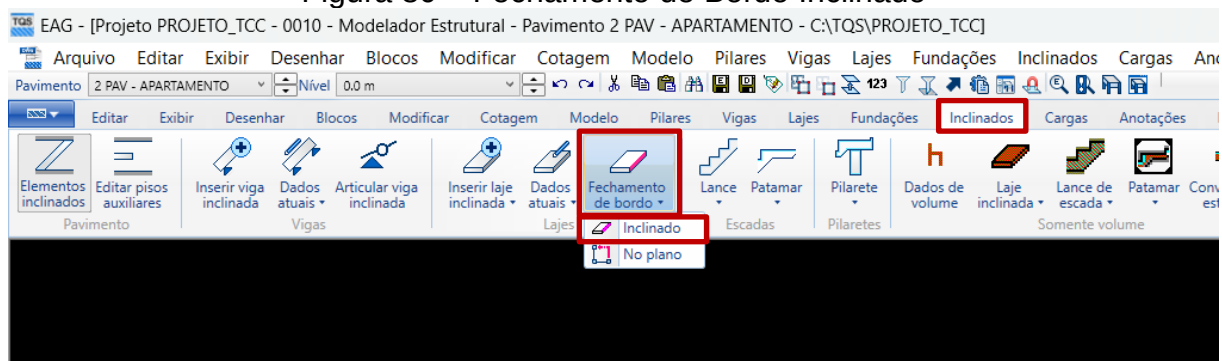
Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.9.2 Criação dos degraus da escada

O processo de criação dos degraus acontece de forma muito intuitiva no TQS, todo o processo é descrito pelas Figuras 80 a 88. A escada para o TQS sempre tem como referência o ponto mais alto para o mais baixo, ou seja, sempre descendo.

Considera-se que o lance de escada também é uma laje, só que nesse caso, inclinado. A Figura 80 mostra as abas responsáveis pela inserção do fechamento de bordo inclinado.

Figura 80 – Fechamento de Bordo Inclinado

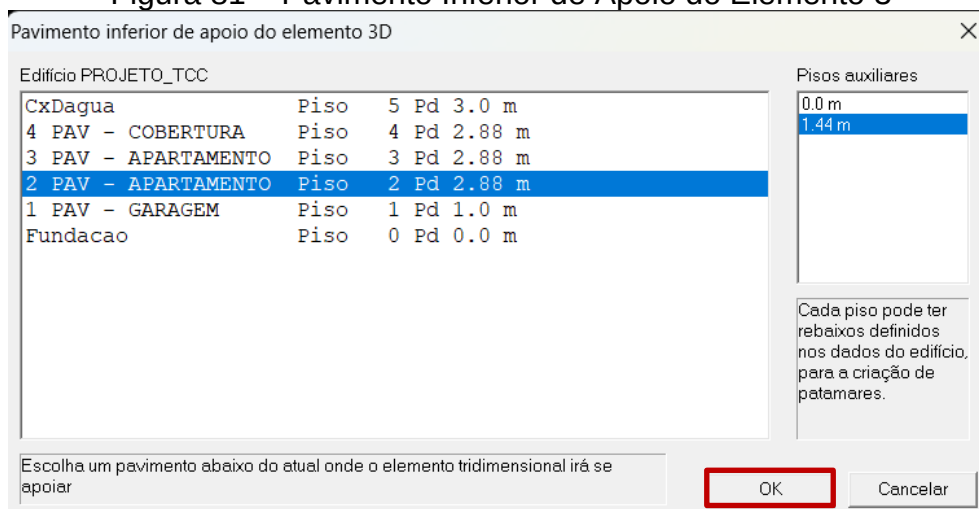


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados, Cargas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Inclinados, caixa de seleção em vermelho sobre: Fechamento de bordo, caixa de seleção em vermelho sobre: Inclinado.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 81 mostra que deve ser escolhido um pavimento abaixo daquele atual onde o elemento tridimensional irá se apoiar.

Figura 81 – Pavimento Inferior de Apoio do Elemento 3

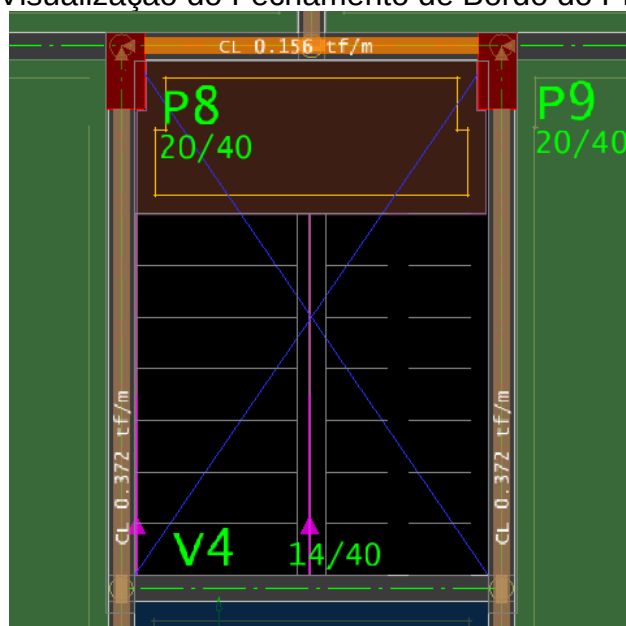


Legenda: Escritos em preto: Pavimento inferior de apoio ao elemento 3D, Pisos Auxiliares, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A visualização do fechamento de bordo do primeiro lance pode ser observada na Figura 82.

Figura 82 – Visualização do Fechamento de Bordo do Primeiro Lance

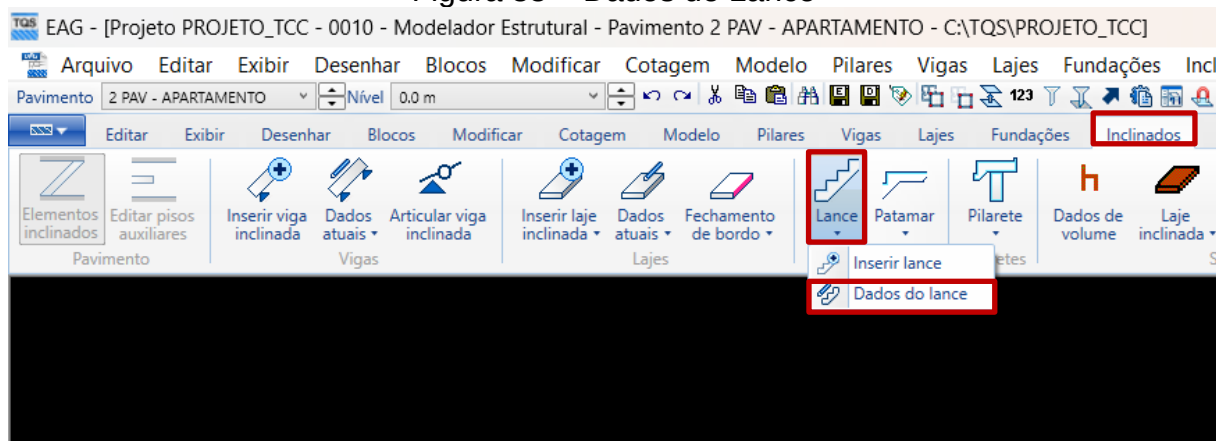


Legenda: Fundo em preto. Divisão dos ambientes, representação de abertura das portas, janelas e escadas em cinza. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo do primeiro lance em rosa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a conclusão desse processo pode-se adicionar os dados do lance (Figura 83).

Figura 83 – Dados de Lance



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados. Caixa de seleção em vermelho sobre: Inclinados, caixa de seleção em vermelho sobre: Lance, caixa de seleção em vermelho sobre: Dados do lance.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Neste projeto, por ser tratar de um edifício simples e pequeno, considerou uma espessura de 12 cm, um passo de 27 cm e um espelho de 18 cm. A aba responsável pela inserção desses dados é mostrada pela Figura 84, é nela que se insere os dados referentes as cargas também.

Figura 84 – Dados de Escadas – Seção/Carga

Legenda: Escritos em preto: Dados de escadas, Identificação, Seção/Carga, Modelo, Grelha, Temperatura/Retração, BIM, OK, Cancelar, Inserir. Caixa de seleção em vermelho sobre: Seção/Carga, caixa de seleção em vermelho sobre: Inserir.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 85 mostra a janela aberta onde se define o pavimento inferior de apoio da escada.

Figura 85 – Pavimento Inferior de Apoio do Elemento 3D

Edifício PROJETO_TCC

CxDagua	Piso	5 Pd 3.0 m
4 PAV - COBERTURA	Piso	4 Pd 2.88 m
3 PAV - APARTAMENTO	Piso	3 Pd 2.88 m
2 PAV - APARTAMENTO	Piso	2 Pd 2.88 m
1 PAV - GARAGEM	Piso	1 Pd 1.0 m
Fundacao	Piso	0 Pd 0.0 m

Pisos auxiliares

0.0 m
1.44 m

Cada piso pode ter rebaixos definidos nos dados do edificio, para a criação de patamares.

Escolha um pavimento abaixo do atual onde o elemento tridimensional irá se apoiar

OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Pavimento inferior de apoio ao elemento 3D, Pisos auxiliares, OK Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

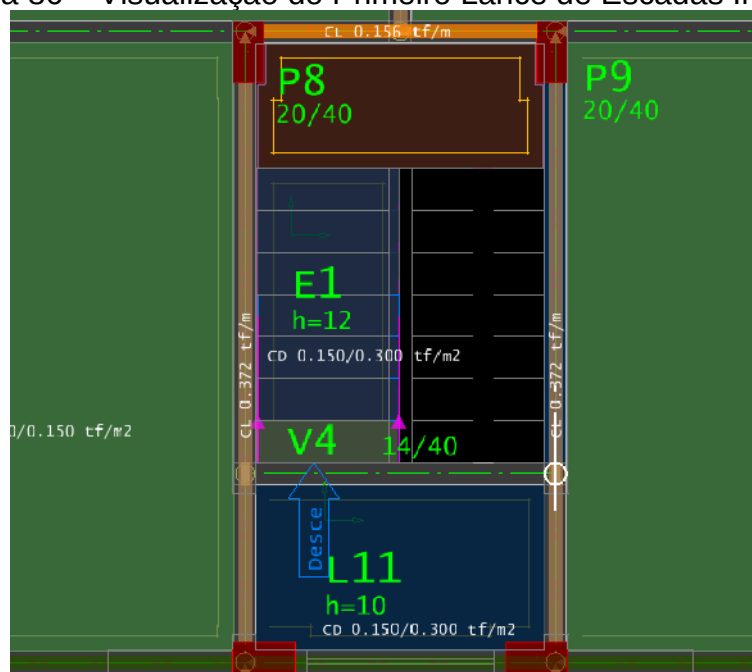
Fonte: TQS Estudante (2024).

O TQS durante o processo de inserção do lance fornece alguns comandos de orientação, sendo eles:

1. Selecionar os elementos de contorno do piso superior. Que neste projeto é a viga V3;
2. Selecionar os elementos do contorno inclinado. Sendo as setas laterais oriundas do fechamento de bordo;
3. Selecionar os elementos do contorno inferior, que neste caso é o patamar da escada.

A Figura 86 permite a visualização do primeiro lance de escadas já inserido.

Figura 86 – Visualização do Primeiro Lance de Escadas Inserido

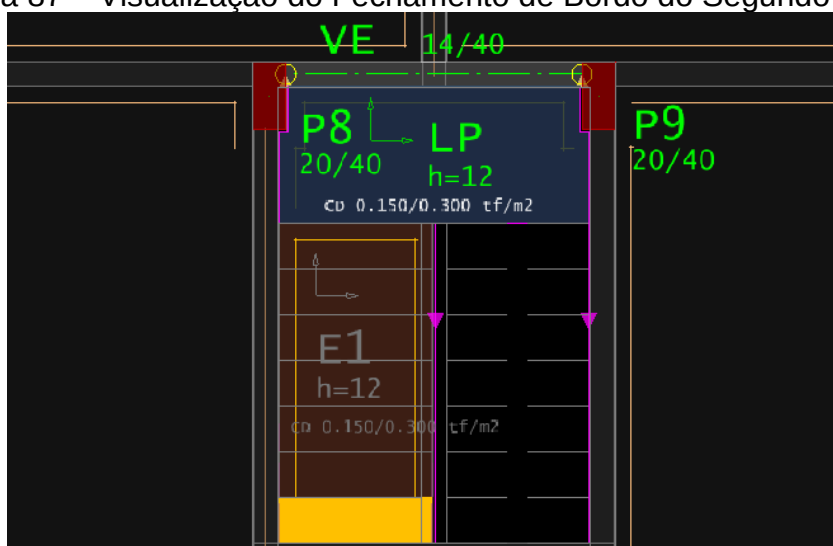


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo em rosa. Laje LP em marrom. Lance de escada em azul.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para a inserção do segundo lance de escadas o processo é semelhante ao já descrito anteriormente, com a diferença que nesse caso as referências dos elementos de contorno são alteradas. Sendo que o processo se inicia pelo nível 1,44 m. A Figura 87 indica o caminho selecionado do fechamento de bordo.

Figura 87 – Visualização do Fechamento de Bordo do Segundo Lance

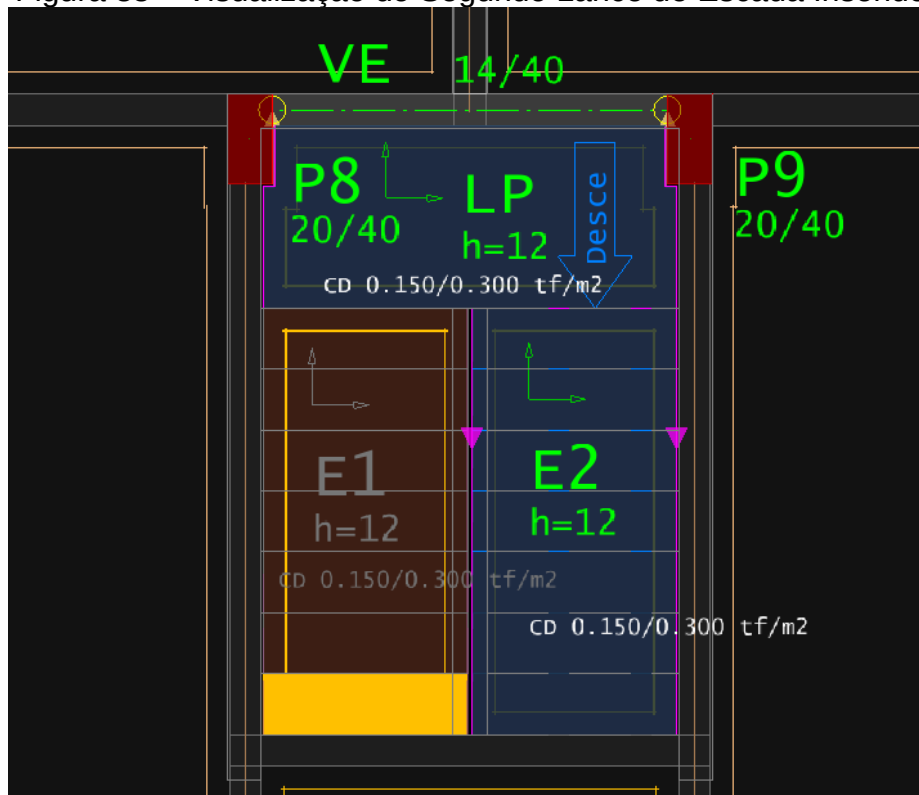


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo do segundo lance em rosa. Laje LP em marrom.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 88 permite a visualização completa dos dois lances de escadas.

Figura 88 – Visualização do Segundo Lance de Escada Inserido

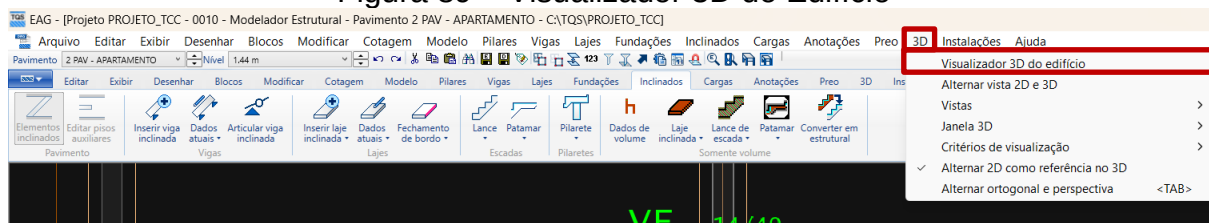


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas representadas em verde claro com nomes e dimensões em verde claro. Fechamento de bordo em rosa. Laje LP em marrom. Lance de escada em marrom, primeiro e segundo lance.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Uma ferramenta que permite uma melhor visualização do lançamento da escada é o visualizador 3D do edifício, que pode ser acessado através dos ícones descritos pela Figura 89.

Figura 89 – Visualizador 3D do Edifício



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados, Cargas, Anotações, Preo, 3D. Caixa de seleção em vermelho sobre 3D, caixa de seleção em vermelho sobre: Visualizar 3D do edifício.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na caixa aberta pode-se definir as plantas de visualização (Figura 90).

Figura 90 – Geração de Modelo Tridimensional do Edifício

Geração de modelo tridimensional do edifício

Planta inicial

- CxDagua
- 4 PAV - COBERTURA
- 3 PAV - APARTAMENTO
- 2 PAV - APARTAMENTO
- 1 PAV - GARAGEM
- Fundacao

Planta final

- CxDagua
- 4 PAV - COBERTURA
- 3 PAV - APARTAMENTO
- 2 PAV - APARTAMENTO
- 1 PAV - GARAGEM
- Fundacao

Lajes nervuradas

- ☒ Mostrar a capa
- ☒ Gerar nervuras

Fundações

- ☒ Sapatas/Blocos
- ☒ Estacas

Atributos

- ☐ Fck e taxas

Repetição

- ☒ Repetir o tipo
- ☐ Agrupar e repetir grupo

Índice

1

Armaduras

- ☐ Vigas
- ☐ Pilares
- ☐ Lajes
- ☐ Fundações
- ☐ Atualizar
- ☐ Por pavimento

Todos

Nenhum

Outros

- ☒ Referências externas 3D
- ☐ Paredes
- ☐ Tubulações

Os pavimentos correspondentes a estas plantas estarão disponíveis para visualização. Quanto menos plantas, mais rápida a visualização 3D.

OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Geração de modelo tridimensional do edifício, Planta inicial, Planta final, Lajes nervuradas, Fundações, Atributos, Repetição, Armaduras, Outros, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: 1 PAV – GARAGEM, caixa de seleção sobre: 2 PAV – APARTAMENTO, caixa de seleção sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A vista lateral do edifício, presente na Figura 91, permite a visualização dos dois lances de escada, assim como o patamar da escada.

Figura 91 – Vista Lateral do Edifício em 3D – ‘2 PAV – APARTAMENTO’



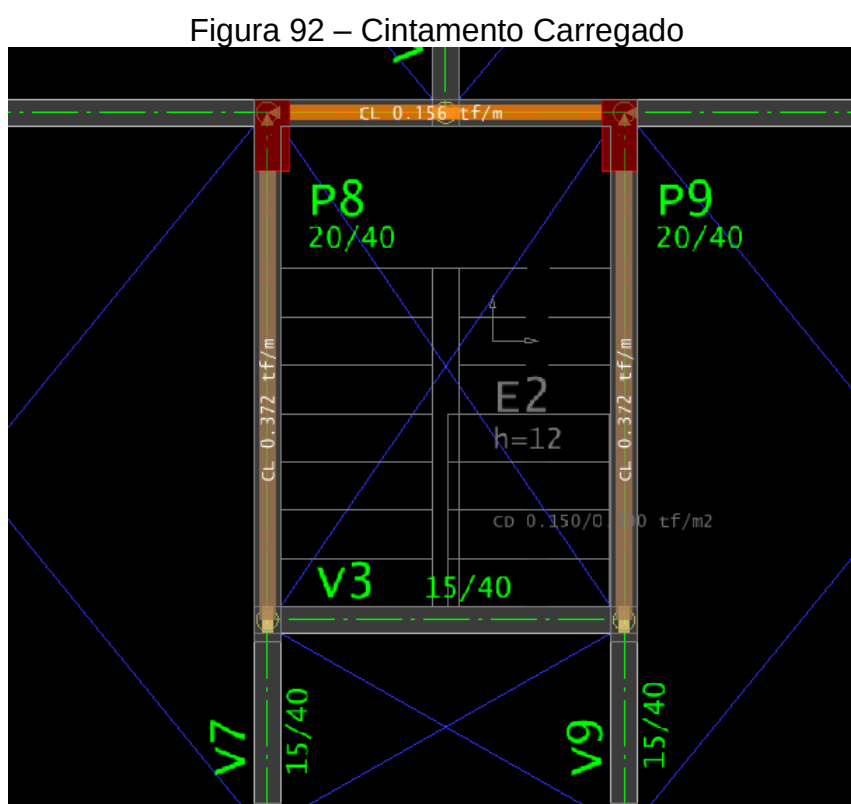
Legenda: Fundo em cinza escuro. Visualização do edifício em 3D. Lajes em cinza claro. Pilares e vigas em cinza escuro. Lances da escada e patamar da escada em cinza claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.10 Ajustes finais no modelador

2.3.10.1 Carregamento sobre o cintamento

Seleciona-se o pavimento '1PAV – GARAGEM', como o primeiro pavimento refere-se ao Pilotis, só é necessário acrescentar cargas sobre as vigas do cintamento, a Figura 92 mostra o cintamento já carregado, os valores das cargas já foram descritos anteriormente.



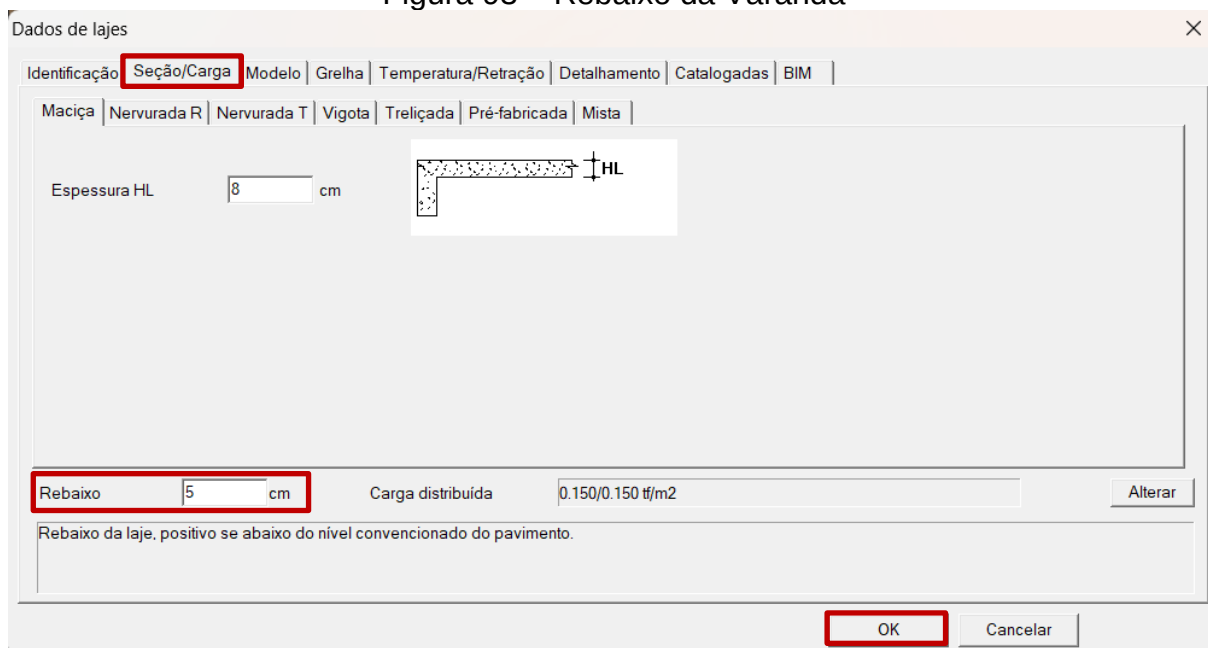
Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Cargas de vigas representadas em azul com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.10.2 Rebaixo da varanda

Na varanda, para evitar que entre água em casos de chuva é interessante que tenha um rebaixo na laje, para isso dá-se dois cliques na Laje L14, na aba 'Seção/Carga' atribui-se o valor de rebaixo que neste projeto é 5 cm (Figura 93). O mesmo procedimento é realizado para a laje L15.

Figura 93 – Rebaixo da Varanda



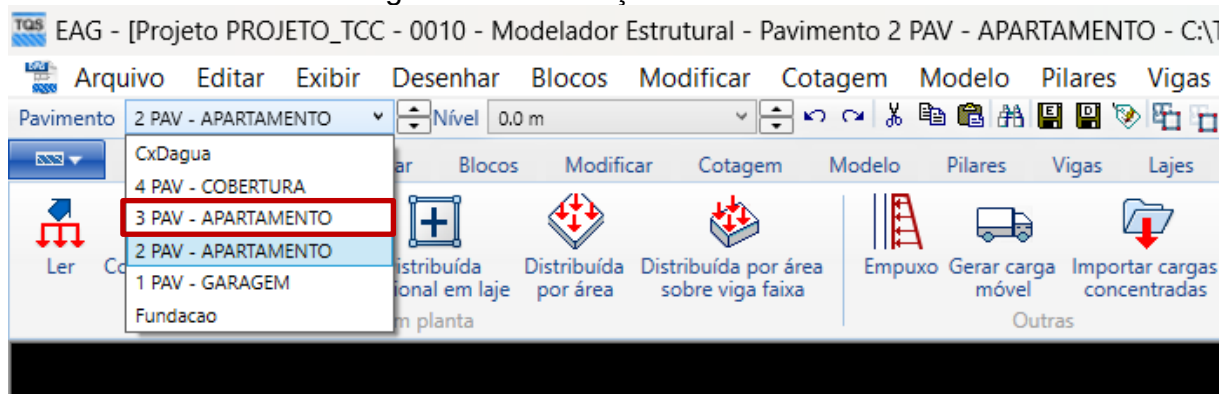
Legenda: Escritos em preto: Dados de lajes, Identificação, Inserção, Seção/Carga, Modelo, Grelha, Temperatura/Retração, Detalhamento, Catalogadas, BIM, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Seção/Carga, caixa de seleção em vermelho sobre: Rebaixo 5 cm, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.10.3 Cópia para os demais pavimentos

No TQS existe uma ferramenta muito importante denominada 'Copiar Planta', ela permite que após as definições estruturais e de carregamento de um pavimento seja possível copiar facilmente as informações de uma planta para outra. Para isso, alterna-se o pavimento mostrado na tela do Modelador Estrutural (Figura 94).

Figura 94 – Alteração de Pavimento

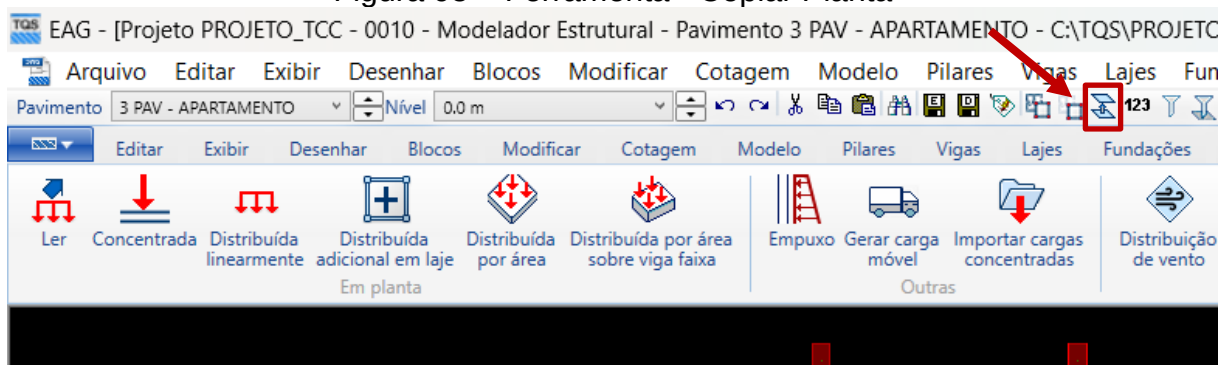


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhlar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes. Caixa de seleção em vermelho sobre: 3 PAV - APARTAMENTO.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Utiliza-se a seguir, a ferramenta 'Copiar Planta', conforme indicado na Figura 95.

Figura 95 – Ferramenta - Copiar Planta

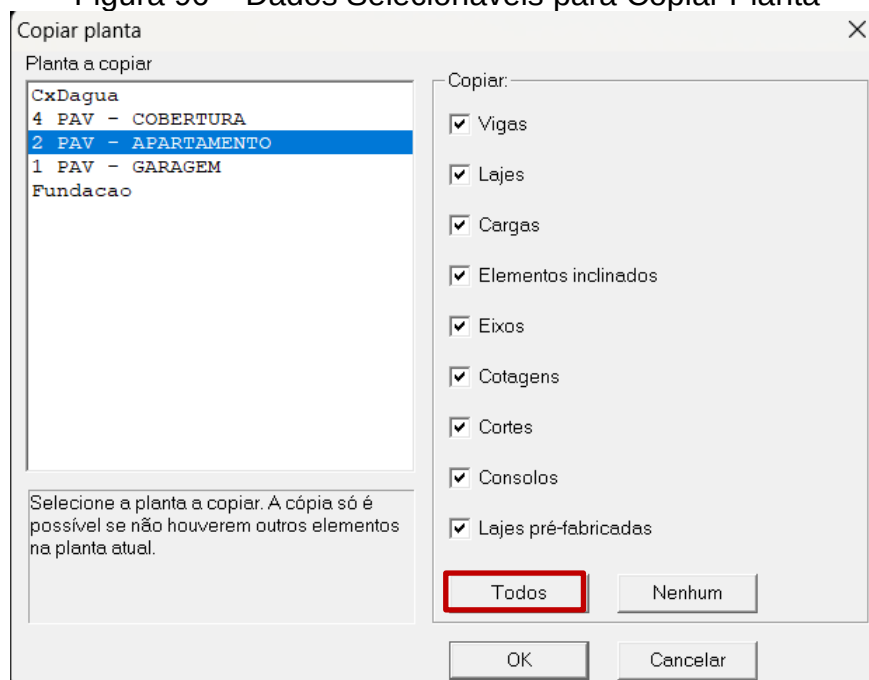


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Copiar Planta.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Uma janela para a seleção dos dados que serão copiados é aberta (Figura 96).

Figura 96 – Dados Seleccionáveis para Copiar Planta

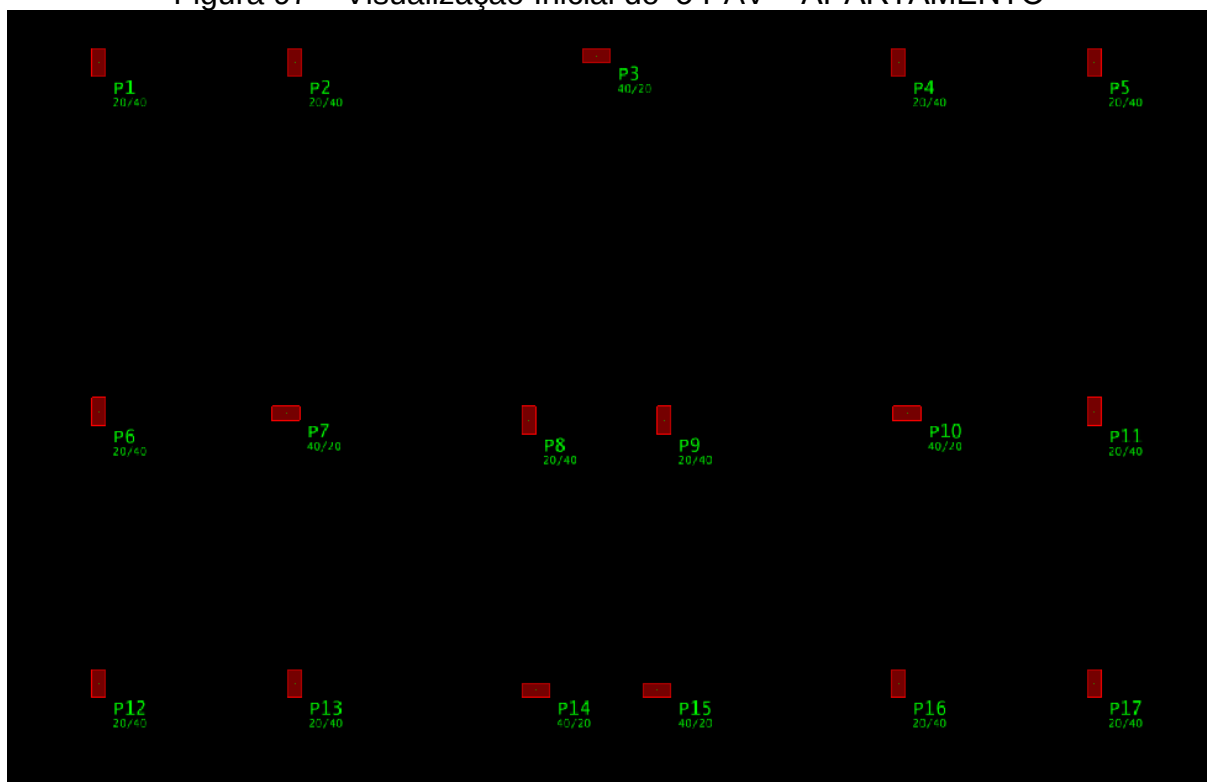


Legenda: Escritos em preto: Copiar planta, Planta a copiar, Copiar, Vigas, Lajes, Cargas, Elementos inclinados, Eixos, Cotagens, Cortes, Consolos, Lajes pré-fabricadas, Todos, Nenhum, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Todos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após confirmar a execução clicando em OK, a Figura 97 mostra a visualização inicial do '3 PAV – APARTAMENTO'.

Figura 97 – Visualização Inicial do '3 PAV – APARTAMENTO'

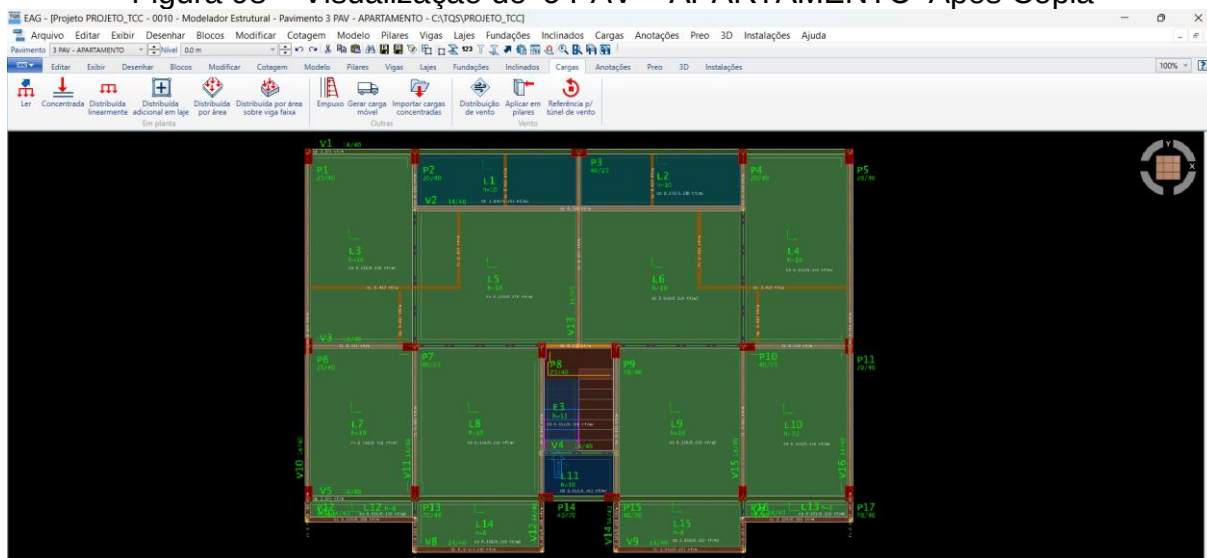


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 98 mostra a visualização do '3 PAV – APARTAMENTO' após a utilização da ferramenta Copiar Planta. O mesmo procedimento é feito para os demais pavimentos, porém as cargas da cobertura ainda serão corrigidas.

Figura 98 – Visualização do '3 PAV – APARTAMENTO' Após Cópia



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Cargas de vigas representadas em azul com nomes e dimensões em verde claro. Lajes em verde. Carregamentos em laranja. Patamares de escadas em marrom.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.10.4 Visualizador 3D do edifício

Antes da determinação da caixa d'água, uma ferramenta importante é o Visualizador 3D do Edifício, já mostrado como acessá-lo anteriormente. Porém a Figura 99, mostra as plantas inicial e final que deverão ser selecionadas.

Figura 99 – Geração de Modelo Tridimensional do Edifício

Geração de modelo tridimensional do edifício

Planta inicial	Planta final
CxDagua	CxDagua
4 PAV - COBERTURA	4 PAV - COBERTURA
3 PAV - APARTAMENTO	3 PAV - APARTAMENTO
2 PAV - APARTAMENTO	2 PAV - APARTAMENTO
1 PAV - GARAGEM	1 PAV - GARAGEM
Fundacao	Fundacao

Lajes nervuradas

☒ Mostrar a capa

☒ Gerar nervuras

Fundações

☒ Sapatas/Blocos

☒ Estacas

Atributos

☐ Fck e taxas

Repetição

☒ Repetir o tipo Índice: 1

☐ Agrupar e repetir grupo

Armaduras

☐ Vigas

☐ Pilares

☐ Lajes

☐ Fundações

☐ Atualizar Todos

☐ Por pavimento Nenhum

Outros

☒ Referências externas 3D

☐ Paredes

☐ Tubulações

Os pavimentos correspondentes a estas plantas estarão disponíveis para visualização. Quanto menos plantas, mais rápida a visualização 3D.

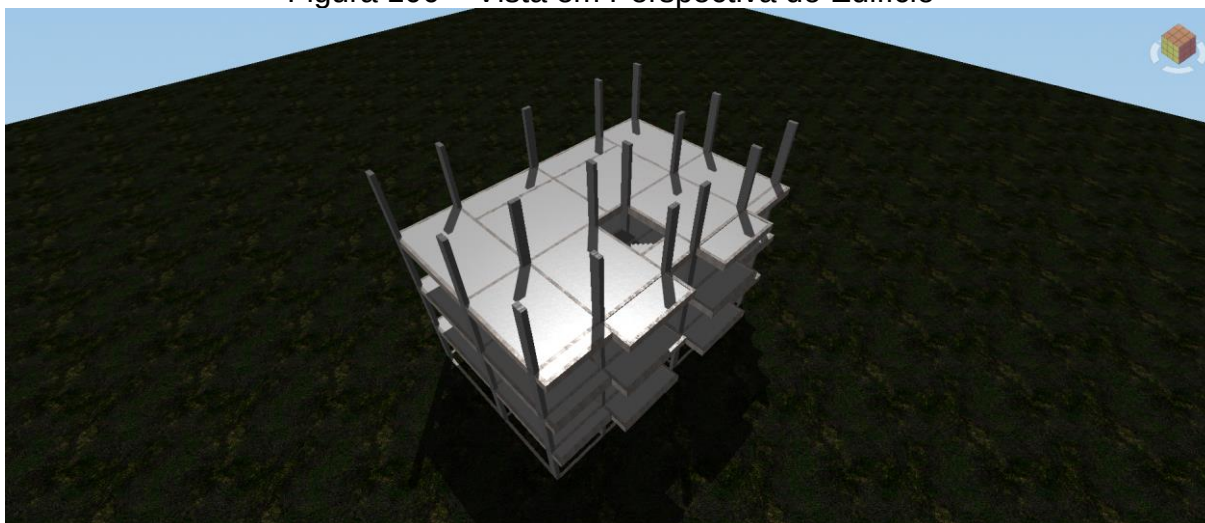
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Geração de modelo tridimensional do edifício, Planta inicial, Planta final, Lajes nervuradas, Fundações, Atributos, Repetição, Armaduras, Outros, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Fundacao, caixa de seleção sobre: CxDagua, caixa de seleção sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A vista em perspectiva do edifício pode ser verificada pela Figura 100, onde vê-se que o comprimento de alguns pilares precisa ser corrigido, permanecendo apenas os referentes a caixa d'água.

Figura 100 – Vista em Perspectiva do Edifício

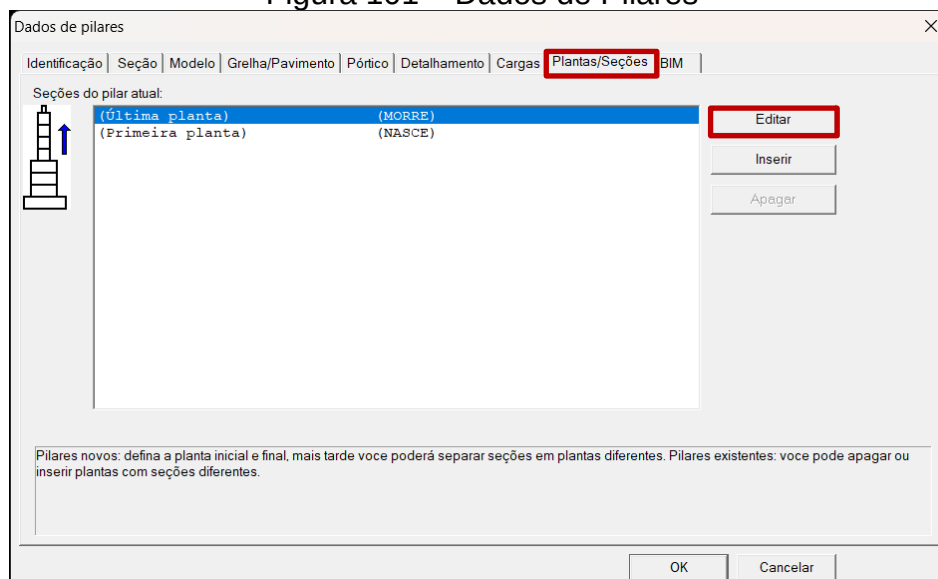


Legenda: Fundo em cinza escuro. Visualização do edifício em 3D. Lajes em cinza claro. Pilares e vigas em cinza escuro. Todos os pilares passando a última laje.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A correção do comprimento dos pilares pode ser feita de duas formas, individualmente sobre cada pilar ou de forma múltipla. No caso de um pilar por vez, dá-se dois cliques sobre o pilar, já para o caso de mais de um pilar por vez usa-se a tecla 'F6', em seguida a tecla 'D' e por fim seleciona os pilares necessários. Figura 101 representa a janela que será aberta onde pode-se definir a planta inicial e final do pilar.

Figura 101 – Dados de Pilares

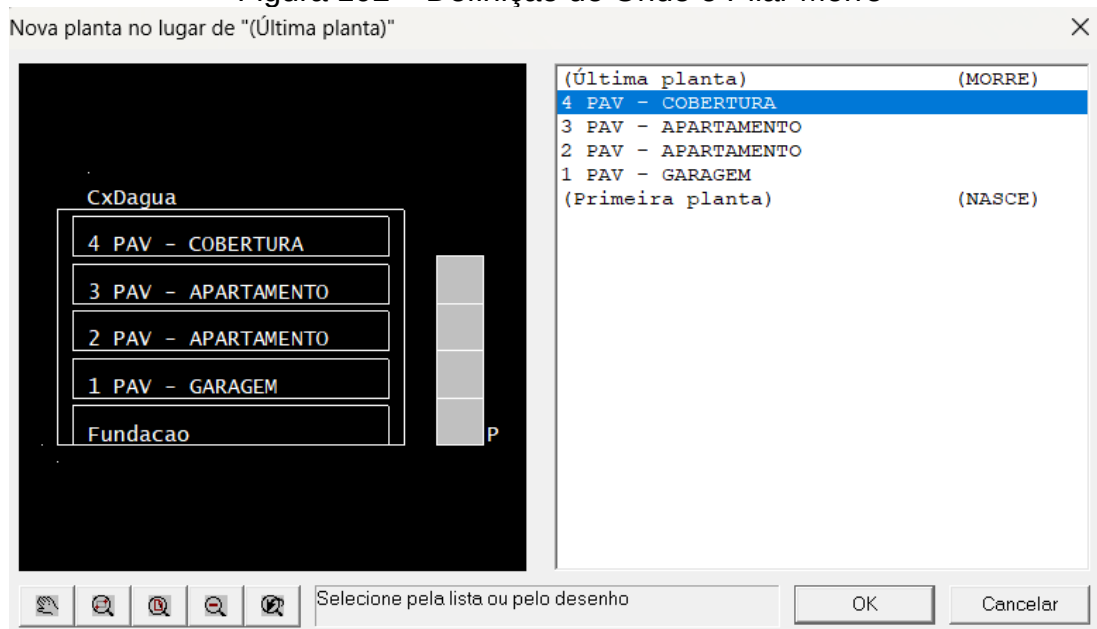


Legenda: Escritos em preto: Dados de pilares, Identificação, Seção, Modelo, Grelha/Pavimento, Pórtico, Detalhamento, Cargas, Plantas/Seções, BIM, Seções do pilar atual. Caixa de seleção em vermelho sobre: Plantas/Seções, caixa de seleção em vermelho sobre: Editar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após clicar em editar a última planta, uma janela será aberta para seleção do pavimento que o pilar morre (Figura 102).

Figura 102 – Definição de Onde o Pilar Morre

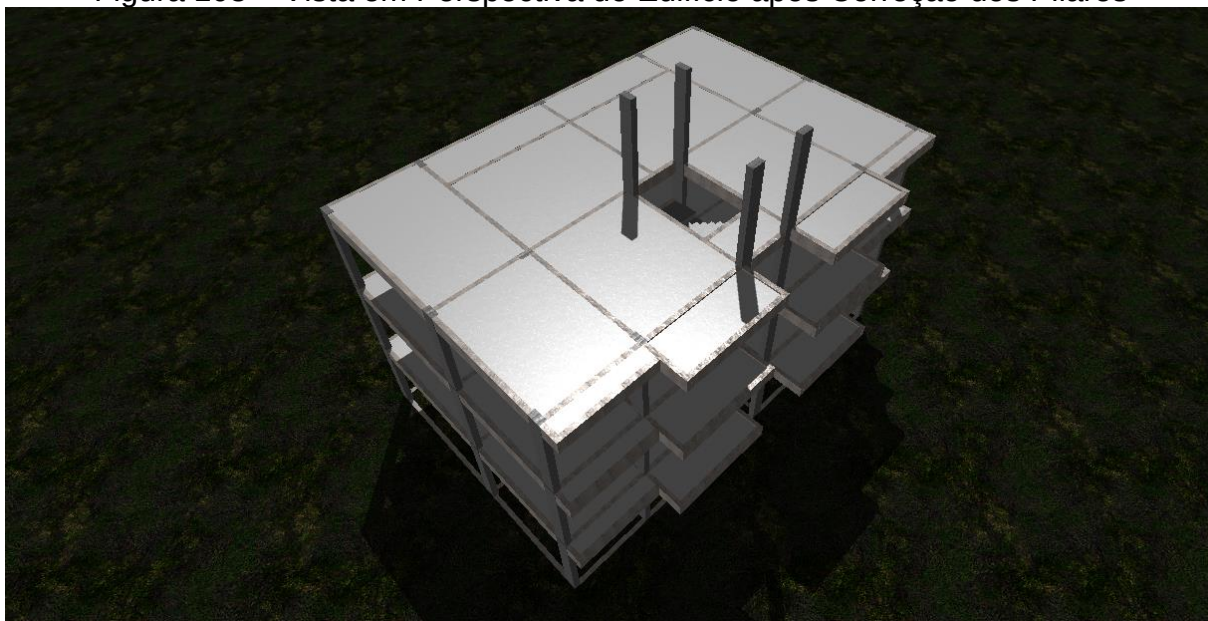


Legenda: Escritos em preto: Nova planta no lugar de "(Última planta)", OK, Cancelar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 103 mostra a visualização em perspectiva do edifício tridimensional com os pilares já corrigidos.

Figura 103 – Vista em Perspectiva do Edifício após Correção dos Pilares



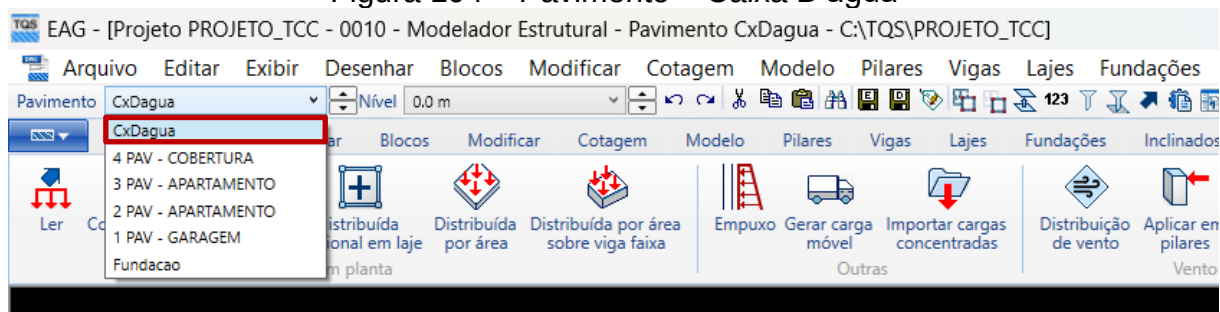
Legenda: Fundo em cinza escuro. Visualização do edifício em 3D. Lajes em cinza claro. Pilares e vigas em cinza escuro. Pilares passando a última laje apenas os referentes a caixa d'água.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.10.5 Caixa d'água

Em primeiro momento vai-se até o pavimento referente a caixa d'água como indicado pela Figura 104.

Figura 104 – Pavimento – Caixa D'água

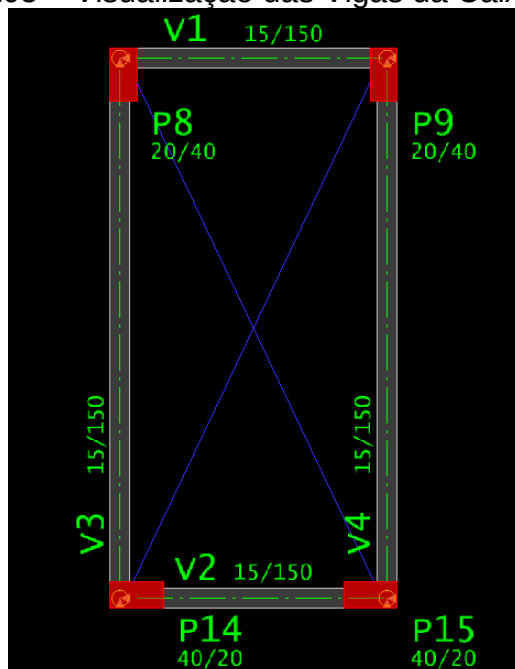


Legenda: Escritos em azul: Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: CxDagua.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois disso são inseridas as vigas da caixa d'água, sendo de dimensões 15 x 150 cm (Figura 105).

Figura 105 – Visualização das Vigas da Caixa D'água



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Vigas em cinza com nomes e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Como essas são vigas paredes o próximo passo é renomeá-las (Figura 106).

Figura 106 – Renomeação das Vigas da Caixa D'água

Dados Gerais da Viga

Identificação | Inserção | Seção/Carga | Modelo | Intersecções | Temperatura/Retração | Detalhamento | BIM

Numérica
Viga V Próxima

Em uso

Alfanumérica
Título opcional

Em uso

Renumeração
☐ Realinhar identificação

Renumerável ☒ Não ☐ Sim

Linha de chamada do título
☒ Conforme critérios de desenho
☐ Não
☐ Sim

Número que identifica a viga. Cada viga deve ter um número único de identificação.

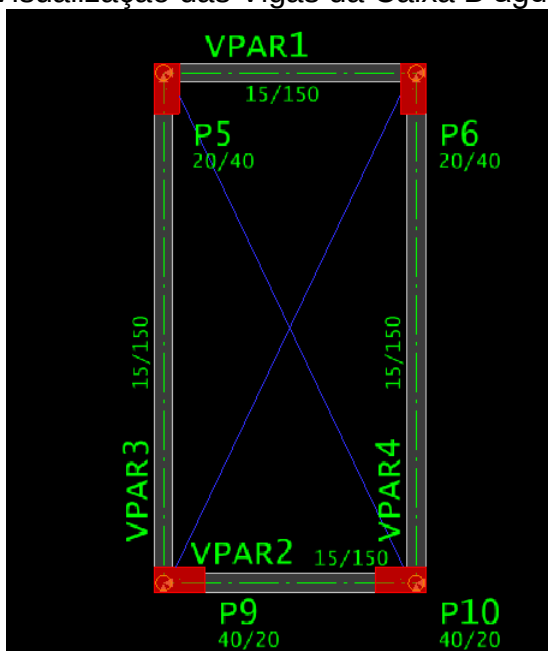
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Dados Gerais da Viga, Identificação, Inserção, Seção/Carga, Modelo, Intersecções, Temperatura/Retração, Detalhamento, BIM, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Título opcional, caixa de seleção em vermelho sobre: não renumerável.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 107 permite a visualização das vigas paredes já renomeadas.

Figura 107 – Visualização das Vigas da Caixa D'água Renomeadas

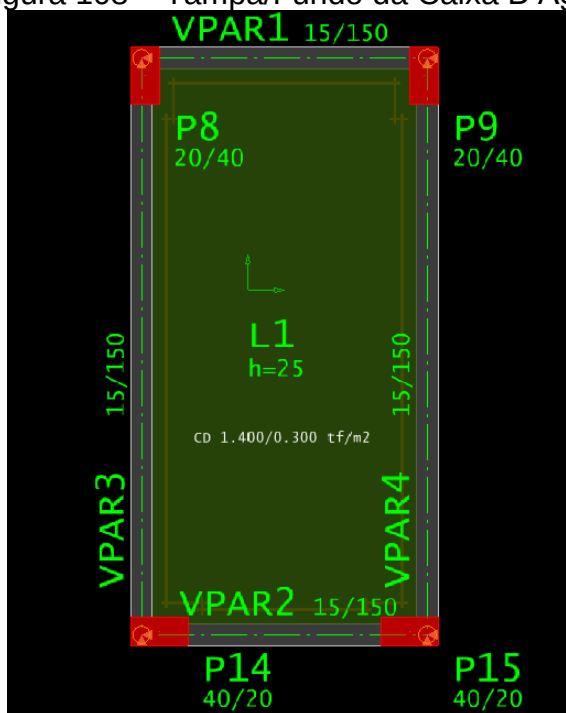


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Cargas de vigas representadas em azul com nomes e dimensões em verde claro. Linhas azuis se cruzando representando que as vigas estão sujeitas a receber lajes.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Agora que todas as paredes já foram inseridas, pode-se inserir a tampa da caixa d'água, que nada mais é do que uma laje de 10 cm, porém como artifício do TQS, a laje inserida tem altura de 25 cm, sendo 10 cm referente a tampa e 15 cm referente ao fundo, como indicado pela Figura 108.

Figura 108 – Tampa/Fundo da Caixa D'Água



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Cargas de vigas representadas em azul com nomes e dimensões em verde claro. Laje em verde com nome e dimensões em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

As cargas sobre as lajes da caixa d'água foram obtidas da seguinte forma:

- Tampa:

$$\text{Pavimentação} + \text{Impermeabilização} \rightarrow g = 0,150 \frac{t}{m^2} \quad (12)$$

$$\text{Carga acidental} \rightarrow q = 0,300 \frac{t}{m^2} \quad (13)$$

- Fundo:

$$\text{Impermeabilização} \rightarrow g_1 = 0,150 \frac{t}{m^2} \quad (14)$$

$$\text{Água} \rightarrow g_2 = 1,100 \frac{t}{m^2} \quad (15)$$

$$Total \rightarrow g = 1,250 \frac{t}{m^2} \quad (16)$$

Como foi considerado a soma da tampa e do fundo:

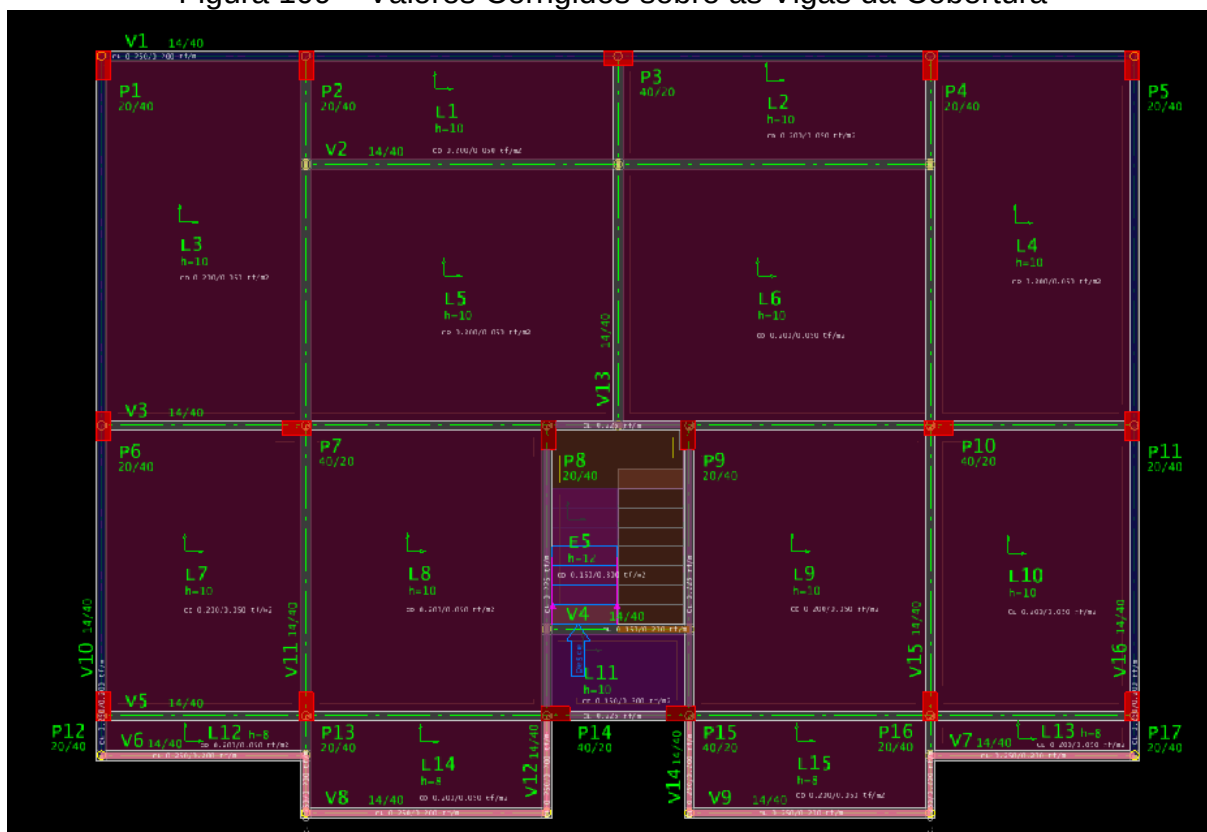
$$g = 1,400 \frac{t}{m^2} \quad (17)$$

$$q = 0,300 \frac{t}{m^2} \quad (18)$$

2.3.10.6 Carregamento da cobertura

No 4º Pavimento não existe carregamentos referentes as cargas de parede como nos pisos abaixo, por isso foram removidas e ajustadas as cargas sobre as vigas externas. A Figura 109 mostra os valores corrigidos sobre as vigas da cobertura.

Figura 109 – Valores Corrigidos sobre as Vigas da Cobertura



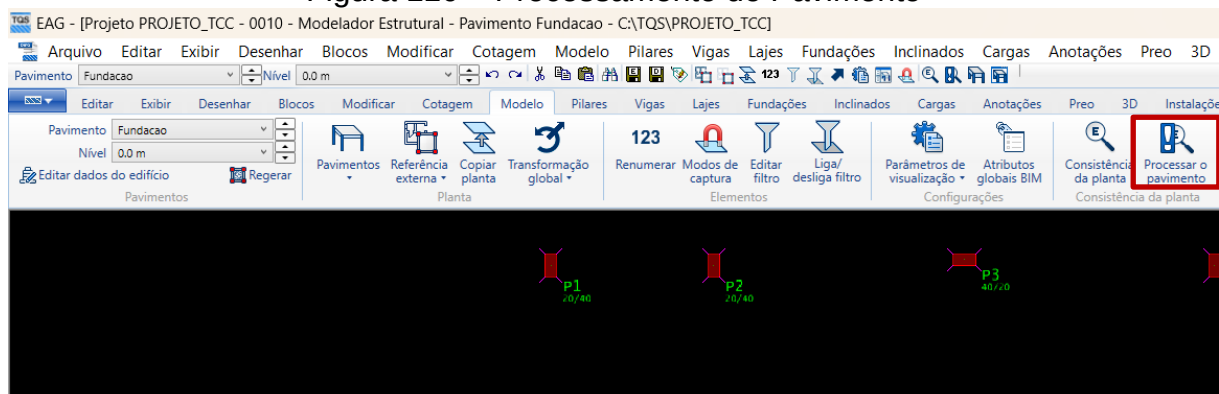
Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Cargas de vigas representadas em azul com nomes e dimensões em verde claro. Lajes em vinho. Carregamentos exteriores em azul. Patamares de escadas em marrom.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.11 Processamento do edifício

Um passo importante antes de processar o edifício, é dentro do modelador estrutural entrar em cada pavimento e processar individualmente um por um, para isso utiliza a ferramenta 'Processar o pavimento' (Figura 110).

Figura 110 – Processamento do Pavimento

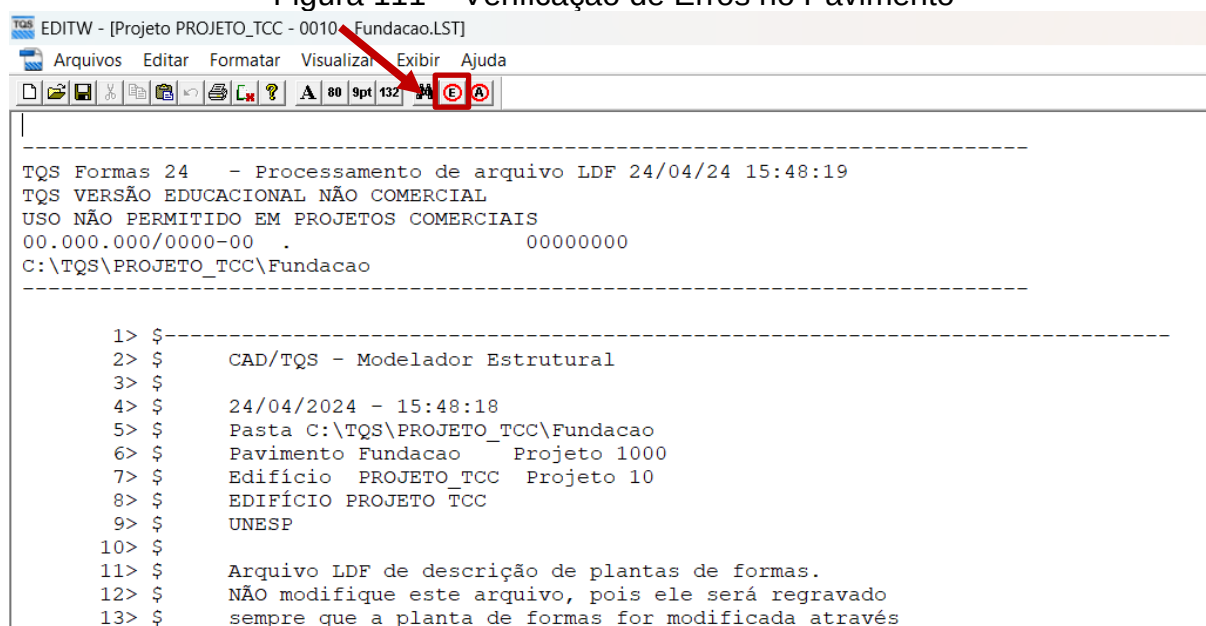


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações, Cargas, Anotações, Preo, 3D. Caixa de seleção em vermelho sobre: Processar o pavimento.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Será aberta uma janela onde pode-se clicar no ícone de 'Verificação de erros' (Figura 111).

Figura 111 – Verificação de Erros no Pavimento

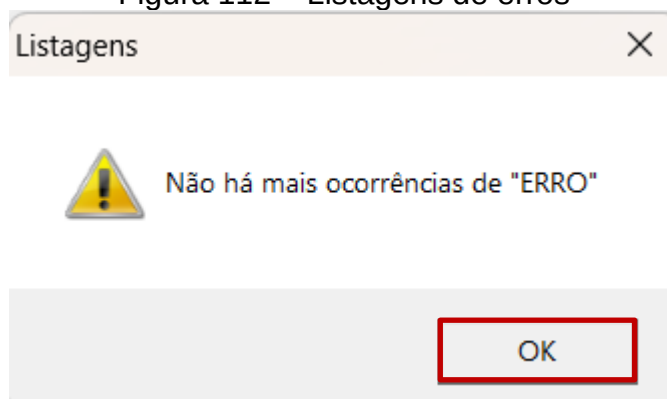


Legenda: Texto em preto: Arquivos, Editar, Formatar, Visualizar, Exibir, Ajuda. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Verificação de erros.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Caso apareça a mensagem apresentada pela Figura 112 para todos os pavimentos, o edifício não possui erros e poderá ser processado posteriormente.

Figura 112 – Listagens de erros

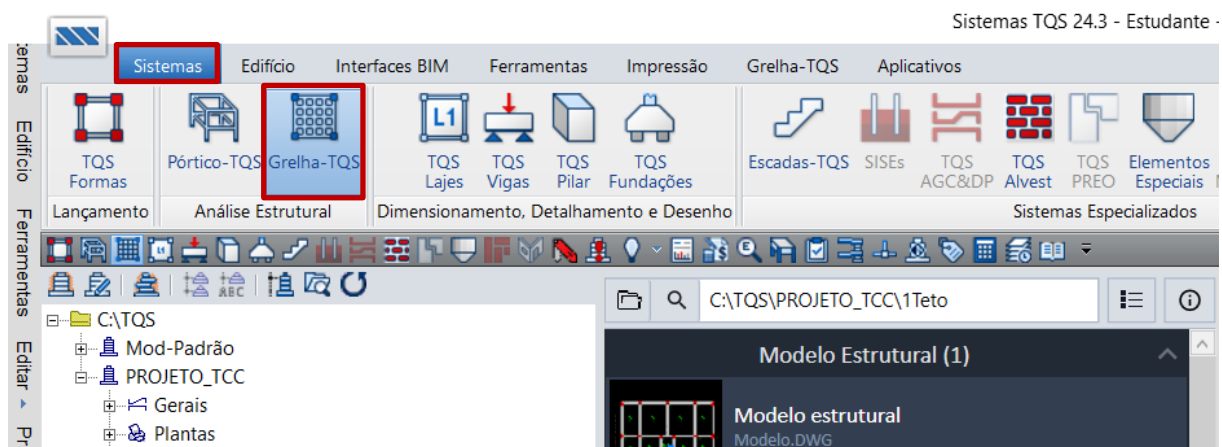


Legenda: Textos em preto: Listagens, Não há mais ocorrências de “ERRO”, OK. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para verificar as flechas máximas das lajes, pode-se acessar a aba ‘Sistemas’ e ‘Grelha-TQS’ (Figura 113).

Figura 113 – TQS Formas

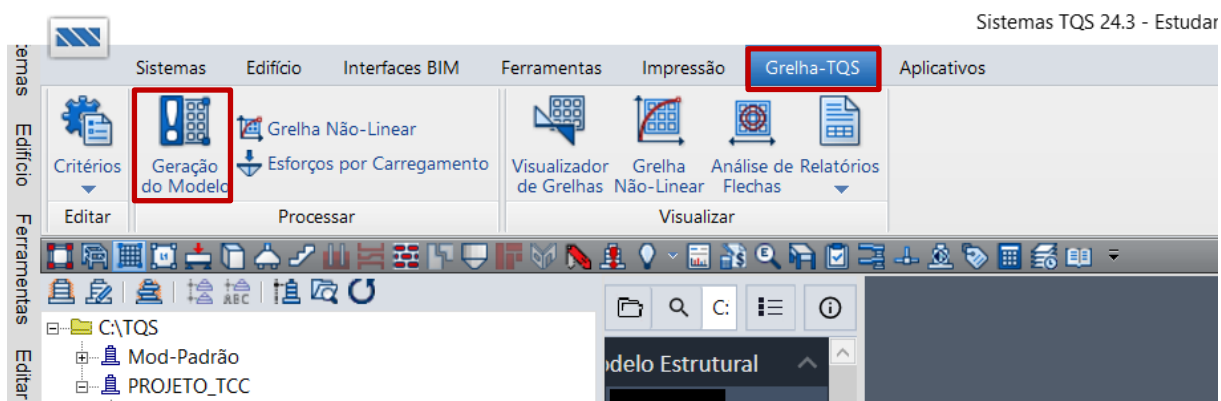


Legenda: Escritos em preto: Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Grelha-TQS, Aplicativos, escritos em branco: Sistemas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sistemas, caixa de seleção em vermelho sobre: Grelha-TQS.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Em seguida solicitar a Geração de Modelos após selecionar o pavimento de interesse, no caso deste projeto é o ‘2 PAV – APARTAMENTO’ (Figura 114).

Figura 114 – Geração do Modelo

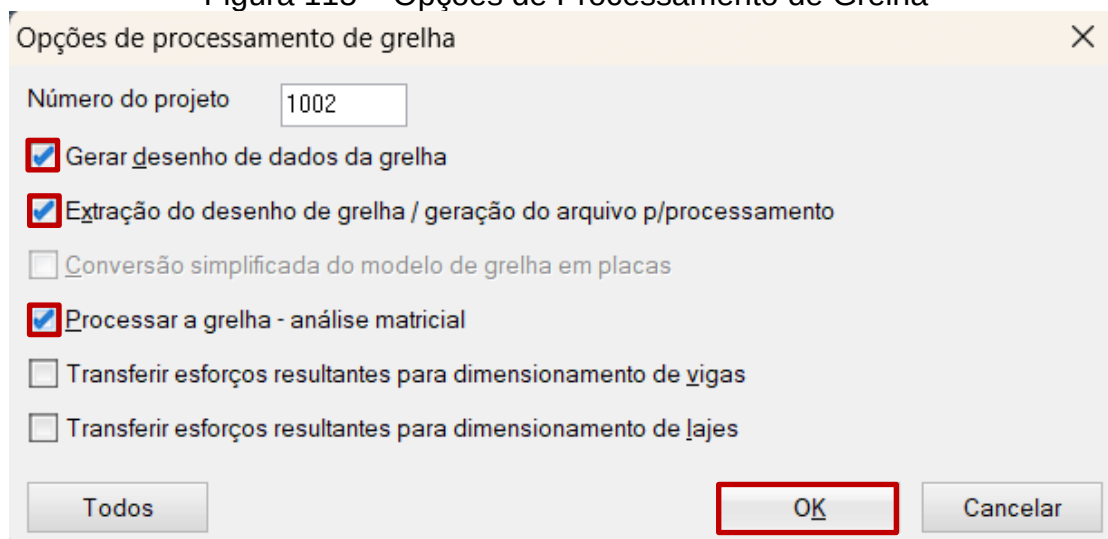


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: Grelha-TQS. Caixa de seleção em vermelho sobre: Grelha-TQS, caixa de seleção em vermelho sobre: Geração de Modelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na janela que será aberta, deixam-se selecionadas as opções mostradas na Figura 115.

Figura 115 – Opções de Processamento de Grelha

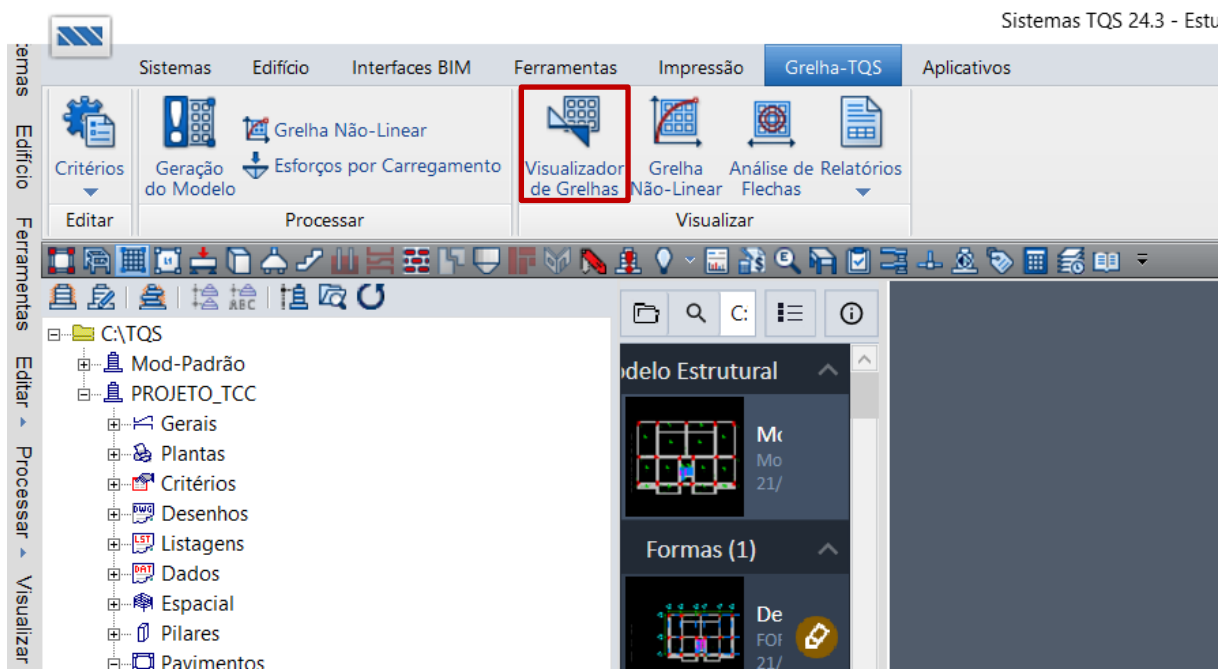


Legenda: Escritos em preto: Opções de processamento de grelha, Número do projeto. Caixa de seleção em vermelho sobre: Gerar desenho de dados da grelha, caixa de seleção em vermelho sobre: Extração do desenho de grelha/geração do arquivo p/processamento, caixa de seleção em vermelho sobre: Processar a grelha – análise matricial, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Logo após clicar em 'Visualizador de Grelhas' (Figura 116).

Figura 116 – Visualizador de Grelhas

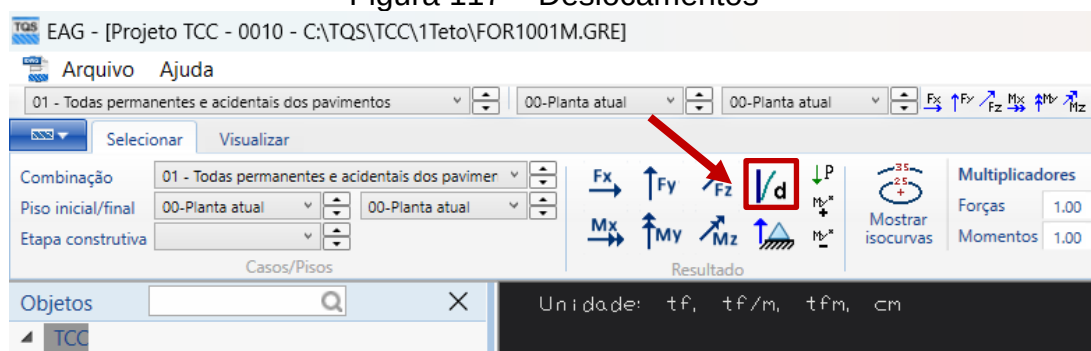


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: Grelha-TQS. Caixa de seleção em vermelho sobre: Visualizador de Grelhas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 117 mostra onde é possível selecionar para que os deslocamentos sejam apresentados.

Figura 117 – Deslocamentos

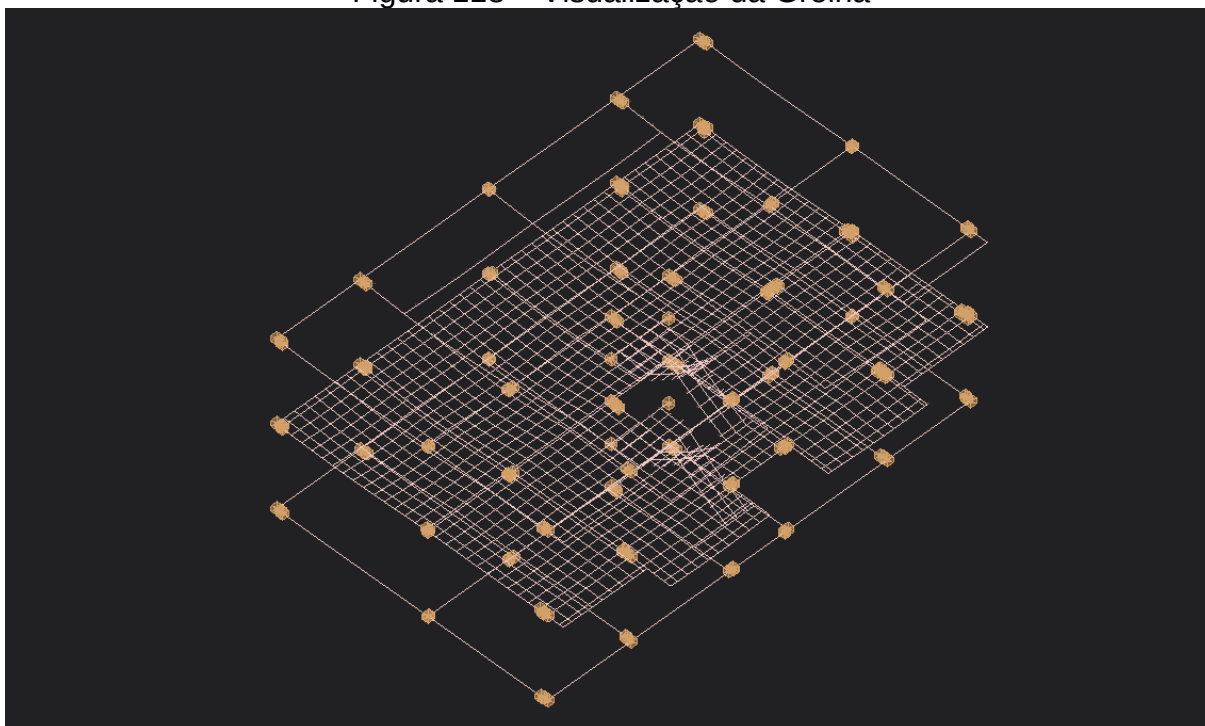


Legenda: Escritos em preto: Arquivo, Ajuda, Selecionar, Visualizar, Combinação, Piso inicial/final, Etapa construtiva. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Deslocamentos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 118 traz uma visualização geral da grelha sobre os deslocamentos.

Figura 118 – Visualização da Grelha

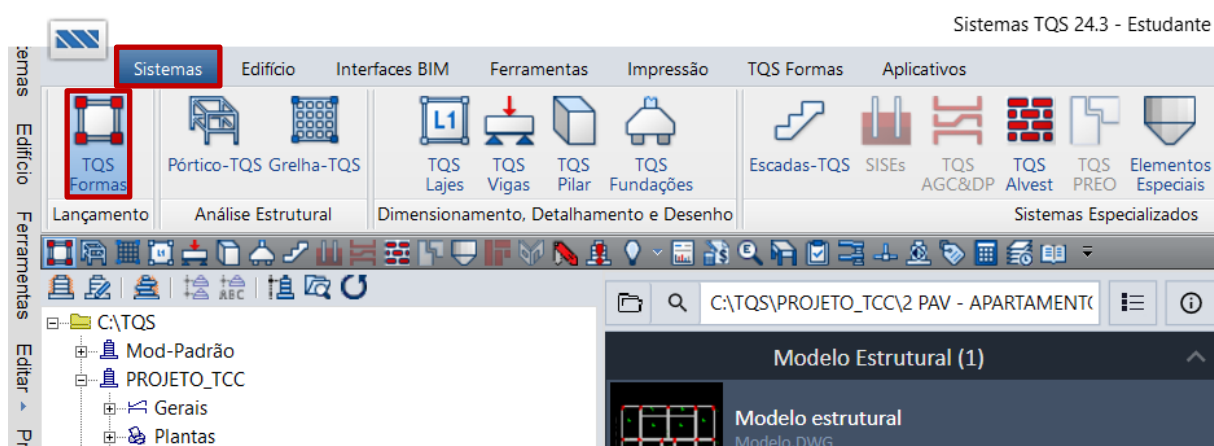


Legenda: Fundo em preto. Grelha em amarelo representando os deslocamentos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Outras verificações importantes são as vinculações entre vigas e a distribuição das cargas nas lajes. Para isso primeiramente clica-se em ‘Sistemas’ depois em ‘TQS Formas’ (Figura 119).

Figura 119 – TQS Formas

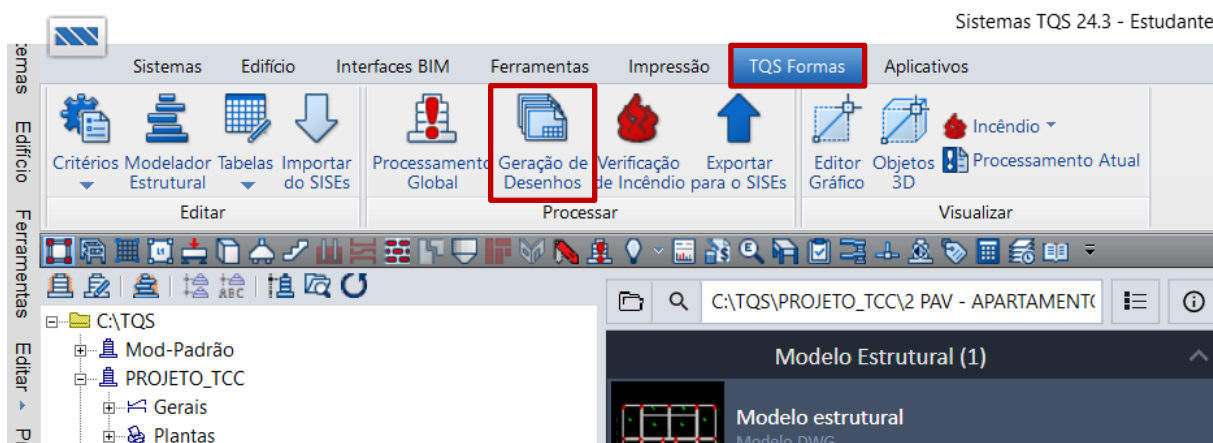


Legenda: Escritos em preto: Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, TQS Formas, Aplicativos, escritos em branco: Sistemas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sistemas, caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Formas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Dentro da aba ‘TQS Formas’ deve-se clicar em ‘Geração de desenhos’ (Figura 120).

Figura 120 – Geração de Desenhos

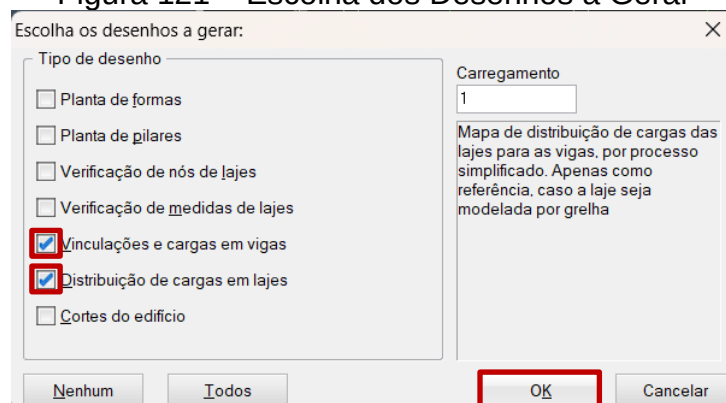


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Formas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Formas, caixa de seleção em vermelho sobre: Geração de Desenhos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

E por fim selecionar os desenhos que se deseja analisar, nesse caso foram selecionadas 'Vinculações e cargas em vigas' e 'Distribuição de cargas em lajes' (Figura 121).

Figura 121 – Escolha dos Desenhos a Gerar

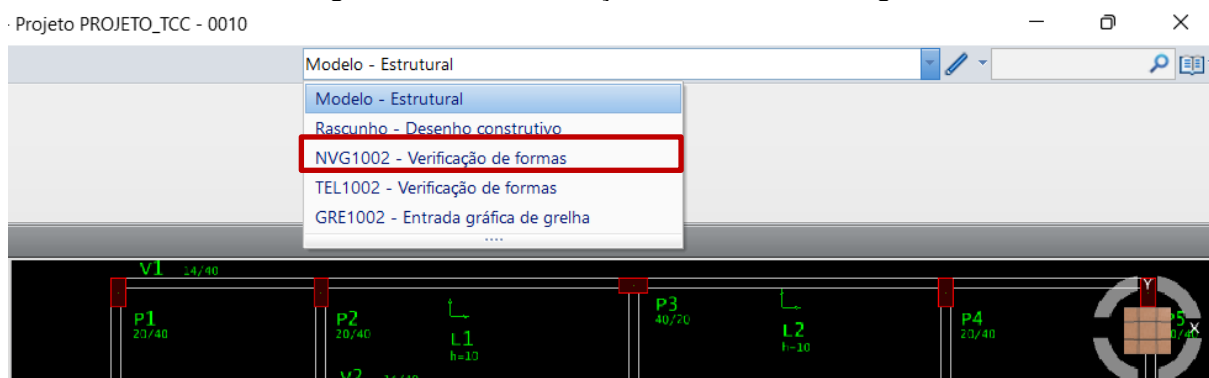


Legenda: Escritos em preto: Escolha dos desenhos a gerar, Tipo de desenho, Carregamento, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: vinculações e cargas em vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: distribuição de cargas em lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 122 mostra como acessar o desenho que apresenta a vinculação entre vigas.

Figura 122 – Verificação de Formas – Vigas

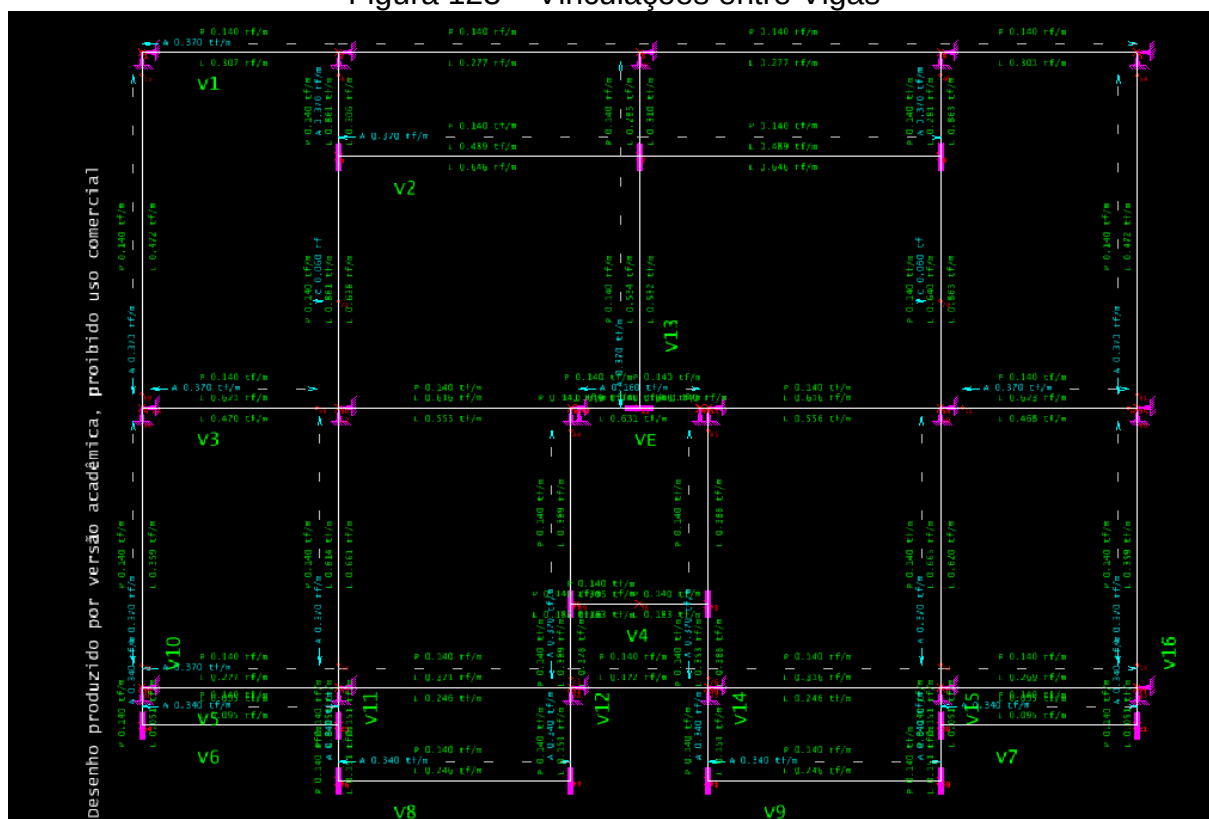


Legenda: Escritos em preto: Modelo – Estrutural. Escritos em azul: Rascunho – Desenho construtivo, NVG1001 – Verificação de formas, TQL1001 – Verificação de formas, GRE1001 – Entrada gráfica de grelha. Caixa de seleção em vermelho sobre: NVG1001 – Verificação de formas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 123 mostra sua visualização geral das vinculações entre vigas.

Figura 123 – Vinculações entre Vigas



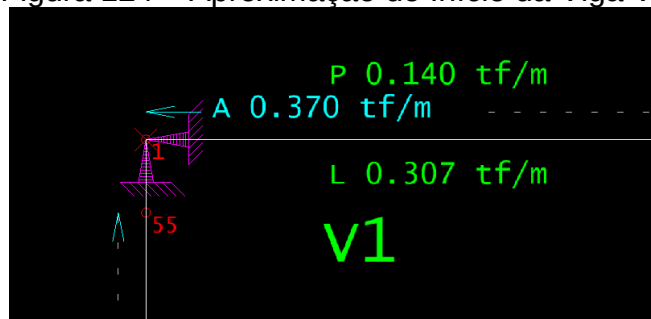
Legenda: Fundo em preto. Apoios representados em rosa. Reações de apoio em azul claro. Cargas de lajes escritas em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao aproximar o desenho, na Figura 124, pode-se ver com mais detalhes os valores referentes as cargas da laje sobre o início da viga V1, representados por 'L

0,307 tf/m', enquanto o peso próprio da viga é de 'P 0,140 tf/m'. E o valor de 'A 0,370 tf/m' representa as cargas adicionadas de alvenaria.

Figura 124 – Aproximação do Início da Viga V1

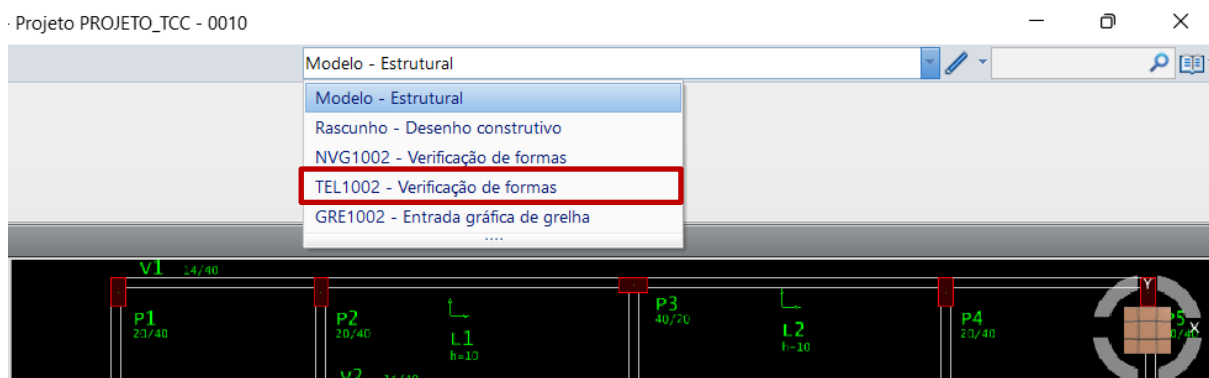


Legenda: Fundo em preto. Apoios representados em rosa. Reações de apoio em azul claro. Cargas de lajes escritas em verde claro. Aproximação para o início da viga V1.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 125 mostra como acessar o desenho de distribuição de cargas em lajes.

Figura 125 – Verificação de Formas – Lajes

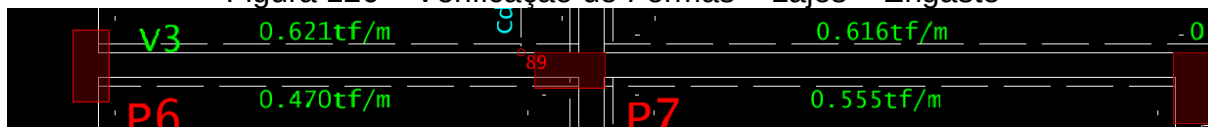


Legenda: Escritos em preto: Modelo – Estrutural. Escritos em azul: Rascunho – Desenho construtivo, NVG1001 – Verificação de formas, TQL1001 – Verificação de formas, GRE1001 – Entrada gráfica de grelha. Caixa de seleção em vermelho sobre: TEL1001 – Verificação de formas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 126 permite visualizar um dos tipos de vinculação entre lajes que é chamada de engaste.

Figura 126 – Verificação de Formas – Lajes – Engaste

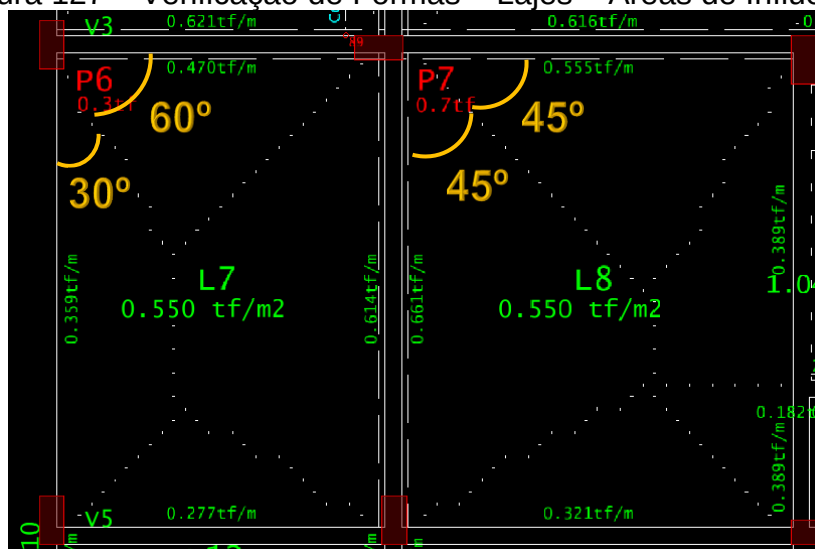


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho. Títulos de pilares em vermelho. Engastes representados por linha tracejada em cinza claro. Aproximação para o início da viga V3.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 127 mostra como os diferentes tipos de vinculação entre lajes influenciam na área de influência das cargas nas lajes. Se a vinculação for do tipo engaste-engaste, ambos os ângulos da linha que divide as duas áreas de influência terão 45°. Porém, se for engaste-apoio simples, terá 60° e 30°, respectivamente.

Figura 127 – Verificação de Formas – Lajes – Áreas de Influência



Legenda: Fundo em preto. Pirares em vermelho. Títulos de pilares em vermelho. Engastes representados por linha tracejada em cinza claro. Linhas brancas pontilhadas no centro das lajes representando as áreas de influência. Aproximação para as lajes L7 e L8. Ângulos em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na Figura 128 pode-se ver com o código CD, referente a carga distribuída, as cargas oriundas das alvenarias diretamente sobre a laje.

Figura 128 – Verificação de Formas – Lajes – Carga Distribuída



Legenda: Fundo em preto. Pírares em vermelho. Títulos de pilares em vermelho. Engastes representados por linha tracejada em cinza claro. Linhas brancas pontilhadas no centro das lajes representando as áreas de influência. Linhas traço-ponto representando as paredes sobre lajes em branco. Aproximação para as lajes L1, L2, L3 e L4.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Figura 130 – Cargas – Vento

Dados do edifício: Projeto PROJETO_TCC - 0010

Gerais | Modelo | Pavimentos | Materiais | Cobrimentos | **Cargas** | Critérios | Gerenciamento

Verticais | **Vento** | Adicionais | Adicionais-2 | Combinações

V0 - Velocidade básica: 45 m/s

S1 - Fator do terreno: 1.00

S2 - Categoria de rugosidade: I

S2 - Classe da edificação: A

S3 - Fator estatístico: 1.10

Ângulo	C.A.	Def Cot	Cot ini
1	90	1 Não	0
2	270	1 Não	0
3	0	1 Não	0
4	180	1 Não	0

Cota inicial para aplicação de vento

Inserir Apagar Calcular CAs

☐ Excentricidade em todos os casos 150 %

☐ Casos de vento nas plantas de formas

Tabelas de excentricidades e forças impostas

Excentricidades do caso selecionado

Ler tabelas de túnel de vento - planilha SDF

Ler tabelas de túnel de vento - FTV XML

Avançado...

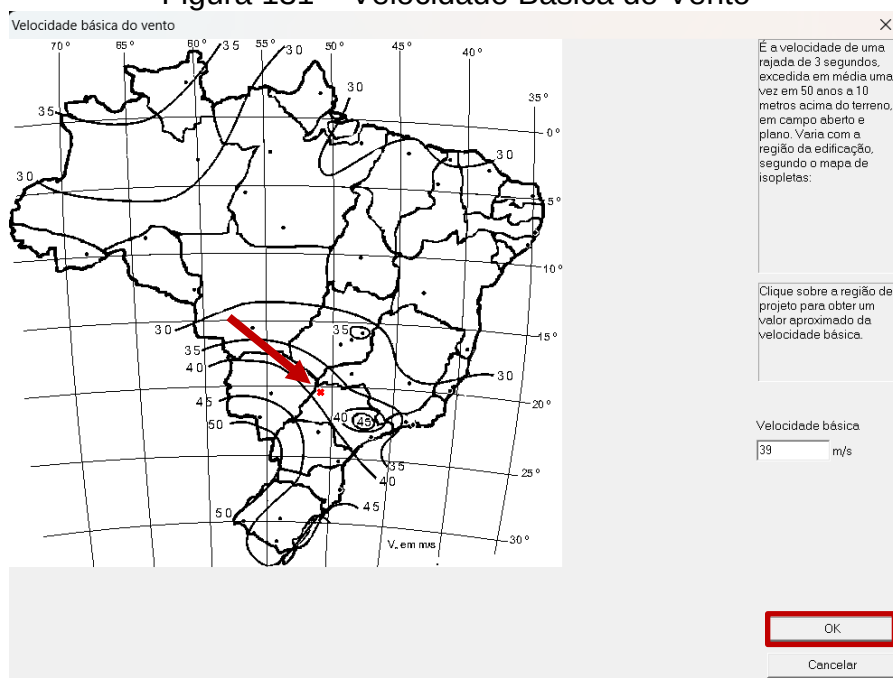
Forneça as variáveis para cálculo de vento conforme a norma ou especifique valores especiais ou de ensaio no item

Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Verticais, Vento, Adicionais, Combinações, Ângulo, C.A, Inserir, Apagar, Calcular CAs. Caixa de seleção em vermelho sobre: Cargas, caixa de seleção em vermelho sobre: Vento, caixa de seleção em vermelho sobre: V0, S1, S2 e S3.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 131 mostra o mapa do Brasil para seleção do ponto onde será executada a obra, e a partir daí o próprio TQS fornece o valor da velocidade básica do vento.

Figura 131 – Velocidade Básica do Vento



Legenda: Escritos em preto: Velocidade básica do vento, OK, Cancelar. Seta em vermelho apontando para o ponto definido no projeto. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O fator do terreno é adicionado de forma manual no TQS (Figura 132).

Figura 132 – Fator do Terreno

Legenda: Escritos em preto: Fator do terreno, Fator topográfico, que leva em consideração as variações do relevo do terreno, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para categoria de rugosidade o TQS fornece, segundo a norma, cinco categorias para seleção (Figura 133).

Figura 133 – Categoria de Rugosidade

Legenda: Escritos em preto: Categoria de rugosidade. Caixa de seleção em vermelho sobre: III – Terrenos planos ou ondulados, com obstáculos. Muros, árvores, edificações baixas, fazendas, subúrbios com casas baixas, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Com relação a classe da edificação são três tipos de acordo com as dimensões da edificação (Figura 134).

Figura 134 – Classe da Edificação

Classe da edificação

☒ A - Maior dimensão horizontal ou vertical < 20 m

☐ B - Maior dimensão horizontal ou vertical entre 20 e 50 m

☐ C - Maior dimensão horizontal ou vertical > 50 m

OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Classe da edificação. Caixa de seleção em vermelho sobre: A – Maior dimensão horizontal ou vertical < 20 m, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O fator estatístico também deve ser selecionado, para isso tem-se cinco opções no TQS (Figura 135).

Figura 135 – Fator Estatístico

Fator estatístico

☐ 1.10 - Edificações onde se exige maior segurança. Hospitais, quartéis, forças de segurança, comunicação, etc.

☒ 1.00 - Edificações em geral. Hotéis, residências, comércio e indústria com alta taxa de ocupação.

☐ 0.95 - Edificações com baixo fator de ocupação. Depósitos, silos, construções rurais, etc.

☐ 0.88 - Vedações. Telhas, vidros, painéis de vedação, etc.

☐ 0.83 - Edificações temporárias. Edificações durante a fase de construção.

OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Fator estatístico. Caixa de seleção em vermelho sobre: 1,00 – Edificações em geral. Hotéis, residências, comercio e indústria com alta taxa de ocupação, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 136 mostra os valores atualizados e onde deve-se clicar para determinação dos Coeficientes de Arrasto (CAs).

Iniciando-se pela determinação do vento a 90°, deve-se entrar com as dimensões da edificação e depois disso clicar em 'Calcular CA' (Figura 138).

Figura 138 – Cálculo do Coeficiente de Arrasto – Vento a 90°

Convenção
Para calcular o Coeficiente de Arrasto, informe:
L1 e L2 (lados do retângulo que circunscreve o pavimento tipo da estrutura, respectivamente, ortogonal e paralelo à direção do vento) e H (altura do edifício).

Entrada de Dados
L1 =
L2 =
H =

Calcular CA

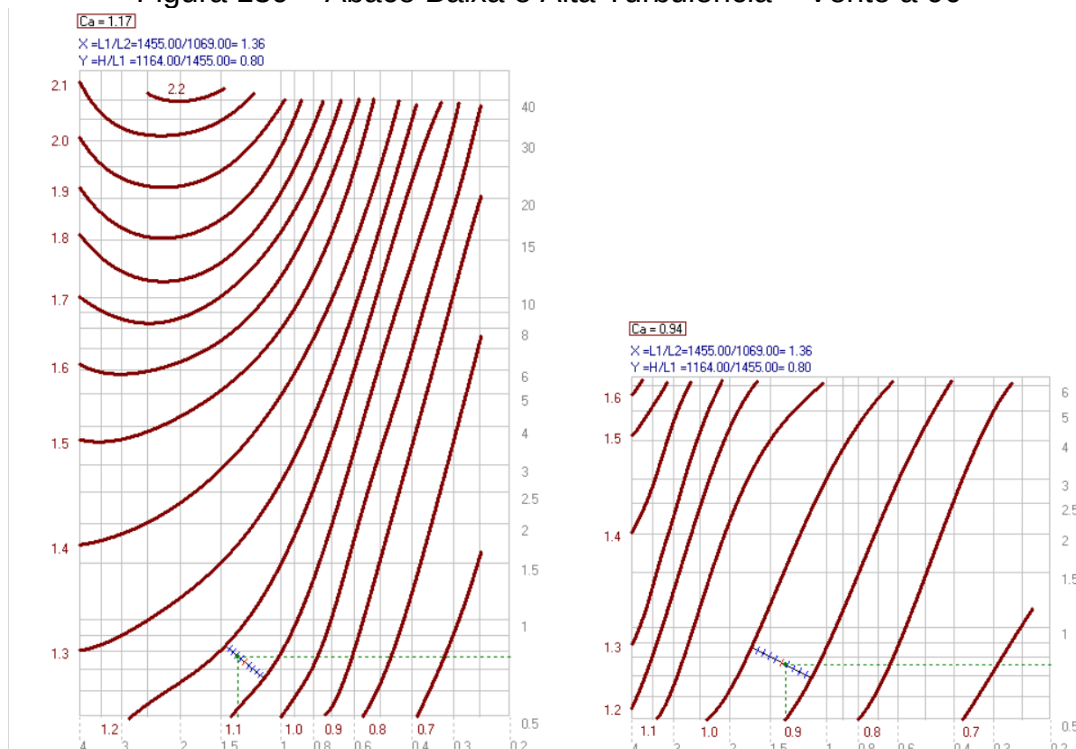
Resultados
CA Alta Turbulência:
CA Baixa Turbulência:

Legenda: Escritos em preto: Cálculo Automático do Coeficiente de Arrasto, Convenção, Entrada de Dados, Calcular CA. Caixa de seleção em vermelho sobre: Calcular CA.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 139 fornece o ábaco de baixa e alta turbulência para o vento a 90°.

Figura 139 – Ábaco Baixa e Alta Turbulência – Vento a 90°



Legenda: Escritos em preto: Ca. Ábaco de baixa turbulência a esquerda e ábaco de alta turbulência a direita para vento a 90°.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para o vento a 0° o mesmo procedimento é realizado, porém invertendo-se as dimensões L1 e L2 (Figura 140).

Figura 140 – Cálculo do Coeficiente de Arrasto – Vento a 0°

Convenção

Para calcular o Coeficiente de Arrasto, informe:
L1 e L2 (lados do retângulo que circunscreve o pavimento tipo da estrutura, respectivamente, ortogonal e paralelo à direção do vento) e H (altura do edifício).

Entrada de Dados

L1 =

L2 =

H =

Calcular CA

Resultados

CA Alta Turbulência:

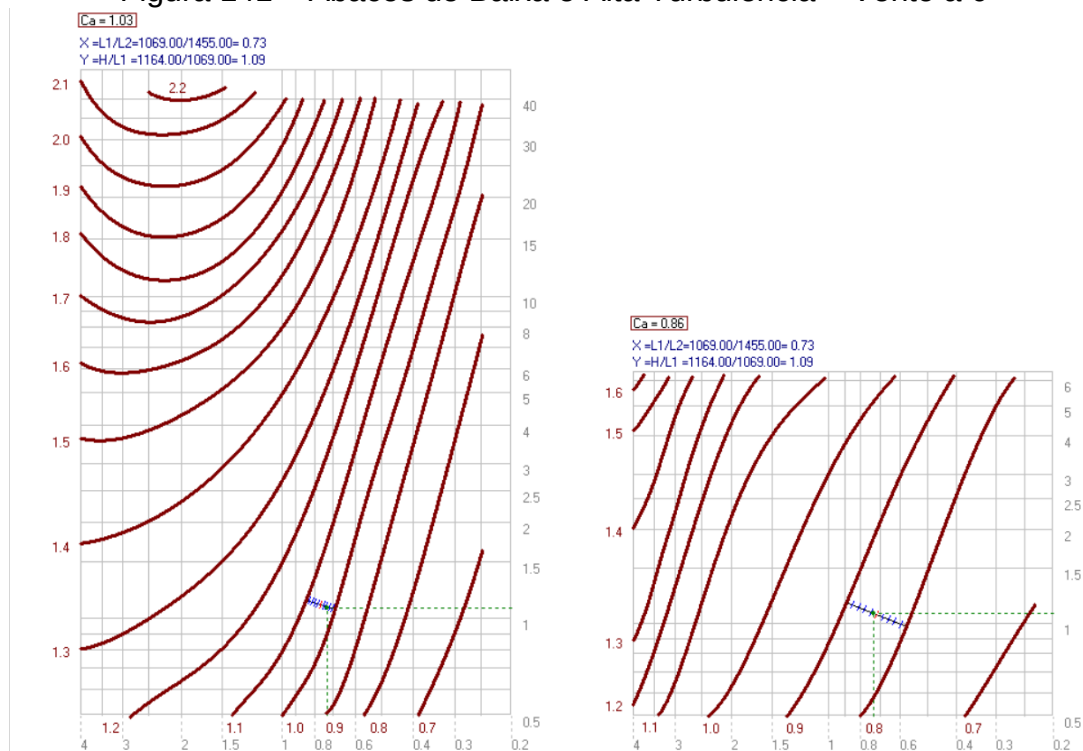
CA Baixa Turbulência:

Legenda: Escritos em preto: Cálculo Automático do Coeficiente de Arrasto, Convenção, Entrada de Dados, Calcular CA. Caixa de seleção em vermelho sobre: Calcular CA.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 141 traz os ábacos de baixa e alta turbulência para o vento a 0°.

Figura 141 – Ábacos de Baixa e Alta Turbulência – Vento a 0°



Legenda: Escritos em preto: Ca. Ábaco de baixa turbulência a esquerda e ábaco de alta turbulência a direita para vento a 0°.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Os valores adotados para tanto para vento a 90° como para 0°, foram a média dos valores obtidos nos ábacos de alta turbulência e de baixa turbulência. Esses valores são mostrados pelas Figura 142.

Figura 142 – Atualização dos Valores do Coeficiente de Arrasto

Ângulo	C.A.	Def Cot	Cot ini
1 90	1.055	Não	0
2 270	1.055	Não	0
3 0	0.945	Não	0
4 180	0.945	Não	0

Coeficiente de arrasto nesta direção

Inserir Apagar Calcular CAs

☐ Excentricidade em todos os casos 15.0 %

Legenda: Escritos em preto: Criação, Modelo, Pavimentos, Materiais, Cobrimentos, Cargas, Critérios, Gerenciamento, Verticais, Vento. Caixa de seleção em vermelho sobre: C.A. e valores corrigidos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.13 Análise do pórtico espacial

Agora que as cargas devidas ao vento foram corretamente adicionadas, pode-se solicitar o processamento global do edifício, conforme indicado pela Figura 143.

Figura 143 – TQS Formas - Processamento Global



Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Formas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Formas, caixa de seleção em vermelho sobre: Processamento Global.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao se solicitar o processamento do edifício uma janela é aberta (Figura 144) onde pode-se definir as características do processamento.

Figura 144 – Processamento Global

Processamento Global

Planta de formas

- ☐ Não processar
- ☐ Processar plantas extraídas (LDFs)
- ☒ Extração gráfica e processamento
- ☐ Desenhando planta de formas
- ☐ Gerar cortes do edifício

Grelhas

- ☒ Gerar o modelo Limpar
- ☒ Desenho de dados
- ☒ Extração do desenho de grelha
- ☒ Processamento do modelo
- ☐ Transferência de esforços para vigas
- ☒ Transferência de esforços para lajes
- ☐ Grelha não linear (flechas) Parâmetros

Pórtico espacial

- ☒ Gerar o modelo Limpar
- ☒ Processamento do modelo
- ☒ Transferência de esforços para vigas
- ☒ Transferência de esforços para pilares

Lajes

- ☒ Processamento paralelo
- ☒ Não processar
- ☐ Esforços, processo simplificado
- ☐ Esforços e desenho

Vigas

- ☐ Não processar
- ☒ Somente esforços
- ☐ Dimensionamento, detalhamento
- ☐ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Pilares

- ☒ Processamento paralelo
- ☒ Gravação de geometria e cargas verticais
- ☒ Não processar
- ☐ Dimensionamento, detalhamento
- ☐ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Fundações

- ☒ Não processar
- ☐ Dimensionamento, detalhamento
- ☐ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Escadas

- ☐ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Incêndio

- ☐ Verificar elementos estruturais a incêndio

Estruturas metálicas mistas

- ☐ Elementos metálicos

Outros

- ☒ Forçar reprocessamento
- ☒ Mostrar avisos/erros

Somente esforços

Esforços e armaduras

Pré-moldados

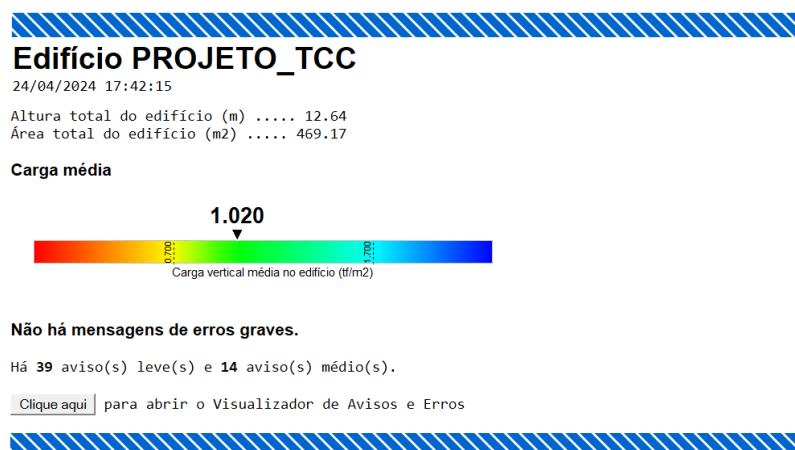
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Processamento Global, Planta de formas, Grelhas, Pórtico espacial, Lajes, Vigas, Pilares, Fundações, Escadas, Incêndio, Outros. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao término do processamento uma mensagem aparecerá na tela (Figura 145) com um resumo de erros e avisos, no caso deste projeto teve-se apenas avisos de gravidade leve e média.

Figura 145 – Mensagem Final do Processamento Global

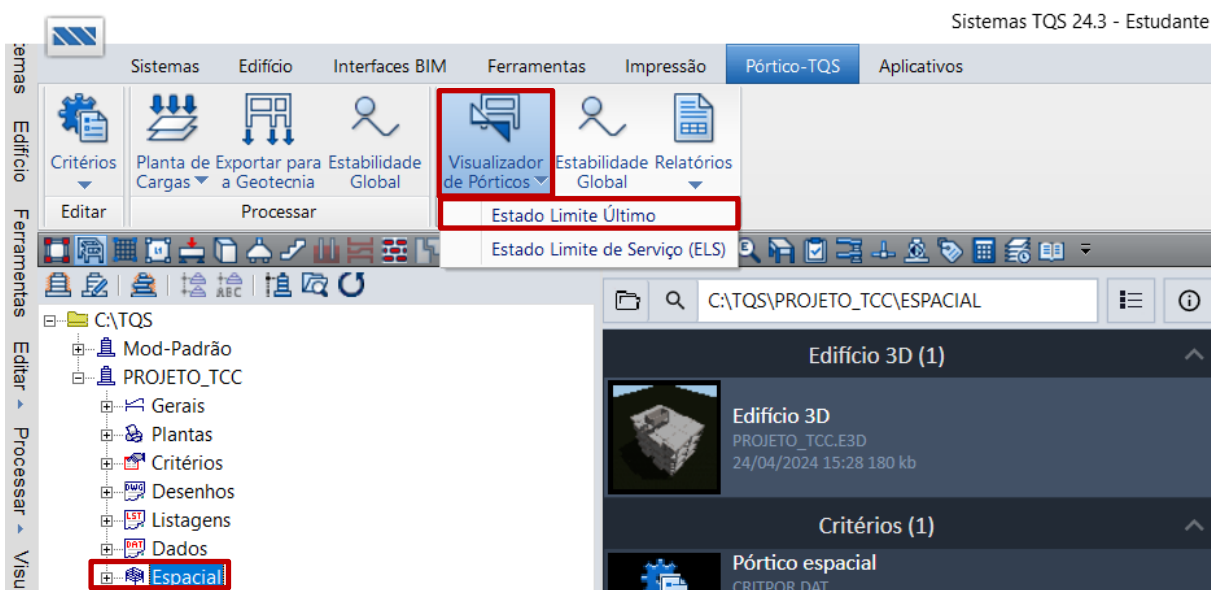


Legenda: Escritos em preto: Edifício PROJETO_TCC, Altura total do edifício (m) 12,64, Área total do edifício (m²) 469,17, Carga média 1.020 tf/m².

Fonte: TQS Estudante (2024).

Acessando-se Visualizador de Pórticos através da Pórtico-TQS (Figura 146), pode-se analisar o Estado Limite Último e o Estado Limite de Serviço.

Figura 146 – Visualizador de Pórticos – Estado Limite Último

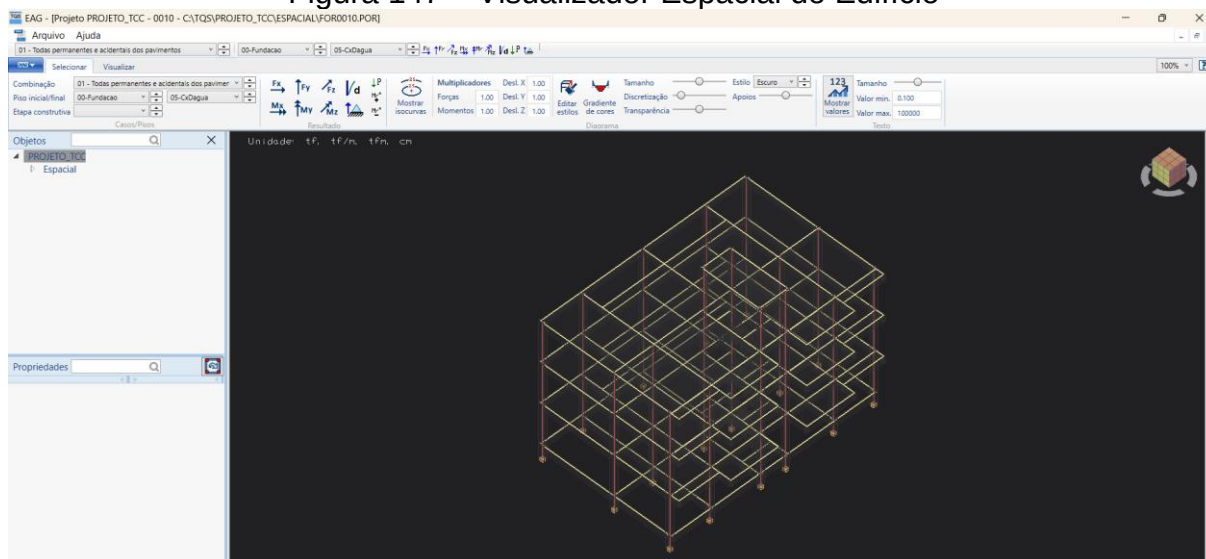


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: Pórtico-TQS. Caixa de seleção em vermelho sobre: Espacial, caixa de seleção em vermelho sobre: Visualizador de Pórticos, caixa de seleção em vermelho sobre: Estado Limite Último.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 147 mostra o modelo espacial do desenho, onde são apresentados momentos fletores e deslocamentos, por exemplo.

Figura 147 – Visualizador Espacial do Edifício

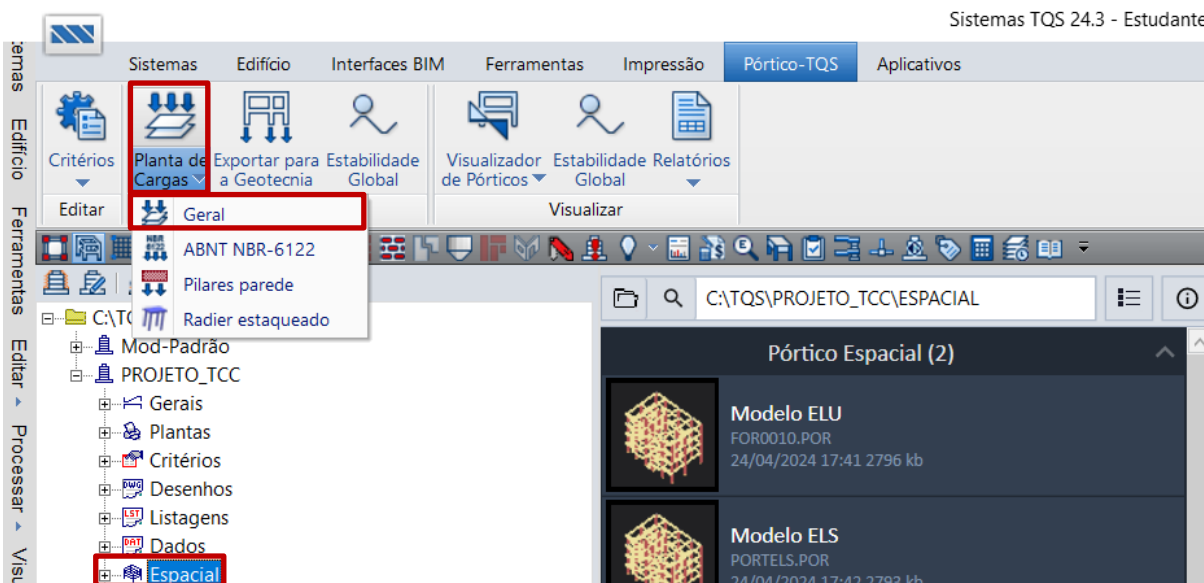


Legenda: Fundo em preto. Pilares representados em vermelho. Vigas representadas em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Algo prático pra fazer o cálculo das fundações é ter uma ordem de grandeza das cargas que estão chegando nos pilares. Para isso pode-se emitir a 'Planta de Cargas' disponível na aba 'Pórtico-TQS' (Figura 148)

Figura 148 – Planta de Cargas – Geral

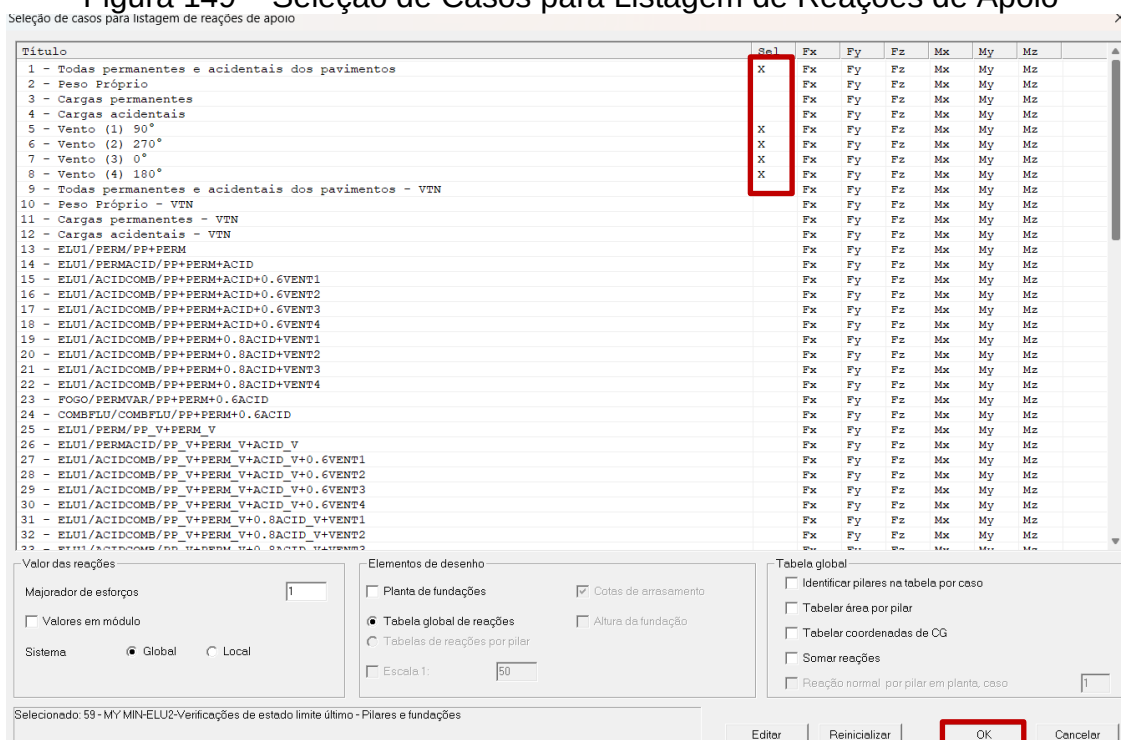


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: Pórtico-TQS. Caixa de seleção em vermelho sobre: Espacial, caixa de seleção em vermelho sobre: Planta de Cargas, caixa de seleção em vermelho sobre: Geral.

Fonte: TQS Estudante (2024).

É possível selecionar os casos para listagem das reações de apoio (Figura 149).

Figura 149 – Seleção de Casos para Listagem de Reações de Apoio

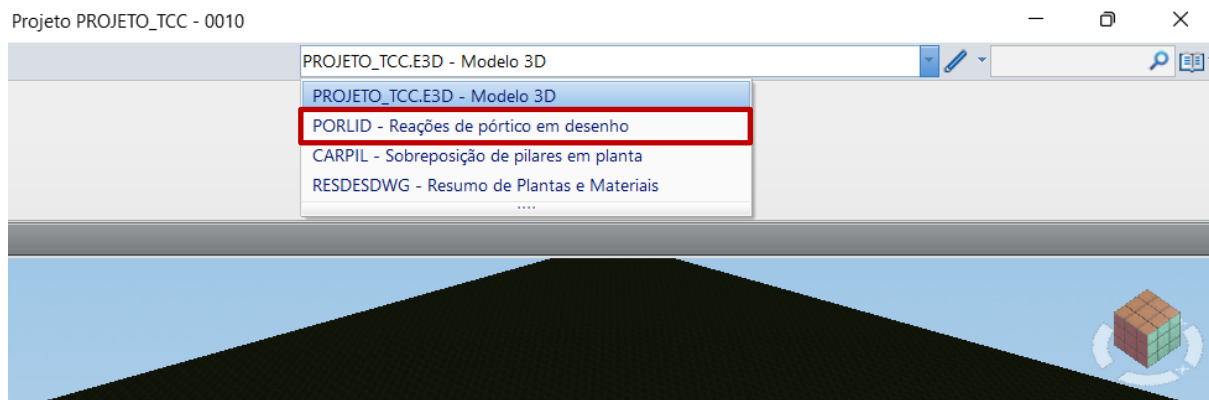


Legenda: Escritos em preto: Seleção de casos para listagem de reações de apoio. Caixa de seleção em vermelho sobre: Todas permanentes e acidentais dos pavimentos e Vento a 90°, 270°, 0° e 180°. Caixa de seleção sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Os valores obtidos podem ser acessados no arquivo PORLID, como mostrado pela Figura 150.

Figura 150 – Reações de Pórtico em Desenho



Legenda: Escritos em preto: PROJETO_TCC.E3D – Modelo 3D, escritos em azul: PORLID – Reações de pórtico em desenho, CARPIL – Sobreposição de pilares em planta, RESEDESDWG – Resumo de Plantas e Materiais. Caixa de seleção em vermelho sobre: PORLID – Reações de pórtico em desenho. Fonte: TQS Estudante (2024).

Na Figura 151 tem-se um trecho da tabela disponível para análise das cargas de reações de apoio.

Figura 151 – Visualização das Reações de Pórtico em Desenho

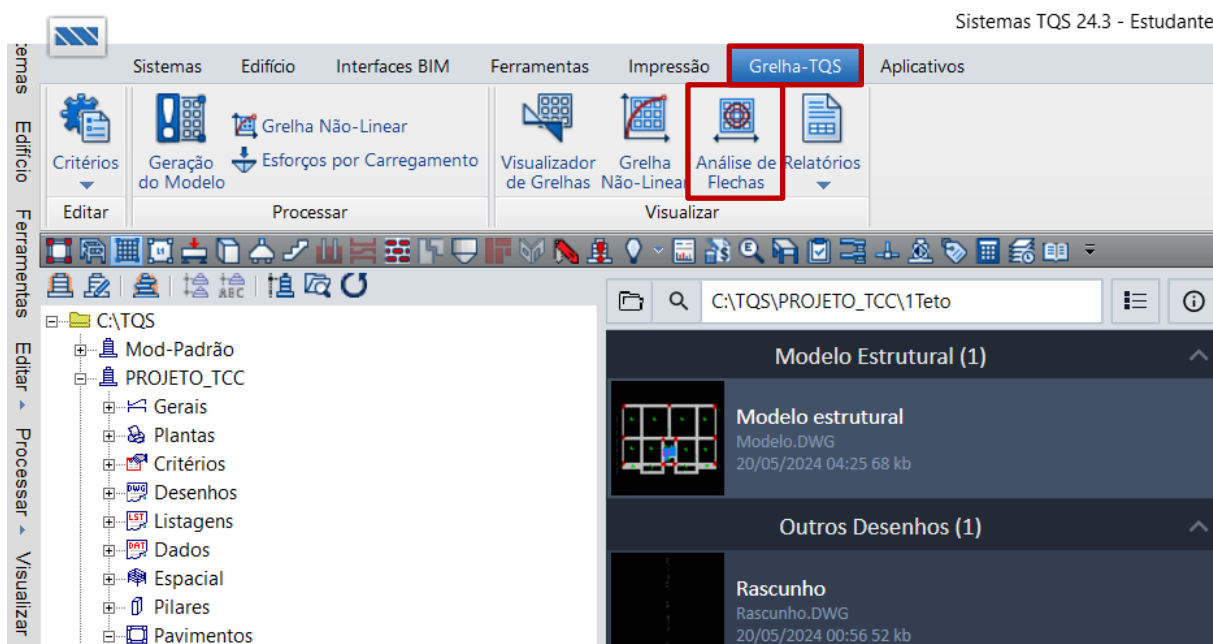
Elem	Todas permanentes e acidentais dos pavimentos						Vento (1) 90°					
	Fz tf	Fx tf	Fy tf	Mx tfm	My tfm	Mz tfm	Fz tf	Fx tf	Fy tf	Mx tfm	My tfm	Mz tfm
P1	11.529	-0.017	0.018	0.086	-0.001	-0.000	0.859	0.003	0.572	-1.197	0.001	-0.000
P2	28.222	-0.037	0.123	-0.185	-0.013	0.000	0.571	0.001	0.548	-1.199	0.000	0.000
P3	37.603	0.013	0.115	-0.199	0.008	0.000	0.236	-0.000	0.236	-0.345	0.000	0.000
P4	27.752	0.041	0.118	-0.173	0.017	-0.000	0.571	-0.001	0.548	-1.199	-0.000	-0.000
P5	11.867	0.015	0.008	0.093	0.004	0.000	0.859	-0.003	0.572	-1.197	-0.001	0.000
P6	19.559	-0.033	0.062	0.132	-0.017	0.000	0.384	-0.000	0.833	-1.256	0.000	0.000
P7	38.219	-0.018	0.239	-0.082	-0.025	-0.000	0.350	-0.014	0.512	-0.422	-0.002	-0.000
P8	33.876	0.113	0.669	0.006	0.052	-0.001	0.997	0.002	0.650	-1.226	0.001	-0.000
P9	34.380	-0.096	0.899	-0.090	-0.043	0.001	0.997	-0.002	0.650	-1.226	-0.001	0.000
P10	37.588	0.029	0.238	-0.078	0.034	0.000	0.350	0.014	0.512	-0.422	0.002	0.000
P11	20.178	0.027	0.062	0.139	0.017	-0.000	0.384	0.000	0.833	-1.256	-0.000	-0.000
P12	14.011	-0.030	-0.085	0.166	-0.010	-0.000	-1.251	-0.003	0.642	-1.209	-0.001	-0.000
P13	29.249	0.011	0.191	-0.093	0.007	0.000	-0.830	-0.002	0.605	-1.208	-0.000	0.000
P14	33.879	0.018	-0.600	0.217	0.012	-0.000	-1.197	-0.021	0.375	-0.381	-0.004	0.000
P15	34.198	-0.002	-0.819	0.270	0.012	0.001	-1.197	0.021	0.375	-0.381	0.004	-0.000
P16	28.851	0.002	0.177	-0.082	0.001	-0.000	-0.830	0.002	0.605	-1.208	0.000	-0.000
P17	14.285	0.039	-0.085	0.174	0.017	0.000	-1.251	0.003	0.642	-1.209	0.001	0.000

Legenda: Fundo em preto. Escritos em Branco: Todas permanentes e acidentais dos pavimentos, Vento 90°.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Uma verificação importante disponível no TQS é a análise das flechas, que podem ser verificadas acessando-se 'Grelha-TQS' e em seguida 'Análise de Flechas' (Figura 152).

Figura 152 – Grelha-TQS – Análise de Flechas

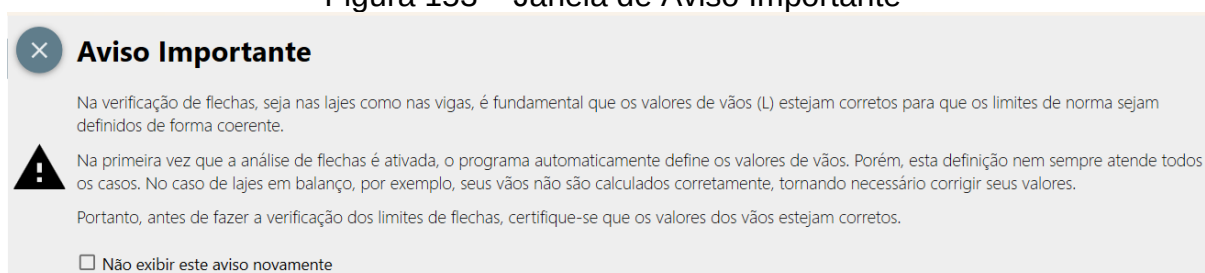


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: Grelha-TQS. Caixa de seleção em vermelho sobre: Visualizador de Grelhas, caixa de seleção em vermelho sobre: Análise de Flechas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Aparecerá a janela de aviso mostrada na Figura 153, onde vê-se que é de suma importância a verificação dos valores considerados para os vãos.

Figura 153 – Janela de Aviso Importante

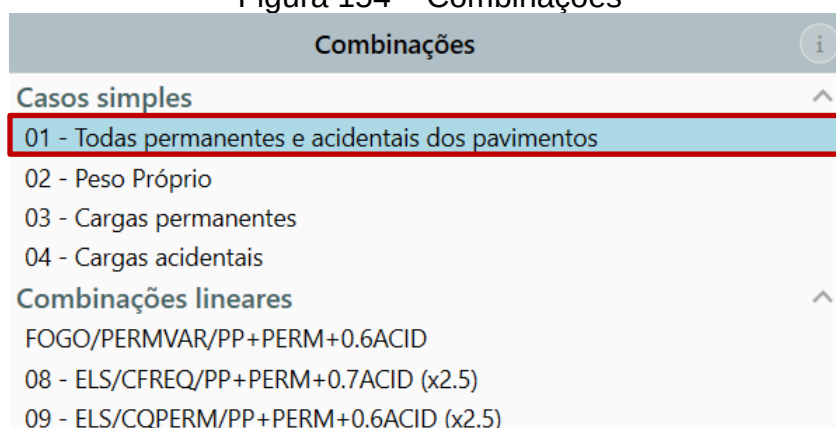


Legenda: Escritos em preto: Aviso Importante. Na verificação de flechas, seja nas lajes como ns vigas, é fundamental que os valores de vãos (L) estejam corretos para que os limites de norma sejam definidos de forma coerente. Na primeira vez que a análise de flechas é ativada, o programa automaticamente define os valores de vãos. Porém, esta definição nem sempre atende todos os casos. No caso de lajes em balanço, por exemplo, seus vão não são calculados corretamente, tornando necessário corrigir seus valores. Portanto, antes de fazer a verificação dos limites de flechas, certifique-se que os valores dos vãos estejam corretos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

No visualizador aberto é possível selecionar diferentes tipos de combinações para análise das flechas (Figura 154).

Figura 154 – Combinações

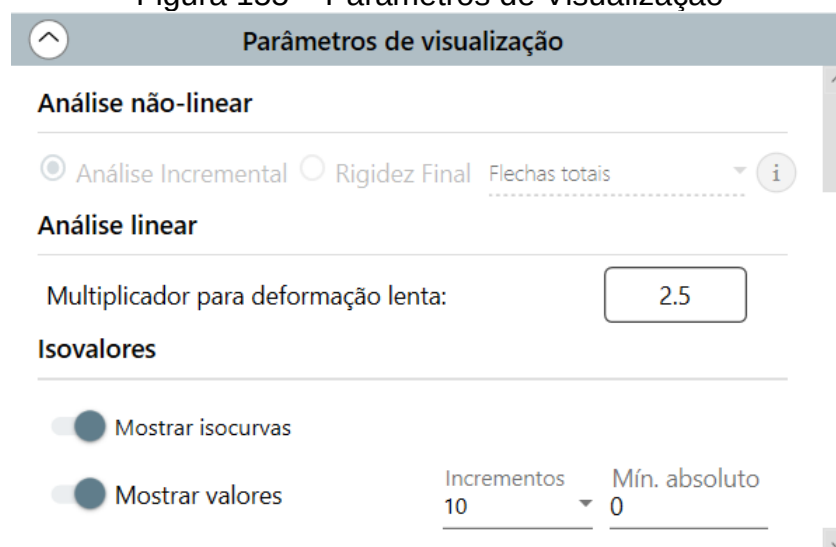


Legenda: Escritos em preto: Combinações, Casos simples, Todas permanentes e acidentais dos pavimentos, Peso Próprio, Cargas permanentes, Cargas acidentais, Combinações lineares. Caixa de seleção em vermelho sobre: Todas permanentes e acidentais dos pavimentos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Além disso, é possível alterar os parâmetros de visualização, como mostrado na Figura 155.

Figura 155 – Parâmetros de Visualização



Legenda: Escritos em preto: Parâmetros de visualização, Análise não-linear, Análise linear, Isovalores.
Fonte: TQS Estudante (2024).

Após as devidas correções dos vãos, a Figura 156 mostra os valores obtidos e os valores limites de flechas para vigas e a Figura 157 mostra o visualizador de flechas.

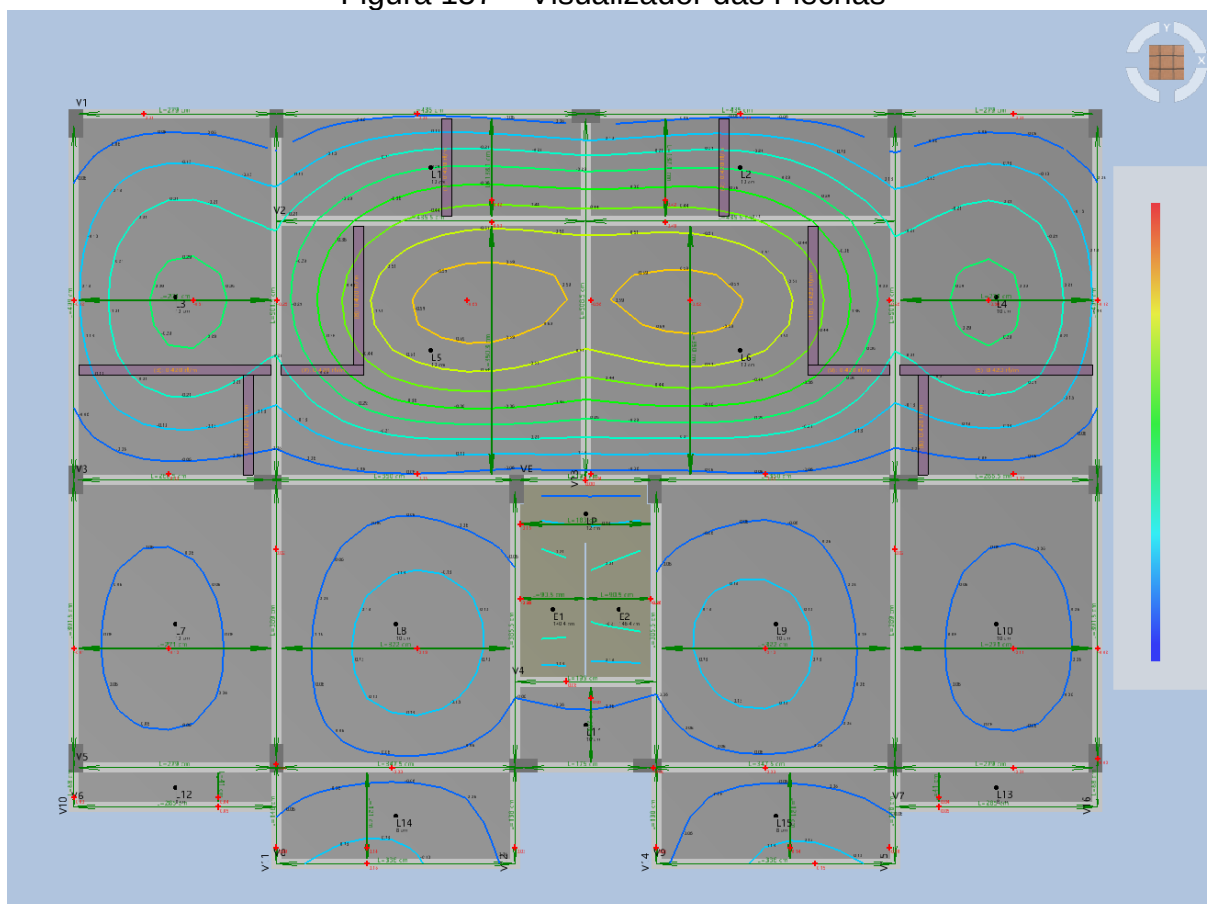
Figura 156 – Verificar limites

Verificar limites					
Lajes Vigas Alvenarias					
Viga	Vão	L (cm)	f. (cm)	f. lim (cm)	f./flim
V1	1	279	-0.01	1.12	-0.01
V1	2	435	-0.05	1.74	-0.03
V1	3	435	-0.04	1.74	-0.02
V1	4	279	-0.01	1.12	-0.01
V2	1	435.5	-0.50	1.74	-0.29
V2	2	435.5	-0.49	1.74	-0.28
V3	1	266.5	-0.03	1.07	-0.03
V3	2	350	-0.05	1.40	-0.04
V3	3	195	-0.04	0.78	-0.05
V3	4	350	-0.05	1.40	-0.04
V3	5	266.5	-0.02	1.07	-0.02
V4	1	199	-0.08	0.80	-0.1
V5	1	279	-0.01	1.12	-0.01
V5	2	347.5	-0.03	1.39	-0.02
V5	3	175	-0.00	0.70	-0.01
V5	4	347.5	-0.03	1.39	-0.02

Legenda: Escritos em preto: Verificar limites, Lajes, Vigas, Alvenarias.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Figura 157 – Visualizador das Flechas



Legenda: Fundo em azul claro. Pilares representados em cinza escuro, lajes em cinza e pilares em cinza claro. Isocurvas em diferentes cores. Valores em preto.

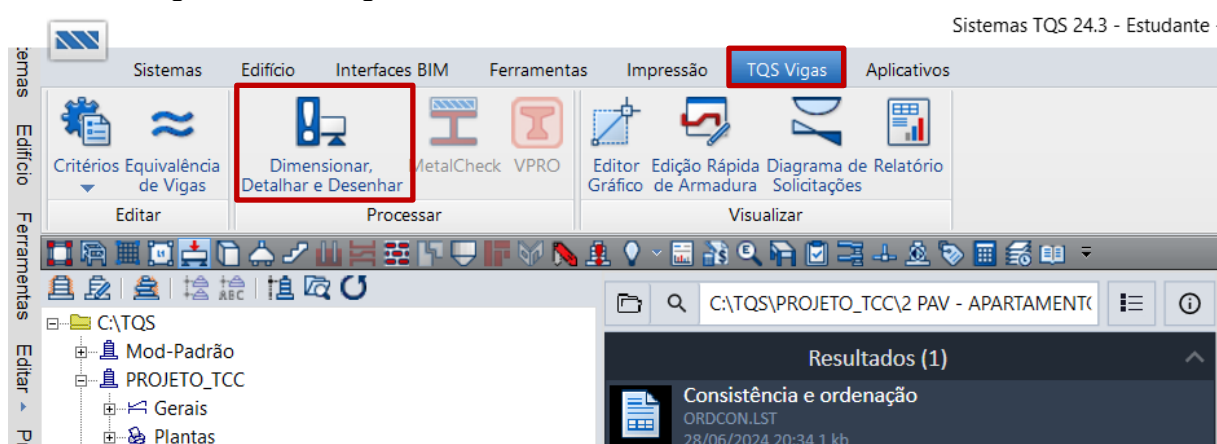
Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.14 Detalhamento

2.3.14.1 Detalhamento das vigas

Todos os pavimentos que foram inseridos no TQS têm sua respectiva pasta de vigas, iniciando-se a verificação pelo primeiro pavimento, conforme indicado pela Figura 158.

Figura 158 – Vigas – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho

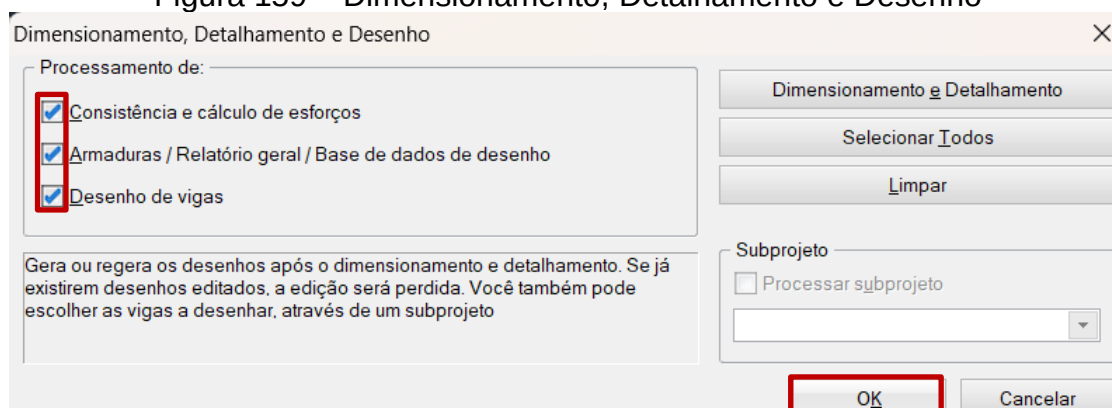


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Dimensionar, Detalhar e Desenhar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Será aberta uma janela para seleção dos itens que serão processados (Figura 159).

Figura 159 – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho

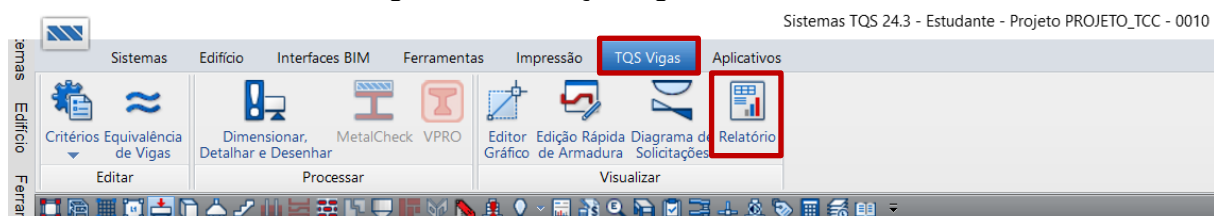


Legenda: Escritos em preto: Dimensionamento, Detalhamento e Desenho. Caixa de seleção em vermelho sobre: Consistência e cálculo de esforços, Armadura/Relatório Geral/Base de dados de desenho, Desenho de vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após o processamento final é possível iniciar a análise através do relatório geral de vigas, acessado através da aba 'TQS Vigas' e depois em 'Relatório' (Figura 160).

Figura 160 – TQS Vigas – Relatório



Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Relatório.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Nesse relatório possui, por exemplo, a taxa média de aço, o que permite analisar se uma viga está ou não com muito aço, podendo-se aumentar a seção da viga como correção, por exemplo (Figura 161).

Figura 161 – Relatório Geral de Vigas

← Vigas									
Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m ³)	Torção	
V1	282.5 a 427	4	14X40	9.37 a 14.16	0.42 a 0.7	0.29 a 0.29	63.9	Sim	
V2	435.5 a 435.5	2	14X40	9.18 a 9.18	0.44 a 0.7	0.29 a 0.29	66.6	Sim	
V3	195 a 342	5	14X40	11.7 a 20.51	0.4 a 0.7	0.29 a 0.54	67.1	Sim	
V4	199 a 199	1	14X40	20.1 a 20.1	0.34 a 0.35	0.29 a 0.29	55.3	Sim	
V5	159 a 339.5	5	14X40	11.78 a 25.16	0.45 a 0.7	0.29 a 0.29	64.6	-	
V6	285 a 285	1	14X40	14.04 a 14.04	0.33 a 0.35	0.29 a 0.29	43.3	Sim	
V7	285 a 285	1	14X40	14.04 a 14.04	0.33 a 0.35	0.29 a 0.29	43.3	Sim	
V8	336 a 336	1	14X40	11.9 a 11.9	0.25 a 0.25	0.29 a 0.29	34.2	Sim	
V9	336 a 336	1	14X40	11.9 a 11.9	0.25 a 0.25	0.29 a 0.29	34.2	Sim	
V10	83 a 486.5	3	14X40	8.22 a 48.19	0.4 a 0.94	0.29 a 0.29	74.5	Sim	
V11	163 a 497	3	14X40	8.05 a 24.54	0.54 a 1.38	0.29 a 0.62	99.6	Sim	
V12	145 a 381	2	14X40	10.5 a 27.59	0.52 a 0.94	0.29 a 0.33	86.8	Sim	
V13	512 a 512	1	14X40	7.81 a 7.81	1.21 a 3.28	0.29 a 1.06	223.9	Sim	
V14	145 a 381	2	14X40	10.5 a 27.59	0.52 a 0.94	0.29 a 0.29	86.8	Sim	
V15	163 a 497	3	14X40	8.05 a 24.54	0.54 a 1.4	0.29 a 0.55	99.9	Sim	
V16	83 a 486.5	3	14X40	8.22 a 48.19	0.4 a 0.94	0.29 a 0.29	74.5	Sim	
VE	195 a 195	1	14X40	20.51 a 20.51	0.36 a 0.36	0.29 a 0.29	58.9	Sim	

Legenda: Escritos em branco: Viga, L (cm), Vãos, Seção (cm), H/L (%), ρ_s (%), ρ_{sw} (%), Taxa de aço (kgf/m³), Torção.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao analisar a viga V13 vê-se que a mesma está com uma alta taxa de armadura, por isso, uma solução possível é aumentar sua seção transversal e repetir as etapas de processamento do edifício, seguida de dimensionamento, detalhamento e desenho de vigas.

Ao final das etapas descritas anteriormente, pode-se solicitar um novo relatório de vigas, apresentado na Figura 162.

Figura 162 – Novo Relatório Geral de Vigas

← Vigas

TQS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL USO NÃO PERMITIDO EM PROJETOS COMERCIAIS 12:44:29 20

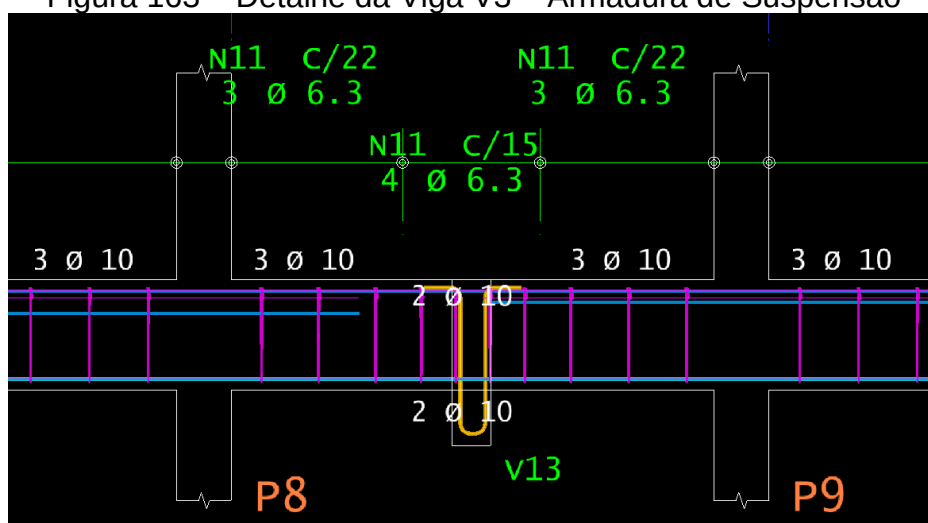
Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m ³)	Torção
V1	282.5 a 427	4	14X40	9.37 a 14.16	0.42 a 0.7	0.29 a 0.29	64.0	Sim
V2	435.5 a 435.5	2	14X40	9.18 a 9.18	0.48 a 0.94	0.29 a 0.3	74.2	Sim
V3	195 a 342	5	14X40	11.7 a 20.51	0.52 a 0.7	0.29 a 0.75	72.8	Sim
V4	199 a 199	1	14X40	20.1 a 20.1	0.34 a 0.35	0.29 a 0.29	55.3	Sim
V5	159 a 339.5	5	14X40	11.78 a 25.16	0.45 a 0.7	0.29 a 0.29	64.6	-
V6	285 a 285	1	14X40	14.04 a 14.04	0.33 a 0.35	0.29 a 0.29	43.3	Sim
V7	285 a 285	1	14X40	14.04 a 14.04	0.33 a 0.35	0.29 a 0.29	43.3	Sim
V8	336 a 336	1	14X40	11.9 a 11.9	0.25 a 0.25	0.29 a 0.29	34.2	Sim
V9	336 a 336	1	14X40	11.9 a 11.9	0.25 a 0.25	0.29 a 0.29	34.2	Sim
V10	83 a 486.5	3	14X40	8.22 a 48.19	0.4 a 0.94	0.29 a 0.29	74.5	Sim
V11	163 a 497	3	14X40	8.05 a 24.54	0.54 a 1.39	0.29 a 0.57	99.6	Sim
V12	145 a 381	2	14X40	10.5 a 27.59	0.52 a 0.94	0.29 a 0.32	86.8	Sim
V13	512 a 512	1	14X60	11.72 a 11.72	0.57 a 0.92	0.18 a 0.39	90.0	Sim
V14	145 a 381	2	14X40	10.5 a 27.59	0.52 a 0.94	0.29 a 0.29	86.8	Sim
V15	163 a 497	3	14X40	8.05 a 24.54	0.54 a 1.39	0.29 a 0.5	99.3	Sim
V16	83 a 486.5	3	14X40	8.22 a 48.19	0.4 a 0.94	0.29 a 0.29	74.5	Sim
VE	195 a 195	1	14X40	20.51 a 20.51	0.36 a 0.36	0.29 a 0.29	58.9	Sim

Legenda: Escritos em branco: Viga, L (cm), Vãos, Seção (cm), H/L (%), ρ_s (%), ρ_{sw} (%), Taxa de aço (kgf/m³), Torção.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 163 mostra o detalhamento da Viga V3 após a modificação da seção transversal da Viga V13. Como solução estrutural, o TQS adicionou uma armadura de suspensão na Viga V3, no ponto de encontro com a Viga V13.

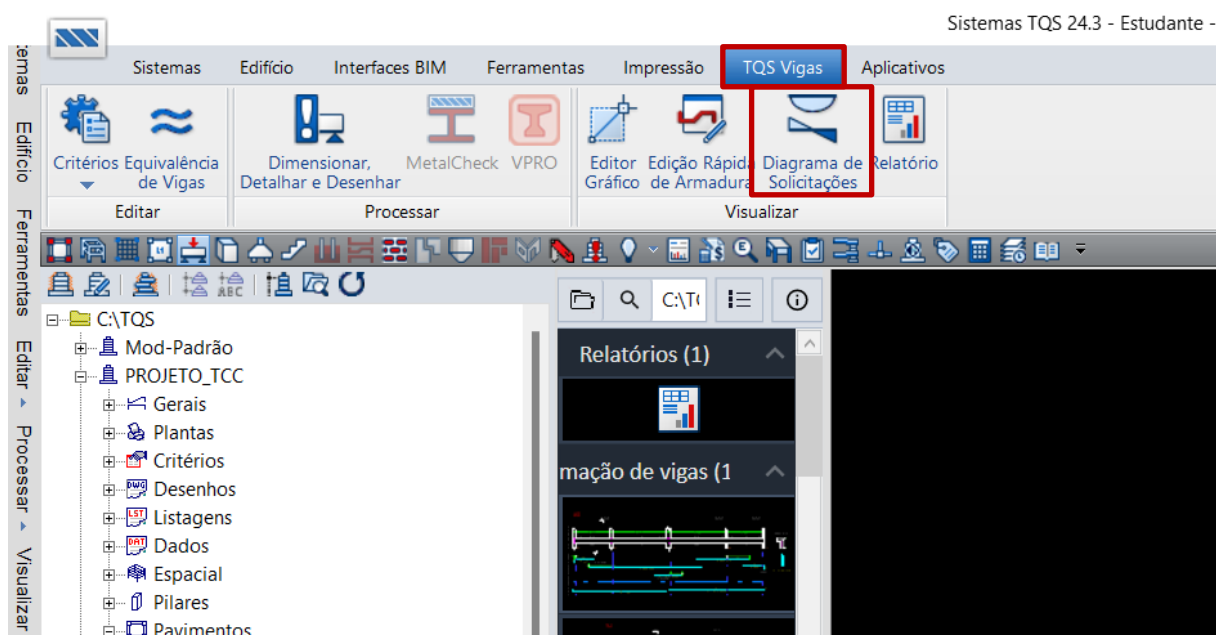
Figura 163 – Detalhe da Viga V3 – Armadura de Suspensão



Legenda: Fundo em preto. Título dos pilares em laranja. Armadura de suspensão em amarelo.
 Fonte: TQS Estudante (2024).

Uma outra análise pode ser feita por meio da ferramenta 'Diagrama de Solicitações' (Figura 164).

Figura 164 – Vigas – Diagrama de Solicitações

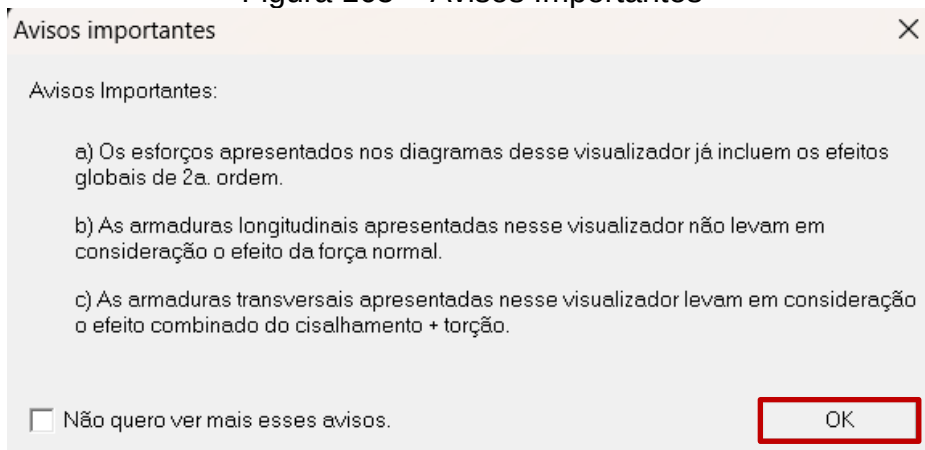


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Diagrama de Solicitações.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Antes do diagrama ser aberto uma janela de aviso aparece na tela (Figura 165).

Figura 165 – Avisos Importantes

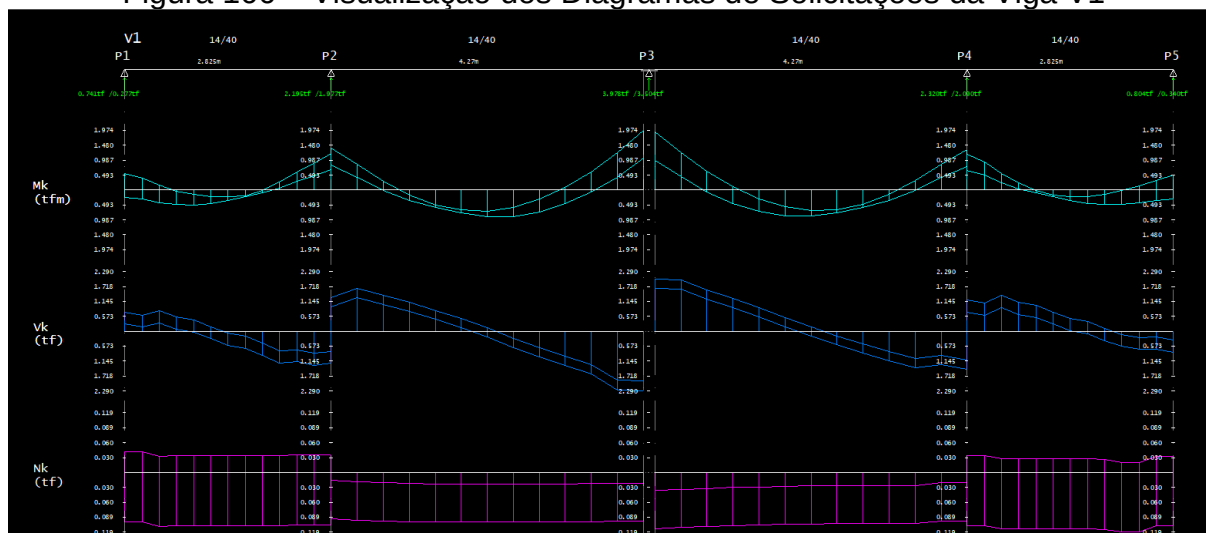


Legenda: Escritos em preto: Avisos importantes, Os esforços apresentados nos diagramas desse visualizador já incluem os efeitos globais de 2ª ordem, As armaduras longitudinais apresentadas nesse visualizado não levam em consideração o efeito da força normal, As armaduras transversais apresentadas nesse visualizador levam em consideração o efeito combinado de cisalhamento + torção. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 166 permite a visualização dos diagramas de solicitações da viga V1, incluindo os diagramas de momento fletor, força cortante e força normal, além das reações de apoio da viga.

Figura 166 – Visualização dos Diagramas de Solicitações da Viga V1

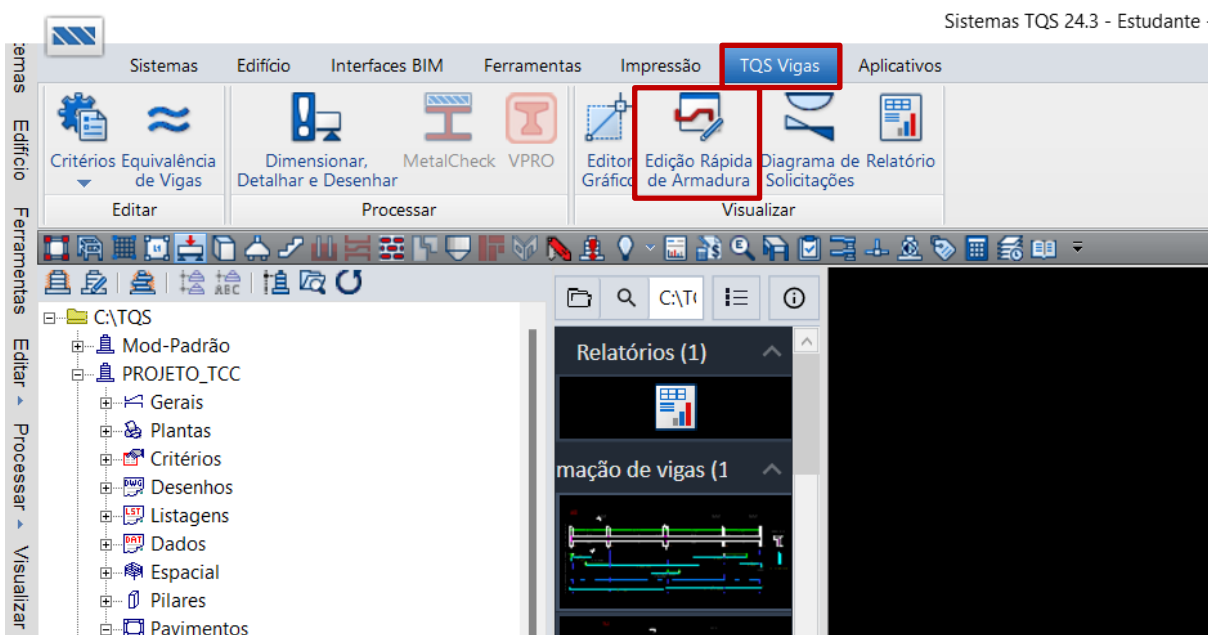


Legenda: Fundo em preto. Diagramas de momentos fletores em ciano. Diagramas de força cortante em azul escuro. Diagramas de força normal em rosa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

No TQS o processo de edição de vigas é muito simplificado, e pode ser acessado através da aba 'TQS Vigas' e depois 'Edição Rápida de Armadura' (Figura 167).

Figura 167 – TQS Vigas - Edição Rápida de Armadura

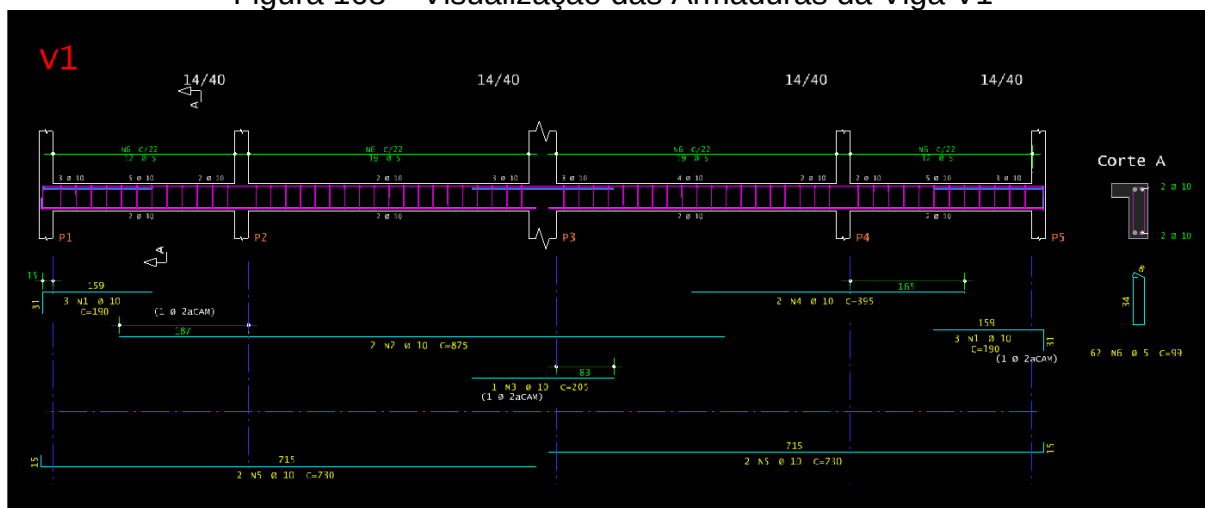


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Edição Rápida de Armadura.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O TQS separa a visualização em vários tipos de armaduras, armaduras longitudinais, armaduras transversais, armaduras laterais, além de apresentar dados de apoios e dados de vão, conforme mostrado pela Figura 168.

Figura 168 – Visualização das Armaduras da Viga V1

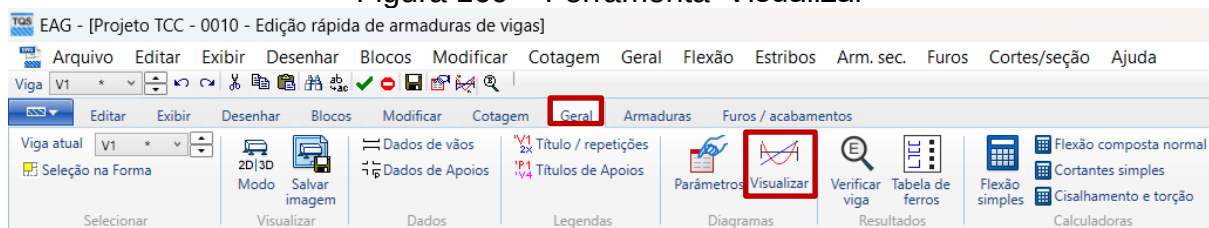


Legenda: Fundo em preto. Pilares em branco. Título da viga V1 em vermelho. Armaduras positivas e negativas em ciano.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Também pode-se visualizar os diagramas caso tenha-se alguma dúvida, e comparar as armaduras aos esforços (Figura 169).

Figura 169 – Ferramenta ‘Visualizar’

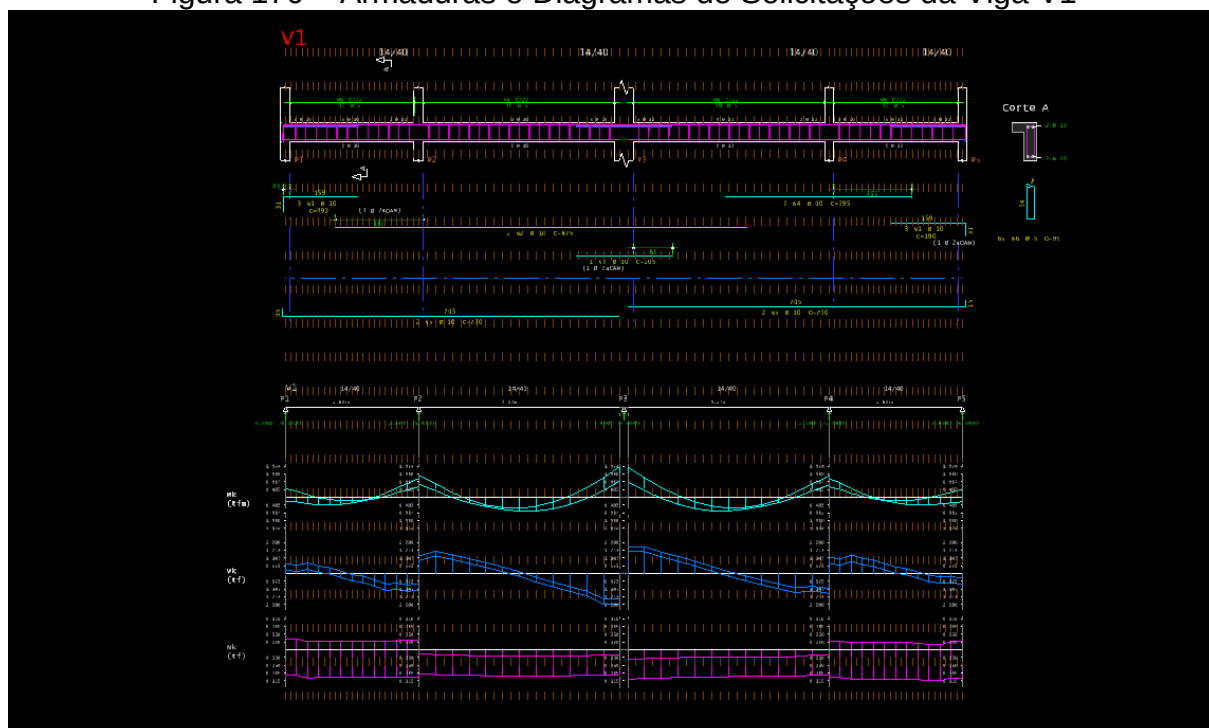


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Armadura, Furos/acabamentos. Caixa de seleção em vermelho sobre: Geral, caixa de seleção em vermelho sobre: Visualizar diagramas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 170 traz uma visualização das armaduras e dos diagramas de momento, cortante e normal da viga V1.

Figura 170 – Armaduras e Diagramas de Solicitações da Viga V1

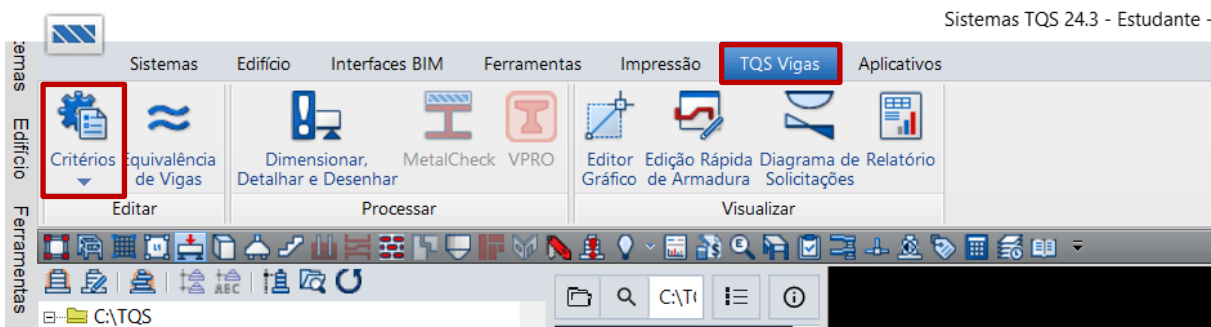


Legenda: Fundo em preto. Pilares em branco. Título da viga V1 em vermelho. Armaduras positivas e negativas em ciano. Diagramas de momentos fletores em ciano. Diagramas de força cortante em azul escuro. Diagramas de força normal em rosa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Como observado na figura anterior, a armadura positiva fica abaixo e a negativa fica acima da linha tracejada. Pode-se mudar essa visualização através da modificação dos parâmetros, primeiramente acessa-se a aba 'TQS Vigas' e seleciona-se 'Critérios' (Figura 171).

Figura 171 – TQS Vigas – Critérios

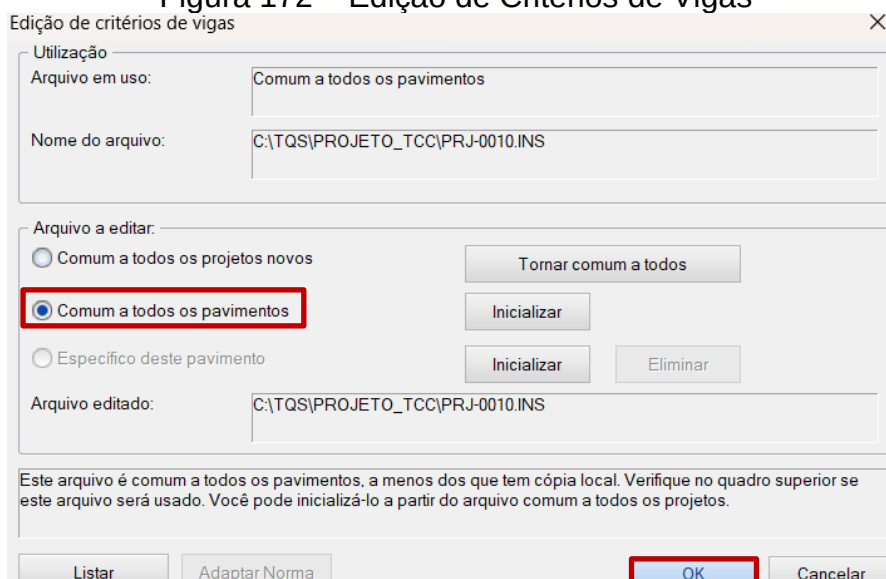


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Critérios.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na janela aberta seleciona-se 'Comum a todos os pavimentos' e depois clica-se em OK (Figura 172).

Figura 172 – Edição de Critérios de Vigas

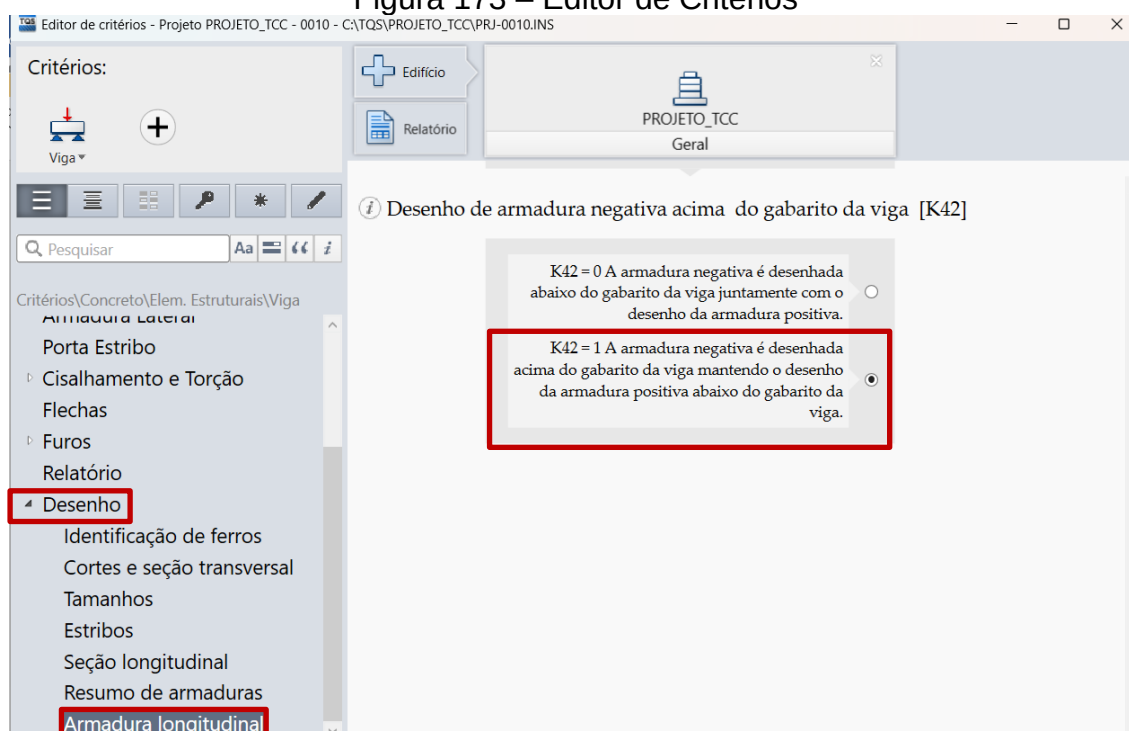


Legenda: Escritos em preto: Edição de critérios de vigas, Utilização, Arquivo a editar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Comum a todos os pavimentos, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao acessar 'Desenho' na barra lateral esquerda, seleciona-se a opção $K42 = 1$, como mostrado pela Figura 173.

Figura 173 – Editor de Critérios

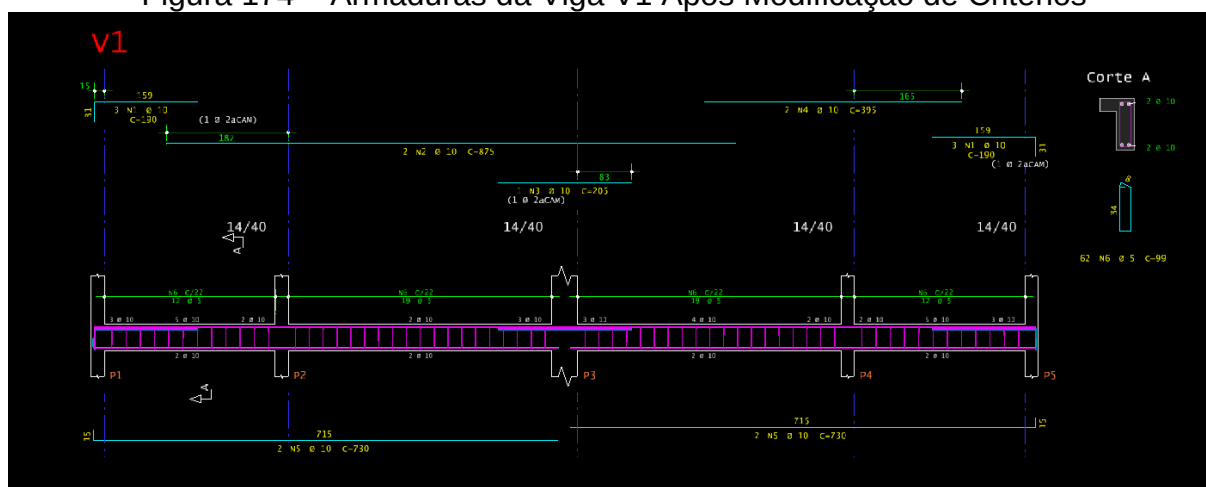


Legenda: Escritos em preto: Critérios, Porta Estribo, Cisalhamento e TORÇÃO, Flechas, Furos, Relatório, Desenho. Caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho, caixa de seleção em vermelho sobre: Armadura longitudinal, caixa de seleção em vermelho sobre: K42 =1 A armadura negativa é desenhada acima do gabarito da viga mantendo o desenho da armadura positiva abaixo do gabarito da viga.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a modificação, as armaduras negativas passam a ficar acima do desenho da viga (Figura 174).

Figura 174 – Armaduras da Viga V1 Após Modificação de Critérios

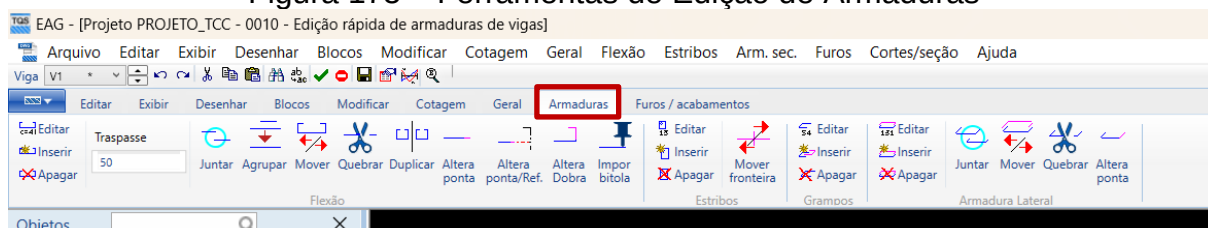


Legenda: Fundo em preto. Pilares em branco. Título da viga V1 em vermelho. Armaduras positivas e negativas em ciano. Armadura negativa acima do gabarito da viga e armadura positiva abaixo do gabarito da viga.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na aba 'Armaduras' é possível modificar as características da distribuição de armaduras, através de ferramentas como juntar, agrupar, mover, duplicar, entre outras (Figura 175).

Figura 175 – Ferramentas de Edição de Armaduras

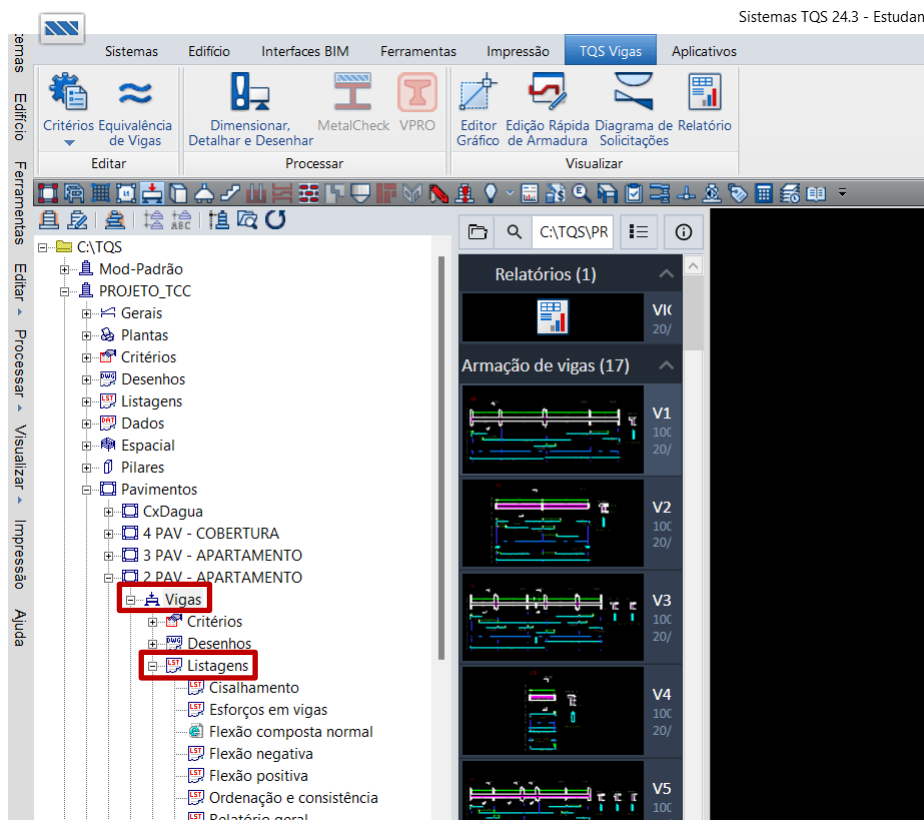


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhos, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Armadura, Furos/acabamentos. Caixa de seleção em vermelho sobre: Armaduras.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Tem outro relatório que pode ser acessado, clicando-se em 'Vigas', depois em 'Listagens' e depois no que se deseja analisar como cisalhamento, esforços em vigas, flexão composta normal, entre outros (Figura 176).

Figura 176 – Vigas – Listagens



Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Vigas, caixa de seleção em vermelho sobre: Listagens.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Acessando-se, por exemplo, o cisalhamento, tem a representação de todos os cálculos para as forças cortantes de todas as vigas (Figura 177).

Figura 177 – Vigas – Listagens – Cisalhamento

CONCRETO - FCK = 250.0 KGF/CM2 --- ACO - FYK = 5000.0 KGF/CM2																
LEGENDA : (*) = NAO ENCONTRADA SOLUCAO PARA A BITOLA SELECIONADA																
: (xx) = ONDE xx E' O VALOR DO ESPACAMENTO CALCULADO																
VIGA= 1 - V1										-COBR.SUPER.DIFER.= 0.0 CM -COBR.= 3.0 CM						

VAO= 1 - COMPRIMENTO= 2.83 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
10 - 141	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.1	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
141 - 272	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.8	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VAO= 2 - COMPRIMENTO= 4.35 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
10 - 144	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.3	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
144 - 279	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.2	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
279 - 414	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	3.2	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VAO= 3 - COMPRIMENTO= 4.35 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
20 - 154	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.8	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
154 - 289	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.2	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
289 - 424	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.0	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VAO= 4 - COMPRIMENTO= 2.83 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
10 - 141	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.9	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
141 - 272	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.1	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VIGA= 2 - V2										-COBR.SUPER.DIFER.= 0.0 CM -COBR.= 3.0 CM						

VAO= 1 - COMPRIMENTO= 4.36 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
7 - 147	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.9	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
147 - 288	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.7	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
288 - 428	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	5.8	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VAO= 2 - COMPRIMENTO= 4.36 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
7 - 147	5.0	22.1(26)	2	6.3	22.1(41)	2	8.0	22.1(66)	2	1.5	6.0	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
147 - 288	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.9	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
288 - 428	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	3.0	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VIGA= 4 - V4										-COBR.SUPER.DIFER.= 0.0 CM -COBR.= 3.0 CM						

VAO= 1 - COMPRIMENTO= 1.99 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
7 - 99	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.9	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
99 - 192	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.9	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VIGA= 5 - V5										-COBR.SUPER.DIFER.= 0.0 CM -COBR.= 3.0 CM						

VAO= 1 - COMPRIMENTO= 2.83 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
10 - 141	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.4	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
141 - 272	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.3	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
VAO= 2 - COMPRIMENTO= 3.48 M - LARGURA= 0.14 M - ALTURA= 0.40 M																
INIC.- FIM	BIT1	ESP1	NR1	BIT2	ESP2	NR2	BIT3	ESP3	NR3	AS	Vsd	VRd2	BITESC	ESPESC	NR	ASUSP.ASUSP
CM CM	MM	CM		MM	CM		MM	CM		CM2	TF	TF	MM	CM		TIRANTE
10 - 115	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.6	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
115 - 221	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	1.3	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0
221 - 327	5.0	22.1(27)	2	6.3	22.1(43)	2	8.0	22.1(70)	2	1.4	2.5	21.7	5.0	22.0	2	0.0 0.0

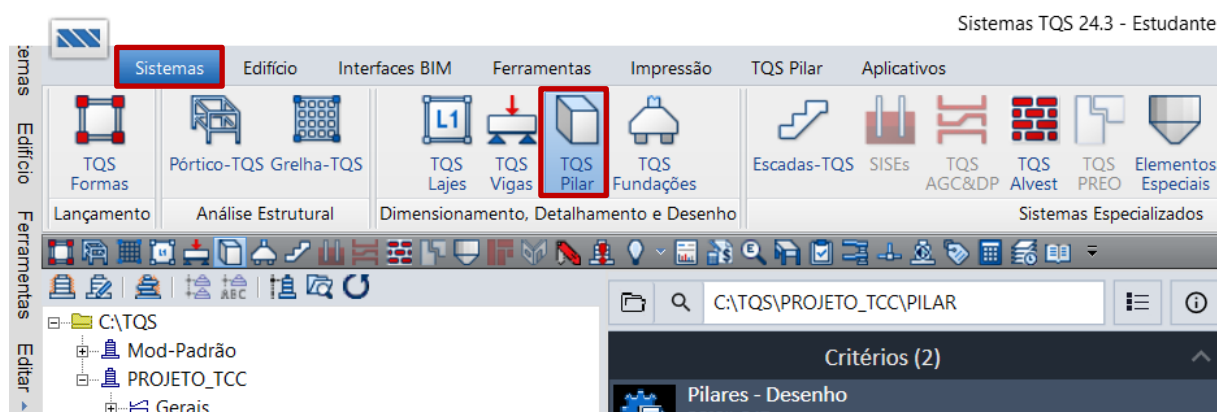
Legenda: Escritos em preto: Concreto, Legenda, Viga, Comprimento, Largura, Altura.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.14.2 Detalhamento dos pilares

Na aba ‘Sistemas’ tem-se a ferramenta ‘TQS Pilar’ (Figura 178), onde ao clicar abrirá uma série de ferramentas importantes como ‘Critérios’, ‘Equivalência de Pilares’, Dimensionar, Detalhar e Desenhar, Arranque, entre outras.

Figura 178 – Sistemas – TQS Pilar

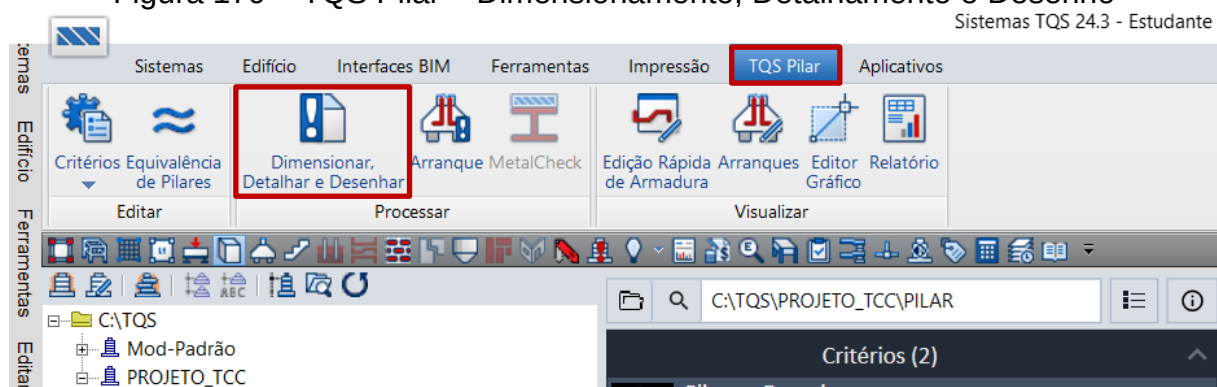


Legenda: Escritos em preto: Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, TQS Pilar, Aplicativos, escritos em branco: Sistemas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sistemas, caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Pilar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Pode-se, assim como no caso de vigas, clicar na opção de ‘Dimensionar, Detalhar e Desenhar’ (Figura 179).

Figura 179 – TQS Pilar – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho



Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Pilar. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Pilar, caixa de seleção em vermelho sobre: Dimensionar, Detalhar e Desenhar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na versão para estudantes, está disponível apenas o processamento paralelo (Figura 180), porém na versão de acesso pleno, para pagantes, todos os demais processos são permitidos, como:

- Inicialização de projeto;
- Montagem de carregamentos e dimensionamentos de armaduras;
- Resumo do detalhamento;
- Desenho de armaduras;
- Relatório geral de pilares.

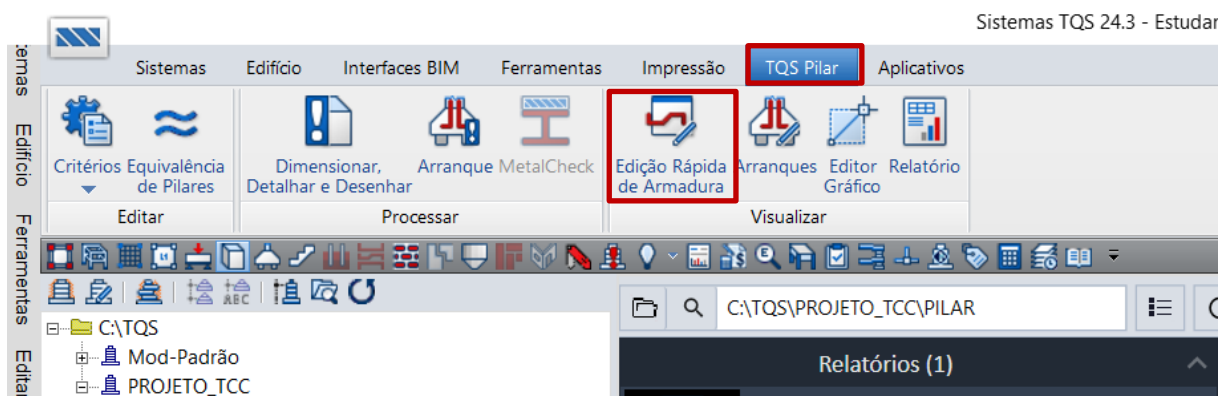
Figura 180 – Dimensionamento, Detalhamento e Desenho de Pilares

Legenda: Escritos em preto: Dimensionamento, detalhamento e desenho de pilares, Processamento, Processar somente lances, Inicial, Final, Subprojeto, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Processamento paralelo, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O TQS Pilar tem uma ferramenta semelhante à de edição de vigas já apresentado, que possui o nome igual 'Edição Rápida de Armadura' (Figura 181).

Figura 181 – TQS Pilar – Edição Rápida de Armadura

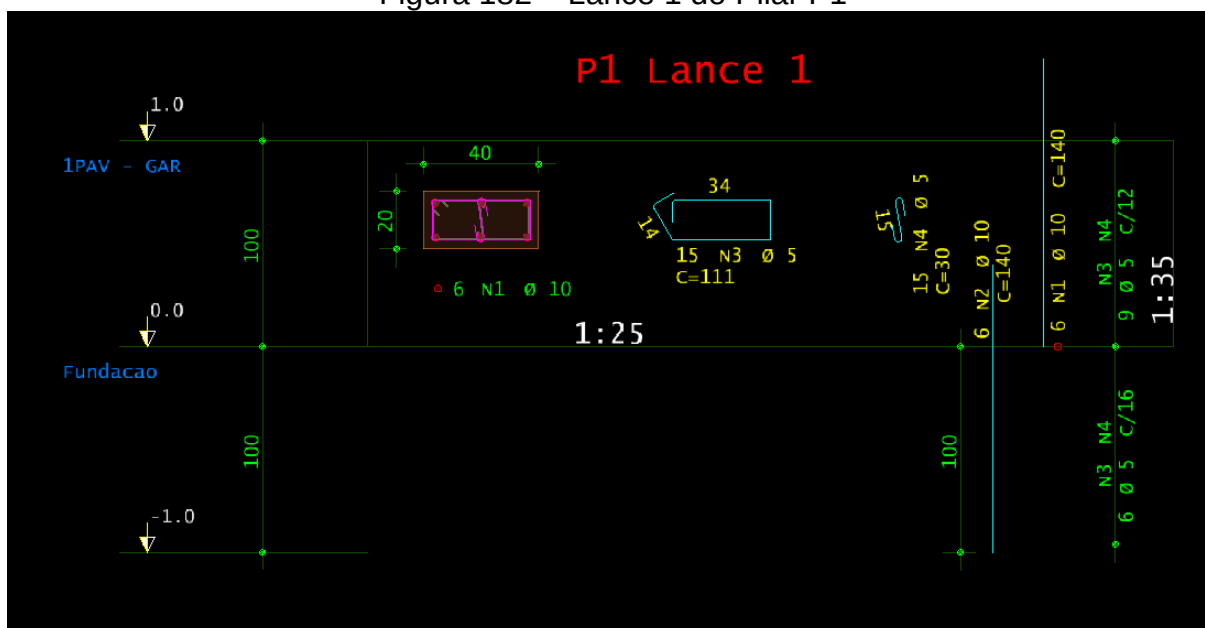


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Pilar. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Pilar, caixa de seleção em vermelho sobre: Edição Rápida de Armadura.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao acessar a edição rápida de armadura os lances do pilar são apresentados de um em um, para que se tenha um maior detalhamento de cada lance (Figura 182).

Figura 182 – Lance 1 do Pilar P1

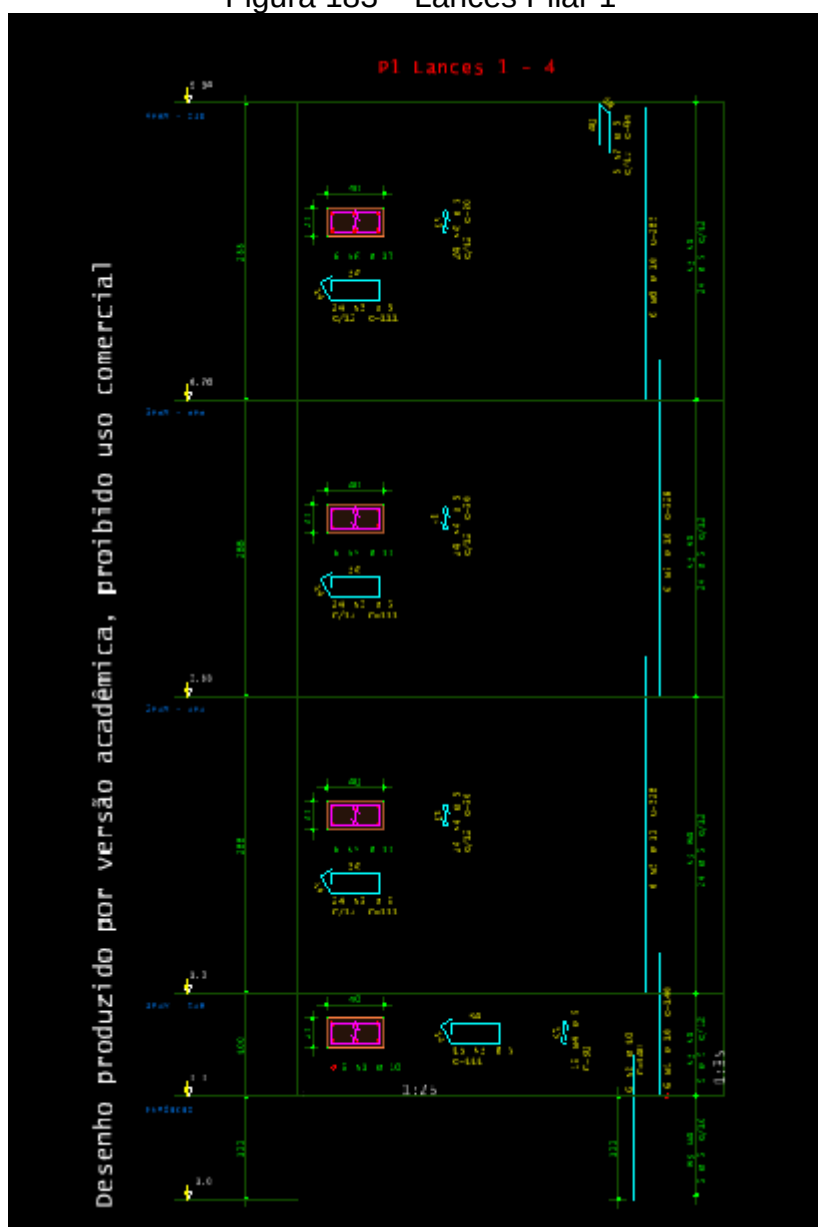


Legenda: Fundo em preto. Estribos em ciano. Cotagens em verde claro. Título do pilar P1 em vermelho. Escalas em branco.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 183 permite a visualização de todos os lances do pilar P1.

Figura 183 – Lances Pilar 1

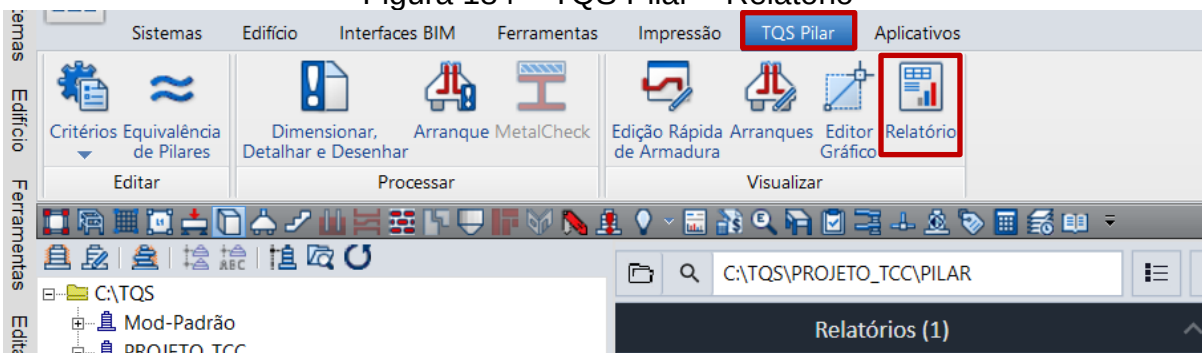


Legenda: Fundo em preto. Estribos em ciano. Cotagens em verde claro. Títulos do pavimento em azul escuro. Título do pilar P1 e lances em vermelho.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Há como analisar as taxas de aço utilizadas através do Relatório obtido através da aba TQS Pilar (Figura 184).

Figura 184 – TQS Pilar – Relatório



Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Pilar. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Pilar, caixa de seleção em vermelho sobre: Relatório.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Analisando-se a Figura 185 pode-se ver a taxa de aço utilizada está baixa, não sendo necessária alteração.

Figura 185 – Lances Pilar 1

← Pilares							
TQS VERSÃO EDUCACIONAL NÃO COMERCIAL				USO NÃO PERMITIDO EM PROJETOS COMERCIAIS			14:47:10
Pilar	Lances	Seção (cm)	σ (kgf/cm ²)	v	λ	ρ	Taxa de aço (kgf/m ³)
P1	1 a 4	20X40	5.1 a 18	0.029 a 0.122	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P2	1 a 4	20X40	11.1 a 41.3	0.062 a 0.273	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P3	1 a 4	20X40	14.4 a 58	0.08 a 0.379	7 a 51	0.59 a 0.59	83.8
P4	1 a 4	20X40	10.9 a 40.8	0.061 a 0.269	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P5	1 a 4	20X40	5.3 a 18.5	0.029 a 0.125	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P6	1 a 4	20X40	8.1 a 30.2	0.046 a 0.201	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P7	1 a 4	20X40	15.6 a 56.7	0.087 a 0.371	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P8	1 a 5	20X40	10.2 a 53.1	0.057 a 0.35	7 a 50	0.59 a 0.59	81.8
P9	1 a 5	20X40	10.6 a 53.9	0.06 a 0.356	7 a 50	0.59 a 0.59	81.8
P10	1 a 4	20X40	15.3 a 56	0.085 a 0.366	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P11	1 a 4	20X40	8.4 a 31	0.047 a 0.207	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P12	1 a 4	20X40	5.9 a 19.9	0.033 a 0.144	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P13	1 a 4	20X40	12.1 a 41	0.068 a 0.291	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P14	1 a 5	20X40	9.9 a 47.7	0.055 a 0.346	7 a 50	0.59 a 0.59	81.8
P15	1 a 5	20X40	10.3 a 48.2	0.058 a 0.35	7 a 50	0.59 a 0.59	81.8
P16	1 a 4	20X40	12 a 40.5	0.067 a 0.287	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8
P17	1 a 4	20X40	6 a 20.2	0.034 a 0.146	7 a 50	0.59 a 0.59	83.8

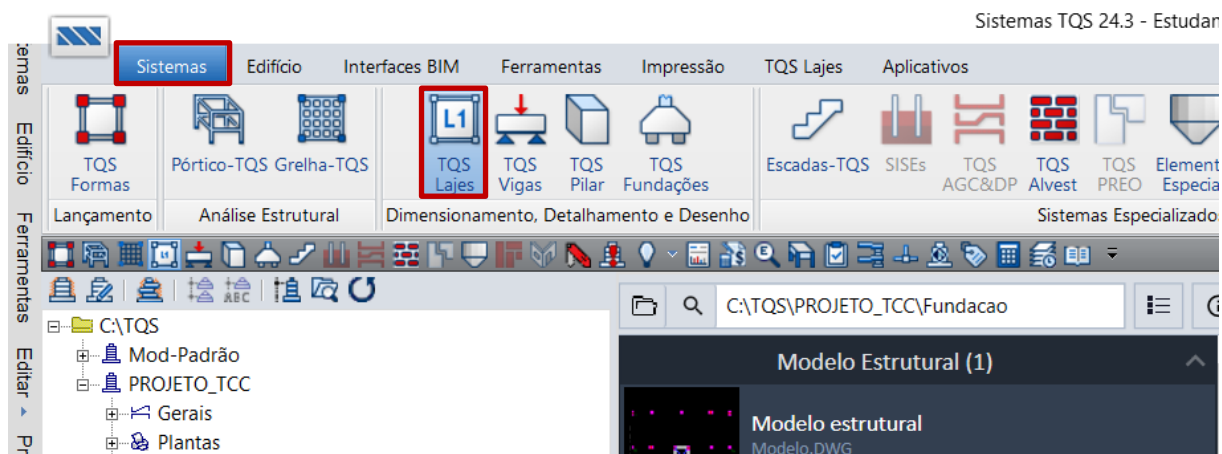
Legenda: Escritos em branco: Pilar, Lances, Seção (cm), σ , v , λ , ρ , Taxa de aço (kgf/m³).

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.14.3 Detalhamento das lajes

Antes de iniciar o detalhamento das lajes, algumas alterações nos arquivos de critério serão realizadas para melhorar a visualização dos relatórios. Para isso acessa-se 'TQS Lajes' dentro da aba 'Sistemas' (Figura 186).

Figura 186 – Sistemas – TQS Lajes

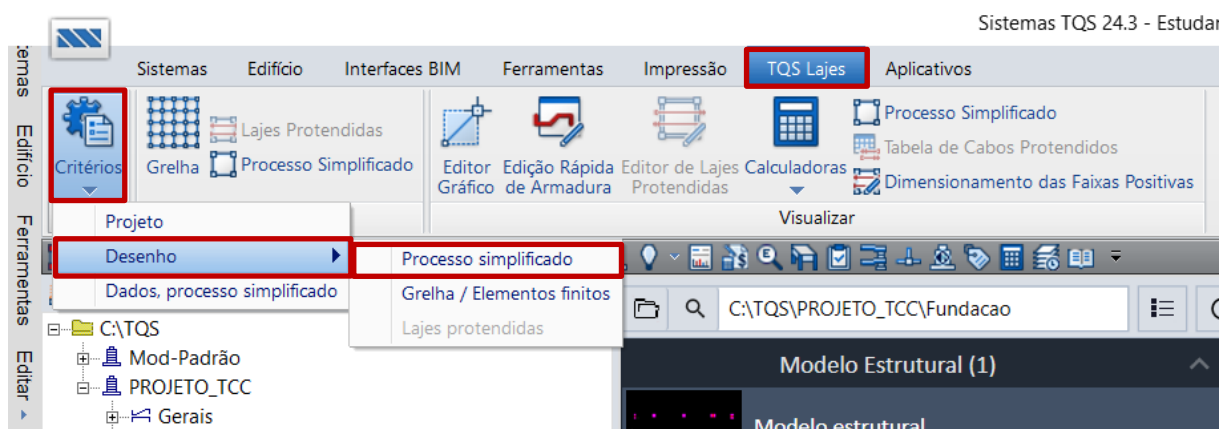


Legenda: Escritos em preto: Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, TQS Lajes, Aplicativos, escritos em branco: Sistemas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sistemas, caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Lajes.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois, dentro de 'TQS Lajes', clica-se em 'Critérios', em seguida em 'Desenho' e por fim em 'Processo simplificado' (Figura 187).

Figura 187 – TQS Lajes – Critérios – Desenho

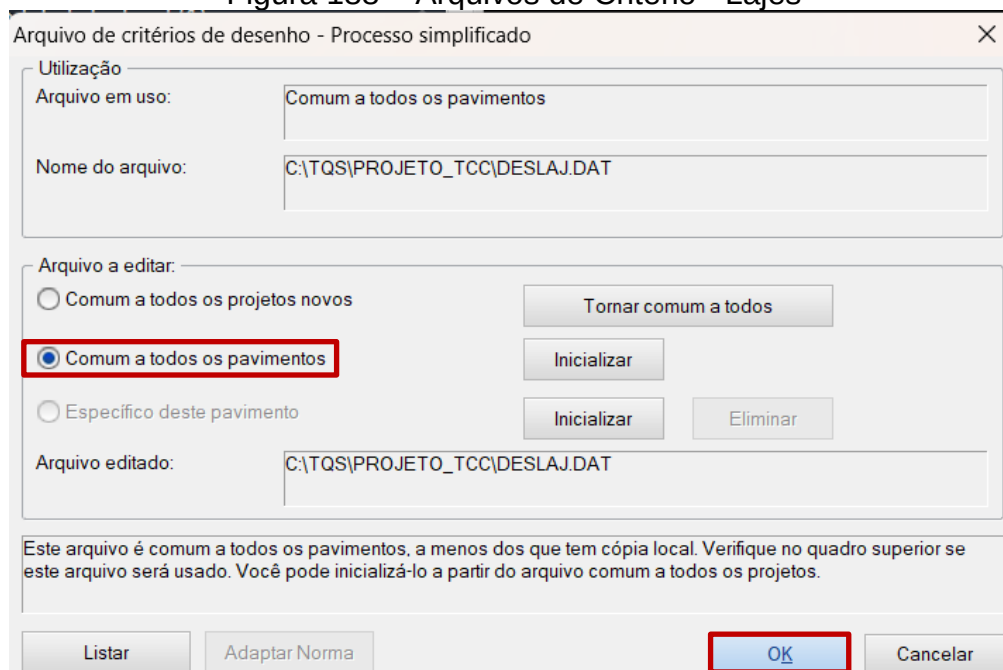


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Lajes. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: Critérios, caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho, caixa de seleção em vermelho sobre: Processo simplificado.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na janela que será aberta seleciona-se 'Comum a todos os pavimentos' e depois clica-se em 'Ok' (Figura 188).

Figura 188 – Arquivos de Critério - Lajes

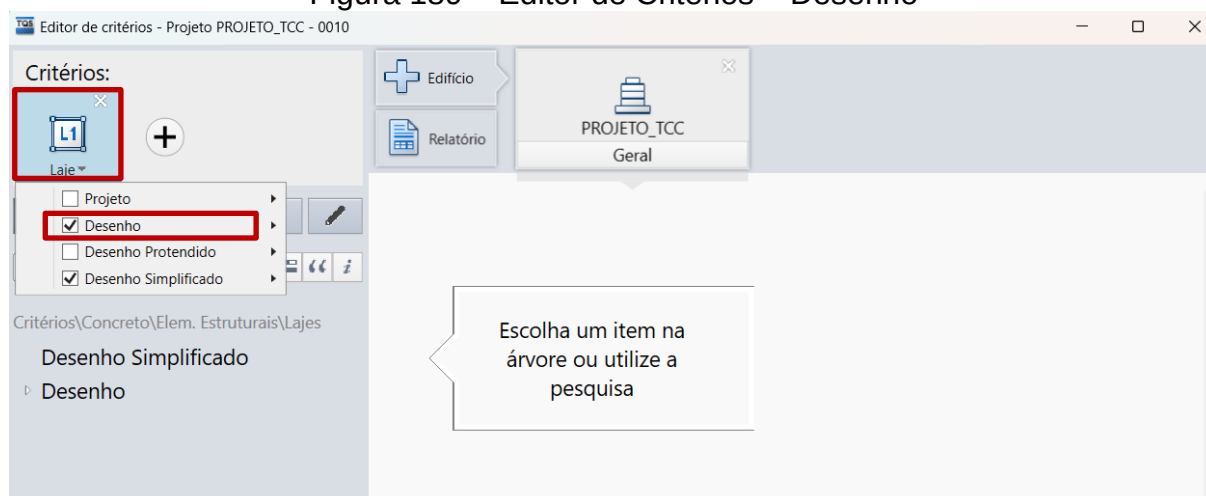


Legenda: Escritos em preto: Arquivo de critérios de desenho – Processo simplificado, Utilização, Arquivo a editar. Caixa de seleção em vermelho sobre: Comum a todos os pavimentos, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

No editor de critérios primeiramente habilita-se 'Desenho', conforme mostrado pela Figura 189.

Figura 189 – Editor de Critérios – Desenho

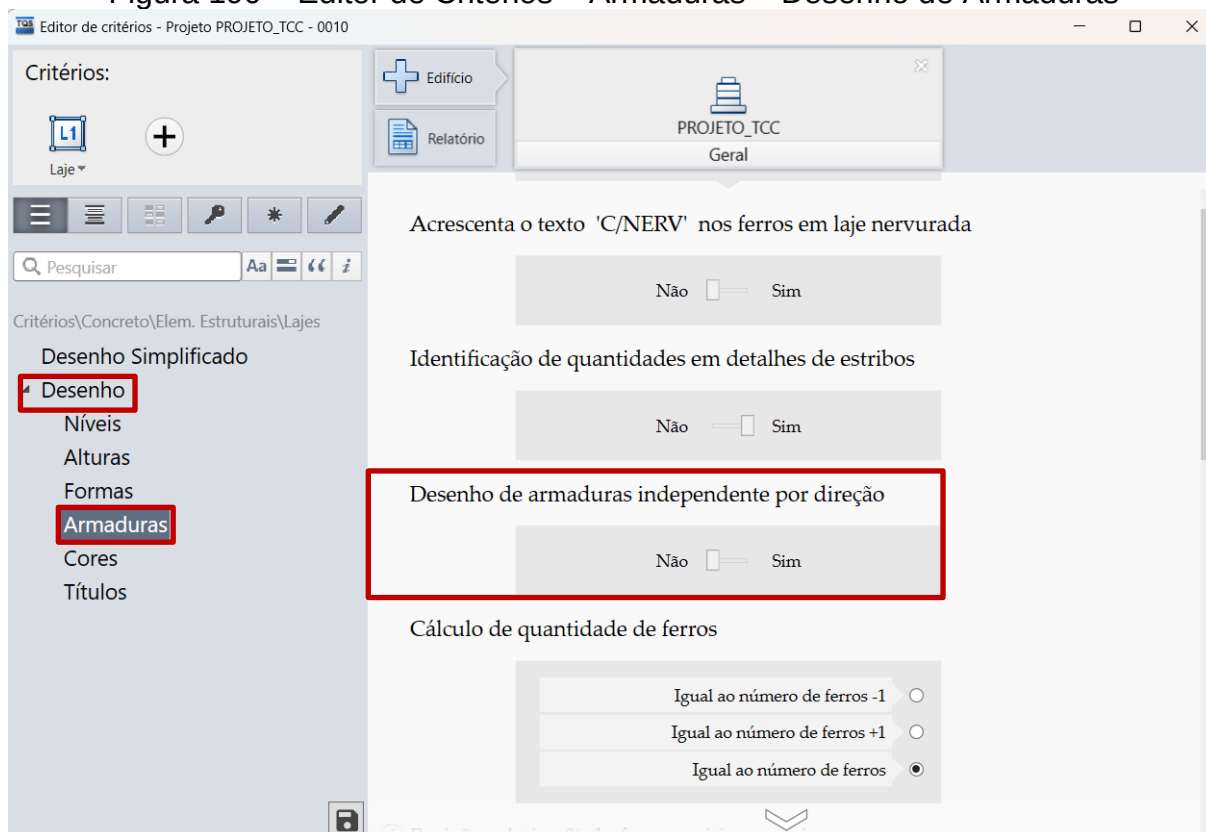


Legenda: Escritos em preto: Editor de critérios, Critérios, Laje, Projeto, Desenho, Desenho Protendido, Desenho Simplificado. Caixa de seleção em vermelho sobre: Laje, caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Duas alterações serão feitas, a primeira refere-se à determinação que ambas as armaduras positivas na direção x e na direção y ficarão em apenas um desenho (Figura 190).

Figura 190 – Editor de Critérios – Armaduras – Desenho de Armaduras

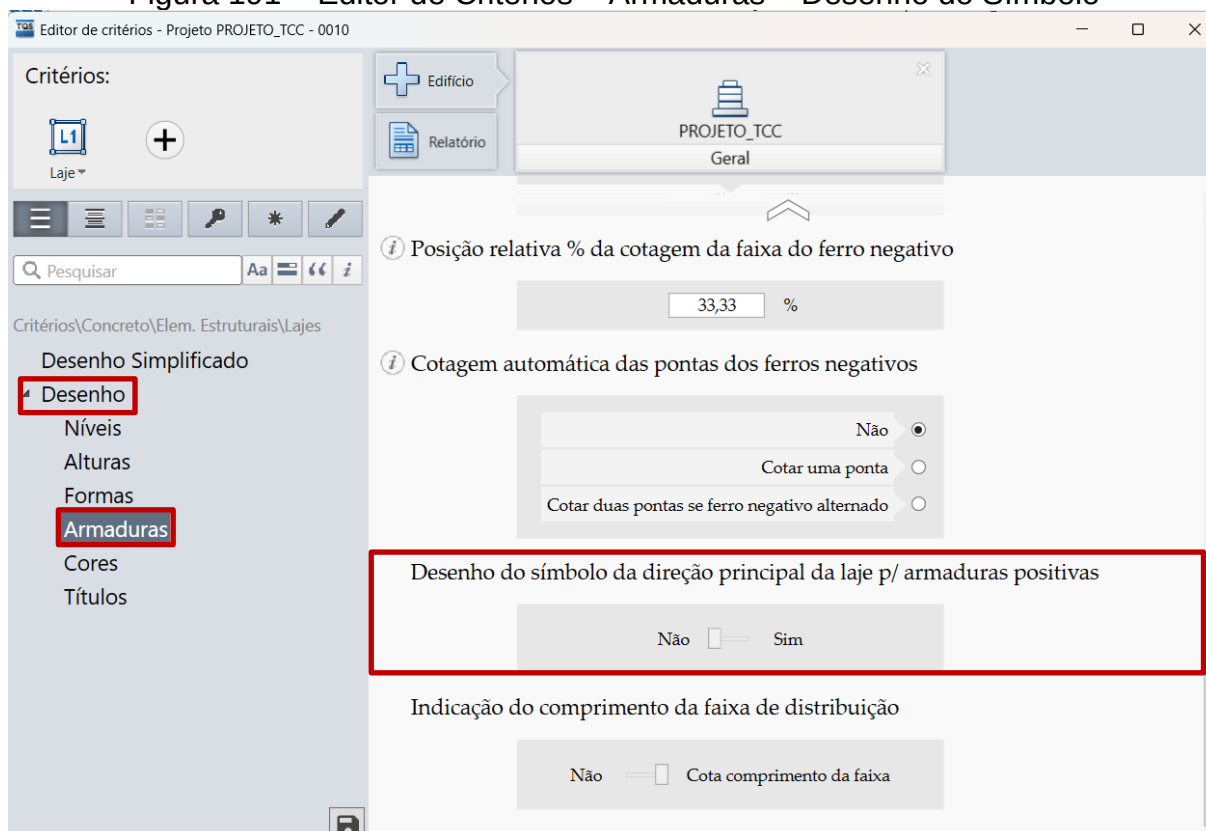


Legenda: Escritos em preto: Editor de critérios, Desenho Simplificado, Desenho, Níveis, Alturas, Formas, Armaduras, Cores, Títulos, Acrescenta o texto 'C/NERV' nos ferros em laje nervurada – Não, Identificação de quantidades em detalhes dos estribos – Sim, Desenho de armaduras independente por direção – Não, Cálculo de quantidades de ferros, Igual ao número de ferros -1, Igual ao número de ferros +1, Igual ao número de ferros (opção selecionada por padrão TQS). Caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho, caixa de seleção em vermelho sobre: Armaduras, caixa de seleção sobre: Desenho de armaduras independente por direção – Não.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Já a segunda mudança será com relação a não desenhar o símbolo da direção principal da laje para armaduras positivas (Figura 191).

Figura 191 – Editor de Critérios – Armaduras – Desenho do Símbolo

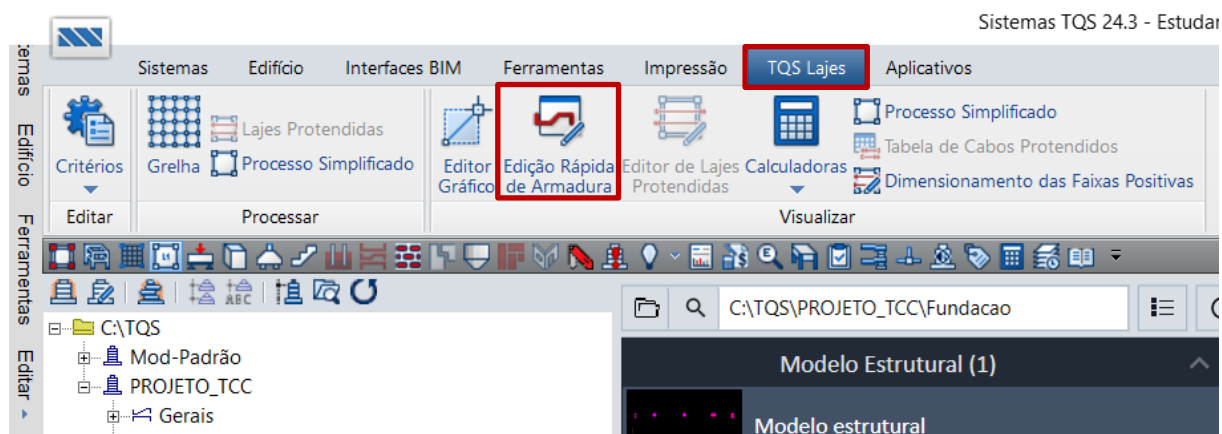


Legenda: Escritos em preto: Editor de critérios, Desenho Simplificado, Desenho, Níveis, Alturas, Formas, Armaduras, Cores, Títulos. Caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho, caixa de seleção em vermelho sobre: Armaduras, caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho do símbolo da direção principal da laje p/ armaduras positivas – Não.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O TQS Lajes possui uma edição rápida de armaduras assim como os demais elementos já apresentados, pilares e vigas (Figura 192).

Figura 192 – TQS Lajes – Edição Rápida de Armadura

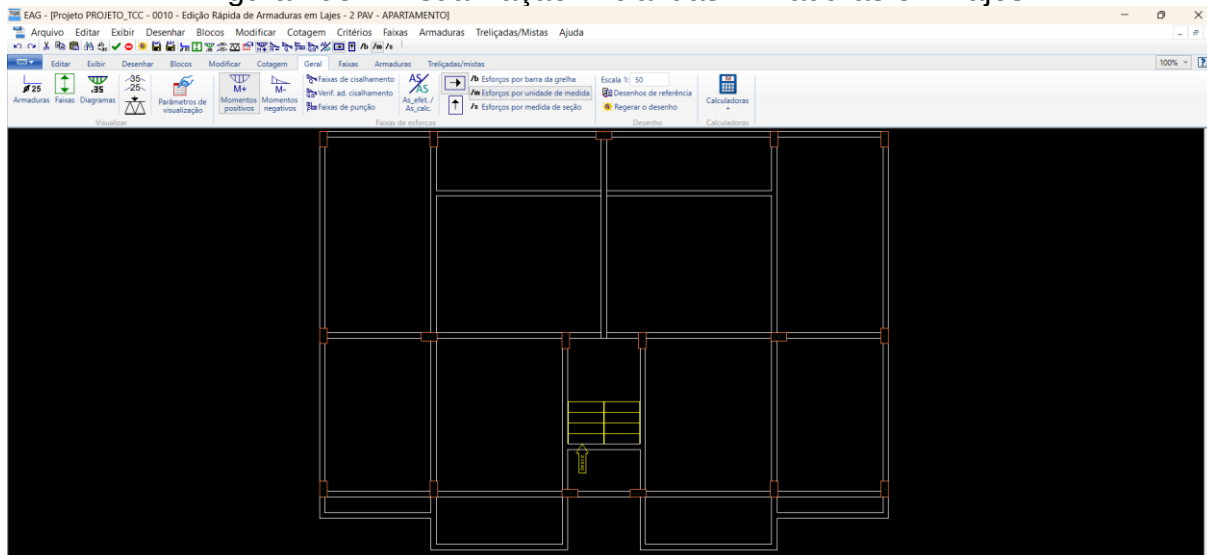


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Lajes. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Lajes, caixa de seleção em vermelho sobre: Edição Rápida de Armadura.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 193 mostra a visualização inicial da página de edição das armaduras das lajes, onde pode-se fazer o cálculo das armaduras de lajes, gerar os desenhos e gerar os diagramas.

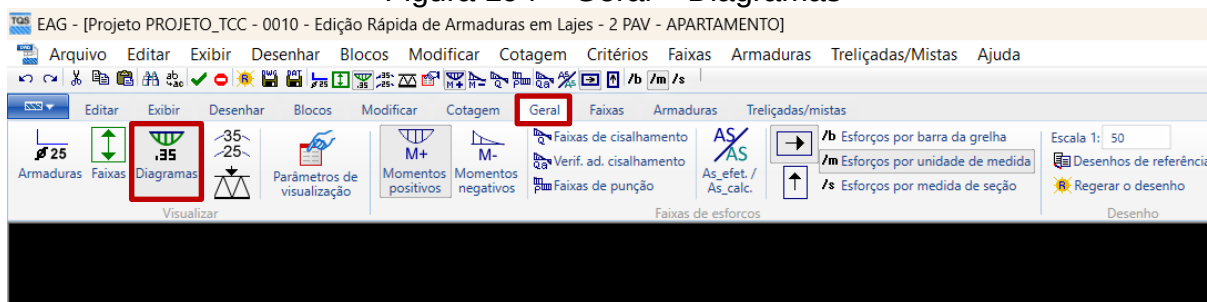
Figura 193 – Visualização Inicial das Armaduras em Lajes



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho. Vigas em branco. Lances de escada em amarelo.
Fonte: TQS Estudante (2024).

Nessa página é possível analisar os esforços oriundos da grelha com maior precisão, para isso, é possível habilitar a ferramenta 'Diagramas' conforme indicado pela Figura 194.

Figura 194 – Geral – Diagramas



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhos, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Faixas, Armaduras, Treliçadas/mistas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Geral, caixa de seleção em vermelho sobre: Diagramas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Com a ferramenta habilitada, pode-se visualizar os momentos positivos e negativos, tanto na direção principal quanto na secundária. A Figura 195 mostra a visualização dos momentos positivos na direção principal.

Figura 195 – Diagrama de Momentos Positivos na Direção Principal

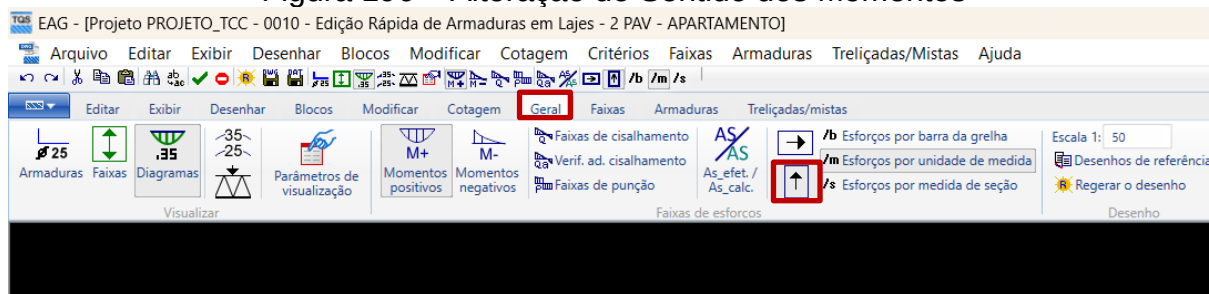


Legenda: Fundo em preto. Títulos em azul: 2 PAV – APARTAMENTO – Armadura Positiva. Momentos em verde claro. Legenda em rosa: Diagramas de momento fletor horizontal, valores por unidade de medida (m), unidades tfm/m, 2 PAV – APARTAMENTO, UNESP.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para ver os momentos na direção secundária é só clicar no ícone apresentado pela Figura 196.

Figura 196 – Alteração do Sentido dos Momentos

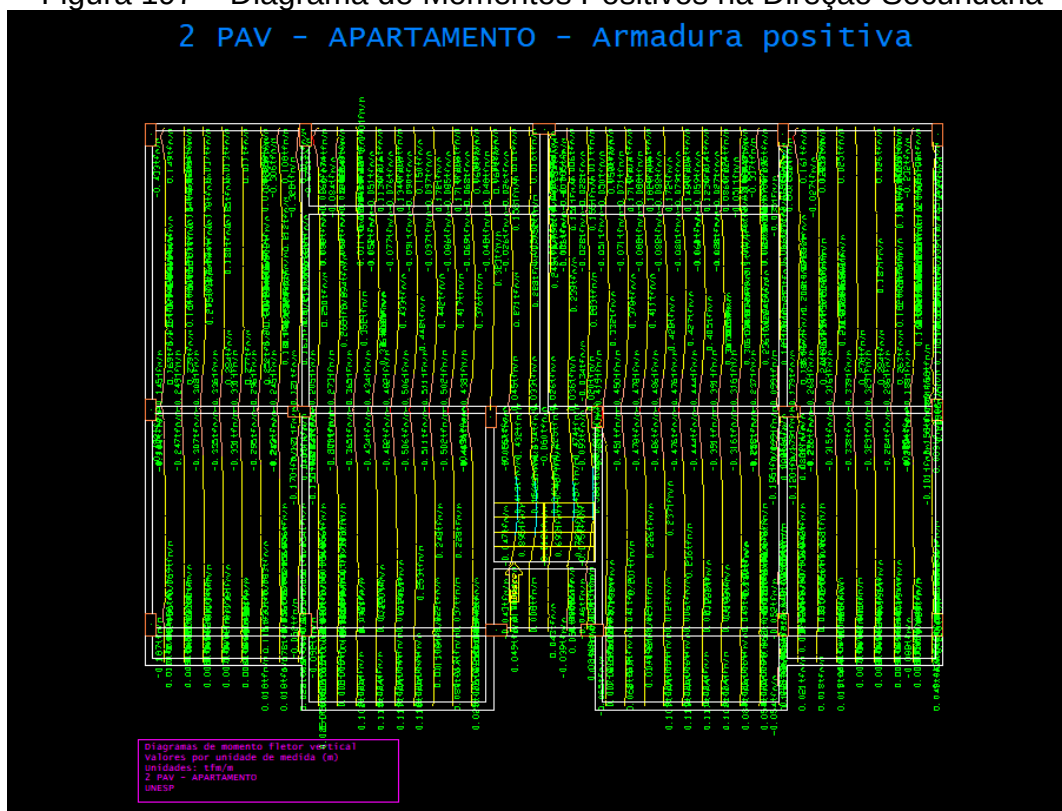


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Faixas, Armaduras, Trelçadas/mistas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Geral, caixa de seleção em vermelho sobre: Direção secundária.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 197 mostra o diagrama dos momentos positivos na direção secundária.

Figura 197 – Diagrama de Momentos Positivos na Direção Secundária

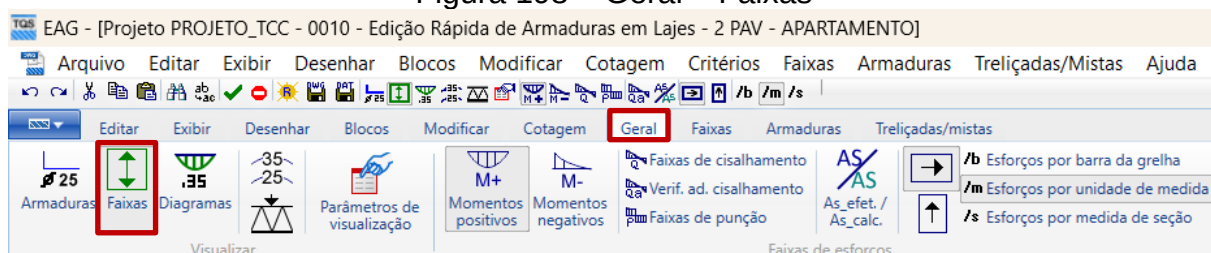


Legenda: Fundo em preto. Títulos em azul: 2 PAV – APARTAMENTO – Armadura Positiva. Momentos em verde claro. Legenda em rosa: Diagramas de momento fletor vertical, valores por unidade de medida (m), unidades tfm/m, 2 PAV – APARTAMENTO, UNESP.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na aba ‘Gerais’ é possível a visualização das faixas através do ícone mostrado na Figura 198.

Figura 198 – Geral – Faixas

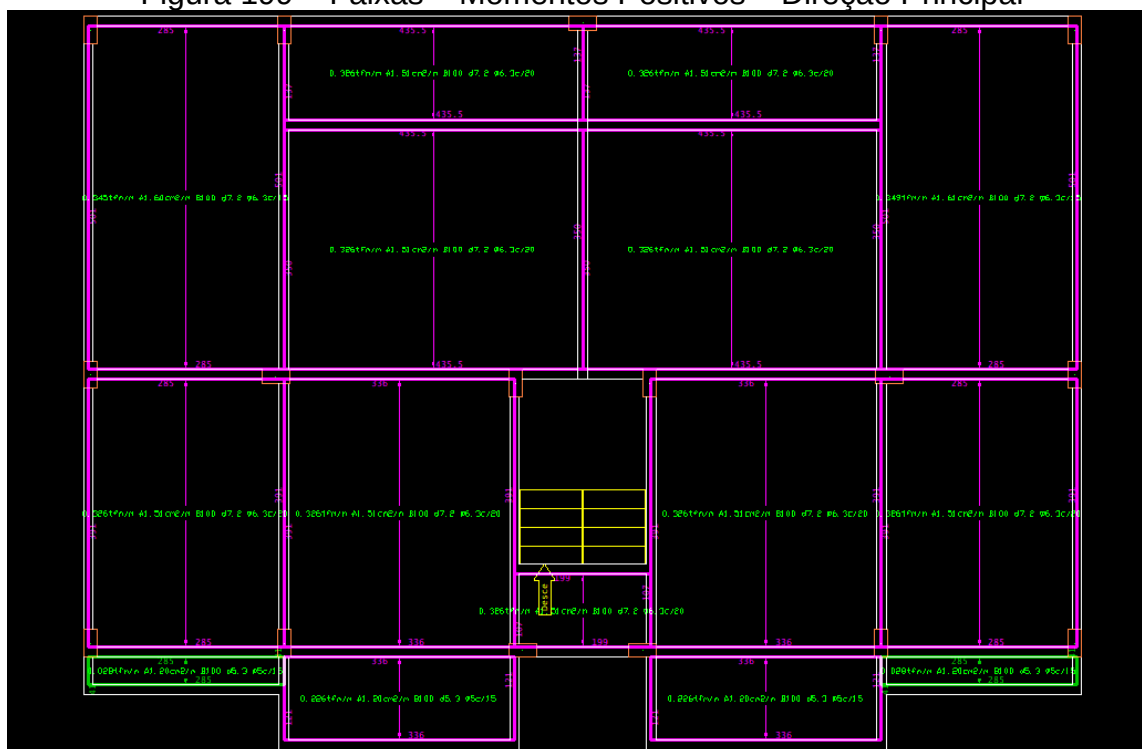


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Faixas, Armaduras, Treliçadas/mistas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Geral, caixa de seleção em vermelho sobre: Faixas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O TQS utiliza algumas faixas de influência e projeta a armadura dentro dessas faixas, ele traz uma média de toneladas por metro, conforme indicado pela Figura 199 que representa a direção principal.

Figura 199 – Faixas – Momentos Positivos – Direção Principal

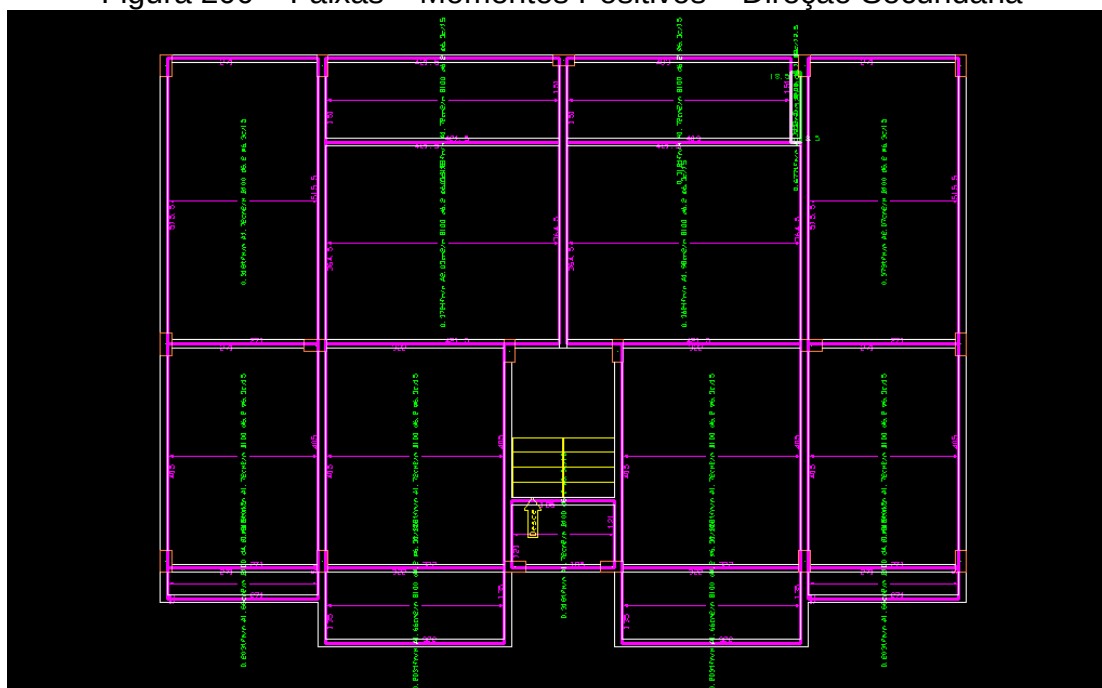


Legenda: Fundo em preto. Faixas na direção principal em rosa. Escritos em verde claro. Lances de escada em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Já a Figura 200 representa a direção secundária.

Figura 200 – Faixas – Momentos Positivos – Direção Secundária

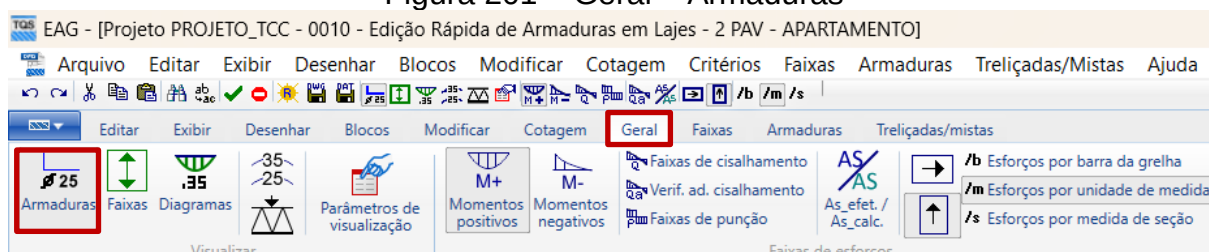


Legenda: Fundo em preto. Faixas na direção secundária em rosa. Escritos em verde claro. Lances de escada em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para que as armaduras sejam geradas, primeiramente é necessário que esteja habilitada na aba 'Geral' (Figura 201).

Figura 201 – Geral – Armaduras

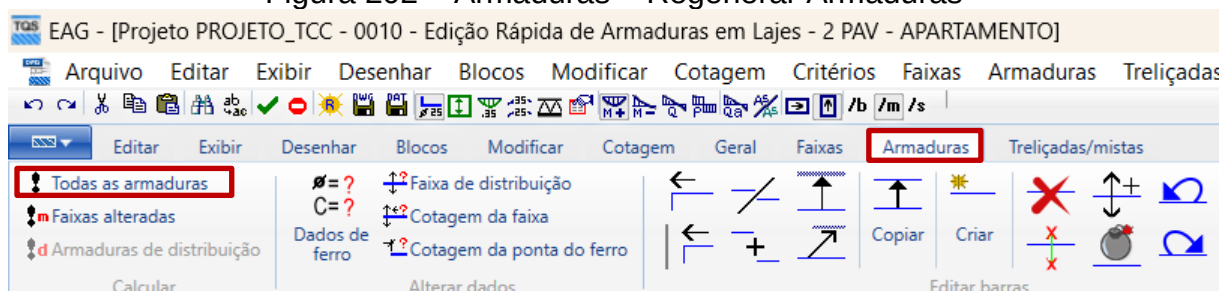


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhado, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Faixas, Armaduras, Treliçadas/mistas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Geral, caixa de seleção em vermelho sobre: Armaduras.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois, pode-se pedir para regenerá-las através da aba 'Armaduras' e utilizando-se a ferramenta 'Todas as armaduras' (Figura 202).

Figura 202 – Armaduras – Regenerar Armaduras

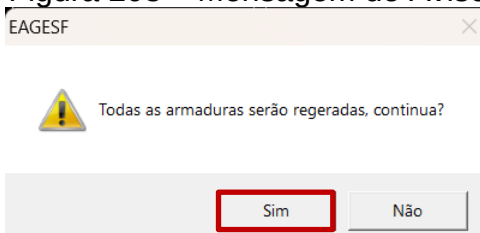


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhado, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Faixas, Armaduras, Treliçadas/mistas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Armaduras, caixa de seleção em vermelho sobre: Todas as armaduras.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Em seguida, aparecerá uma janela de aviso onde basta clicar em 'sim', conforme mostrado na Figura 203.

Figura 203 – Mensagem de Aviso

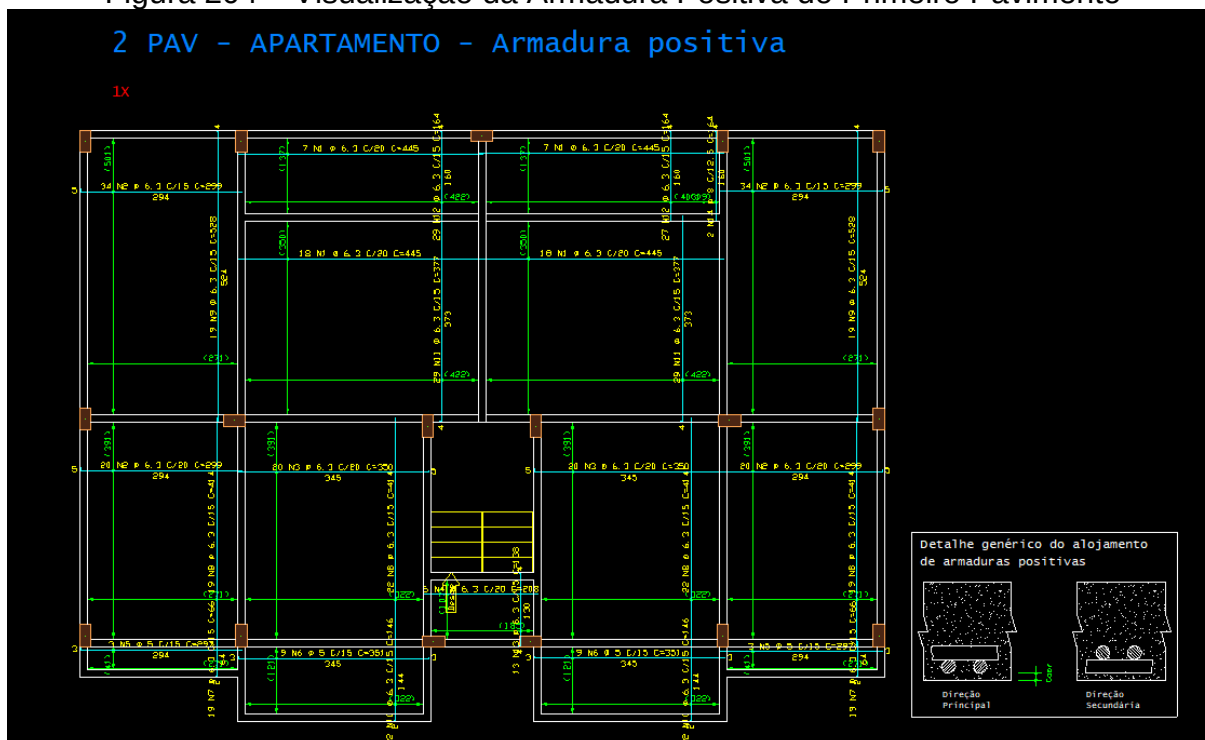


Legenda: Escritos em preto: Todas as armaduras serão regeradas, continua?, Sim, Não. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sim.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 204 permite a visualização da armadura positiva do primeiro pavimento.

Figura 204 – Visualização da Armadura Positiva do Primeiro Pavimento

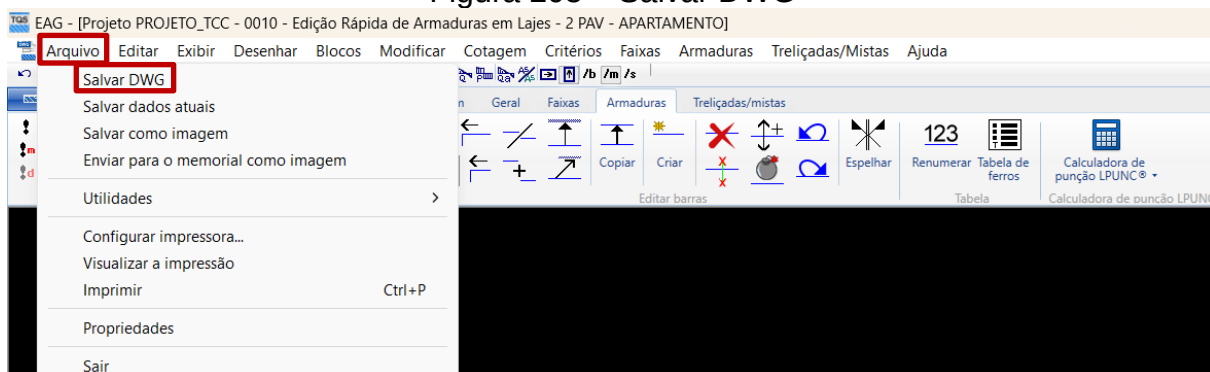


Legenda: Fundo em preto. Títulos em azul: 2 PAV – APARTAMENTO – Armadura Positiva. Distâncias em verde claro. Armadura positiva escrita em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para que seja possível exportá-la para as pranchas futuramente é necessário salvar o arquivo através da aba 'Arquivo', conforme indicado pela Figura 205, o arquivo é salvo como ARP1001.

Figura 205 – Salvar DWG

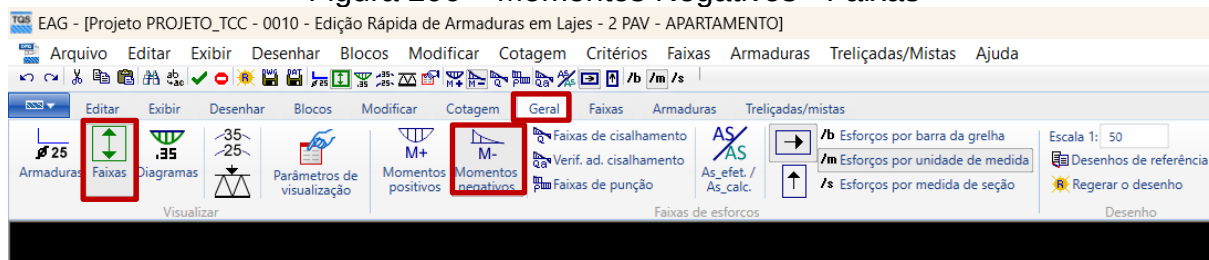


Legenda: Escritos em preto: Arquivo, Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Critérios, Faixas, Armaduras, Treliçadas/Mistas, Ajuda. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Arquivo, caixa de seleção em vermelho sobre: Salvar DWG.

Fonte: TQS Estudante (2024).

É possível também ver as faixas os momentos negativos acionadas através dos comandos presentes na Figura 206.

Figura 206 – Momentos Negativos - Faixas

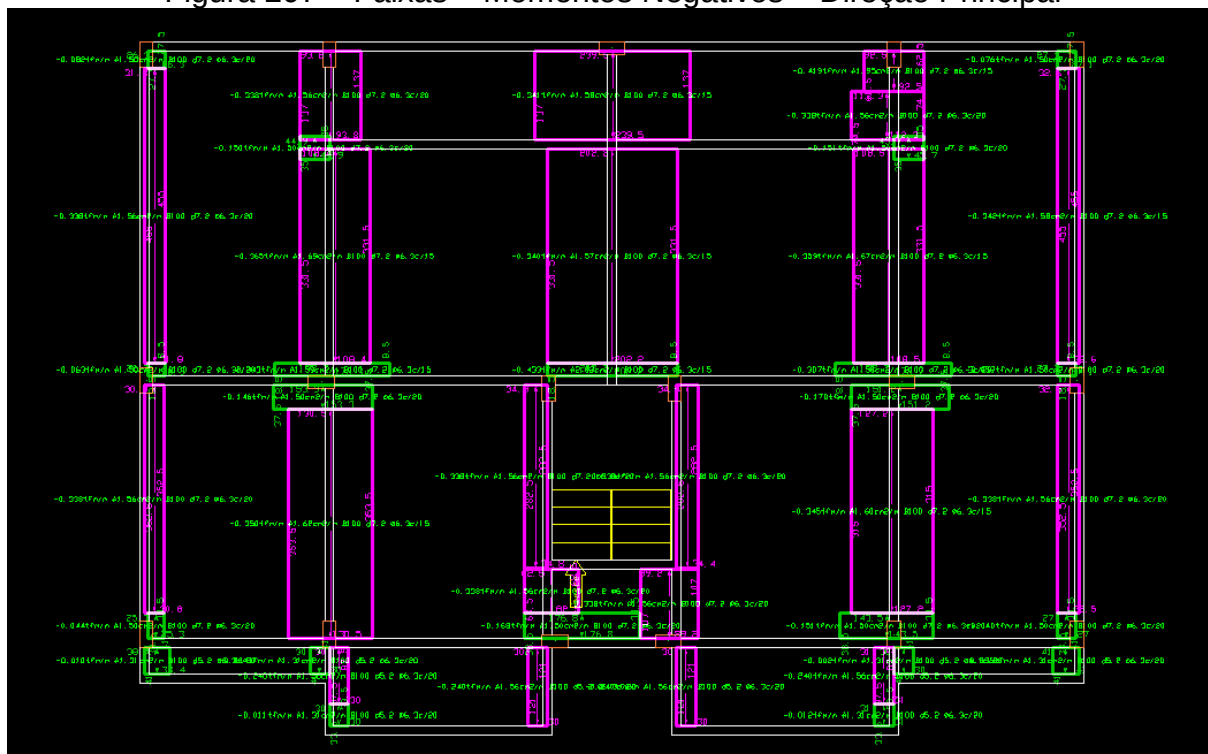


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Geral, Faixas, Armaduras, Trelaçadas/mistas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Geral, caixa de seleção em vermelho sobre: Faixas, caixa de seleção em vermelho sobre: Momentos negativos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A visualização está apresentada através da Figura 207.

Figura 207 – Faixas – Momentos Negativos – Direção Principal

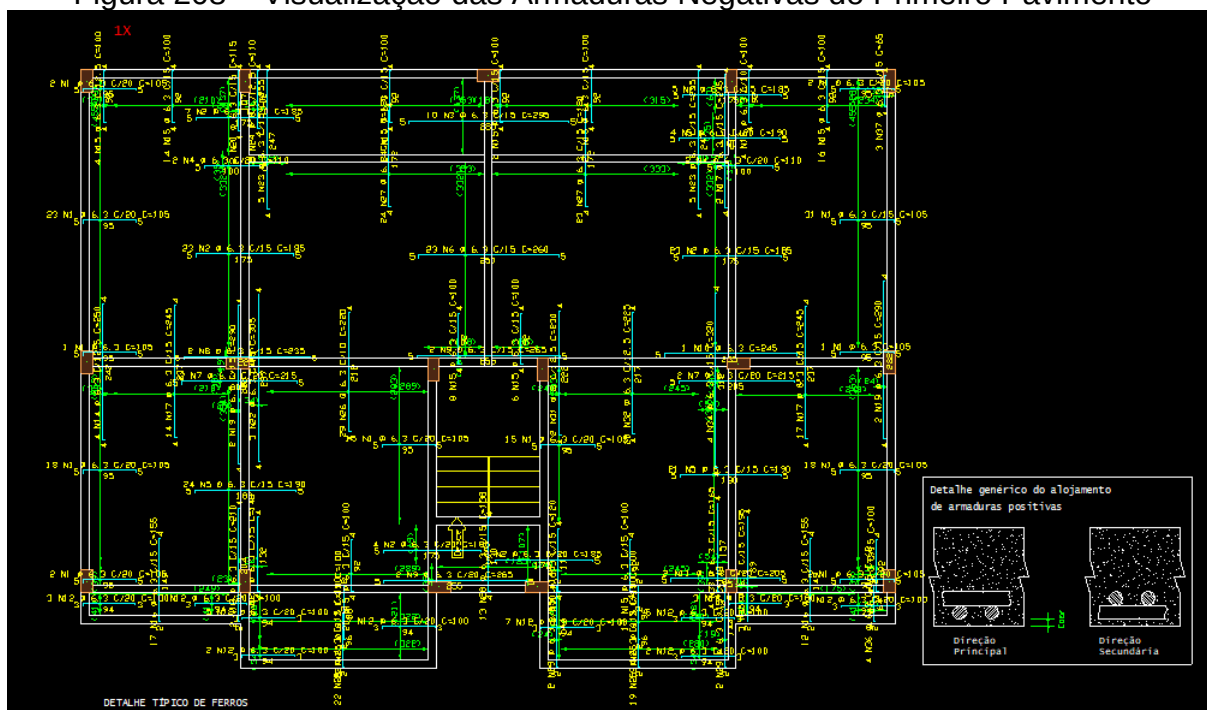


Legenda: Fundo em preto. Faixas na direção principal em rosa. Escritos em verde claro. Lances de escada em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para gerar as armaduras o procedimento acontece de forma análoga ao apresentado para as armaduras positivas, podendo-se a visualização ser vista através da Figura 208.

Figura 208 – Visualização das Armaduras Negativas do Primeiro Pavimento



Legenda: Fundo em preto. Distâncias em verde claro. Armadura negativa escrita em amarelo.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.15 Fundações

O detalhamento correto das fundações é crucial para garantir a segurança e a estabilidade de qualquer estrutura. O software TQS oferece uma série de ferramentas que auxiliam nesse processo, permitindo aos Engenheiros realizar análises detalhadas, considerando diferentes tipos de solo, cargas e condições específicas do projeto. Com recursos como modelagem 3D e simulações avançadas, o TQS possibilita a visualização precisa do comportamento das fundações, ajudando a evitar problemas futuros e garantindo a qualidade e a durabilidade das construções.

Para que seja possível adicionar as funções ao modelador estrutural, primeiramente é necessário acessar as características do pilar e alterar o nascimento do pilar para 'Em pilar/bloco/sapata/tubulão' (Figura 209).

Figura 209 – Dados de Pilares – Modelo

Dados de pilares

Identificação | Seção | **Modelo** | Grelha/Pavimento | Pórtico | Detalhamento | Cargas | Plantas/Seções | BIM

O pilar nasce:

- ☐ Vinculado na fundação / solo
- ☐ Em viga
- ☒ **Em pilar/bloco/sapata/tubulão**
- ☐ Sobre laje

Trabalha em:

- ☒ Compressão
- ☐ Tração / compressão
- ☐ Compatibilização
- ☐ Só tração (tirante)
- ☐ Só compressão (escora)

Recebe vento:

- ☐ Não
- ☒ Sim

Tabela de vento

Parcelas de vento

Direção:

- ☒ Vertical
- ☐ Inclinado

Pilar parede - inércia à torção laminar

- ☒ Não calcular
- ☐ Aproximada ou discretização

Não linearidade física

- ☒ Pilar
- ☐ Parede não fissurada
- ☐ Parede fissurada

Verificar interferências

- ☐ Não
- ☒ Sim

Vinculação inferior do pilar: solo (com molas de projeto), viga de transição, outro pilar ou elemento de fundação ou sobre laje (Modelo VI)

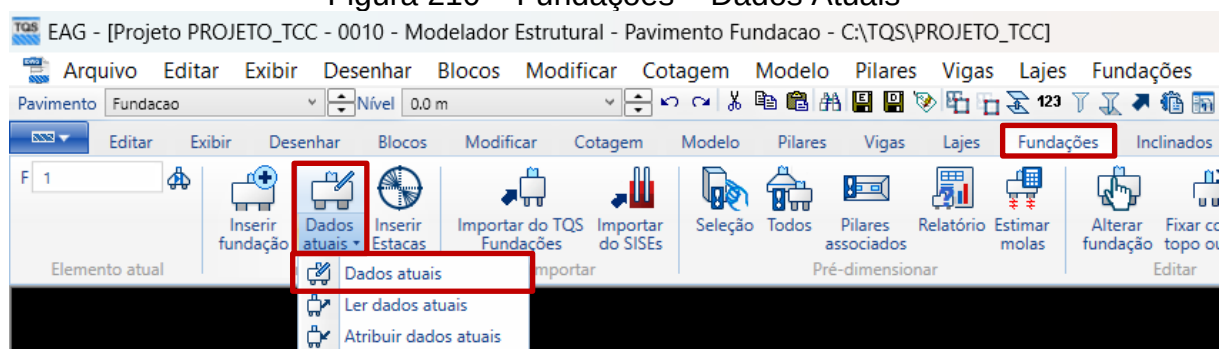
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Dados de pilares, Identificação, Seção, Modelo, Grelha/Pavimento, Pórtico, Detalhamento, Cargas, Plantas/Seções, BIM, O pilar nasce. Caixa de seleção em vermelho sobre: Modelo, caixa de seleção em vermelho sobre: Em pilar/bloco/sapata/tubulão, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Esse procedimento deve ser feito para todos os pilares. O próximo passo é acessar 'Dados Atuais' dentro da aba 'Fundações' (Figura 210).

Figura 210 – Fundações – Dados Atuais



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenharm, Blocos, Modificar, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Fundações, caixa de seleção em vermelho sobre: Dados atuais.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Como o TQS pré-dimensiona automaticamente as sapatas, deve-se adicionar uma sapata com dimensões pequenas e pedir posteriormente para ele calcular a real necessidade. Na janela aberta deve-se clicar em 'Dados de fundação' (Figura 211).

Figura 211 – Dados de Fundações – Seção

Dados de fundações

Identificação | **Seção** | Grelha/Pavimento | Pórtico | Detalhamento | BIM

Posição de inserção

☒ Centro

☐ Canto 1

☐ Ponto médio seguido ao canto

Ângulo de inserção 0

Dados de fundação

Legenda: Escritos em preto: Dados de fundações, Identificação, Seção, Grelha/Pavimento, Pórtico, Detalhamento, BIM. Caixa de seleção em vermelho sobre: Dados de fundação.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Deve-se, então, entrar com os dados referentes a base e a altura, conforme mostrado pela Figura 212.

Figura 212 – Edição de Dados de Fundação

Edição de dados de fundação

Dados da fundação

Vigas apoiam na fundação ☐ Não ☒ Sim ?

Pilar fictício para cálculo ☒ Não ☐ Sim ?

Dimensões de pilar fictício X 0 cm Y 0 cm

Fundação em cálice ☒ Não ☐ Sim Editar

Rebaixo da face superior 0 cm

Contorno poligonal ☒ Não ☐ Sim Definir Ler

Sapata | Bloco | Tubulão

Topo

Colarinho ☐ Não ☒ Sim 5 cm

TX 0 cm TY 0 cm

EXCX 0 cm EXCY 0 cm

Sapata de divisa

Base

DIMX 60 cm DIMY 80 cm

Altura

HS 60 cm HS 30 cm

HOX 30 cm HOY 30 cm

Altura Y do rodapé da sapata

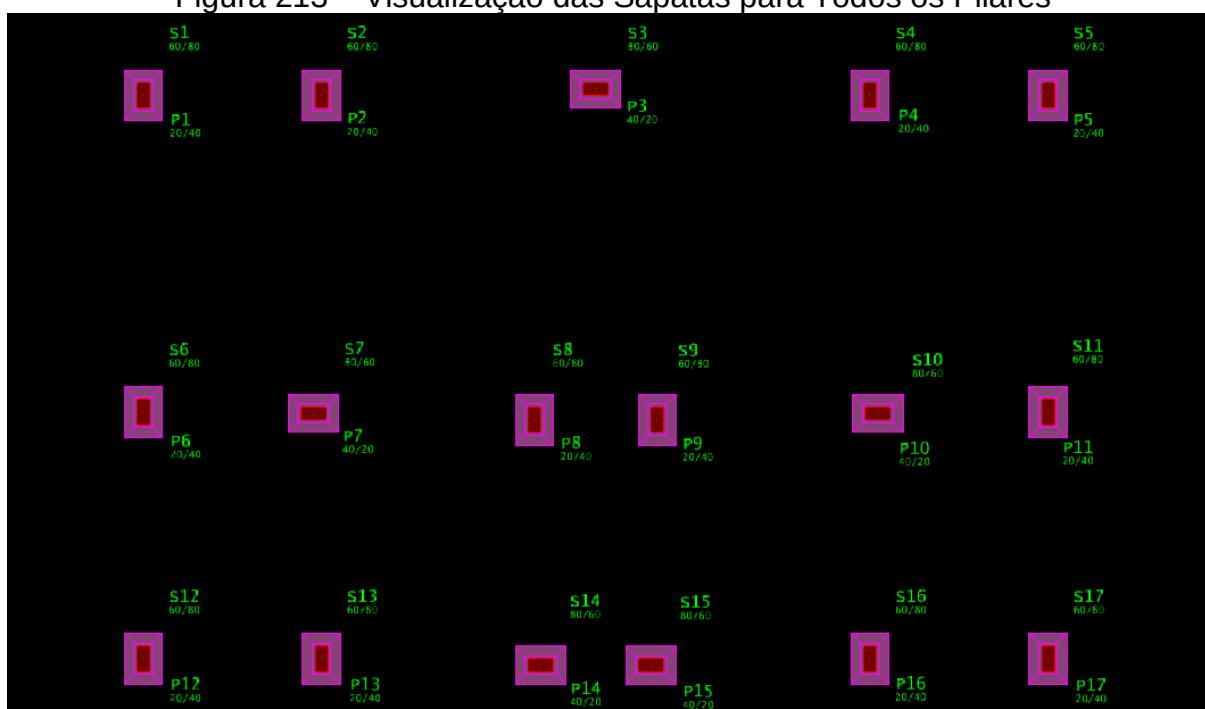
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Edição de dados de fundação, Dados da fundação, Sapata, Bloco, Tubulão, Base, Altura, OK, Cancelar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na Figura 213 tem-se a visualização geral da sapata adicionada a todos os pilares.

Figura 213 – Visualização das Sapatas para Todos os Pilares

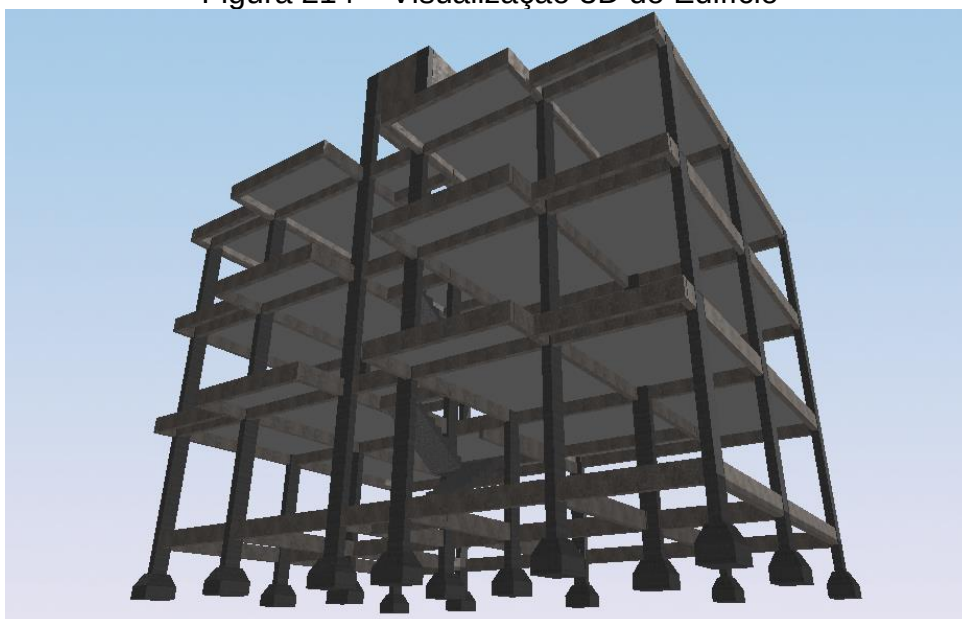


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho. Títulos e dimensões de pilares em verde claro. Sapatas em rosa. Títulos e dimensões de sapatas em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na Figura 214 tem-se uma visualização 3D do edifício já com as sapatas adicionadas.

Figura 214 – Visualização 3D do Edifício

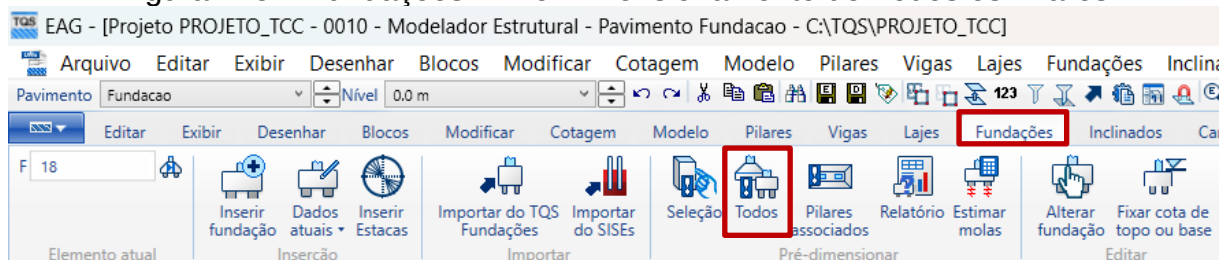


Legenda: Fundo em degradê de rosa claro a azul claro. Visualização do edifício em 3D. Lajes em cinza claro. Pilares e vigas em cinza escuro. Sapatas em cinza escuro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Agora que as sapatas foram adicionadas pode-se utilizar a ferramenta com a nomenclatura 'Todos' (Figura 215) responsável por pré-dimensionar as sapatas sob todos os pilares.

Figura 215 – Fundações – Pré Dimensionamento de Todos os Pilares



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhando, Blocos, Modificar, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Fundações, caixa de seleção em vermelho sobre: Todos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Aparecerá uma janela onde pode-se adicionar a tensão admissível do solo para que o dimensionamento seja realizado (Figura 216). Após a análise de sondagem do solo onde será construído o edifício, chegou-se ao valor de 2,0 kgf/cm² para a tensão admissível do solo a 1 metro de profundidade.

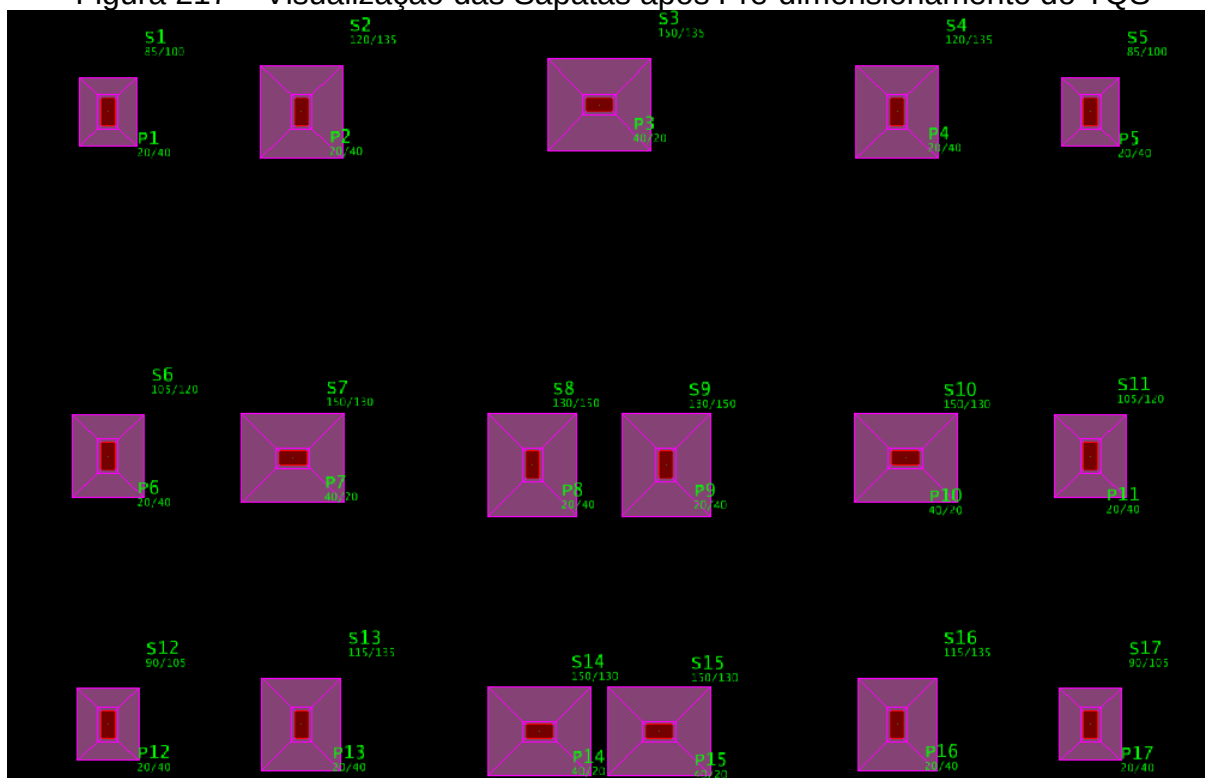
Figura 216 – Pré Dimensionamento de Fundação

Legenda: Escritos em azul: PRÉ DIMENSIONAMENTO FUNDAÇÃO. Escritos em preto: Sapata, Bloco, Entrada Manual, Arquivos de Critérios. Caixa de seleção em vermelho sobre: Pré-Dimensionar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 217 traz uma visualização das sapatas após a realização do pré-dimensionamento, onde pode-se ver que as dimensões das sapatas foram ampliadas.

Figura 217 – Visualização das Sapatas após Pré-dimensionamento do TQS

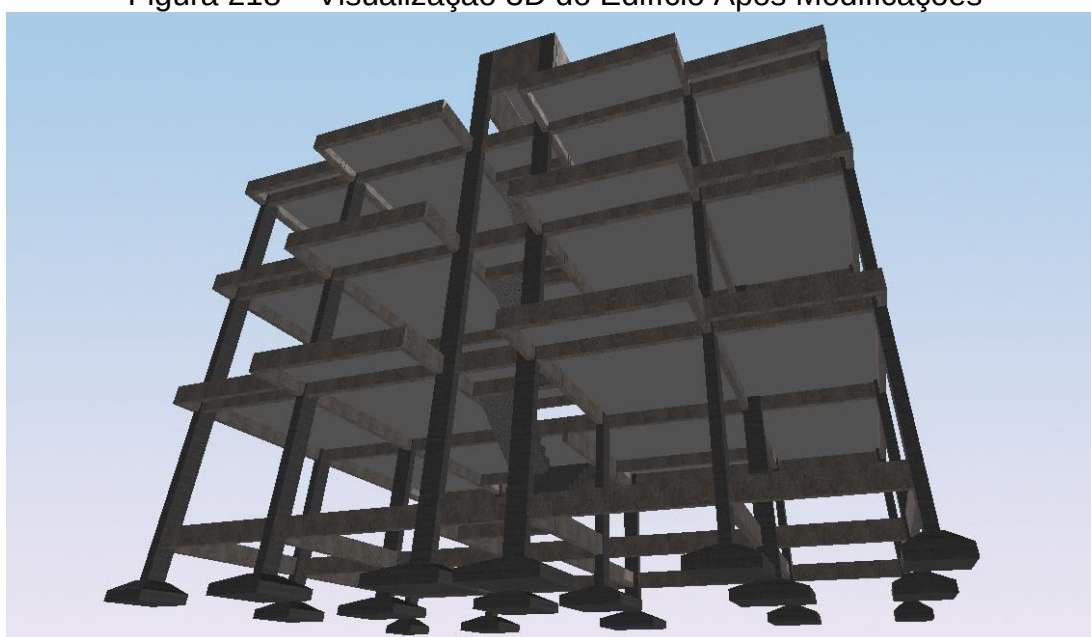


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho. Títulos e dimensões de pilares em verde claro. Sapatas em rosa (maiores do que as geradas inicialmente). Títulos e dimensões de sapatas em verde claro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 218 traz a visualização do edifício após correção das sapatas.

Figura 218 – Visualização 3D do Edifício Após Modificações

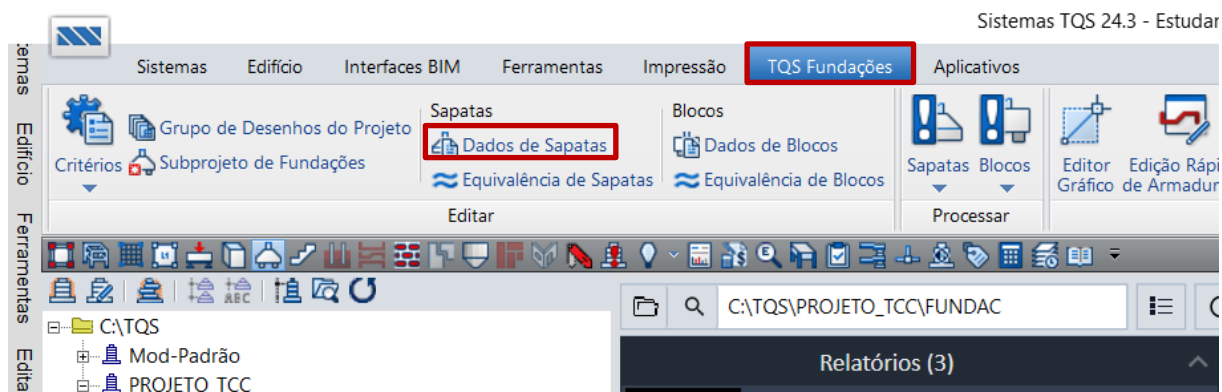


Legenda: Fundo em degradê de rosa claro a azul claro. Visualização do edifício em 3D. Lajes em cinza claro. Pilares e vigas em cinza escuro. Sapatas em cinza escuro.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Feito isso pode-se salvar o modelador estrutural e acessar a Aba 'TQS Fundações', depois 'Sapatas' e por fim 'Dados de Sapatas' (Figura 219).

Figura 219 – TQS Fundações – Dados de Sapatas

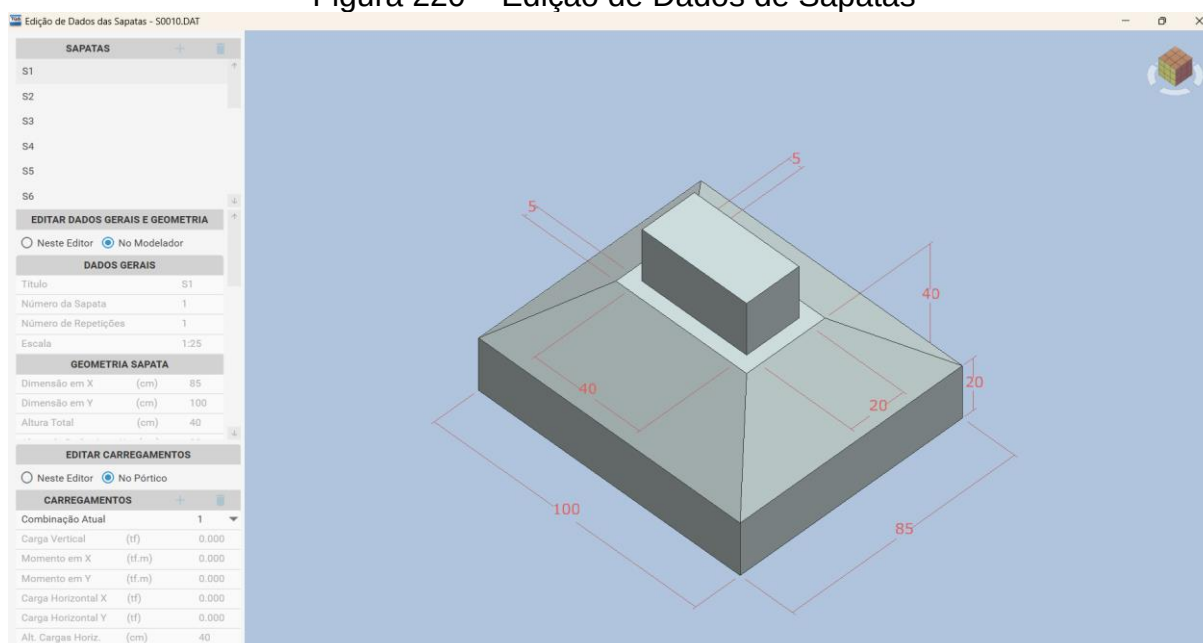


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces BIM, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em azul: TQS Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Fundações, caixa de seleção em vermelho sobre: Dados de Sapatas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao acessar os dados de sapatas pode-se modificar as características das mesmas (Figura 220).

Figura 220 – Edição de Dados de Sapatas

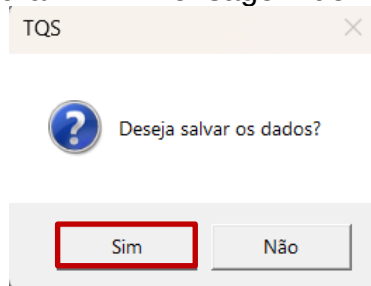


Legenda: Fundo em azul claro. Sapatas em cinza em 3D. Dimensões da sapata S1 em vermelho.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Ao fechar o editor aparecerá uma mensagem perguntando se deseja salvar os dados, então deve-se clicar em salvar (Figura 221) para que seja possível fazer o processo de dimensionamento posteriormente.

Figura 221 – Mensagem de Aviso

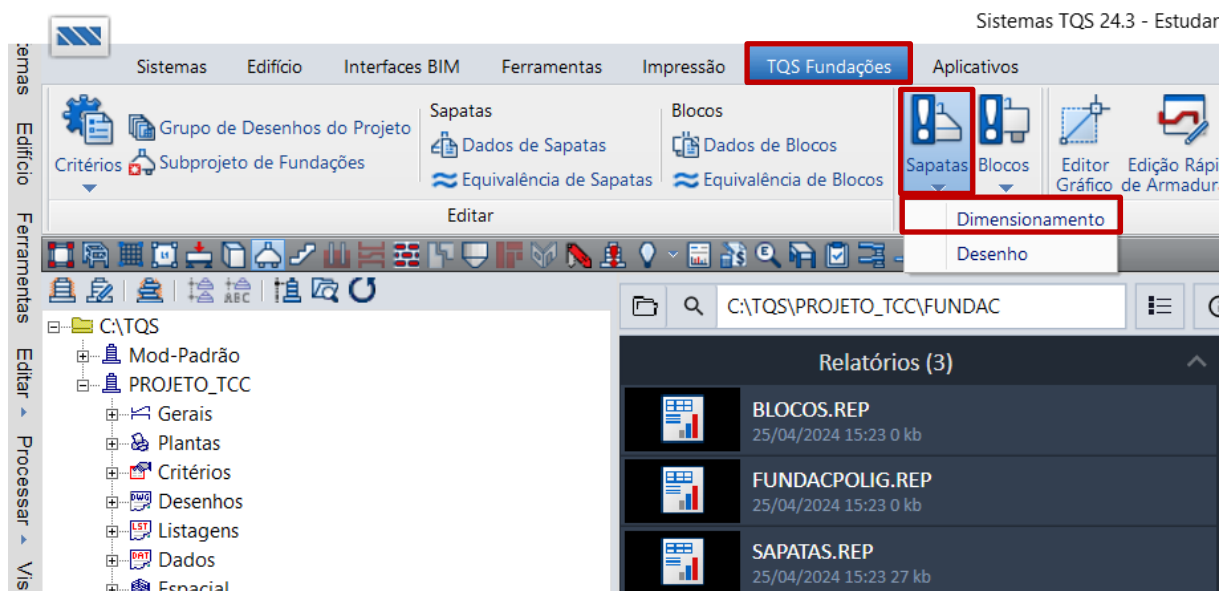


Legenda: Escritos em preto: TQS, Deseja salvar os dados?, Sim, Não. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sim.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois é necessário fazer o dimensionamento das sapatas (Figura 222).

Figura 222 – TQS Fundações – Sapatas – Dimensionamento

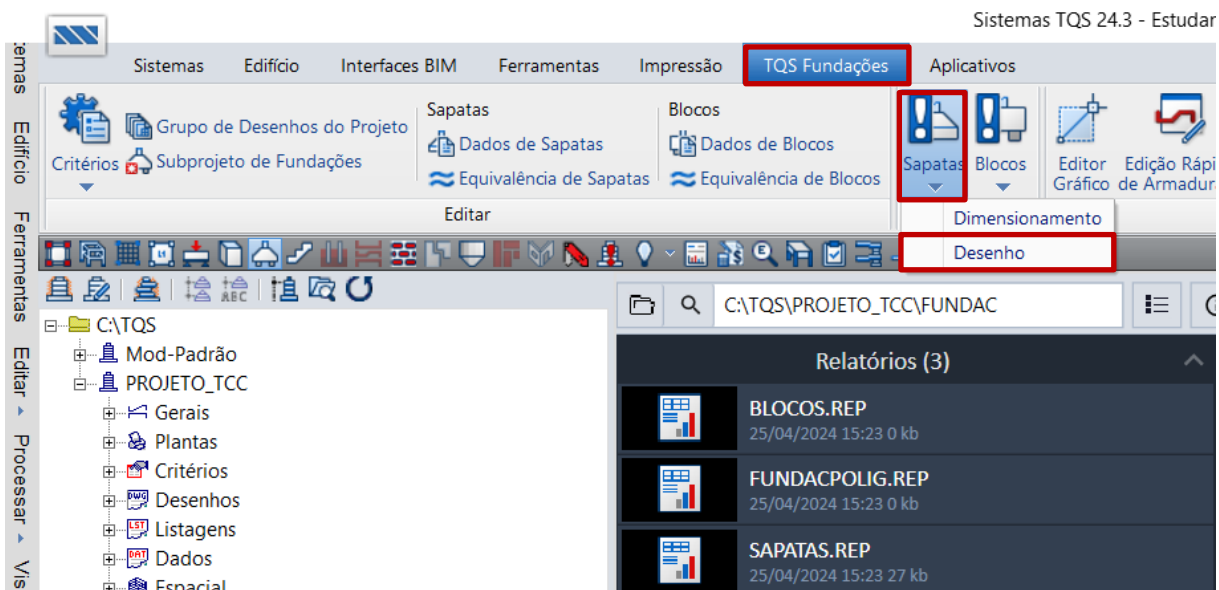


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Fundações, caixa de seleção em vermelho sobre: Sapatas, caixa de seleção em vermelho sobre: Dimensionamento.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois é necessário gerar os desenhos (Figura 223).

Figura 223 – TQS Fundações – Sapatas – Desenho

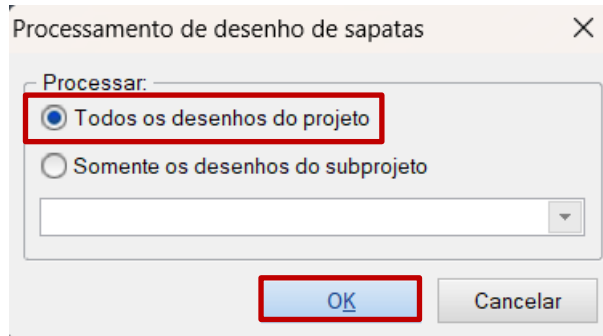


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Fundações, caixa de seleção em vermelho sobre: Sapatas, caixa de seleção em vermelho sobre: Desenho.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Aparecerá uma mensagem perguntando quais desenhos se deseja processar (Figura 224).

Figura 224 – Processamento de Desenho de Sapatas

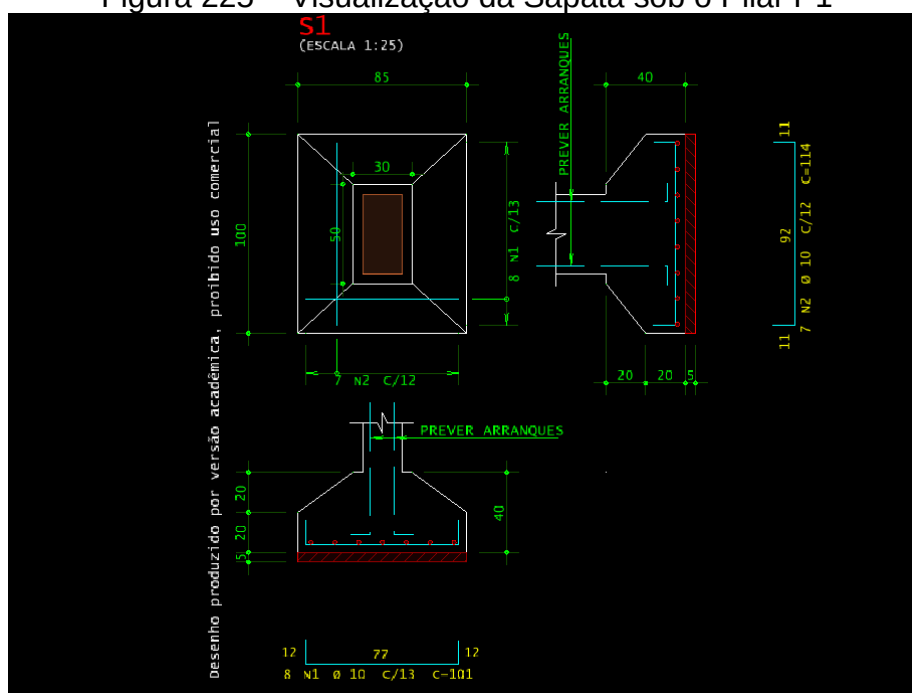


Legenda: Escritos em preto: Processamento de desenho de sapatas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Todos os desenhos do projeto, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após o fim da geração dos desenhos das sapatas pode-se conferir a armadura de cada uma delas, como exemplo tem-se apresentada a sapata sob o Pilar P1 (Figura 225).

Figura 225 – Visualização da Sapata sob o Pilar P1

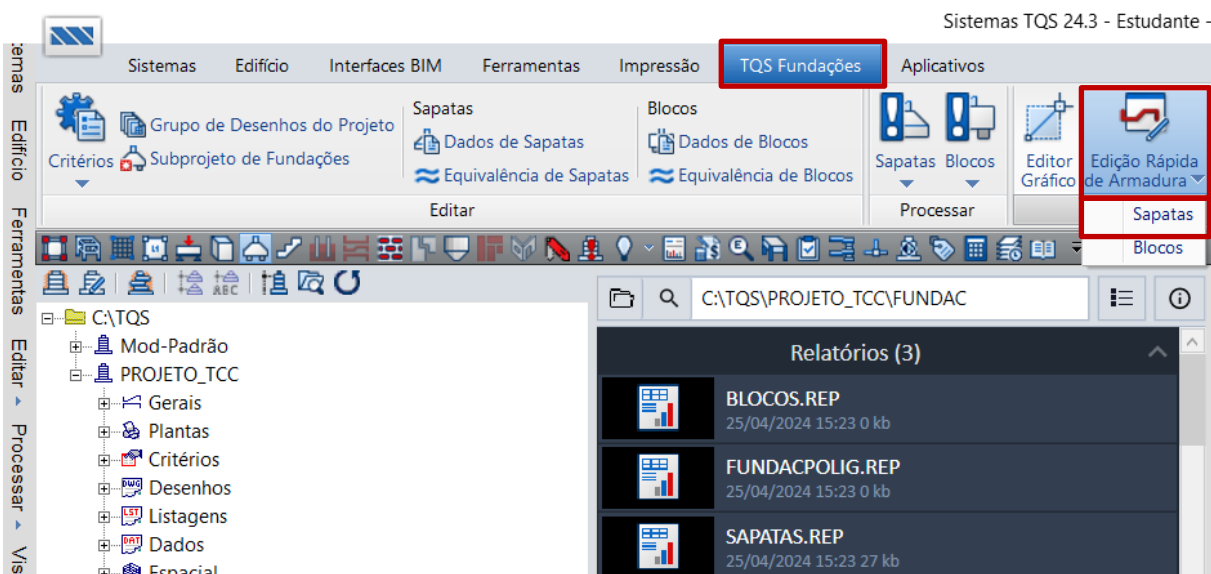


Legenda: Fundo em preto. Armaduras em ciano. Dimensões em verde claro. Título da sapata S1 em vermelho. Escala em branco.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Assim como os demais elementos estruturais, na Aba 'TQS Fundações' também é possível editar a armadura de forma rápida (Figura 226).

Figura 226 – TQS Fundações – Edição Rápida de Armadura

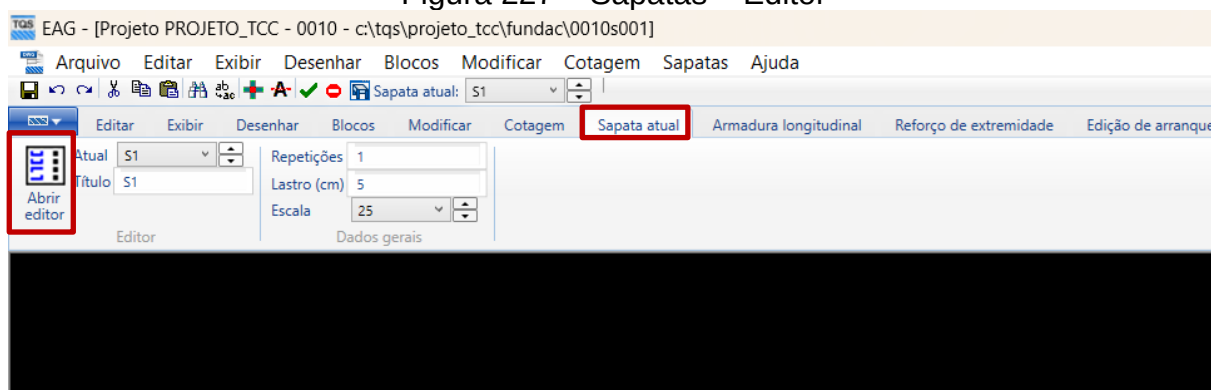


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Impressão, Aplicativos, escritos em branco: TQS Fundações. Caixa de seleção em vermelho sobre: TQS Fundações, caixa de seleção em vermelho sobre: Edição Rápida de Armadura, caixa de seleção em vermelho sobre: Sapatas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na janela que será aberta pode-se alterar as dimensões e características das sapatas clicando-se no ícone 'Abrir Editor' (Figura 227).

Figura 227 – Sapatas – Editor



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenharm, Blocos, Modificar, Cotagem, Sapata Atual, Armadura longitudinal, Reforço de extremidade, Edição de arranque. Caixa de seleção em vermelho sobre: Sapata atual, caixa de seleção em vermelho sobre: Abrir editor.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 228 traz a janela que será aberta para alterações das características das sapatas.

Figura 228 – Edição de Armadura de Sapatas

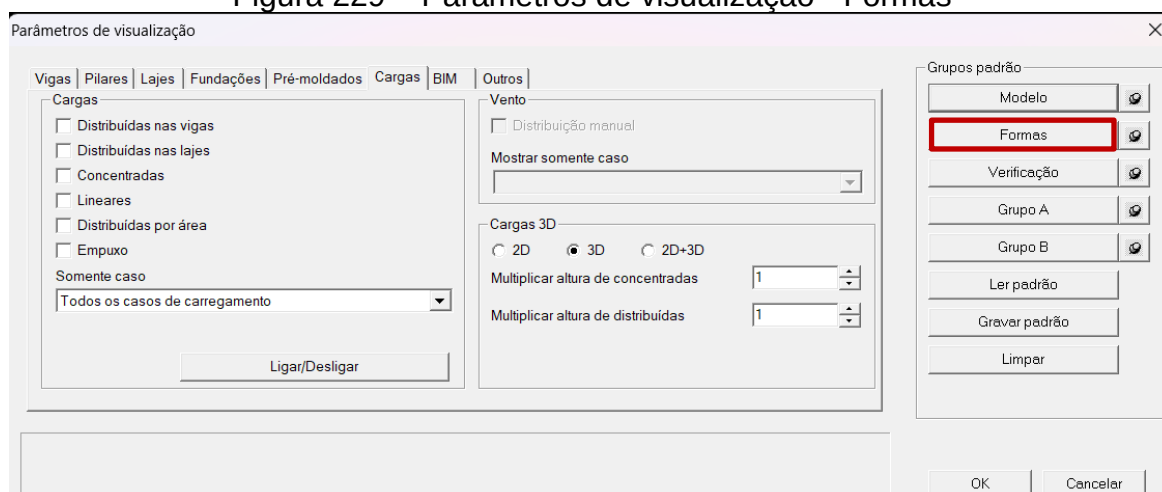
Legenda: Escritos em preto: Edição de armadura de sapatas, Armadura longitudinal direção X, Armadura longitudinal direção Y, Reforço de extremidade, Arranque, Ok, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.16 Geração das plantas de formas

O processo de geração de formas é muito intuitivo no TQS, tem-se que acessar os parâmetros de visualização e alterar para 'Formas' (Figura 229).

Figura 229 – Parâmetros de visualização - Formas

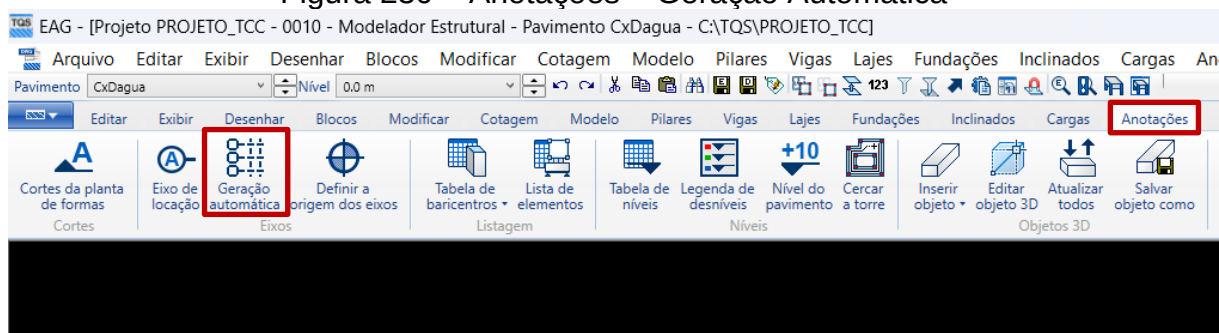


Legenda: Escritos em preto: Parâmetros de visualização, Grupos padrão. Caixa de seleção em vermelho sobre: Formas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Depois, através da aba 'Anotações' e acessando-se a ferramenta 'Geração automática' pode-se adicionar os eixos de locação de planta de forma muito simples (Figura 230).

Figura 230 – Anotações – Geração Automática



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas, Lajes, Fundações, Inclinados, Cargas, Anotações. Caixa de seleção em vermelho sobre: Anotações, caixa de seleção em vermelho sobre: Geração automática.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 231 mostra as configurações padrões do próprio TQS.

Figura 231 – Geração Automática de Eixos de Locação

Geração automática de eixos de locação

Rótulo

Horizontal

Vertical

Cotagem

☒ Cotagem automática

☐ Cotar distância à origem

☒ Cotagem relativa aos eixos

Distância máxima cm

Cotagem na fundação

☒ Pilar que apoia na fundação

☐ A fundação

☐ Ambos

Sistema de coordenadas

Ângulo °

Aplicação

☐ Valem para todo o edifício

Cotagem de pilares

☒ Pilar que nasce em viga

Este é o rótulo inicial dos eixos horizontais

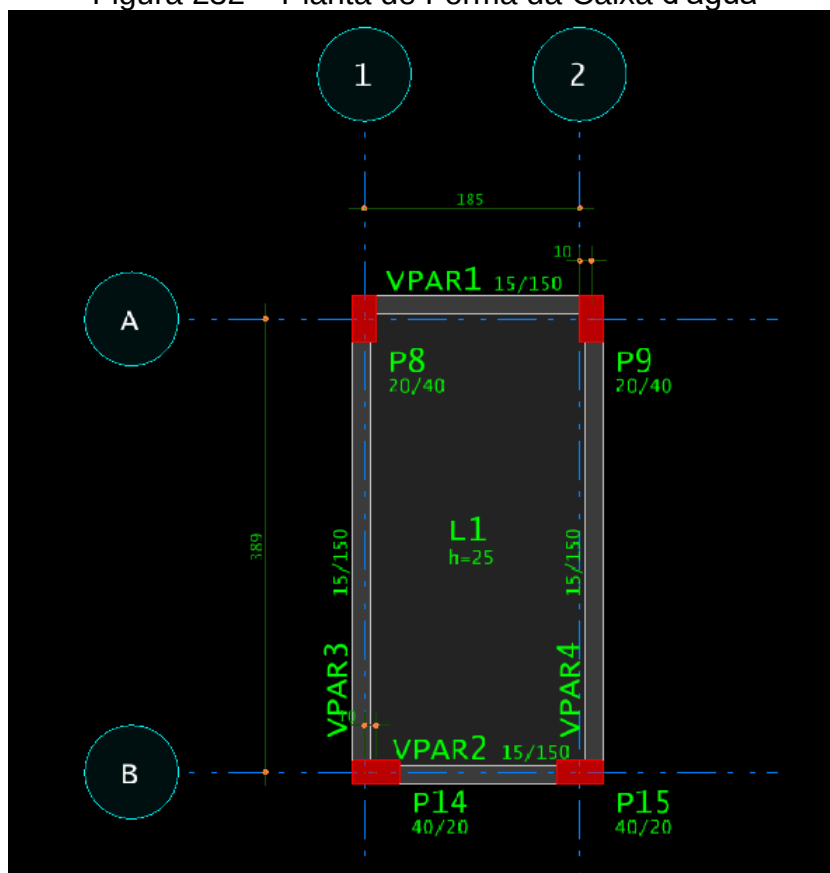
OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Geração automática de eixos, Rótulo, Cotagem, Cotagem na Fundação, Sistema de coordenadas, Aplicação, Cotagem de pilares.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 232 mostra a planta de forma da caixa d'água.

Figura 232 – Planta de Forma da Caixa d'água

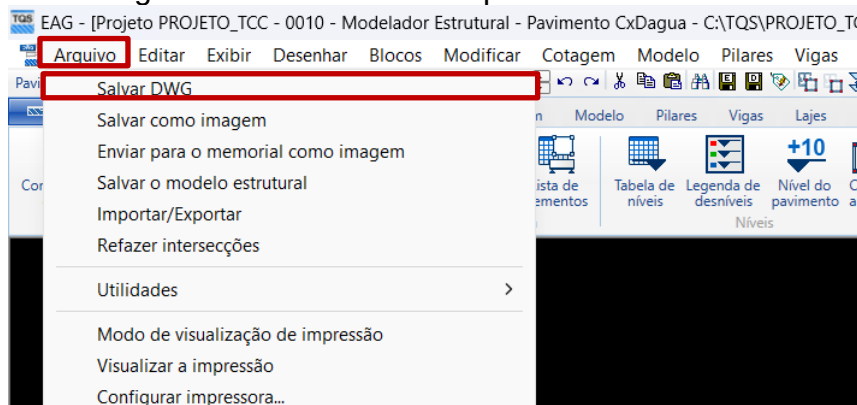


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Nomes e dimensões de vigas em verde claro. Linhas de cota em azul.

Fonte: TQS Estudante (2024).

É possível salvar a planta acessando-se 'Arquivos' e em seguida 'Salvar DWG', conforme Figura 233.

Figura 233 – Formas – Arquivo – Salvar DWG

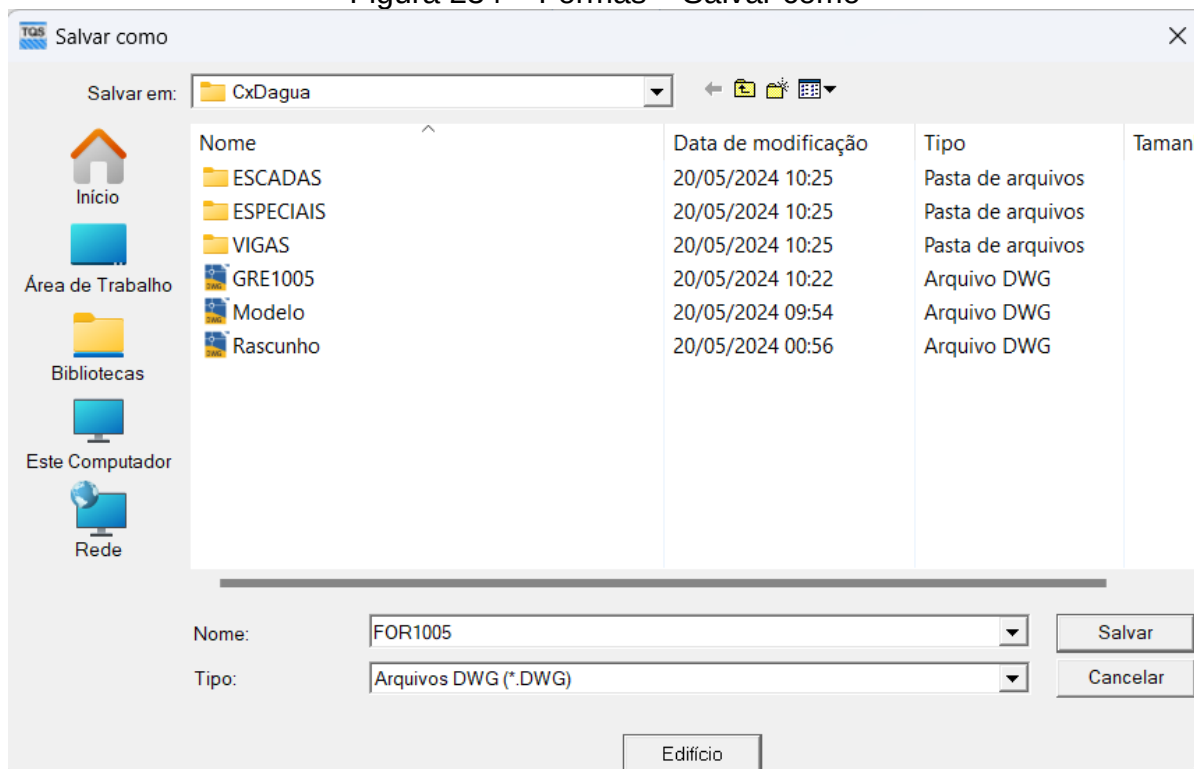


Legenda: Escritos em preto: Arquivo, Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Modelo, Pilares, Vigas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Arquivo, caixa de seleção em vermelho sobre: Salvar DWG.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Automaticamente, a pasta referente ao pavimento que se está editando é aberta e o nome do arquivo já é sugerido (Figura 234).

Figura 234 – Formas – Salvar como



Legenda: Escritos em preto: Salvar como, Salvar em, Salvar, Cancelar.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 235 e a Figura 236 representam a planta de forma da cobertura e a planta de forma do pavimento tipo, respectivamente.

Figura 235 – Planta de Forma da Cobertura



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Nomes e dimensões de vigas em verde claro. Linhas de cota em azul.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Figura 236 – Planta de Forma do Pavimento Tipo

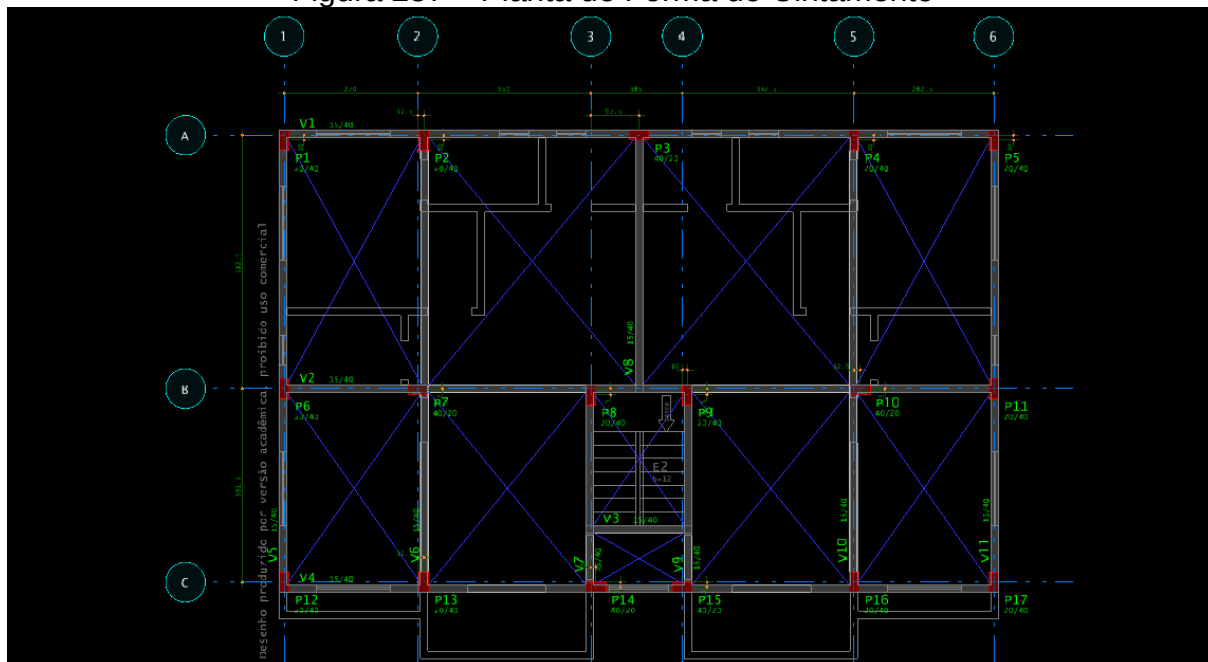


Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Nomes e dimensões de vigas em verde claro. Linhas de cota em azul.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Por fim, tem-se a planta de forma do cintamento (Figura 237) e a planta de forma da fundação (Figura 238).

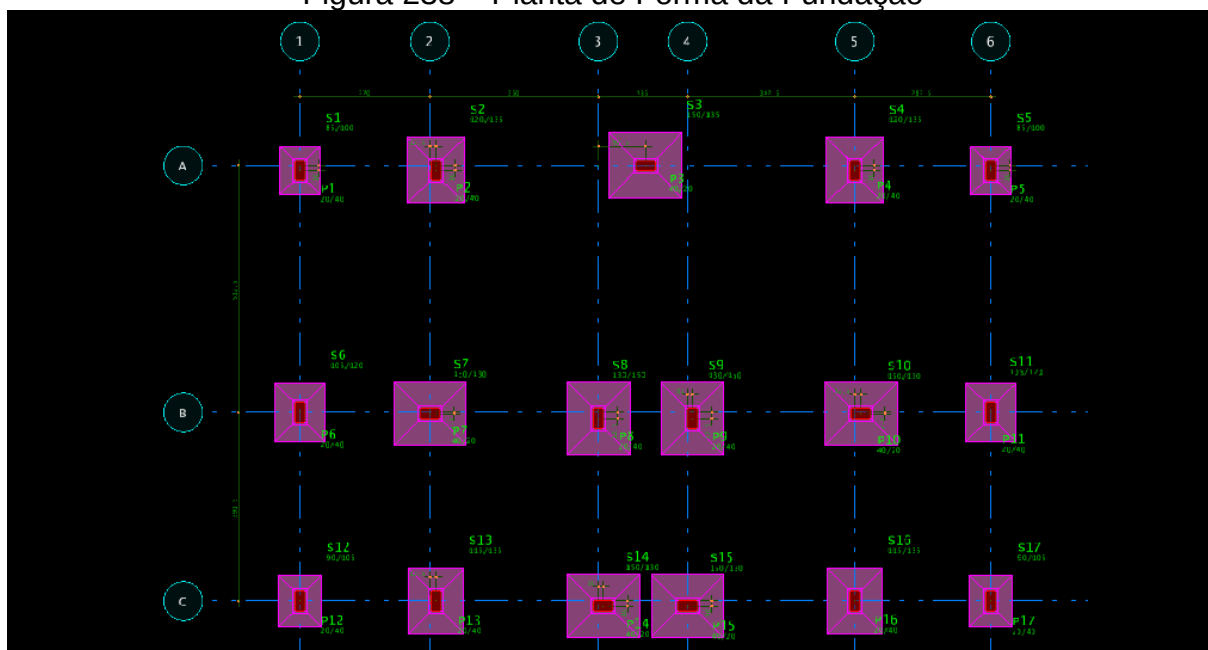
Figura 237 – Planta de Forma do Cintamento



Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Nomes e dimensões de vigas em verde claro. Linhas de cota em azul.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Figura 238 – Planta de Forma da Fundação



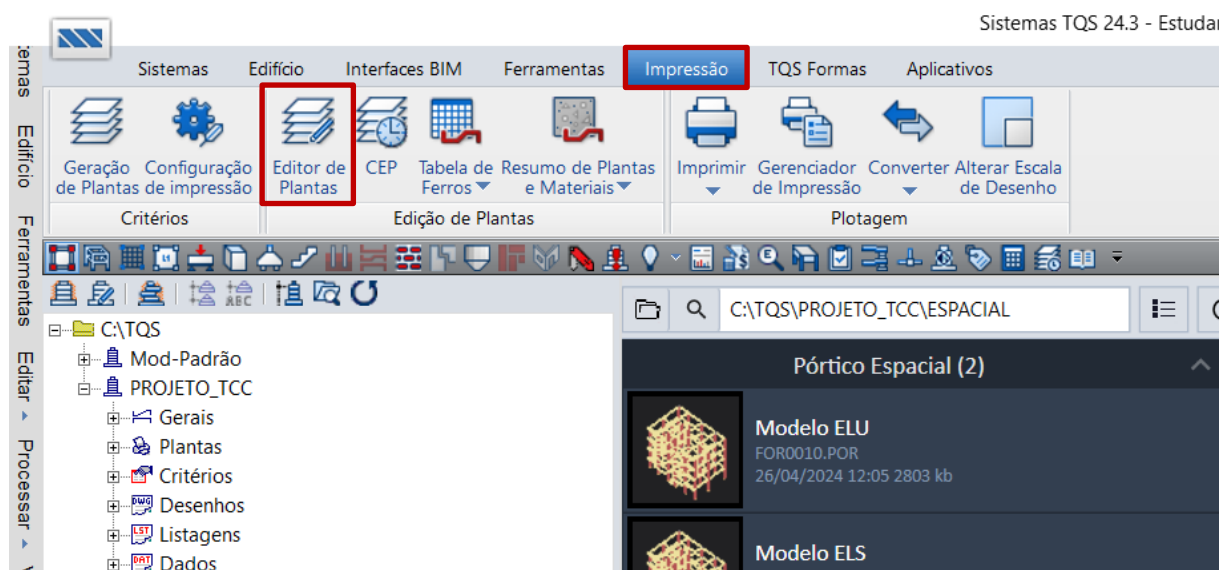
Legenda: Fundo em preto. Pilares em vermelho com nomes e dimensões em verde claro. Nomes e dimensões de vigas em verde claro. Linhas de cota em azul. Fundação em rosa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.3.17 Plotagem

A fase final do processo é a plotagem. Tal etapa acontece depois da modelagem, carregamento, dimensionamento e armação, que aconteceu para pilares, vigas, lajes e fundações. Primeiramente abre-se o 'Editor de Plantas' presente na aba 'Impressão' (Figura 239).

Figura 239 – Impressão – Editor de Plantas

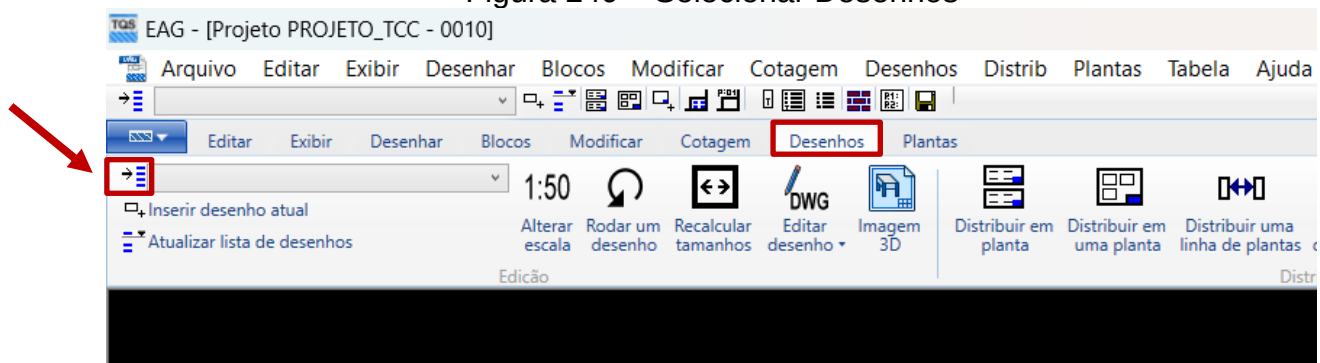


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Aplicativos, escritos em branco: Impressão. Caixa de seleção em vermelho sobre: Impressão, caixa de seleção em vermelho sobre: Editor de Plantas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A segunda ação é selecionar os desenhos que serão plotados, e pode ser acessado através do ícone mostrado na Figura 240.

Figura 240 – Selecionar Desenhos

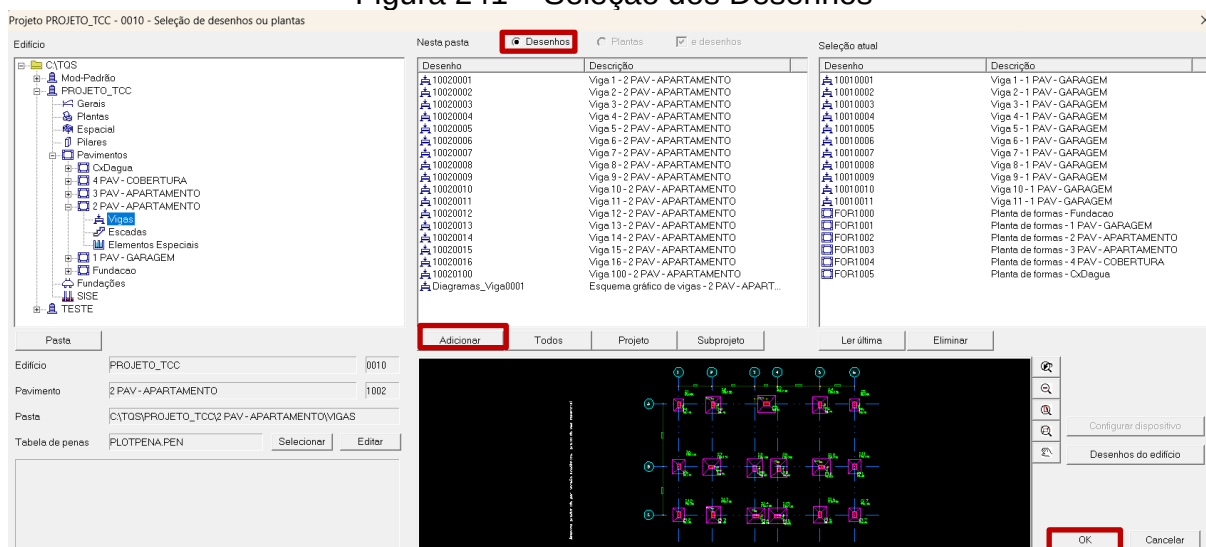


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Desenhos, Plantas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Desenhos, caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Selecionar desenhos.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Na janela aberta seleciona-se os desenhos e clica-se em 'Adicionar' (Figura 241).

Figura 241 – Seleção dos Desenhos

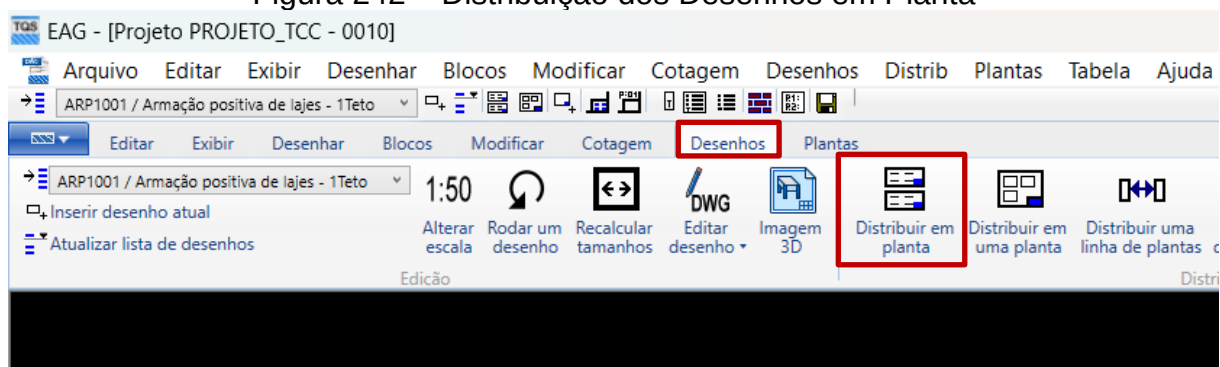


Legenda: Edifício, Desenho, Seleção atual, Adicionar, Todos, Projeto, Subprojeto. Caixa de seleção em vermelho sobre: Desenhos, caixa de seleção em vermelho sobre: Adicionar, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Finalizado esse processo pode-se adicionar de forma automática todos os desenhos selecionados através da ferramenta 'Distribuir em Planta' (Figura 242).

Figura 242 – Distribuição dos Desenhos em Planta

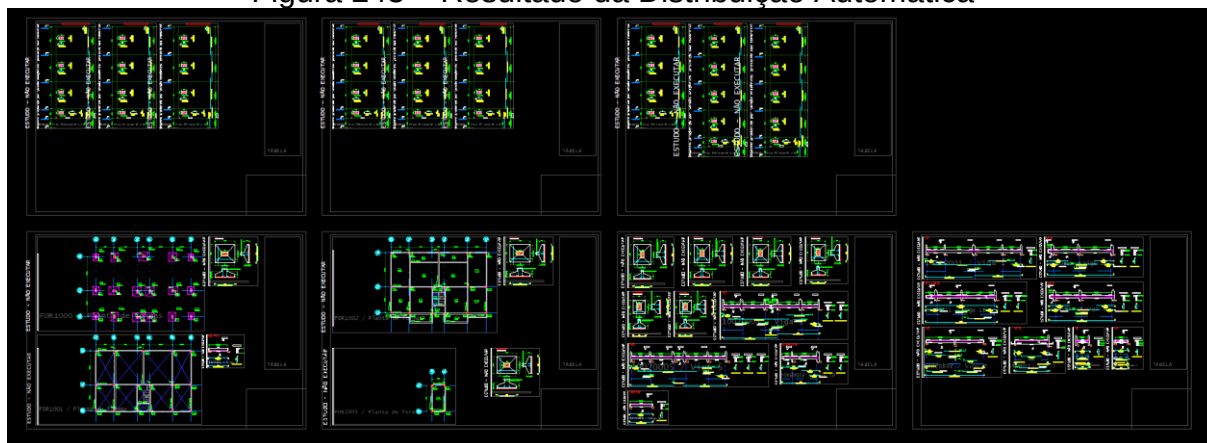


Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Desenhos, Plantas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Desenhos, caixa de seleção em vermelho sobre: Distribuir em planta.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 243 mostra o resultado da distribuição automática dos desenhos em planta.

Figura 243 – Resultado da Distribuição Automática

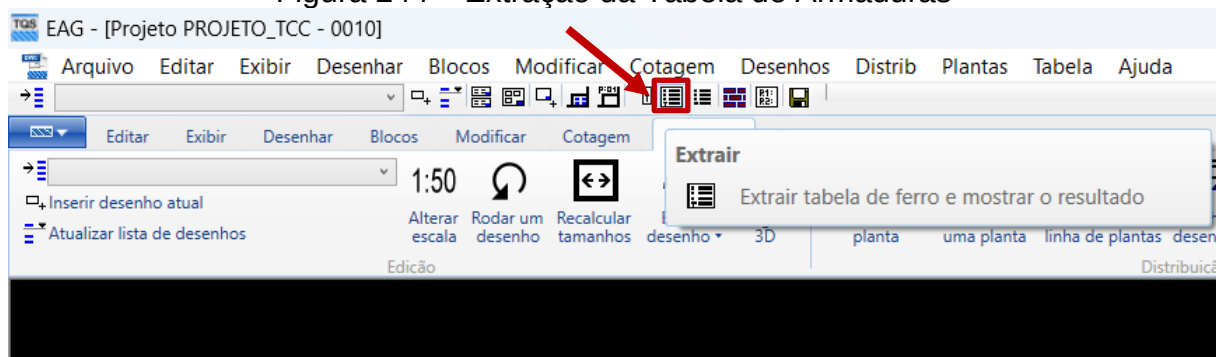


Legenda: Fundo em preto. Plantas de pilares. Plantas de vigas. Plantas de armaduras de lajes.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Outro passo importantíssimo é a extração das armaduras, que pode ser acessada através do ícone mostrado na Figura 244. Embora o TQS a chame de tabela de ferros, aqui será referenciada como tabela de armaduras, obedecendo à nomenclatura usual na construção civil.

Figura 244 – Extração da Tabela de Armaduras



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhar, Blocos, Modificar, Cotagem, Desenhos, Plantas. Caixa de seleção em vermelho e seta apontando para o ícone: Extração da Tabela de Armaduras.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Pode-se adicionar um prefixo para todas as plantas de armaduras geradas, porém nesse projeto não foi alterado estando apresentado na Figura 245 o modelo padrão do TQS.

Figura 245 – Escolha de Prefixo de Plantas

Escolha de prefixo de plantas

Prefixo definido atualmente: PRO-1TE-PIL

Número da próxima planta: 1

Para a criação de novas plantas, é necessário que um prefixo, a ser usado na formação do nome, esteja definido. O prefixo atual é mostrado acima, aperte "Alterar" para modificá-lo.

Legenda: Escritos em preto: Prefixo definido atualmente. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.
 Fonte: TQS Estudante (2024).

A Figura 246 mostra a tabela de armaduras gerada.

Figura 246 – Tabela de Armaduras

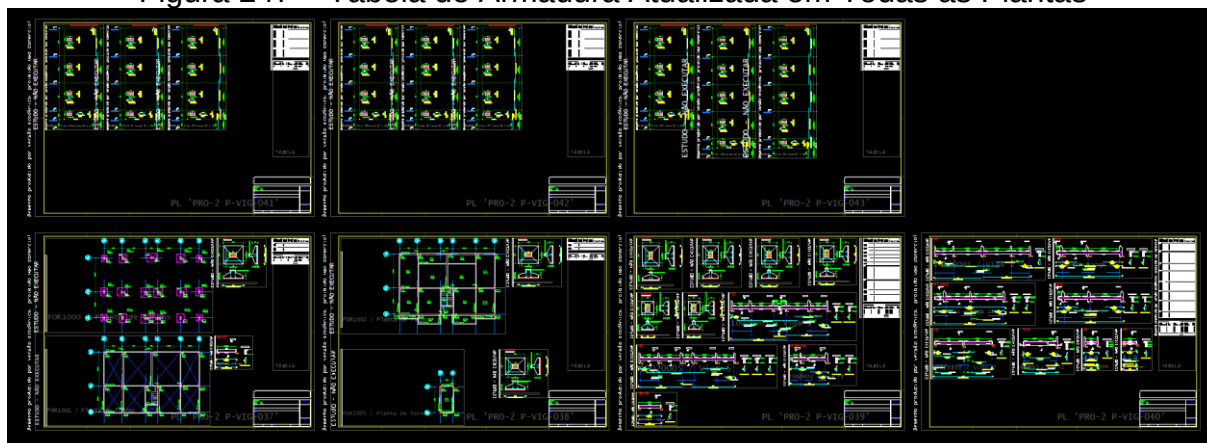
Tabela de Armaduras						
ELEM	AÇO	POS	BIT mm	QUANT	UNIT cm	COMPRIMENTO TOTAL cm
S3	50A	1	10	10	166	1660
	50A	2	10	11	149	1639
V7	60A	1	5	2	320	640
	50A	2	10	2	320	640
	60A	3	5	13	99	1287
RESUMO DE AÇO						
	ACO		BIT mm	COMPR m	PESO kgf	
	60A		5	19	3	
	50A		10	39	24	
	Peso Total			60A =	3 kgf	
	Peso Total			50A =	24 kgf	
Resumo de aço por elemento						
ELEM					PESO kgf	PESO kgf+10%
S3					20	22
V7					7	8
Volume de concreto de VIGAS				Eixo	Faces	
				0.16	0.152 m3	
Taxa de armadura				43.3	45.6 kgf/m3	

Legenda: Escritos em preto: Tabela de Armaduras, ELEM, AÇO, POS, BIT (mm), QUANT, COMPRIMENTO, Armadura negativa.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após fechar a tabela de armaduras gerada no passo anterior, as tabelas de armaduras são automaticamente acrescentadas a todas as pranchas (Figura 247).

Figura 247 – Tabela de Armadura Atualizada em Todas as Plantas

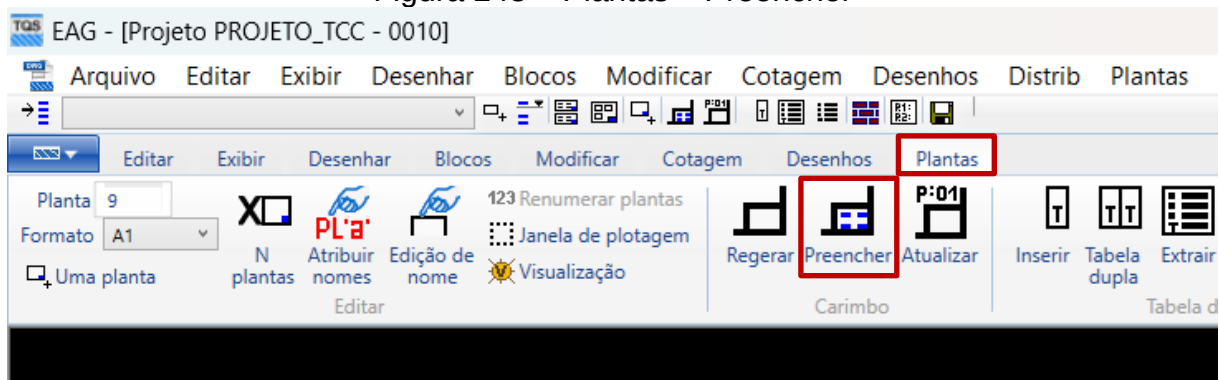


Legenda: Fundo em preto. Plantas de pilares. Plantas de vigas. Plantas de armaduras de lajes. Adição das tabelas de armaduras em todas as plantas.

Fonte: TQS Estudante (2024).

O carimbo e o selo, que aparece no canto inferior direito da prancha, pode ser atualizado através do comando 'Preencher' presente na aba 'Plantas' (Figura 248).

Figura 248 – Plantas – Preencher



Legenda: Escritos em azul: Editar, Exibir, Desenhlar, Blocos, Modificar, Cotagem, Desenhos, Plantas. Caixa de seleção em vermelho sobre: Plantas, caixa de seleção em vermelho sobre: Preencher.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Os dados que são inseridos na criação do edifício são automaticamente utilizados para preenchimento do selo (Figura 249).

Figura 249 – Preenchimento de Carimbo/Selo

Campo	Valor
TITULO_L1	
TITULO_L2	

Campo	Valor
TITULO_PLANTA	
NOME_PROJETISTA	
HORA	14:03:50
FCK	250
NOMEDI	PROJETO_TCC
AREASEDET	@(Total: 0.24m2)@P1 Lances 1 - 4 A0.06m2@P2 Lances 1 - 4 A0.06m2
PAVIMENTO	PILAR
ENDERECO_OBRA	AVENIDA SÃO PAULO, 1001
REVISAO_TXT00	
REVISAO_AUT00	
REVISAO_DAT00	
PROJETO	0010
REVISAO	00
FCKMP	25
NUM_PLANTA	005
TITCLI	UNESP
TITEDI	EDIFÍCIO PROJETO TCC
PECASEDET	P1 Lances 1 - 4@P2 Lances 1 - 4@P5 Lances 1 - 4@P6 Lances 1 - 4
DATA	26/04/2024
ESCAI A	1:20

Valor do campo que irá para o carimbo e/ou banco de dados

OK Cancelar

Legenda: Escritos em preto: Preenchimento de carimbo / selo. Campo, Valor, Campos pré-definidos, OK, Cancelar. Caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após a edição do selo as informações apareceram como mostradas na Figura 250. Este procedimento deve ser repetido para todas as pranchas, para que elas contenham as informações respectivas aquela obra.

Figura 250 – Selo após Preenchimento Automático

CONCRETO
fck = 25 MPa
ECS = Ver na planta

CLIENTE
UNESP

OBRA
EDIFÍCIO PROJETO TCC

PROJETO
P1 Lances 1 - 4
P2 Lances 1 - 4
P5 Lances 1 - 4
P6 Lances 1 - 4

DATA
26/04/2024

ESCALA
1:20

PROJETO
PRO-ITE-PIL-005-R00

0010

005

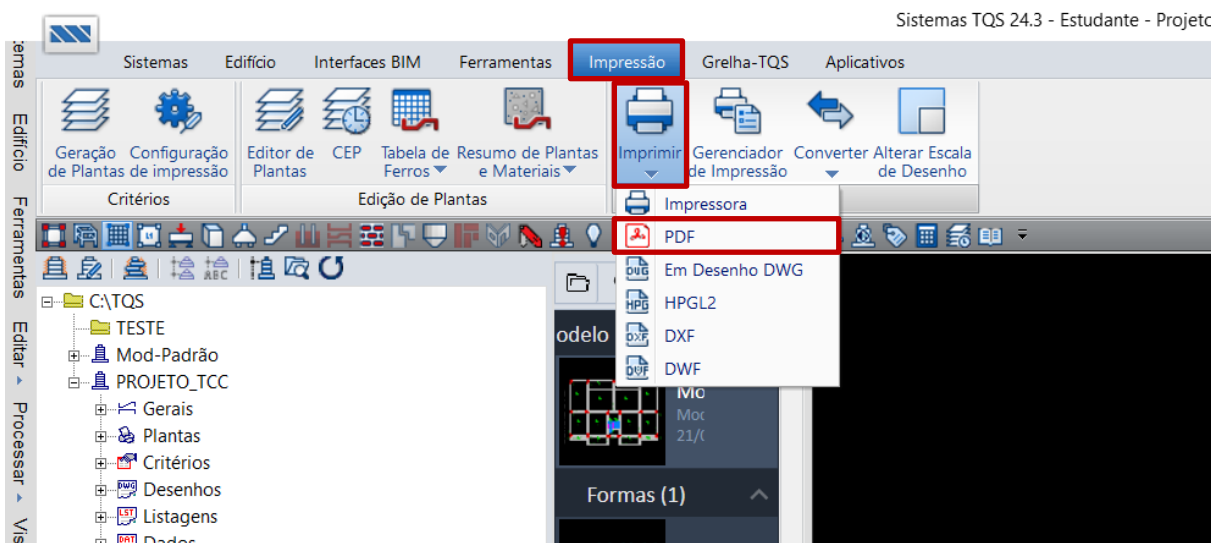
00

Legenda: Fundo em preto. Escritos em verde claro: Concreto. Escritos em laranja: UNESP, EDIFÍCIO PROJETO TCC, escritos em branco: os lances dos pilares presentes na planta.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Após o preenchimento de todos os selos, pode-se fechar a janela de edição de plantas e acessar a ferramenta de impressão, nesse caso foi optado pela opção de impressão em PDF (Figura 251).

Figura 251 – Impressão das Pranchas em PDF

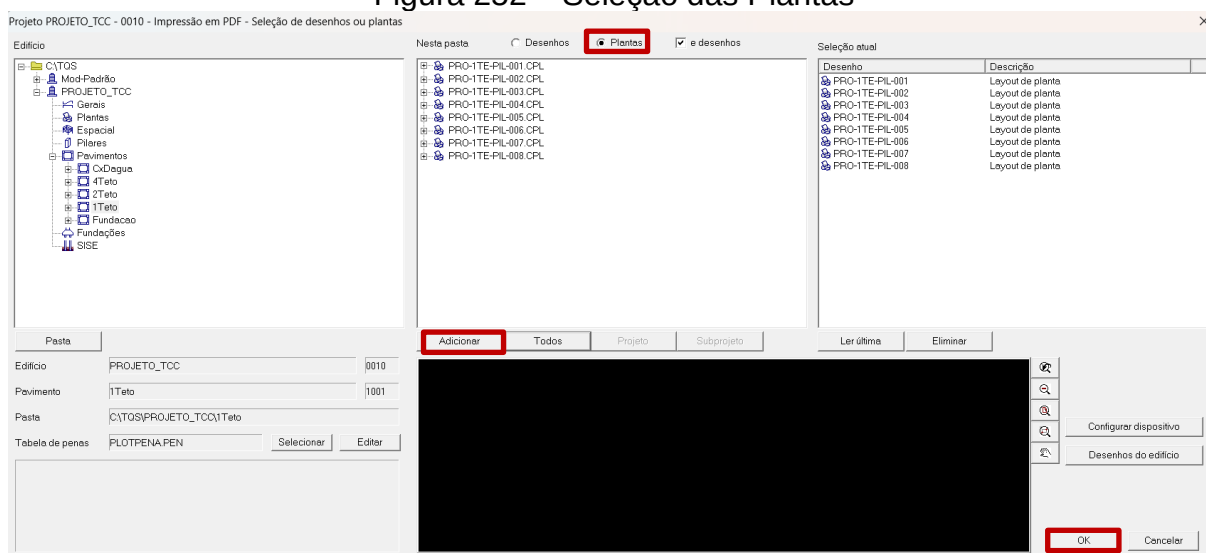


Legenda: Escritos em preto: Sistemas, Edifício, Interfaces Bim, Ferramentas, Aplicativos, escritos em branco: Impressão. Caixa de seleção em vermelho sobre: Impressão, caixa de seleção em vermelho sobre: Imprimir, caixa de seleção em vermelho sobre: PDF.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A janela aberta é mesma da seleção de desenhos apresentada anteriormente, com a diferença que agora está selecionada a opção 'Plantas' (Figura 252).

Figura 252 – Seleção das Plantas



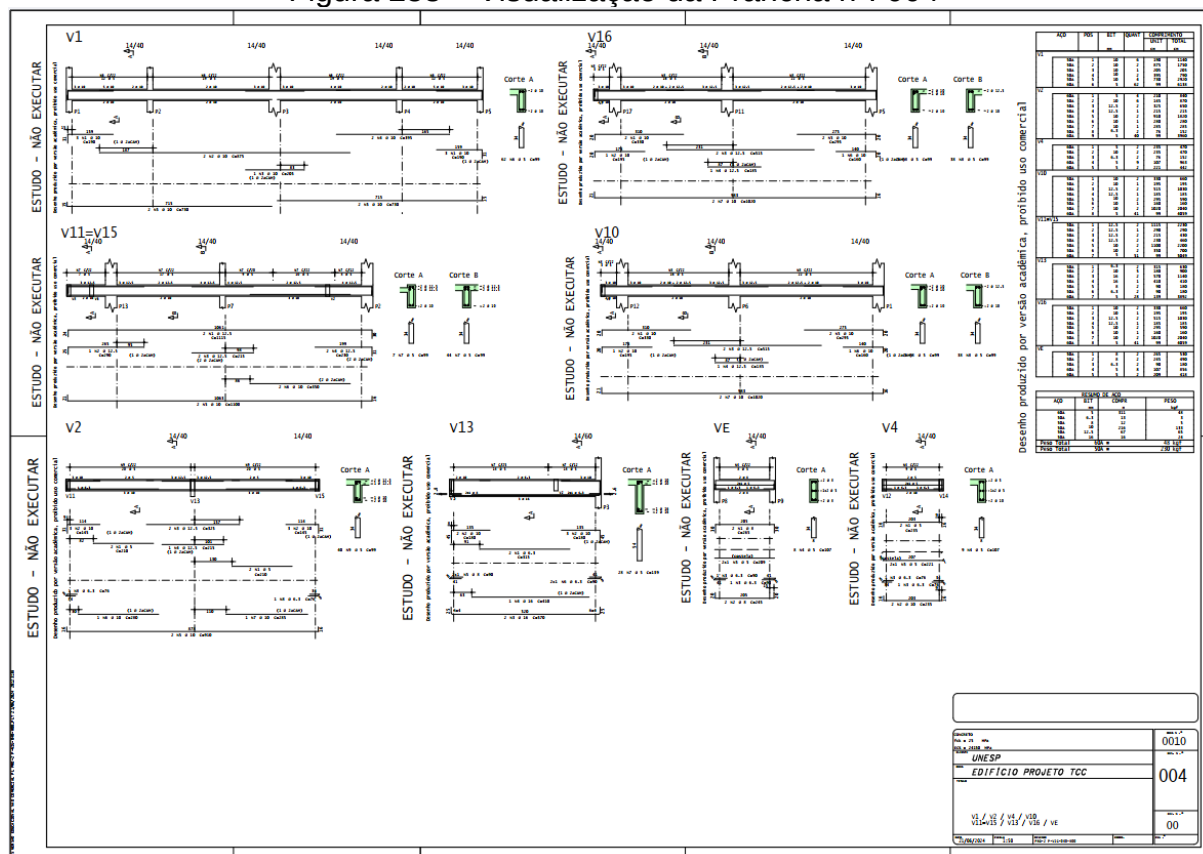
Legenda: Edifício, Desenho, Plantas, Seleção atual, Adicionar, Todos, Projeto, Subprojeto. Caixa de seleção em vermelho sobre: Plantas, caixa de seleção em vermelho sobre: Adicionar, caixa de seleção em vermelho sobre: OK.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Para a verificação das pranchas geradas, pode-se abrir a pasta 'Windows Explorer' e selecionar as plantas que se deseja verificar. A Figura 253 permite uma visualização geral da prancha nº. 004, porém presente no APÊNDICE A, tem-se as

pranchas anexadas de forma a conseguir analisar os elementos presentes com mais detalhes.

Figura 253 – Visualização da Prancha nº. 004



Legenda: Fundo em branco. Representação da armadura negativa das lajes. Representação de armaduras de vigas. Tabela de armaduras de todos os elementos da prancha 004.

Fonte: TQS Estudante (2024).

2.4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em relação ao consumo de aço foram satisfatórios. No entanto, a disposição das armaduras negativas, por exemplo, apresenta problemas quando se pensa na execução da obra em campo. O ideal seria buscar a homogeneização das faixas para simplificar o processo, pois quanto maior a variedade de tipos de aço, maior será o tempo de trabalho necessário para o armador, o que, por sua vez, aumenta o custo da obra.

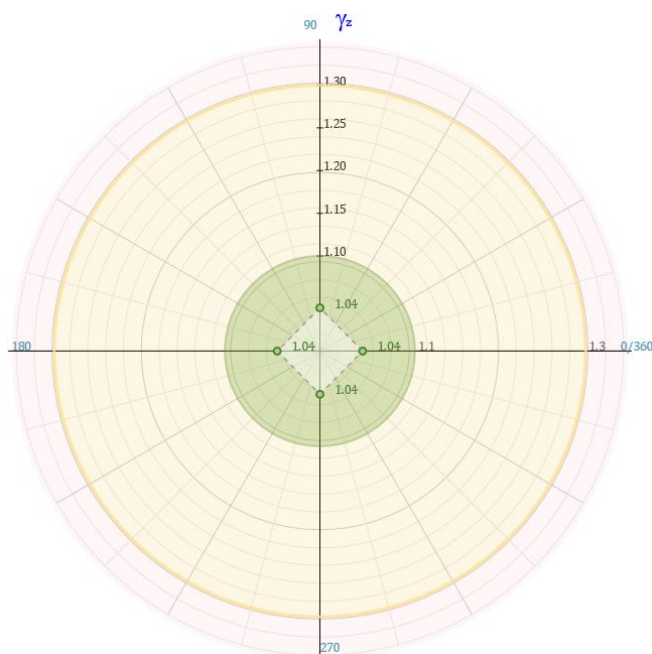
Outra questão importante a ser apresentada é que a disposição das plantas deveria ser melhor trabalhada, uma vez que a distribuição automática do TQS busca apenas otimizar o espaço, com o intuito de gerar menos pranchas. No entanto, em obra, além dessa otimização, é de suma importância a organização das pranchas de

acordo com as informações contidas. Ademais, devido às limitações de armazenamento no TQS na versão estudante, foi gerada uma quantidade reduzida de pranchas, sendo necessário, em obras, uma quantidade maior de informações.

2.4.1 Análise da Estabilidade Global

Uma estrutura de concreto armado pode ser classificada como de nós fixos ou de nós móveis, conforme a ABNT NBR 6118:2023, com base nos parâmetros de estabilidade. A norma define que, se $\alpha < \alpha_1$, a estrutura é de nós fixos e, se $z \leq 1,1$, a estrutura também é de nós fixos. Essa classificação é útil para determinar quando os efeitos globais de 2ª ordem podem ser desprezados no projeto estrutural. Em geral, os efeitos de 2ª ordem podem ser ignorados se não excederem 10% dos efeitos de 1ª ordem. Além disso, essa classificação ajuda a definir os limites de redistribuição de esforços (TQS, 2024). Através da Figura 254 pode-se concluir que de acordo com o valor do GamaZ a estrutura trabalhada em projeto é classificada como de nós fixos.

Figura 254 – Gráfico de GamaZ



Legenda: Gráfico que representa os limites de GamaZ, estando dentro da faixa de 1,04.
Fonte: TQS Estudante (2024).

O valor obtido de GamaZ foi satisfatório, já que a estrutura está classificada como de nós fixos. Se o valor de GamaZ estivesse entre 1,1 e 1,3, a estrutura seria

classificada como de nós móveis. Além disso, valores acima de 1,3 não são permitidos por norma.

A Tabela 5 mostra os parâmetros de estabilidade (γ_z) para os carregamentos simples de vento.

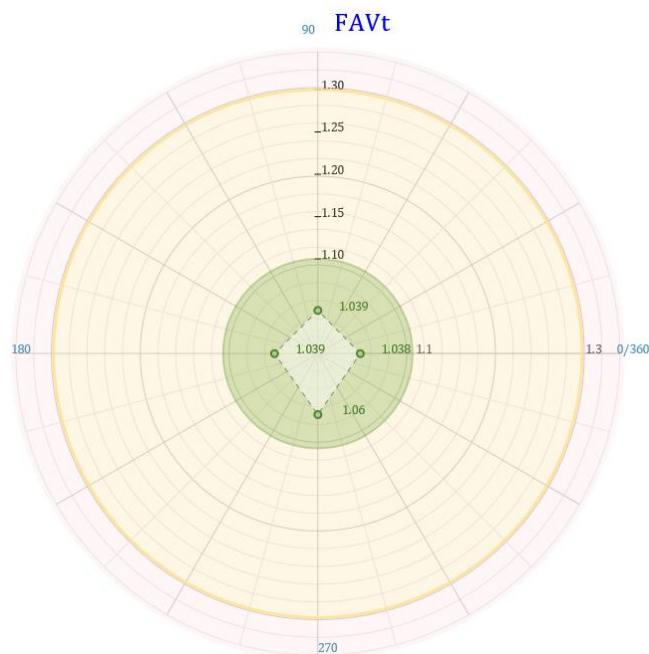
Tabela 5 – Tabela detalhada de GamaZ

Caso	Ang	CTot	M2	CHor	M1	Mig	γ_z	α	Obs
5	90.00	456.126	1.718	9.710	57.768	8.379	1.04	0.458	
6	270.00	456.126	1.718	9.710	57.768	8.379	1.04	0.458	
7	0.00	456.126	1.311	6.976	44.741	8.379	1.04	0.460	
8	180.00	456.126	1.311	6.976	44.741	8.379	1.04	0.460	

Fonte: TQS Estudante (2024).

Outra análise importante é o parâmetro FAVt, que também possui o limite de 1,10 e o edifício trabalhado também se manteve dentro do esperado para esse critério. E pode ser analisado por meio da Figura 255.

Figura 255 – Gráfico do Parâmetro FAVt – Vigas e Lajes



Legenda: Gráfico que representa os limites de FAVt, obtendo-se os valores de 1,038, 1,039, 1,039 e 1,06.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Tabela 6 mostra os parâmetros de estabilidade para as combinações de Estado Limite Último (ELU) de vigas e lajes.

Tabela 6 – Tabela detalhada de FAVt – Vigas e Lajes

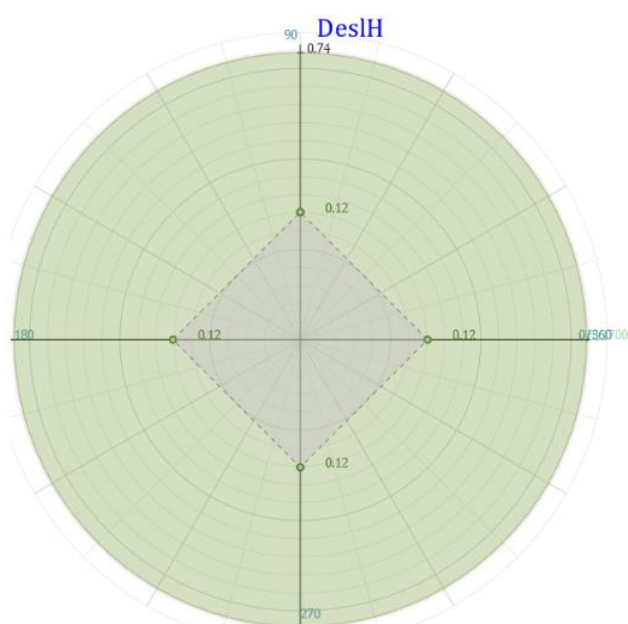
Caso	Ang	CTot	M2	CHor	M1	MultH	FAVt	α	Obs
15	90.00	456.126	0.512	5.826	34.661	1	1.039	0.243	D
16	270.00	456.126	1.550	5.826	34.661	1	1.06	0.6	
17	0.00	456.126	0.774	4.186	26.845	1	1.038	0.454	
18	180.00	456.126	0.800	4.186	26.845	1	1.039	0.465	
19	90.00	456.126	1.222	9.710	57.768	1	1.039	0.351	D
20	270.00	456.126	2.214	9.710	57.768	1	1.051	0.543	
21	0.00	456.126	1.299	6.976	44.741	1	1.038	0.457	
22	180.00	456.126	1.324	6.976	44.741	1	1.039	0.463	
27	90.00	456.126	0.512	5.826	34.661	1	1.039	0.242	D
28	270.00	456.126	1.550	5.826	34.661	1	1.06	0.6	
29	0.00	456.126	0.774	4.186	26.845	1	1.038	0.454	
30	180.00	456.126	0.799	4.186	26.845	1	1.039	0.465	
31	90.00	456.126	1.222	9.710	57.768	1	1.039	0.351	D
32	270.00	456.126	2.214	9.710	57.768	1	1.051	0.543	
33	0.00	456.126	1.299	6.976	44.741	1	1.038	0.457	
34	180.00	456.126	1.323	6.976	44.741	1	1.039	0.463	

Fonte: TQS Estudante (2024).

Tem-se também a mesma análise para pilares e fundações, onde obteve-se os mesmos valores apresentados para vigas e lajes.

Outra análise importante é o Estado Limite de Serviço (ELS) para verificação de deslocamentos laterais. A Figura 256 apresenta o gráfico de deslocamentos.

Figura 256 – Gráfico de DeslH



Legenda: Gráfico que representa os limites de DeslH, estando dentro da faixa de 0,12.

Fonte: TQS Estudante (2024).

A Tabela 7 apresenta os valores máximos de deslocamentos.

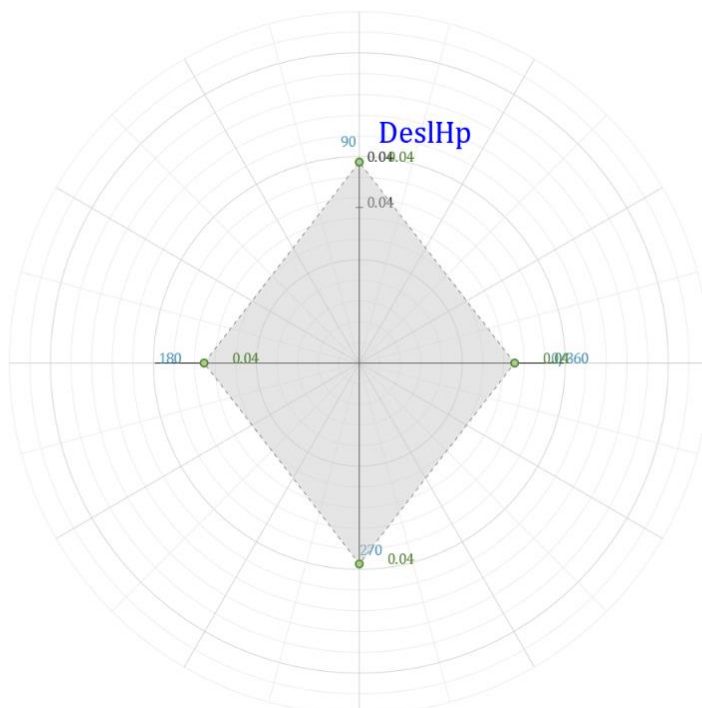
Tabela 7 – Deslocamentos máximos

Caso	Ang	DeslH	Relat1	Obs
5	90.00	0.12	H/10590.6	D
6	270.00	0.12	H/10590.6	
7	0.00	0.12	H/10607.9	
8	180.00	0.12	H/10607.9	

Fonte: TQS Estudante (2024).

Por última análise tem-se os deslocamentos máximos entre pisos, representados pela Figura 257, cujos valores máximos estão apresentados pela Tabela 8.

Figura 257 – Gráfico de DeslHp



Legenda: Gráfico que representa os limites de DeslHp, estando dentro da faixa de 0,04.

Fonte: TQS Estudante (2024).

Tabela 8 – Deslocamentos máximos entre pisos

Caso	Ang	Piso	DeslHp	Relat3	Obs
5	90.00	2	0.04	Hi/ 7025.4	DE
6	270.00	2	0.04	Hi/ 7025.4	
7	0.00	2	0.04	Hi/ 8185.6	
8	180.00	2	0.04	Hi/ 8185.6	

Fonte: TQS Estudante (2024).

3 CONCLUSÃO

A elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso proporcionou uma experiência prática e aprofundada no desenvolvimento de um projeto estrutural de um edifício simples utilizando o software TQS. Ao seguir rigorosamente os parâmetros estabelecidos pelas normas brasileiras, especificamente a ABNT NBR 6118:2023, foi possível compreender e aplicar os conceitos teóricos na prática, garantindo a conformidade e a segurança estrutural do edifício projetado.

O projeto foi desenvolvido passo a passo, detalhando cada etapa do processo, desde a concepção inicial até a verificação final dos elementos estruturais. Este método permitiu um entendimento claro dos procedimentos de modelagem, análise e dimensionamento das estruturas de concreto armado, além de enfatizar a importância de considerar os efeitos de 2ª ordem e os limites de redistribuição de esforços. Os resultados obtidos demonstraram que, ao seguir as normas técnicas vigentes e utilizar ferramentas adequadas, é possível realizar um projeto estrutural eficiente e seguro.

A experiência adquirida ao longo deste trabalho reforça a importância de introduzir o uso de softwares especializados nos cursos de graduação em Engenharia Civil no Brasil. A familiaridade com essas ferramentas desde a formação acadêmica capacita os futuros Engenheiros a desenvolverem projetos com maior precisão e eficiência, alinhando a prática profissional às exigências do mercado e às normas técnicas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.

CARVALHO, Roberto Chust; FILHO, Jasson Rodrigues de Figueiredo. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**: segundo a NBR 6118: 2003. 3. ed. São Carlos: Edufscar, 2007. 367 p.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado**: volume 2. 8. ed. São Paulo: Pini, 2009. 581 p.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso Básico de Concreto Armado**: conforme NBR 6118/2014. 6. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 208 p.

KIMURA, Alio. **Informática Aplicada a Estruturas de Concreto Armado**: ampliada e atualizada. 2. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2018. 416 p. Disponível em: <https://athena.biblioteca.unesp.br/pearson/9788579753114>. Acesso em: 20 maio 2024.

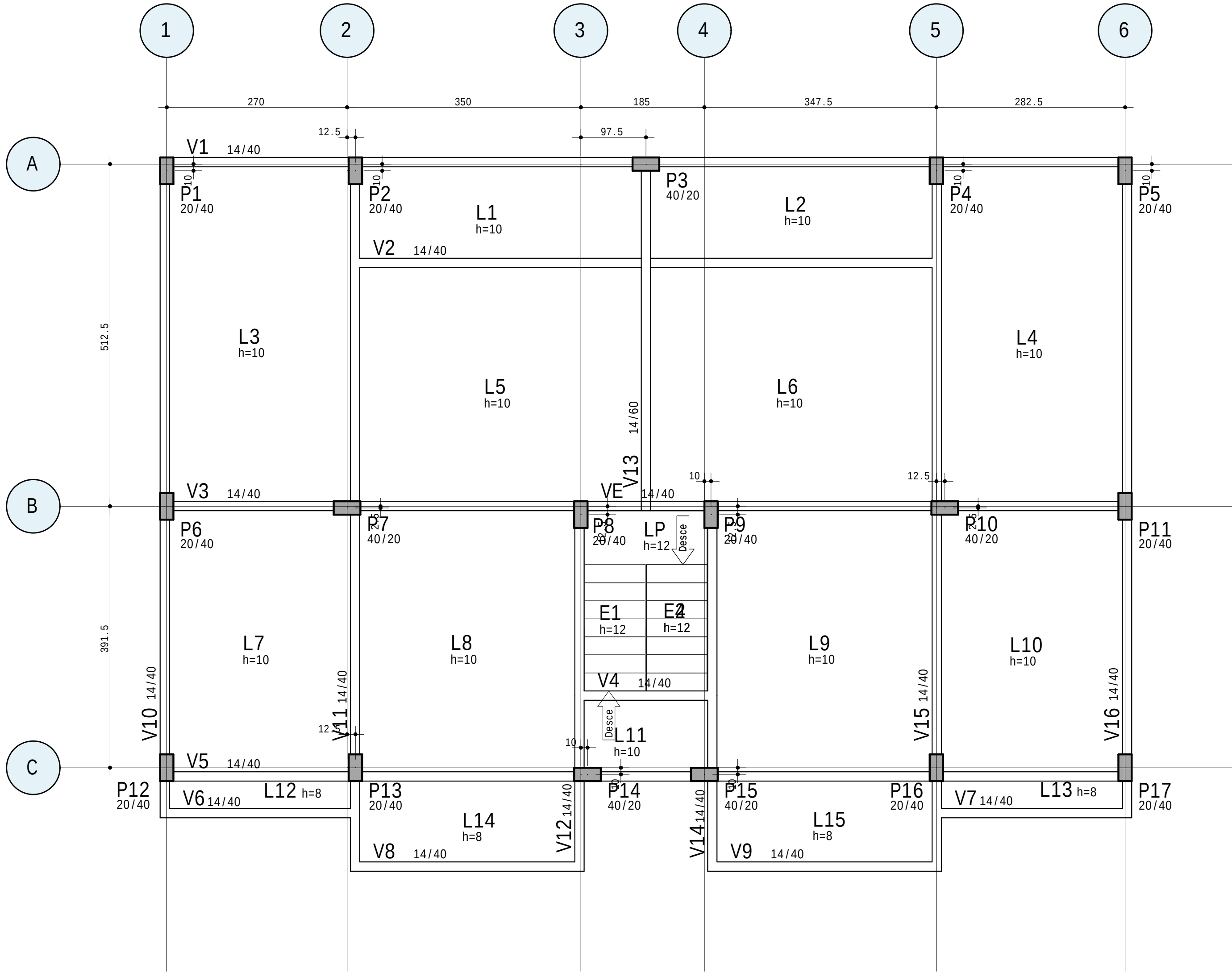
RODRIGUES, Mariuza. **Trabalho remoto na Engenharia - um caminho irreversível**: entrevista com o eng. Luciano Coelho diretor da CETEC Engenharia Estrutural. TQS NEWS, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 9-16, jan. 2023. Disponível em: https://dl.tqs.com.br/tqs-news/JornalTQS_51.pdf. Acesso em: 20 maio 2024.

BOTELHO, Manoel Henrique C.; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo. v.1**. Editora Blucher, 2019. E-book. ISBN 9788521218609. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#!/books/9788521218609/>. Acesso em: 20 maio 2024.

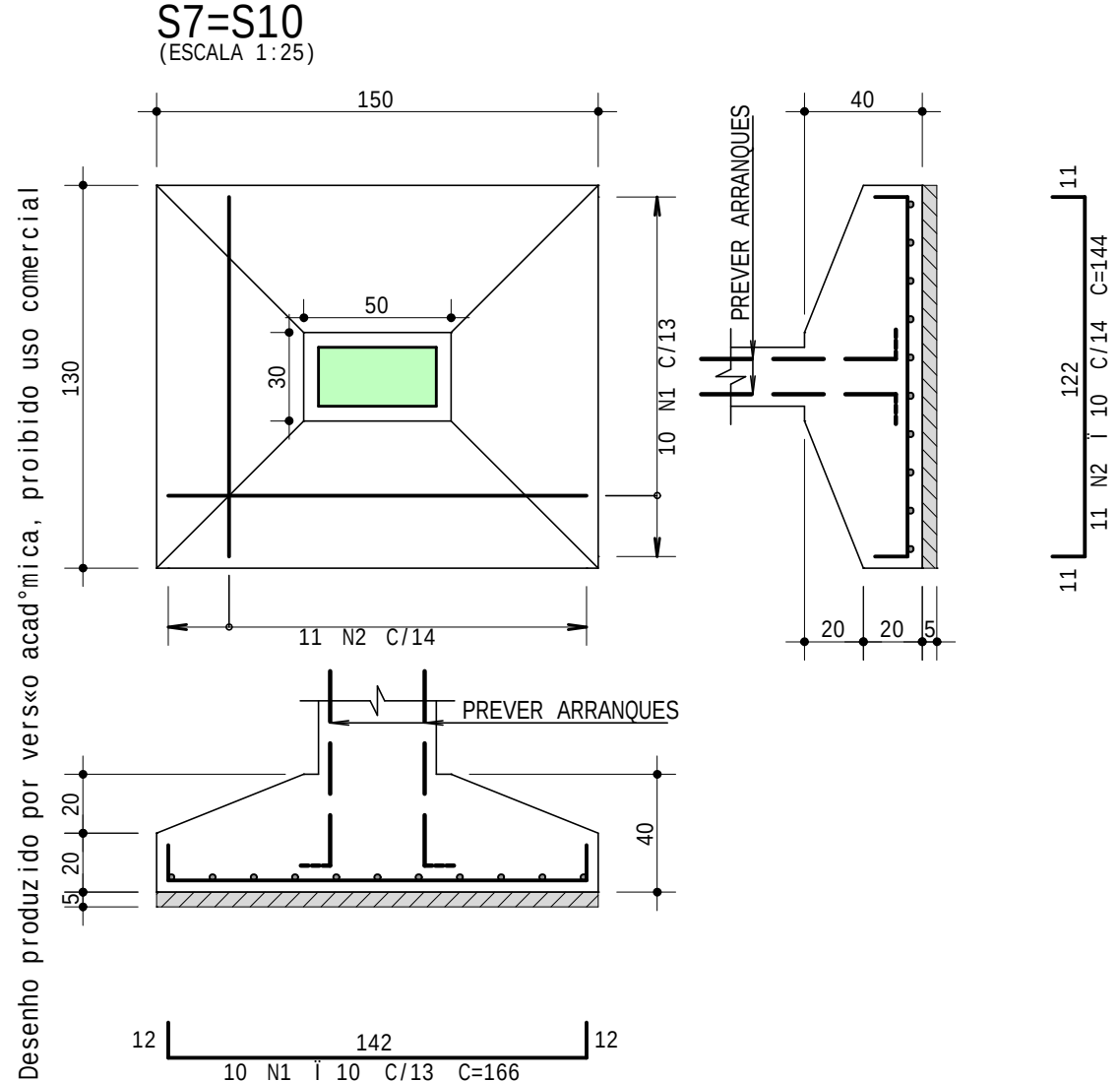
APÊNDICE A – PRANCHAS DE DETALHAMENTO

Desenho produzido por verso acadêmica, proibido uso comercial

Desenho produzido por verso acadêmica, proibido uso comercial

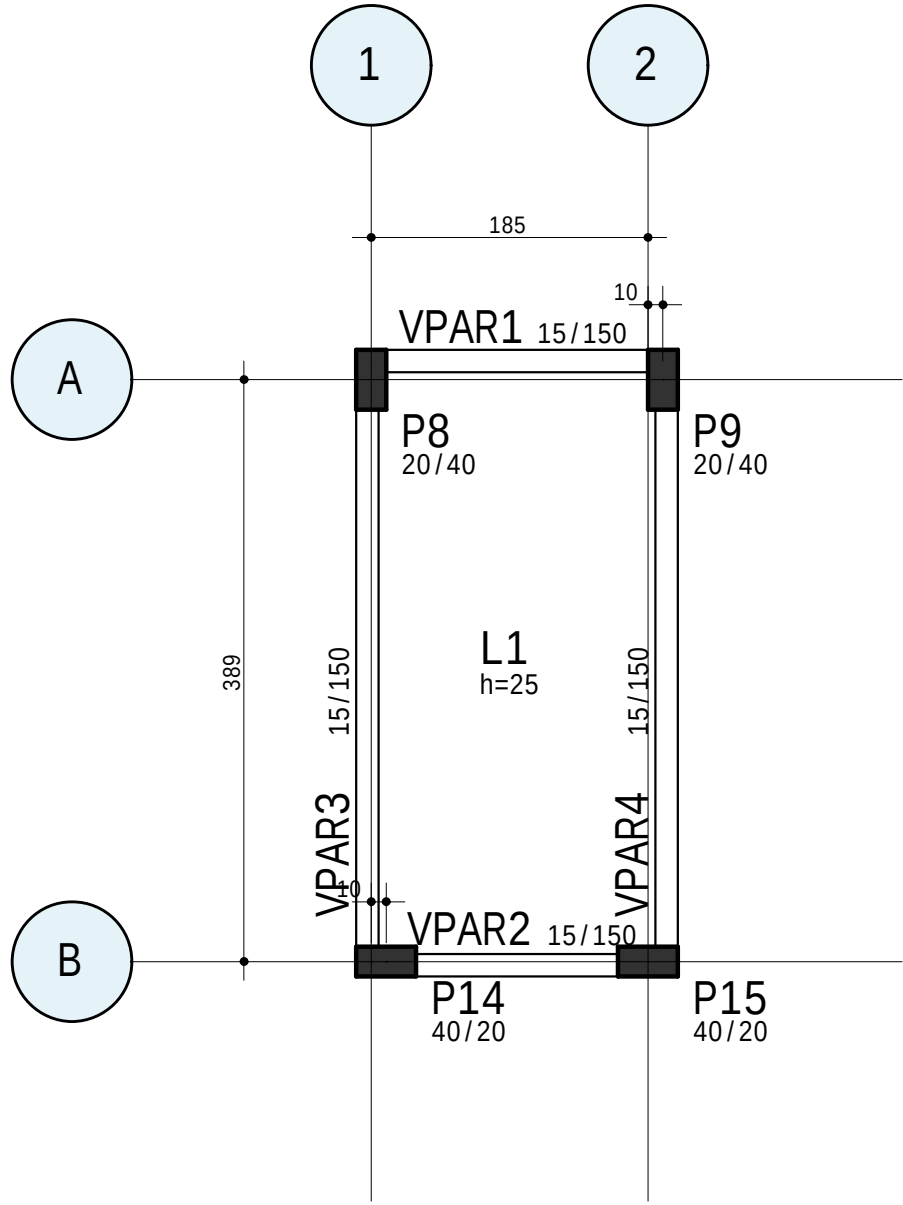


ESTUDO - NÀO EXECUTAR

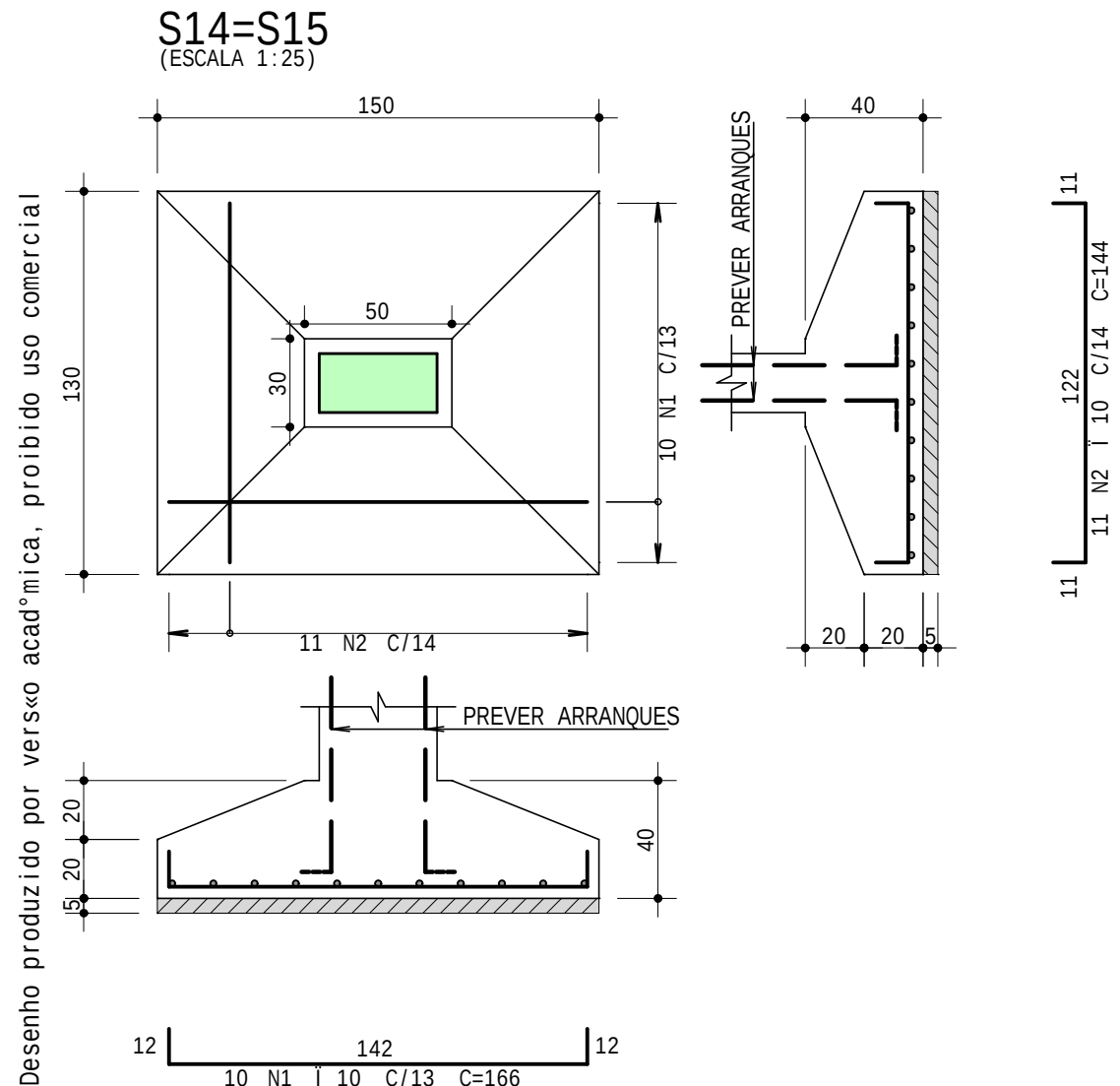


Aço	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO	UNIT	TOTAL
		mm		cm	cm	
S7=S10						
50A	1	10	10	166	1660	
50A	2	10	11	144	1584	
S14=S15						
50A	1	10	10	166	1660	
50A	2	10	11	144	1584	

RESUMO DE AÇO				
AÇO	BIT	COMPR	PESO	
50A	10	65	kgf	
Peso Total		50A =	40 kgf	



ESTUDO - NÀO EXECUTAR



CONCRETO
fck = 25 MPa
ECS = Ver na NAnta

CLIENTE
UNESP

OBRA
EDIFÍCIO PROJETO TCC

TÍTULO
S7=S10 / S14=S15

OBRA N.º
0010

DES. N.º
002

REV. N.º
00

ENG. N.º

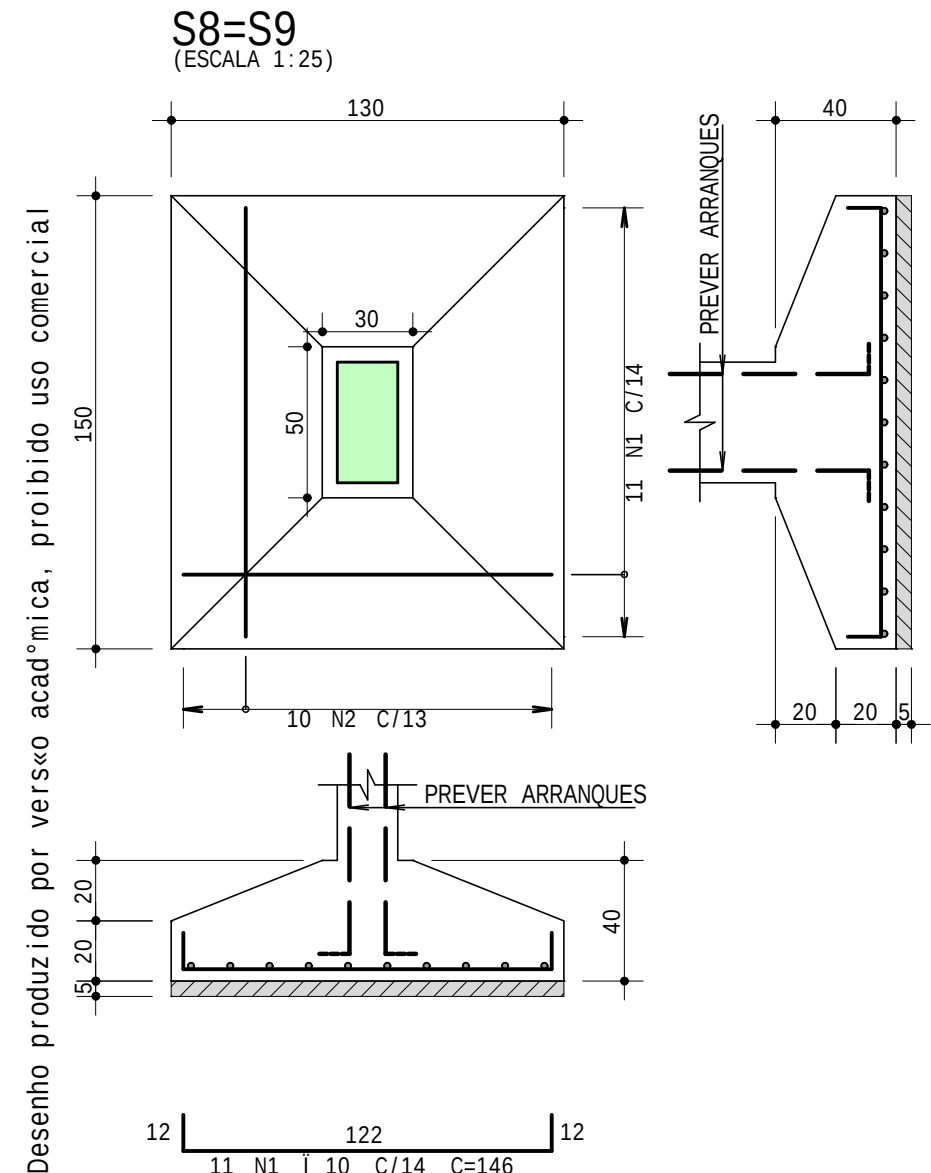
DATA
21/06/2024

ESCALA
Indicada

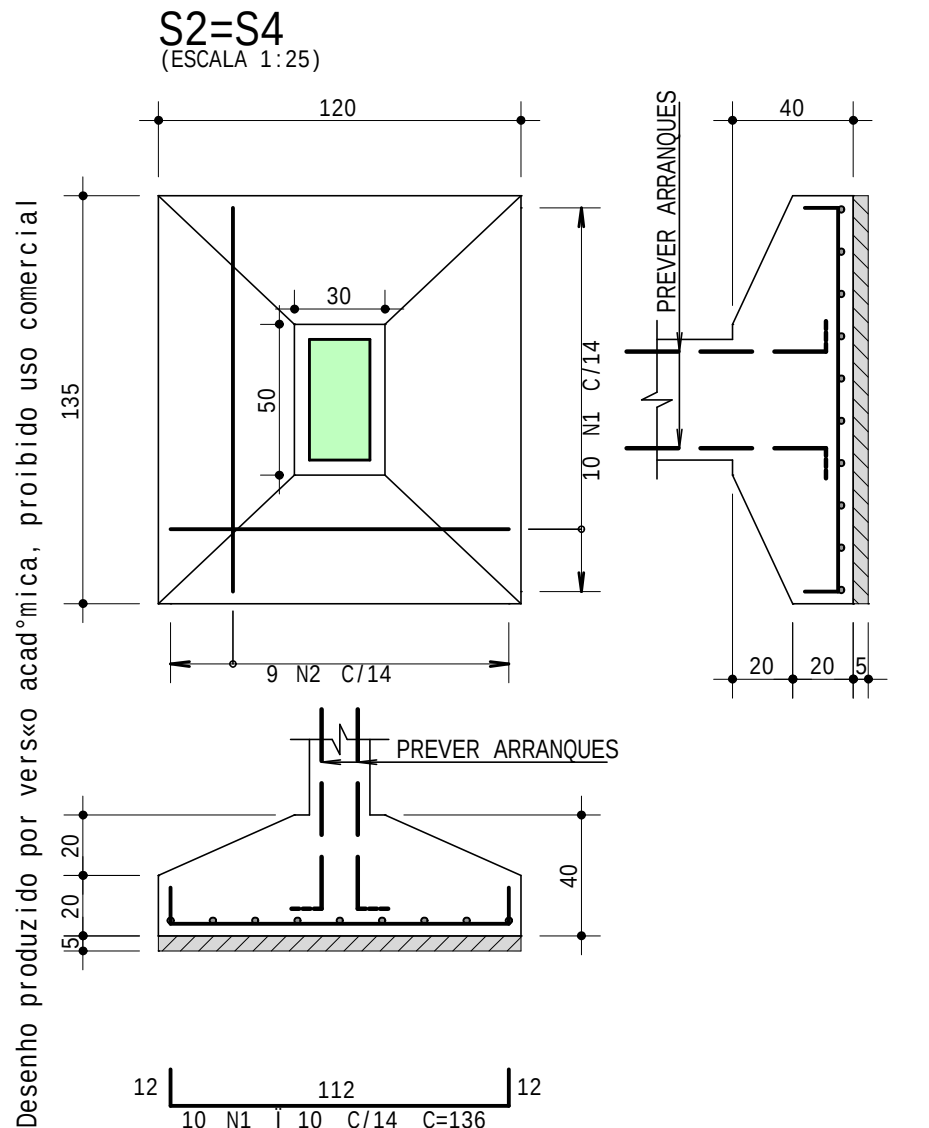
DESENHO
PRO-2 P-VIG-038-R00

COORD.

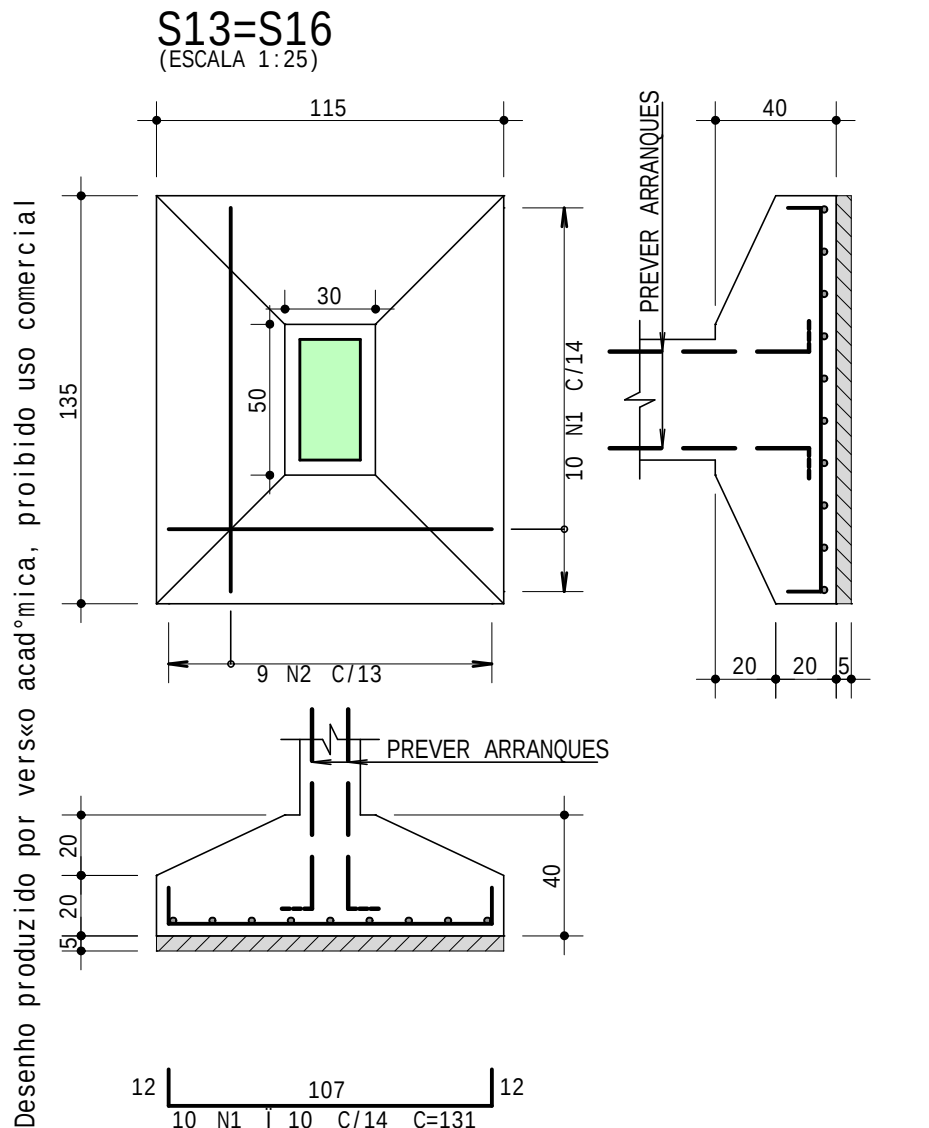
ESTUDO - N  EXECUTAR



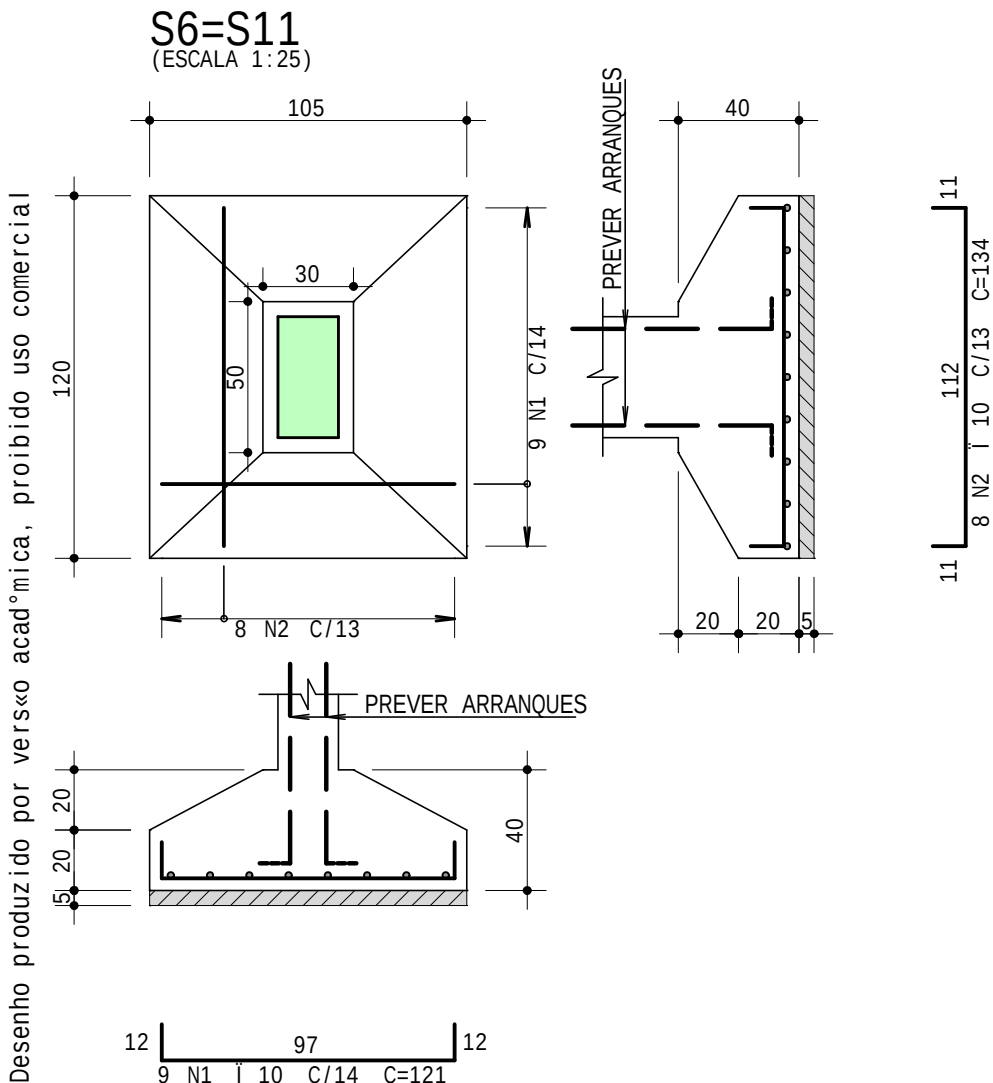
ESTUDO - N  EXECUTAR



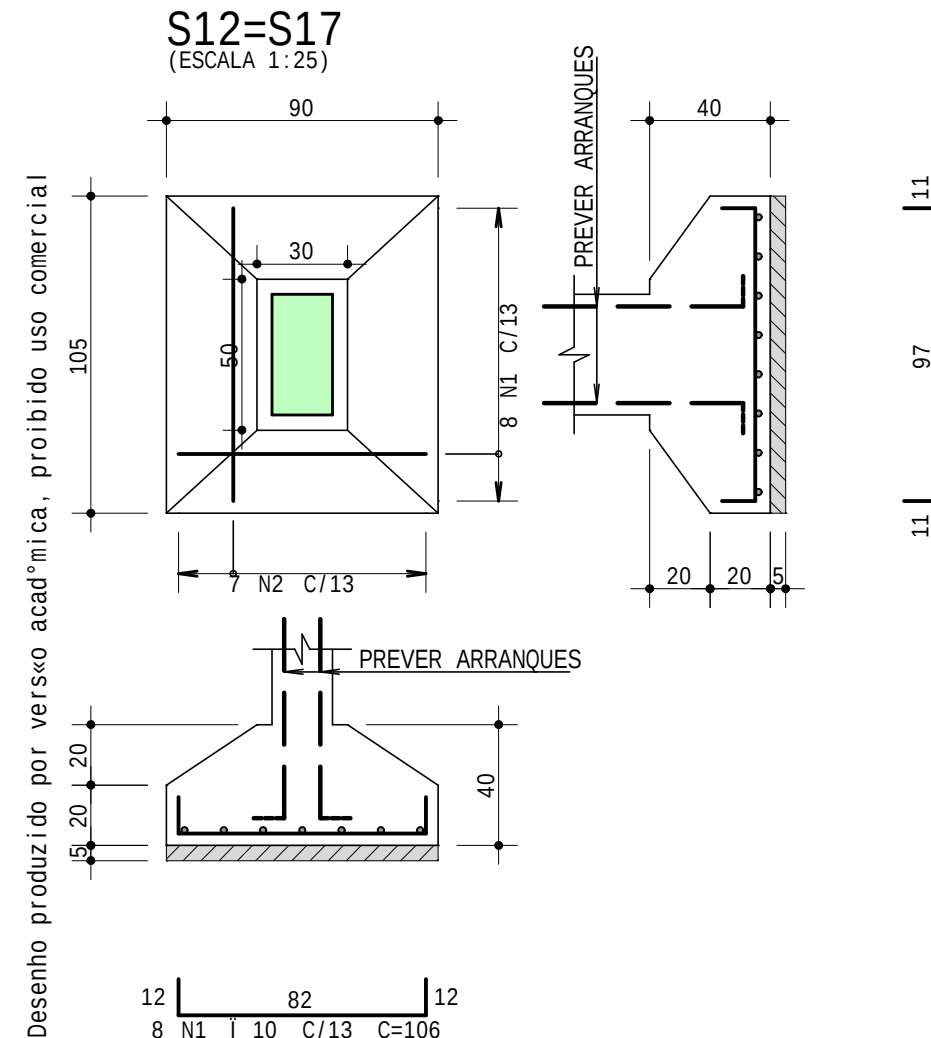
ESTUDO - N  EXECUTAR



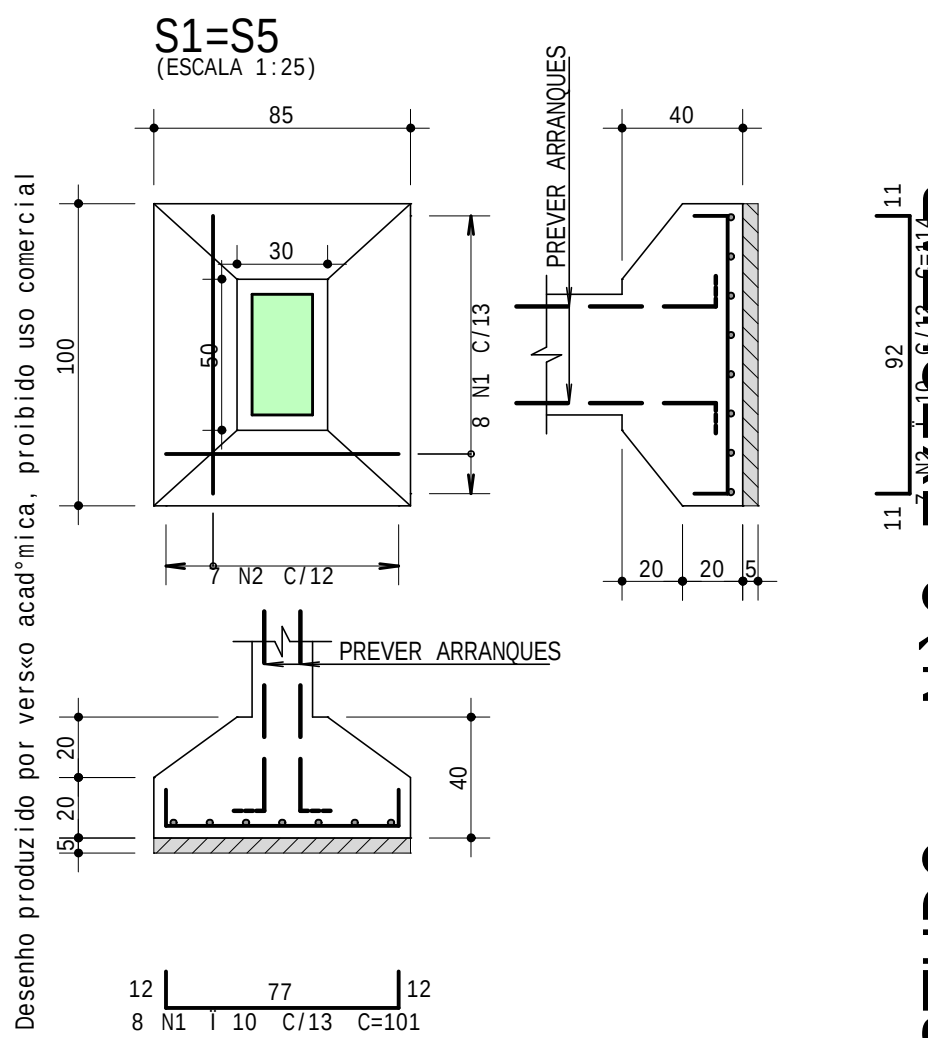
ESTUDO - N  EXECUTAR



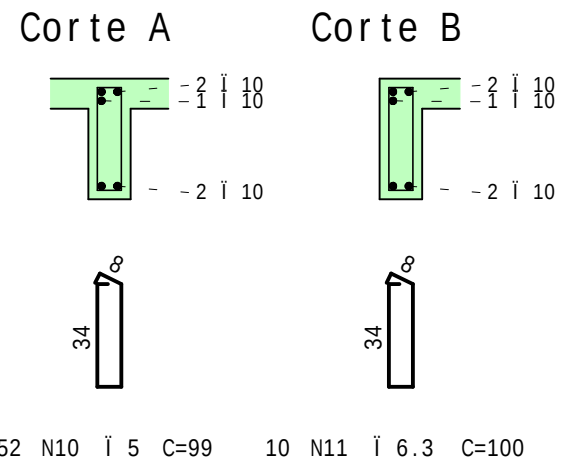
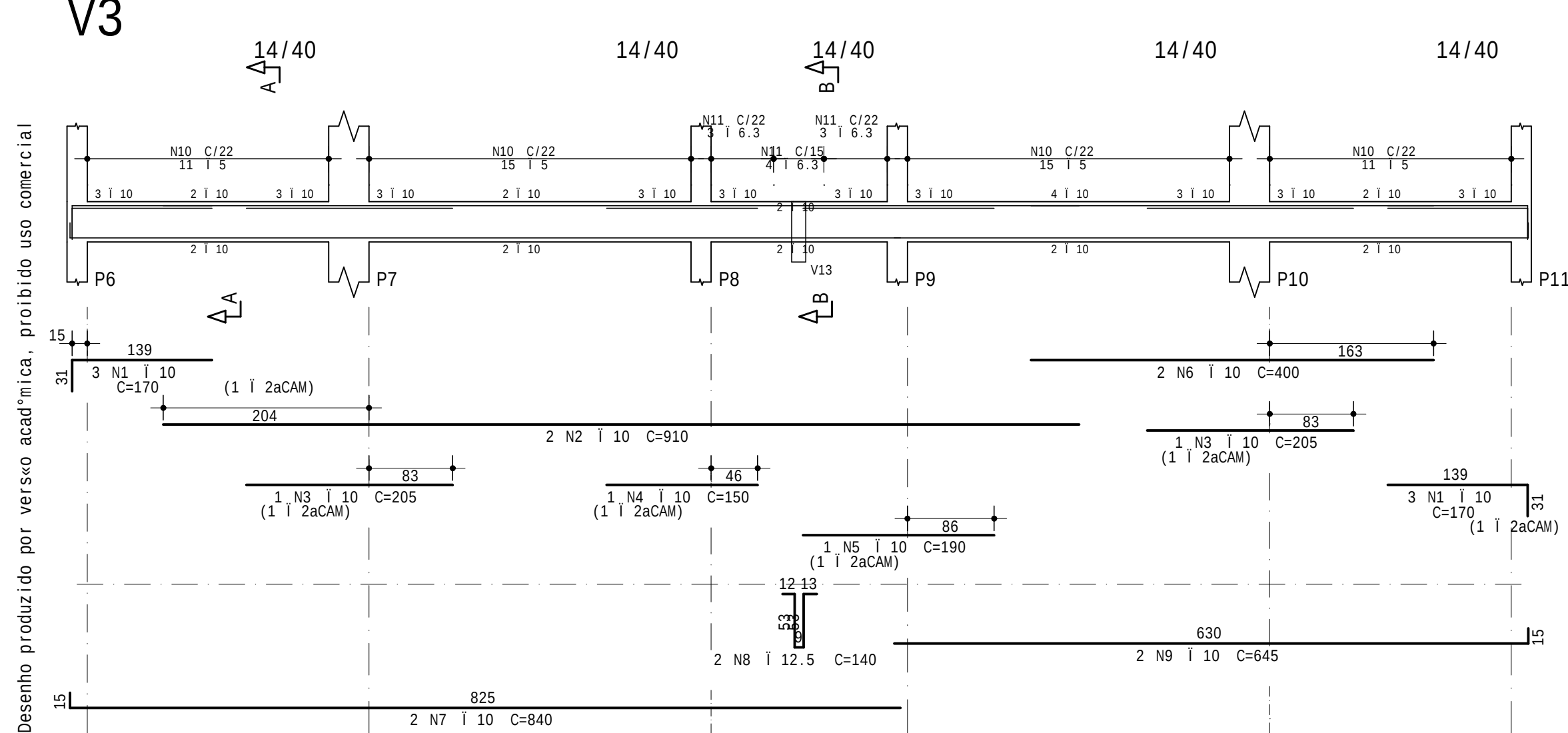
ESTUDO - N  EXECUTAR



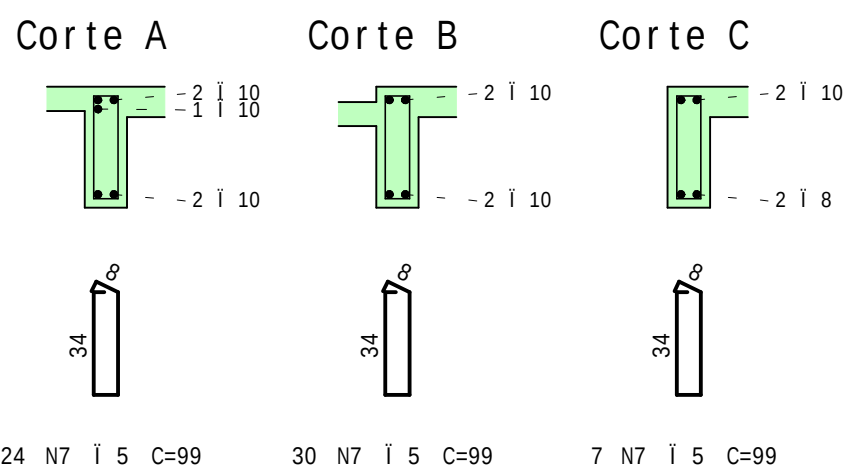
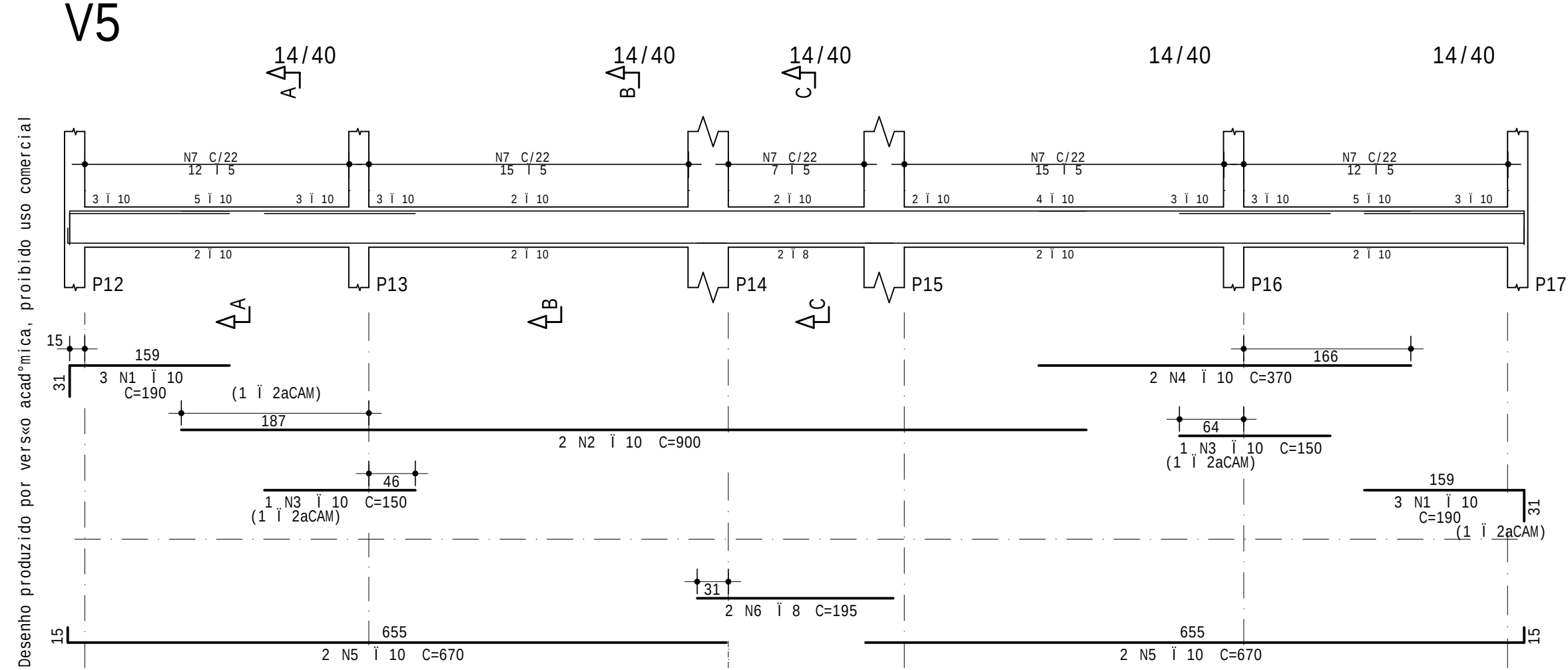
ESTUDO - N  EXECUTAR



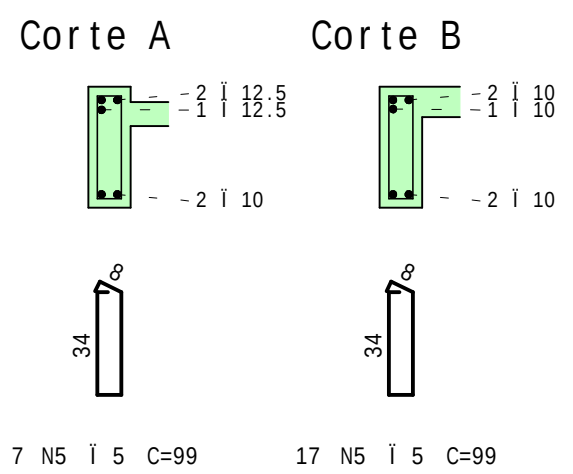
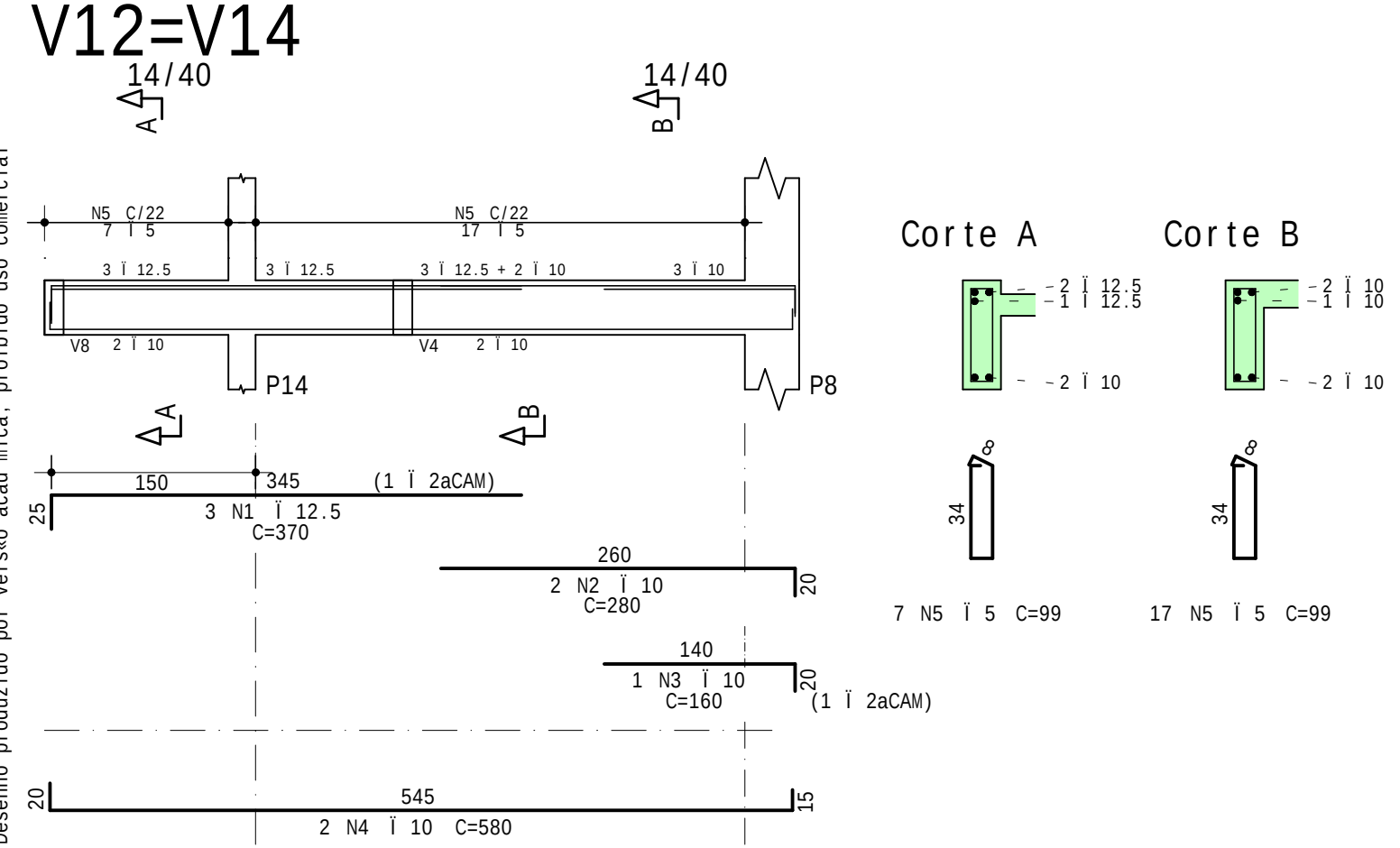
ESTUDO - N  EXECUTAR



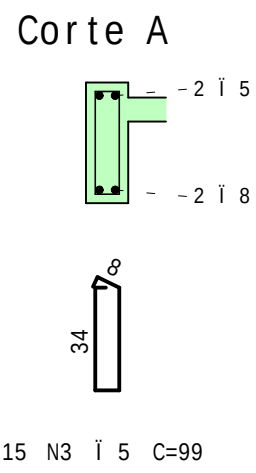
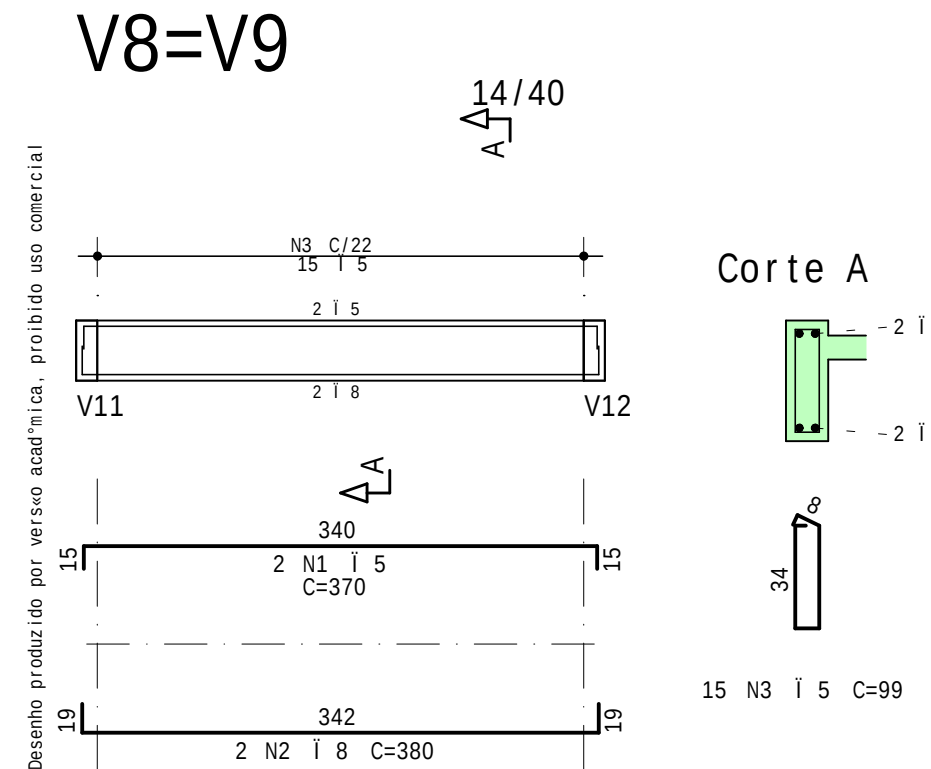
ESTUDO - N  EXECUTAR



ESTUDO - N  EXECUTAR



ESTUDO - N  EXECUTAR



Desenho produzido por verso acadêmica, proibido uso comercial

AÇO	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO	
				UNIT	TOTAL
			mm	cm	cm
S1=S5	50A	1	10	8	101
	50A	2	10	7	114
S2=S4	50A	1	10	10	136
	50A	2	10	9	149
S6=S11	50A	1	10	9	121
	50A	2	10	8	134
S8=S9	50A	1	10	11	146
	50A	2	10	10	164
S12=S17	50A	1	10	8	106
	50A	2	10	7	119
S13=S16	50A	1	10	10	131
	50A	2	10	9	149
V3	50A	1	10	6	170
	50A	2	10	2	910
	50A	3	10	2	205
	50A	4	10	1	150
	50A	5	10	1	190
	50A	6	10	2	400
	50A	7	10	2	840
	50A	8	12.5	2	140
	50A	9	10	2	645
	50A	10	5	52	99
	50A	11	6.3	10	100
V5	50A	1	10	6	190
	50A	2	10	2	900
	50A	3	10	2	150
	50A	4	10	2	370
	50A	5	10	4	670
	50A	6	8	2	195
V8=V9	60A	7	5	61	99
	60A	1	5	2	370
	60A	2	8	2	380
V12=V14	60A	3	5	15	99
	50A	1	12.5	3	370
	50A	2	10	2	280
	50A	3	10	1	160
	50A	4	10	2	580
	60A	5	5	24	99
	60A	6	5	24	2376

RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT	COMPR	PESO
		mm	kgf
60A	5	158	24
50A	6.3	10	2
50A	8	12	5
50A	10	299	185
50A	12.5	14	13
Peso Total		60A =	24 kgf
Peso Total		50A =	205 kgf

CONCRETO
fck = 25 MPa
ECS = Ver na Planta

CLIENTE
UNESP

OBRA
EDIFÍCIO PROJETO TCC

TÍTULO

S1=S5 / S2=S4 / S6=S11
S8=S9 / S12=S17 / S13=S16
V3 / V5 / V8=V9 / V12=V14

DATA
21/06/2024

ESCALA
Indicada

DESENHO
PROJ-2 P-VIG-039-R00

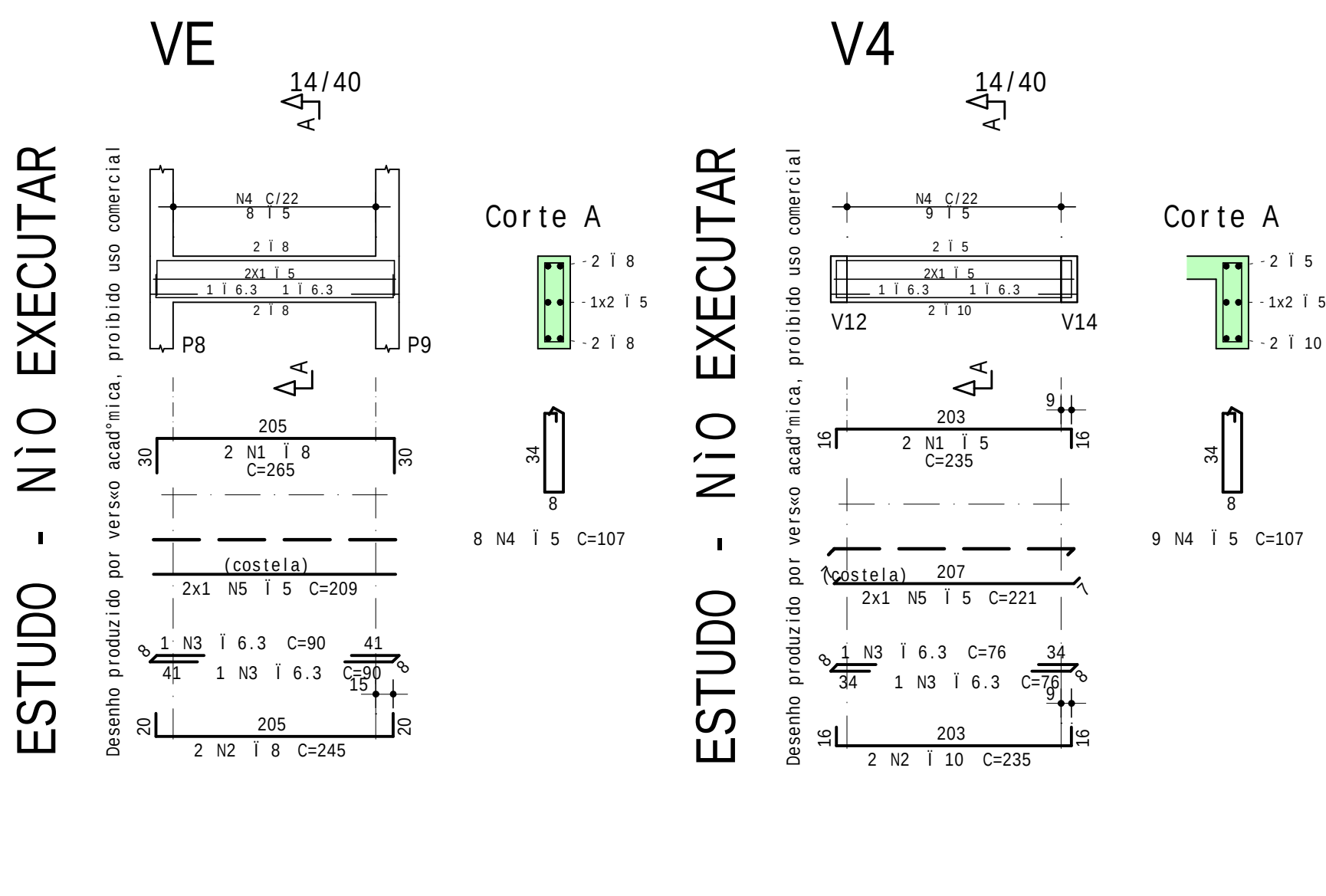
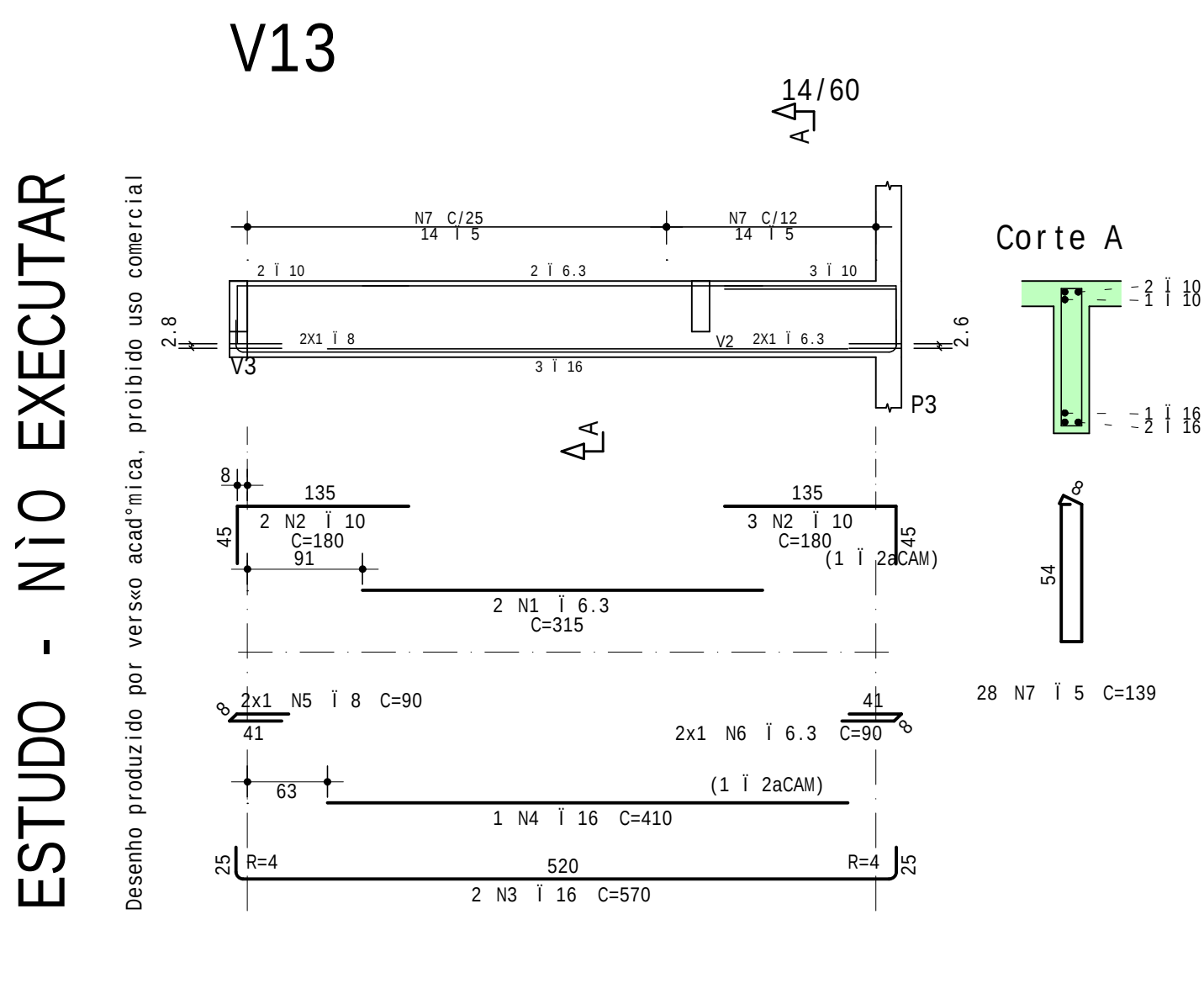
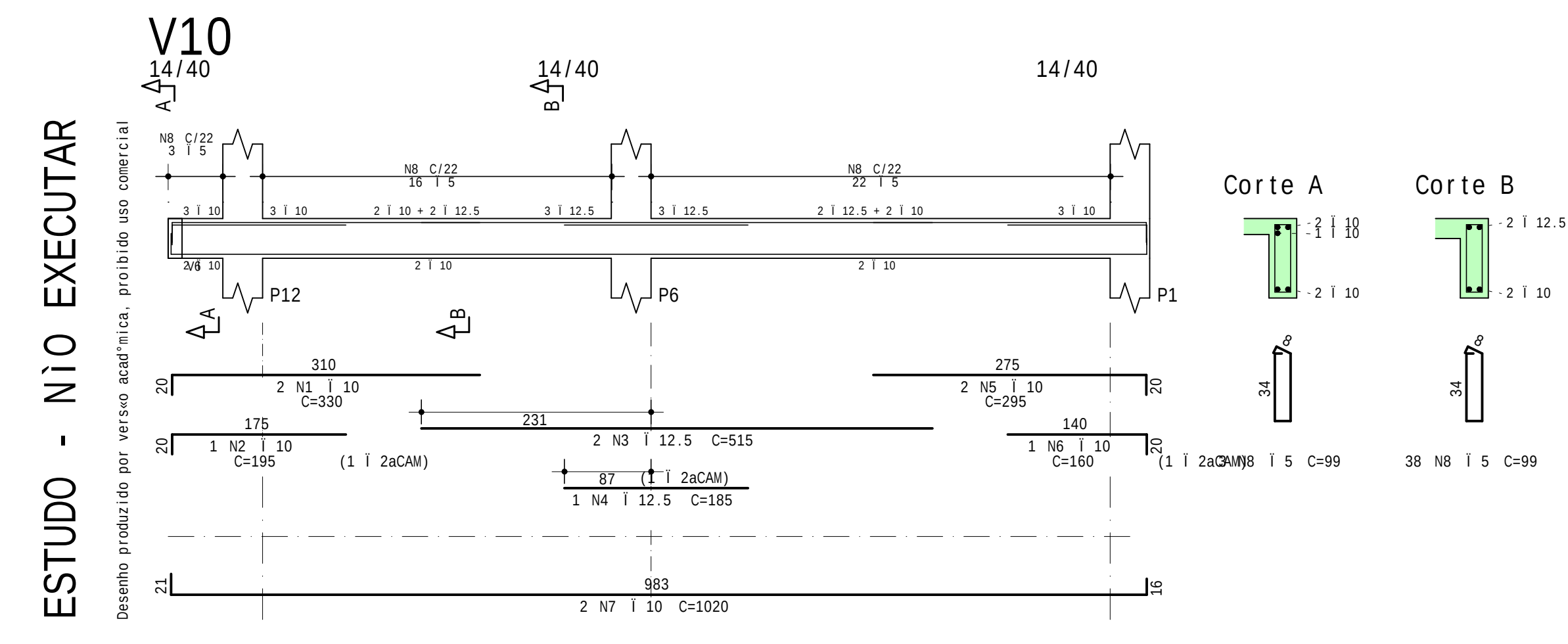
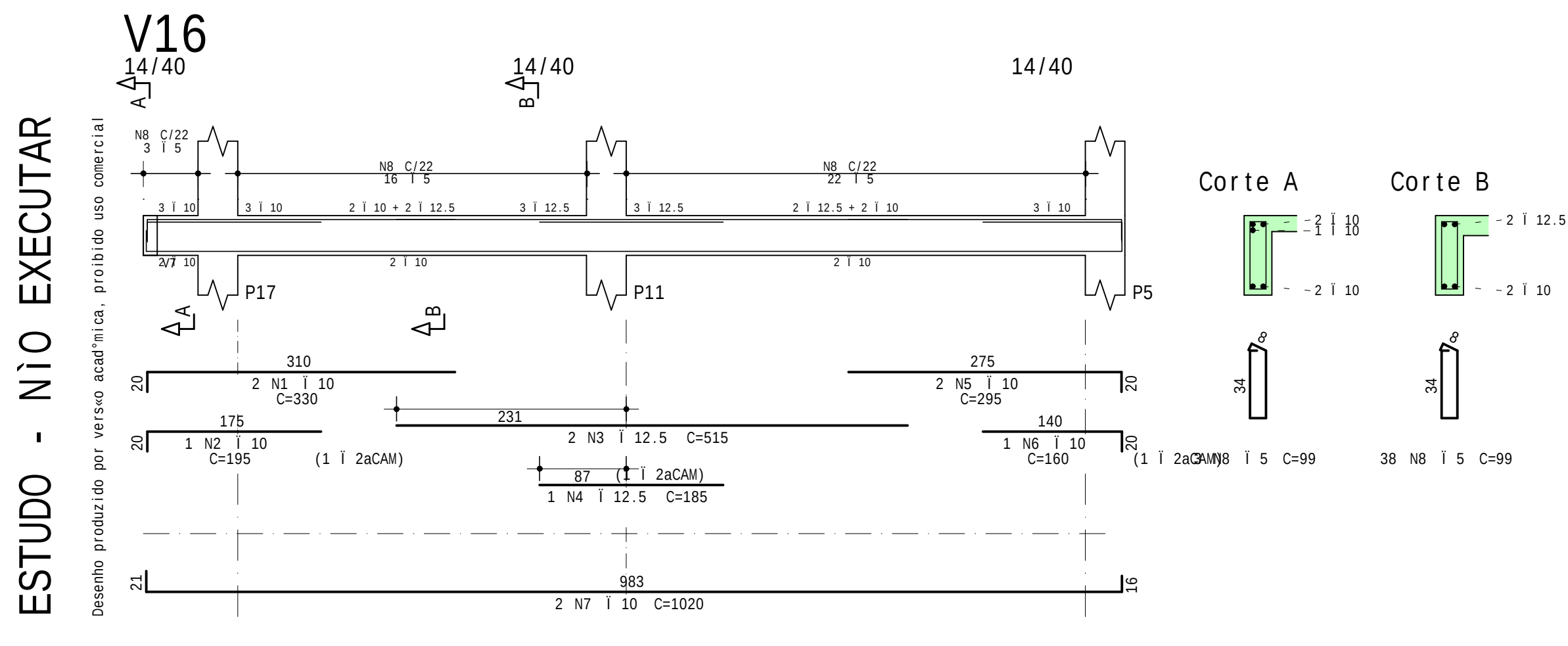
COORD.

OBRA N. 
0010

DES. N. 
003

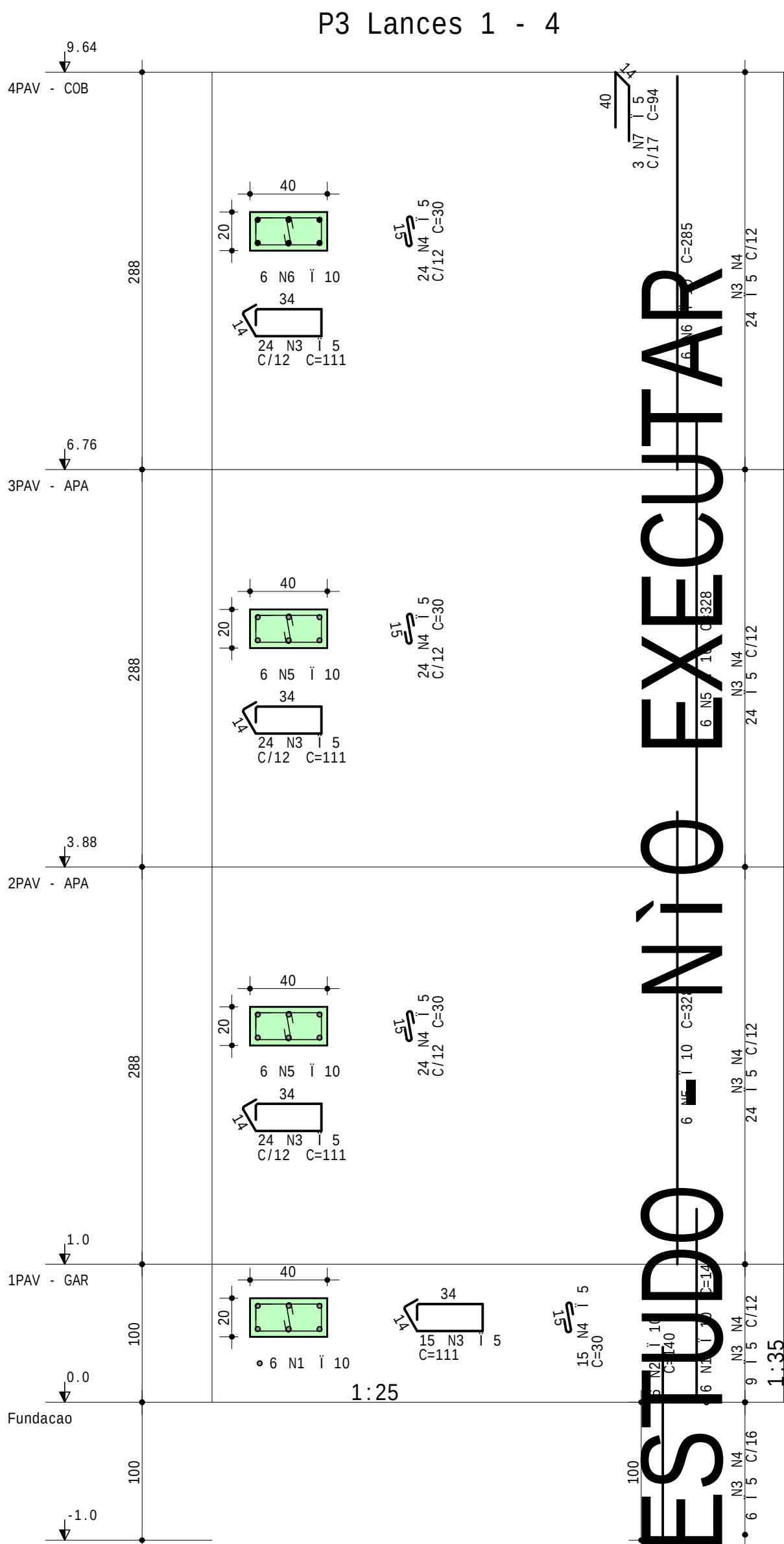
REV. N. 
00

ENG.  

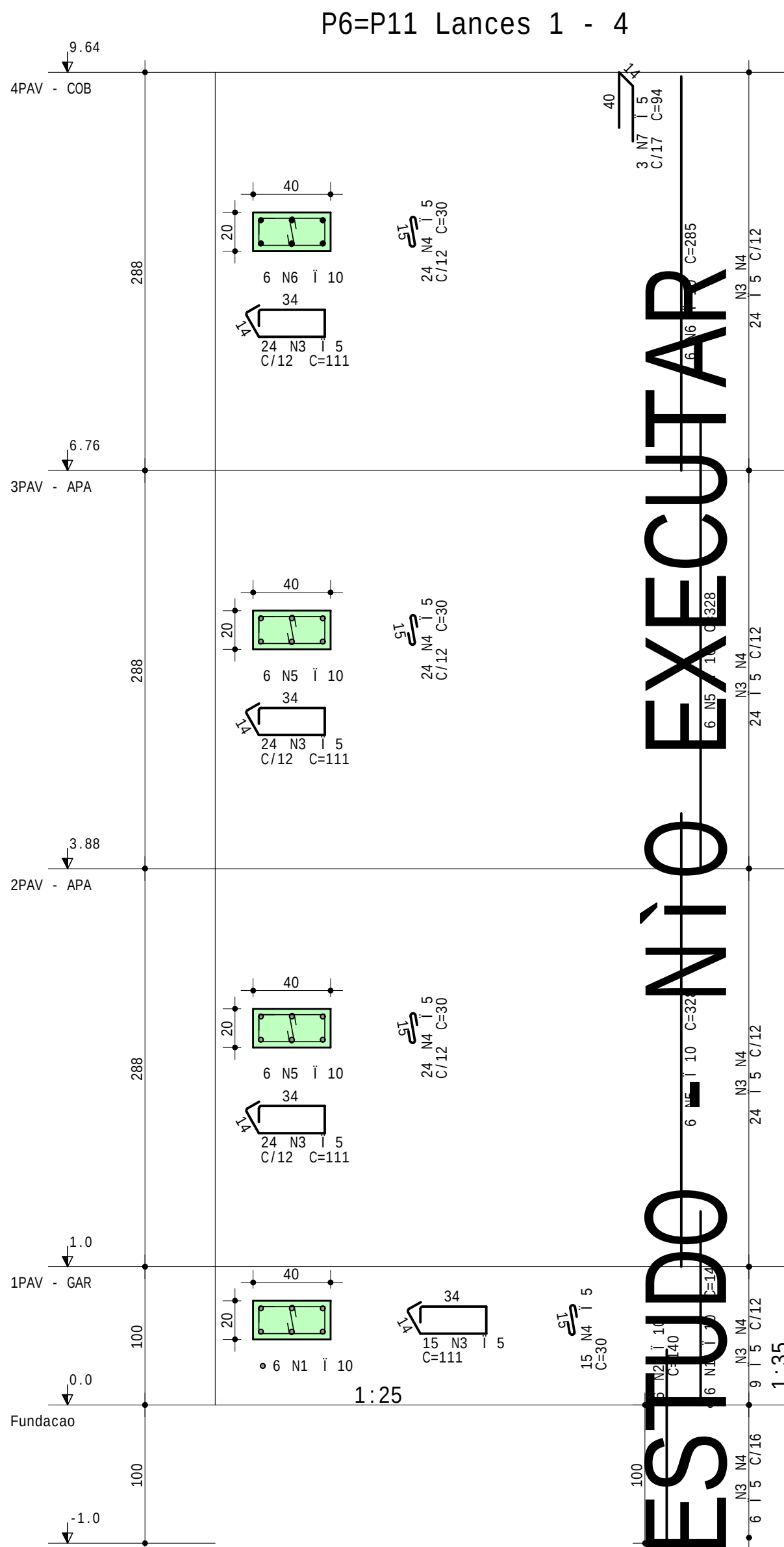


RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT	COMPR	PESO
	mm	m	kgf
60A	5	311	48
50A	6.3	13	3
50A	8	12	5
50A		216	133
50A	12.5	67	65
50A	16	16	24
Peso Total	60A =		48 kgf
Peso Total	50A =		230 kgf

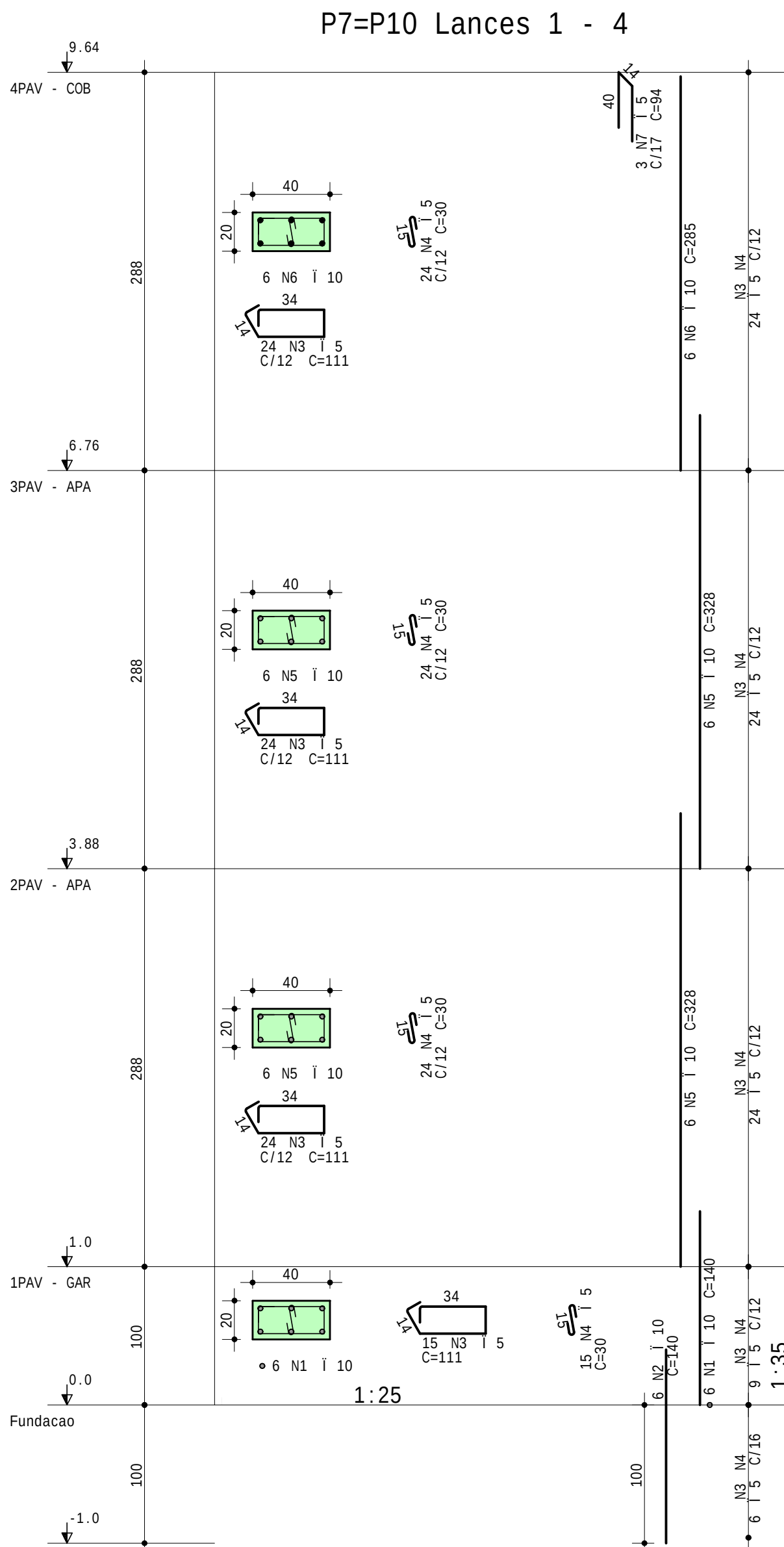
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



	Aco	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO	
					UNIT	TOTAL
					cm	cm
P3 Lances 1 - 4	50A	1	10	6	140	840
	50A	2	10	6	140	840
	60A	3	5	87	111	9657
	60A	4	5	87	30	2610
	50A	5	10	12	328	3936
	50A	6	10	6	285	1710
	60A	7	5	3	94	282
	P6=P11 Lances 1 - 4					
	50A	1	10	6	140	840
	50A	2	10	6	140	840
P6=P11 Lances 1 - 4	60A	3	5	87	111	9657
	60A	4	5	87	30	2610
	50A	5	10	12	328	3936
	50A	6	10	6	285	1710
	60A	7	5	3	94	282
	P7=P10 Lances 1 - 4					
	50A	1	10	6	140	840
	50A	2	10	6	140	840
	60A	3	5	87	111	9657
	60A	4	5	87	30	2610
P7=P10 Lances 1 - 4	50A	5	10	12	328	3936
	50A	6	10	6	285	1710
	60A	7	5	3	94	282

RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT	COMPR	PESO
	mm	m	kgf
60A	5	376	58
50A	10	220	136
Peso Total	60A =		58 kgf
Peso Total	50A =		136 kgf

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

CONCRETO
fck = 25 MPa
ECS = Ver na NFanta

CLIENTE
UNESP

OBRA
EDIFÍCIO PROJETO TCC

TÍTULO

DATA
21/06/2024

ESCALA
1:25

DESENHO
PROJ-2 P-VIG-042-R00

COORD.

OBRA N.é
0010

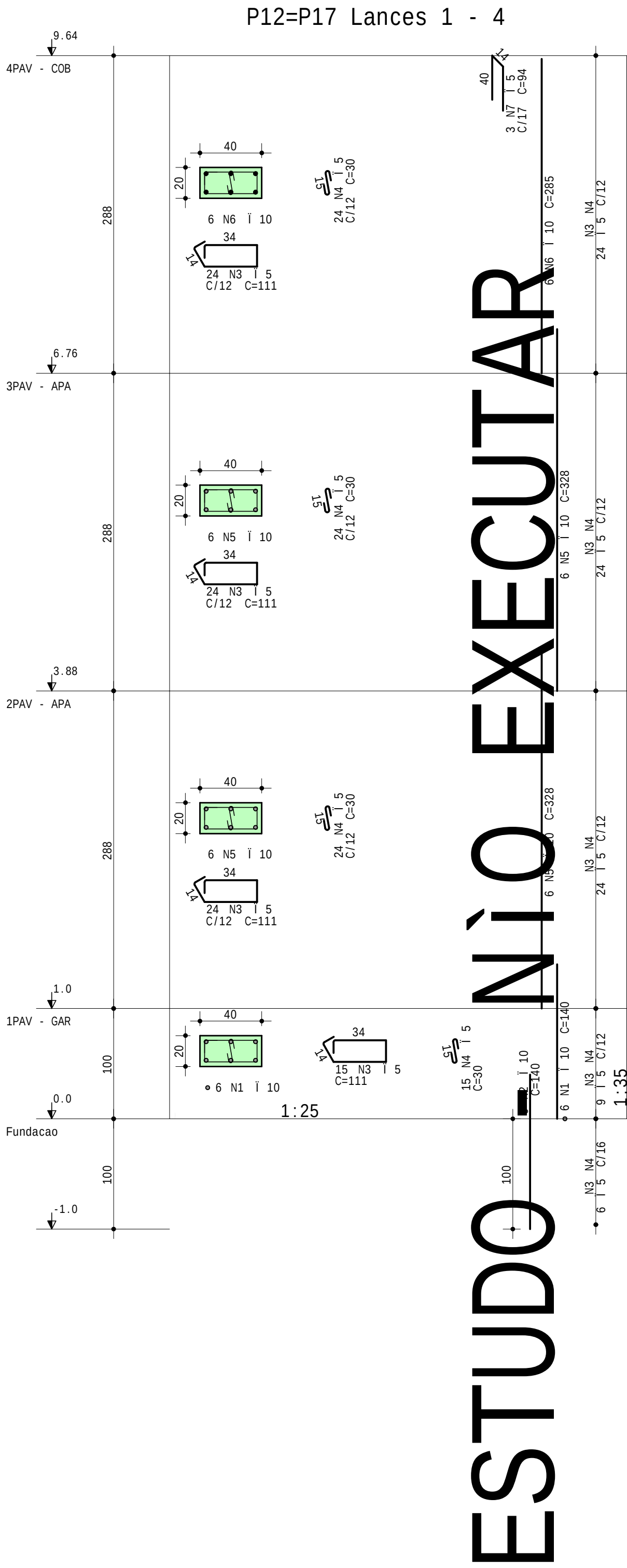
DES. N. 
006

REV. N. 
00

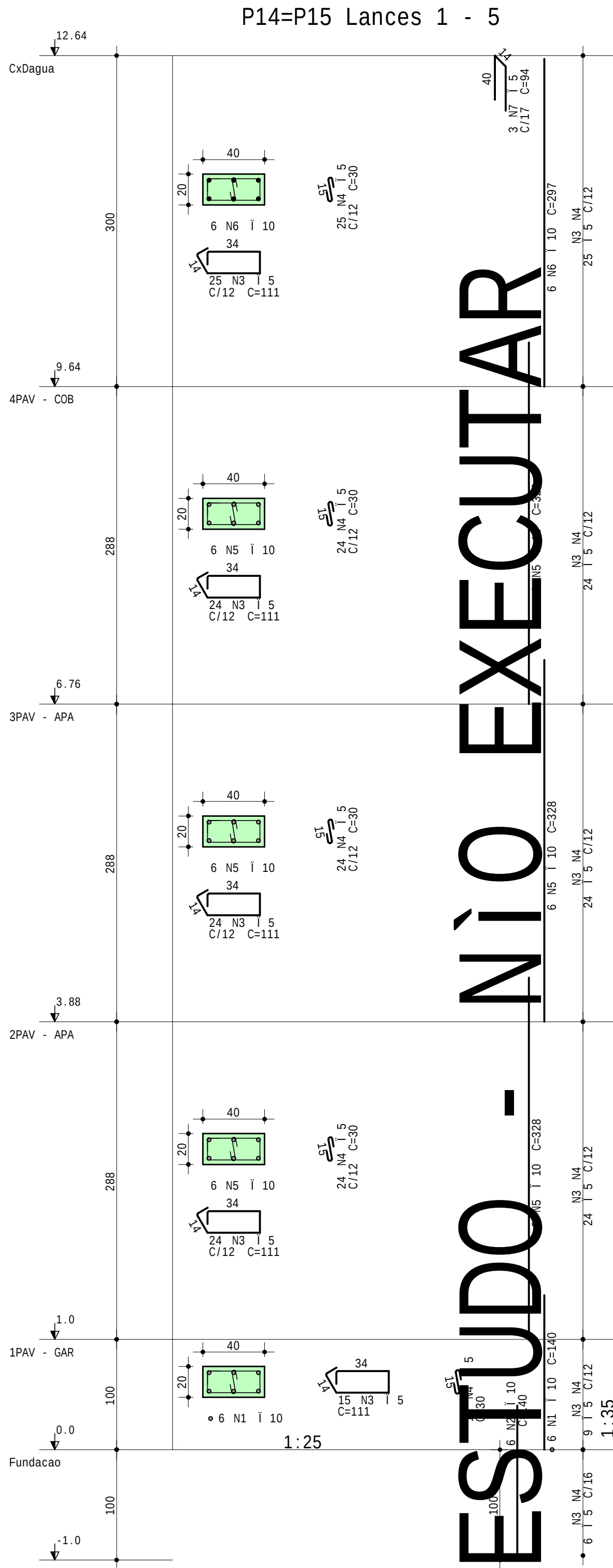
ENG. 

P3 Lances 1 - 4
P6=P11 Lances 1 - 4
P7=P10 Lances 1 - 4

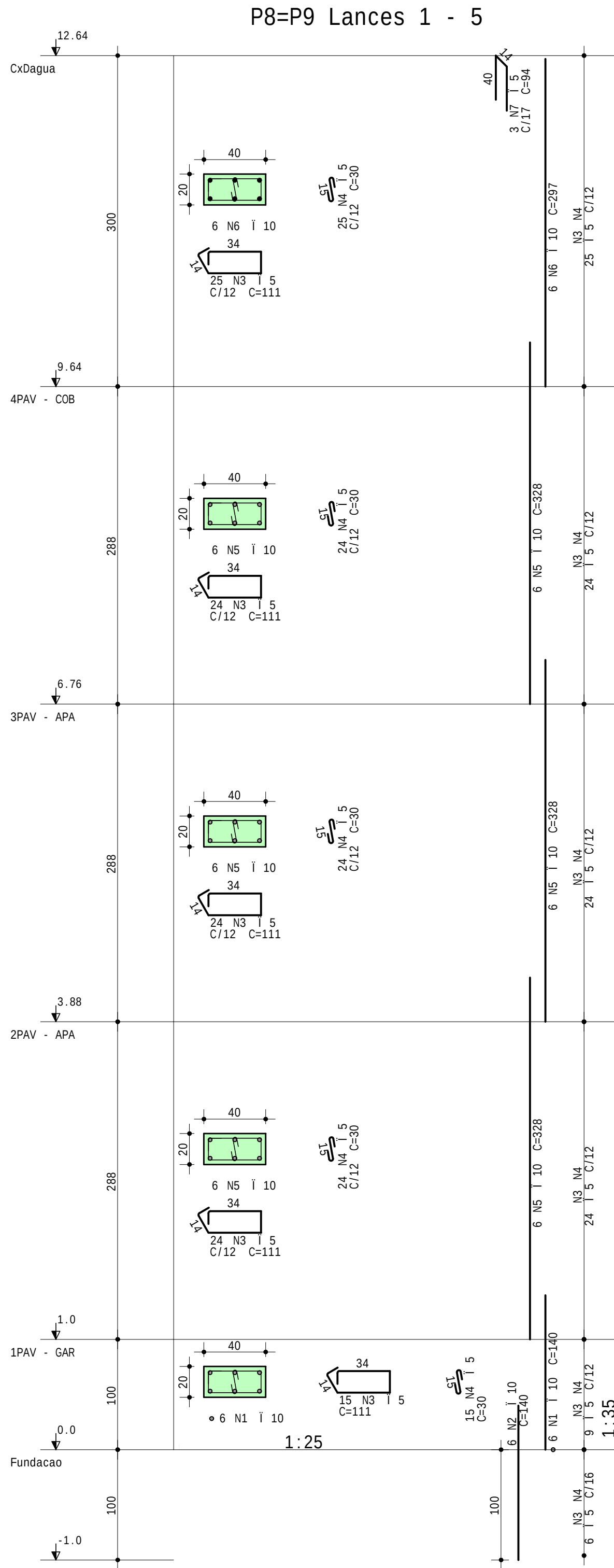
Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial



	Aco	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO		
					UNIT	TOTAL	
uso comercial	P8=P9	Lances	1 - 5	mm	cm	cm	
		50A	1	10	6	140	840
		50A	2	10	6	140	840
		60A	3	5	112	111	12432
		60A	4	5	112	30	3360
		50A	5	10	18	328	5904
		50A	6	10	6	297	1782
		60A	7	5	3	94	282
	uso acadêmico	P12=P17	Lances	1 - 4			
			50A	1	10	6	140
		50A	2	10	6	140	840
		60A	3	87	5	111	9657
		60A	4	5	87	30	2610
		50A	5	10	12	328	3936
		50A	6	10	6	285	1710
		60A	7	5	3	94	282
uso acadêmico	P14=P15	Lances	1 - 5				
		50A	1	10	6	140	840
		50A	2	10	6	140	840
		60A	3	5	112	111	12432
		60A	4	5	112	30	3360
		50A	5	10	18	328	5904
		50A	6	10	6	297	1782
		60A	7	5	3	94	282

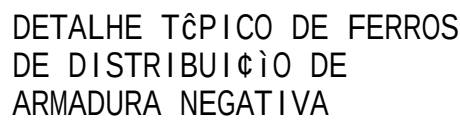
RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT	COMPR	PESO
	mm	m	kgf
60A	5	447	69
50A	10	261	161
Peso Total		60A =	69 kgf
Peso Total		50A =	161 kgf

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

CONCRETO fck = 25 MPa ECS = Ver na NFanta				OBRA N. � 0010	
CLIENTE UNESP				DES. N. � 007	
OBRA EDIFÍCIO PROJETO TCC				REV. N. � 00	
TÍTULO P8=P9 Lances 1 - 5 P12=P17 Lances 1 - 4 P14=P15 Lances 1 - 5				ENG. �	
DATA 21/06/2024	ESCALA 1:25	DESENHO PROJ-2 P-VIG-043-R00	COORD.		

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

1X



RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT	COMPR	PESO
	mm	m	kgf
60A	5	707	109
50A	6,3	1184	290
50A	8	8	3
Peso Total	60A =		109 kgf
Peso Total	50A =		293 kgf

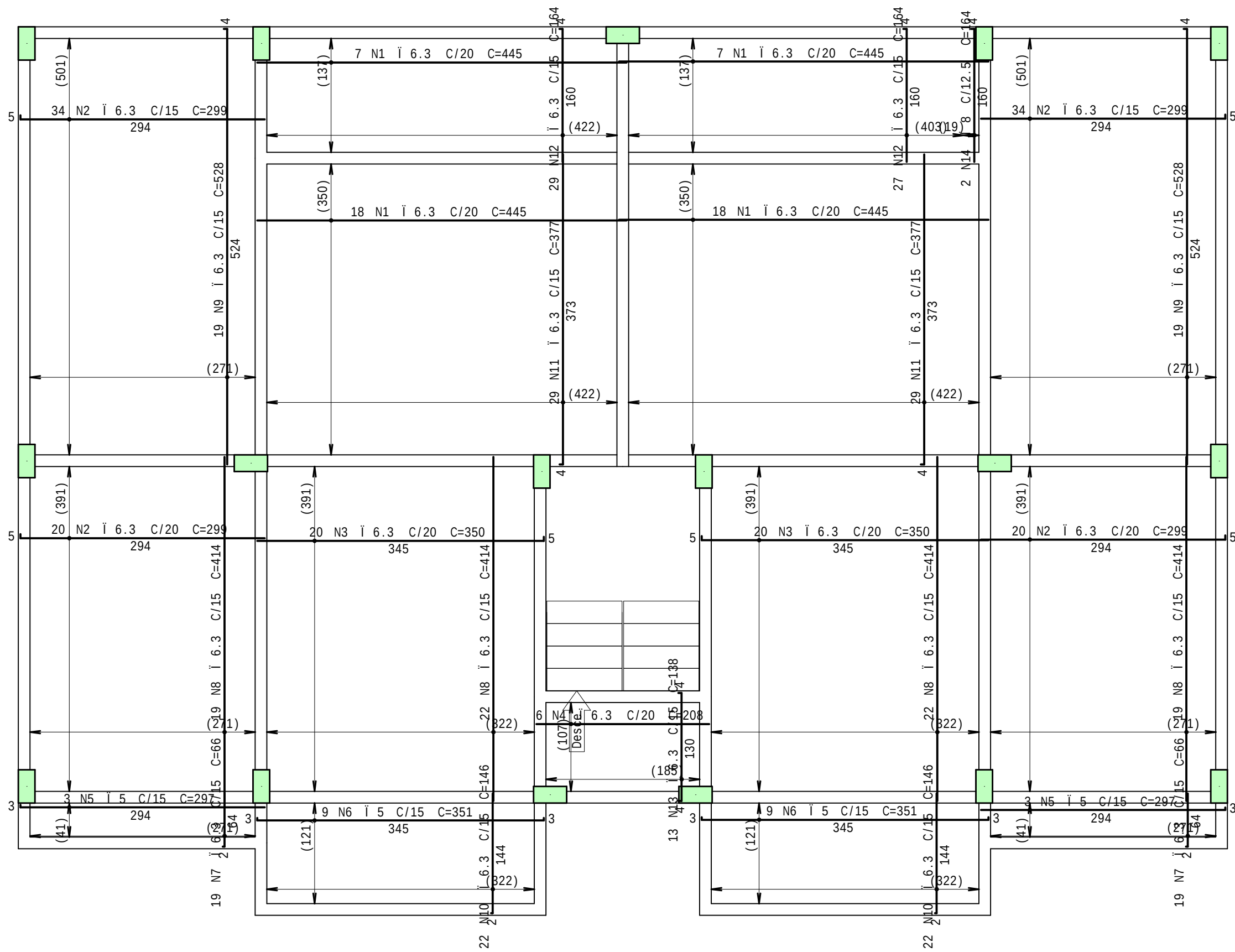
Desenho produzido por vers^o acad^omica, proibido uso comercial

CONCRETO				OBRA N.º	
fck = 25 MPa				0010	
ECS = 24150 MPa				DES. N.º	
CLIENTE UNESP				008	
OBRA EDIFÍCIO PROJETO TCC					
TÍTULO					
2 PAV - APARTAMENTO - Armadura negativa				REV. N.º	
				00	
DATA 21/06/2024		ESCALA 1:50	DESENHO PRO-2 P-LA3-044-R00	COORD.	
				ENG.º	

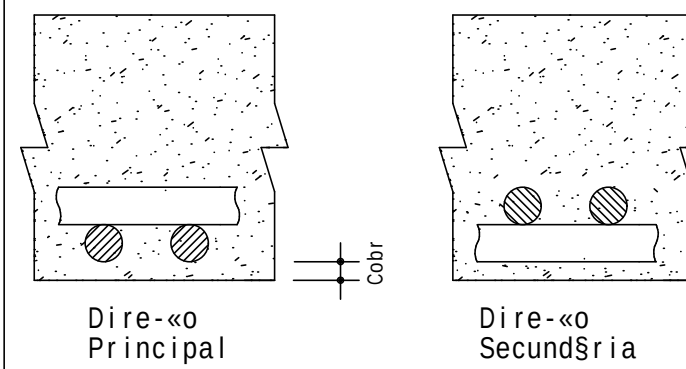
Desenho produzido por vers^o acad^omica, proibido uso comercial

2 PAV - APARTAMENTO - Armadura positiva

1X



Detalhe genérico do alojamento
de armaduras positivas



	AÇO	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO	
					UNIT	TOTAL
			mm	cm	cm	
acord. nica, proibido uso comercial	2	PAV - APARTAMENTO -	Armadura positiva			
	50A	1	6.3	50	445	22250
	50A	2	6.3	108	299	32124
	50A	3	6.3	40	350	14000
	50A	4	6.3	6	208	1248
	50A	5	6.3	6	208	1248
	50A	6	6.3	18	361	6315
	50A	7	6.3	38	66	2508
	50A	8	6.3	82	414	33948
	50A	9	6.3	38	528	20604
	50A	10	6.3	44	146	6424
	50A	11	6.3	58	377	21866
	50A	12	6.3	56	164	9184
50A	13	6.3	13	138	1794	
50A	14	8	2	164	328	

RESUMO DE AÇO			
AÇO	BIT	COMPR	PESO
	mm	m	kgf
60A	5	81	12
50A	6,3	1656	406
50A	8	3	1
Peso Total	60A =		12 kgf
Peso Total	50A =		407 kgf

Desenho produzido por versão acadêmica, proibido uso comercial

CONCRETO			OBRA. N. °	
fck = 25 MPa			0010	
ECS = 24150 MPa			DES. N. °	
CLIENTE			UNESP	
OBRA			EDIFÍCIO PROJETO TCC	
TÍTULO			009	
2 PAV - APARTAMENTO - Armadura positiva			REV. N. °	
21/06/2024			00	
ESCALA	1:50	DESENHO	PRO-2 P-LAJ-045-R00	COORD.
ENG. °				