

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNO VITÓRIA RODRIGUES**

**INTEGRAÇÃO BIM ENTRE TQS E REVIT PARA FINALIZAÇÃO E  
DETALHAMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS**

**FLORIANÓPOLIS, 2026.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNO VITÓRIA RODRIGUES**

**INTEGRAÇÃO BIM ENTRE TQS E REVIT PARA FINALIZAÇÃO E  
DETALHAMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido  
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Santa Catarina como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Civil.

Orientador:  
Prof. Samuel João da Silveira, doutor

**FLORIANÓPOLIS, 2026.**

## **PÁGINA PARA COLOCAÇÃO DA FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DA OBRA**

Ficha de Identificação da obra elaborada pelo autor, através do cadastro de ficha de identificação disponível no portal discente do Sistema Integrado de Gestão Acadêmica - SIGAA, do IFSC.

Rodrigues, Bruno Vitoria

Integração BIM ENTRE TQS E REVIT PARA FINALIZAÇÃO E DETALHAMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS/Bruno Vitoria Rodrigues; orientador(a): Samuel João da Silveira, Doutor. -- Florianópolis: 2026.  
107 p.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis. Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Florianópolis, 2026.

Inclui referências.

1. Modelagem da Informação da Construção (bim). 2. Projeto Estrutural. 3. Interoperabilidade. 4. Realidade Aumentada. I. Doutor, Samuel João da Silveira, II. Instituto Federal de Santa Catarina, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. III. Título.

# **INTEGRAÇÃO BIM ENTRE TQS E REVIT PARA FINALIZAÇÃO E DETALHAMENTO DE PROJETOS ESTRUTURAIS**

**BRUNO VITÓRIA RODRIGUES**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil em 2026 e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 25 de junho, 2026.

Banca Examinadora:

---

Samuel João da Silveira, Dr.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Beatriz Francalacci da Silva, Dra.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

---

Fernando Toppan Rabello, Dr.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha família, pelo apoio incondicional, incentivo e compreensão ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. O suporte recebido nos momentos de dificuldade e a confiança depositada em meus objetivos foram fundamentais para a conclusão desta etapa.

Aos professores do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), expresso minha gratidão pelos conhecimentos compartilhados e pela contribuição para minha formação profissional e pessoal. Em especial, agradeço ao meu orientador, Professor Samuel João da Silveira, pela orientação, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

À empresa ESTENG, onde atuo profissionalmente, agradeço pelo suporte oferecido durante a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso e pela oportunidade de vivenciar, na prática, os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. Em especial, agradeço ao Engenheiro Alberto Rodrigues, meu pai, pelos ensinamentos compartilhados, pela confiança, incentivo e por toda a experiência profissional transmitida ao longo dessa trajetória, contribuindo de forma decisiva para minha formação pessoal e profissional.

Aos amigos que conquistei durante a graduação, agradeço o companheirismo, pelas trocas de conhecimento e pelos momentos compartilhados ao longo dessa jornada, tornando essa trajetória mais leve e enriquecedora.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta conquista e fizeram parte desta importante etapa da minha formação.

## RESUMO

A transformação digital tem redefinido as práticas da engenharia civil, e a metodologia BIM (Building Information Modeling) destaca-se como ferramenta fundamental para integrar informações, otimizar processos e elevar a qualidade dos projetos. Nesse contexto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso caracteriza-se como um estudo aplicado, cujo objetivo geral consiste em desenvolver e validar um fluxo de trabalho integrado entre os programas TQS, Revit e Augin, visando à geração de detalhamentos estruturais tridimensionais acessíveis por meio de QR Codes e realidade aumentada e, assim, evidenciar seu potencial para aumentar a precisão das informações, promover a interoperabilidade entre softwares e ampliar a visualização tridimensional dos elementos estruturais. A pesquisa desenvolve-se a partir de um estudo de caso de uma edificação multifamiliar situada em Santa Catarina, cujo projeto estrutural foi elaborado e disponibilizado por uma empresa especializada. O método adotado compreende a exportação do modelo de cálculo estrutural criado no software TQS para o Autodesk Revit, por meio do plugin TQS-REVIT, garantindo a transferência automatizada e íntegra dos dados estruturais. Na sequência, são utilizadas as ferramentas do plugin OFESTRUTURAL para automatizar as etapas de desenhos e da documentação técnica, abrangendo etapas de locação, formas e vistas de detalhamento dos elementos estruturais, possibilitando a criação de pranchas e demais documentos diretamente vinculados ao modelo BIM. O modelo também é integrado à plataforma Augin, permitindo a visualização dos elementos em realidade aumentada por meio de QR Codes, facilitando a interpretação e a comunicação das informações do projeto aos profissionais envolvidos. Como resultado, obteve-se um fluxo de trabalho integrado capaz de promover a interoperabilidade entre diferentes plataformas, automatizar parte da documentação técnica e ampliar as possibilidades de visualização dos elementos estruturais. Dessa forma, o estudo evidencia o potencial da metodologia BIM para aumentar a confiabilidade das informações, apoiar a tomada de decisões e contribuir para a qualidade dos projetos estruturais.

**Palavras-chave:** Modelagem da informação da construção (BIM). Projeto estrutural. Interoperabilidade. Realidade aumentada.

## ABSTRACT

Digital transformation has been reshaping civil engineering practices, and Building Information Modeling (BIM) has emerged as a fundamental methodology for integrating information, optimizing processes, and improving project quality. In this context, the present undergraduate thesis is characterized as an applied study whose main objective is to develop and validate an integrated workflow between TQS, Revit, and Augin software platforms, aiming to generate three-dimensional structural detailing accessible through QR Codes and augmented reality. Furthermore, the study seeks to demonstrate the potential of this workflow to improve information accuracy, promote interoperability among software applications, and enhance the three-dimensional visualization of structural elements. The research is based on a case study of a multifamily residential building located in the state of Santa Catarina, Brazil, whose structural design was developed and provided by a specialized engineering company. The adopted methodology involves exporting the structural analysis model created in TQS to Autodesk Revit through the TQS-REVIT plugin, ensuring the automated and accurate transfer of structural data. Subsequently, the OFESTRUTURAL plugin tools are employed to automate the generation of drawings and technical documentation, including layout plans, formwork drawings, and detailed views of structural elements, enabling the creation of sheets and other documents directly linked to the BIM model. The model is also integrated into the Augin platform, allowing the visualization of structural elements in augmented reality through QR Codes, thereby facilitating project interpretation and improving communication among the professionals involved. As a result, an integrated workflow was achieved that promotes interoperability between different platforms, automates part of the technical documentation process, and expands the possibilities for visualizing structural elements. Therefore, the study demonstrates the potential of BIM methodology to increase information reliability, support decision-making processes, and contribute to the overall quality of structural design projects.

**Keywords:** Building information modeling (BIM). Structural Design. Interoperability. Augmented reality

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Comparativo entre o método tradicional e a metodologia BIM no fluxo de informação. | 15 |
| Figura 2 – Ciclo de vida BIM.                                                                 | 21 |
| Figura 3 - Dimensões do BIM                                                                   | 23 |
| Figura 4 – Percepção das organizações sobre o uso do BIM nos próximos anos.                   | 26 |
| Figura 5 – Mapeamento dos fatores que dificultam a implementação do BIM nas empresas.         | 28 |
| Figura 6 – Mapeamento referente a qualificação profissional nas organizações.                 | 28 |
| Figura 7 - Curva de MacLeamy.                                                                 | 30 |
| Figura 8 - Tela inicial do TQS.                                                               | 32 |
| Figura 9 - Estrutura de desenvolvimento.                                                      | 40 |
| Figura 10 – Perspectiva do arquitetônico da Edificação A.                                     | 42 |
| Figura 11 - Vista frontal do arquitetônico.                                                   | 42 |
| Figura 12 - Vista lateral do arquitetônico.                                                   | 43 |
| Figura 13 - Planta do pavimento tipo.                                                         | 43 |
| Figura 14 – Perspectiva do estrutural da Edificação A.                                        | 44 |
| Figura 15 - Vista frontal do estrutural.                                                      | 45 |
| Figura 16 - Vista lateral do estrutural.                                                      | 45 |
| Figura 17 - Estrutura do procedimento metodológico.                                           | 47 |
| Figura 18 - Exportação do modelo estrutural no TQS.                                           | 50 |
| Figura 19 - Geração do modelo tridimensional do edifício.                                     | 50 |
| Figura 20 - Importação do modelo estrutural no Revit.                                         | 51 |
| Figura 21 - Modelo estrutural no Revit.                                                       | 52 |
| Figura 22 – Pavimento tipo com as armaduras no Revit.                                         | 52 |
| Figura 23 – Comando formas infraestrutura.                                                    | 54 |
| Figura 24 – Criação das vistas das plantas de locação.                                        | 54 |
| Figura 25 – Localização das vistas das plantas de fundação e locação de pilares.              | 55 |
| Figura 26 – Vista da planta de fundação gerada automaticamente.                               | 55 |
| Figura 27 – Vista da planta de locação dos pilares gerada automaticamente.                    | 56 |
| Figura 28 – Ponto base (0,0) de projeto.                                                      | 56 |
| Figura 29 – Comando fundações detalhes.                                                       | 57 |
| Figura 30 – Vista de detalhe das fundações.                                                   | 57 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 31 – Localização da vista de detalhes das fundações.                          | 58 |
| Figura 32 – Comando fundações tabelas de geometria.                                  | 58 |
| Figura 33 – Criação da tabela de geometria das fundações.                            | 59 |
| Figura 34 – Localização das tabelas de geometria das fundações.                      | 59 |
| Figura 35 – Tabela de baricentro de pilares gerada automaticamente.                  | 60 |
| Figura 36 – Tabela das propriedades dos blocos de coroamento gerada automaticamente. | 61 |
| Figura 37 – Tabela de baricentro das estacas gerada automaticamente.                 | 62 |
| Figura 38 – Comando criar pranchas infraestrutura.                                   | 63 |
| Figura 39 – Localização das pranchas das plantas de formas da infraestrutura.        | 64 |
| Figura 40 – Prancha de locação dos pilares e fundação geradas automaticamente.       | 65 |
| Figura 41 – Comando formas superestrutura.                                           | 66 |
| Figura 42 – Criação das vistas das plantas de formas da superestrutura.              | 66 |
| Figura 43 – Localização das vistas das plantas de formas da superestrutura.          | 67 |
| Figura 44 – Vista da planta de forma do 3º pavimento gerada automaticamente.         | 67 |
| Figura 45 – Vista da planta de forma do reservatório gerada automaticamente.         | 68 |
| Figura 46 – Comando criar pranchas superestrutura.                                   | 69 |
| Figura 47 – Localização das pranchas das plantas de formas da superestrutura.        | 69 |
| Figura 48 – Prancha de formas do 1º e 2º pavimento geradas automaticamente.          | 70 |
| Figura 49 – Prancha de formas do 3º e 4º pavimento geradas automaticamente.          | 70 |
| Figura 50 – Vista da planta de forma final do 3º pavimento.                          | 71 |
| Figura 51 – Prancha de forma final do 3º pavimento.                                  | 71 |
| Figura 52 – Comando planta base.                                                     | 72 |
| Figura 53 – Criação das plantas bases.                                               | 73 |
| Figura 54 – Localização das plantas base.                                            | 73 |
| Figura 55 – Planta base blocos.                                                      | 74 |
| Figura 56 – Planta base pilares.                                                     | 74 |
| Figura 57 – Planta base vigas.                                                       | 74 |
| Figura 58 – Planta base lajes.                                                       | 74 |
| Figura 59 – Comando criar vista.                                                     | 75 |
| Figura 60 – Criação das vistas.                                                      | 76 |
| Figura 61 – Planta base vigas com as vistas criadas.                                 | 76 |
| Figura 62 – Comando criar pranchas.                                                  | 77 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 63 – Criação automática das pranchas de detalhamento dos pilares do 3° pavimento.                            | 78 |
| Figura 64 – Localização das pranchas de detalhamento dos pilares do 3° pavimento.                                   | 79 |
| Figura 65 – Prancha de detalhamento dos pilares do 3° pavimento gerada automaticamente.                             | 80 |
| Figura 66 - Comando documentar lajes.                                                                               | 81 |
| Figura 67 - Seleção do pavimento através do comando documentar laje                                                 | 82 |
| Figura 68 - Seleção do tipo de vista através do comando documentar laje.                                            | 82 |
| Figura 69 - Localização das vistas de detalhamento das lajes do 3° pavimento.                                       | 83 |
| Figura 70 - Vista da planta de armadura positivas da laje do 3° pavimento.                                          | 83 |
| Figura 71 - Vista da planta de armaduras negativas da laje do 3° pavimento                                          | 83 |
| Figura 72 – Criação das pranchas de detalhamento das lajes do 3° pavimento.                                         | 84 |
| Figura 73 - Localização das pranchas de detalhamento das lajes do 3° pavimento.                                     | 85 |
| Figura 74 – Prancha de detalhamento das lajes do 3° pavimento gerada automaticamente.                               | 86 |
| Figura 75 - Prancha final de detalhamento das armaduras positivas e de punção da laje do 3° pavimento.              | 87 |
| Figura 76 - Prancha final de detalhamento das armaduras negativas e de colapso progressivo da laje do 3° pavimento. | 87 |
| Figura 77 – Comando para exportação de IFC.                                                                         | 89 |
| Figura 78 – Exportação individual de IFC.                                                                           | 89 |
| Figura 79 – Importação do IFC na plataforma Augin.                                                                  | 90 |
| Figura 80 – Geração QR Code P1.                                                                                     | 90 |
| Figura 81 – QR Code B21.                                                                                            | 91 |
| Figura 82 – IFC B21.                                                                                                | 91 |
| Figura 83 – QR Code P1.                                                                                             | 91 |
| Figura 84 – IFC P1.                                                                                                 | 92 |
| Figura 85 – QR Code V309.                                                                                           | 92 |
| Figura 86 – IFC V309.                                                                                               | 93 |
| Figura 87 - Estrutura do fluxo de trabalho.                                                                         | 95 |

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Resumo comparativo entre CAD e BIM.

39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |                                                      |
|-------|------------------------------------------------------|
| 2D    | Duas Dimensões                                       |
| 3D    | Três Dimensões                                       |
| 4D    | Quatro Dimensões                                     |
| 5D    | Cinco Dimensões                                      |
| 6D    | Seis Dimensões                                       |
| 7D    | Sete Dimensões                                       |
| ABDI  | Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial     |
| AEC   | Arquitetura, Engenharia e Construção                 |
| ABNT  | Associação Brasileira de Normas Técnicas             |
| AsBEA | Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura |
| BIM   | Building Information Modeling                        |
| CAD   | Computer Aided Design                                |
| CBIC  | Câmara Brasileira da Indústria da Construção         |
| IAI   | International Alliance for Interoperability          |
| IFC   | Industry Foundation Classes                          |
| IFSC  | Instituto Federal de Santa Catarina                  |
| NBR   | Norma Brasileira                                     |
| RA    | Realidade Aumentada                                  |

## SUMÁRIO

|            |                                                                        |            |
|------------|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                | <b>15</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>Justificativa .....</b>                                             | <b>17</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>Definição do Problema .....</b>                                     | <b>18</b>  |
| <b>1.3</b> | <b>Objetivo Geral.....</b>                                             | <b>19</b>  |
| <b>1.4</b> | <b>Objetivos Específicos .....</b>                                     | <b>19</b>  |
| <b>2</b>   | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                                      | <b>20</b>  |
| <b>2.1</b> | <b>Building Information Modeling (BIM).....</b>                        | <b>20</b>  |
| 2.1.1      | O que não é BIM .....                                                  | 21         |
| 2.1.2      | Dimensões do BIM .....                                                 | 22         |
| 2.1.3      | Interoperabilidade .....                                               | 24         |
| 2.1.4      | Desafios da implementação .....                                        | 26         |
| 2.1.5      | Vantagens da sua utilização .....                                      | 29         |
| 2.1.6      | Cenário atual do BIM no Brasil.....                                    | 31         |
| <b>2.2</b> | <b>Ferramentas utilizadas .....</b>                                    | <b>32</b>  |
| 2.2.1      | TQS.....                                                               | 32         |
| 2.2.2      | Revit.....                                                             | 33         |
| 2.2.3      | Augin.....                                                             | 34         |
| 2.2.4      | Plugin TQS-REVIT .....                                                 | 35         |
| 2.2.5      | Plugin OFESTRUTURAL .....                                              | 35         |
| <b>2.3</b> | <b>Projeto.....</b>                                                    | <b>36</b>  |
| 2.3.2      | Projetos Estruturais.....                                              | 37         |
| 2.3.3      | Normas.....                                                            | 37         |
| 2.3.4      | Comparativo CAD x BIM na elaboração de projetos estruturais .....      | 38         |
| <b>3</b>   | <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                                       | <b>40</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Tipo de pesquisa.....</b>                                           | <b>41</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Objeto de estudo.....</b>                                           | <b>41</b>  |
| <b>3.3</b> | <b>Materiais e recursos .....</b>                                      | <b>46</b>  |
| <b>3.4</b> | <b>Procedimentos metodológicos.....</b>                                | <b>46</b>  |
| <b>4</b>   | <b>FLUXO DE TRABALHO BIM NO PROJETO ESTRUTURAL.....</b>                | <b>49</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Etapa 1 - Exportação do modelo TQS para Revit (Modelo TQR).....</b> | <b>49</b>  |
| 4.1.1      | Exportação do modelo TQR.....                                          | 49         |
| 4.1.2      | Importação do modelo TQR.....                                          | 51         |
| <b>4.2</b> | <b>Etapa 2: Uso do Plugin OFESTRUTURAL no Revit.....</b>               | <b>53</b>  |
| 4.2.1      | Locação.....                                                           | 53         |
| 4.2.2      | Formas.....                                                            | 66         |
| 4.2.3      | Vistas de detalhamento dos elementos estruturais.....                  | 72         |
| <b>4.3</b> | <b>Etapa 3: Integração com a plataforma Augin .....</b>                | <b>88</b>  |
| <b>4.4</b> | <b>Etapa 4: Geração das pranchas documentais.....</b>                  | <b>93</b>  |
| <b>4.5</b> | <b>Resumo do fluxo de trabalho.....</b>                                | <b>94</b>  |
| <b>5</b>   | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                 | <b>97</b>  |
| <b>6</b>   | <b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>                          | <b>99</b>  |
|            | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                 | <b>100</b> |

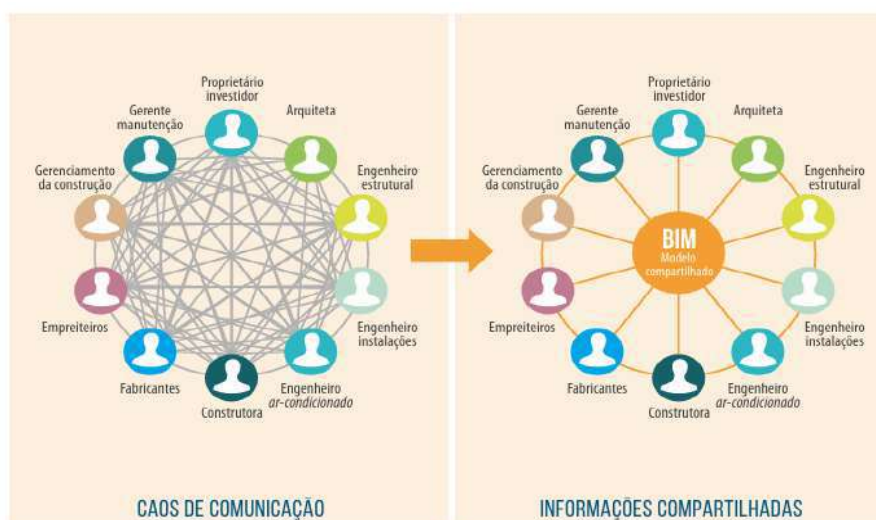
|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>APÊNDICES .....</b>             | <b>104</b> |
| <b>APÊNDICE A – LOCAÇÃO .....</b>  | <b>105</b> |
| <b>APÊNDICE B – FORMAS.....</b>    | <b>106</b> |
| <b>APÊNDICE C – ARMAÇÕES .....</b> | <b>107</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Nos métodos tradicionais de projeto, realizados com o uso de ferramentas CAD (Computer Aided Design), a representação gráfica em plantas, cortes e vistas dificulta a compreensão total da edificação, exigindo que o profissional interprete e imagine mentalmente o resultado. Com o avanço da modelagem tridimensional, tornou-se possível visualizar de forma precisa e integrada todos os elementos do projeto, mesmo em estruturas complexas, além de identificar automaticamente possíveis interferências entre componentes (CBIC, 2017).

O BIM (Building Information Modeling) é guiado por um processo colaborativo e integrado, no qual todas as disciplinas envolvidas atuam de forma simultânea e coordenada desde as etapas iniciais. Essa abordagem favorece uma compatibilização contínua dos projetos, permitindo a identificação antecipada de interferências e inconsistências. Em contraste, o processo tradicional baseado em plataformas CAD seguia um fluxo sequencial e fragmentado, no qual cada disciplina trabalhava de forma isolada e em momentos distintos, gerando frequentemente incompatibilidades que só eram detectadas ao final do processo (AsBEA, 2015). Essas duas abordagens de fluxo de informação foram ilustradas pela CBIC (2016) e estão reproduzidas na Figura 1.

**Figura 1 – Comparativo entre o método tradicional e a metodologia BIM no fluxo de informação.**



Fonte: CBIC (2016).

Conforme apresentado na Figura 1, o volume e a dispersão da informação entre os diferentes agentes e documentos tornam o gerenciamento de projeto uma tarefa extremamente complexa. Ao centralizar as informações em um mesmo modelo, é possível reduzir consideravelmente as chances de erro, tendo uma maior precisão e confiabilidade nos processos projetuais (ADDOR, et. al., 2010).

No contexto de desenvolvimento de projetos estruturais em concreto armado, destaca-se a utilização do software TQS, que integra desde as etapas de concepção estrutural até a geração da documentação técnica. Além disso, a ferramenta dispõe de recursos que favorecem sua integração a fluxos de trabalho baseados na metodologia BIM e à interoperabilidade entre diferentes softwares (TQS, [s.d.]).

O estudo de Souza (2020), demonstra a relevância da aplicação da metodologia BIM no detalhamento de projetos estruturais, evidenciando seu potencial para melhorar os processos de projeto e qualidade da documentação. Os resultados obtidos foram positivos, entretanto existem questões a serem melhoradas, dentre elas o aperfeiçoamento das técnicas de modelagem para aumentar a qualidade dos detalhamentos (SOUZA, 2020).

O detalhamento estrutural por sua vez, representa uma etapa crítica de projeto, já que falhas nessa fase podem ocasionar retrabalhos, custos adicionais e atrasos na execução da obra. Nesse contexto, o BIM surge como uma alternativa que possibilita a integração entre cálculo, modelagem e visualização tridimensional dos elementos estruturais.

No contexto brasileiro, o BIM é reconhecido como uma ferramenta de inovação para a construção civil, contribuindo para a modernização dos processos e a incorporação de novas tecnologias no setor (CBIC, 2017).

Nesse sentido, o presente trabalho busca demonstrar a aplicabilidade da metodologia BIM no desenvolvimento de um projeto estrutural, evidenciando seu potencial para aprimorar a visualização do detalhamento dos elementos estruturais. Busca-se, ainda, destacar a interoperabilidade entre diferentes softwares e o uso de

plugins específicos, que contribuem para automação de processos e o aumento da precisão e compreensão projetual, promovendo uma integração mais eficaz entre as etapas de projeto.

## **1.1 Justificativa**

O trabalho de Souza (2020), propôs uma forma de detalhamento tridimensional de um projeto estrutural através da metodologia BIM. Neste trabalho, foi feita a modelagem da estrutura de um edifício e criadas as representações físicas das armaduras através do Revit, de acordo com o projeto em CAD, para gerar cortes e perspectivas 3D.

O presente trabalho também busca a representação tridimensional da estrutura, porém o que essencialmente o difere do trabalho de Souza (2020) é que enquanto a proposta anterior baseava-se em um processo de modelagem manual no Revit a partir de desenhos 2D, este estudo foca na automação integral do fluxo de trabalho. Com o uso do plugin OFESTRUTURAL, as informações dimensionadas no TQS são levadas diretamente ao software Revit de forma automática. Este método elimina a necessidade de redigitação ou lançamento manual de dados, reduzindo drasticamente o 'fator erro humano' na transposição de informações e garantindo que o detalhamento tridimensional seja um reflexo fiel e imediato das definições do cálculo estrutural, otimizando significativamente o fluxo de informação.

Ressalta-se ainda que a experiência obtida pelo autor durante a graduação em Engenharia Civil, através de estágios na área de projetos estruturais no setor público e privado, motivou a elaboração deste trabalho. Neste contexto, participou ativamente nas etapas de concepção, dimensionamento, detalhamento e documentação dos mesmos. Soma-se a isso o interesse particular em aprofundar seus conhecimentos na área, buscando novas ferramentas de trabalho que auxiliem no dia a dia de um projetista estrutural.

Diante do exposto, este trabalho se justifica pela necessidade de demonstrar na prática os benefícios da aplicação do BIM nas etapas de finalização e

detalhamento estrutural, destacando seu potencial para aprimorar a qualidade e eficiência nos projetos, contribuindo tanto para a prática profissional quanto para o avanço tecnológico do setor da construção civil no Brasil.

## **1.2 Definição do Problema**

Apesar da difusão do BIM no cenário nacional, sua aplicação prática no detalhamento de projetos estruturais ainda enfrenta barreiras significativas. Um dos maiores gargalos técnicos enfrentados por projetistas é a interoperabilidade: a comunicação eficiente entre softwares de cálculo estrutural (como o TQS) e plataformas de modelagem paramétrica (como o Revit) muitas vezes resulta em perdas de dados ou exige extenso retrabalho manual. Devido a essa dificuldade de integração, o processo estrutural muitas vezes continua sendo conduzido de forma tradicional e desconectada, o que reduz a precisão das informações, dificulta a integração entre softwares e restringe o potencial colaborativo entre disciplinas do projeto. A partir desse cenário, formulou-se o seguinte problema de pesquisa:

como a interoperabilidade entre os softwares TQS e Revit, aliada à utilização de ferramentas e plugins voltados à automação e visualização de projetos, pode contribuir para a qualidade da documentação, a confiabilidade das informações e a representação tridimensional dos projetos estruturais em ambiente BIM?

Como hipótese, supõe-se que o desenvolvimento de um fluxo de trabalho integrado entre os softwares TQS, Revit e Augin permita a geração de detalhamentos estruturais tridimensionais de alta fidelidade, superando as limitações da representação 2D tradicional. Acredita-se que a disponibilização dessas imagens 3D por meio de QR Codes e realidade aumentada eleve a qualidade da documentação técnica, proporcionando uma ferramenta de comunicação visual imersiva que facilita a interpretação das informações do projeto para todos os agentes envolvidos na execução.

Dessa forma, o trabalho limita-se à implementação do fluxo de trabalho BIM no projeto estrutural, contemplando a interoperabilidade entre o software TQS e o Autodesk Revit via formato TQR, bem como o uso do plugin OFESTRUTURAL e da

plataforma Augin. O estudo foca-se na automatização da documentação técnica e na geração de detalhamentos tridimensionais acessíveis por realidade aumentada, não contemplando o dimensionamento estrutural da edificação nem a análise comparativa entre diferentes softwares.

### **1.3 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver o fluxo de trabalho para integrar os programas TQS, Revit e Augin buscando gerar as imagens detalhadas em 3D do projeto estrutural acessíveis por meio de QR codes e realidade aumentada.

### **1.4 Objetivos Específicos**

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram definidos alguns objetivos específicos, apresentados a seguir:

- a) Realizar a interoperabilidade entre os softwares TQS e Revit;
- b) Automatizar a geração dos desenhos executivos e da documentação do projeto estrutural por meio do plugin OFESTRUTURAL;
- c) Integrar o modelo estrutural à plataforma Augin, possibilitando a visualização dos elementos estruturais em realidade aumentada através de QR Codes;
- d) Detalhar o fluxo de trabalho BIM no projeto estrutural.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo apresenta os principais conceitos e referenciais teóricos que constituem o embasamento para o desenvolvimento do trabalho.

### **2.1 Building Information Modeling (BIM)**

A Modelagem da Informação da Construção tem se tornado uma das inovações mais relevantes na indústria da construção civil. Segundo Eastman et. al (2014, p. 18), “[...] é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC). Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital”.

O decreto nº 11.888 que dispõe da Estratégia BIM BR considera:

BIM ou Modelagem da Informação da Construção o conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante o ciclo de vida da construção (BRASIL, 2024, Art 1º).

De acordo com a CBIC (2016), a metodologia BIM representa um avanço tecnológico da construção civil, implementada por meio de softwares que oferecem recursos avançados de modelagem e gestão da informação. O BIM pode ser compreendido como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos integrados que possibilitam a criação, comunicação e análise de modelos digitais de edificações (EASTMAN et. al., 2014).

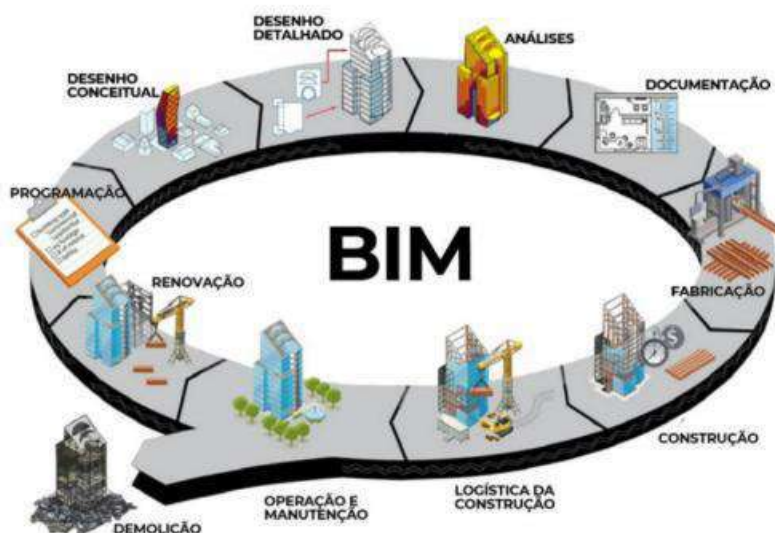
Ainda, segundo Eastman et. al (2014), esses modelos elaborados em ambiente BIM são compostos por componentes digitais que reconhecem suas funções e características, podendo ser associados a atributos gráficos, informações qualitativas, quantitativas e regras paramétricas. Esses elementos, possuem dados que descrevem seu comportamento e desempenho, sendo possível realizar quantificação, especificação e análise energética. Além disso, o BIM promove a consistência e coordenação das informações no modelo, permitindo que qualquer alteração realizada em um componente seja automaticamente atualizada em todas as representações e documentos do projeto.

Essa metodologia propõe uma mudança no modo de projetar, pois o modelo passa a ser a base principal da documentação, no qual são gerados diversos documentos de forma automática. Esse sistema possibilita gerir e arquivar informações em um modelo central, compartilhado entre as entidades do projeto (FERNANDES, 2013).

De acordo com a CBIC (2016, p. 23):

Por definição, BIM é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a concepção e a conceituação de uma ideia, para a construção de uma edificação ou instalação (ou da constatação da necessidade de construir algo), passando pelo desenvolvimento do projeto e incluindo a construção, e também após a obra pronta, entregue e ocupada, no início da sua fase de utilização.

**Figura 2 – Ciclo de vida BIM.**



Fonte: Adaptado diversas por CRASA (2020).

Como ilustrado na Figura 2 “A Modelagem da Informação da Construção tem como premissa alinhar esse fluxo de informação entre as diversas fases da construção, contendo informações de todas as etapas previstas” (CAMPESTRINI, 2015, p. 38).

### 2.1.1 O que não é BIM

De acordo com Eastman et al. (2014), o conceito do BIM tem sido amplamente empregado para representar as funcionalidades e potencialidades de

softwares, o que acaba gerando distintas interpretações sobre seu real significado. Diante dessa diversidade de entendimentos, os autores apontam que uma maneira eficaz de compreender os princípios do BIM é observar as ferramentas de modelagem que não se enquadram nesse paradigma, permitindo uma distinção mais clara entre sistemas convencionais e aqueles baseados na metodologia BIM. Destacam-se os seguintes modelos:

- 1) Modelos que só contêm dados 3D, sem atributos de objetos. Tais modelos são empregados unicamente para fins de representação gráfica, carecendo de inteligência associada aos objetos.
- 2) Modelos sem suporte para comportamento. Nesse tipo de modelagem, os elementos são representados como objetos fixos, sem capacidade de adaptação automática quanto à forma ou posição, pois não há vínculo com parâmetros inteligentes. Dessa forma, qualquer alteração no projeto exige intervenções manuais extensas, o que torna modificações mais extensas e sujeitas à geração de representações incoerentes ou imprecisas do modelo.
- 3) Modelos que são compostos de múltiplas referências a arquivos CAD 2D que devem ser combinados para definir a construção. Não é possível garantir que o modelo tridimensional gerado apresente consistência, confiabilidade nas quantificações ou qualquer nível de inteligência associado aos objetos que o compõem.
- 4) Modelos que permitem modificações de dimensões em uma vista que não são automaticamente refletidas em outras vistas. A consequência disso é a ocorrência de erros que possivelmente não serão detectados.

### 2.1.2 Dimensões do BIM

As dimensões do BIM podem ser entendidas como níveis adicionais de informação que ampliam a representação digital, incorporando dados referentes à custos, prazos, sustentabilidade e manutenção, tornando o modelo mais completo e integrado em todas as fases do empreendimento (BIBLUS, 2024). Desse modo, a Figura 3 ilustra de forma resumida as 7 dimensões do BIM.

**Figura 3 - Dimensões do BIM**



Fonte: Sienge (2020).

De acordo com Campestrini (2015), o modelo BIM 3D representa os elementos espaciais e construtivos de uma edificação, como pilares, vigas, lajes, paredes e esquadrias. Sendo possível a visualização tridimensional, a compatibilização espacial dos projetos e a extração de quantitativos e especificações de materiais e acabamentos.

O modelo BIM 4D é aquele que integra informações de prazo e sequência construtiva ao modelo tridimensional, possibilitando relacionar as etapas da obra ao tempo de execução. Dessa forma, torna-se viável analisar o cronograma, o ritmo de produção e a produtividade das equipes (CAMPESTRINI, 2015).

O modelo BIM 5D amplia as funcionalidades do modelo tridimensional ao integrar dados de custos e recursos, permitindo a geração de informações

financeiras, estimativas orçamentárias e controle de gastos durante o desenvolvimento do projeto (CAMPESTRINI, 2015).

Já o modelo BIM 6D agrega informações referentes ao uso da edificação, abrangendo dados sobre durabilidade de materiais, ciclos de manutenção e consumo de recursos, permitindo o planejamento de custos operacionais e de manutenção ao longo do ciclo de vida da construção (CAMPESTRINI, 2015).

Conforme o OrçaFascio (2025), a dimensão 7D do BIM refere-se à gestão do ciclo de vida da edificação, reunindo dados como manuais de operação, especificações de materiais e datas de garantia. A partir destas informações, torna-se mais eficiente a manutenção de sistemas como hidráulicos, hidrossanitários e elétricos.

Campestrini (2015, p. 31) destaca “Quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas”.

### 2.1.3 Interoperabilidade

O aumento do uso de tecnologias digitais na área de Arquitetura, Engenharia e Construção tem levado à geração de um grande volume de informações, contudo, a ausência de padrões unificados para registro, comunicação e transferência de dados ainda constitui uma barreira para a integração entre softwares e modelos de projeto (JACOSKI, 2003).

A interoperabilidade é um dos pilares fundamentais do BIM, pois viabiliza a comunicação e o compartilhamento de informações entre diferentes sistemas, softwares e profissionais ao longo de todo o ciclo de vida da edificação. Conforme Eastman et al. (2014, p. 65), “a interoperabilidade identifica a necessidade de passar dados entre aplicações, e para múltiplas aplicações contribuírem em conjunto com o trabalho a fazer”.

De acordo com Alves e Pacheco (2015), a interoperabilidade entre plataformas BIM desempenha papel fundamental para assegurar a consistência e confiabilidade das informações compartilhadas. Os autores apontam que a falta de padronização dos elementos e o uso indevido dos softwares podem comprometer a integridade dos dados, ressaltando que o domínio técnico das ferramentas é indispensável para evitar falhas e divergências nas trocas de informações.

Addor et al. (2010) destacam que o desenvolvimento do BIM surge como uma resposta à necessidade de reduzir falhas ocasionadas pela dificuldade de comunicação entre os diversos agentes do processo de projeto. Desse modo, a interoperabilidade se apresenta como um recurso que possibilita a integração entre diferentes plataformas, assegurando a correta interpretação dos modelos digitais.

Campestrini et al. (2015) ressaltam que a interoperabilidade é fundamental para integrar diferentes profissionais e sistemas, promovendo o trabalho colaborativo entre as especialidades envolvidas no desenvolvimento de um projeto.

Com o objetivo de aprimorar a comunicação entre diferentes plataformas utilizadas na Arquitetura, Engenharia e Construção, foi criada a IAI (International Alliance for Interoperability), atualmente denominada Building Smart, organização responsável pelo desenvolvimento do padrão IFC (Industry Foundation Classes) (MÜLLER, 2011).

O IFC surge em meados da década de 1990, a partir de uma iniciativa liderada pela Autodesk através de um consórcio de empresas do setor AEC nos Estados Unidos. Em 1997, essa colaboração resultou na criação da IAI (International Alliance for Interoperability), organização sem fins lucrativos responsável por desenvolver e manter o IFC como um modelo de dados aberto e neutro voltado à integração das informações ao longo do ciclo de vida das edificações (EASTMAN et al., 2014).

Nascimento (2004, p. 56), argumenta que:

O IFC (Industry Foundation Classes) é um modelo de dados aberto e não proprietário para ser utilizado pela comunidade AEC. O objetivo principal do IFC é padronizar as classes utilizadas em sistemas orientados a objetos baseados em modelos do projeto para que diferentes aplicativos (inclusive com diferentes funções como CAD, orçamentação, planejamento,

programação, cálculo estrutural, conforto térmico, avaliação de consumo de energia, entre outros) possam compartilhar os mesmos dados.

“O Industry Foundation Classes (IFC) foi desenvolvido para criar um grande conjunto de representações de dados consistentes de informações da construção para intercâmbio entre aplicações de software de AEC (EASTMAN, 2014, p. 73).

O IFC se destaca como o principal padrão internacional utilizado para representar e trocar informações no contexto da construção e da arquitetura, sendo amplamente adotado por instituições públicas e privadas em diversos países. Trata-se de um modelo em constante evolução, que vem sendo aprimorado para atender às novas necessidades e aplicações do setor (EASTMAN et al., 2014).

#### 2.1.4 Desafios da implementação

A adoção da metodologia BIM tem se consolidado como um caminho essencial para a modernização da construção civil, pois viabiliza a criação de modelos digitais detalhados e interativos, capazes de concentrar e integrar informações relevantes ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento. Segundo o mapeamento realizado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2022), o uso dessa tecnologia vem crescendo de forma expressiva no Brasil, a pesquisa aponta que aproximadamente 70% dos participantes se enxergam trabalhando com BIM nos próximos anos, como mostra a Figura 4.

**Figura 4 – Percepção das organizações sobre o uso do BIM nos próximos anos.**



Fonte: ABDI (2022).

A implementação do BIM representa uma mudança cultural e organizacional nas empresas, ultrapassando a simples adoção de novas ferramentas digitais e exigindo um planejamento estruturado de aplicação. A implementação deve ocorrer de maneira gradual através de projetos-piloto, essa etapa experimental permite identificar limitações favorecendo o aprendizado e a identificação de melhorias nos fluxos de trabalho. O sucesso dessa mudança depende do comprometimento da alta direção, na criação de equipes de coordenação e da avaliação periódica dos resultados, assegurando a evolução contínua da metodologia (EASTMAN, 2024).

Apesar de favorecer a colaboração, o BIM demanda uma gestão estratégica que assegure a troca de informação entre os profissionais envolvidos, especialmente relacionados à integração das equipes e à interoperabilidade entre diferentes ferramentas de modelagem. O emprego de padrões abertos, como o IFC, e de plataformas colaborativas contribuem para reduzir problemas de compatibilidade e garantir consistência nas informações do projeto (EASTMAN, 2024).

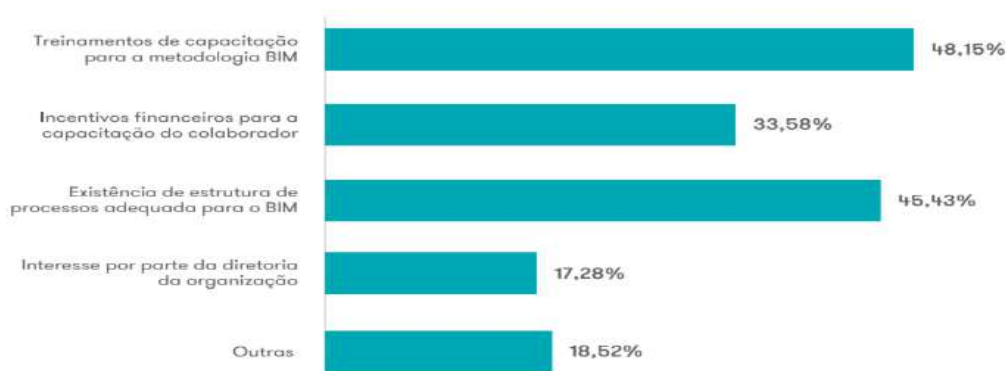
Entretando, sua implementação enfrenta desafios técnicos, organizacionais e financeiros. Segundo o Sienge (2024), ainda que o BIM seja amplamente reconhecido como uma inovação relevante para a construção civil, existem desvantagens da sua utilização:

- 1) Incompatibilidade com parceiros de projetos: O uso do BIM ainda não é uma prática comum a todas as organizações, o que pode gerar dificuldades quando há necessidade de interação com empresas que não utilizam essa metodologia.
- 2) Falta de profissionais qualificados: Como o BIM ainda é uma tendência em desenvolvimento, há falta de profissionais capacitados, o que torna indispensável o investimento das empresas em treinamento e assessoria técnica
- 3) Interoperabilidade: A utilização do BIM em conjunto com outros softwares requer atenção, pois incompatibilidades entre sistemas podem causar erros na troca de informações e, em situações extremas, inviabilizar sua aplicação no processo construtivo

- 4) Investimento: Será necessário o investimento em softwares especializados que atendam aos requisitos da metodologia e garanta sua plena funcionalidade

O mapeamento realizado pela ABDI (2022), evidencia que a falta de treinamento e capacitação constitui o principal obstáculo para a implementação do BIM nas organizações. Além desse fator, destacam-se também a falta de incentivos financeiros e a necessidade de processos adequados, conforme apresentado na Figura 5.

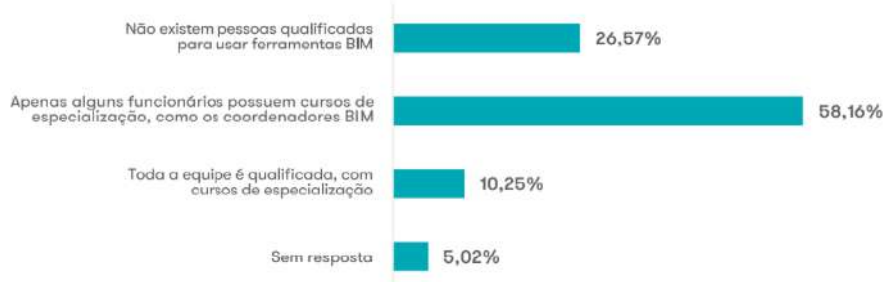
**Figura 5 – Mapeamento dos fatores que dificultam a implementação do BIM nas empresas.**



Fonte: ABDI (2022).

Considerando que a qualificação profissional foi identificada como um dos principais desafios para a consolidação da metodologia, torna-se relevante analisar o nível de capacitação das equipes presentes no mercado de trabalho da construção civil. Nesse contexto a Figura 6 apresenta um mapeamento referente à qualificação profissional nas organizações.

**Figura 6 – Mapeamento referente a qualificação profissional nas organizações.**



Fonte: ABDI (2022).

Por meio da Figura 6, é possível visualizar que apenas 10% das empresas participantes possuem equipe qualificada para implementação do BIM através de cursos de especialização.

#### 2.1.5 Vantagens da sua utilização

De acordo com a CBIC (2017, p. 14) “A plataforma BIM permite que se modele não apenas o edifício ou a instalação que se deseja construir, mas também possibilita que se modele o próprio processo de construir desta mesma edificação ou instalação”.

O processo de modelagem em BIM diferencia-se do método tradicional por gerar o modelo tridimensional de maneira direta, sem depender de representações 2D. Essa característica possibilita a visualização contínua e coerente do projeto ao longo de todas as etapas. Ademais, o sistema permite de forma automática a geração de desenhos detalhados a partir do modelo, assegurando precisão e uniformidade entre as diferentes vistas. Essa integração reduz falhas e torna o processo de atualização mais eficiente, uma vez que toda alteração no modelo é refletida de forma imediata nos documentos de projeto (EASTMAN et al., 2014).

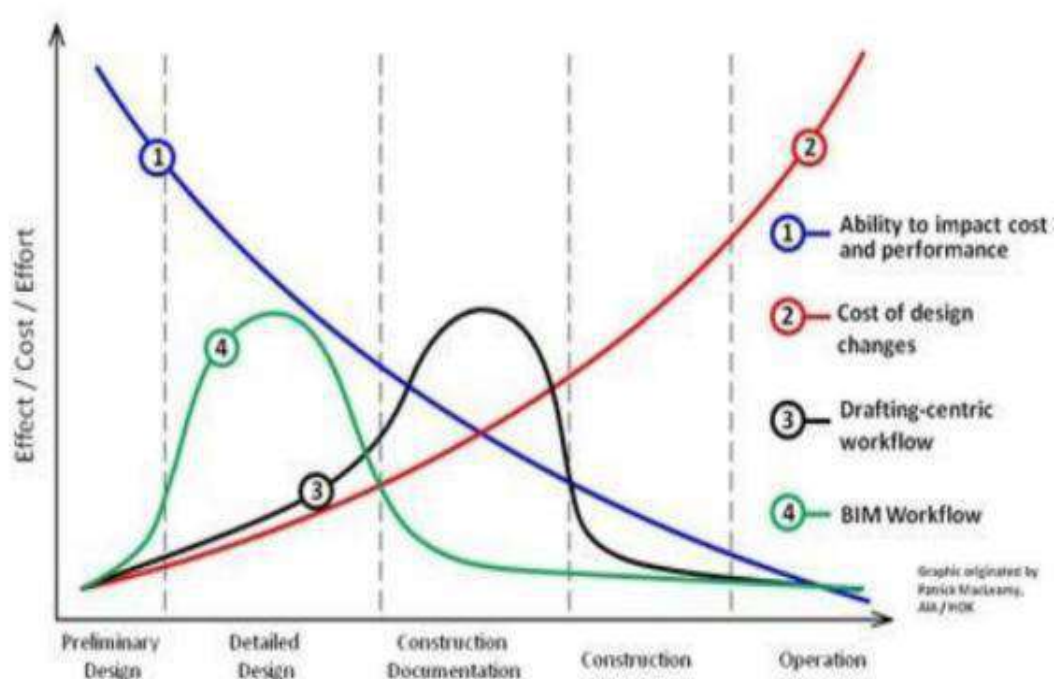
Uma das funcionalidades mais relevantes do BIM é a extração automática das quantidades de elementos e serviços do modelo, recurso que proporciona maior controle e precisão sobre os dados da construção. Além disso, permite que essas informações sejam estruturadas conforme as etapas de planejamento e execução (CBIC, 2017).

A capacidade de integrar o modelo virtual a ferramentas que analisam a eficiência energética e sustentável durante as fases primárias do projeto, garantem múltiplas alternativas voltadas ao aprimoramento da qualidade do empreendimento (EASTMAN et al., 2014).

“Os ganhos com o BIM passam pela melhoria da qualidade e do fluxo de informações durante um projeto e em fomentar a melhoria na tomada de decisão pela equipe envolvida” (CAMPESTRINI, 2015, p. 36). Na Figura 7, percebe-se que a metodologia BIM direciona seu foco nas etapas iniciais de desenvolvimento,

permitindo identificar e corrigir inconsistências antes da execução. Essa abordagem promove uma gestão mais eficiente dos recursos, resultando em menor custo nas fases posteriores. Além disso, a disponibilização antecipada das informações técnicas potencializa a tomada de decisão, tornando o processo de planejamento e coordenação do empreendimento mais ágil e preciso (CAMPESTRINI, 2015).

**Figura 7 - Curva de MacLeamy.**



Fonte: CAMPESTRINI (2015).

Ao adotar um modelo esquemático inicial, torna-se possível antecipar a verificação da adequação funcional e sustentável do projeto, permitindo correções antes da fase executiva. A utilização de ferramentas de análise nesse estágio promove decisões mais assertivas e resultados construtivos de maior qualidade (EASTMAN et al., 2014).

O avanço do BIM está diretamente relacionado à sua capacidade de se integrar a outras tecnologias digitais aplicadas à construção. O uso de laser scanning e de drones para captura de imagens e geração de modelos tridimensionais tem se mostrado um importante complemento à metodologia, permitindo maior exatidão na coleta de informações. Essa integração amplia as possibilidades de análise e

coordenação, consolidando o BIM como uma plataforma essencial para o desenvolvimento tecnológico do setor (CBIC, 2017).

#### 2.1.6 Cenário atual do BIM no Brasil

O avanço da digitalização e a busca por maior eficiência nos processos construtivos têm colocado o BIM como elemento central na modernização da indústria da construção civil. Conforme o Mapeamento de Maturidade BIM Brasil, “[...] temos um longo caminho a percorrer até atingir um processo maduro e coeso de adoção do BIM, mas o cenário mapeado também mostra um segmento atento a novidades e que realiza ações de estruturação e aprendizado [...]” (SIENGE; GRANT THORNTON, 2020, p. 2).

Campestrini et al. (2015, p. 4) destaca que “[...] a tecnologia está em fase de implantação no País e ainda espera-se compreender o quanto e como revolucionará a construção civil nacional [...]”, indicando que o setor continua em processo de adaptação e amadurecimento. Essa constatação demonstra que o avanço do BIM depende não apenas de tecnologia, mas de políticas integradas de incentivo, normatização e capacitação profissional.

De acordo com a CBIC (2017, p. 25):

No Brasil, a adoção BIM ainda pode ser considerada incipiente, mas algumas das principais iniciativas têm sido tomadas por agentes públicos, como Banco do Brasil, CEF, DNIT e algumas empresas pioneiras, a maioria delas localizadas em Brasília, São Paulo e Rio de Janeiro.

No âmbito institucional, o governo federal tem atuado como agente estruturador da disseminação do BIM. O Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024, demonstra a busca do governo brasileiro em implementar o BIM no país através da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling, Estratégia BIM BR. O documento define que o objetivo do decreto é “[...] promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e a sua difusão no País.” (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2024, Art. 1º).

Entre os objetivos específicos estabelecidos, destacam-se criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM, estimular a capacitação e a

formação profissional em BIM, orientar o desenvolvimento de normas técnicas e apoiar a elaboração de guias e protocolos específicos para adoção do BIM e incentivar o uso de especificações técnicas abertas para a interoperabilidade em BIM (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2024, Art 2º). Com isso fica evidente o esforço do governo em alinhar o Brasil às práticas internacionais e fomentar uma base sólida para a implementação e desenvolvimento do BIM entre os diversos agentes do setor.

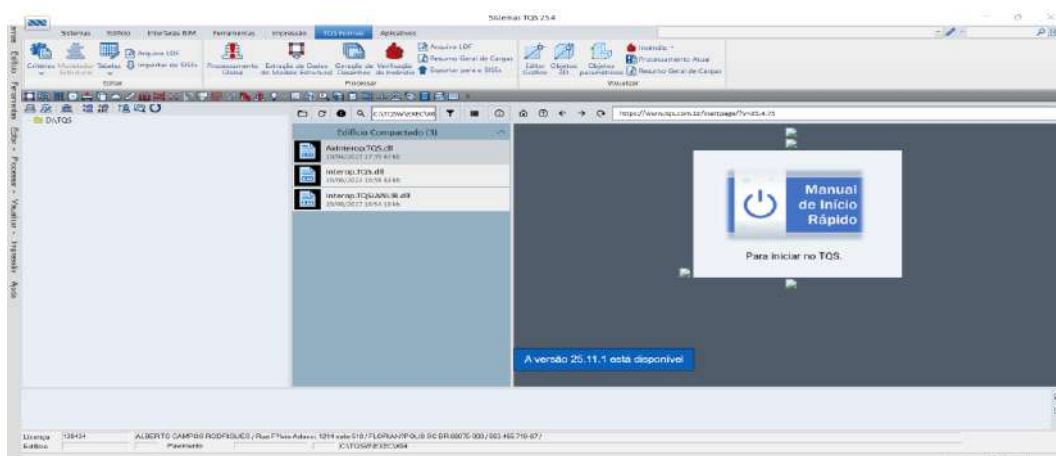
Segundo a CBIC (2017, p. 24) "Num futuro próximo, o BIM será condição mandatória para qualquer empresa que desejar manter-se atuante na indústria da construção civil".

## 2.2 Ferramentas utilizadas

### 2.2.1 TQS

O TQS é um software nacional destinado à elaboração de projetos estruturais de edificações de concreto armado, que integra diferentes sistemas que automatizam etapas essenciais do processo projetual. A ferramenta possibilita a concepção estrutural, análise estrutural, dimensionamento dos elementos estruturais, detalhamento das armaduras, geração de desenhos e elaboração de plantas. O software garante o atendimento aos requisitos das normas técnicas da ABNT, especialmente a ABNT NBR 6118:2023 (TQS, [s.d.]).

**Figura 8 - Tela inicial do TQS.**



Fonte: Autor (2025).

O uso do TQS contribui para a produtividade e qualidade dos projetos, permitindo a execução de análises precisas, detalhamentos consistentes e a compatibilização do modelo estrutural dentro de um processo BIM.

No presente trabalho, a utilização do software TQS será apenas para exportar o projeto estrutural já concebido para o Revit, no formato TQR.

### 2.2.2 Revit

“O Revit é uma plataforma da Autodesk que usa a tecnologia BIM. É um software de design de projeto de arquitetura e engenharia e um sistema completo de documentação do projeto que suporta todas as fases do processo” (JUSTI, 2008, p. 140).

“Com o software Revit temos um completo sistema para criação de projetos de arquitetura e engenharia em 3D, onde o usuário precisa pensar no projeto e não nos desenhos que irão representar o projeto” (JUSTI, 2008, p. 142).

De acordo com a Autodesk ([s.d.]), o Revit se destaca como uma solução integrada de modelagem da informação da construção, permitindo o desenvolvimento preciso de modelos tridimensionais e paramétricos. Sua estrutura de dados interconectada garante que alterações em qualquer vista sejam refletidas em todas as representações do modelo, otimizando o fluxo de trabalho e reduzindo inconsistências. Além disso, as ferramentas de anotação, visualização e compartilhamento fortalecem a comunicação entre arquitetos, engenheiros e demais profissionais envolvidos no processo projetual da edificação.

O Autodesk Revit é a ferramenta de modelagem utilizada neste trabalho por sua capacidade de integrar as etapas de finalização de um projeto estrutural em um ambiente único e coordenado. No contexto deste estudo, o Revit é utilizado como plataforma central para receber o modelo exportado do software de cálculo estrutural TQS. A partir dessa importação, é possível trabalhar o modelo de forma integrada, desenvolvendo as etapas de locação, formas e vistas de detalhamento das armaduras com base em dados precisos provenientes do modelo estrutural, além disso o uso do Revit viabiliza a aplicação de plugins complementares, como o OFESTRUTURAL.

Assim, o Revit assume papel fundamental na implementação da metodologia BIM neste trabalho, funcionando como elo entre a modelagem, o detalhamento e a documentação, demonstrando o potencial da tecnologia para aprimorar a qualidade, a produtividade e a comunicação entre os profissionais da construção civil.

### 2.2.3 Augin

O surgimento do Augin está associado à busca por novas formas de comunicação e visualização no setor da construção civil. A ideia surgiu em 2018 a partir de um catálogo virtual, onde notou o potencial da realidade aumentada como ferramenta de integração entre empresas e profissionais da área. Em 2019 houve o lançamento da plataforma na Construtech, evento de referência em inovação tecnológica para a construção civil (Augin, [s.d.]).

A partir disso, o Augin passou a ser utilizado não apenas como um aplicativo de realidade aumentada, mas como um meio de repensar a comunicação na engenharia e arquitetura.

De acordo com Lopes e Cheung (2023, p.15)

Com o auxílio do aplicativo Augin, foi possível realizar uma observação inteligente de grande relevância, pois a técnica de RA apresentada é relativamente simples tanto para o cliente final, que terá uma melhor visualização do resultado da obra, quanto para os gerenciadores e executores da obra, pois, conseguirão observar os principais detalhes, os projetos e etapas da obra. Tendo uma experiência de visualizar seu projeto em tamanho real, ampliando os limites de visualização de projeto, representando com maior clareza os modelos mais complexos, encontrando problemas de maneira rápida ao ativar e desativar os materiais de projeto, podendo solucioná-los com maior eficiência confirmando dados, parâmetros e informações dos elementos de seu modelo.

Sob a ótica da metodologia BIM, essa filosofia de inovação se alinha diretamente com um dos objetivos do trabalho, que é mostrar a visualização tridimensional dos elementos estruturais através de QR Codes, para proporcionar uma compreensão mais clara e precisa do detalhamento do projeto.

#### 2.2.4 Plugin TQS-REVIT

A interoperabilidade entre o TQS e o Revit ocorre por meio do plugin TQS-REVIT, lançado através de uma parceria entre a Autodesk® e a TQS em 2008. Tem como objetivo a troca de informação entre os dois softwares de maneira prática e eficiente, transferindo as informações de um modelo estrutural elaborado no TQS para o Revit (TQS, [s.d.]).

De acordo com a TQS ([s.d.]), o processo ocorre através da exportação do projeto no formato TQR, que posteriormente é importado para o Revit de forma automática. O caminho inverso também é possível, exportando uma arquitetura do Revit para o TQS no formato RTQ. Essa integração permite que a concepção estrutural seja iniciada a partir das plantas de piso do projeto arquitetônico, possibilitando também a conversão automática de elementos, como paredes, em cargas estruturais de alvenaria. O plugin proporciona significativa agilidade nos processos de trabalho, uma vez que diversas funções, como o lançamento de cargas, podem ser executadas de forma praticamente instantânea, o que reforça a relevância de uma parametrização adequada no software Revit (ALVES; PACHECO, 2015).

A utilização do plugin estabelece uma comunicação eficiente entre as plataformas, reduzindo inconsistências e divergências entre modelos. Dentro do contexto BIM, essa troca é essencial pois assegura a integridade da informação ao longo dos processos projetuais.

Neste trabalho, o plugin tem como finalidade a interoperabilidade entre o software TQS e o Revit, através da exportação do modelo estrutural no formato TQR, possibilitando a transferência dos elementos estruturais de forma eficiente para o desenvolvimento do estudo.

#### 2.2.5 Plugin OFESTRUTURAL

O OFESTRUTURAL é um plugin do ORÇAFASCIO compatível com Revit 24 e versões superiores, cujo objetivo é automatizar os desenhos finais de um projeto estrutural. A partir da modelagem das peças estruturais em ambientes BIM, o plugin

gera formas e armaduras de maneira automática, mantendo elevados padrões de precisão e qualidade. Além disso, sua interface e comandos otimizados permitem reduzir significativamente o tempo de execução, eliminando tarefas repetitivas e processos demorados, contribuindo para maior eficiência no desenvolvimento do projeto (OFESTRUTURAL, 2025).

Somando a isso, as representações gráficas das formas e armaduras permanecem disponíveis para edição pelo projetista, inclusive nas pranchas de entrega, o que permite ajustes e refinamentos de acordo com as necessidades específicas de cada projeto. Ademais, por se tratar de objetos nativos do Revit, esses elementos possibilitam a extração precisa de quantitativos e asseguram a compatibilidade com as dimensões 4D (planejamento) e 5D (orçamentação) do BIM, promovendo integração e consistência das informações ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento do modelo estrutural OFESTRUTURAL (2025).

O plugin será utilizado no Revit no desenvolvimento das plantas de locação, formas e detalhamento dos elementos estruturais que compõem o projeto com o objetivo de mostrar a vantagem da sua utilização no quesito tempo, automação e qualidade.

## **2.3 Projeto**

### **2.3.1 Definição**

A ABNT NBR ISO 9000 (2015, Seção 3.4.2) conceitua projeto como:

Processo único que consiste em um conjunto de atividades controladas e coordenadas, com datas de início e conclusão, realizado para alcançar um objetivo em conformidade com requisitos especificados, incluindo as limitações de prazo, custo e recursos.

Ainda, segundo a ABNT NBR 16636-1 (2017), o projeto representa um processo estruturado que visa concretizar uma ideia, fundamentado em princípios técnicos e em conformidade com normas e restrições de cada contexto.

### 2.3.2 Projetos Estruturais

A definição de projeto estrutural conforme Martha (2010, p. 1), é compreendida como “[...] a concepção de uma estrutura que atenda a todas as necessidades para as quais ela será construída, satisfazendo condições de segurança, de utilização, econômicas, estéticas, ambientais, construtivas e legais” (MARTHA, 2022, p. 1).

A elaboração de um projeto estrutural envolve um conjunto de procedimentos complexos que exigem conhecimento técnico, precisão e senso crítico por parte dos engenheiros responsáveis. Essa fase demanda uma abordagem sistemática, iniciando-se com a interpretação do projeto arquitetônico e culminando na elaboração das pranchas executivas. Cada etapa requer domínio técnico, pois erros de concepção ou detalhamento podem gerar consequências graves para a estabilidade e o desempenho da construção. Por essa razão, o engenheiro estrutural assume papel fundamental na garantia da qualidade e da segurança das obras (NOLEDO, 2022 apud SALDANHA, 2024).

Faria (2023, p.16) afirma que:

O projeto estrutural é comumente dividido em 4 etapas, sendo estas imprescindíveis para a execução de um bom projeto: Concepção Estrutural; Análise Estrutural; Dimensionamento, verificação e Detalhamento; e por fim, toda a sua Documentação.

“O produto final do projeto estrutural é constituído por desenhos, especificações e critérios de projeto. As especificações e os critérios de projeto podem constar nos próprios desenhos ou constituir documento separado” (ABNT NBR 6118, 2023, Seção 5.2.3.1).

### 2.3.3 Normas

O projeto estrutural deve ser elaborado em conformidade com as normas técnicas vigentes. A seguir são apresentadas as principais normas utilizadas na elaboração da mesma:

- ABNT NBR 6118:2023 - Projeto de estruturas de concreto
- ABNT NBR 6120:2019 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações;

- ABNT NBR 6122:2022 – Projeto e Execução de Fundações
- ABNT NBR 6123:2023 - Forças devidas ao vento em edificações
- ABNT NBR 8681:2025 – Ações e segurança nas estruturas
- ABNT NBR 15200:2024 - Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio

#### 2.3.4 Comparativo CAD x BIM na elaboração de projetos estruturais

A forma de elaboração de projetos se aprimora constantemente com o passar dos anos, inicialmente, representados por meio de desenhos bidimensionais feito a mão, evoluíram para versões digitais bidimensionais, criados em computador com auxílio de softwares como o CAD. (ASBEA, 2013).

A difusão do CAD a partir da década de 1980 alterou significativamente a forma de projetar na engenharia, pois a migração do desenho manual para ferramentas computacionais, reduzindo erros e tornando os processos de projeto muito mais rápido e eficiente (LINO, 2019). Segundo documento da TQS (2013, p. 2), a metodologia tem como propósito “centralizar a base de dados de projeto para eliminar redundâncias e erros na troca de informação, passar tarefas repetitivas para o computador, e diminuir o esforço de coordenação”.

Saldanha (2024) observa que a metodologia CAD continua funcional na elaboração de desenhos técnicos bidimensionais, contudo, sua limitação informacional compromete o entendimento global do projeto e aumenta a necessidade de intervenções manuais. Isso repercute diretamente na integração disciplinar e na precisão das representações.

Segundo o estudo feito por Lino (2019), os principais problemas dessa metodologia são:

- 1) Disciplinas dimensionadas isoladamente: O desenvolvimento dos projetos de forma isolada dificulta sua integração, aumentando a chance de que inconsistências passem despercebidas até a fase de execução.
- 2) Detalhamento: A incerteza de dados decorrente da comunicação restrita entre projetistas contribui para a elaboração de detalhamentos

estruturais incompletos. Assim, soluções finais acabam sendo definidas diretamente no canteiro, a partir de representações genéricas.

- 3) Extração de quantitativos: A quantificação manual baseada em CAD é trabalhosa e propensa a falhas, pois demanda tempo e domínio técnico para reconhecer todos os materiais envolvidos.

Em contraste, a metodologia BIM representa um avanço ao proporcionar modelos mais informativos e de fácil interpretação, favorecendo a visualização dos elementos e a coordenação entre as especialidades (SALDANHA, 2024).

Na comparação entre as abordagens CAD e BIM aplicadas aos projetos estruturais, torna-se evidente a divergência relacionada à “[...] produtividade, integração e riqueza de informações, mesmo que o projeto em BIM ainda não tenha atingido seu nível ideal de refinamento”, como mostra o Quadro 1 (SALDANHA, 2024, p. 59).

**Quadro 1 - Resumo comparativo entre CAD e BIM.**

| ETAPA                           | CAD                                      | BIM                                  |
|---------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|
| Estudo do projeto arquitetônico | Dificuldade de entendimento              | Facilidade de entendimento           |
| Limpeza de arquivos             | Manual                                   | Manual                               |
| Inserção da arquitetura no TQS  | Manual                                   | Automático                           |
| Cargas de parede                | Manual                                   | Automático                           |
| Compatibilização                | Suscetível a conflitos entre disciplinas | Deteção automática de interferências |
| Quantitativos                   | Manual                                   | Automático                           |

Fonte: Adaptado Saldanha (2024).

Dessa forma, o BIM demonstra maior eficiência na elaboração de projetos estruturais em relação ao CAD, porém para que se tenha um aproveitamento do seu potencial é preciso que os modelos sejam mais completos e consistentes (SALDANHA, 2024).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a estrutura metodológica adotada no desenvolvimento deste trabalho, contemplando a caracterização do tipo de pesquisa, a definição do objeto de estudo e a descrição dos materiais, recursos e procedimentos metodológicos empregados. Dessa forma, a Figura 9 ilustra a organização das etapas do processo de pesquisa.

**Figura 9 - Estrutura de desenvolvimento.**



Fonte: Autor (2026).

### **3.1 Tipo de pesquisa**

Trata-se de uma pesquisa aplicada, de caráter descritivo e abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso referente a aplicação da metodologia BIM em uma edificação multifamiliar. A escolha desse tipo de pesquisa justifica-se pelo caráter prático do trabalho, que busca demonstrar a utilização de ferramentas BIM no detalhamento estrutural, descrevendo suas etapas e contribuições para o aprimoramento do processo projetual.

### **3.2 Objeto de estudo**

O objeto de pesquisa deste trabalho consiste em uma edificação multifamiliar localizada no estado de Santa Catarina. Por questões de confidencialidade, optou-se por não divulgar o nome e a localização da edificação, bem como a identidade da empresa responsável pelo projeto estrutural e pelo fornecimento do projeto arquitetônico. Para fins de referência neste trabalho, tais entidades foram denominadas, respectivamente, Edificação A e Empresa B.

O empreendimento possui área total construída de aproximadamente 3.377,07 m<sup>2</sup>, distribuída em 6 pavimentos, sendo um deles Rooftop, além de pavimentos destinados ao barrilete e reservatório.

O conceito arquitetônico utilizado foi o Spot, caracterizado por unidades habitacionais compactas e funcionais. O layout da edificação apresenta uma distribuição racional dos ambientes, priorizando a integração dos espaços internos e a utilização de unidades menores, buscando conciliar funcionalidade, conforto e racionalização espacial, características essenciais para este modelo de empreendimento.

Para ilustrar a edificação escolhida como estudo de caso, foram reproduzidas as Figura 10, Figura 11, Figura 12 e Figura 13, nas quais são apresentadas, respectivamente, uma imagem em 3D, duas vistas ortogonais e uma planta.

**Figura 10 – Perspectiva do arquitetônico da Edificação A.**



Fonte: Empresa B (2026).

**Figura 11 - Vista frontal do arquitetônico.**



Fonte: Empresa B (2026).

**Figura 12 - Vista lateral do arquitetônico.**



Fonte: Empresa B (2026).

**Figura 13 - Planta do pavimento tipo.**



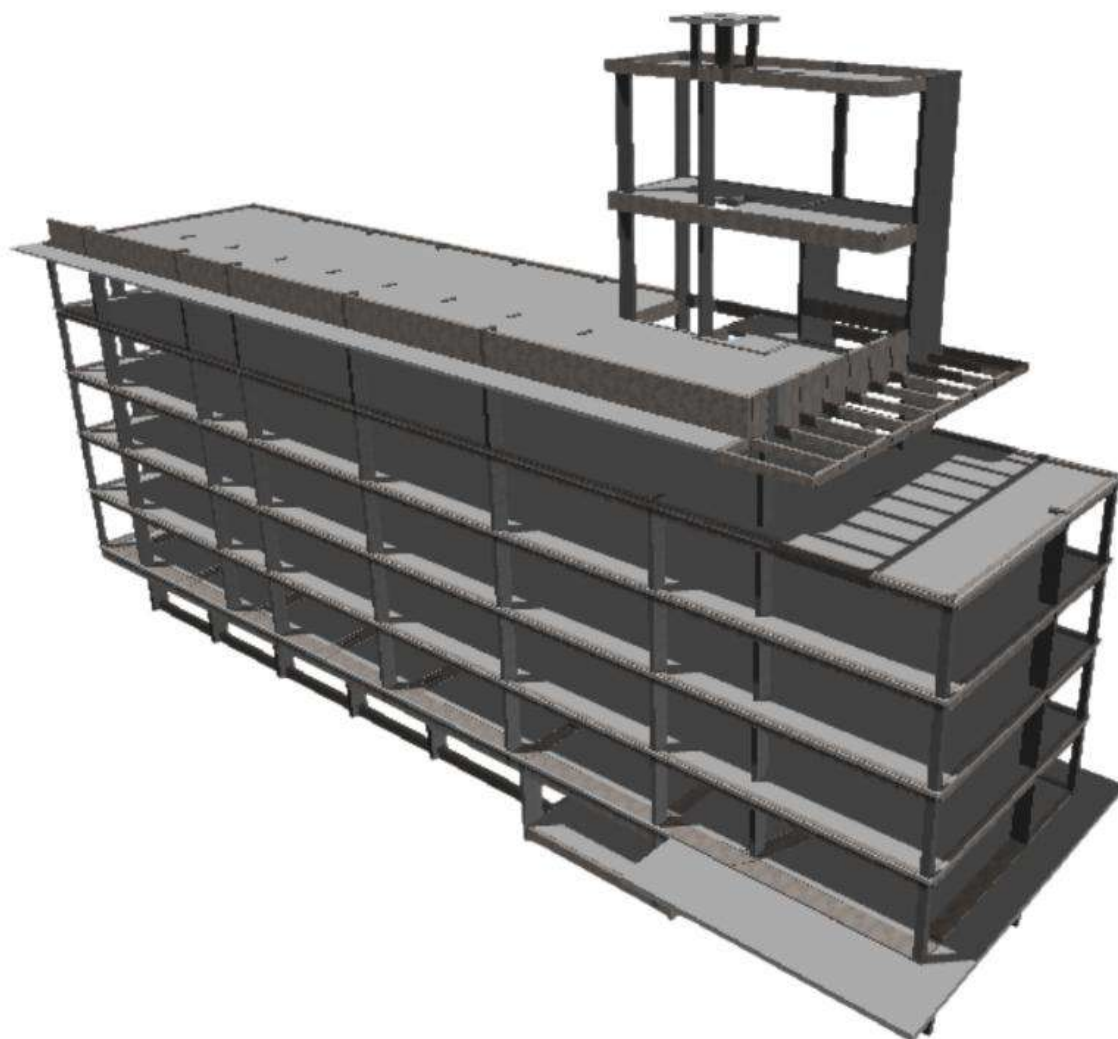
Fonte: Empresa B (2026).

A estrutura da edificação foi concebida em concreto armado, sendo composta predominantemente por pilares, vigas e lajes maciças moldadas in loco. O sistema estrutural adotado apresenta configuração regular e compatível com o partido arquitetônico da edificação, proporcionando adequada distribuição dos esforços e racionalização dos elementos estruturais ao longo dos pavimentos.

No que se refere às fundações, foi adotado um sistema de fundação profunda do tipo estaca raiz, dimensionado de acordo com as características geotécnicas do local de implantação da edificação. A solução adotada buscou garantir desempenho estrutural adequado, segurança e compatibilidade com as condições do terreno.

Para ilustrar o sistema estrutural adotado, foram reproduzidas as Figura 14, Figura 15 e Figura 16, nas quais são apresentadas diferentes vistas tridimensionais do modelo estrutural desenvolvido. As imagens permitem visualizar a disposição dos elementos que compõem a estrutura da edificação, evidenciando a organização e a distribuição dos elementos estruturais ao longo dos pavimentos.

**Figura 14 – Perspectiva do estrutural da Edificação A.**



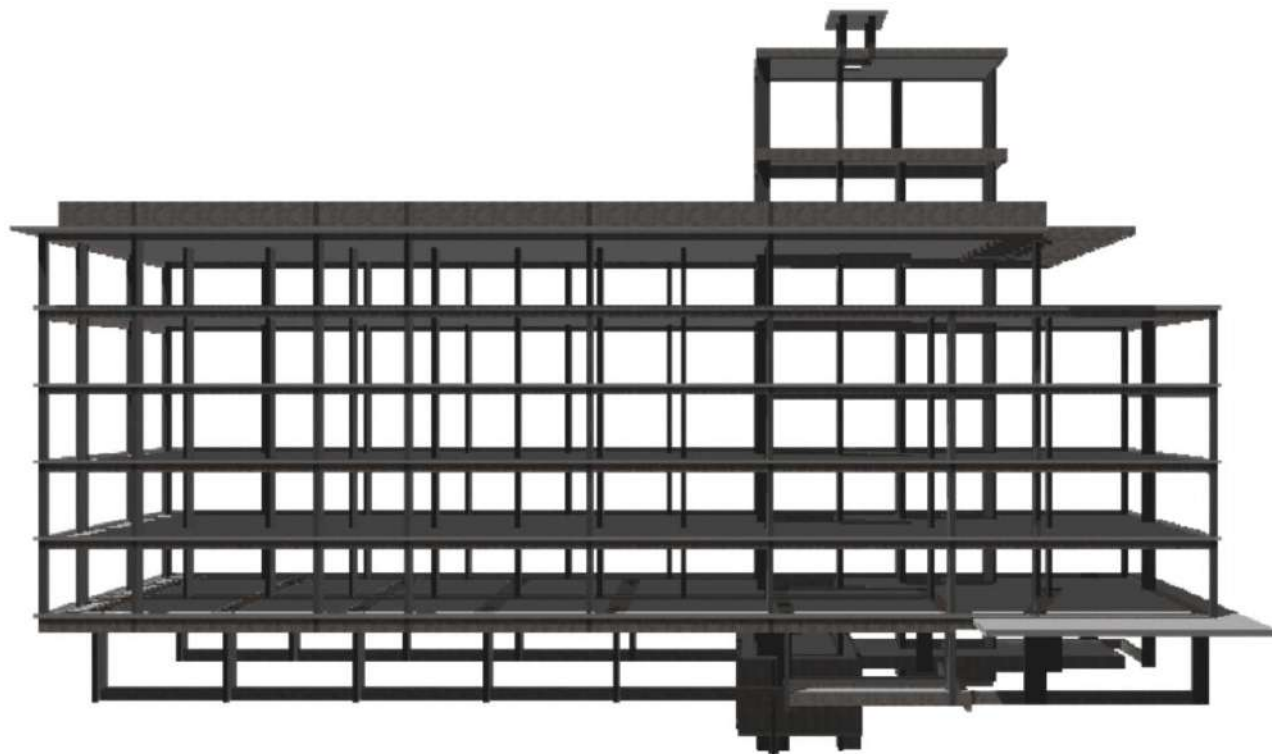
Fonte: Empresa B (2026).

**Figura 15 - Vista frontal do estrutural.**



Fonte: Empresa B (2026).

**Figura 16 - Vista lateral do estrutural.**



Fonte: Empresa B (2026).

Essas representações têm como finalidade contextualizar o estudo de caso, demonstrando o porte, a complexidade e a organização espacial do empreendimento.

### **3.3 Materiais e recursos**

O presente trabalho foi elaborado utilizando o computador pessoal do autor, por meio da plataforma Google Docs. Todo o conteúdo foi estruturado em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), observando os padrões exigidos para a apresentação de trabalhos acadêmicos, incluindo aspectos de formatação, referências bibliográficas e organização textual.

Em relação aos softwares empregados, a infraestrutura contou com o TQS, o Autodesk Revit, o plugin TQS-REVIT, o plugin OFESTRUTURAL e a plataforma Augin. Todas as ferramentas utilizadas foram disponibilizadas pela empresa em que o autor atua profissionalmente, a qual também auxiliou no suporte técnico durante o desenvolvimento das etapas do trabalho. Essa colaboração foi fundamental para viabilizar o acesso a licenças oficiais e atualizadas, bem como para assegurar a compatibilidade entre as versões dos programas empregados.

Dessa forma, a infraestrutura descrita garantiu condições adequadas para o desenvolvimento das atividades propostas, assegurando a integração eficiente entre as plataformas e a consistência das informações trocadas ao longo do processo. Assim, a estrutura tecnológica disponibilizada constitui um suporte essencial para a aplicação da metodologia BIM no contexto deste estudo, demonstrando seu potencial para otimizar o fluxo de trabalho, aprimorar o desempenho das etapas projetuais e melhorar a qualidade do projeto.

### **3.4 Procedimentos metodológicos**

O procedimento metodológico adotado neste trabalho foi estruturado de forma a atender aos objetivos propostos, abrangendo desde a etapa de exportação

do modelo de cálculo até a geração das peças documentais, como mostra a Figura 17.

**Figura 17 - Estrutura do procedimento metodológico.**



Fonte: Autor (2026).

A primeira etapa consistiu na exportação do modelo de cálculo estrutural, originalmente desenvolvido no software TQS, para o Autodesk Revit, utilizando o plugin TQS-REVIT, no qual gerou um arquivo no formato TQR. Dessa forma, foi possível transferir todos os elementos estruturais do projeto, como pilares, vigas, lajes e fundações com suas respectivas armaduras, mantendo suas propriedades e características de forma íntegra.

Na segunda etapa, houve a importação deste arquivo TQR em um template do Revit, a partir disso, foram desenvolvidos os desenhos finais de um projeto estrutural por meio do plugin OFESTRUTURAL. O plugin foi utilizado para automatizar a elaboração das plantas de formas, locação e vistas de detalhamento dos elementos estruturais, além de possibilitar a criação automática das pranchas e geração de tabelas de quantitativos diretamente vinculadas ao modelo. Suas rotinas permitiram representar tridimensionalmente os elementos estruturais junto aos seus respectivos detalhamentos.

Após a criação das pranchas de formas, locação e detalhamento iniciou-se a terceira etapa do procedimento metodológico, onde integrou-se o modelo tridimensional com a plataforma Augin, destinada à visualização dos elementos estruturais em realidade aumentada. A partir do modelo desenvolvido no Revit, foram gerados arquivos no formato IFC para cada peça estrutural, os quais foram posteriormente exportados para a plataforma Augin. Na plataforma, foram criados os respectivos QR Codes correspondentes a cada elemento estrutural.

Em seguida, esses códigos foram inseridos no modelo Revit e associados ao seu respectivo detalhamento na prancha. Dessa forma, ao serem escaneados por dispositivos móveis, os Qr Codes possibilitam o acesso direto ao detalhamento 3D do elemento dentro da plataforma Augin, possibilitando sua visualização tridimensional de forma imersiva em um ambiente de realidade aumentada.

Por fim, o método compreendeu a geração das peças documentais do projeto estrutural, contemplando plantas, cortes, vistas, tabelas e imagens tridimensionais derivadas do modelo BIM. Todo o conjunto documental foi produzido diretamente a partir do modelo, assegurando consistência entre as informações e permitindo a análise integrada dos resultados.

## **4 FLUXO DE TRABALHO BIM NO PROJETO ESTRUTURAL**

Neste capítulo, são apresentados os resultados decorrentes da aplicação do procedimento metodológico adotado, destacando o fluxo de trabalho entre os softwares TQS e Revit, bem como a integração do modelo com a plataforma Augin e a geração das pranchas documentais.

### **4.1 Etapa 1 - Exportação do modelo TQS para Revit (Modelo TQR)**

A primeira fase da aplicação prática deste fluxo de trabalho, denominada Etapa 1, consiste no estabelecimento da interoperabilidade técnica entre o software de cálculo estrutural TQS e o ambiente de modelagem Autodesk Revit. O núcleo desta etapa reside na manipulação do Modelo TQR, que funciona como o protocolo de transferência de dados responsável por garantir que as informações analíticas e geométricas dimensionadas sejam levadas ao ambiente BIM de forma íntegra.

Nesta fase, o foco principal é assegurar que elementos fundamentais como pilares, vigas, lajes, fundações e suas respectivas armaduras mantenham suas propriedades originais, permitindo a continuidade do detalhamento tridimensional sem perdas informacionais. A seguir, detalham-se os procedimentos operacionais de exportação e importação que consolidam esta integração.

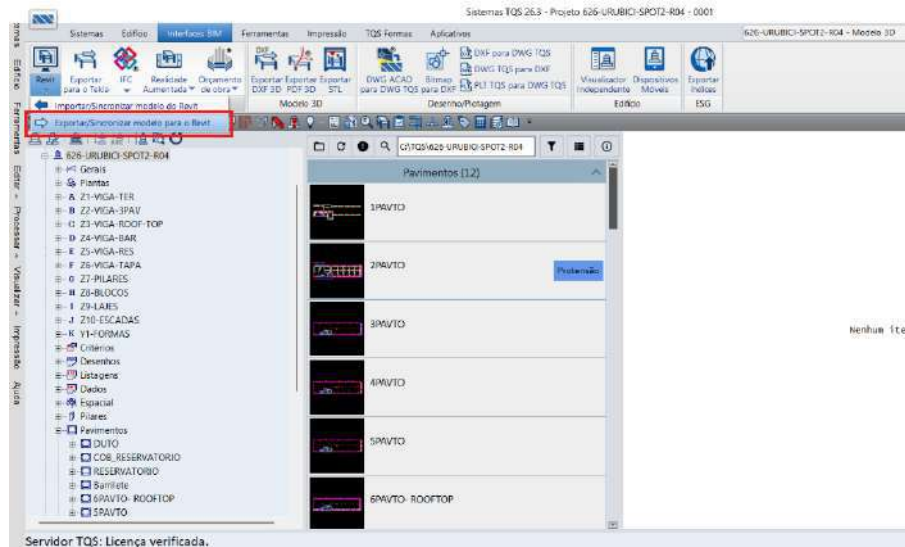
#### **4.1.1 Exportação do modelo TQR**

A interoperabilidade entre o software de cálculo estrutural TQS e o Revit foi realizada por meio do plugin TQS-REVIT, utilizando o formato de arquivo TQR para a transferência das informações. Inicialmente, o modelo estrutural, previamente dimensionado no TQS, foi exportado contendo os elementos estruturais, como pilares, vigas e lajes, com suas respectivas propriedades geométricas e posicionamento.

No software TQS, direcionou-se para a guia INTERFACE BIM – REVIT – EXPORTAR/SINCRONIZAR MODELO PARA O REVIT, como mostra a Figura 18. Ressalta-se que, ao longo deste trabalho, os comandos, guias, abas e ferramentas dos softwares utilizados serão representados em letras maiúsculas, com o objetivo de

facilitar a identificação dos recursos e etapas executadas durante o desenvolvimento do fluxo de trabalho.

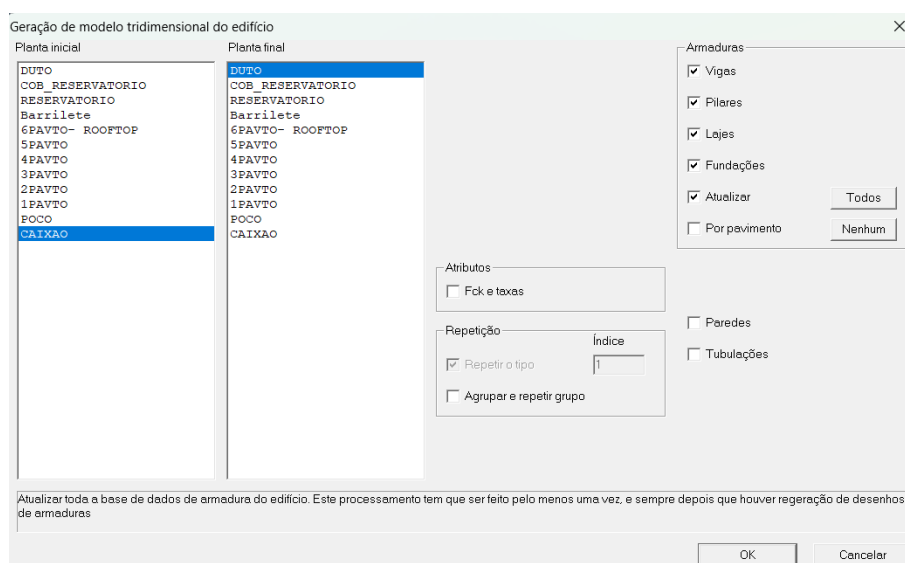
**Figura 18 - Exportação do modelo estrutural no TQS.**



Fonte: Autor (2026).

Quando selecionado, abriu-se uma nova janela para gerar o modelo tridimensional do edifício, conforme a Figura 19, a partir disso, selecionou-se os pavimentos e os elementos estruturais desejados. Nesta etapa, é muito importante marcar a opção ATUALIZAR pois sem ela as armaduras dos pilares, vigas, lajes e blocos não serão importadas para o Revit.

**Figura 19 - Geração do modelo tridimensional do edifício.**



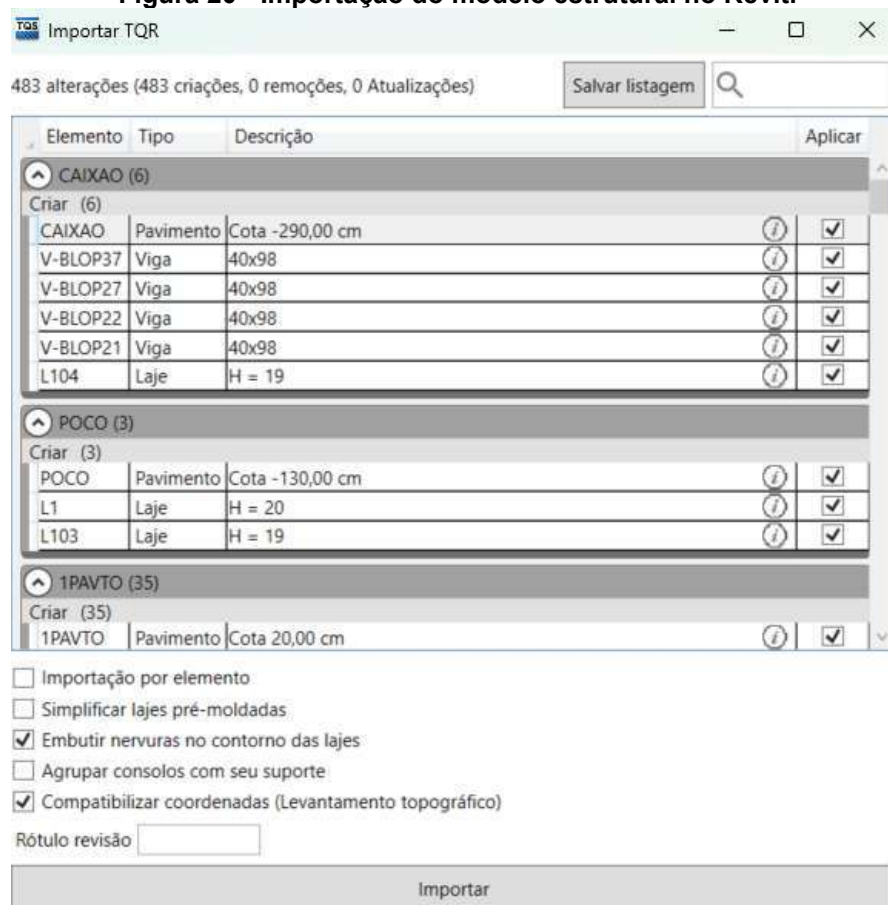
Fonte: Autor (2026).

#### 4.1.2 Importação do modelo TQR

Realizada a exportação do modelo, abriu-se um template no Revit e através da aba TQS – IMPORTAR MODELO, realizou-se a importação do modelo estrutural no formato TQR dentro do Revit.

Assim, foi aberta uma janela cuja função é importar o modelo estrutural e avisar sobre possíveis erros em qualquer peça estrutural presente no modelo, ilustrado pela Figura 20. Ao final do carregamento não se teve nenhum tipo de aviso, ou seja, não houve erros no modelo importado. Caso haja erros, será emitido um relatório dos elementos estruturais não importados com seu respectivo nome e o pavimento.

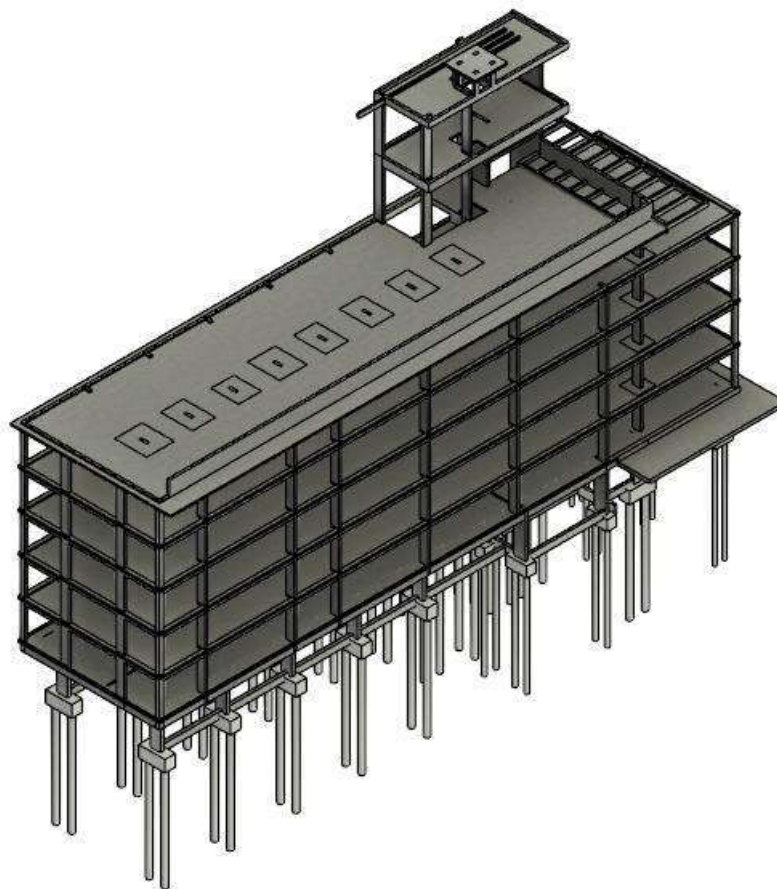
**Figura 20 - Importação do modelo estrutural no Revit.**



Fonte: Autor (2026).

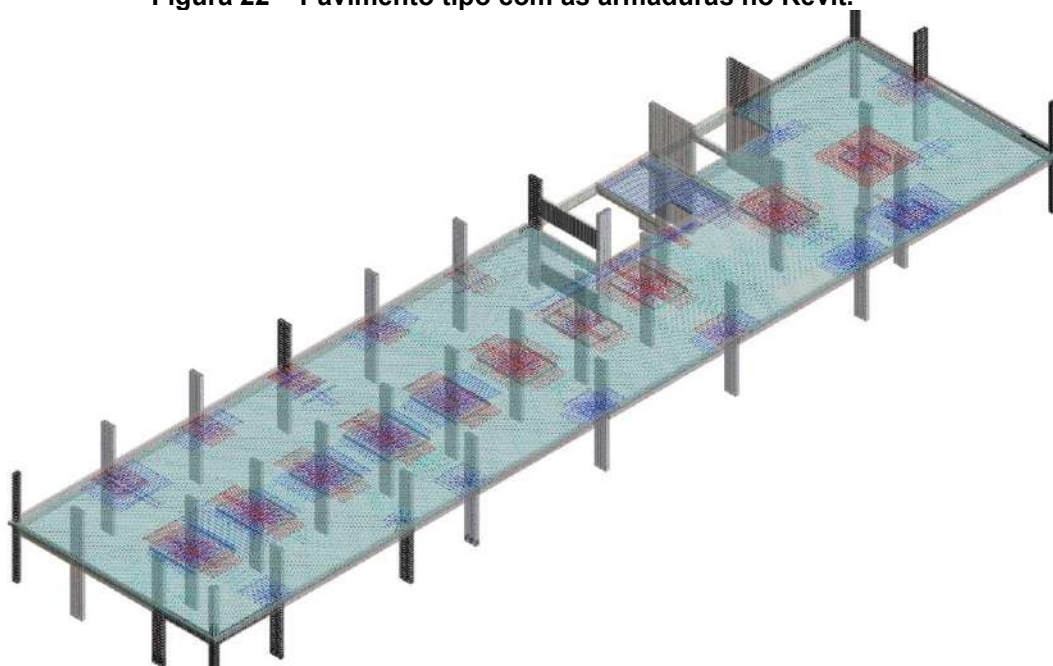
Com isso, obtivemos o modelo estrutural no Revit através do plugin TQS-REVIT, conforme a Figura 21 e Figura 22.

**Figura 21 - Modelo estrutural no Revit.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 22 – Pavimento tipo com as armaduras no Revit.**



Fonte: Autor (2026).

Com o objetivo de concluir esse processo inicial, utilizou-se o comando AJUSTAR PROJETO, que é responsável por realizar a compatibilização automática dos elementos estruturais importados do programa de cálculo. O processo inclui ajustes geométricos nas peças estruturais, adequação das armaduras e sincronização das propriedades dos elementos modelados. Após a execução desse procedimento, foi possível prosseguir para as etapas seguintes de desenvolvimento dos desenhos finais do projeto estrutural.

## **4.2 Etapa 2: Uso do Plugin OFESTRUTURAL no Revit**

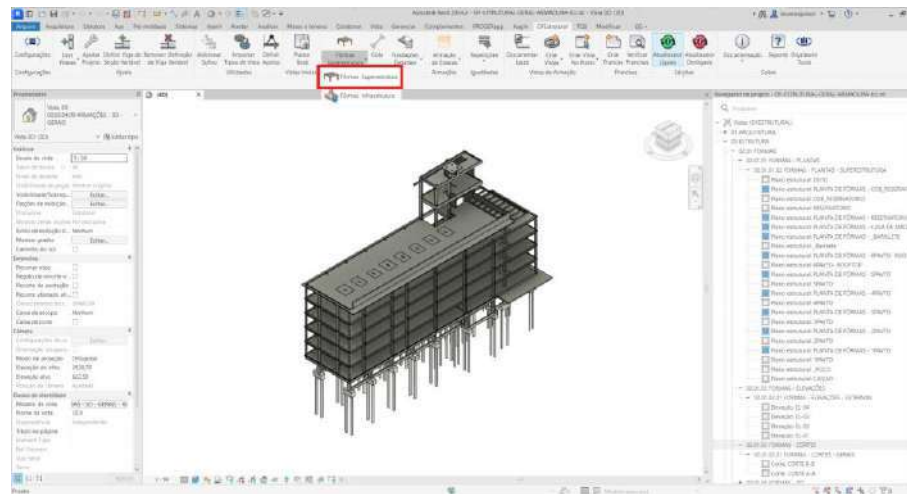
A Etapa 2 deste fluxo de trabalho consiste na automação do detalhamento tridimensional e na geração da documentação técnica do projeto estrutural dentro do ambiente Revit, utilizando para isso o plugin OFESTRUTURAL. Após o estabelecimento da interoperabilidade na fase anterior, esta etapa visa transformar o modelo importado em entregáveis executivos de alta precisão, otimizando processos que tradicionalmente demandariam extenso esforço manual.

O foco central desta fase é a estruturação sistemática das informações para a criação de plantas de locação, formas, vistas de detalhamento das armaduras e tabelas de quantitativos diretamente vinculadas aos elementos nativos do modelo BIM. A utilização desta ferramenta permite que o projetista foque no refinamento técnico e na qualidade da entrega, garantindo a integridade dos dados entre o modelo tridimensional e as peças documentais. A seguir, detalham-se os procedimentos operacionais para a configuração da locação, das formas e dos detalhamentos dos elementos estruturais.

### **4.2.1 Locação**

A composição das pranchas da infraestrutura em ambiente BIM, no Revit utilizando o plugin OFESTRUTURAL, demanda a criação prévia das vistas do modelo. Então, o primeiro passo para gerar as plantas de formas da infraestrutura é criar as vistas das plantas através do comando FORMAS INFRAESTRUTURA, como mostra a Figura 23.

**Figura 23 – Comando formas infraestrutura.**



Fonte: Autor (2026).

O comando abriu uma janela de diálogo, onde foram selecionadas todas as vistas juntamente com a escala desejada, exibido na Figura 24.

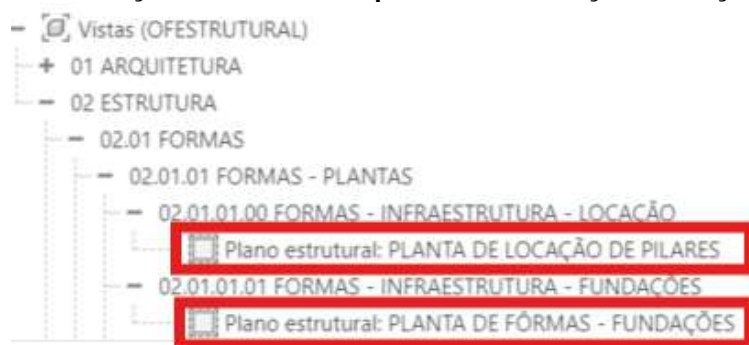
**Figura 24 – Criação das vistas das plantas de locação.**



Fonte: Autor (2026).

Após o carregamento, as plantas foram geradas, nomeadas e organizadas automaticamente no Navegador de projeto do Revit, localizadas em ESTRUTURA – FORMAS – FORMAS PLANTAS – FORMAS PLANTAS INFRAESTRUTURA LOCAÇÃO/ FORMAS PLANTAS INFRAESTRUTURA FUNDAÇÕES, conforme a Figura 25.

**Figura 25 – Localização das vistas das plantas de fundação e locação de pilares.**

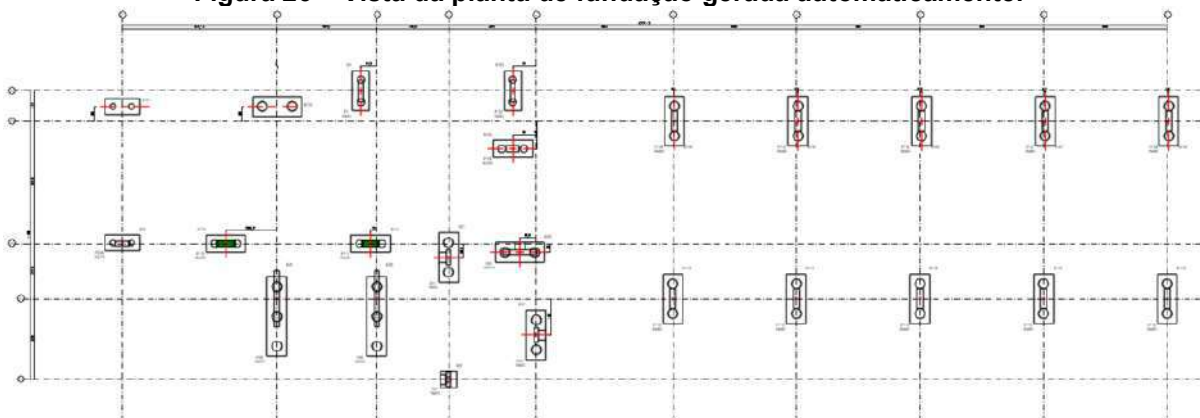


Fonte: Autor (2026).

Como requisito para a automatização das plantas de infraestrutura, foi necessária a inserção prévia dos eixos ortogonais principais no modelo BIM. Esses eixos podem ser criados diretamente no Revit ou importados de softwares externos, desde que reconhecidos pela plataforma como elementos nativos.

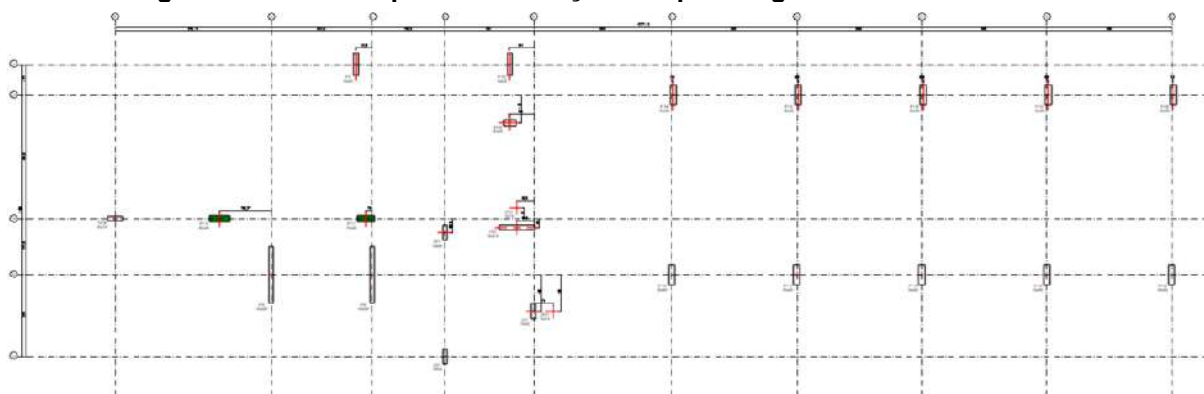
Na Figura 26 e Figura 27, são apresentadas as vistas das plantas de fundação e locação dos pilares criadas de forma automática, contendo eixos ortogonais principais, cotas e nomenclaturas das peças estruturais. Essas plantas foram inseridas no Apêndice A, em escala mais adequada para visualização e análise das informações apresentadas.

**Figura 26 – Vista da planta de fundação gerada automaticamente.**



Fonte: Autor (2026).

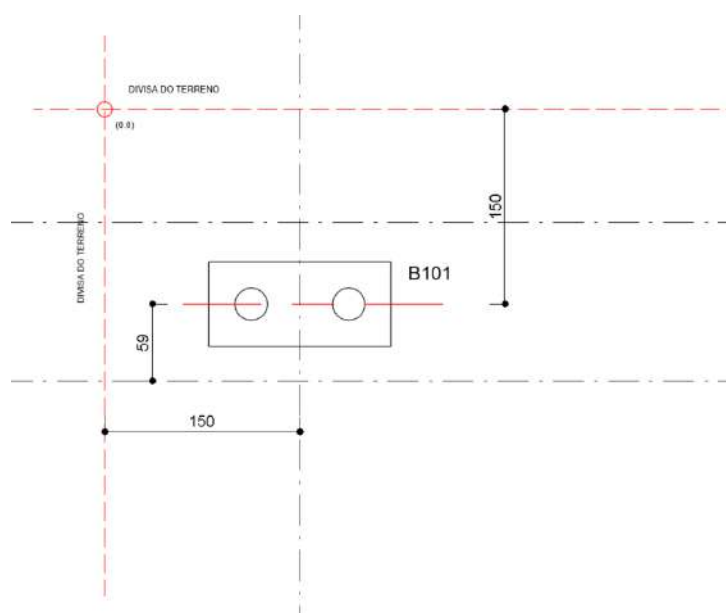
**Figura 27 – Vista da planta de locação dos pilares gerada automaticamente.**



Fonte: Autor (2026).

A próxima etapa corresponde à criação de tabelas e vistas de detalhes das fundações, então, o primeiro passo é marcar um ponto base (0,0) correspondente ao limite do terreno, para isso, deve-se abrir a vista da planta de fundação que possui um detalhe sugerido DIVISA DO TERRENO e posicioná-lo no local adequado, conforme a planta de situação fornecido pela arquitetura. Neste primeiro momento, para exemplificar, esse ponto base foi posicionado a uma distância de 150 cm nas duas direções do bloco B101, como mostra a Figura 28.

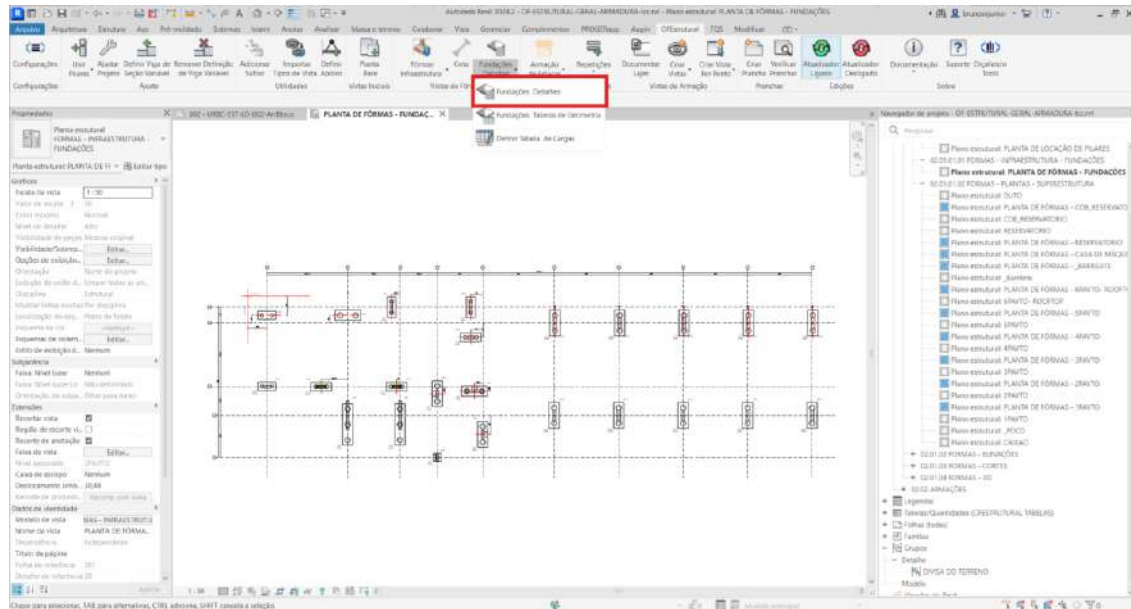
**Figura 28 – Ponto base (0,0) de projeto.**



Fonte: Autor (2026).

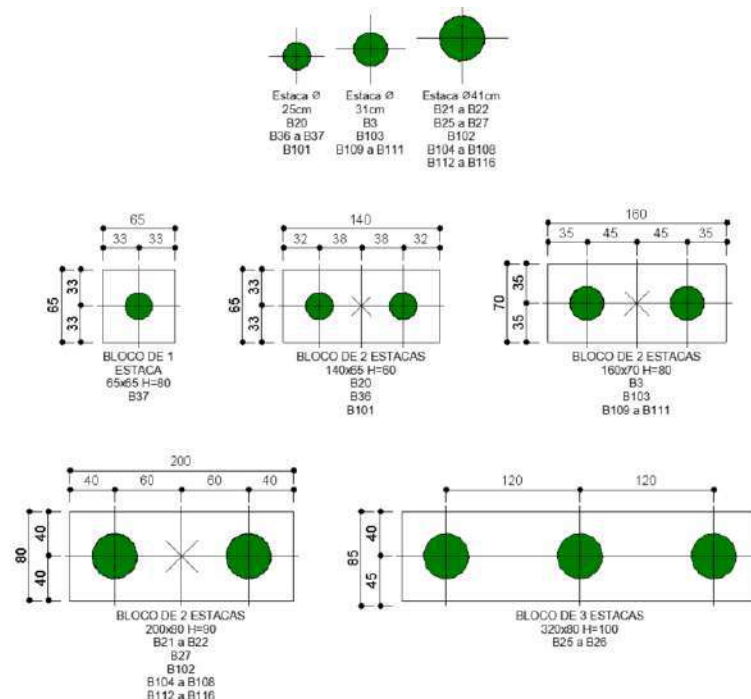
A próxima etapa é criar as vistas de resumo das diferentes tipologias de fundações presentes no modelo através do comando FUNDAÇÕES DETALHES, ilustrada pela Figura 29 e Figura 30.

**Figura 29 – Comando fundações detalhes.**



Fonte: Autor (2026).

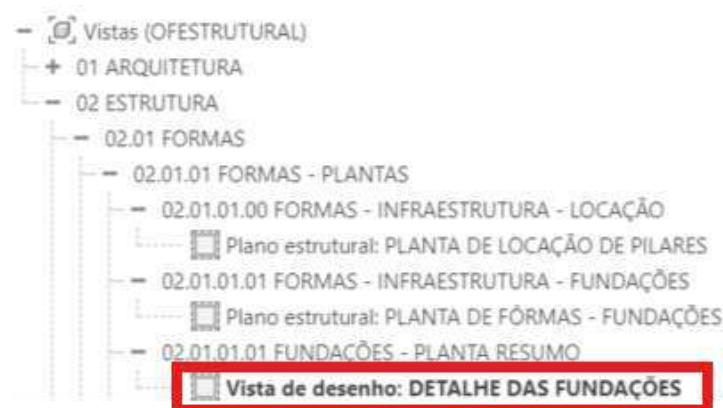
**Figura 30 – Vista de detalhe das fundações.**



Fonte: Autor (2026).

Basicamente, foi elaborado o detalhamento dos blocos de coroamento das fundações, incluindo a indicação dos diâmetros das estacas, cotas e identificação das fundações equivalentes. Para acessar essa vista de detalhes no Revit, deve-se utilizar o Navegador de Projetos, no diretório ESTRUTURA – FORMAS – FORMAS PLANTAS – FUNDAÇÕES – PLANTA RESUMO, como mostra a Figura 31.

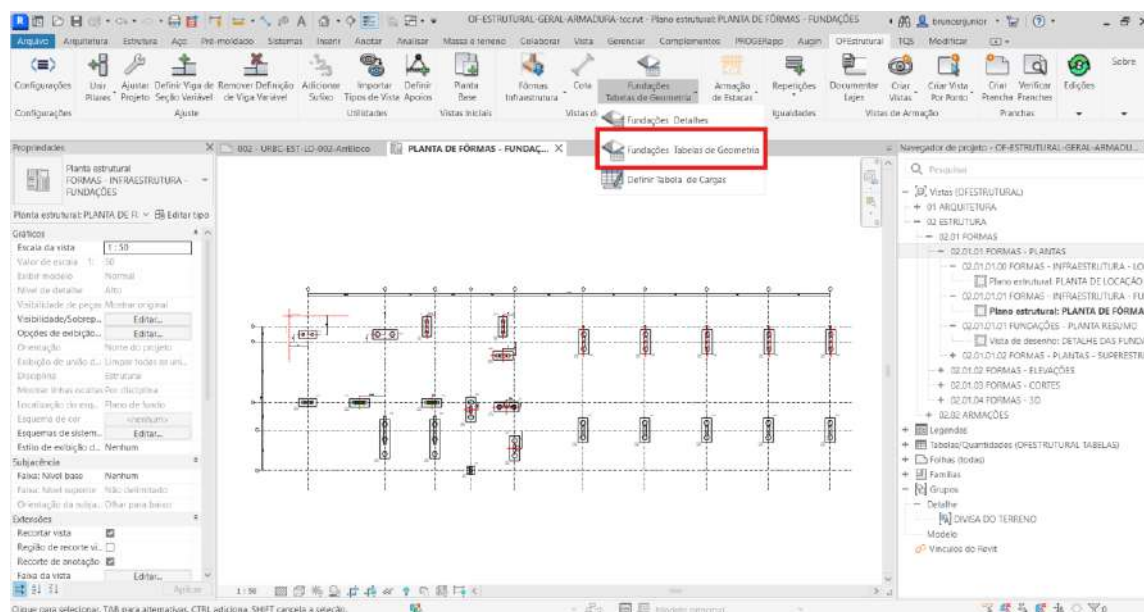
**Figura 31 – Localização da vista de detalhes das fundações.**



Fonte: Autor (2026).

Com a planta que foi inserida o ponto base aberta, iniciou-se a criação das tabelas para as plantas de infraestrutura através do comando FUNDAÇÕES TABELAS DE GEOMETRIA, conforme Figura 32.

**Figura 32 – Comando fundações tabelas de geometria.**



Fonte: Autor (2026).

Com isso, foi aberta uma janela de comando onde escolheu-se as informações desejadas para serem inseridas na tabela, como mostra a Figura 33.

**Figura 33 – Criação da tabela de geometria das fundações.**

Fundação - Tabelas de Geometria\_V2.2.2.0

☒ Adicionar Tabela de Geometria de Fundações

☒ Adicionar Nível de Ponta de Estaca

☒ Adicionar comprimento de estaca

☐ Dividir Tabela

☒ Adicionar Tabela de Baricentro de Pilares

☐ Dividir Tabela

☒ Adicionar Tabela de Baricentros das Estacas dos Blocos de Coroamento

☐ Dividir Tabela

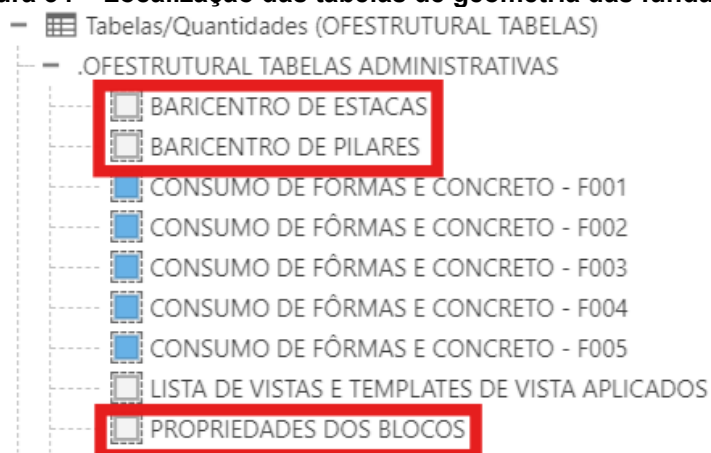
CANCELAR OK

Fonte: Autor (2026).

Logo após essa seleção, deve-se clicar com o curso do mouse no ponto base (0,0) para ser gerado as tabelas com as informações desejadas.

Essas tabelas estão localizadas na seção TABELAS/QUANTITATIVOS (OFESTRUTURAL TABELAS) – OFESTRUTURAL TABELAS ADMINISTRATIVAS, ilustrada pela Figura 34.

**Figura 34 – Localização das tabelas de geometria das fundações.**



Fonte: Autor (2026).

A Figura 35, Figura 36 e Figura 37 representam as tabelas de geometria das fundações geradas de forma automática pelo plugin OFESTRUTURAL. Para fins de visualização e uma melhor análise das informações apresentadas, as tabelas completas foram inseridas no Apêndice A, em escala mais adequada.

**Figura 35 – Tabela de baricentro de pilares gerada automaticamente.**

| <b>Baricentro de Pilares</b> |                      |                      |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Nome</b>                  | <b>Posição X(cm)</b> | <b>Posição Y(cm)</b> |
| P3                           | 1115                 | -86,5                |
| P21                          | 1470                 | -758,5               |
| P22                          | 1758,5               | -738                 |
| P25                          | 775                  | -925,5               |
| P26                          | 1179,5               | -925,5               |
| P27                          | 1824                 | -1071,5              |
| P37                          | 1470                 | -1251,5              |
| P103                         | 1730                 | -86,5                |
| P104                         | 2383,5               | -208,5               |
| P105                         | 2883,5               | -208,5               |
| P106                         | 3383,5               | -208,5               |
| P107                         | 3883,5               | -208,5               |
| P108                         | 4383,5               | -208,5               |
| P109                         | 1730                 | -320                 |
| P110                         | 569,13               | -703                 |
| P111                         | 1154,5               | -703                 |
| P112                         | 2377                 | -925,5               |
| P113                         | 2877                 | -925,5               |
| P114                         | 3377                 | -925,5               |
| P115                         | 3877                 | -925,5               |
| P116                         | 4377                 | -925,5               |
| P20A                         | 150                  | -703                 |
| <b>A</b>                     |                      |                      |

Fonte: Autor (2026).

**Figura 36 – Tabela das propriedades dos blocos de coroamento gerada automaticamente.**

| Pilares |           |      | Blocos de Coroamento de Estacas |            |       |    |            | Níveis |        |        |         |
|---------|-----------|------|---------------------------------|------------|-------|----|------------|--------|--------|--------|---------|
| Nome    | Seção(cm) | Nome | Lado 1(cm)                      | Lado 2(cm) | H(cm) | ne | Estaca(cm) | ce(cm) | ca(cm) | tb(cm) | cpe(cm) |
| P3      | 19x90     | B3   | 160                             | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -90    | -15    | -890    |
| P21     | 19x60     | B21  | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -315   | -230   | -1115   |
| P22     | 140x19    | B22  | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -315   | -230   | -1115   |
| P25     | 19x227    | B25  | 320                             | 80         | 100   | 3  | 41         | 800    | -245   | -150   | -1045   |
| P26     | 19x227    | B26  | 320                             | 80         | 100   | 3  | 41         | 800    | -245   | -150   | -1045   |
| P27     | 19x60     | B27  | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -315   | -230   | -1115   |
| P37     | 19x60     | B37  | 65                              | 65         | 80    | 1  | 25         | 800    | -305   | -230   | -1105   |
| P103    | 19x90     | B103 | 160                             | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -90    | -15    | -890    |
| P104    | 25x80     | B104 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P105    | 25x80     | B105 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P106    | 25x80     | B106 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P107    | 25x80     | B107 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P108    | 25x80     | B108 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P109    | 50x25     | B109 | 160                             | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -90    | -15    | -890    |
| P110    | 80x25     | B110 | 160                             | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -90    | -15    | -890    |
| P111    | 70x25     | B111 | 160                             | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -90    | -15    | -890    |
| P112    | 25x80     | B112 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P113    | 25x80     | B113 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P114    | 25x80     | B114 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P115    | 25x80     | B115 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P116    | 25x80     | B116 | 200                             | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P20A    | 60x19     | B20  | 140                             | 65         | 60    | 2  | 25         | 800    | -70    | -15    | -870    |

A

Fonte: Autor (2026).

**Figura 37 – Tabela de baricentro das estacas gerada automaticamente.**

| <b>Baricentro das Estacas dos Blocos</b> |               |                      |                      |
|------------------------------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| <b>Nome</b>                              | <b>Estaca</b> | <b>Posição X(cm)</b> | <b>Posição Y(cm)</b> |
| B3                                       | E1            | 1115                 | -41,5                |
| B3                                       | E2            | 1115                 | -131,5               |
| B20                                      | E1            | 112,5                | -700                 |
| B20                                      | E2            | 187,5                | -700                 |
| B21                                      | E1            | 1470                 | -698,5               |
| B21                                      | E2            | 1470                 | -818,5               |
| B22                                      | E1            | 1698,5               | -738                 |
| B22                                      | E2            | 1818,5               | -738                 |
| B25                                      | E1            | 775                  | -876,5               |
| B25                                      | E2            | 775                  | -996,5               |
| B25                                      | E3            | 775                  | -1116,5              |
| B26                                      | E1            | 1179,5               | -876,5               |
| B26                                      | E2            | 1179,5               | -996,5               |
| B26                                      | E3            | 1179,5               | -1116,5              |
| B27                                      | E1            | 1824                 | -1011,5              |
| B27                                      | E2            | 1824                 | -1131,5              |
| B36                                      | E1            | 282,5                | -1092                |
| B36                                      | E2            | 337,5                | -1092                |
| B37                                      | E1            | 1470                 | -1251,5              |
| B101                                     | E1            | 112,5                | -149,5               |
| B101                                     | E2            | 187,5                | -149,5               |
| B102                                     | E1            | 717                  | -149,5               |
| B102                                     | E2            | 837                  | -149,5               |
| B103                                     | E1            | 1730                 | -41,5                |
| B103                                     | E2            | 1730                 | -131,5               |
| B104                                     | E1            | 2383,5               | -148,5               |
| B104                                     | E2            | 2383,5               | -268,5               |

Fonte: Autor (2026).

A etapa final referente às formas da infraestrutura corresponde à criação das pranchas, constituídas pela organização das vistas das plantas de formas, juntamente com suas respectivas tabelas e detalhes, podendo ser geradas automaticamente ou ajustadas conforme a necessidade do usuário.

Então, por meio do comando “Criar Pranchas”, é aberta uma janela de diálogo destinada à geração automática das pranchas, ilustrada na Figura 38. Para sua execução, devem ser seguidos os procedimentos descritos a seguir:

- 1) Selecione a aba FORMAS;
- 2) Selecione o Tipo de Vista INFRAESTRUTURA
- 3) Selecione LOCAÇÃO PILARES e FUNDAÇÃO;
- 4) Marque REMOVER VISTAS DE OUTRAS PRANCHAS;
- 5) Marque CRIAR QUANTAS PRANCHAS FOREM NECESSÁRIAS;
- 6) Escolha a família das folhas;
- 7) Digite o número para a primeira folha gerada;
- 8) Clique no botão executar;

**Figura 38 – Comando criar pranchas infraestrutura.**

Criar Pranchas\_V2.2.2.0

Armação Fôrmas

Tipo de Vista

Infraestrutura

|                                     | Nome             | Número da Folha |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Locação de Pilar | L001            |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Fundação         | L001            |

☒ Remover Vistas de Outras Pranchas

Escolha o que fazer:

☐ Adicionar Vistas ao ponto selecionado

☐ Criar nova prancha para elementos selecionados

☒ Criar quantas pranchas forem necessárias

Família: ESTG-TB-folhaDesenhoEstenge-V24-R00: (A)594x(L)1189 mm

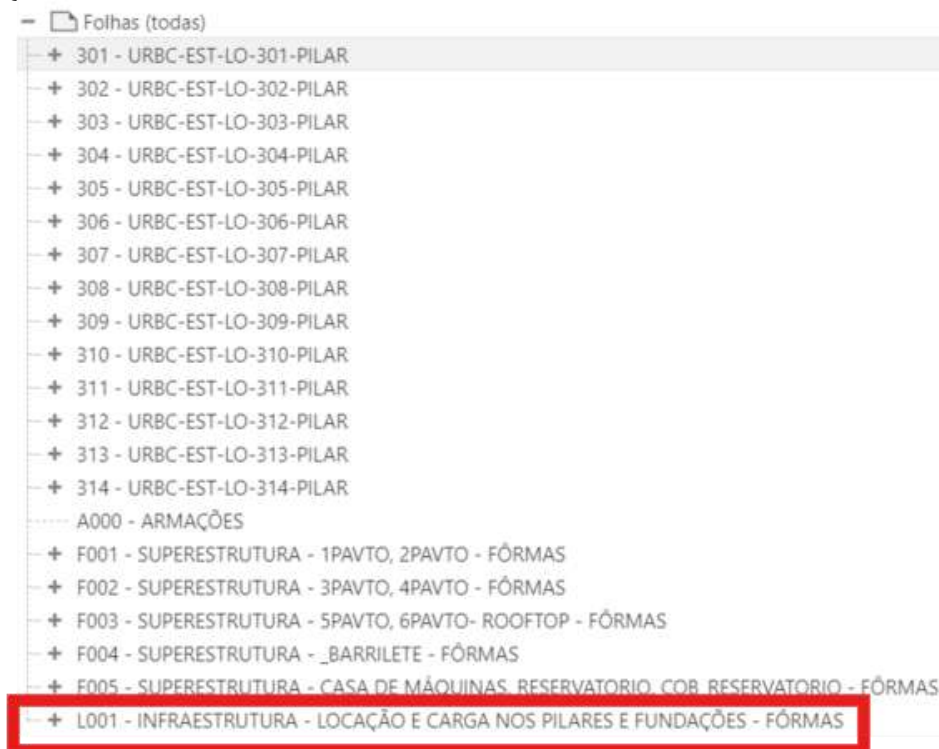
Número: L001

Executar

Fonte: Autor (2026).

Após sua geração, as pranchas foram alocadas no Navegador de Projeto do Revit na seção FOLHAS, de acordo com a numeração e organização adotada, conforme a Figura 39.

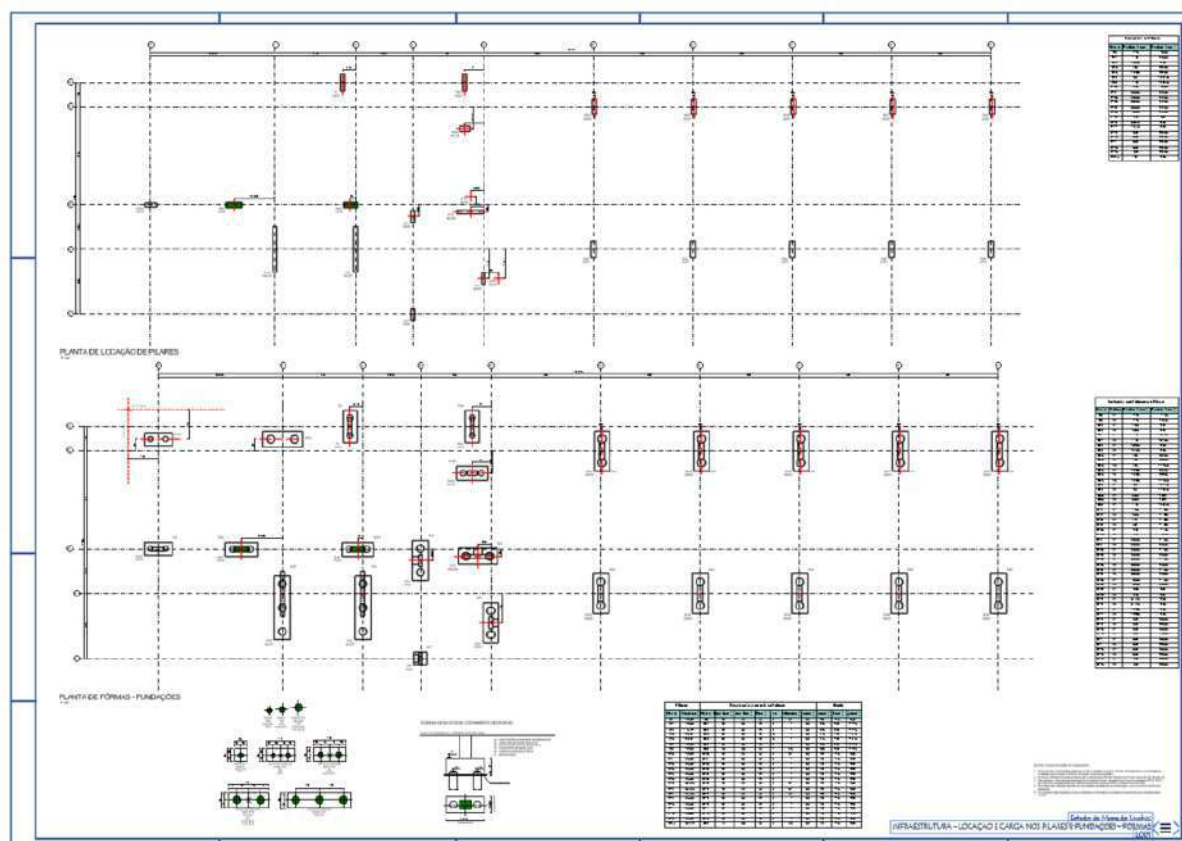
**Figura 39 – Localização das pranchas das plantas de formas da infraestrutura.**



Fonte: Autor (2026).

A Figura 40 representa a prancha de forma da infraestrutura gerada de forma automática a partir de um modelo BIM. Ressalta-se que, para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizada uma prancha padrão disponibilizada pelo plugin OFESTRUTURAL, a qual não possui carimbo ou informações personalizadas de identificação.

**Figura 40 – Prancha de locação dos pilares e fundação geradas automaticamente.**



Fonte: Autor (2026).

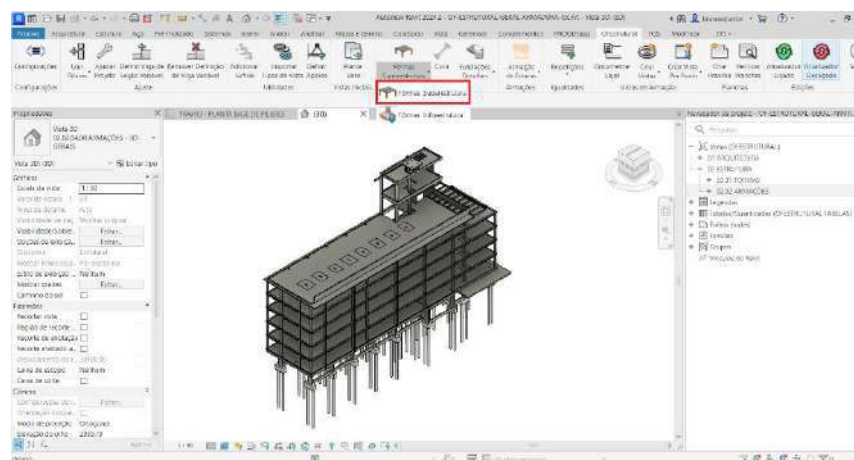
A utilização da ferramenta OFESTRUTURAL nesta etapa teve como principal objetivo a automatização de processos que, em métodos tradicionais, seriam executados de forma manual, demandando maior tempo e suscetíveis a inconsistências. Com a aplicação do plugin, foi possível agilizar a geração inicial das formas estruturais de maneira integrada ao modelo BIM. Posteriormente, foram realizados ajustes e refinamentos no modelo, com o intuito de adequar as representações gráficas ao padrão adotado, garantindo maior clareza, padronização e qualidade na documentação final, apresentado no APÊNDICE A.

Dentre os ajustes realizados, destacam-se a reorganização e redistribuição dos elementos gráficos na prancha, refinamento das cotas e anotações, inserção de informações complementares de identificação das fundações e pilares, além da inclusão de legendas e simbologias, buscando maior clareza visual, melhor aproveitamento do espaço disponível e interpretação do projeto estrutural.

#### 4.2.2 Formas

A composição das pranchas da superestrutura em ambiente BIM, no Revit utilizando o plugin OFESTRUTURAL, demanda a criação prévia das vistas do modelo. Então, o primeiro passo para gerar as plantas de formas da superestrutura é criar as vistas das plantas através do comando FORMAS SUPERESTRUTURA, como mostra a Figura 41.

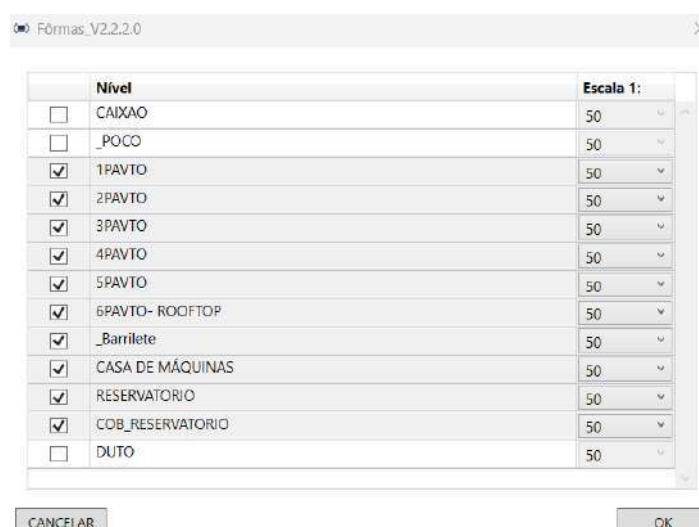
**Figura 41 – Comando formas superestrutura.**



Fonte: Autor (2026).

O comando abriu uma janela de diálogo, onde foram selecionados todos os pavimentos juntamente com a escala desejada, exibido na Figura 42.

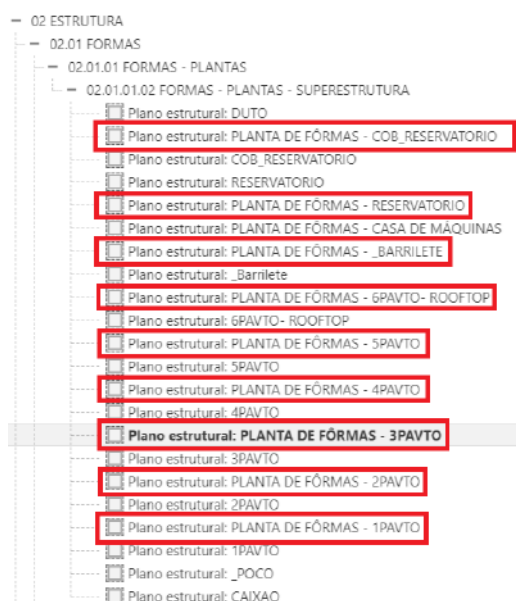
**Figura 42 – Criação das vistas das plantas de formas da superestrutura.**



Fonte: Autor (2026).

Após o carregamento, as plantas foram geradas, nomeadas e organizadas automaticamente no Navegador de projeto do Revit, localizadas em ESTRUTURA – FORMAS – FORMAS PLANTAS – FORMAS PLANTAS SUPERESTRUTURA, conforme Figura 43.

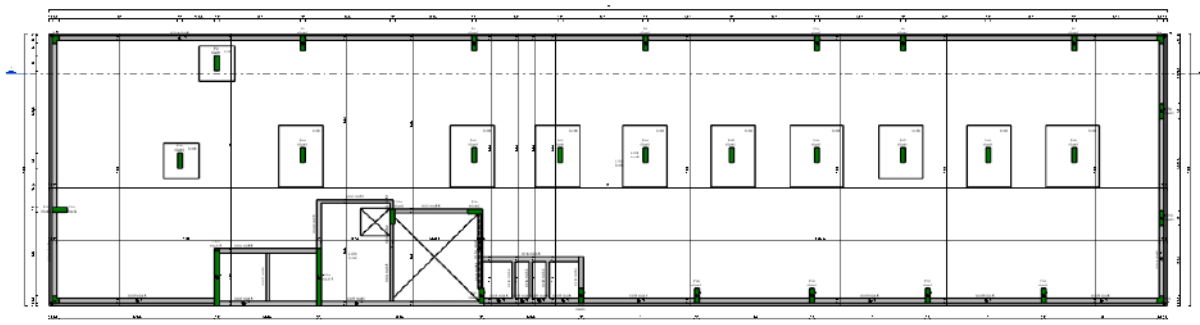
**Figura 43 – Localização das vistas das plantas de formas da superestrutura.**



Fonte: Autor (2026).

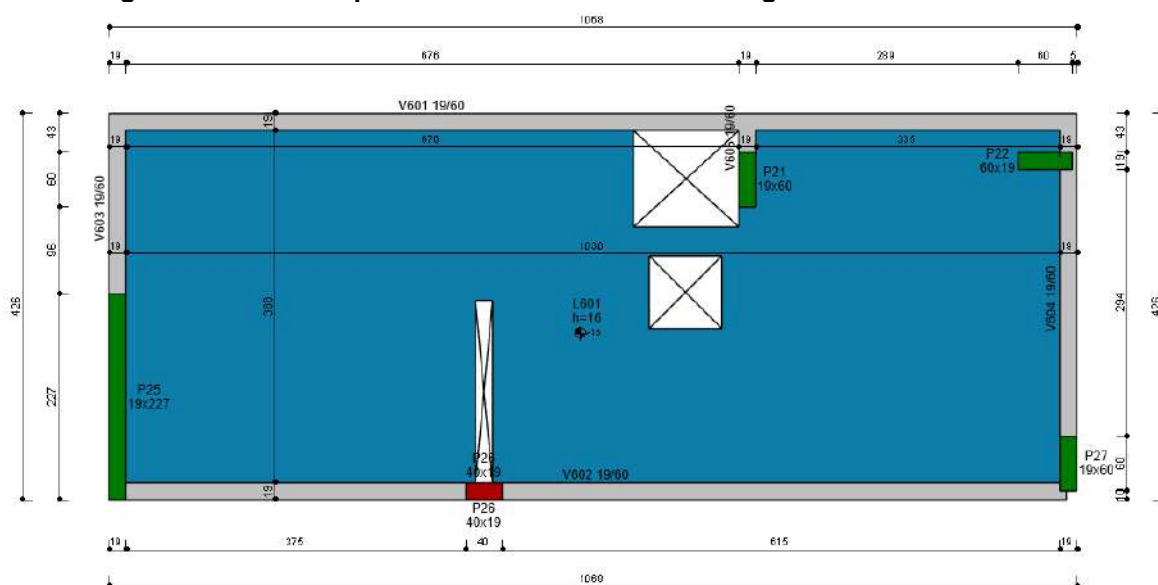
Na Figura 44 e Figura 45 , são apresentadas as vistas das plantas de formas do 3º pavimento e do reservatório, sendo possível visualizar alguns processos automatizados que o plugin realizou, como a inserção de corte, cotas, elevações, hachuras e tags (nomenclaturas) dos elementos estruturais.

**Figura 44 – Vista da planta de forma do 3º pavimento gerada automaticamente.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 45 – Vista da planta de forma do reservatório gerada automaticamente.**



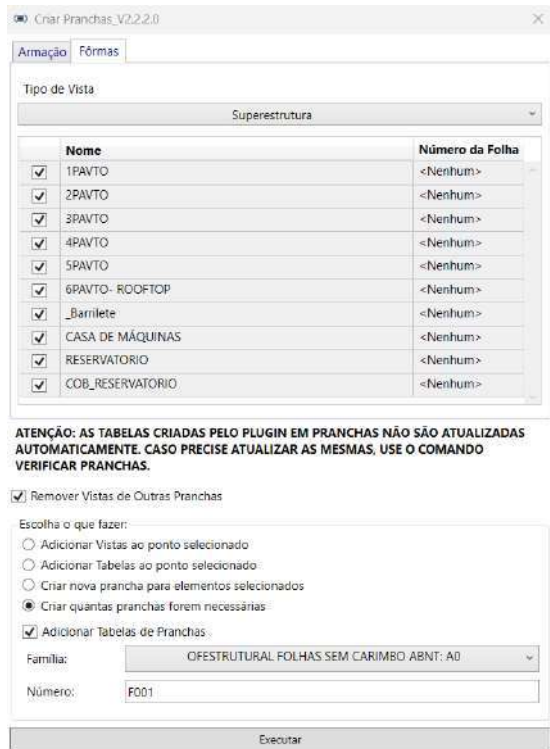
Fonte: Autor (2026).

A etapa final referente às formas da superestrutura corresponde à elaboração das pranchas, constituídas pela organização das vistas das plantas de formas, juntamente com as tabelas de consumo de materiais e legendas, podendo ser geradas automaticamente ou ajustadas conforme a necessidade do usuário.

Então, utilizando o comando CRIAR PRANCHAS, ilustrada pela Figura 46, deve-se seguir os seguintes passos:

- 1) Selecione a aba FORMAS;
- 2) Selecione o Tipo de Vista SUPERESTRUTURA;
- 3) Marque todos os níveis;
- 4) Marque REMOVER VISTAS DE OUTRAS PLANTAS;
- 5) Marque CRIAR QUANTAS PRANCHAS FOREM NECESSÁRIAS;
- 6) Escolha a família das folhas;
- 7) Digite o número para a primeira folha gerada;
- 8) Clique no botão EXECUTAR;

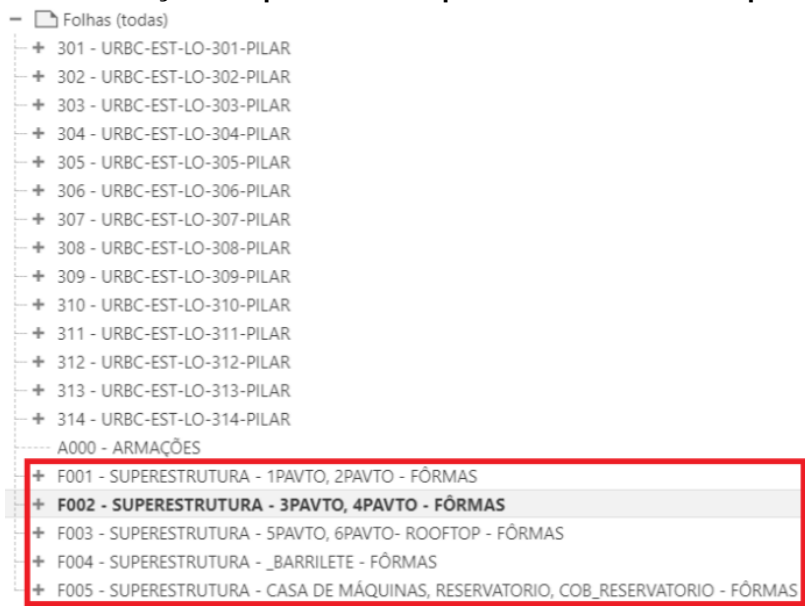
Figura 46 – Comando criar pranchas superestrutura.



Fonte: Autor (2026).

Após sua geração, as pranchas foram alocadas no Navegador de Projeto do Revit na seção FOLHAS, de acordo com a numeração e organização adotada, conforme Figura 47.

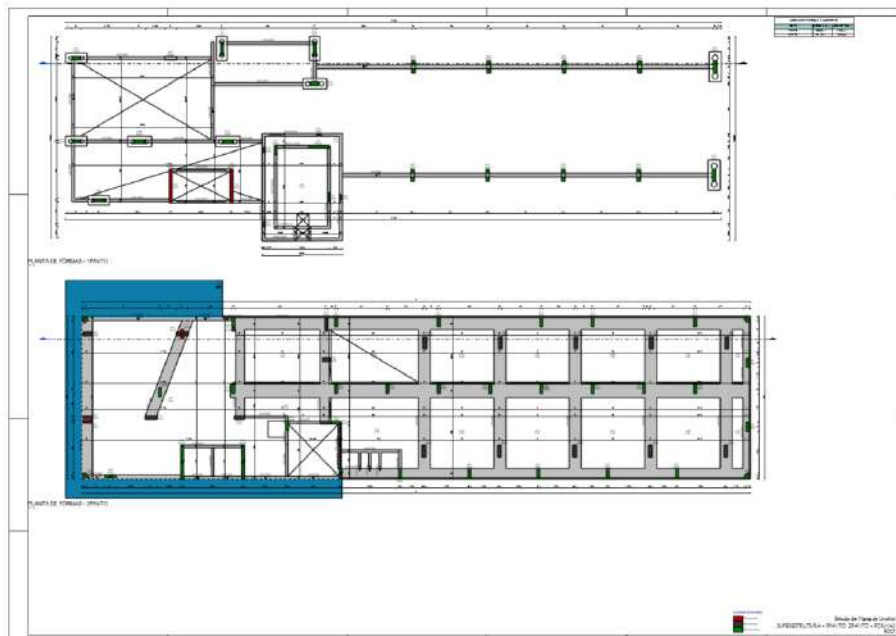
Figura 47 – Localização das pranchas das plantas de formas da superestrutura.



Fonte: Autor (2026).

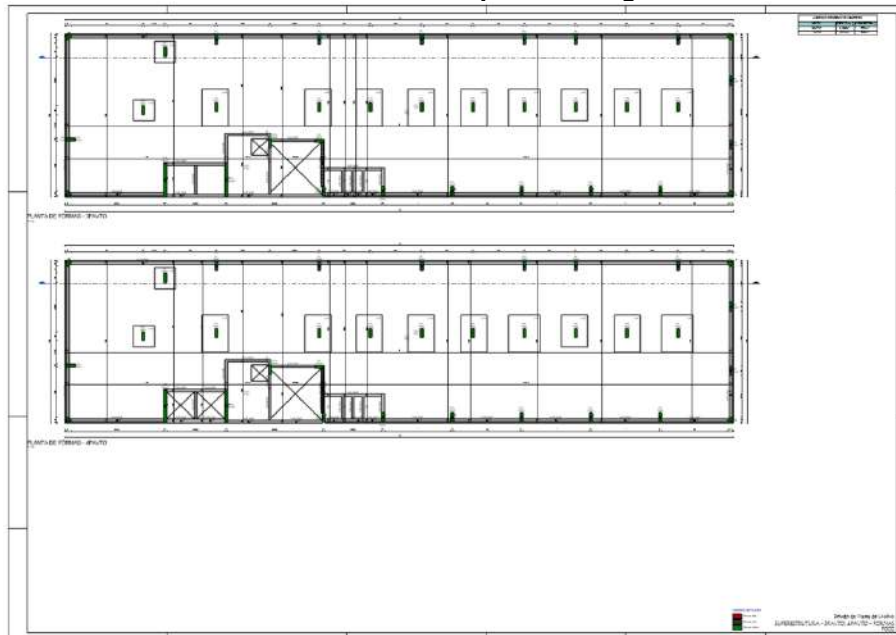
A Figura 48 e Figura 49 representam as pranchas de formas da superestrutura geradas de forma automática a partir de um modelo BIM.

**Figura 48 – Prancha de formas do 1º e 2º pavimento geradas automaticamente.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 49 – Prancha de formas do 3º e 4º pavimento geradas automaticamente.**

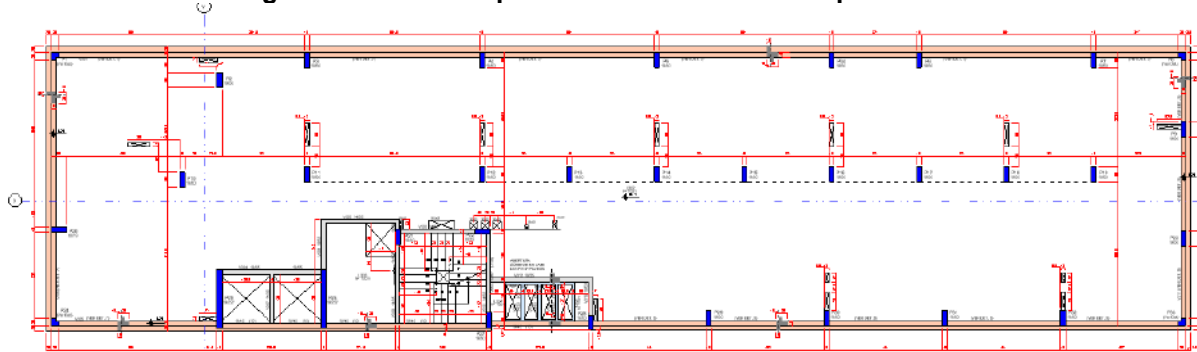


Fonte: Autor (2026).

A utilização da ferramenta OFESTRUTURAL nesta etapa teve como principal objetivo a automatização de processos e a geração inicial das formas estruturais de maneira integrada ao modelo BIM. Posteriormente, foram realizados ajustes e refinamentos nas representações gráficas, visando adequá-las ao padrão adotado para a documentação do projeto, apresentado na Figura 50 e Figura 51.

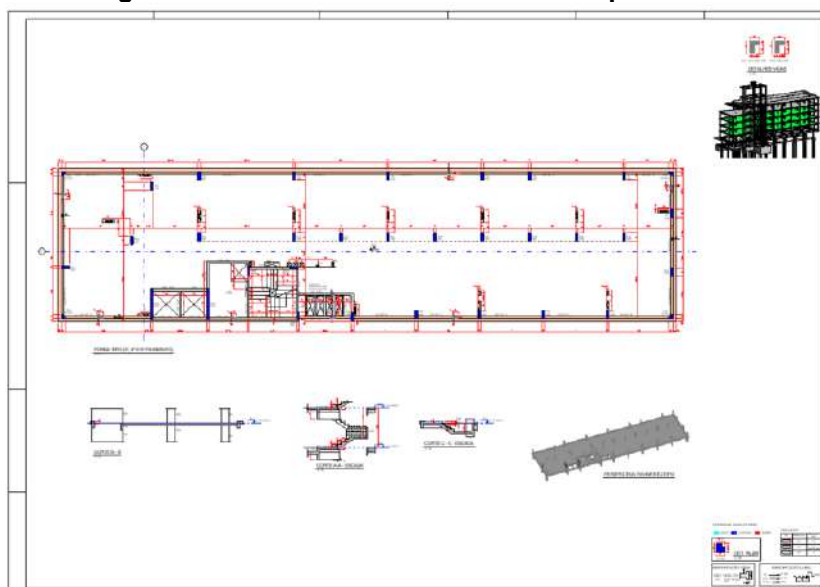
Dentre os ajustes realizados, destacam-se a reorganização e redistribuição dos elementos gráficos na prancha, refinamento das cotas e anotações, inserção de detalhes, cortes e perspectivas, além da inclusão de legendas e simbologias, buscando maior clareza visual, melhor aproveitamento do espaço disponível e interpretação do projeto estrutural.

**Figura 50 – Vista da planta de forma final do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 51 – Prancha de forma final do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

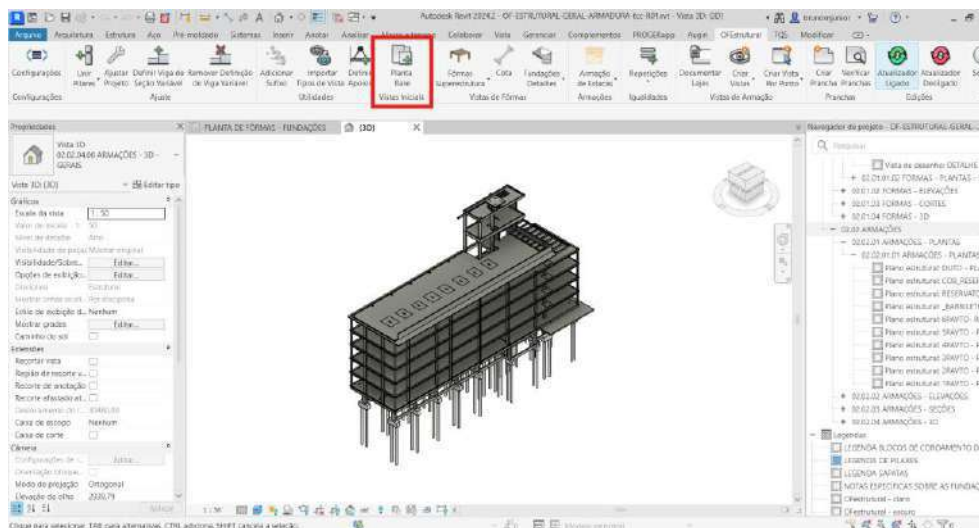
As demais formas estruturais elaboradas no desenvolvimento deste trabalho foram inseridas no Apêndice B, com o objetivo de complementar os resultados apresentados e evitar a repetição excessiva de pranchas ao longo do texto.

#### 4.2.3 Vistas de detalhamento dos elementos estruturais

Iniciando o fluxo de trabalho de detalhamento do modelo BIM, após a execução do comando AJUSTAR PROJETO, procedeu-se à criação das plantas base para os detalhamentos estruturais através do comando PLANTA BASE, como mostra a Figura 52. Essas plantas atuam como um sistema de organização das vistas utilizadas no projeto, auxiliando no gerenciamento das seções, elevações e demais elementos necessários ao detalhamento das armaduras.

Apesar de não serem consideradas pranchas finais de entrega, as plantas base desempenham importante função no gerenciamento do modelo, permitindo a aplicação de comandos e definições essenciais para o desenvolvimento das etapas subsequentes do detalhamento estrutural.

**Figura 52 – Comando planta base.**



Fonte: Autor (2026).

A partir da execução do comando, abriu-se uma janela de diálogo onde foi selecionado o pavimento junto com as peças estruturais desejadas para prosseguir com o processo de detalhamento dos blocos, pilares, vigas e lajes, conforme a Figura 53.

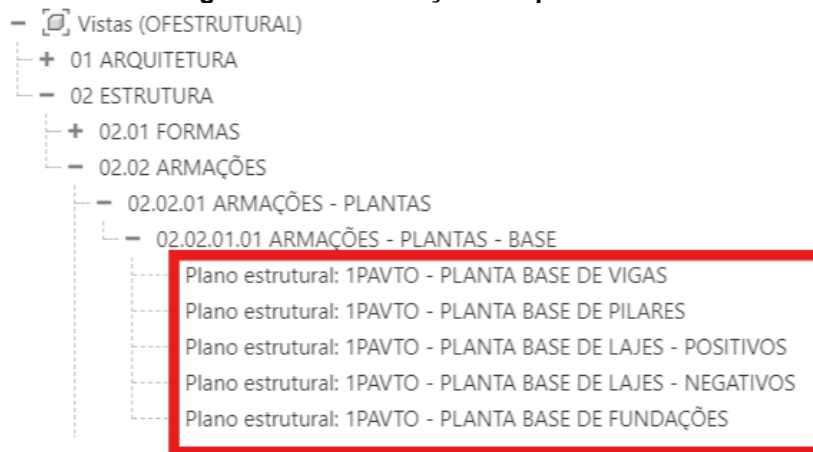
**Figura 53 – Criação das plantas bases.**

| Name             | Estacas                             | Fundações                           | Pilares                             | Vigas                               | Lajes +                             | Lajes -                             |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| CAIXAO           | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| _POCO            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 1PAVTO           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2PAVTO           | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 3PAVTO           | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 4PAVTO           | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 5PAVTO           | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| 6PAVTO- ROOFTOP  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| _Barilete        | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| CASA DE MÁQUINAS | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| RESERVATORIO     | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| COB_RESERVATORIO | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| DUTO             | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

Fonte: Autor (2026).

Após o carregamento, as plantas bases foram geradas, nomeadas e organizadas automaticamente no Navegador de projeto do Revit, localizadas em ESTRUTURA – ARMAÇÕES – ARMAÇÕES PLANTAS – ARMAÇÕES PLANTAS BASE, conforme a Figura 54.

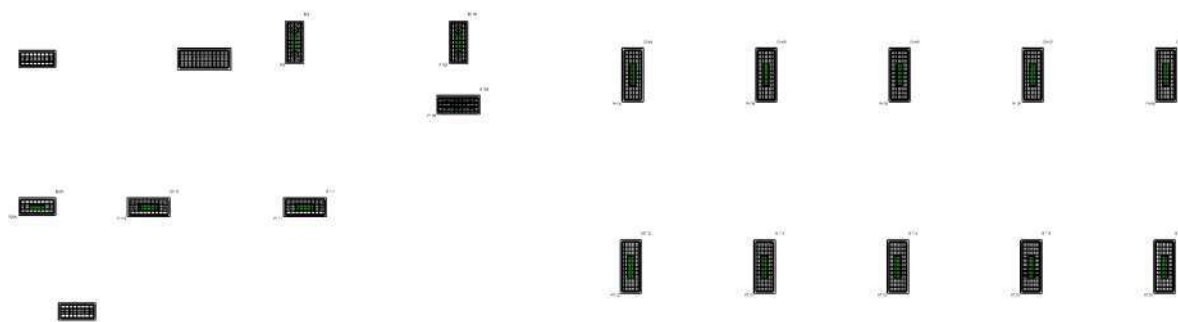
**Figura 54 – Localização das plantas base.**



Fonte: Autor (2026).

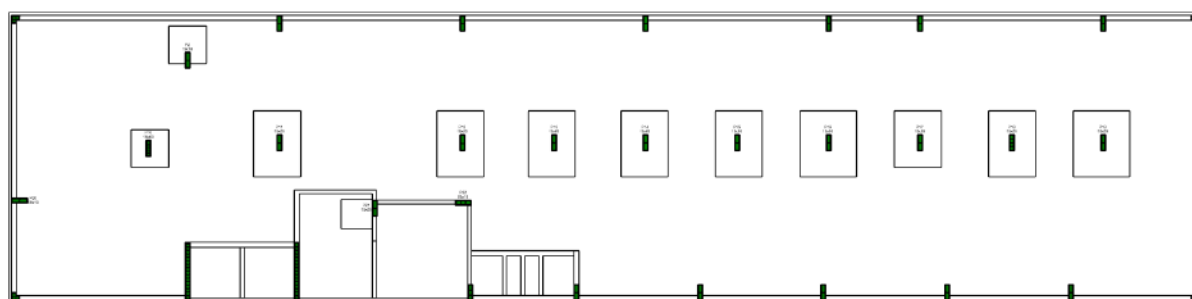
A Figura 55, Figura 56, Figura 57 e Figura 58 ilustram as plantas base dos blocos, pilares, vigas e lajes desenvolvida pelo OFESTRUTURAL, apresentando os elementos estruturais juntamente com suas respectivas armaduras.

**Figura 55 – Planta base blocos.**



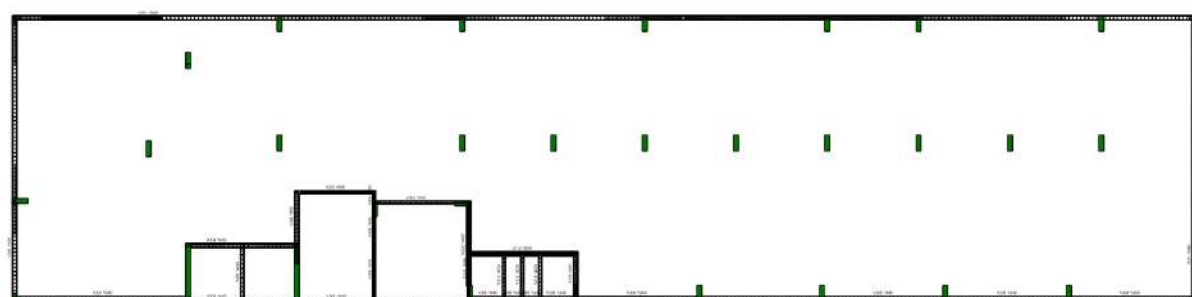
Fonte: Autor (2026).

**Figura 56 – Planta base pilares.**



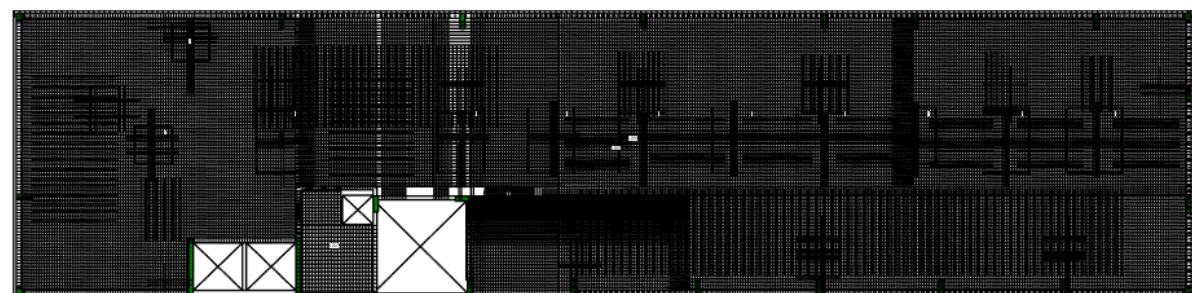
Fonte: Autor (2026).

**Figura 57 – Planta base vigas.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 58 – Planta base lajes.**

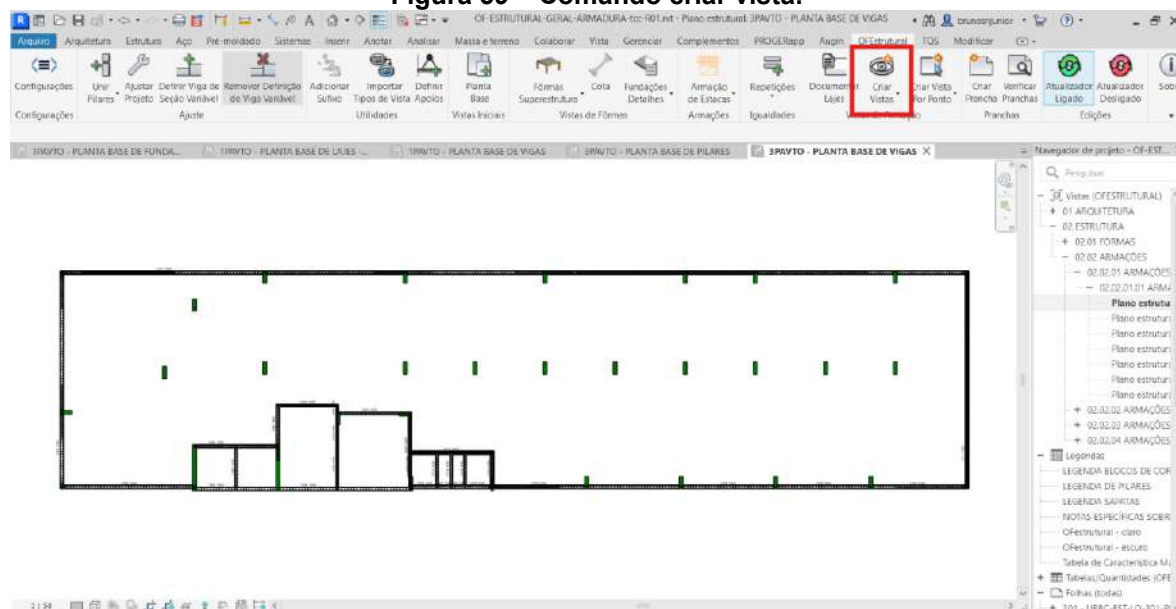


Fonte: Autor (2026).

O processo desenvolvido até a criação das plantas base ocorreu de maneira equivalente para os diferentes elementos estruturais do modelo, abrangendo blocos, pilares, vigas e lajes. Após essa etapa, o fluxo de trabalho foi segmentado em dois processos distintos, a primeira voltada à criação das vistas de detalhamento e pranchas de blocos, pilares e vigas, e a segunda destinada ao detalhamento e criação das pranchas das lajes.

Com as plantas bases já criadas, utilizou-se o comando CRIAR VISTAS, responsável pela criação automática das vistas de detalhamento nos elementos estruturais, conforme ilustrado na Figura 59.

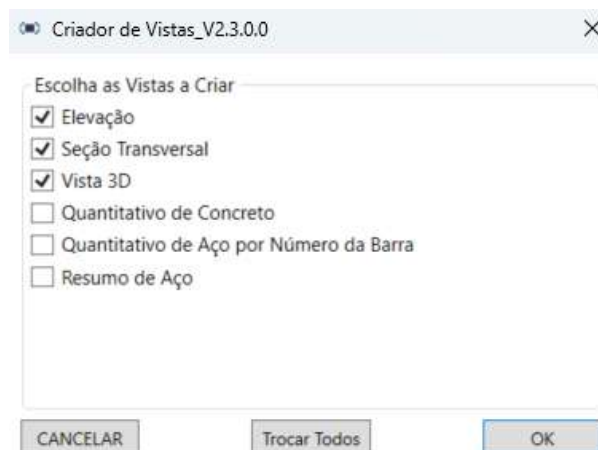
**Figura 59 – Comando criar vista.**



Fonte: Autor (2026).

Utilizando a planta base de vigas como referência e com o comando ativado, realizou-se a seleção dos elementos estruturais desejados para a criação das vistas de detalhamento. Após a conclusão da seleção e o encerramento do comando por meio da tecla ESC, foi aberta uma janela de diálogo contendo os parâmetros e as vistas a serem geradas, como mostra a Figura 60. Considerando que essa etapa tinha como finalidade apenas a criação das vistas de detalhamento, foram mantidas somente as configurações necessárias para o prosseguimento do fluxo de trabalho.

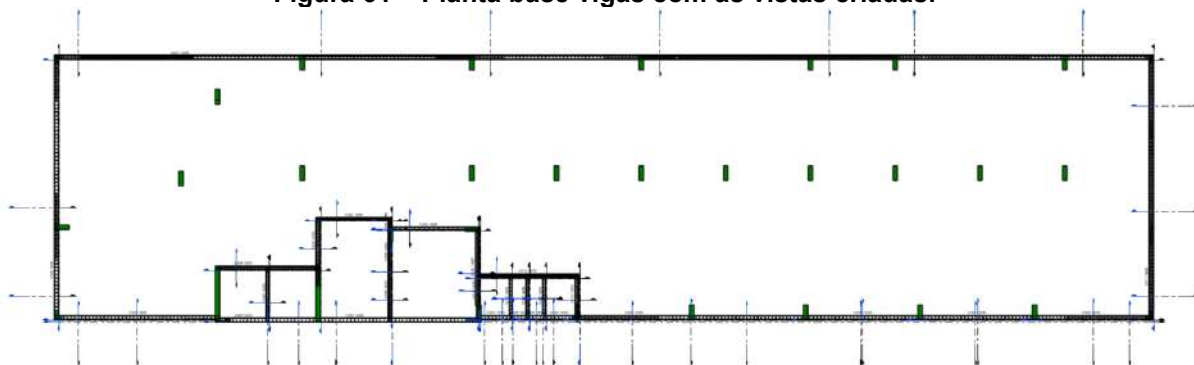
**Figura 60 – Criação das vistas.**



Fonte: Autor (2026).

A Figura 61 ilustra a planta base das vigas após a criação automática das vistas de detalhamento no OFESTRUTURAL. Nela, encontram-se representados os elementos estruturais e as marcações das vistas geradas, como cortes e elevações, que serão posteriormente utilizadas na composição das pranchas do projeto estrutural. Lembrando que ocorreu o mesmo processo para as plantas base de blocos e pilares.

**Figura 61 – Planta base vigas com as vistas criadas.**

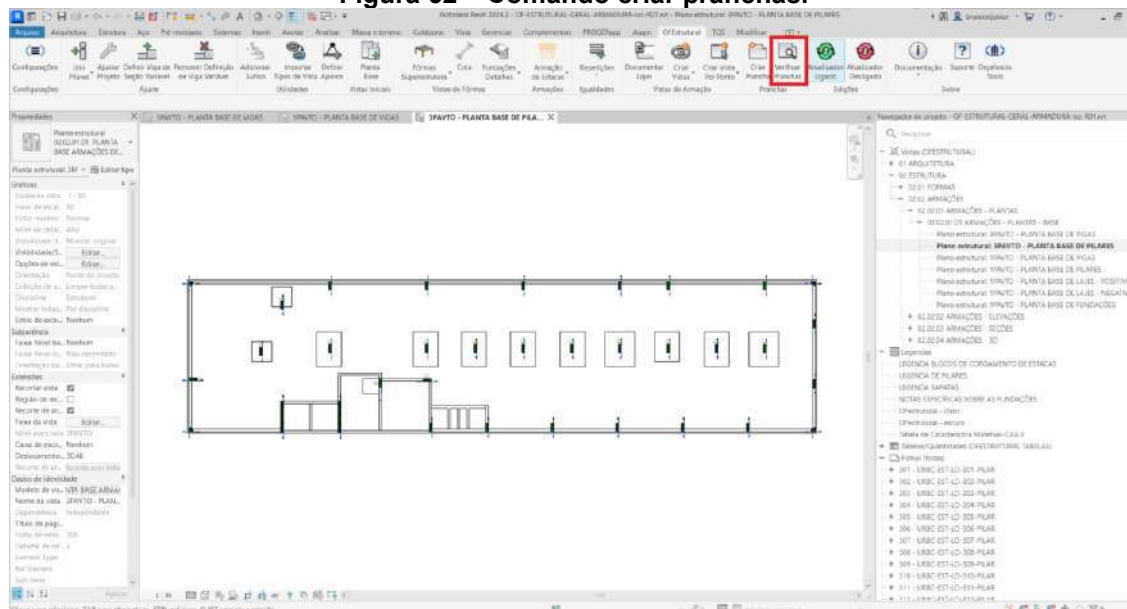


Fonte: Autor (2026).

Seguindo com o fluxo de trabalho, após a geração das vistas de detalhamento dos blocos, pilares e vigas, iniciou-se a etapa de criação das pranchas de armações por meio do comando CRIAR PRANCHAS, conforme ilustrado na Figura 62. Essa etapa teve como finalidade automatizar a organização das vistas previamente geradas, reunindo em uma única prancha os detalhamentos, cortes,

elevações, tabelas e demais informações necessárias para a documentação estrutural do projeto, sendo utilizado o detalhamento dos pilares como exemplo.

**Figura 62 – Comando criar pranchas.**



Fonte: Autor (2026).

A partir da execução do comando, foi aberta uma janela de diálogo contendo os parâmetros de configuração das pranchas, permitindo definir critérios relacionados à organização das vistas, modelos de prancha e elementos complementares do detalhamento, conforme apresentado na Figura 63. Então, deve-se seguir os seguintes passos:

- 1) Selecione a aba ARMAÇÃO;
- 2) Defina a categoria e nível desejado;
- 3) Selecione as peças estruturais desejadas;
- 4) Marque REMOVER VISTAS DE OUTRAS PRANCHAS e ADICIONAR VISTAS 3D
- 5) Marque CRIAR QUANTAS PRANCHAS FOREM NECESSÁRIAS;
- 6) Escolha a família das folhas;
- 7) Digite o número da prancha e o nome da folha;
- 8) Clique no botão executar;

**Figura 63 – Criação automática das pranchas de detalhamento dos pilares do 3º pavimento.**

**Armação** **Fôrmas**

Categoria: PILARES

Nível: 3PAVTO

Elementos

|                                     | Nome | Número da Folha |
|-------------------------------------|------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | P23  | <Nenhum>        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | P24  | <Nenhum>        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | P25  | <Nenhum>        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | P26  | <Nenhum>        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | P27  | <Nenhum>        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | P28  | <Nenhum>        |

**ATENÇÃO: AS TABELAS CRIADAS PELO PLUGIN EM PRANCHAS NÃO SÃO ATUALIZADAS AUTOMATICAMENTE. CASO PRECISE ATUALIZAR AS MESMAS, USE O COMANDO VERIFICAR PRANCHAS.**

☒ Remover Vistas de Outras Pranchas

☒ Adicionar Vistas 3D

Escolha o que fazer:

☐ Adicionar Vistas ao ponto selecionado  
☐ Adicionar Tabelas ao ponto selecionado  
☐ Criar nova prancha para elementos selecionados  
☒ Criar quantas pranchas forem necessárias

☒ Adicionar Tabelas de Pranchas

Familia: OFESTRUTURAL FOLHAS SEM CARIMBO ABNT: A0

Número: P001

Nome: PILARES 3º PAVIMENTO - ARMAÇÕES

Executar

Fonte: Autor (2026).

Após o processamento do comando, as pranchas foram automaticamente nomeadas e organizadas no Navegador de Projeto do Revit, na seção correspondente às folhas do projeto, conforme ilustrado na Figura 64.

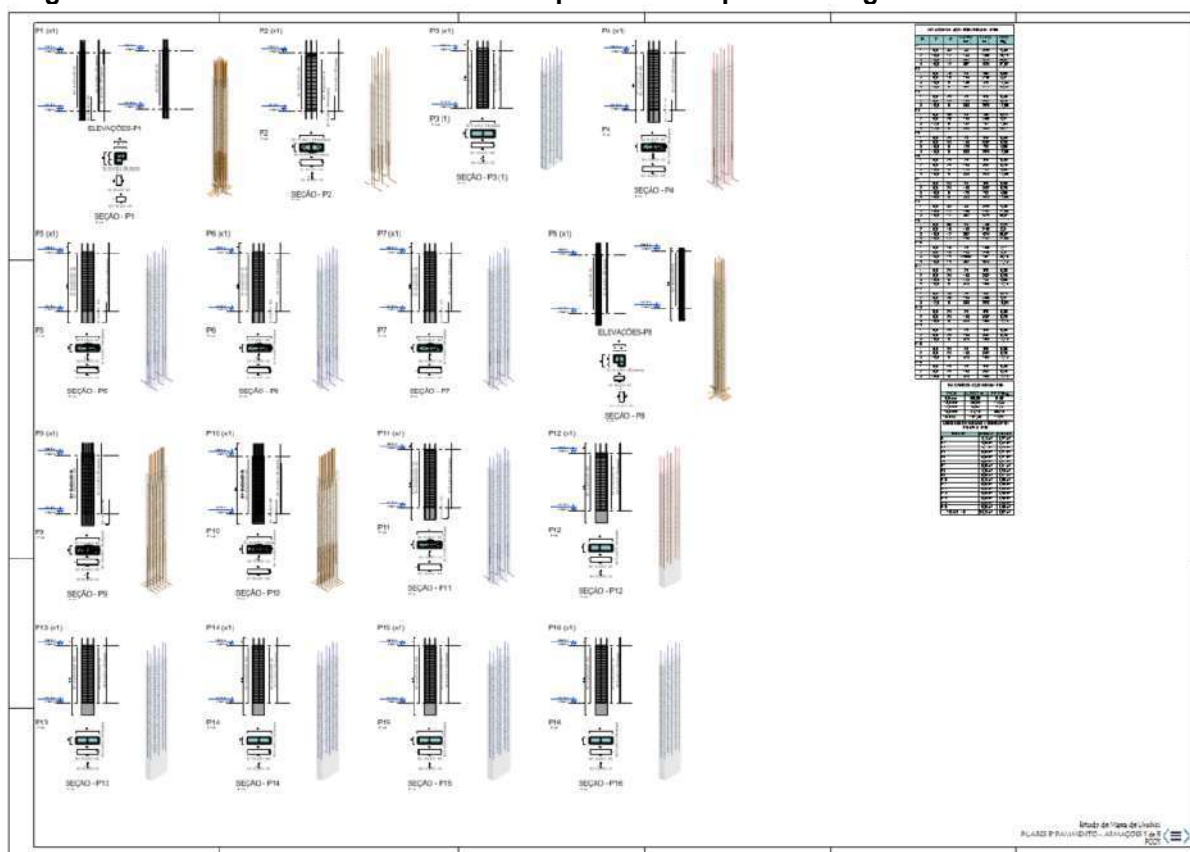
**Figura 64 – Localização das pranchas de detalhamento dos pilares do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

A Figura 65 representa um exemplo das pranchas de armações geradas para os elementos estruturais do modelo, evidenciando a disposição automática das vistas de detalhamento, identificação dos elementos, quantitativos e tabelas de armaduras.

**Figura 65 – Prancha de detalhamento dos pilares do 3º pavimento gerada automaticamente.**



Fonte: Autor (2026).

Apesar da automatização proporcionada pelo OFESTRUTURAL na geração das pranchas de armações, foram realizados pequenos ajustes e refinamentos posteriores em alguns elementos estruturais, com o objetivo de adequar os detalhamentos ao padrão adotado e garantir maior compatibilidade com as formas estruturais previamente desenvolvidas. Ressalta-se que o mesmo procedimento descrito para os pilares também foi aplicado aos blocos e as vigas, uma vez que esses elementos seguiram a mesma lógica de fluxo de trabalho. As pranchas de detalhamento dos blocos, pilares e vigas encontram-se apresentadas no Apêndice C, com o objetivo de complementar os resultados apresentados e evitar a repetição excessiva de pranchas ao longo do texto.

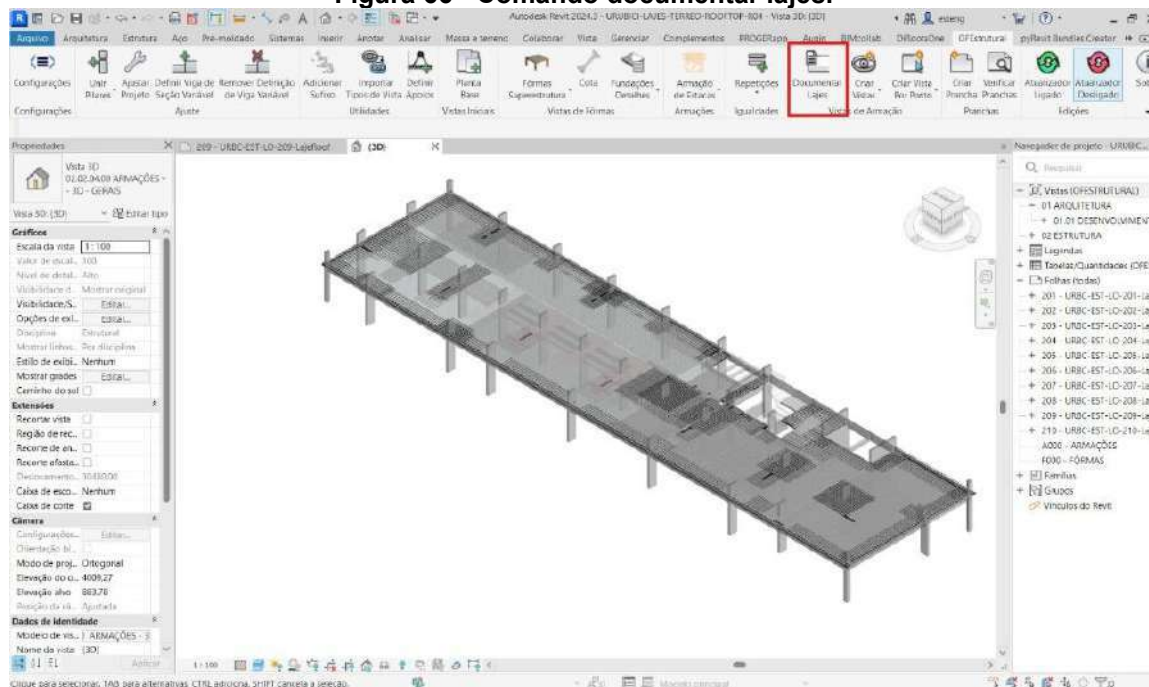
Dentre os ajustes realizados nesta etapa, destacam-se refinamentos nos detalhamentos devido às limitações do software TQS na modelagem de alguns elementos estruturais. Dessa forma, foram realizados ajustes diretamente no Revit, buscando compatibilizar os detalhamentos gerados com as formas estruturais

previamente desenvolvidas, além de adequações manuais nas armaduras conforme critérios e preferências adotados pelo projetista estrutural.

Com a conclusão da geração das vistas de detalhamento e das pranchas de blocos, pilares e vigas, encerrou-se a primeira etapa da segmentação do fluxo de trabalho referente ao detalhamento das armaduras. A partir desse ponto, iniciou-se a segunda etapa do processo, destinada ao detalhamento das lajes no ambiente BIM.

Diferentemente dos demais elementos estruturais, o detalhamento das lajes foi realizado por meio do comando DOCUMENTAR LAJES, ferramenta responsável por preparar as vistas das plantas de detalhamento para a documentação das armaduras das lajes, conforme ilustrado na Figura 66.

**Figura 66 - Comando documentar lajes.**



Fonte: Autor (2026).

Após a execução do comando, foi exibida uma janela de diálogo contendo os parâmetros necessários para a configuração do detalhamento, conforme ilustrado na Figura 67 e Figura 68. Na primeira aba definiu-se o pavimento a ser detalhado, sendo utilizado o 3º pavimento como exemplo. Já na segunda aba, estabeleceu-se os tipos de vistas que seriam gerados automaticamente pelo OFESTRUTURAL, incluindo tabelas de quantitativos de aço, concreto, formas e escala desejada.

**Figura 67 - Seleção do pavimento através do comando documentar laje**



Fonte: Autor (2026).

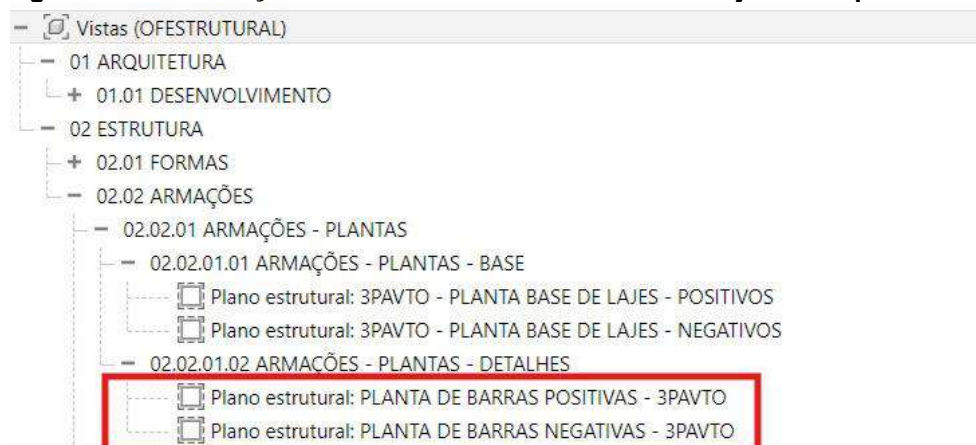
**Figura 68 - Seleção do tipo de vista através do comando documentar laje.**



Fonte: Autor (2026).

Após o carregamento, as vistas foram geradas, nomeadas e organizadas automaticamente no Navegador de projeto do Revit, localizadas em ESTRUTURA – ARMAÇÕES – ARMAÇÕES PLANTAS – ARMAÇÕES PLANTAS DETALHES, conforme a Figura 69.

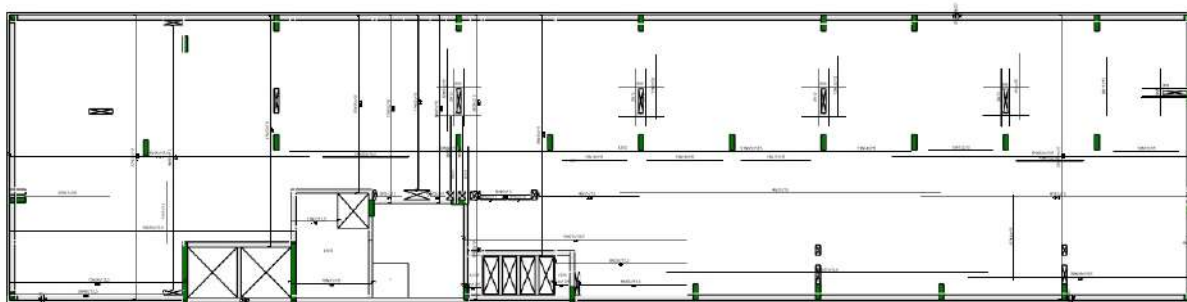
**Figura 69 - Localização das vistas de detalhamento das lajes do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

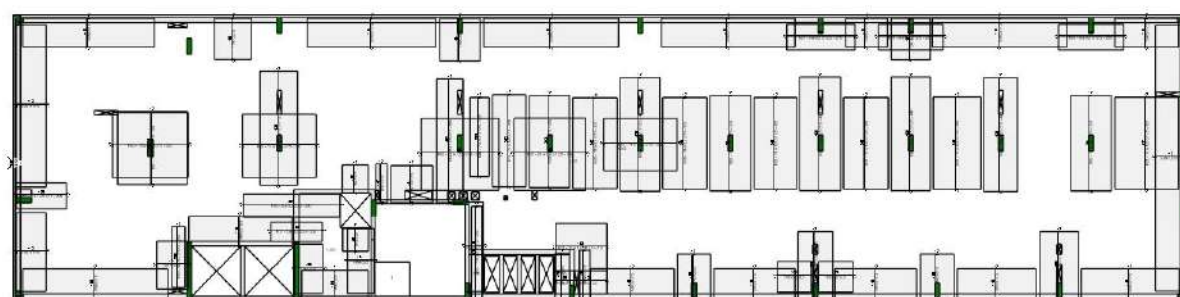
A Figura 70 e Figura 71 representam as vistas das armaduras positivas e negativas da laje do 3º pavimento.

**Figura 70 - Vista da planta de armadura positivas da laje do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 71 - Vista da planta de armaduras negativas da laje do 3º pavimento**



Fonte: Autor (2026).

Posteriormente, procedeu-se à geração das pranchas das lajes através do comando CRIAR PRANCHAS, nas quais as vistas criadas foram organizadas

automaticamente pelo OFESTRUTURAL, reunindo os detalhamentos necessários para a composição da documentação final do projeto estrutural.

A partir da execução do comando, foi aberta uma janela de diálogo contendo os parâmetros de configuração das pranchas, permitindo definir critérios relacionados à organização das vistas, modelos de prancha e elementos complementares do detalhamento, conforme apresentado na Figura 72, então deve-se seguir os seguintes passos:

- 1) Selecione a aba ARMAÇÃO;
- 2) Defina a categoria e o nível desejado;
- 3) Clique nos itens INF e SUP na seção elementos
- 4) Marque REMOVER VISTAS DE OUTRAS PRANCHAS;
- 5) Marque CRIAR QUANTAS PRANCHAS FOREM NECESSÁRIAS;
- 6) Escolha a família das folhas;
- 7) Digite o número da prancha e o nome da folha;
- 8) Clique no botão executar;

**Figura 72 – Criação das pranchas de detalhamento das lajes do 3º pavimento.**

Armação

Categoria: Lajes

Nível: 3º PAVTO

Elementos

| Inf                                 | Sup                                 | Nome     | Número da Folha |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 3º PAVTO | L001 (1)        |

**ATENÇÃO: AS TABELAS CRIADAS PELO PLUGIN EM PRANCHAS NÃO SÃO ATUALIZADAS AUTOMATICAMENTE. CASO PRECISE ATUALIZAR AS MESMAS, USE O COMANDO VERIFICAR PRANCHAS.**

☒ Remover Vistas de Outras Pranchas

Escolha o que fazer:

☐ Adicionar Vistas ao ponto selecionado

☐ Adicionar Tabelas ao ponto selecionado

☐ Criar nova prancha para elementos selecionados

☒ Criar quantas pranchas forem necessárias

☒ Adicionar Tabelas de Pranchas

Família: OFESTRUTURAL FOLHAS SEM CARIMBO ABNT: A0

Número: L001

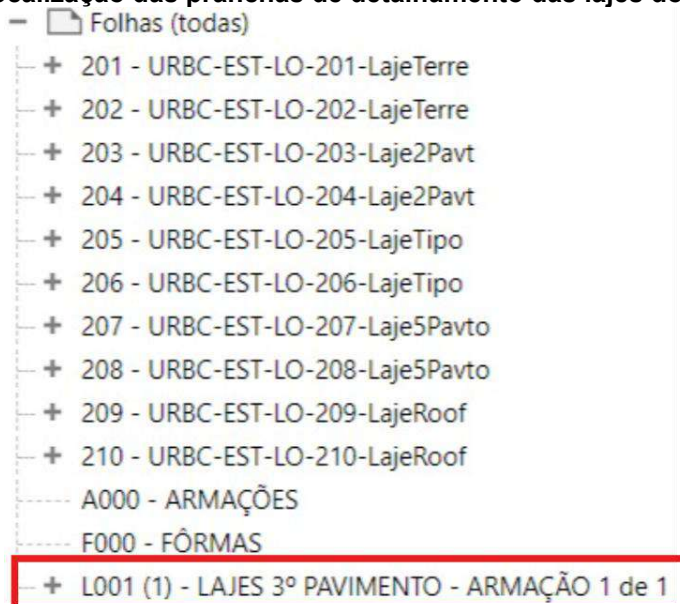
Nome: LAJES 3º PAVIMENTO - ARMAÇÃO

Executar

Fonte: Autor (2026).

Após o processamento do comando, as pranchas foram automaticamente nomeadas e organizadas no Navegador de Projeto do Revit, na seção correspondente às folhas do projeto, conforme ilustrado na Figura 73.

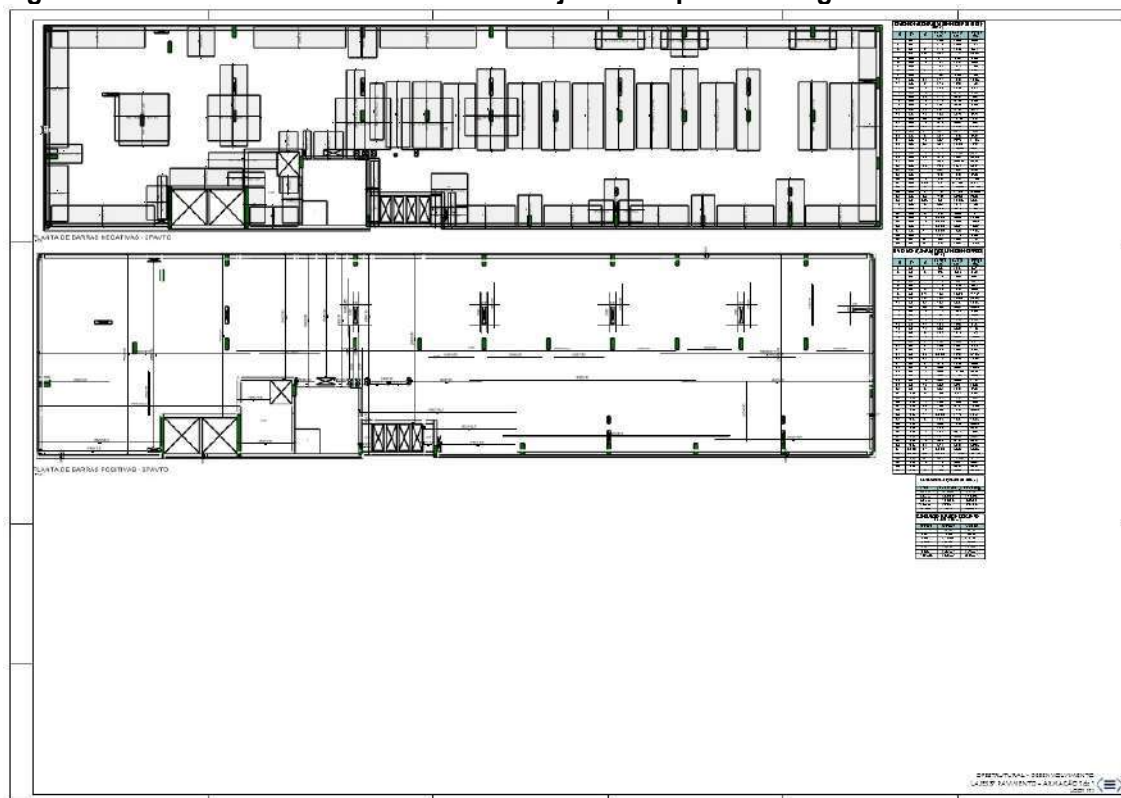
**Figura 73 - Localização das pranchas de detalhamento das lajes do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

A Figura 74 representa um exemplo das pranchas de detalhamento das lajes geradas automaticamente, evidenciando a disposição automática das vistas, detalhamento das armaduras e tabelas de quantitativos.

**Figura 74 – Prancha de detalhamento das lajes do 3º pavimento gerada automaticamente.**

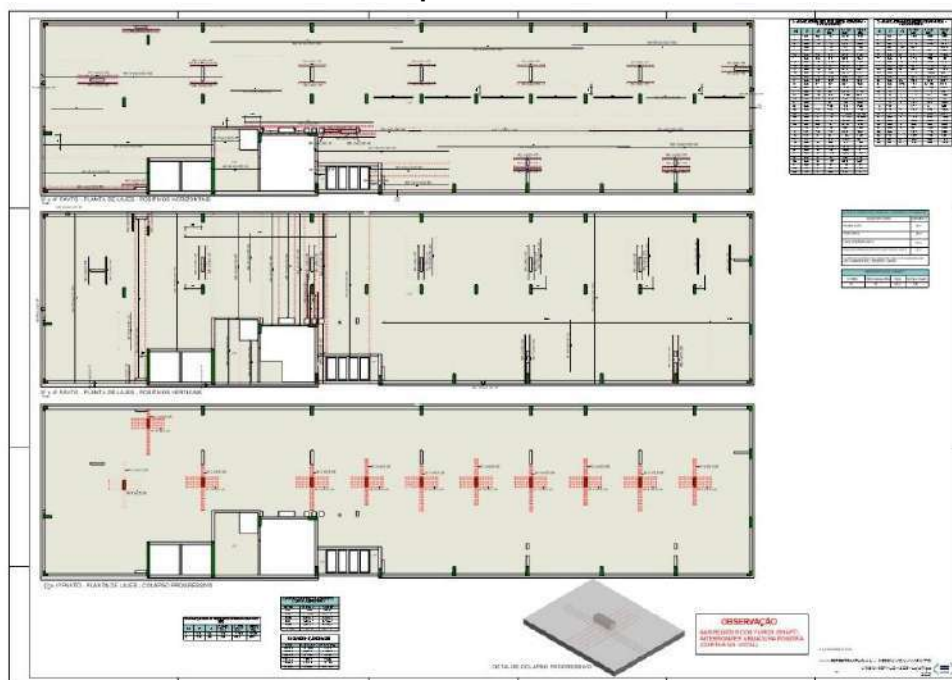


Fonte: Autor (2026).

Apesar da automatização proporcionada pelo plugin, também foram realizados pequenos ajustes e refinamentos posteriores nas pranchas de detalhamentos das lajes, com o objetivo de melhorar a organização gráfica das informações e adequar a documentação ao padrão adotado no desenvolvimento deste trabalho, como mostra a Figura 75 e Figura 76. Com a finalidade de complementar os resultados obtidos e evitar a repetição excessiva de figuras ao longo do texto, as pranchas completas referentes ao detalhamento das lajes encontram-se apresentadas no Apêndice C.

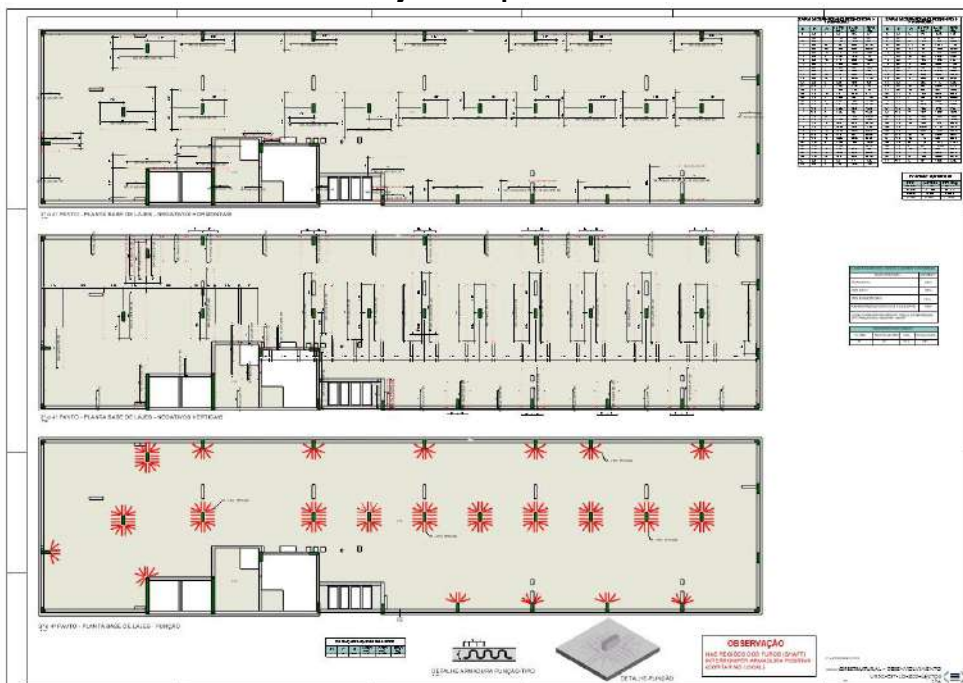
Dentre os ajustes realizados, destacam-se a separação das armaduras positivas e negativas nas direções verticais e horizontais, inserção de detalhes complementares, pranchas de punção e colapso progressivo, além de refinamentos voltados à melhoria da apresentação gráfica. Esses ajustes tiveram como objetivo reduzir a poluição visual e proporcionar uma melhor interpretação das informações nas pranchas.

**Figura 75 - Prancha final de detalhamento das armaduras positivas e de punção da laje do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 76 - Prancha final de detalhamento das armaduras negativas e de colapso progressivo da laje do 3º pavimento.**



Fonte: Autor (2026).

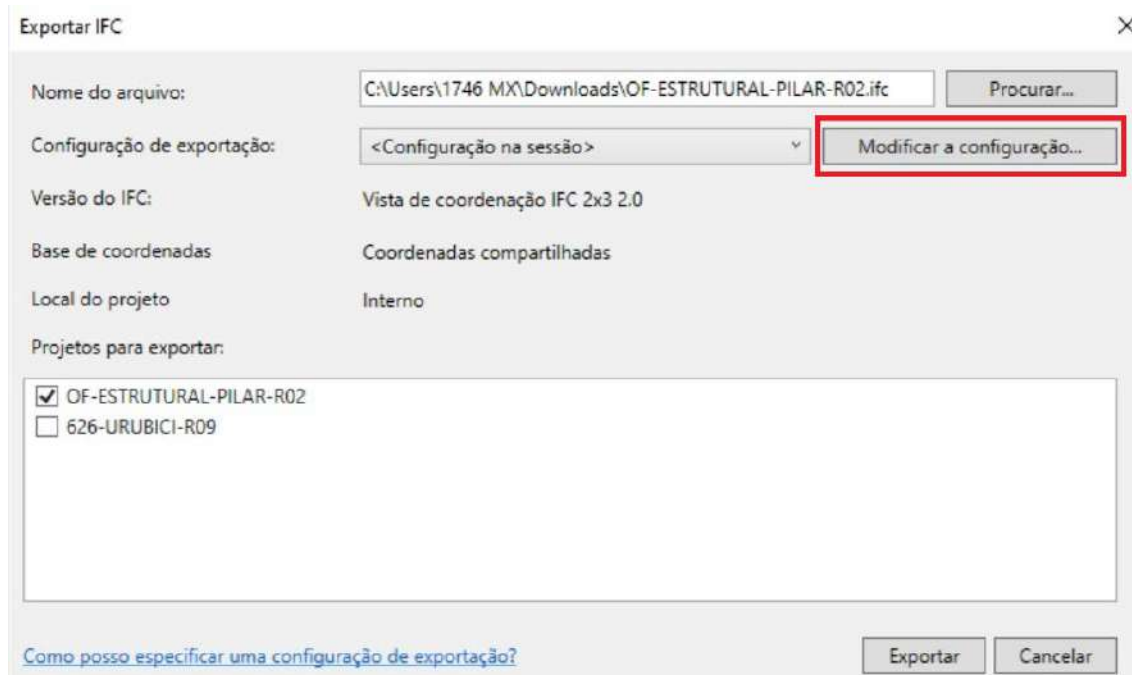
### **4.3 Etapa 3: Integração com a plataforma Augin**

A Etapa 3 deste fluxo de trabalho consiste na integração do modelo estrutural detalhado com a plataforma Augin, com o propósito de elevar o patamar de visualização e compreensão do projeto por meio da Realidade Aumentada (RA). Esta fase cumpre as diretrizes estabelecidas na metodologia, transformando o modelo tridimensional de alta fidelidade em uma ferramenta de comunicação imersiva que auxilia os diversos agentes envolvidos na execução da obra, mitigando erros de interpretação em nós estruturais complexos.

O procedimento técnico para consolidar esta integração fundamenta-se na geração de arquivos em formato IFC (Industry Foundation Classes), garantindo a interoperabilidade e a integridade das informações entre o Autodesk Revit e o ambiente de visualização externa. A partir do modelo estrutural desenvolvido, são extraídos dados específicos de elementos como blocos, pilares e vigas, permitindo que cada peça seja tratada de forma individualizada para a posterior geração de QR Codes. A seguir, detalham-se os comandos operacionais para a configuração desta exportação.

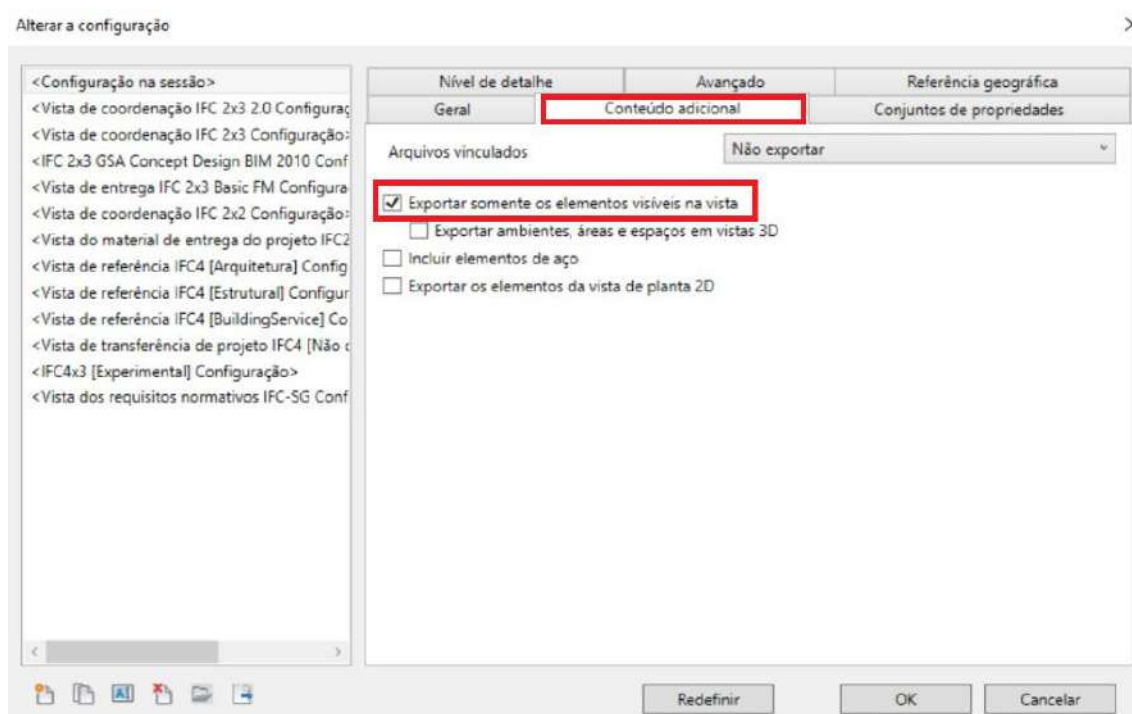
Para exportar, deve-se abrir a vista do elemento a ser exportado e em seguida direcionar-se para a guia ARQUIVO – EXPORTAR – IFC, com isso foi aberta uma janela onde deve ser feita uma alteração na configuração de exportação para exportar apenas o elemento presente na vista, através do item MODIFICAR A CONFIGURAÇÃO – CONTEUDO ADICIONAL – EXPORTAR SOMENTE OS ELEMENTOS VISÍVEIS NA VISTA, conforme a Figura 77 e Figura 78.

**Figura 77 – Comando para exportação de IFC.**



Fonte: Autor (2026).

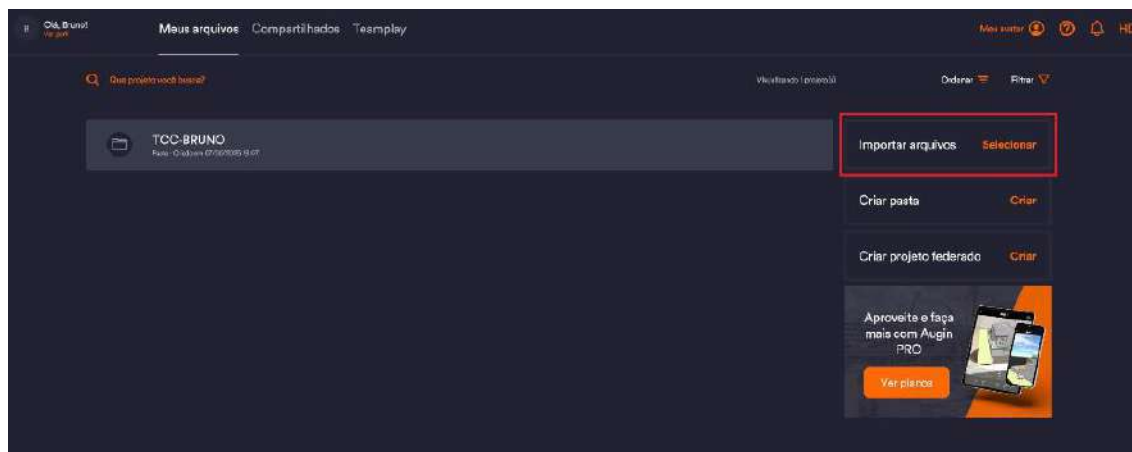
**Figura 78 – Exportação individual de IFC.**



Fonte: Autor (2026).

Posteriormente, esses arquivos no formato IFC foram levados para o Augin com o intuito de importá-los para dentro da plataforma utilizando o comando IMPORTAR ARQUIVOS, exibido na Figura 79.

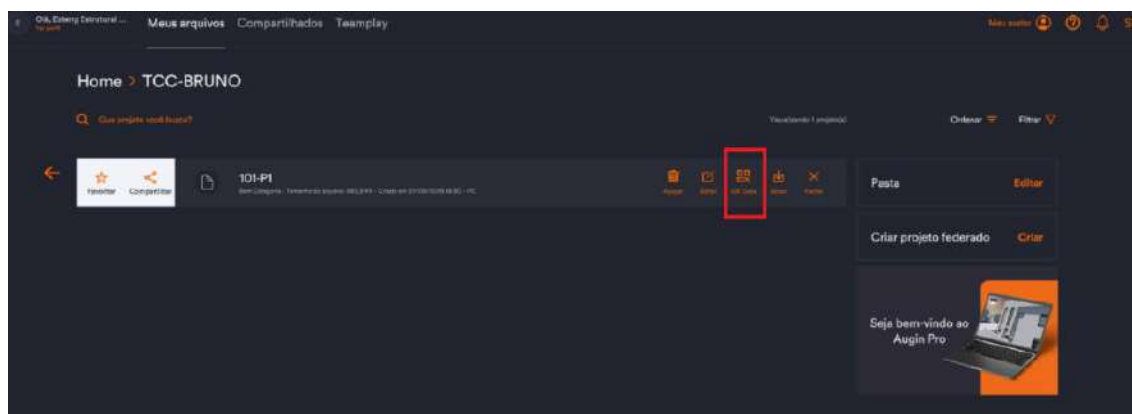
**Figura 79 – Importação do IFC na plataforma Augin.**



Fonte: Autor (2026).

Na sequência, criou-se uma pasta para inserção destes arquivos e gerou-se os QR Codes dos elementos estruturais, através do comando QR CODE, apresentado na Figura 80. Utilizou-se o pilar P1 como exemplo, porém o mesmo processo se aplica para os demais elementos.

**Figura 80 – Geração QR Code P1.**



Fonte: Autor (2026).

Esses códigos foram então vinculados às respectivas pranchas de detalhamento no Revit, possibilitando a associação direta entre a documentação técnica e o modelo tridimensional. Dessa forma, ao escanear os QR Codes por meio

de dispositivos móveis, tornou-se possível acessar o modelo 3D correspondente na plataforma Augin.

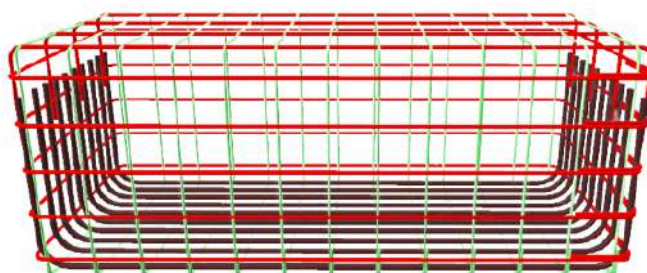
A seguir, são apresentados os Qr Codes gerados do bloco B21, do pilar P1 e da viga V309, conforme Figura 81, Figura 83 e Figura 85, junto ao IFC dos mesmos, ilustrado pela Figura 82, Figura 84 e Figura 86.

**Figura 81 – QR Code B21.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 82 – IFC B21.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 83 – QR Code P1.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 84 – IFC P1.**



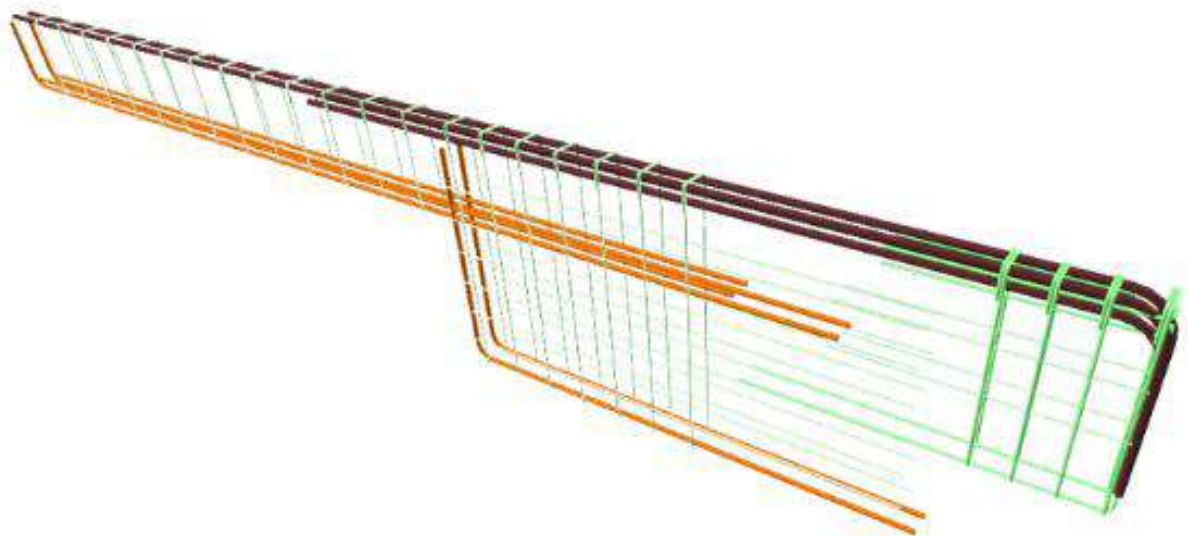
Fonte: Autor (2026).

**Figura 85 – QR Code V309.**



Fonte: Autor (2026).

**Figura 86 – IFC V309.**



Fonte: Autor (2026).

#### **4.4 Etapa 4: Geração das pranchas documentais**

A Etapa 4 representa a fase final do fluxo de trabalho e consiste na consolidação e organização de todo o acervo técnico em peças gráficas destinadas à execução da obra. Esta fase cumpre o último estágio do procedimento metodológico proposto, transformando o modelo BIM, enriquecido com detalhamentos e informações de realidade aumentada nas etapas anteriores, em documentos técnicos padronizados. O diferencial desta etapa reside na extração direta de vistas, cortes e tabelas do modelo, o que garante a precisão e a concordância total entre o que foi modelado e o que será entregue ao canteiro.

Nesta fase, o foco principal é a diagramação de um recorte do projeto executivo que engloba as pranchas essenciais de locação, formas e os detalhamentos típicos de cada elemento estrutural (blocos, pilares, vigas e lajes). A automatização permitida pelas ferramentas utilizadas reduz drasticamente o tempo de diagramação e elimina falhas comuns de preenchimento manual de carimbos e legendas. A seguir, apresenta-se a estrutura das peças documentais geradas, cujos resultados completos encontram-se detalhados nos apêndices deste trabalho.

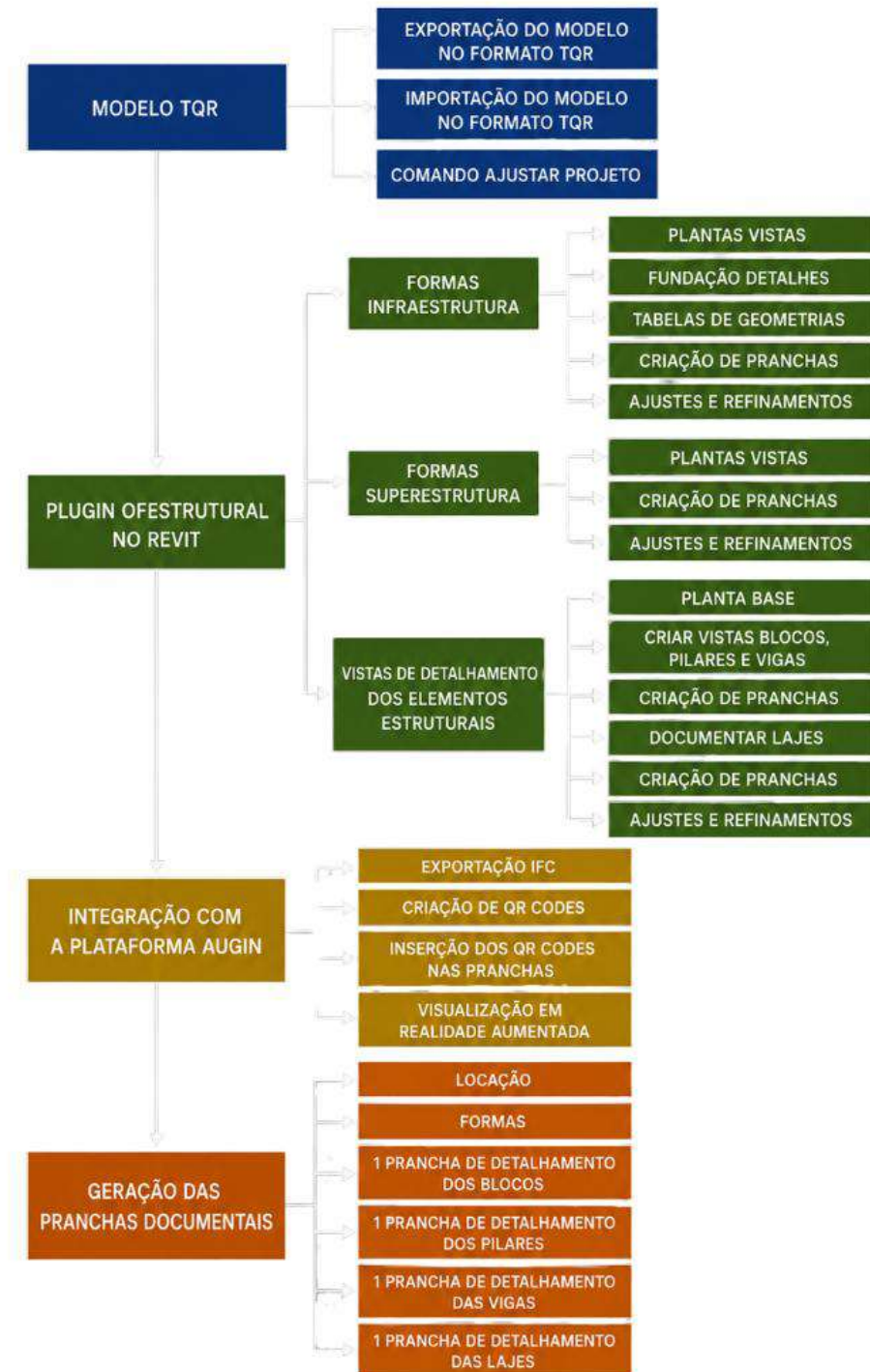
- 1) Prancha de locação da infraestrutura;
- 2) Pranchas de formas da superestrutura;

- 3) Uma prancha de detalhamento de blocos de coroamento;
- 4) Uma prancha de detalhamento de pilares;
- 5) Uma prancha de detalhamento de vigas;
- 6) Uma prancha de detalhamento de lajes;

#### **4.5 Resumo do fluxo de trabalho**

A Figura 87 sintetiza a sequência lógica e as interações tecnológicas que compõem o fluxo de trabalho desenvolvido neste estudo. O processo é estruturado em quatro macroetapas integradas que garantem a continuidade e a integridade da informação, desde o dimensionamento analítico até a documentação final e visualização imersiva.

Figura 87 - Estrutura do fluxo de trabalho.



Fonte: Autor (2026).

O fluxo inicia-se no bloco Modelo TQR, responsável por estabelecer a interoperabilidade entre o software TQS e o Autodesk Revit. Esta etapa compreende a exportação e importação do arquivo em formato TQR, finalizando com a execução do comando "Ajustar Projeto", que consolida a compatibilidade geométrica e a sincronização das propriedades dos elementos importados no ambiente BIM.

Na sequência, o Plugin OFESTRUTURAL no Revit assume a automação do detalhamento, subdividindo-se em três frentes operacionais:

**Formas da Infraestrutura:** Envolve a criação de vistas, detalhamento de fundações, extração de tabelas de geometria e a geração automatizada de pranchas, seguidas de refinamentos estéticos.

**Formas da Superestrutura:** Focada na geração de plantas de formas por pavimento e na diagramação das respectivas peças documentais.

**Vistas de Detalhamento:** Compreende a geração de plantas base para a organização do modelo e a criação sistemática das vistas de armação de blocos, pilares e vigas, somadas a rotinas específicas para a documentação automatizada de lajes. O processo culmina na diagramação automática das pranchas de detalhamento e na realização de ajustes e refinamentos estéticos finais, garantindo a precisão e a padronização técnica da documentação estrutural.

A terceira fase consiste na Integração com a Plataforma Augin, que transforma o modelo técnico em uma ferramenta de comunicação visual. Através da exportação IFC e da geração de QR Codes vinculados às pranchas, viabiliza-se a visualização dos elementos estruturais e suas armaduras em Realidade Aumentada diretamente no canteiro de obras.

Por fim, a Geração das Pranchas Documentais consolida o acervo técnico final, englobando as plantas de locação, formas e as pranchas de detalhamento de cada tipologia de elemento (blocos, pilares, vigas e lajes). Este fluxo integrado demonstra como a centralização de dados e a automação de rotinas mitigam erros de transposição e elevam a precisão e a qualidade da documentação do projeto estrutural.

## 5 CONCLUSÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso atingiu o objetivo proposto ao desenvolver e aplicar, por meio de um estudo de caso, um fluxo de trabalho integrado entre diferentes softwares em ambiente BIM, permitindo a interoperabilidade das informações, a automação no desenvolvimento e documentação dos desenhos executivos e a ampliação das possibilidades de visualização dos elementos estruturais.

Um dos principais desafios mapeados na literatura técnica do setor é a interoperabilidade. Neste trabalho, a transferência de dados do modelo analítico e de cálculo gerado no software TQS para o ambiente de modelagem Autodesk Revit, viabilizada pelo arquivo no formato TQR, mostrou-se íntegra e robusta. A geometria dos elementos estruturais (infraestrutura e superestrutura) foi preservada sem a ocorrência de perdas informacionais severas ou corrupção de dados, validando a eficácia dessa integração para o desenvolvimento das atividades subsequentes.

A integração do plugin OFESTRUTURAL ao fluxo de trabalho promoveu uma expressiva automatização nas etapas de desenho e documentação. A ferramenta otimizou o desenvolvimento tanto da infraestrutura quanto da superestrutura, gerando vistas e diagramando pranchas de maneira integrada ao modelo paramétrico. Esse processo mitigou erros de transposição geométrica comuns em plataformas CAD, restringindo a atuação do projetista a refinamentos estéticos pontuais para adequar o material final aos padrões habituais de representação.

As vistas de detalhamento tridimensional das armaduras no Revit representaram um pleno aproveitamento do potencial do modelo BIM, no qual a modelagem das barras de aço conferiu total precisão espacial e quantitativa ao projeto. Esse processo permitiu antecipar a identificação de interferências físicas entre as armaduras de elementos concorrentes, como nos encontros entre vigas e pilares, mitigando imprecisões que, no método convencional, seriam transferidas para o canteiro de obras. Somado a isso, a extração de tabelas de quantitativos passou a ser realizada de forma direta e automatizada, exibindo valores estritamente fiéis ao que foi modelado, eliminando a possibilidade de erro humano, visto que qualquer alteração

reflete instantaneamente no resumo de aço, formas ou concreto. Adicionalmente, o fluxo de trabalho proporcionou uma qualidade significativamente superior na apresentação visual dos detalhamentos, uma vez que a representação tridimensional dos elementos facilita o entendimento do projeto e enriquece a documentação técnica destinada à etapa de execução.

Ademais, a inovação no fluxo de trabalho BIM foi consolidada com a integração do modelo à plataforma Augin. A geração de QR Codes vinculados às pranchas documentais viabilizou o acesso direto ao modelo tridimensional, possibilitando a visualização das armaduras em Realidade Aumentada. Esse recurso agregou valor à documentação ao atuar como ferramenta de suporte visual que dinamiza a leitura das pranchas de detalhamento e auxilia as equipes de campo durante a execução da obra, permitindo uma conferência precisa das armaduras diretamente no canteiro de obras, sobretudo em peças estruturais que apresentam maior densidade de aço, seções variáveis ou nós de transições mais complexos.

Por fim, o fluxo de trabalho desenvolvido para projetos estruturais responde ao problema de pesquisa ao demonstrar que a integração de softwares e plugins em ambiente BIM consolida um ganho global, manifestado principalmente na automação dos processos, na confiabilidade das informações e no padrão gráfico superior da documentação, devido à representação tridimensional das armaduras. Cabe ressaltar que ferramentas como o plugin OFESTRUTURAL encontram-se em progresso constante, com o lançamento regular de novas versões e atualizações que refinam sua eficiência. Além disso, destaca-se a oportunidade de o projetista elaborar e amadurecer o seu próprio template padrão, permitindo que, a longo prazo, os processos automatizados gerem entregáveis cada vez mais alinhados às preferências e necessidades de cada escritório. A metodologia proposta neste trabalho provou-se uma solução perfeitamente compatível com as demandas contemporâneas da Indústria da Construção Civil e com as diretrizes de disseminação do BIM no cenário nacional.

## **6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento de pesquisas relacionadas aos desafios da interoperabilidade entre TQS e Revit, especialmente quanto às limitações do processo de exportação e importação do modelo no formato TQR, bem como às restrições operacionais e de compatibilidade dos plugins utilizados.

Sugere-se também o desenvolvimento de estudos voltados à ampliação do uso da realidade aumentada aplicada aos modelos estruturais, explorando sua utilização em etapas executivas do canteiro de obras, treinamentos técnicos, compatibilização de projetos e processos de fiscalização. Nesse contexto, futuras pesquisas podem analisar a contribuição dessas tecnologias para a visualização, interpretação e comunicação das informações do modelo estrutural, além de discutir as vantagens, limitações e impactos da integração entre BIM e realidade aumentada na construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDOR, Miriam Roux A. et al. Colocando o “I” no BIM. **Arq.Urb (USJT)**, São Paulo, n. 4, p. 104-113, 2010.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; GRANT THORNTON BRASIL; SIENGE. **Maturidade BIM no Brasil**. Brasília, p. 27, 2022.

ALVES, A. M. O.; PACHECO, R. T. **Interoperabilidade entre os softwares TQS e o Revit utilizando a metodologia BIM**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1625>. Acesso em: 24 jun. 2026.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15200: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio**. Rio de Janeiro, ABNT, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636 — Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projeto arquitetônico – Parte 1: Diretrizes e terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA. **Estruturação do escritório de projetos para implantação do BIM** - Fascículos I. São Paulo: AsBEA, 2013. Disponível em: <https://www.asbea.org.br/wp-content/uploads/2022/07/BIM1.pdf>. Acesso em: 4 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Fluxo de projetos em BIM: planejamento e execução**. Fascículo II. São Paulo: AsBEA, 2015. Disponível em: <https://www.asbea.org.br/wp-content/uploads/2022/07/BIM2.pdf>. Acesso em: 4 out. 2025.

AUGIN. **Sobre nós**. [s.d.]. Disponível em: <https://augin.app/sobre-nos/>. Acesso em: 8 out. 2025.

AUTODESK. *Revit – Visão geral do produto*. [s.d.]. Disponível em: <https://www.autodesk.com/br/products/revit/overview>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BIBLUS. **As 10 dimensões do BIM**. 2025. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

BRASIL. **Decreto n.º 11.888, de 22 de janeiro de 2024**. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil – Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling – BIM BR. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 23 jan. 2024. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d11888.htm). Acesso em: 24 out. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **10 motivos para evoluir com o BIM**. 2. ed. Brasília: CBIC, 2017. Disponível em: [cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha\\_do\\_BIM\\_2016.pdf](http://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha_do_BIM_2016.pdf). Acesso em: 4 out. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Fundamentos BIM: coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, v.1, 2016. 124 p. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2017/03/volume1-fundamentos-bim.pdf>. Acesso em: 4 out. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Colaboração e integração BIM: coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, v. 3, 2016. 132 p. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2017/03/volume3-colaboracao-e-integracao-bim.pdf>. Acesso em 4 out. 2025.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco. *Entendendo BIM*. 1. ed. Curitiba, 2015.

CRASA INFRAESTRUTURA. **Entendendo a Modelagem de Informação da Construção (BIM)**. 2020. Disponível em: <https://www.crasainfra.com/post/entendendo-a-modelagem-de-informa%C3%A7%C3%A3o-da-constru%C3%A7%C3%A3o-bim>. Acesso em: 3 ago. 2026.

EASTMAN, Charles et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FARIA, João Paulo de. **BIM: benefícios da sua utilização voltada às estruturas de concreto armado**. 2023. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Caraguatatuba, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifsp.edu.br/handle/123456789/2380>. Acesso em: 24 jun. 2026.

FERNANDES, João P. M. **A metodologia Building Information Modeling aplicada ao projeto de estruturas**. 2013. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -

Universidade Minho Escola de Engenharia, Guimarães, 2013. Disponível em: <https://repositorium.uminho.pt/entities/publication/4012a81f-1819-4375-955e-e9bc3882f732>. Acesso em: 24 jun. 2026.

GRANT THORNTON; SIENGE. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. [S. l.]: Grant Thornton; Sienge, 2020. E-book. Disponível em: <https://www.sience.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-bim>. Acesso em: 08 nov. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9000: Quality management systems — Fundamentals and vocabulary**. Geneva: ISO, 2015.

JACOSKI, Cláudio Alcides. **Integração e interoperabilidade em projetos de edificações: uma implementação com IFC/XML**. 2003. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84527>. Acesso em: 24 jun. 2026.

JUSTI, Alexander Rodrigues. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: relato de uma experiência. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008. Disponível em: <https://revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50931>. Acesso em: 24 nov. 2025.

LINO, Rafael Azevedo. **Análise dos benefícios da adoção da tecnologia BIM em comparação com a tecnologia CAD através de estudo de caso em edificação residencial de pequeno porte**. 2019. 77 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/1942>. Acesso em: 24 jun. 2026.

LOPES, Patrick Deni Souza; CHEUNG, Andrés Batista. **Estudo de caso: aplicação da realidade aumentada utilizando o software Augin**. 2023. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/6480>. Acesso em: 24 jun. 2026.

MARTHA, Luiz Fernando. **Análise de estruturas: conceitos e métodos básicos**. 3. ed. Rio de Janeiro: GEN-LTC, 2022.

MÜLLER, Marina Figueiredo. **A interoperabilidade entre sistemas CAD de projeto de estruturas de concreto armado baseada em arquivos IFC**. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26849>. Acesso em: 24 jun. 2026.

NASCIMENTO, Luiz Antonio do. **Sistema de informações para a construção civil**. 2004. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13052004-140558/pt-br.html>. Acesso em: 24 jun. 2026.

ORÇAFASCIO. **Conheça as 7 dimensões do BIM e suas vantagens**. Papo de Engenheiro, 2025. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/dimensoes-do-bim>. Acesso em: 7 nov. 2025.

ORÇAFASCIO. **OFESTRUTURAL**. Disponível em: <https://ofestrutural.notion.site/>. Acesso em: 08 out. 2025.

SALDANHA, Telice Moraes. **Análise comparativa entre metodologias CAD e BIM na elaboração de projetos estruturais: desafios, benefícios e integração de processos**. 2024. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/4353>. Acesso em: 24 jun. 2026.

SIENGE. **Do 3D ao 7D – entenda todas as dimensões do BIM**. Blog Sienge, 2020. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 07 nov. 2025.

SIENGE. **Plataforma BIM: tudo sobre a grande tendência da construção**. Blog Sienge, 2024. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>. Acesso em: 08 nov. 2025.

SOUZA, João Victor Oliveira de. **O uso da metodologia BIM para modelagem de projeto estrutural em concreto armado: uma proposta de detalhamento**. 2020. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade Ari de Sá, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.faculdaDearidesa.edu.br/xmlui/handle/123456789/4>. Acesso em: 24 jun. 2026.

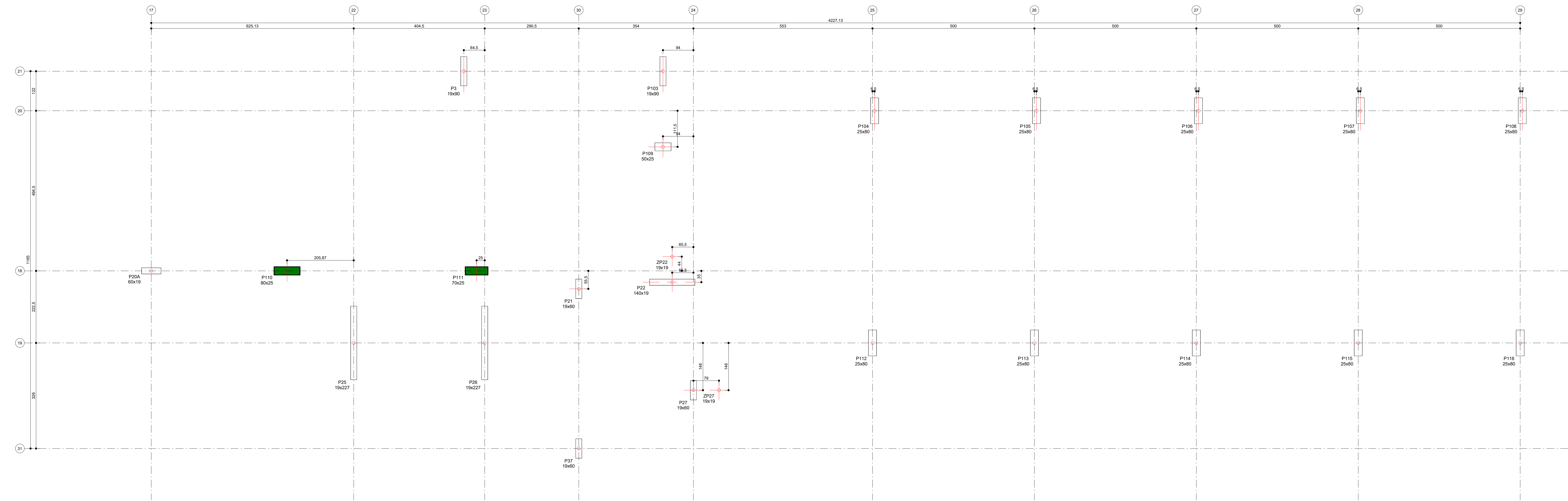
TQS. **Concreto armado**. [s.d.]. Disponível em: <https://docs.tqs.com.br/Docs/Details?id=3124&language=pt-BR>. Acesso em: 06 out. 2025.

TQS. **Plugin TQS-Revit**. [s.d.]. Disponível em: <https://docs.tqs.com.br/Docs/Details?id=3485&language=pt-BR>. Acesso em: 06 out. 2025.

TQS. **Produção de projeto estrutural no ambiente BIM: uma visão TQS**. São Paulo, 2013. Disponível em: [https://dl.tqs.com.br/files/Projeto\\_Estrutural\\_no\\_Ambiente\\_BIM\\_TQSABECE.pdf](https://dl.tqs.com.br/files/Projeto_Estrutural_no_Ambiente_BIM_TQSABECE.pdf). Acesso em: 14 nov. 2025.

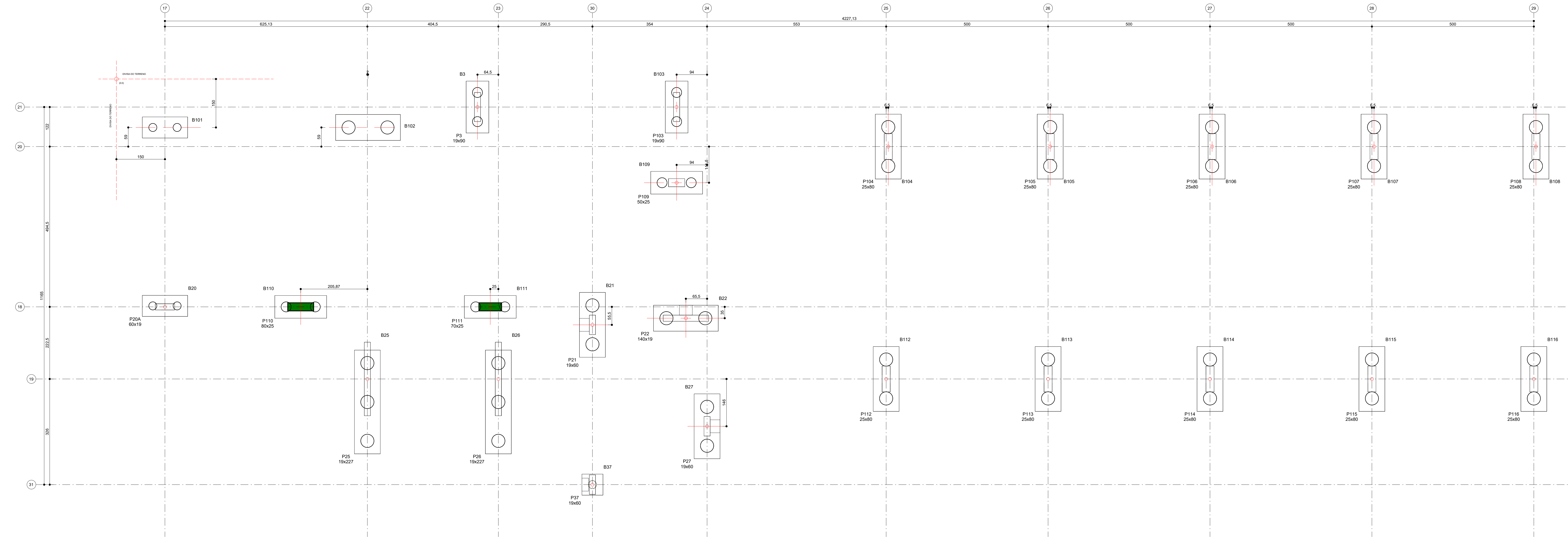
## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – LOCAÇÃO



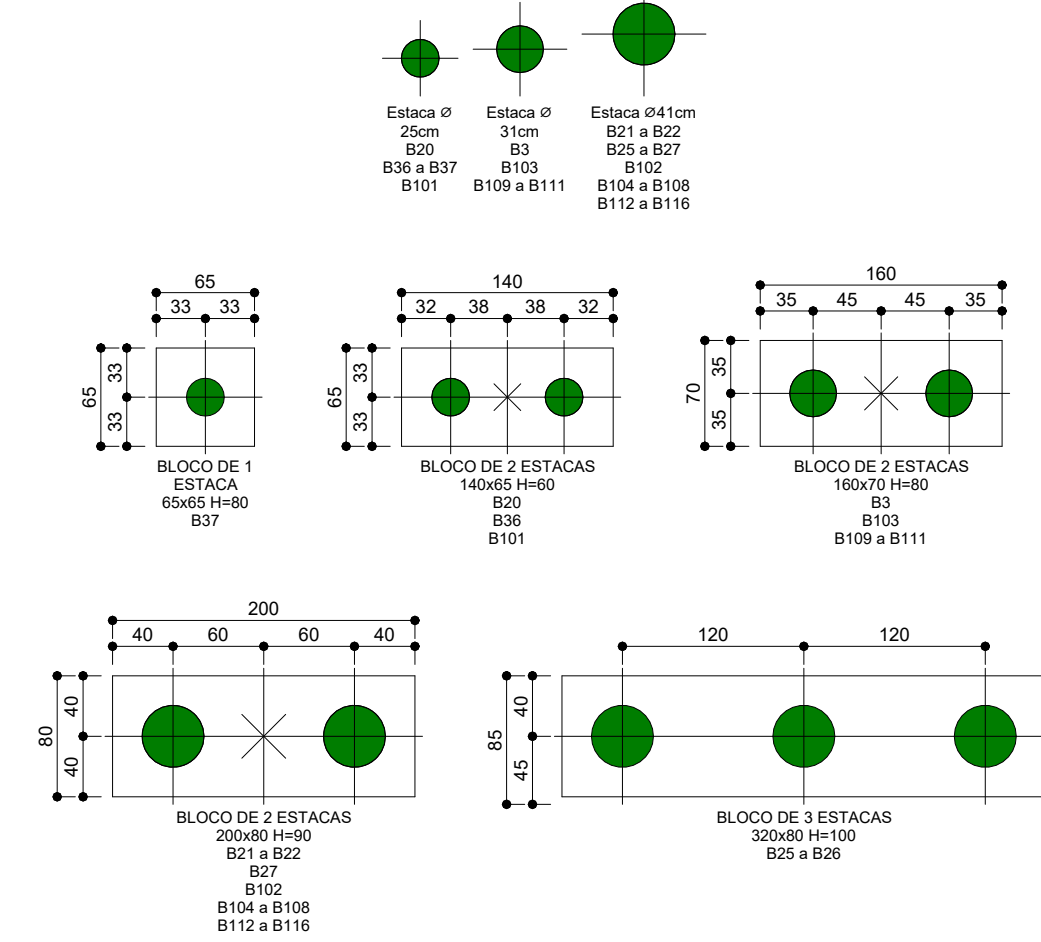
PLANTA DE LOCAÇÃO DE PILARES

1:50



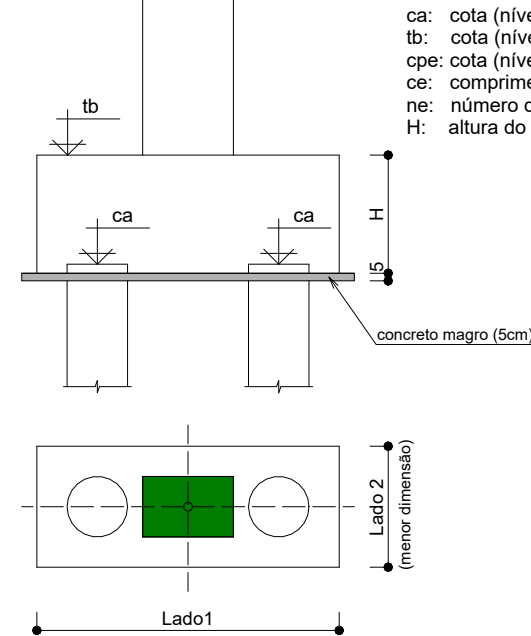
PLANTA DE FÔRMAS - FUNDAÇÕES

1:50



LEGENDA DE BLOCOS DE COROAMENTO DE ESTACAS

NÍVEL DE REFERÊNCIA - PRIMEIRO PISO EM OSO



| Pilares |           | Blocos de Coroamento de Estacas |            |            |       |    |            |        | Níveis |        |         |
|---------|-----------|---------------------------------|------------|------------|-------|----|------------|--------|--------|--------|---------|
| Nome    | Seção(cm) | Nome                            | Lado 1(cm) | Lado 2(cm) | H(cm) | ne | Estaca(cm) | ca(cm) | ca(cm) | tb(cm) | cpe(cm) |
| P3      | 19x60     | B3                              | 160        | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -60    | -15    | -960    |
| P21     | 19x60     | B21                             | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -315   | -230   | -1115   |
| P22     | 140x19    | B22                             | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -315   | -230   | -1115   |
| P25     | 19x227    | B25                             | 320        | 80         | 100   | 3  | 41         | 800    | -245   | -150   | -1045   |
| P26     | 19x227    | B26                             | 320        | 80         | 100   | 3  | 41         | 800    | -245   | -150   | -1045   |
| P27     | 19x60     | B27                             | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -315   | -230   | -1115   |
| P37     | 19x60     | B37                             | 65         | 65         | 80    | 1  | 25         | 800    | -305   | -230   | -1105   |
| P103    | 19x90     | B103                            | 160        | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -60    | -15    | -960    |
| P104    | 25x80     | B104                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P105    | 25x80     | B105                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P106    | 25x80     | B106                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P107    | 25x80     | B107                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P108    | 25x80     | B108                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P109    | 50x25     | B109                            | 160        | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -60    | -15    | -960    |
| P110    | 50x25     | B110                            | 160        | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -60    | -15    | -960    |
| P111    | 70x25     | B111                            | 160        | 70         | 80    | 2  | 31         | 800    | -60    | -15    | -960    |
| P112    | 25x80     | B112                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P113    | 25x80     | B113                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P114    | 25x80     | B114                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P115    | 25x80     | B115                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P116    | 25x80     | B116                            | 200        | 80         | 90    | 2  | 41         | 800    | -100   | -15    | -900    |
| P20A    | 60x19     | B20                             | 140        | 65         | 80    | 2  | 25         | 800    | -70    | -15    | -870    |

NOTAS TÉCNICAS SOBRE AS FUNDAÇÕES:

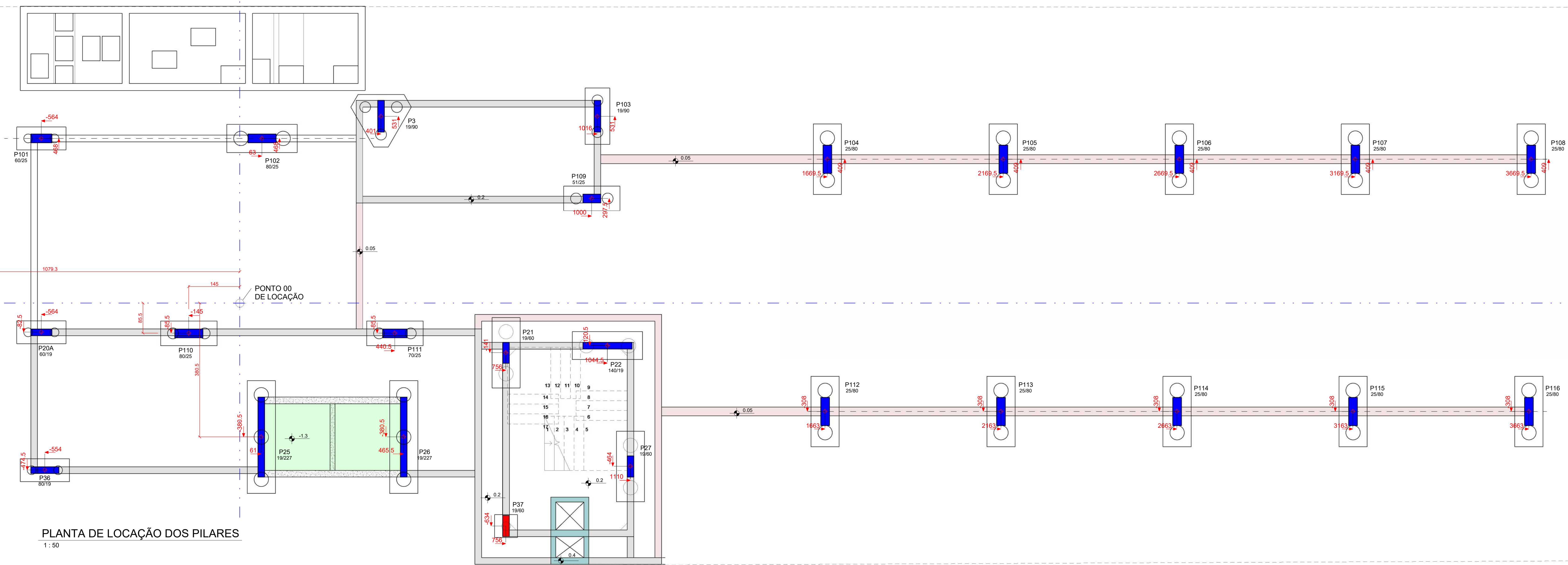
- Obras próximas a edificações existentes; conferir medidas no local e informar divergências ou proximidade de fundações que venham a interferir com essa nova área implantada.
- Planta de partida da locação condicionada à planta específica de Situação do Projeto Executivo de Arquitetura.
- Geometrias e níveis de assentamento das fundações foram baseados nos dados de sondagem SPT, SPTD, ... de solo/20cm, apresentados em relatório da empresa xxxxxxxxxxxx Ltda, recebido em xxx/xx/xxxx.
- São todos as fundações deverão ser executadas com concreto magro, com um mínimo de 5cm de espessura.
- Ver detalhes das fundações (cortes, elevações e armações), nos desenhos específicos de armações deste projeto.

AV. ADOLFO KONDER

PASSEIO PÚBLICO

X

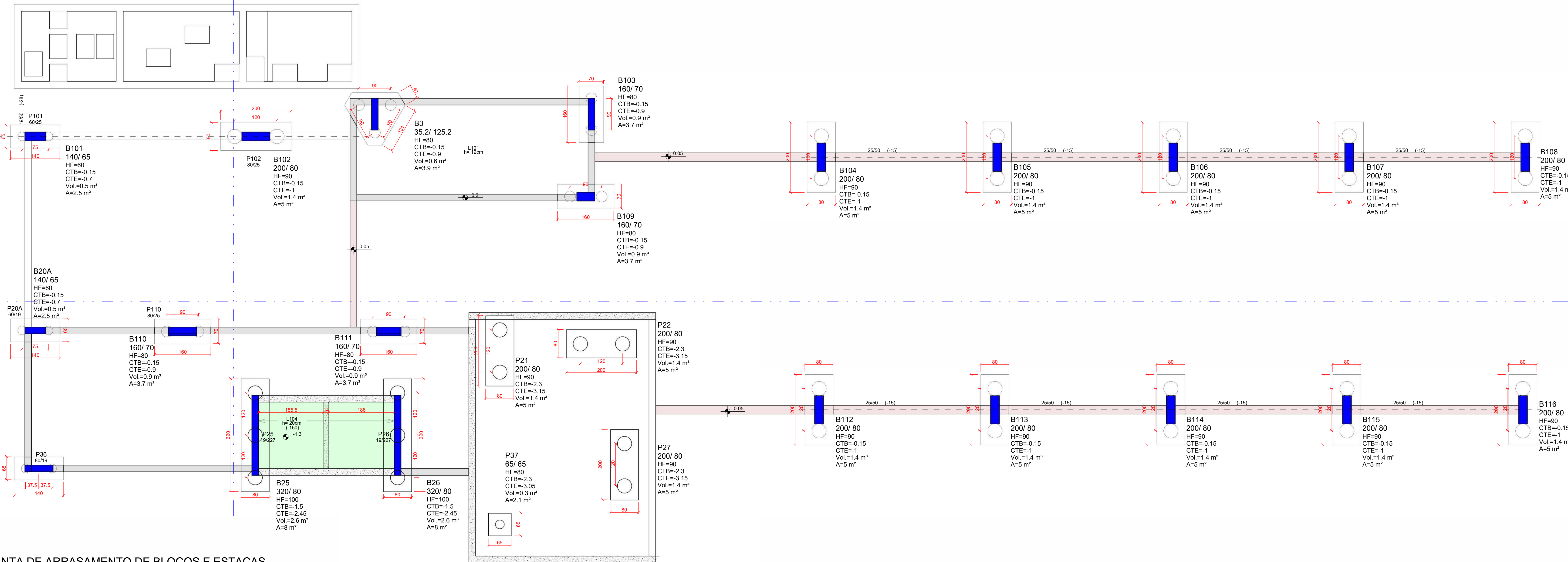
Y



PLANTA DE LOCAÇÃO DOS PILARES  
1 : 50

Y

X



PLANTA DE ARRASAMENTO DE BLOCOS E ESTACAS  
1 : 50

LEGENDAS PARA PILARES

NASCE CONTINUA MORRE

DET. PILAR  
P1 / P24  
1 : 25

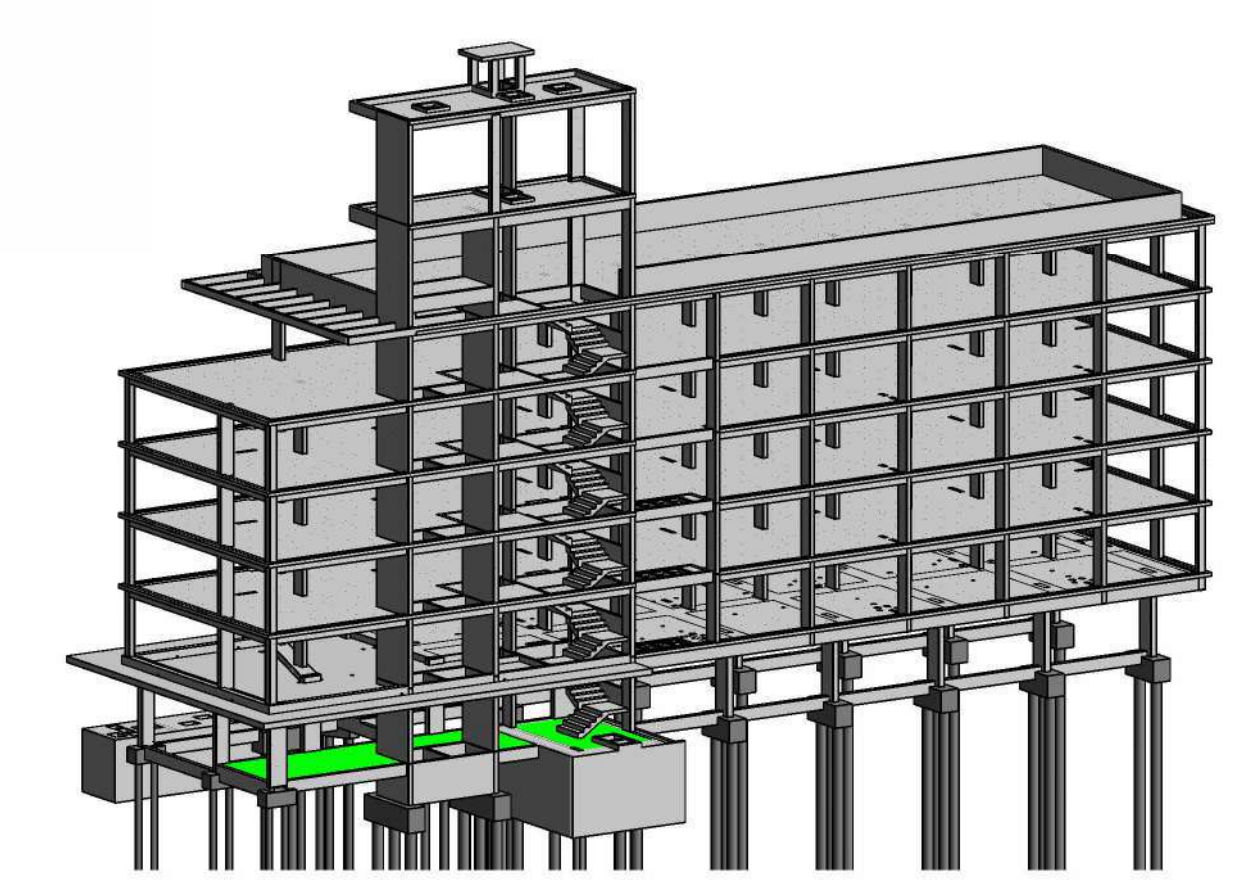
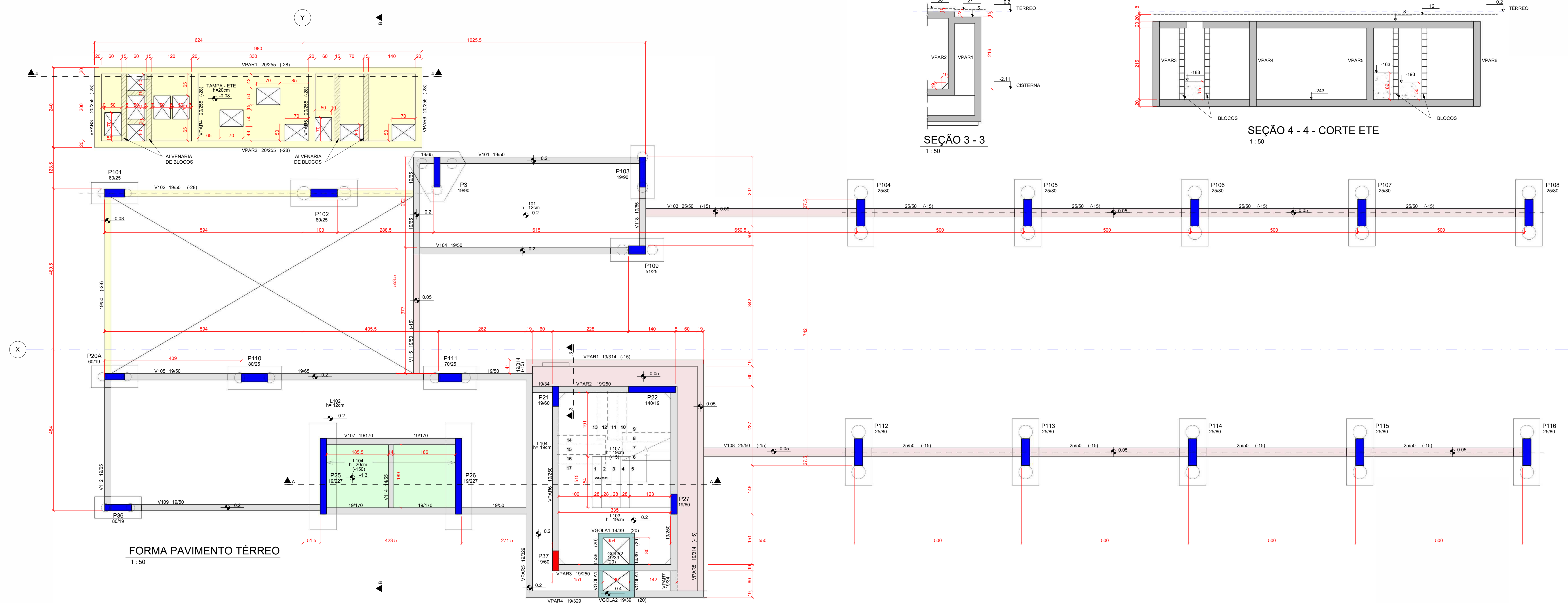
IDENTIFICAÇÃO VIGAS

V201 19/50 (10)  
título largura elevação  
1 : 25

IDENTIFICAÇÃO LAJES

título largura elevação  
1 : 25

## APÊNDICE B – FORMAS



LEGENDAS PARA PILARES

NASCE CONTINUA MORRE

| TABELA NÍVEIS - TÉRREO |            |               |
|------------------------|------------|---------------|
| Cor                    | Nível (cm) | Desnível (cm) |
|                        | 40         | +20           |
|                        | 20         | 0             |
|                        | 5          | -15           |
|                        | -8         | -28           |
|                        | -130       | -150          |

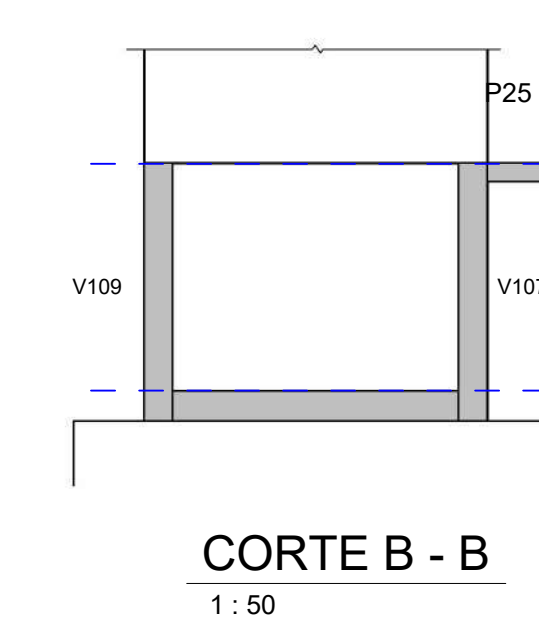
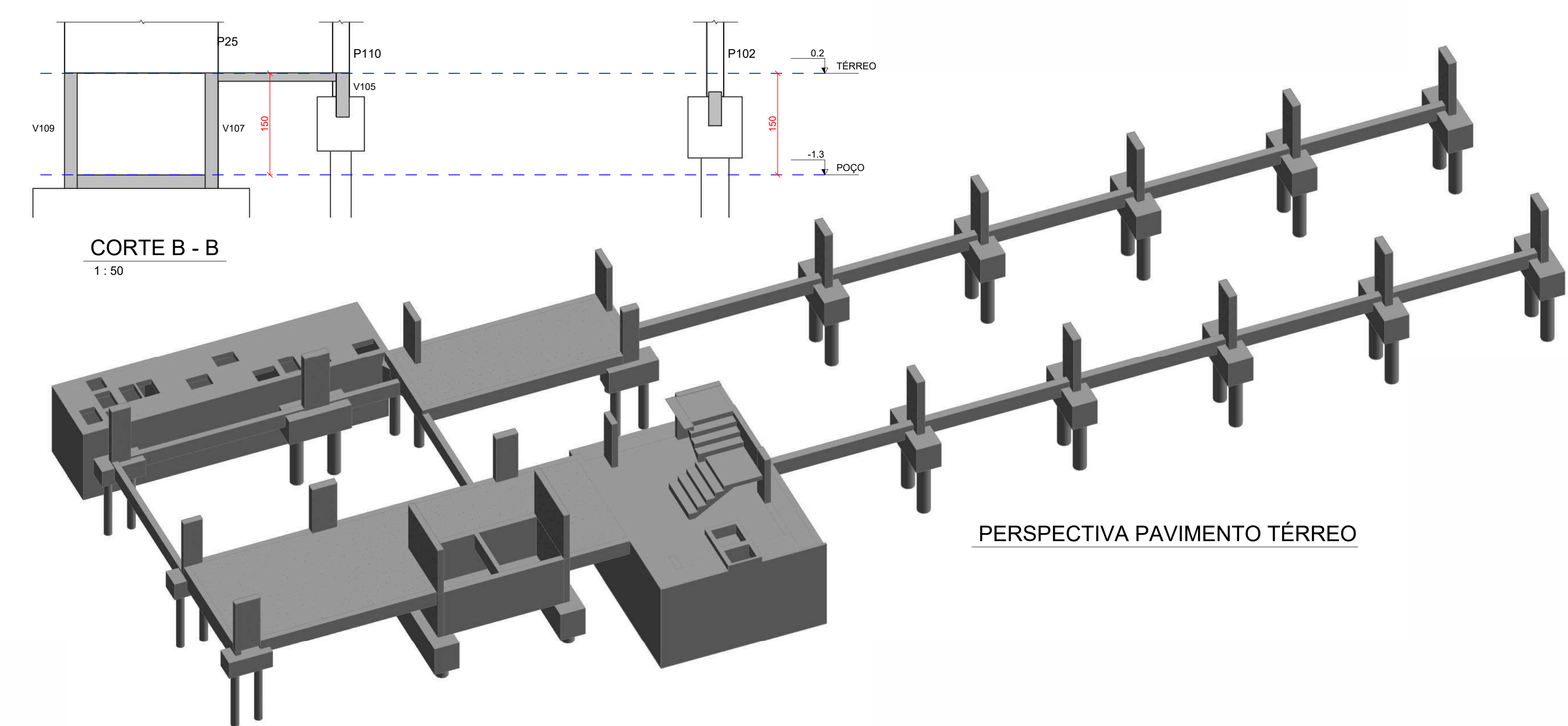
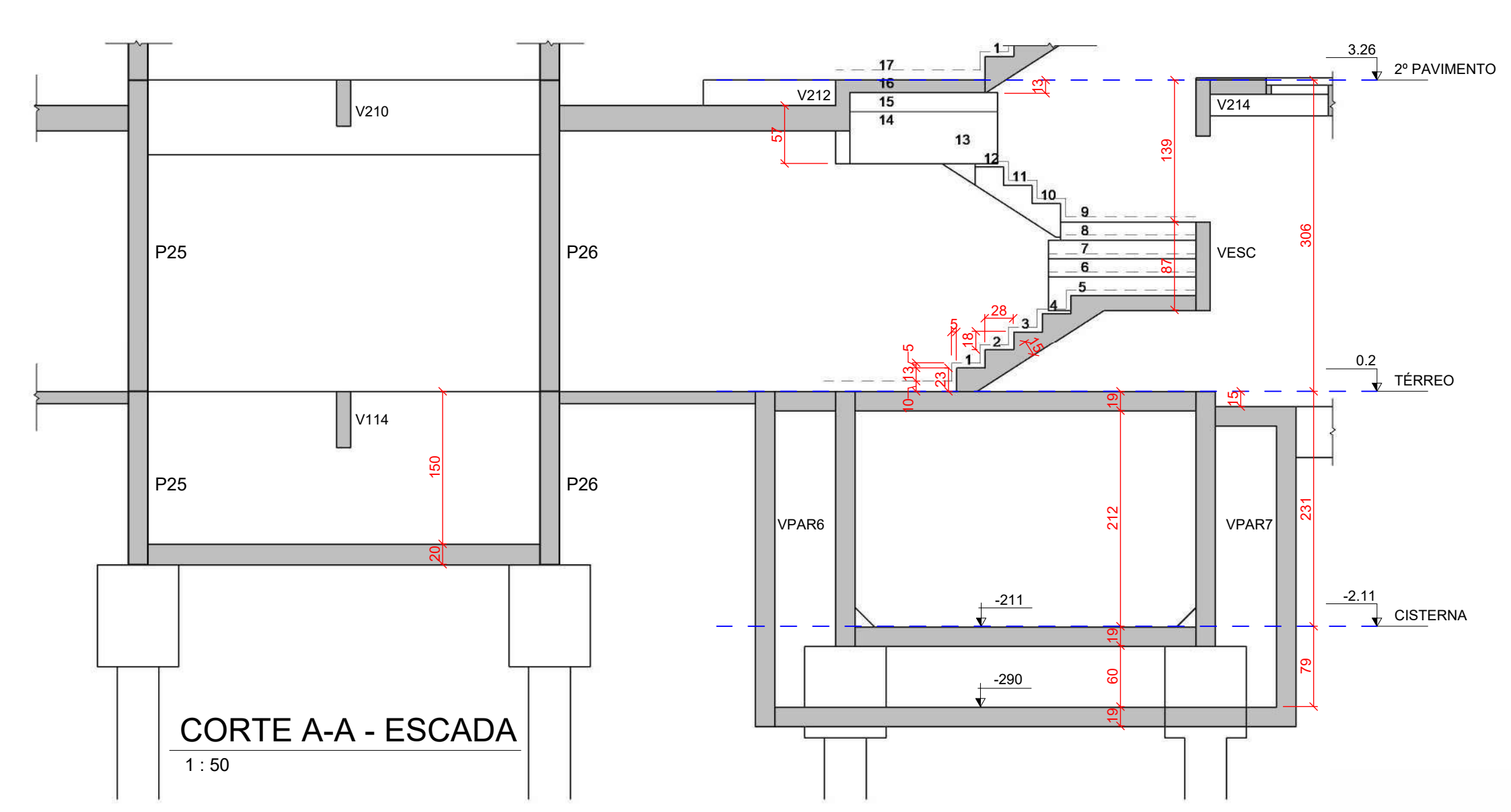
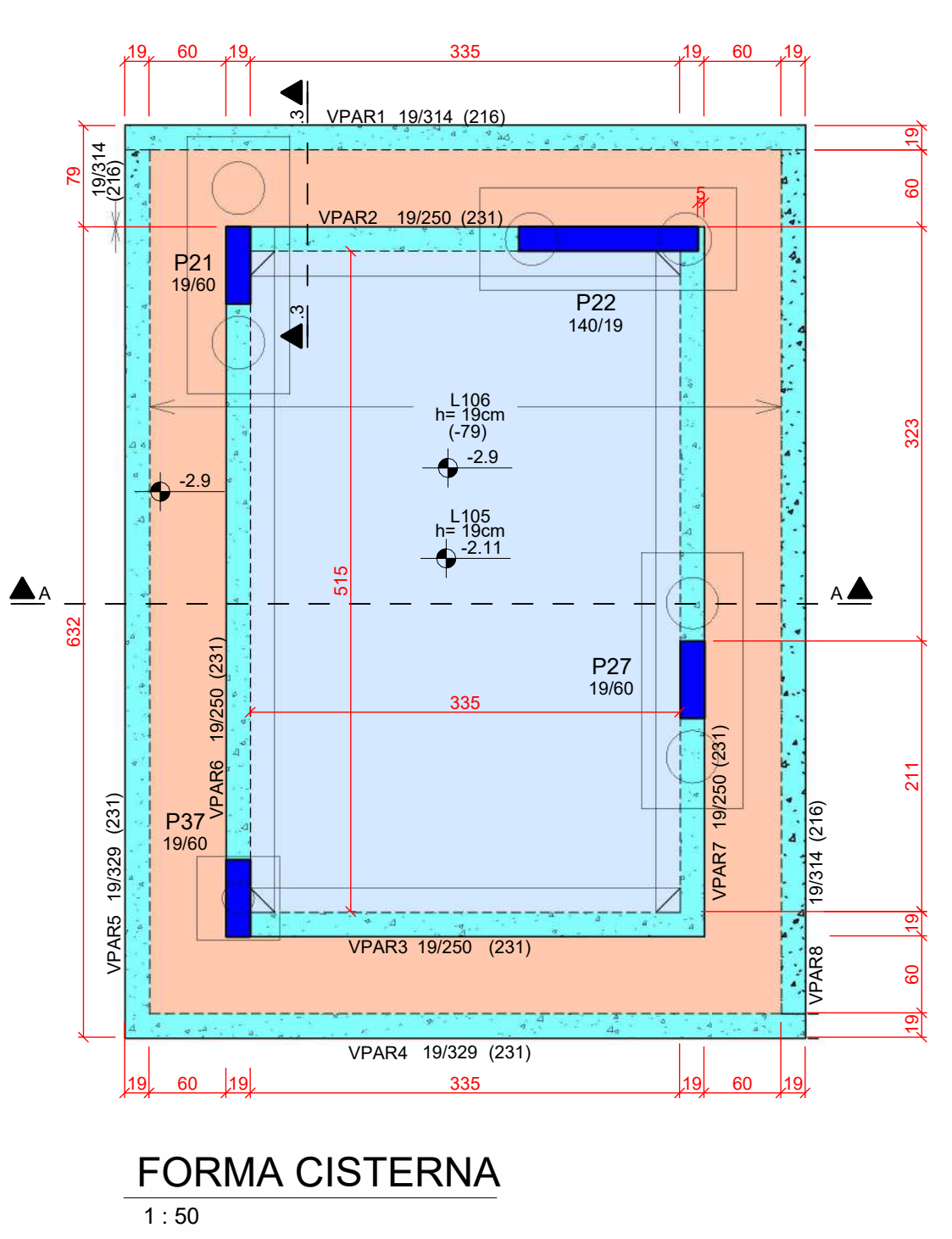
IDENTIFICAÇÃO VIGAS

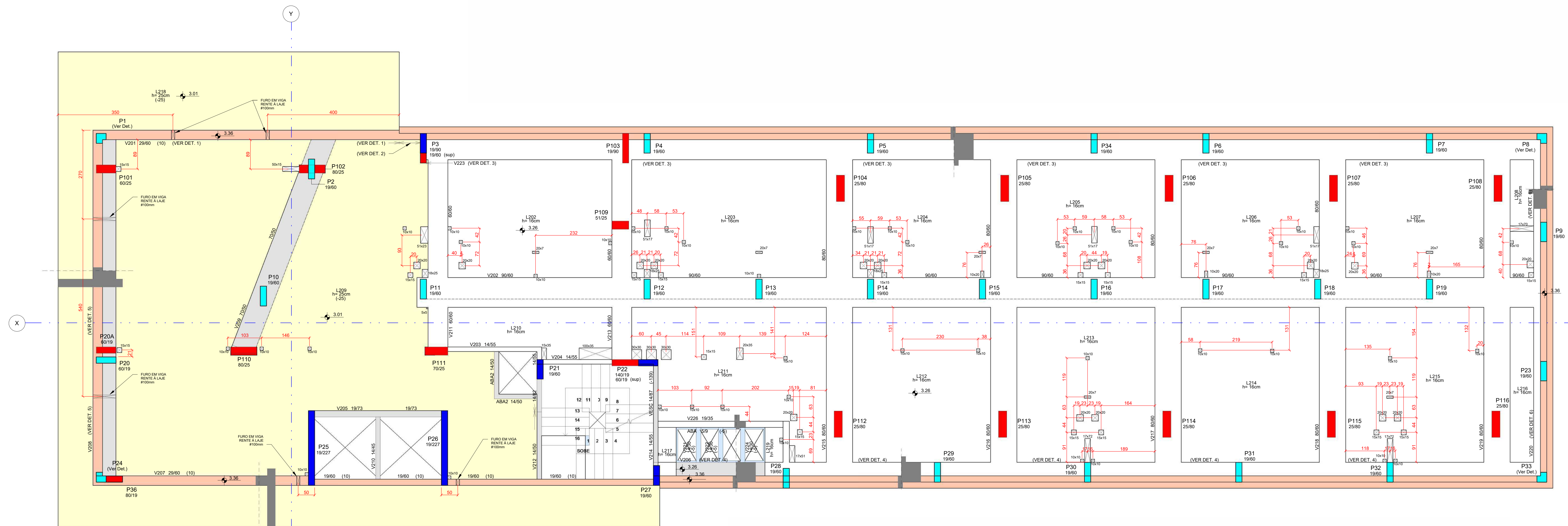
V201 19/50 (10)

Identificação das vigas com título, largura, elevação e altura.

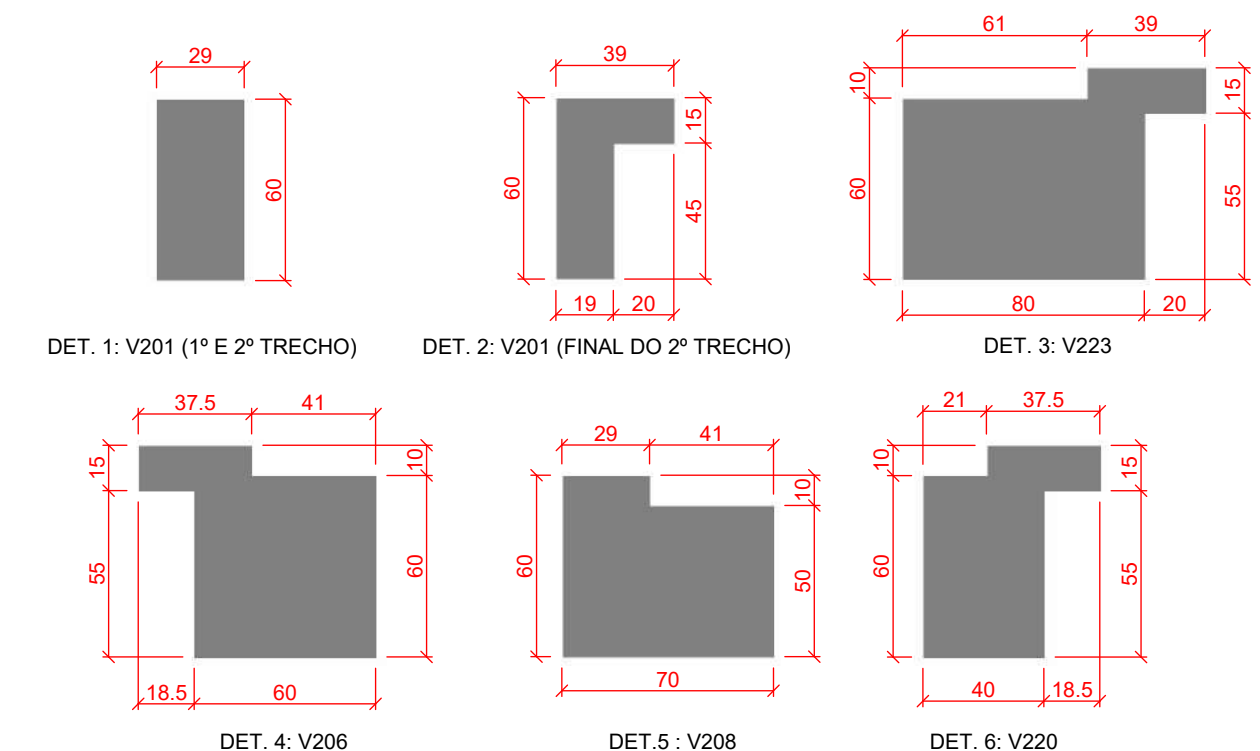
IDENTIFICAÇÃO LAJES

Identificação das lajes com título, largura, elevação e altura.

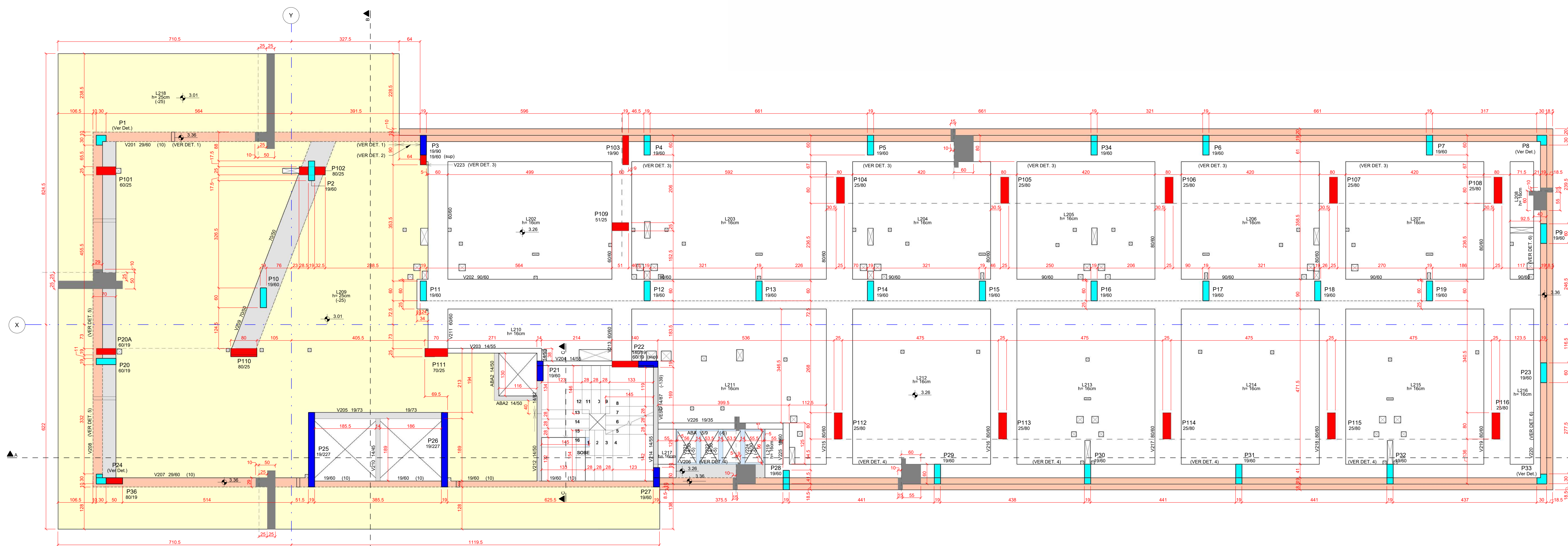
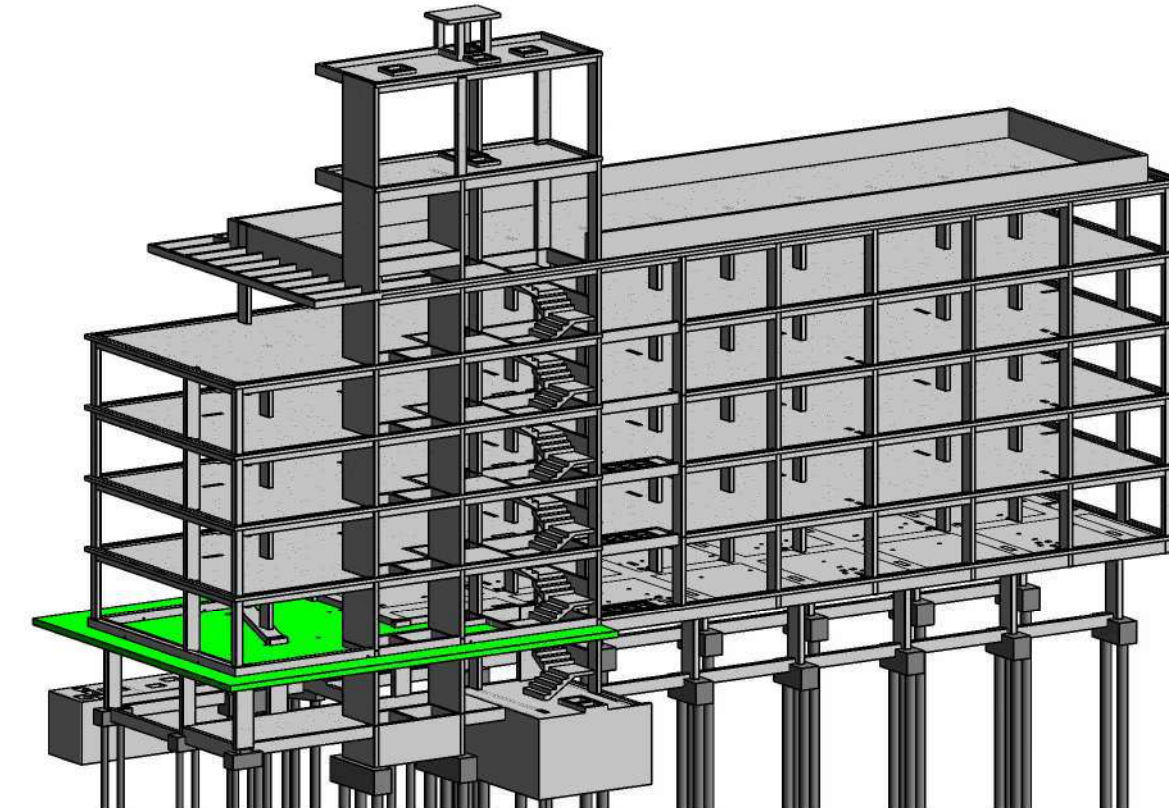




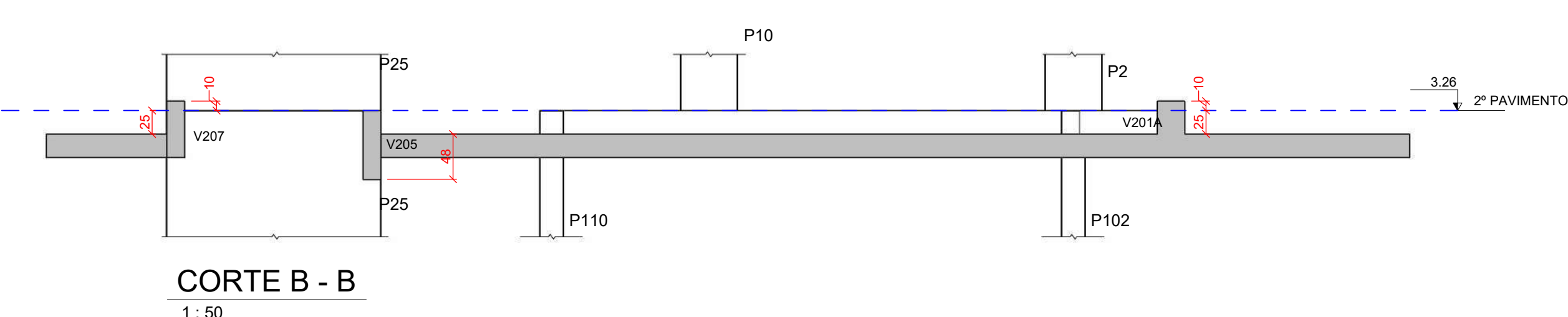
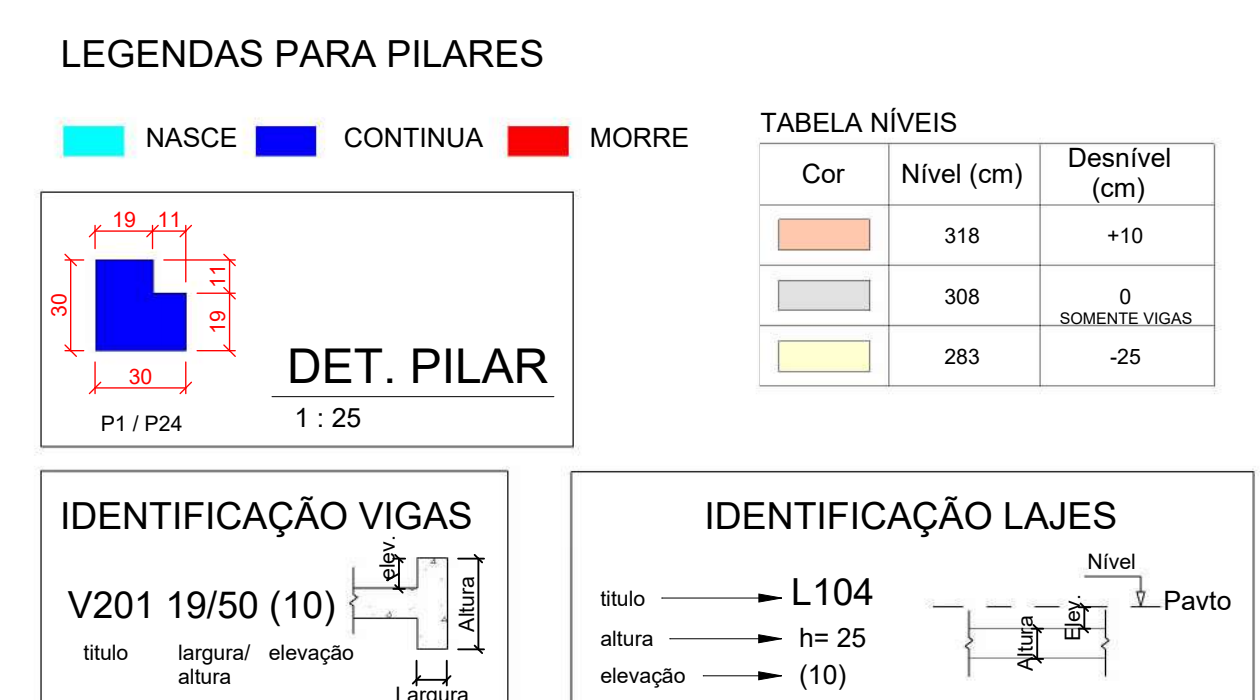
FORMA 2º PAVIMENTO - FURAÇÃO  
1: 50



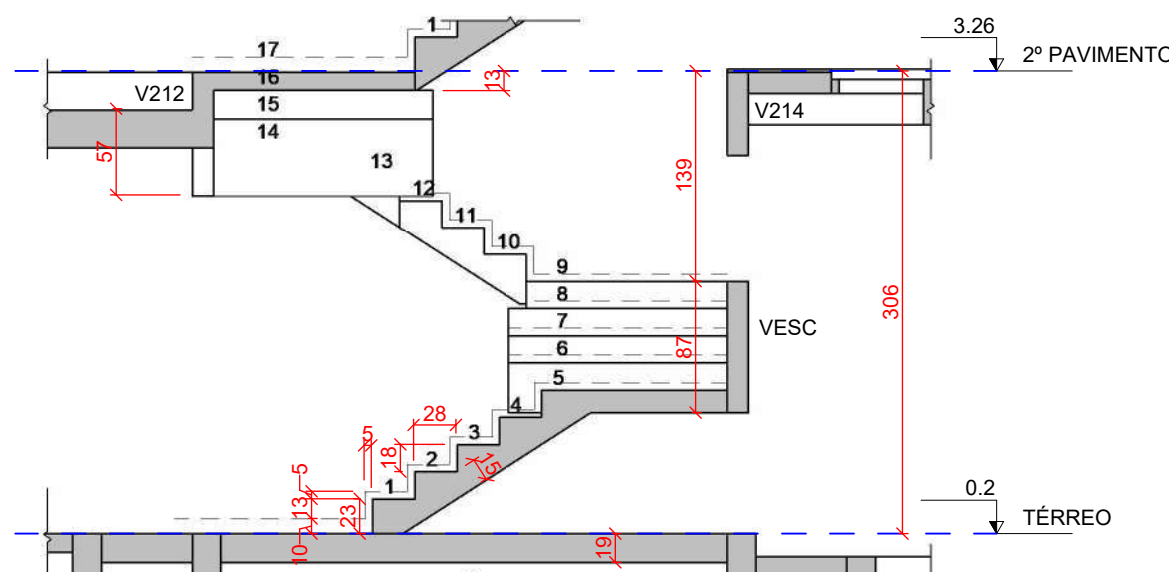
DETALHES VIGAS  
1: 25



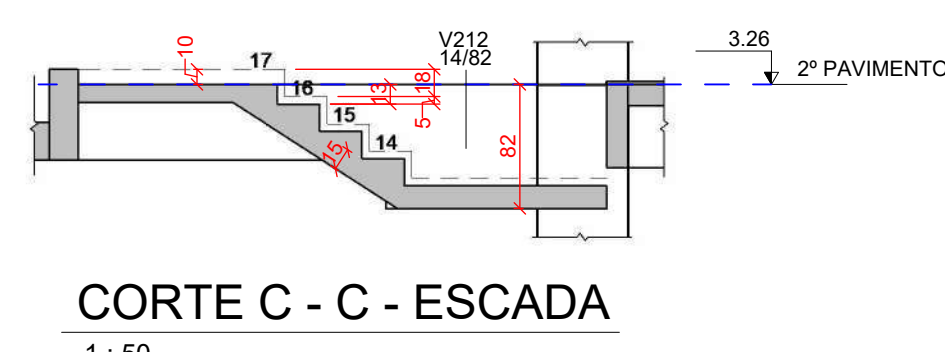
FORMA 2º PAVIMENTO  
1: 50



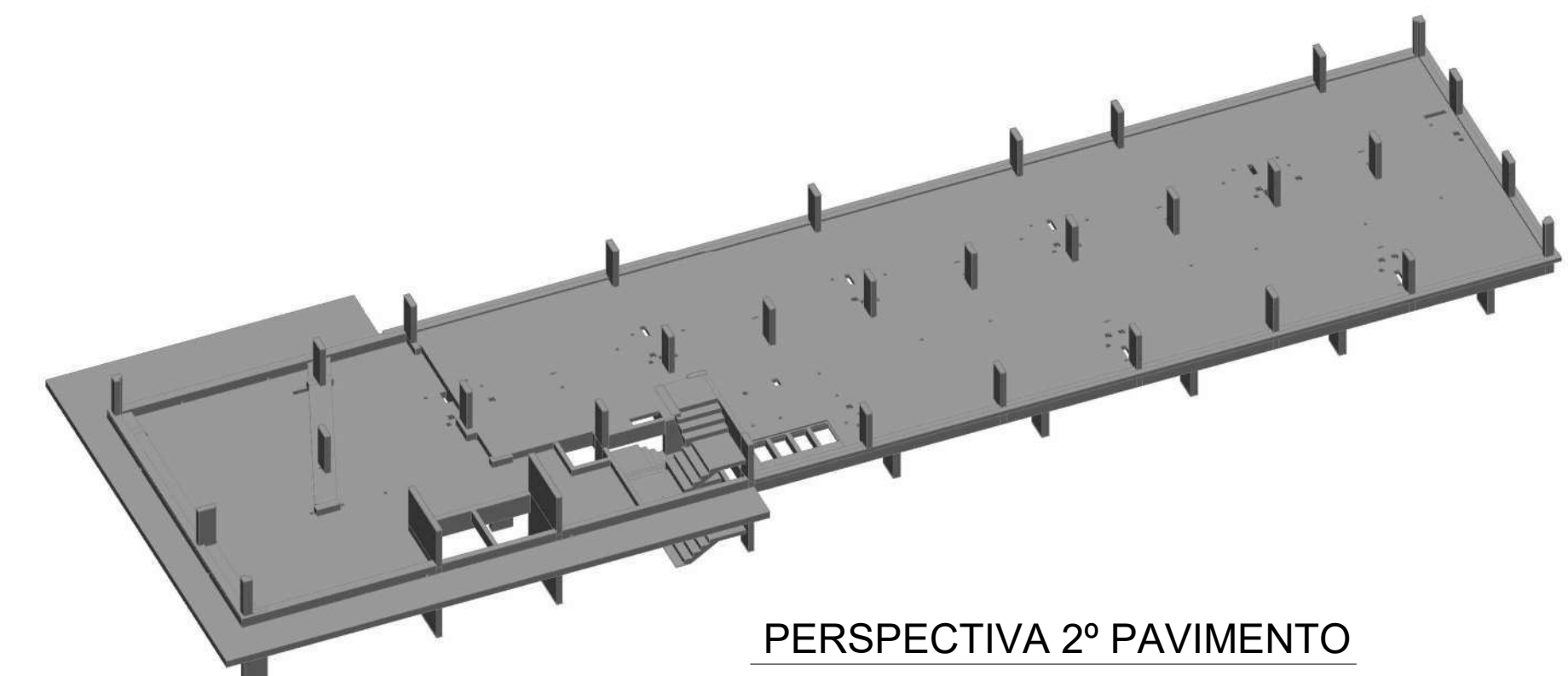
CORTE B - B  
1: 50



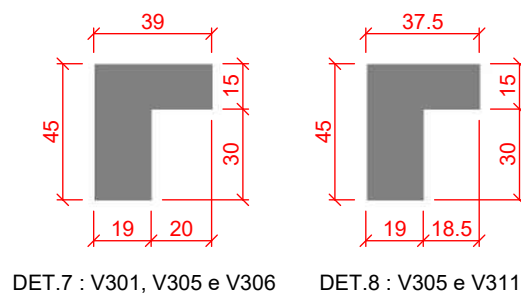
CORTE A-A - ESCADA  
1: 50



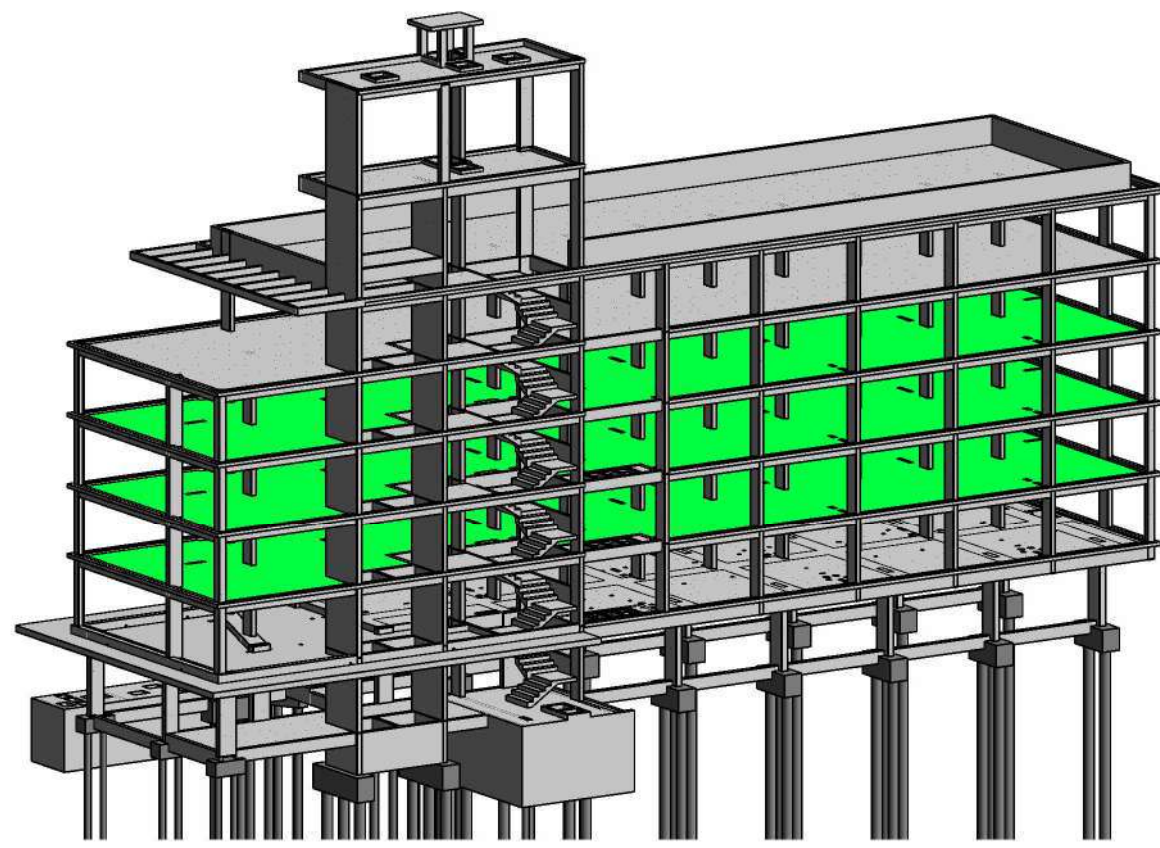
CORTE C - C - ESCADA  
1: 50



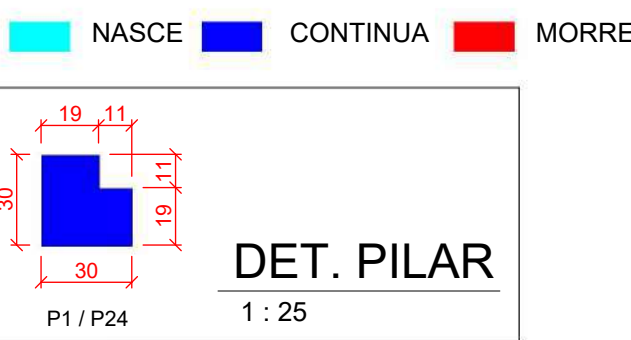
PERSPECTIVA 2º PAVIMENTO



DETALHES VIGAS  
1 : 25

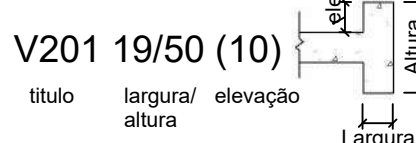


LEGENDAS PARA PILARES

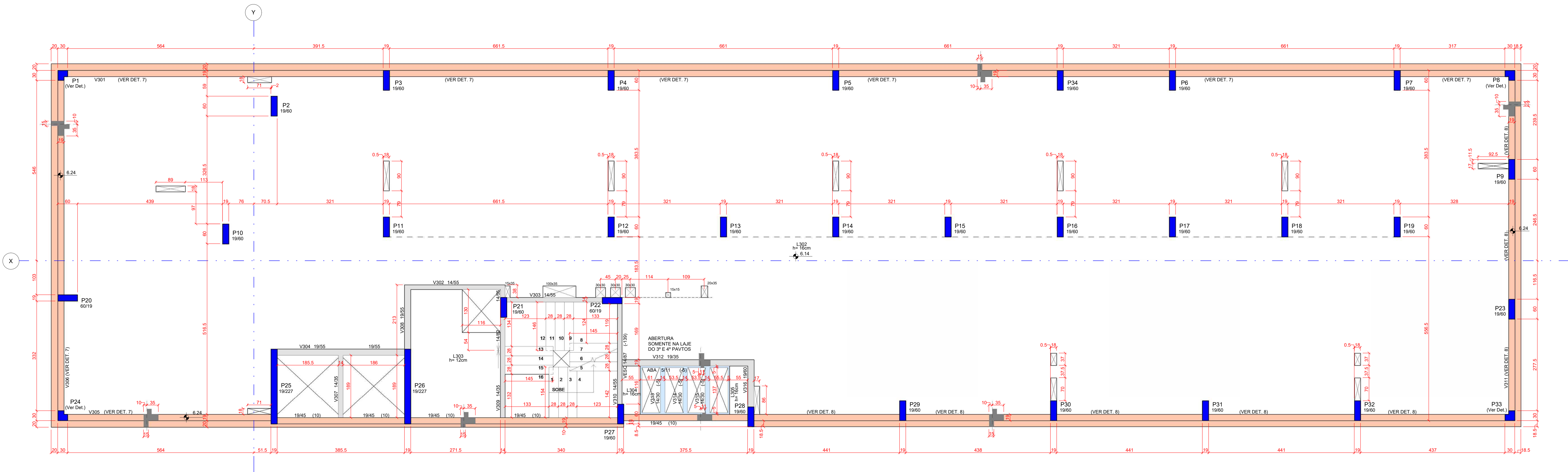


| TABELA NÍVEIS |            |               |
|---------------|------------|---------------|
| Cor           | Nível (cm) | Desnível (cm) |
| Orange        | 605        | +10           |
| Grey          | 595        | SOMENTE VIGAS |
| Grey          | 590        | 0             |

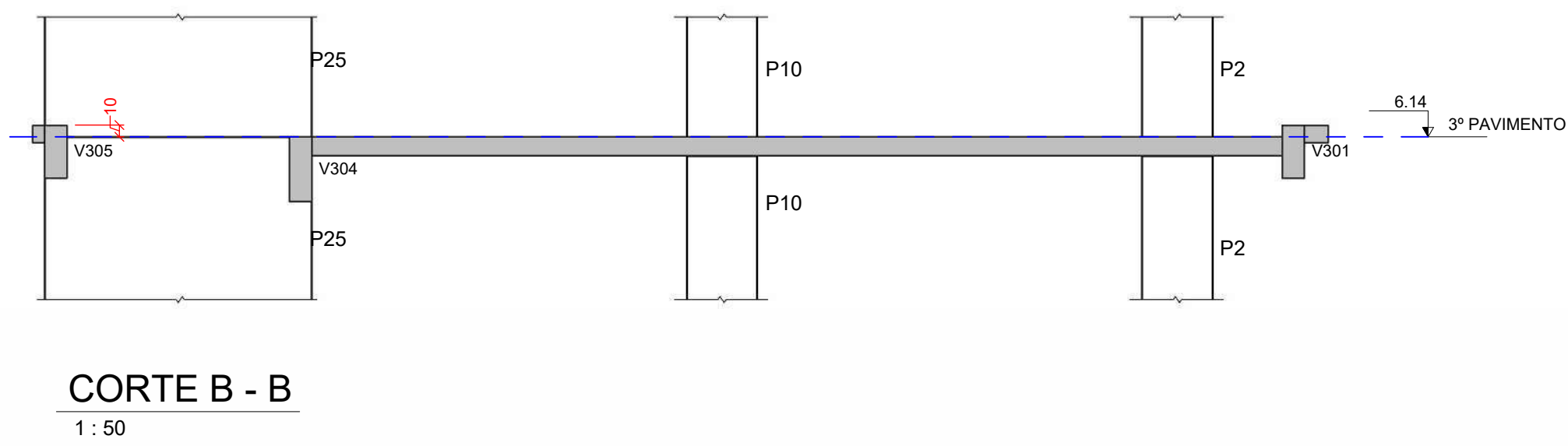
IDENTIFICAÇÃO VIGAS



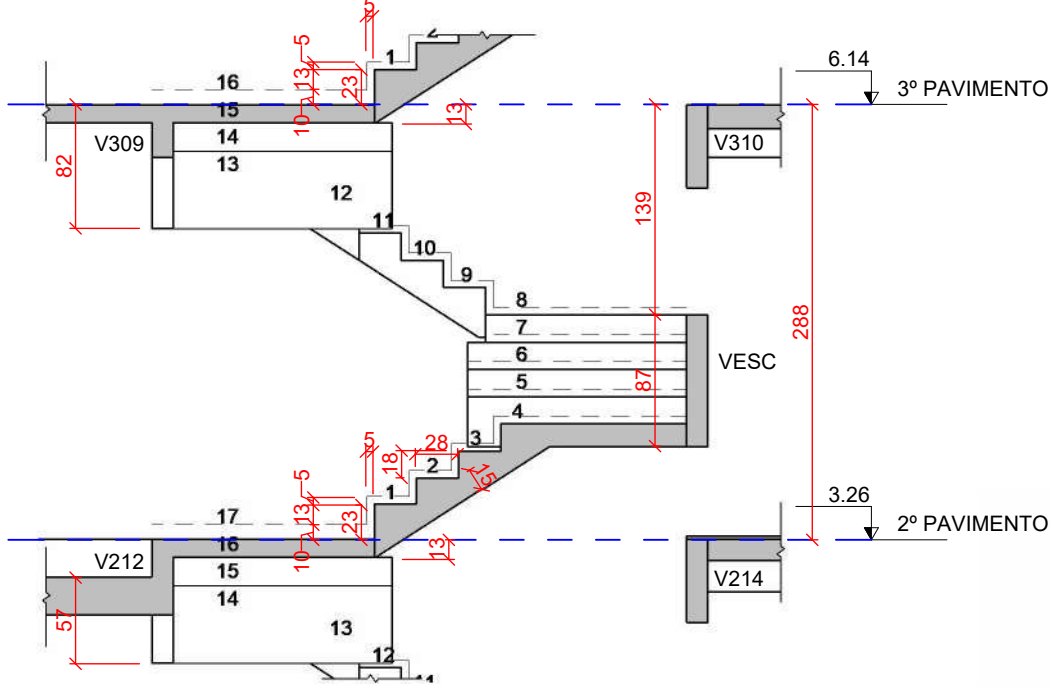
IDENTIFICAÇÃO LAJES



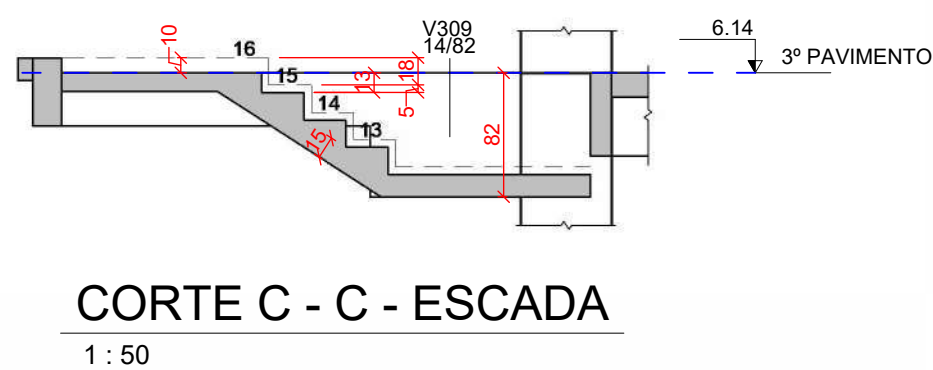
FORMA TIPO (3º, 4º E 5º PAVIMENTO)  
1 : 50



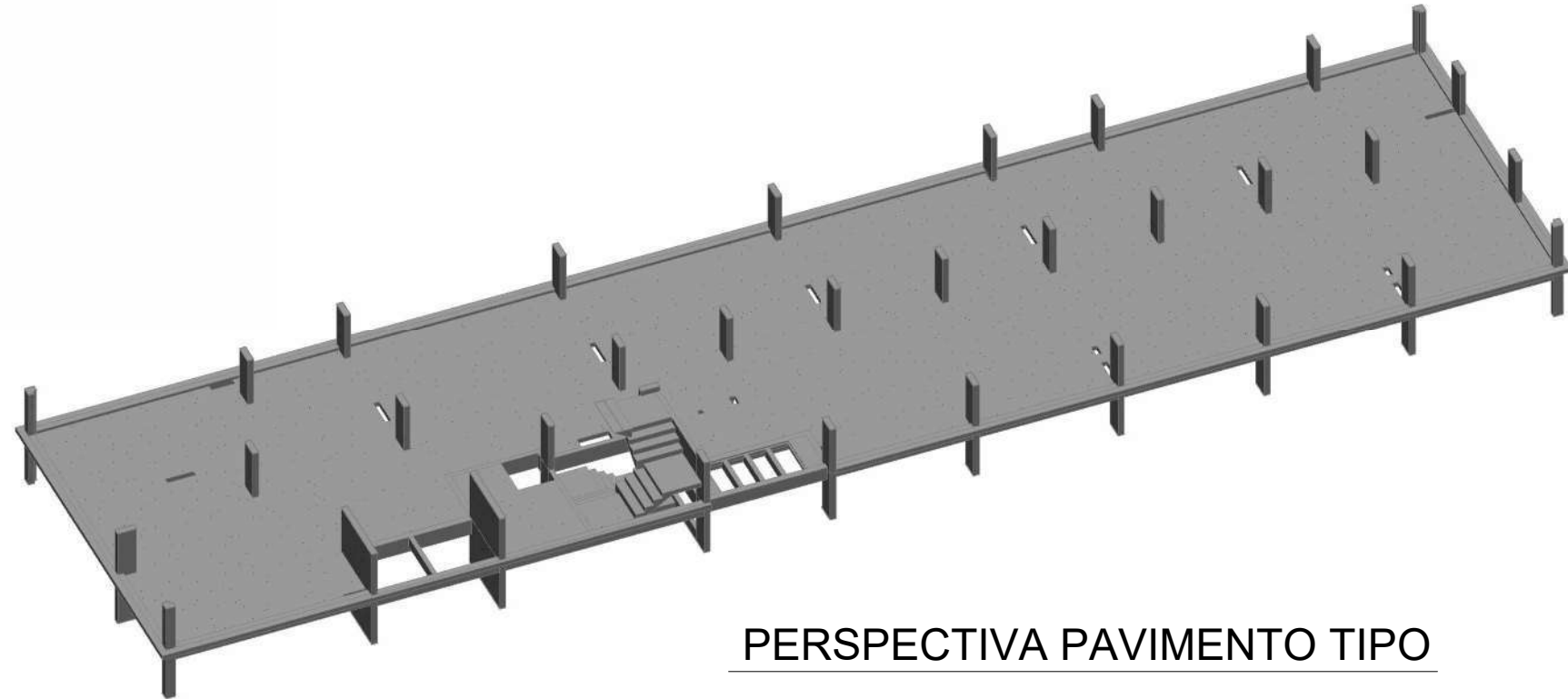
CORTE B - B  
1 : 50



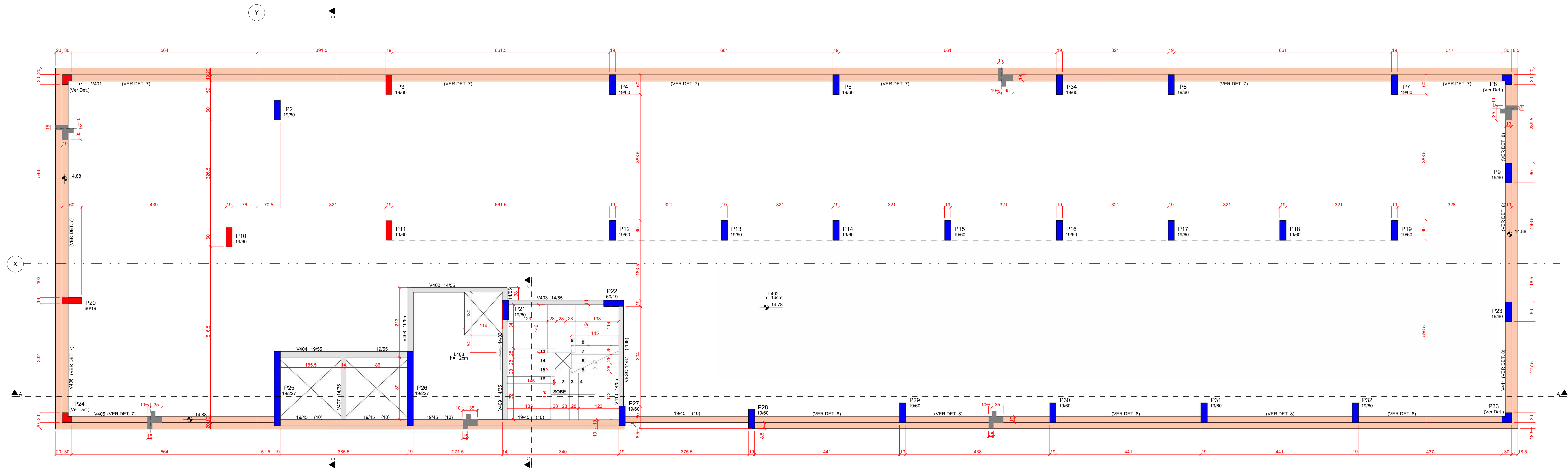
CORTE A-A - ESCADA  
1 : 50



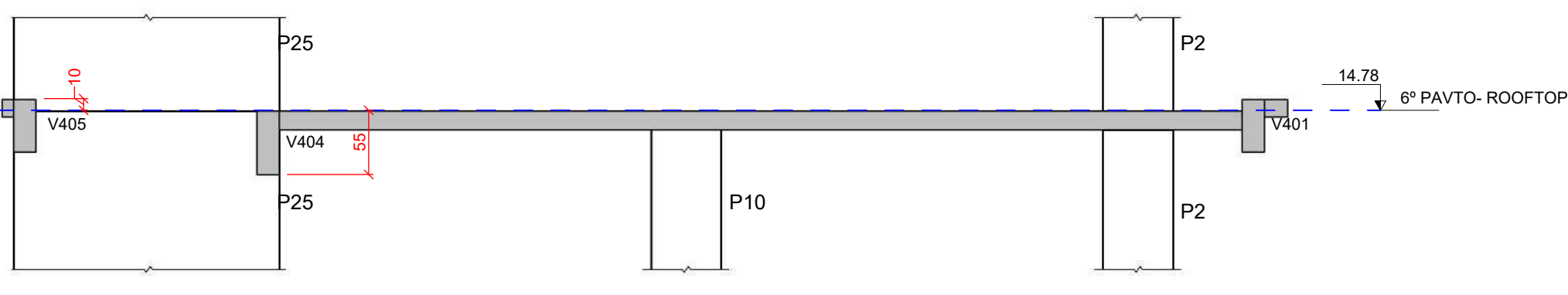
CORTE C - C - ESCADA  
1 : 50



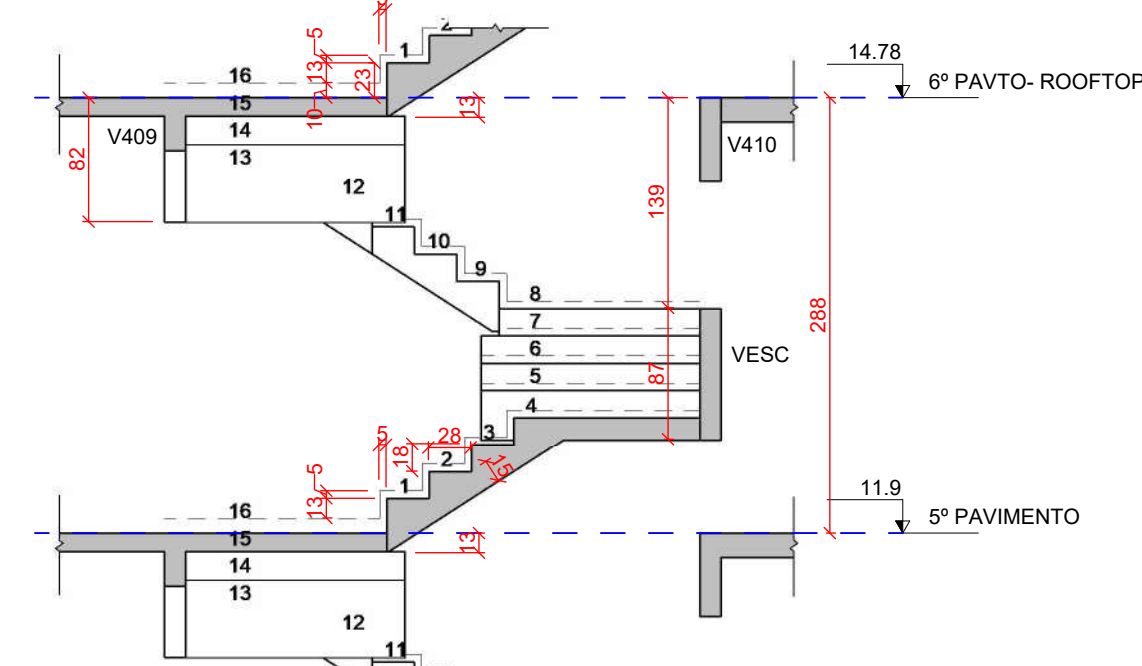
PERSPECTIVA PAVIMENTO TIPO



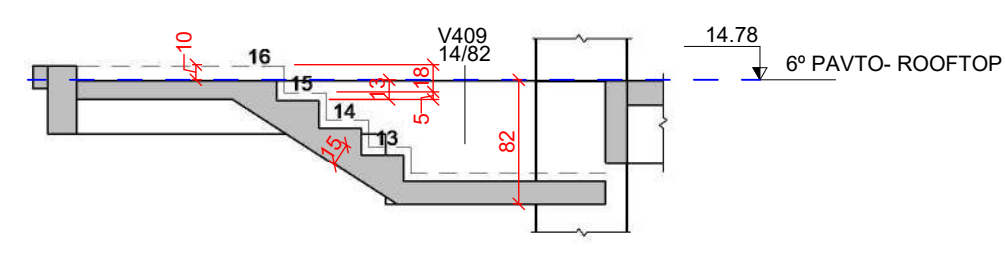
FORMA 6º PAVIMENTO - ROOFTOP  
1 : 50



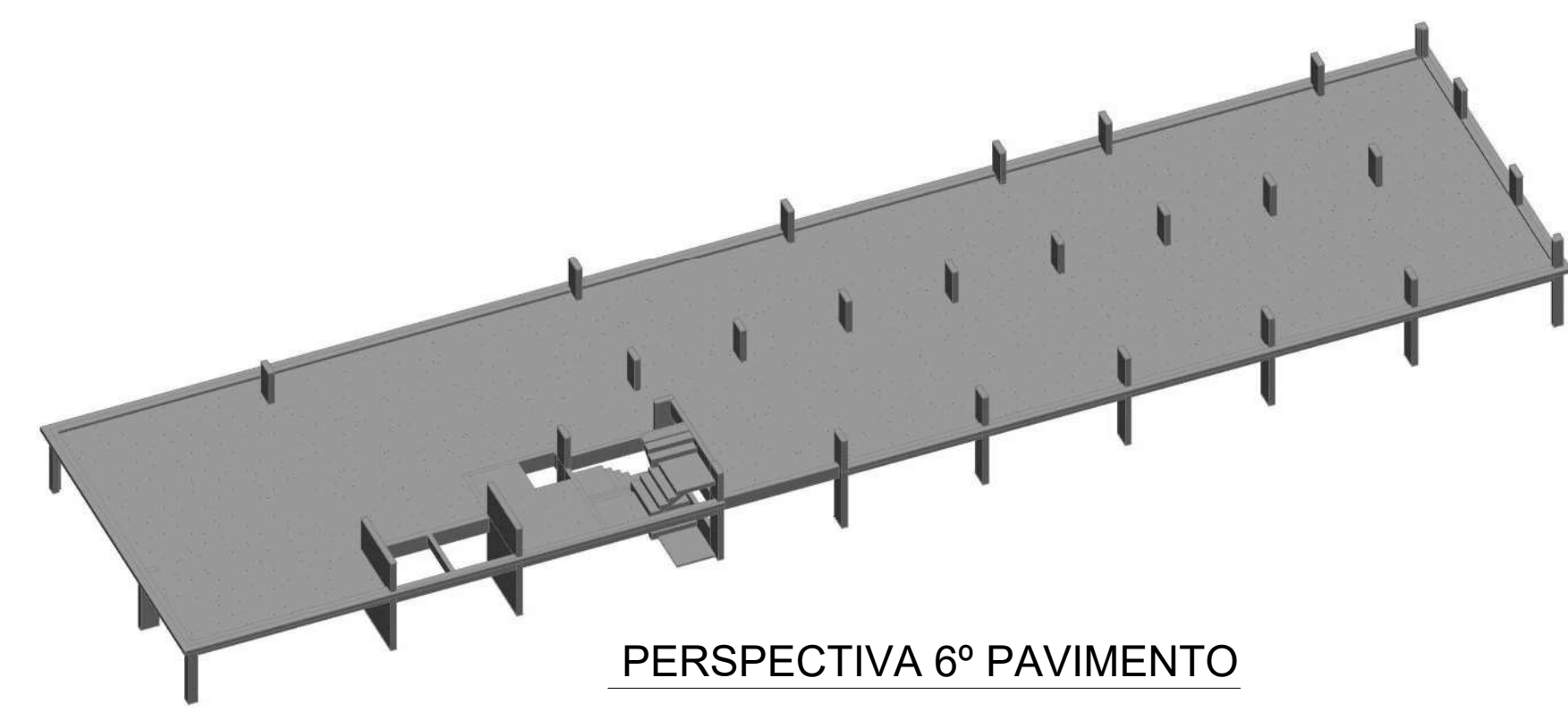
CORTE B - B  
1 : 50



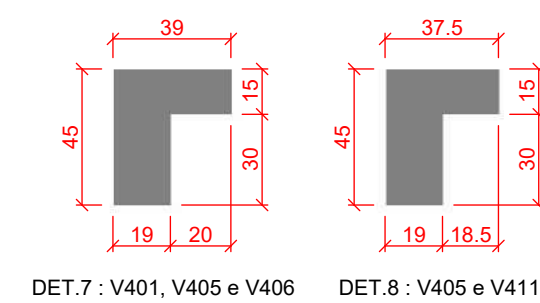
CORTE A-A - ESCADA  
1 : 50



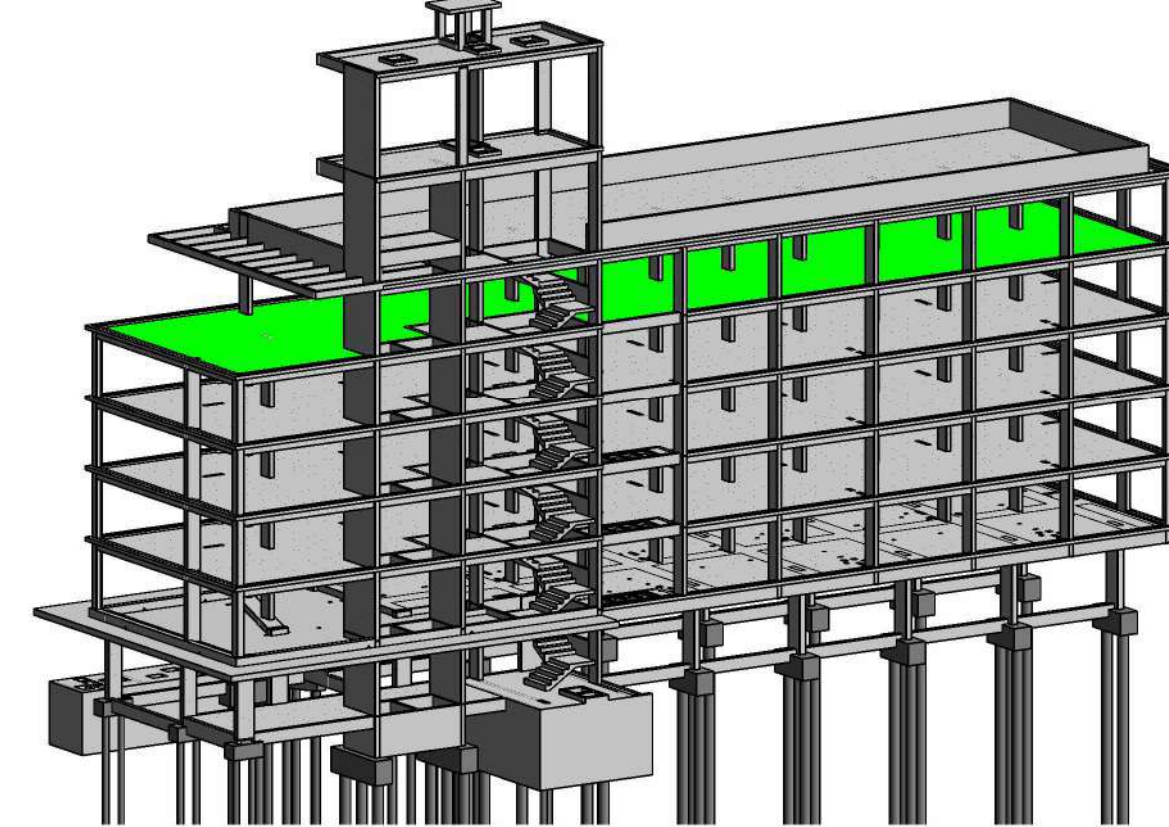
CORTE C - C - ESCADA  
1 : 50



PERSPECTIVA 6º PAVIMENTO

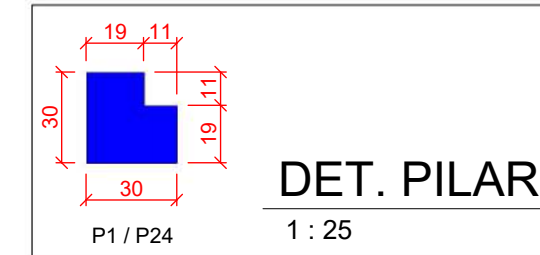


DETALHES VIGAS  
1 : 25



LEGENDAS PARA PILARES

NASCE CONTINUA MORRE



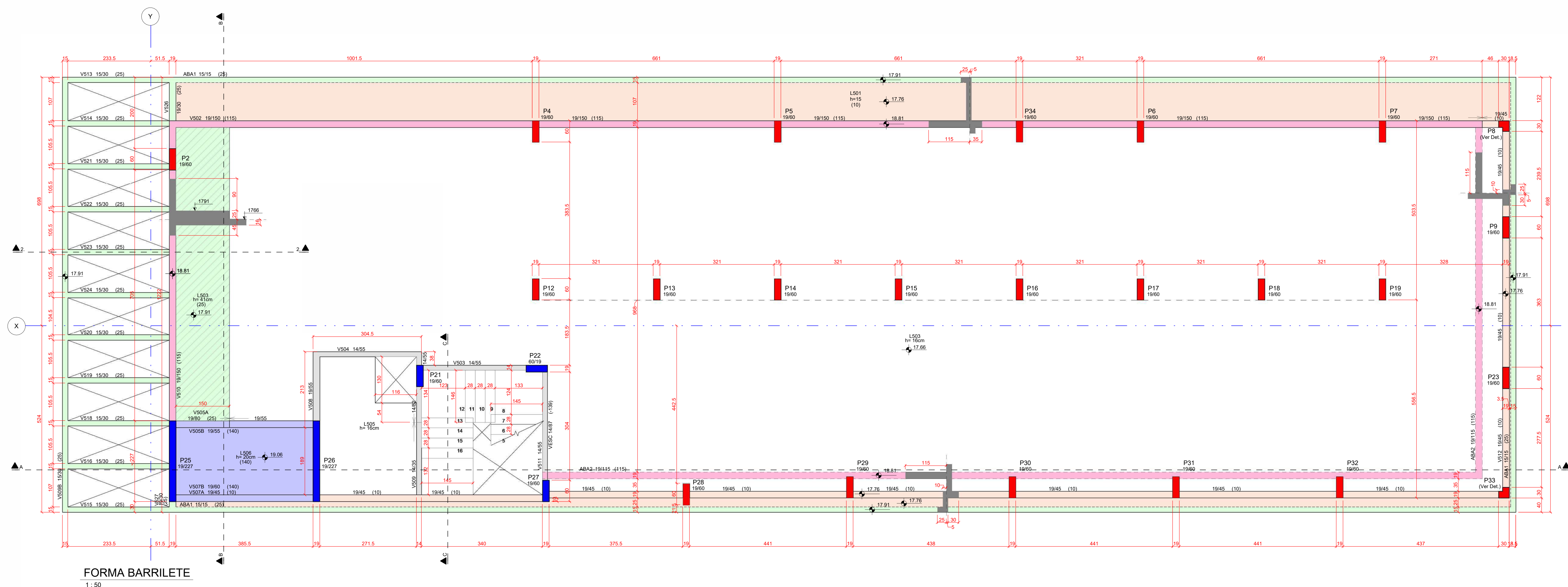
IDENTIFICAÇÃO VIGAS

V201 19/50 (10)  
Itulo  
altura  
largura  
elevação

| TABELA NÍVEIS |            |               |
|---------------|------------|---------------|
| Cor           | Nível (cm) | Desnível (cm) |
| Orange        | 1470       | +10           |
| Grey          | 1460       | 0             |
|               |            | SOMENTE VIGAS |

IDENTIFICAÇÃO LAJES

Itulo → L104  
altura → h= 25  
elevação → (10)  
Nível  
2. Pavto



FORMA BARRILETE  
1: 50

LEGENDAS PARA PILARES

NASCE CONTINUA MORRE

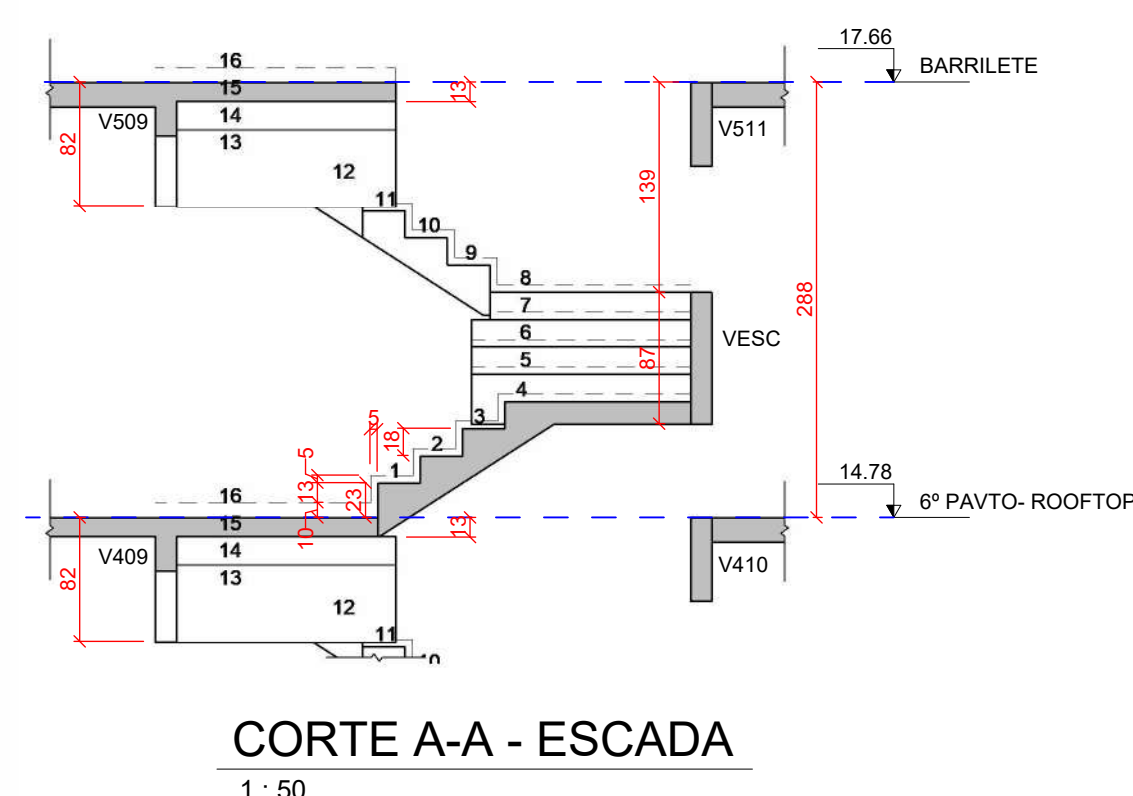
| TABELA NÍVEIS |            |               |
|---------------|------------|---------------|
| Cor           | Nível (cm) | Desnível (cm) |
| 1886          | +140       |               |
| 1763          | +115       |               |
| 1773          | +25        |               |
| 1756          | +10        |               |
| 1746          | 0          | SOMENTE VIGAS |

IDENTIFICAÇÃO VIGAS

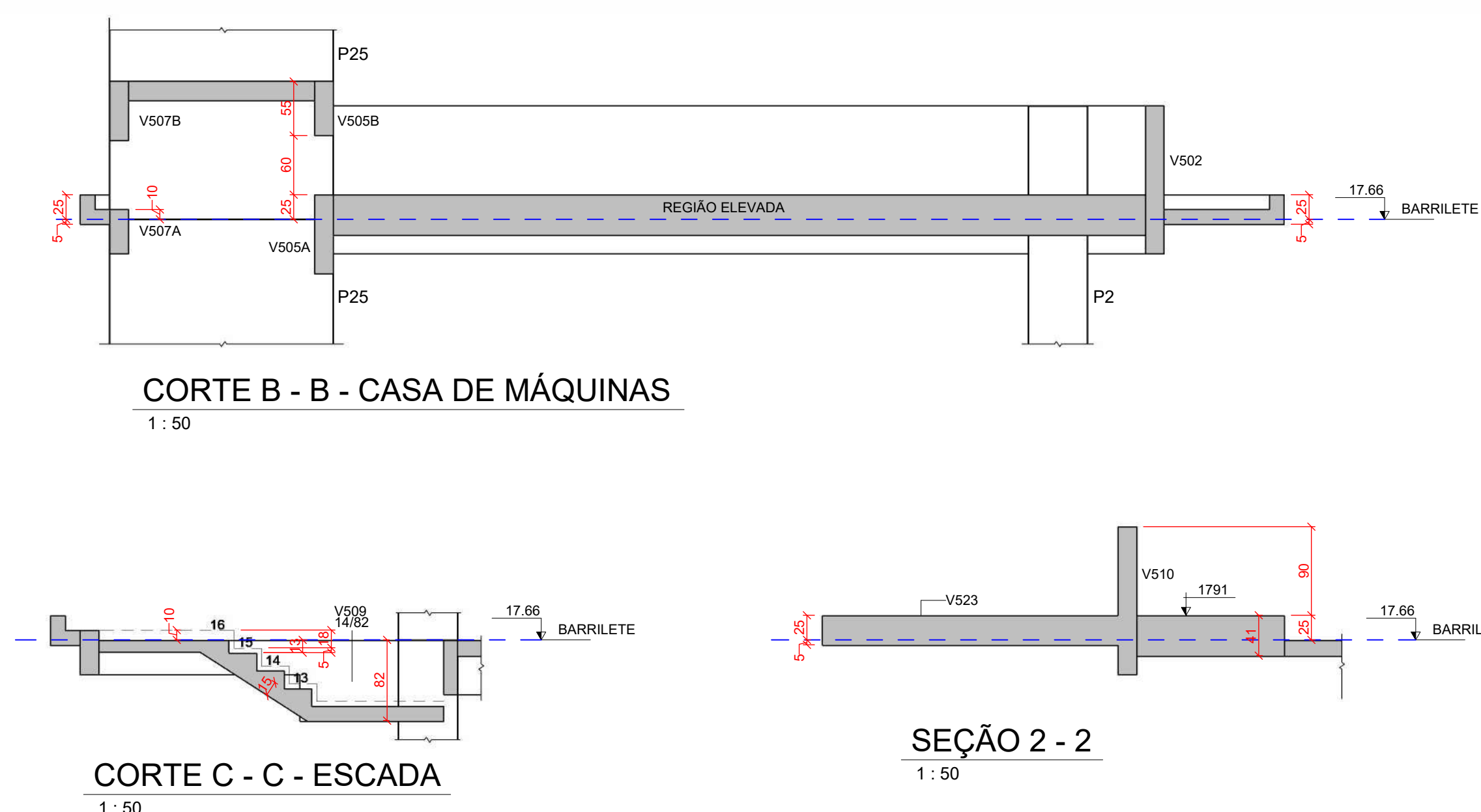
V201 19/50 (10)  
título largura elevação altura largura

IDENTIFICAÇÃO LAJES

título L104  
altura h= 25  
elevação (10)  
Nível Pavto



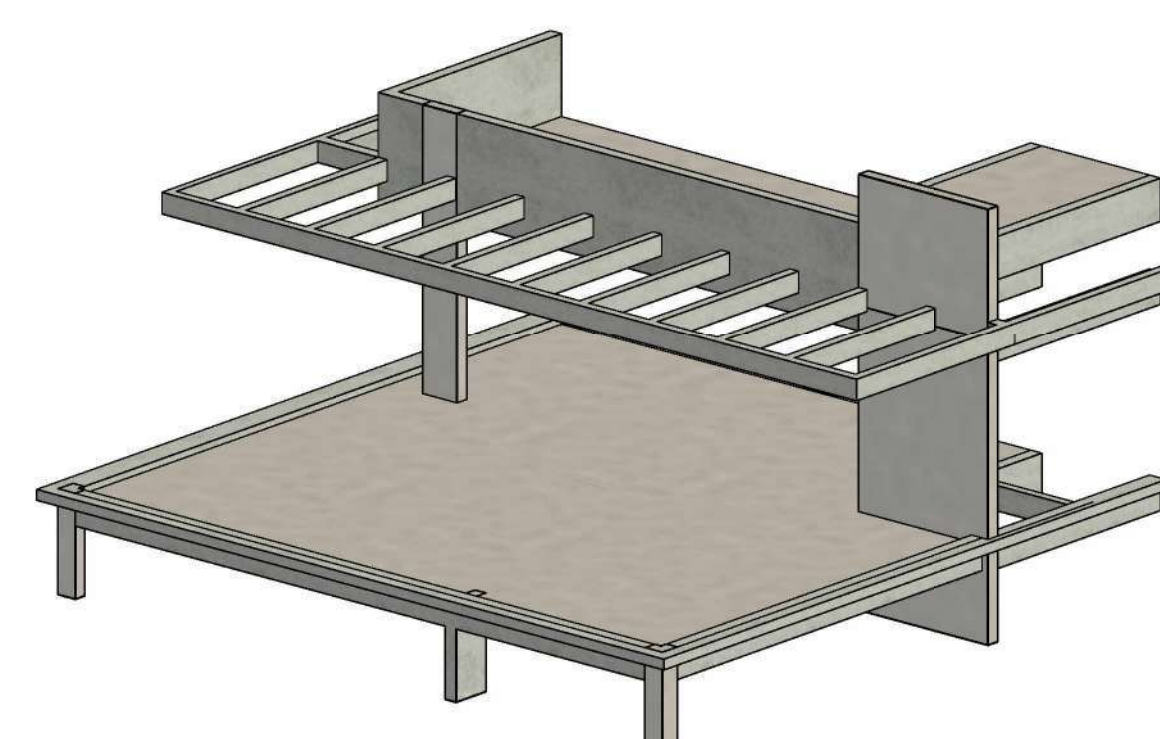
CORTE A-A - ESCADA  
1: 50



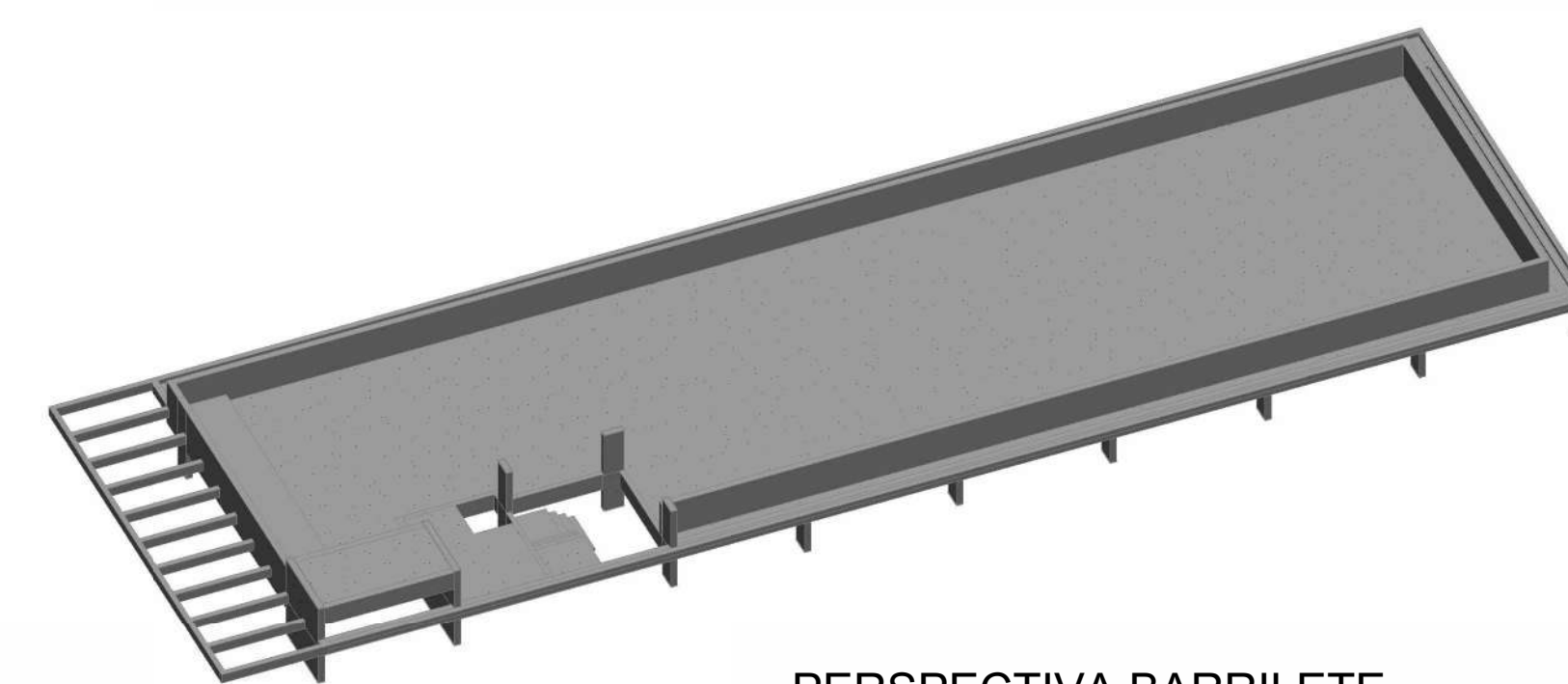
CORTE B - B - CASA DE MÁQUINAS  
1: 50

CORTE C - C - ESCADA  
1: 50

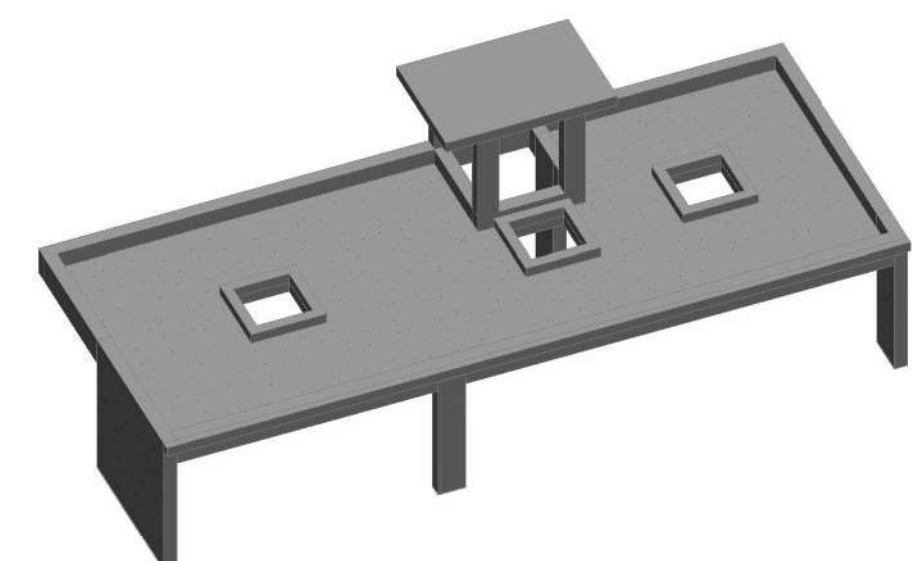
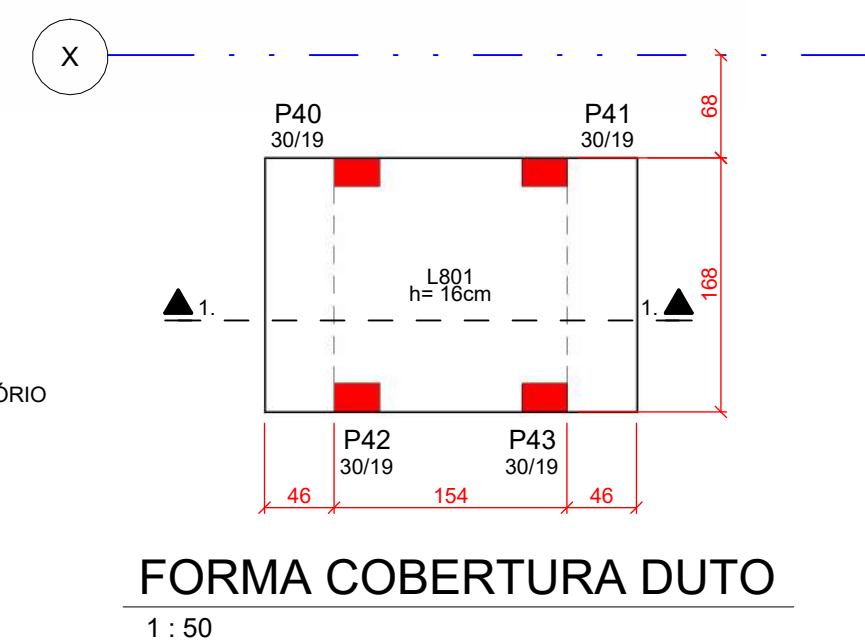
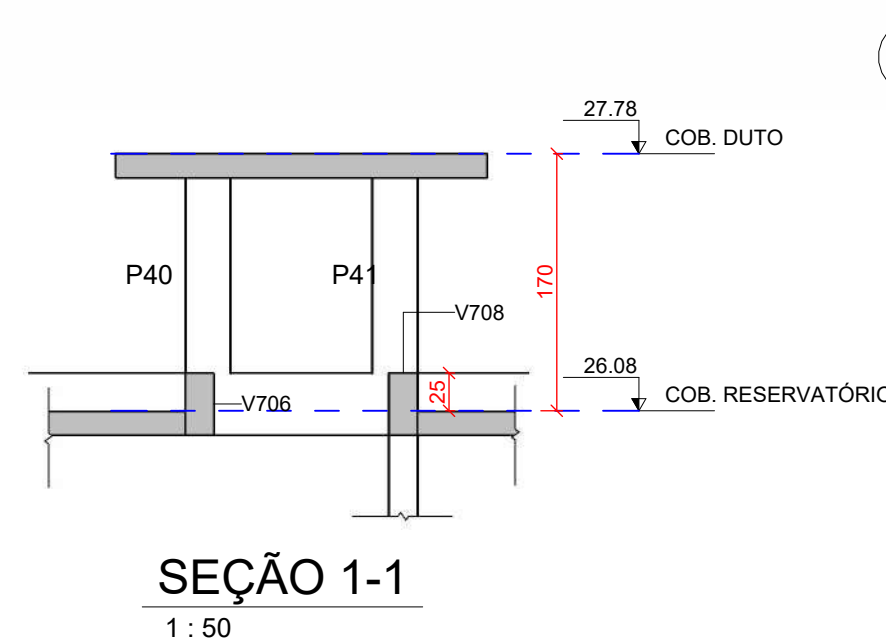
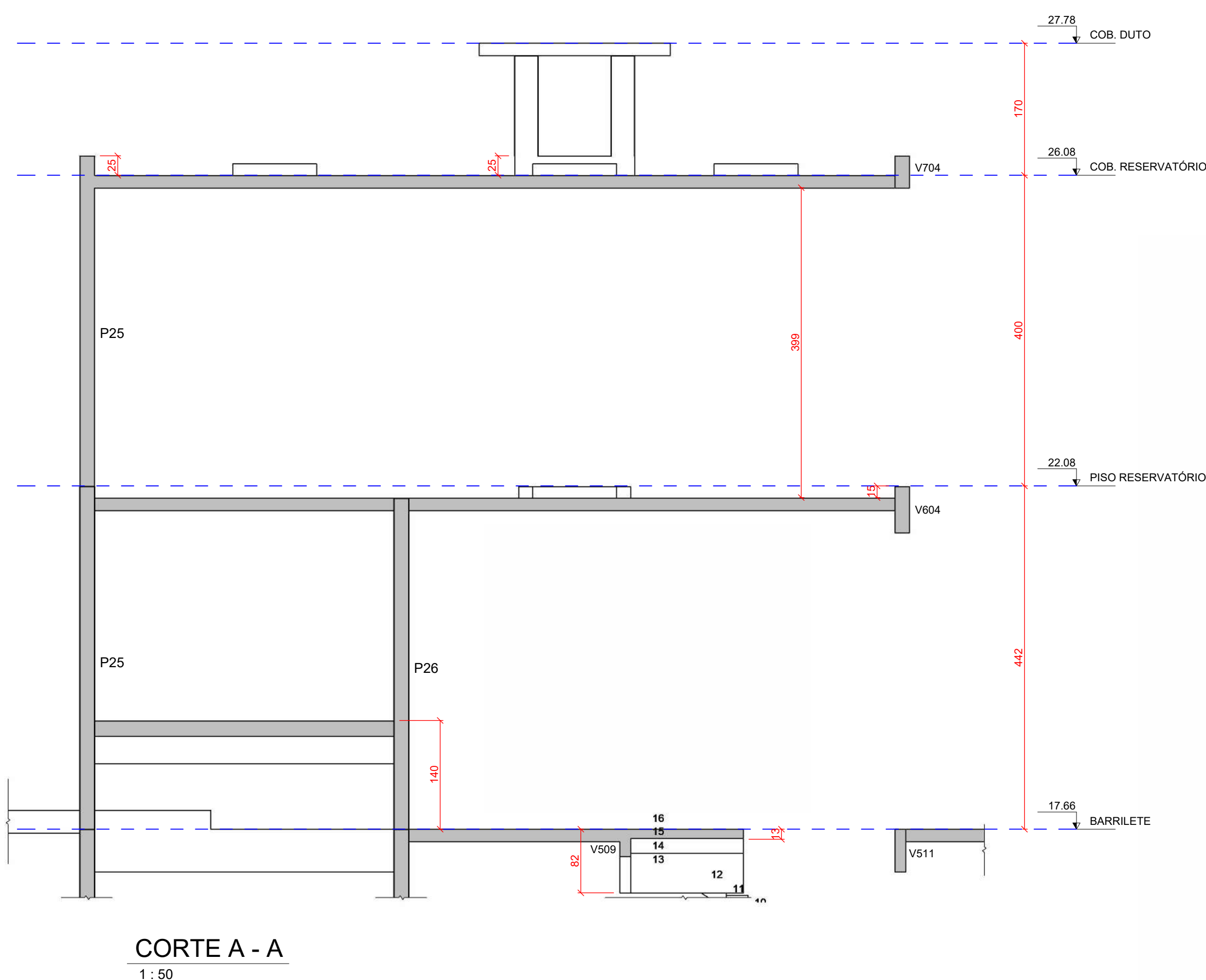
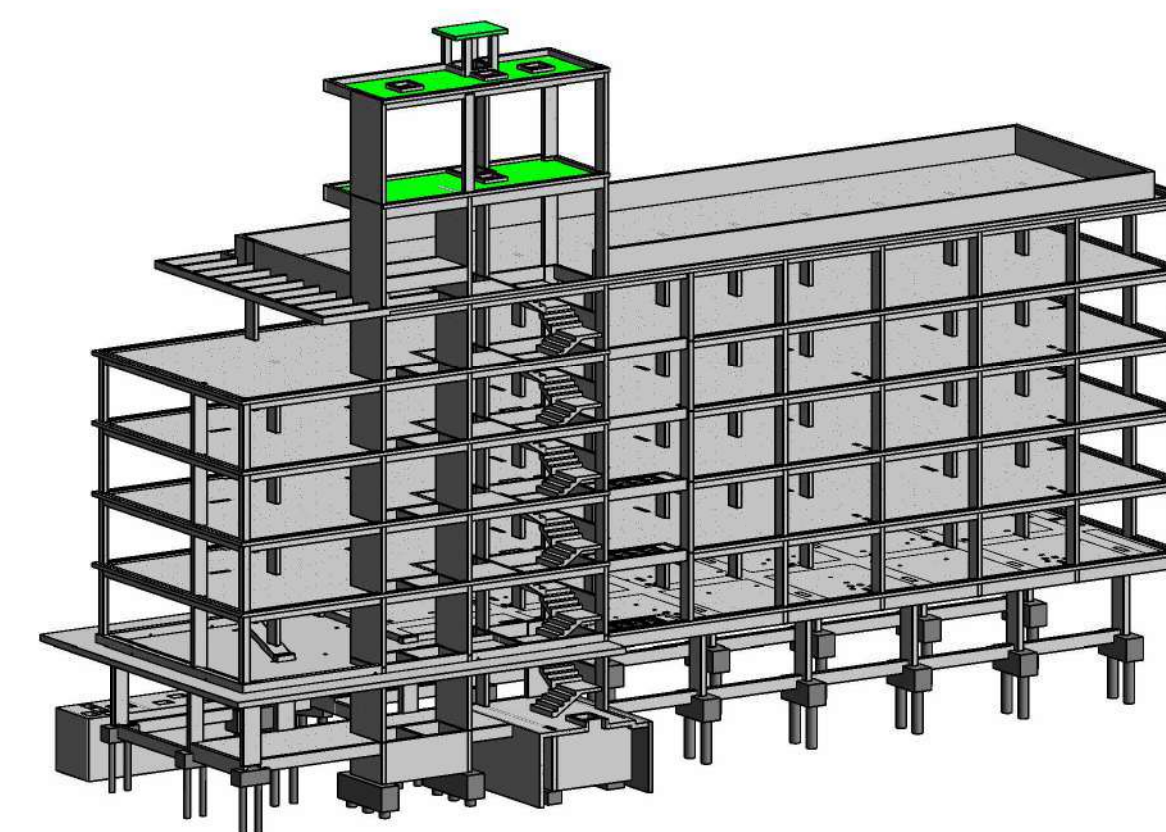
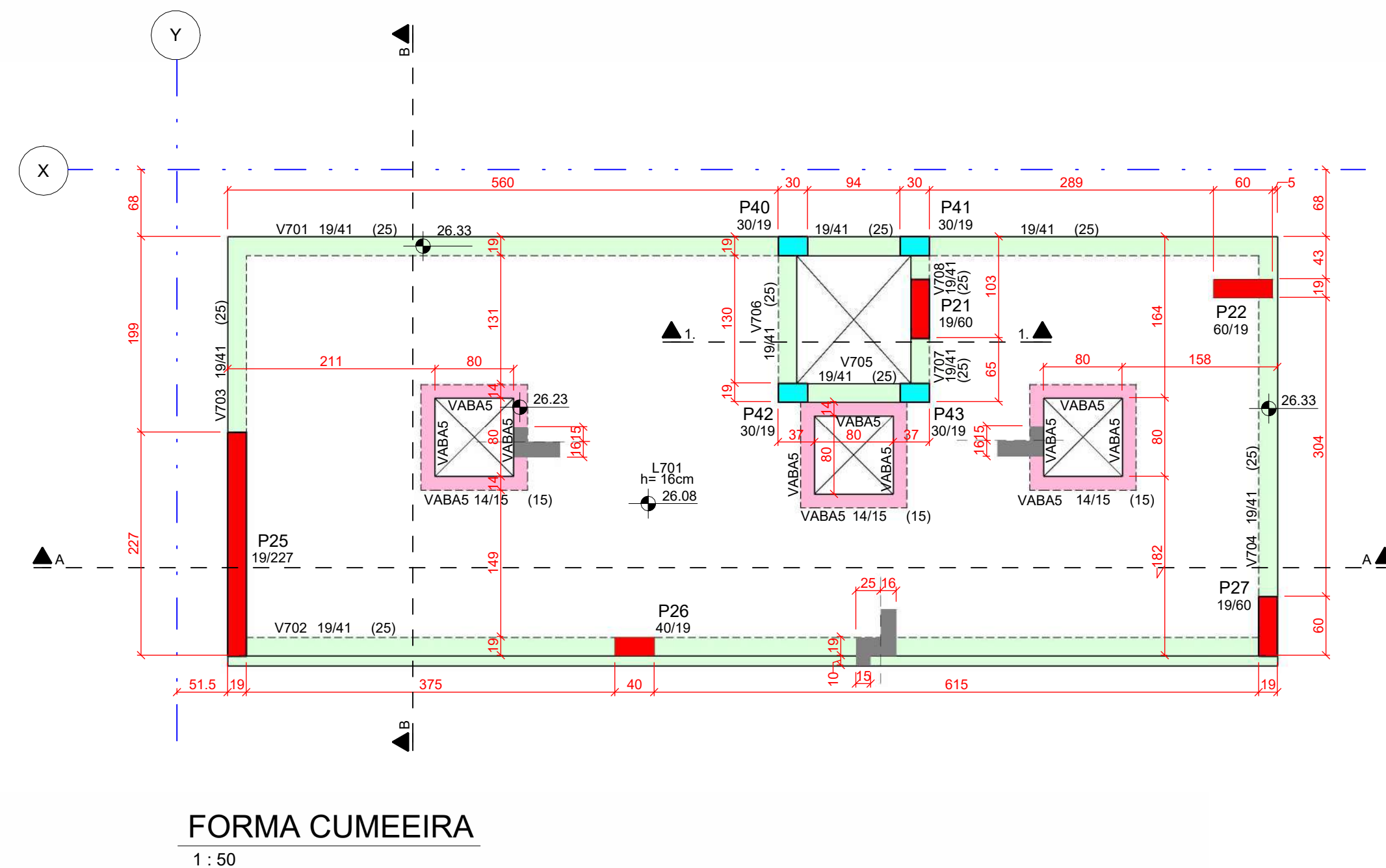
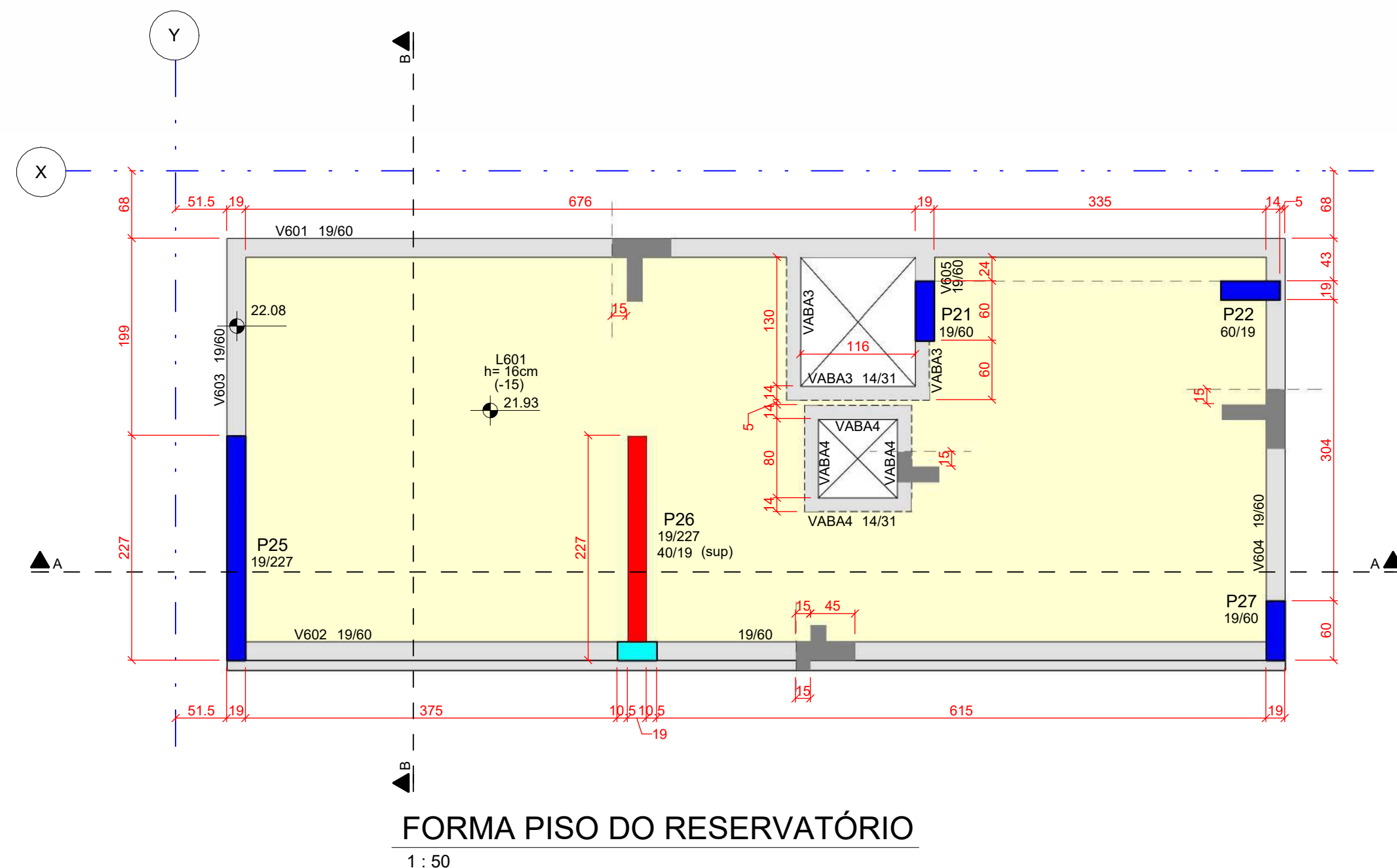
SEÇÃO 2 - 2  
1: 50



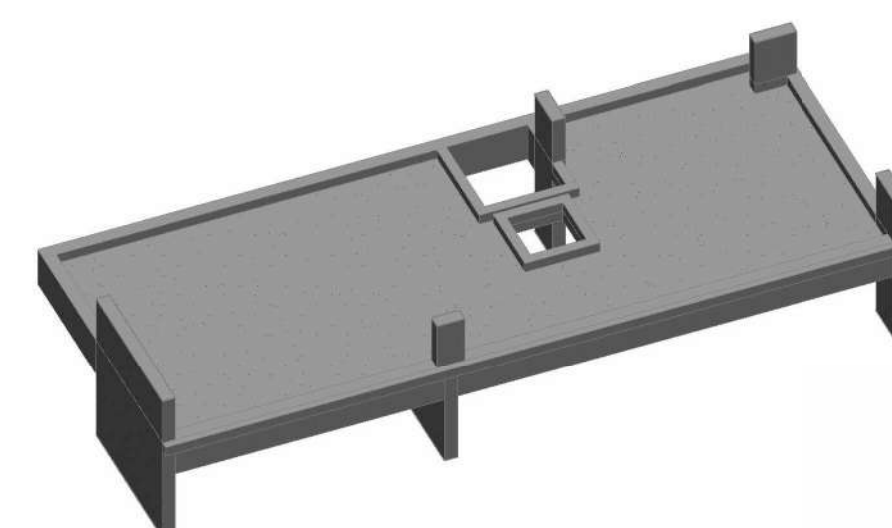
PERSPECTIVA PERGOLADO



PERSPECTIVA BARRILETE



**PERSPECTIVA CUMEEIRA**



**PERSPECTIVA PISO RESERVATÓRIO**

**LEGENDAS PARA PILARES**

**TABELA NÍVEIS - RESERV.**

| Cor     | Nível (m) | Desnível (cm) |
|---------|-----------|---------------|
| Verde   | 2190      | 0             |
| Amarelo | 2175      | -15           |

0 SOMENTE VIGAS

**TABELA NÍVEIS - COB. RESERV.**

| Cor   | Nível (cm) | Desnível (cm) |
|-------|------------|---------------|
| Verde | 2615       | +25           |
| Roxo  | 2605       | +15           |
| Cinza | 2590       | 0             |

0 SOMENTE VIGAS

**IDENTIFICAÇÃO VIGAS**

V201 19/50 (10)

| Cor     | Nível (m) | Desnível (cm) |
|---------|-----------|---------------|
| Verde   | 2190      | 0             |
| Amarelo | 2175      | -15           |

0 SOMENTE VIGAS

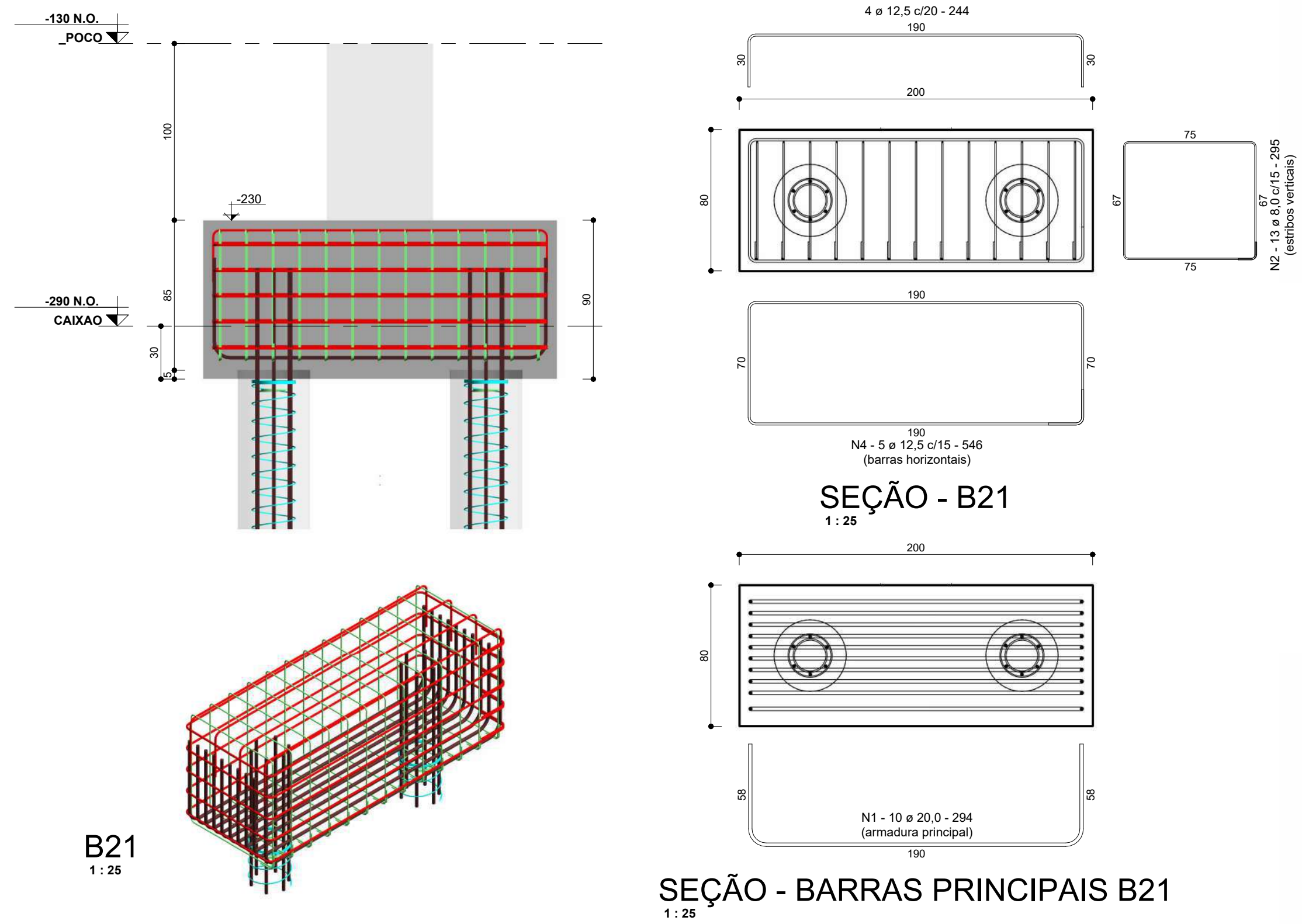
**IDENTIFICAÇÃO LAJES**

| Cor     | Nível (m) | Desnível (cm) |
|---------|-----------|---------------|
| Verde   | 2190      | 0             |
| Amarelo | 2175      | -15           |

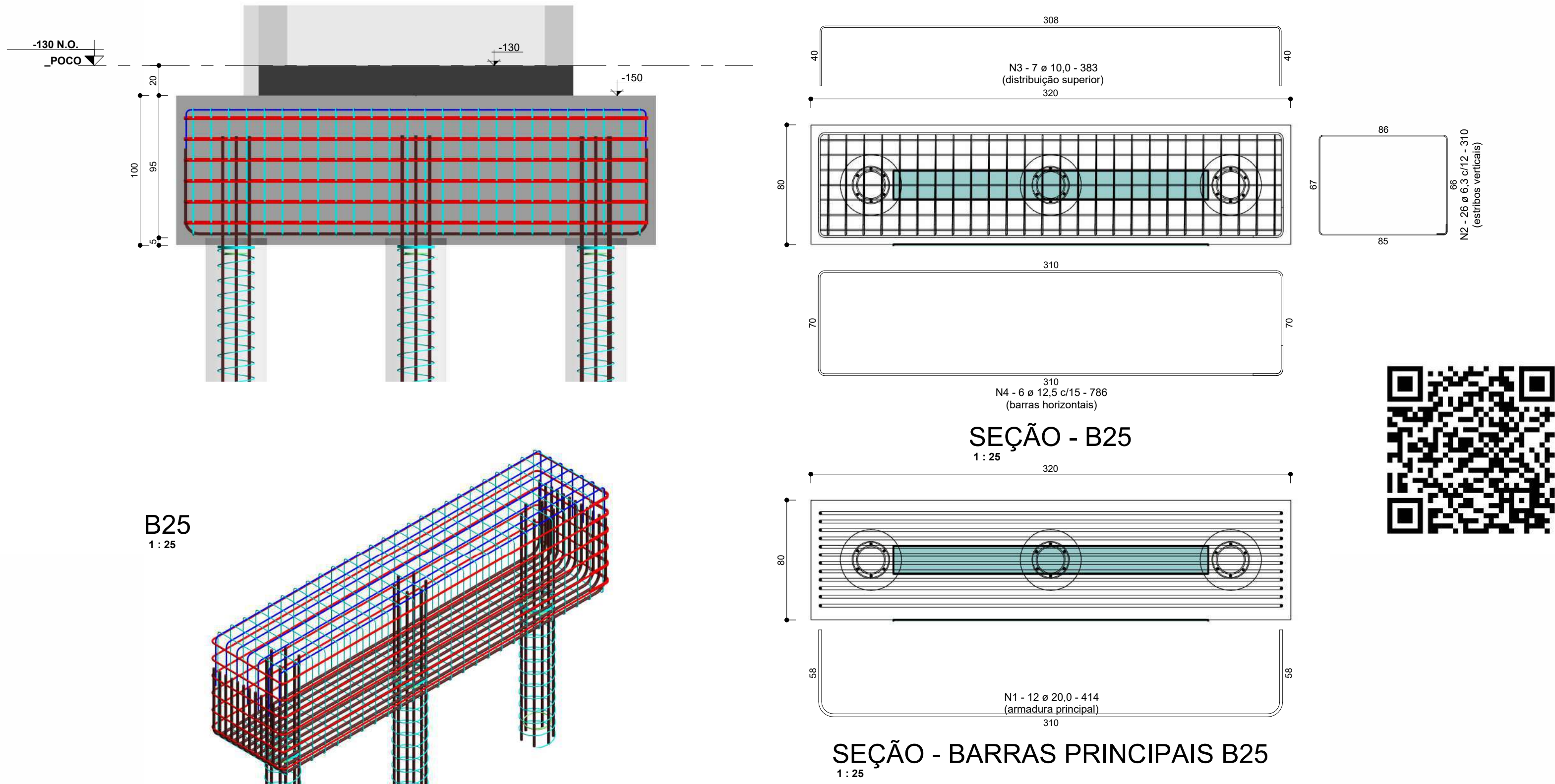
0 SOMENTE VIGAS

## APÊNDICE C – ARMAÇÕES

B21=B22=B27 (x3)

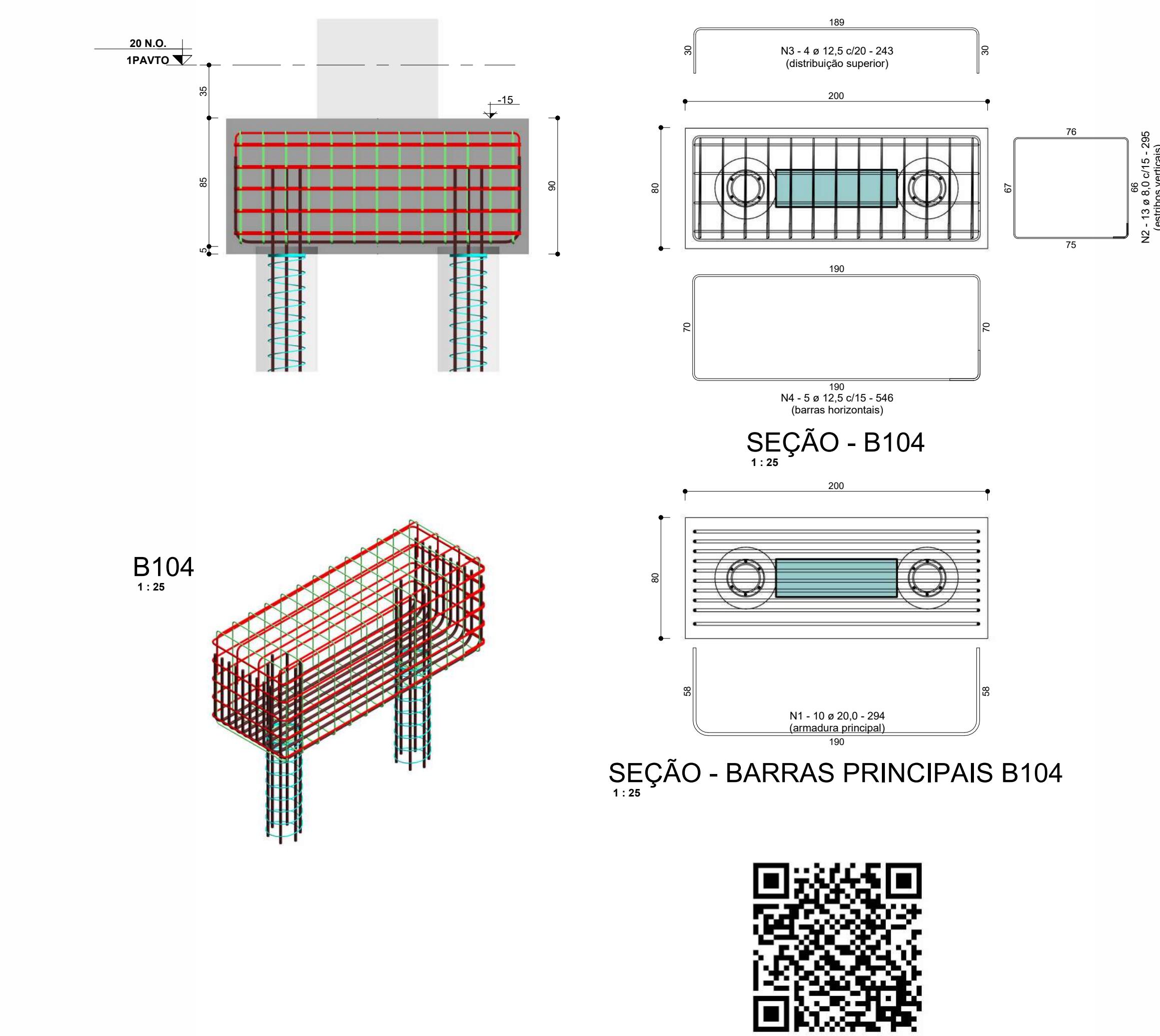


B25=B26 (x2)

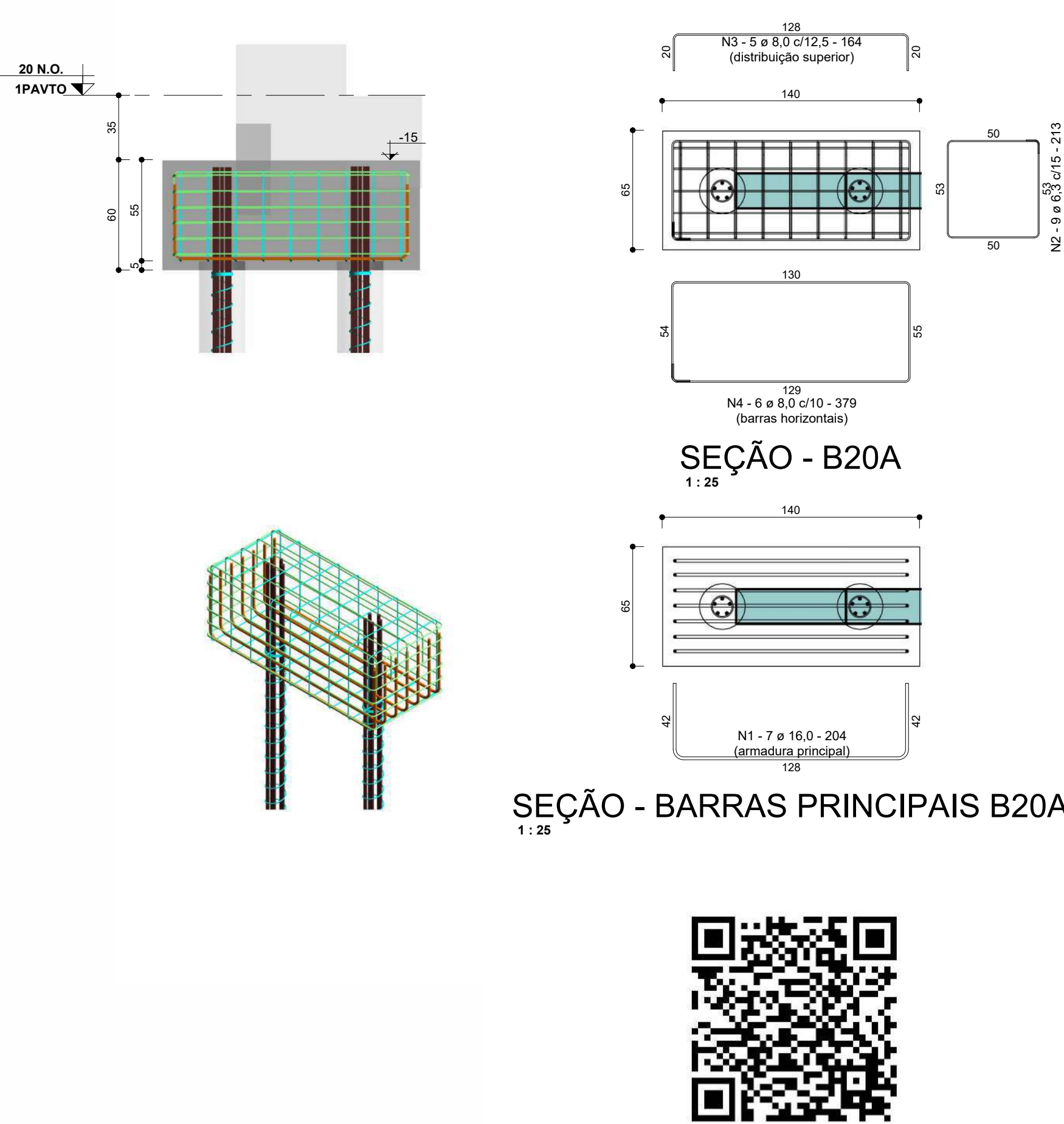


| LISTAGEM DE AÇO - POR UNIDADE - 101                    |      |    |              |             |           |
|--------------------------------------------------------|------|----|--------------|-------------|-----------|
| N                                                      | D    | Q  | C.UNIT. (cm) | C.TOT. (cm) | PESO (kg) |
| B3                                                     |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 16.0 | 18 | 216          | 3888        | 61.37     |
| 2                                                      | 10.0 | 1  | 154          | 154         | 0.95      |
| 3                                                      | 10.0 | 1  | 172          | 172         | 1.06      |
| 4                                                      | 10.0 | 1  | 190          | 190         | 1.17      |
| 5                                                      | 10.0 | 1  | 208          | 208         | 1.28      |
| 6                                                      | 10.0 | 2  | 226          | 452         | 2.79      |
| 7                                                      | 10.0 | 1  | 243          | 243         | 1.50      |
| 8                                                      | 10.0 | 1  | 246          | 246         | 1.52      |
| 9                                                      | 10.0 | 1  | 260          | 260         | 1.60      |
| 10                                                     | 10.0 | 2  | 168          | 336         | 2.07      |
| 11                                                     | 10.0 | 2  | 202          | 404         | 2.49      |
| 12                                                     | 10.0 | 3  | 235          | 705         | 4.35      |
| 13                                                     | 10.0 | 7  | 502          | 3514        | 21.67     |
| B21=B22=B27                                            |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 20.0 | 10 | 294          | 2940        | 72.50     |
| 2                                                      | 8.0  | 13 | 295          | 3835        | 15.13     |
| 4                                                      | 12.5 | 5  | 546          | 2730        | 26.30     |
| B25=B26                                                |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 20.0 | 12 | 414          | 4968        | 122.52    |
| 2                                                      | 6.3  | 26 | 310          | 8060        | 19.72     |
| 3                                                      | 10.0 | 7  | 383          | 2681        | 16.53     |
| 4                                                      | 12.5 | 6  | 786          | 4716        | 45.43     |
| B36=B101=B20A                                          |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 16.0 | 7  | 204          | 1428        | 22.54     |
| 2                                                      | 6.3  | 9  | 213          | 1917        | 4.89      |
| 3                                                      | 8.0  | 5  | 164          | 820         | 3.24      |
| 4                                                      | 8.0  | 6  | 379          | 2274        | 8.97      |
| B37                                                    |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 8.0  | 7  | 231          | 1617        | 6.38      |
| 2                                                      | 10.0 | 5  | 256          | 1280        | 7.89      |
| 3                                                      | 10.0 | 5  | 258          | 1290        | 7.95      |
| B102=B104=B105=B106=B107=B108=B112=B113=B114=B115=B116 |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 20.0 | 10 | 294          | 2940        | 72.50     |
| 2                                                      | 8.0  | 13 | 295          | 3835        | 15.13     |
| 3                                                      | 12.5 | 4  | 243          | 972         | 5.36      |
| 4                                                      | 12.5 | 5  | 546          | 2730        | 26.30     |
| B103=B109=B110=B111                                    |      |    |              |             |           |
| 1                                                      | 16.0 | 8  | 241          | 1928        | 30.43     |
| 2                                                      | 6.3  | 10 | 254          | 2540        | 6.22      |
| 3                                                      | 8.0  | 6  | 204          | 1224        | 4.83      |
| 4                                                      | 8.0  | 7  | 429          | 3003        | 11.85     |

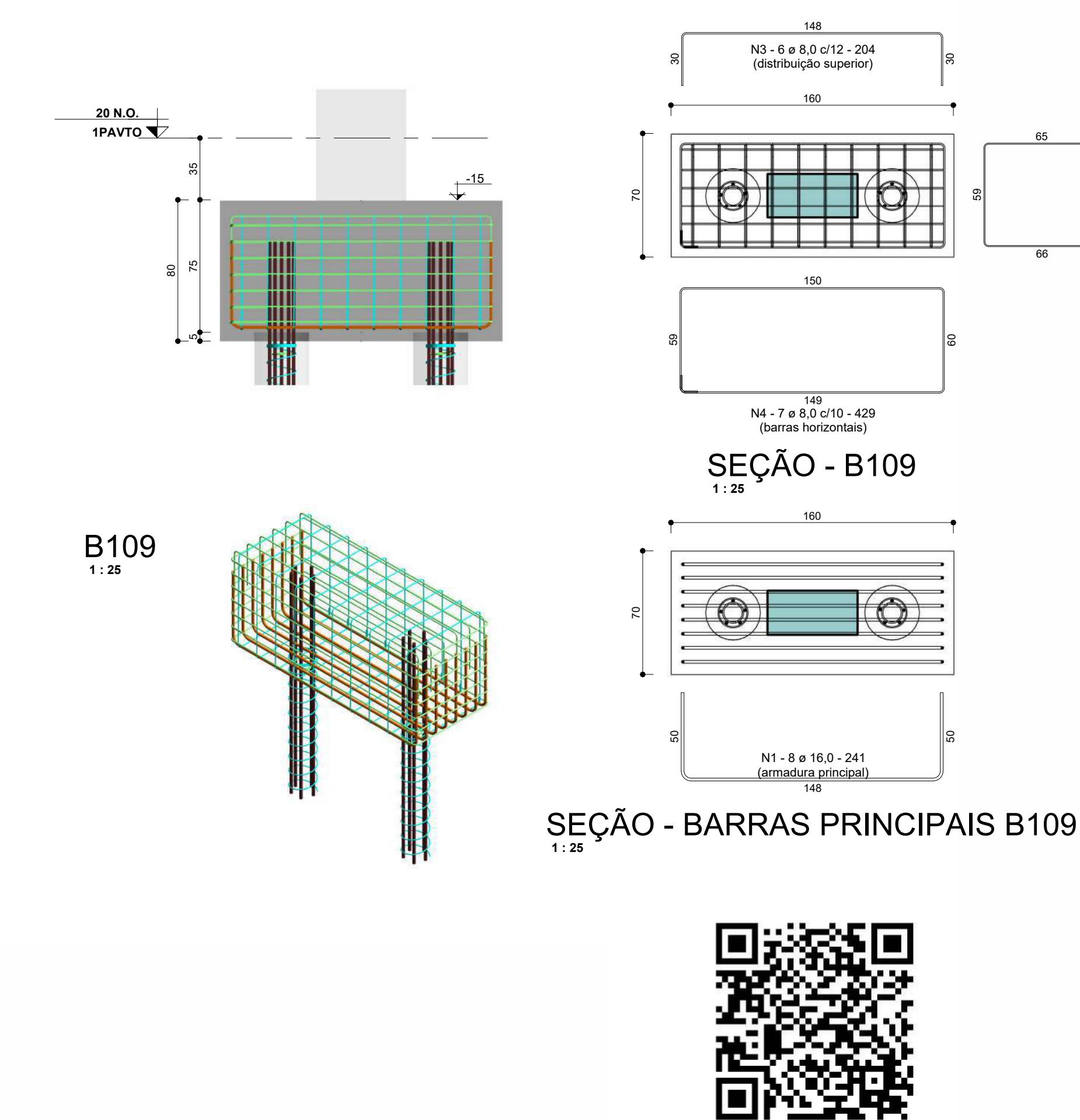
B102=B104=B105=B106=B107=B108=B112=B113=B114=B115=B116 (x11)



B36=B101=B20A (x3)



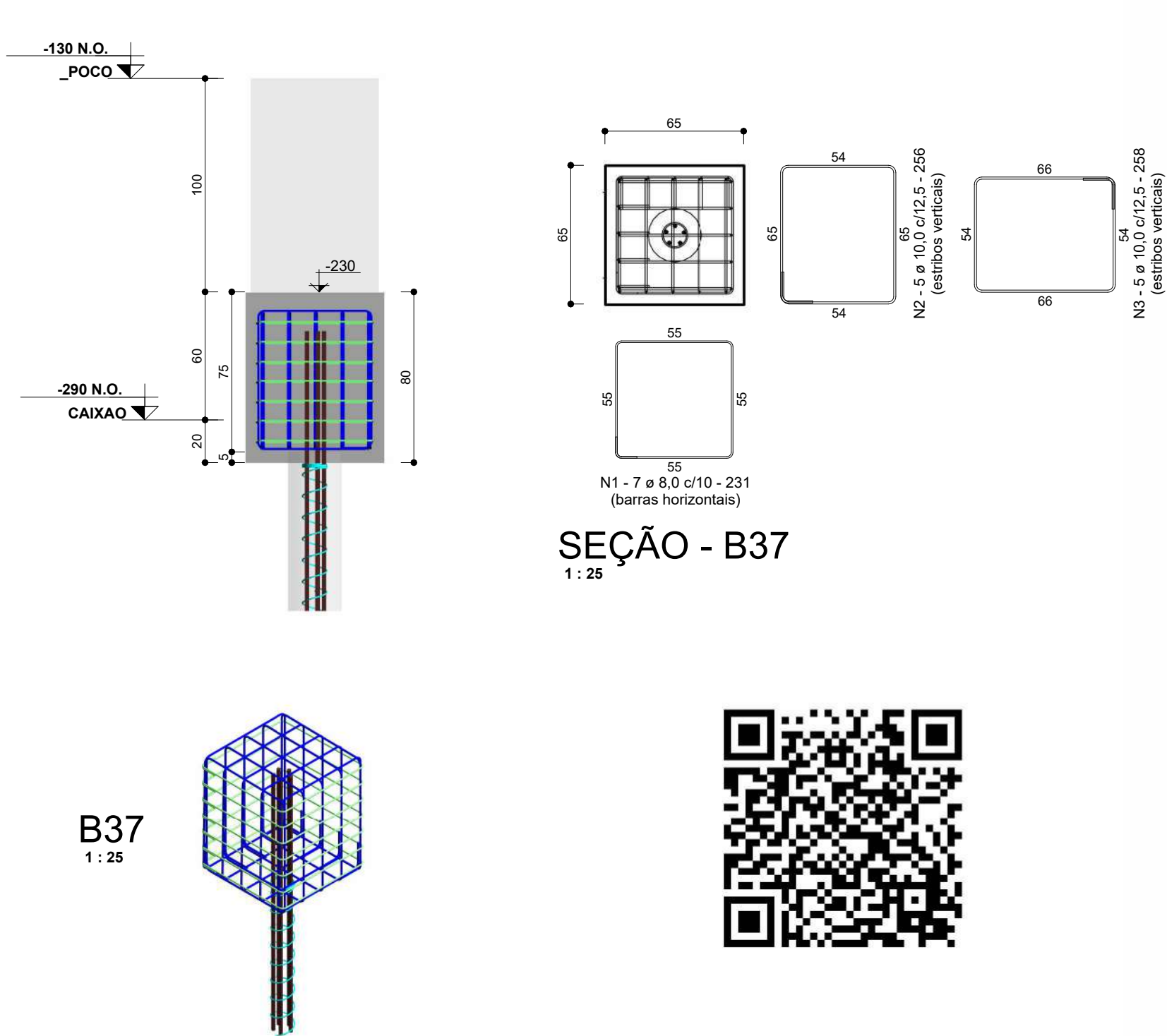
B103=B109=B110=B111 (x4)



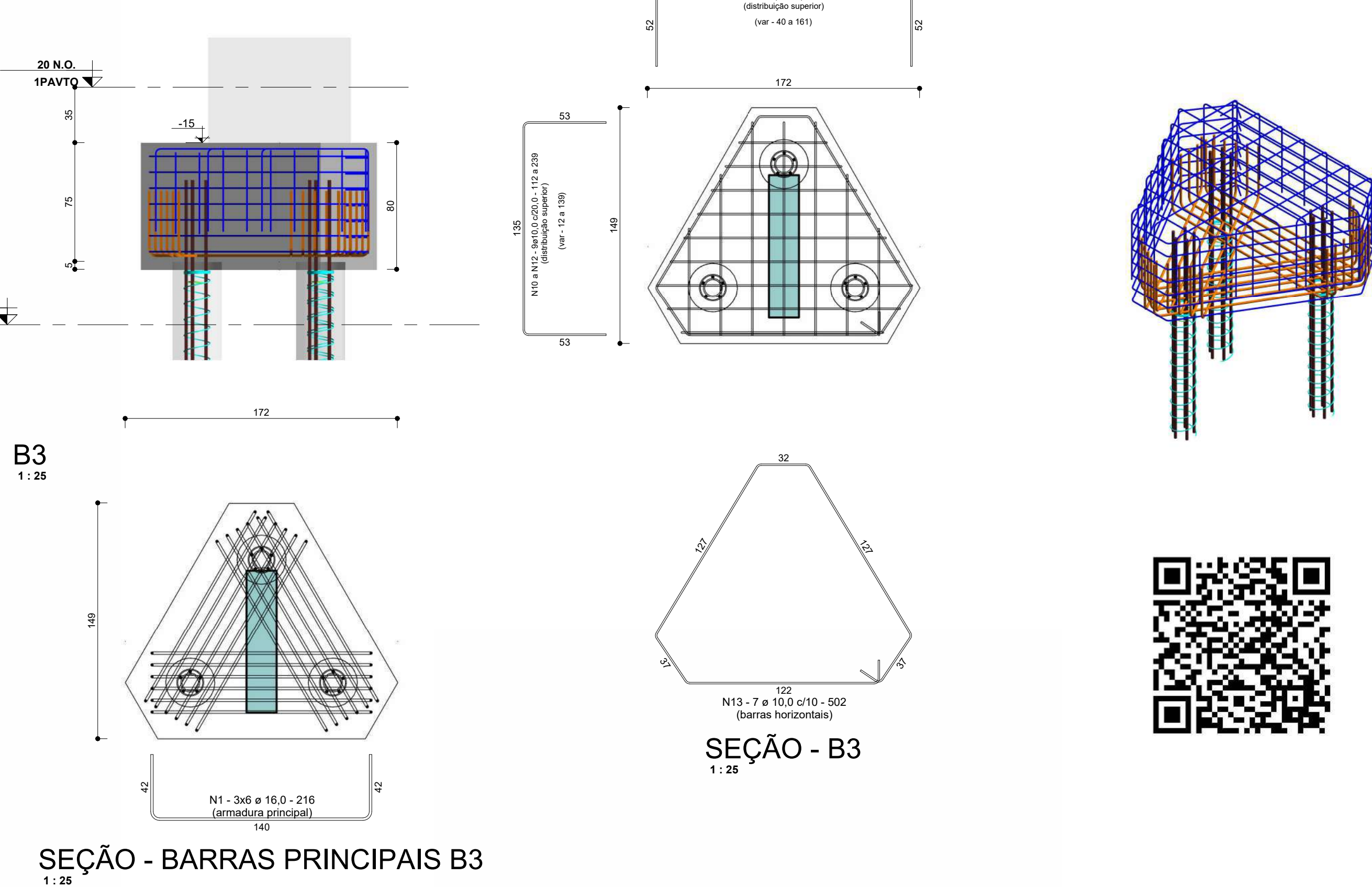
| RESUMO DE AÇO - FOLHA - 101 |             |           |
|-----------------------------|-------------|-----------|
| DIAM                        | C.TOTAL (m) | PESO (Kg) |
| 6.3 mm                      | 320.31      | 78.38     |
| 8.0 mm                      | 814.97      | 321.57    |
| 10.0 mm                     | 148.16      | 91.35     |
| 12.5 mm                     | 595.20      | 573.38    |
| 16.0 mm                     | 158.84      | 250.70    |
| 20.0 mm                     | 510.98      | 1260.10   |
| TOTAIS                      | 2548.44     | 2575.49   |

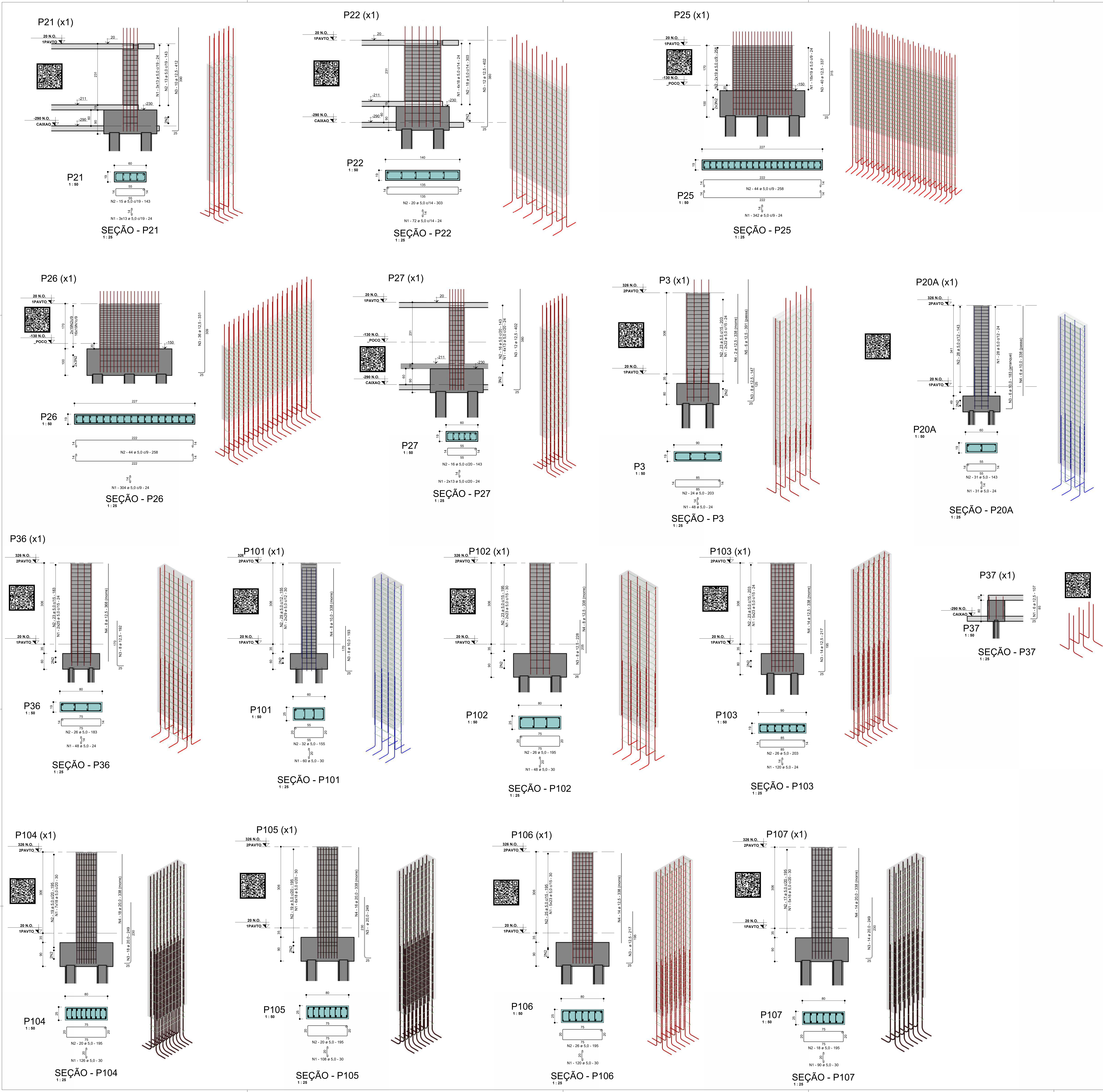
| CONSUMO DE FÓRMAS E CONCRETO - BLOCOS - 101            |           |          |
|--------------------------------------------------------|-----------|----------|
| TÍTULOS                                                | FÓRMAS    | VOLUME   |
| B3                                                     | 4.13 m³   | 1.39 m³  |
| B21=B22=B27                                            | 15.12 m³  | 4.28 m³  |
| B25=B26                                                | 16.00 m³  | 5.08 m³  |
| B36=B101=B20A                                          | 7.38 m³   | 1.62 m³  |
| B37                                                    | 2.08 m³   | 0.34 m³  |
| B102=B104=B105=B106=B107=B108=B112=B113=B114=B115=B116 | 55.44 m³  |          |
| B103=B109=B110=B111                                    | 14.72 m³  | 3.55 m³  |
| TOTAIS: 25                                             | 114.87 m³ | 31.96 m³ |

B37 (x1)



B3 (x1)



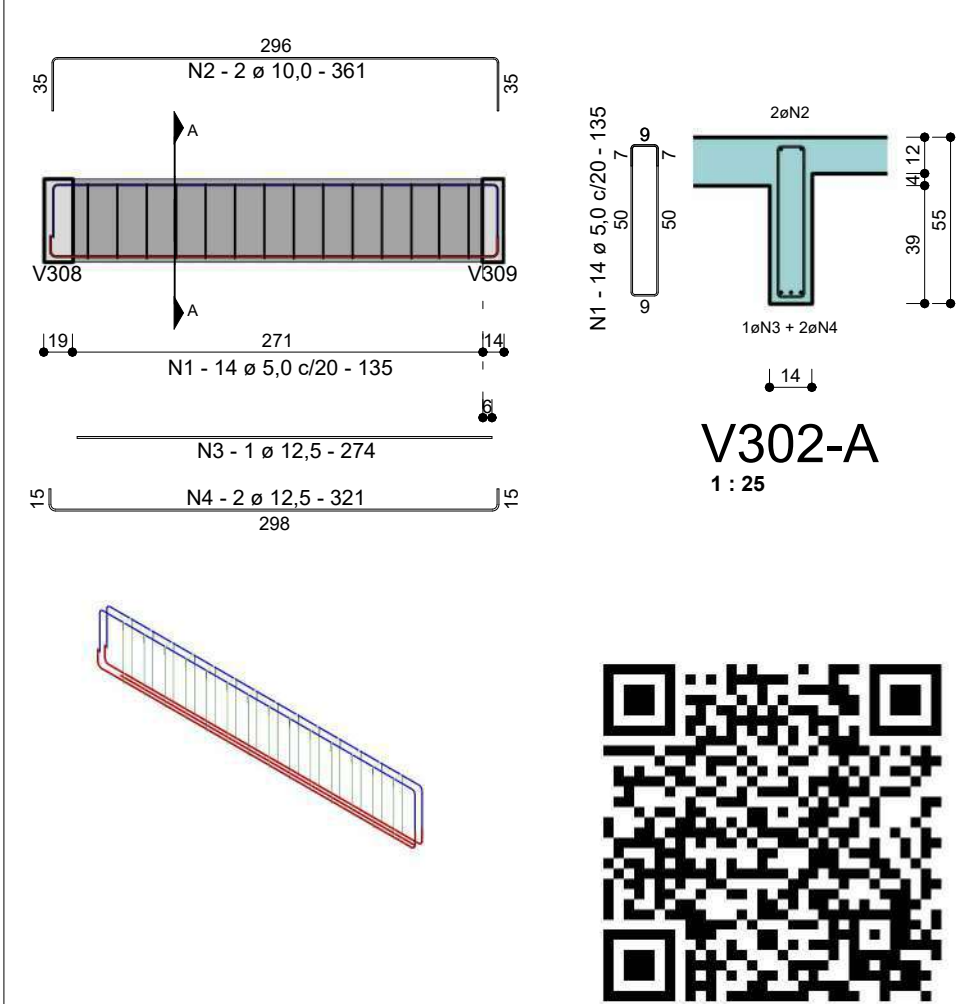


| LISTAGEM DE AÇO - POR UNIDADE - 301 |   |      |              |             |           |
|-------------------------------------|---|------|--------------|-------------|-----------|
| N                                   | D | Q    | C.UNIT. (cm) | C.TOT. (cm) | PESO (kg) |
| P3                                  | 1 | 5,0  | 44           | 24          | 1056      |
|                                     | 2 | 5,0  | 25           | 203         | 5075      |
|                                     | 3 | 12,5 | 8            | 147         | 1176      |
|                                     | 4 | 12,5 | 2            | 338         | 676       |
|                                     | 5 | 12,5 | 6            | 391         | 2346      |
| P20A                                | 1 | 5,0  | 28           | 24          | 672       |
|                                     | 2 | 5,0  | 30           | 143         | 4290      |
|                                     | 3 | 10,0 | 6            | 183         | 1098      |
|                                     | 4 | 10,0 | 6            | 338         | 2028      |
| P21                                 | 1 | 5,0  | 39           | 24          | 936       |
|                                     | 2 | 5,0  | 15           | 143         | 2145      |
|                                     | 3 | 12,5 | 10           | 412         | 4120      |
| P22                                 | 1 | 5,0  | 72           | 24          | 1728      |
|                                     | 2 | 5,0  | 20           | 303         | 6060      |
|                                     | 3 | 12,5 | 12           | 402         | 4624      |
| P25                                 | 1 | 5,0  | 342          | 24          | 8208      |
|                                     | 2 | 5,0  | 44           | 258         | 11352     |
|                                     | 3 | 12,5 | 40           | 337         | 13480     |
| P26                                 | 1 | 5,0  | 304          | 24          | 7296      |
|                                     | 2 | 5,0  | 44           | 258         | 11352     |
|                                     | 3 | 12,5 | 36           | 331         | 11916     |
| P27                                 | 1 | 5,0  | 52           | 24          | 1248      |
|                                     | 2 | 5,0  | 16           | 143         | 2288      |
|                                     | 3 | 12,5 | 12           | 402         | 4624      |
| P36                                 | 1 | 5,0  | 50           | 24          | 1200      |
|                                     | 2 | 5,0  | 25           | 183         | 4575      |
|                                     | 3 | 12,5 | 8            | 192         | 1536      |
|                                     | 4 | 12,5 | 8            | 368         | 2944      |
| P37                                 | 1 | 12,5 | 6            | 107         | 642       |
| P101                                | 1 | 5,0  | 58           | 30          | 1740      |
|                                     | 2 | 5,0  | 31           | 155         | 4805      |
|                                     | 3 | 10,0 | 8            | 193         | 1544      |
|                                     | 4 | 10,0 | 8            | 338         | 2704      |
| P102                                | 1 | 5,0  | 46           | 30          | 1380      |
|                                     | 2 | 5,0  | 25           | 195         | 4875      |
|                                     | 3 | 12,5 | 8            | 228         | 1824      |
|                                     | 4 | 12,5 | 6            | 338         | 2704      |
| P103                                | 1 | 5,0  | 115          | 24          | 2760      |
|                                     | 2 | 5,0  | 25           | 203         | 5075      |
|                                     | 3 | 12,5 | 14           | 217         | 3038      |
|                                     | 4 | 12,5 | 14           | 338         | 4732      |
| P104                                | 1 | 5,0  | 129          | 30          | 3870      |
|                                     | 2 | 5,0  | 21           | 195         | 4095      |
|                                     | 3 | 20,0 | 18           | 249         | 4482      |
|                                     | 4 | 20,0 | 18           | 338         | 6084      |
| P105                                | 1 | 5,0  | 108          | 30          | 3240      |
|                                     | 2 | 5,0  | 21           | 195         | 4095      |
|                                     | 3 | 20,0 | 16           | 249         | 3984      |
|                                     | 4 | 20,0 | 16           | 338         | 5408      |
| P106                                | 1 | 5,0  | 115          | 30          | 3450      |
|                                     | 2 | 5,0  | 27           | 195         | 5265      |
|                                     | 3 | 12,5 | 14           | 217         | 3038      |
|                                     | 4 | 12,5 | 14           | 338         | 4732      |
| P107                                | 1 | 5,0  | 80           | 30          | 2400      |
|                                     | 2 | 5,0  | 19           | 195         | 3705      |
|                                     | 3 | 20,0 | 14           | 249         | 3486      |
|                                     | 4 | 20,0 | 14           | 338         | 4732      |

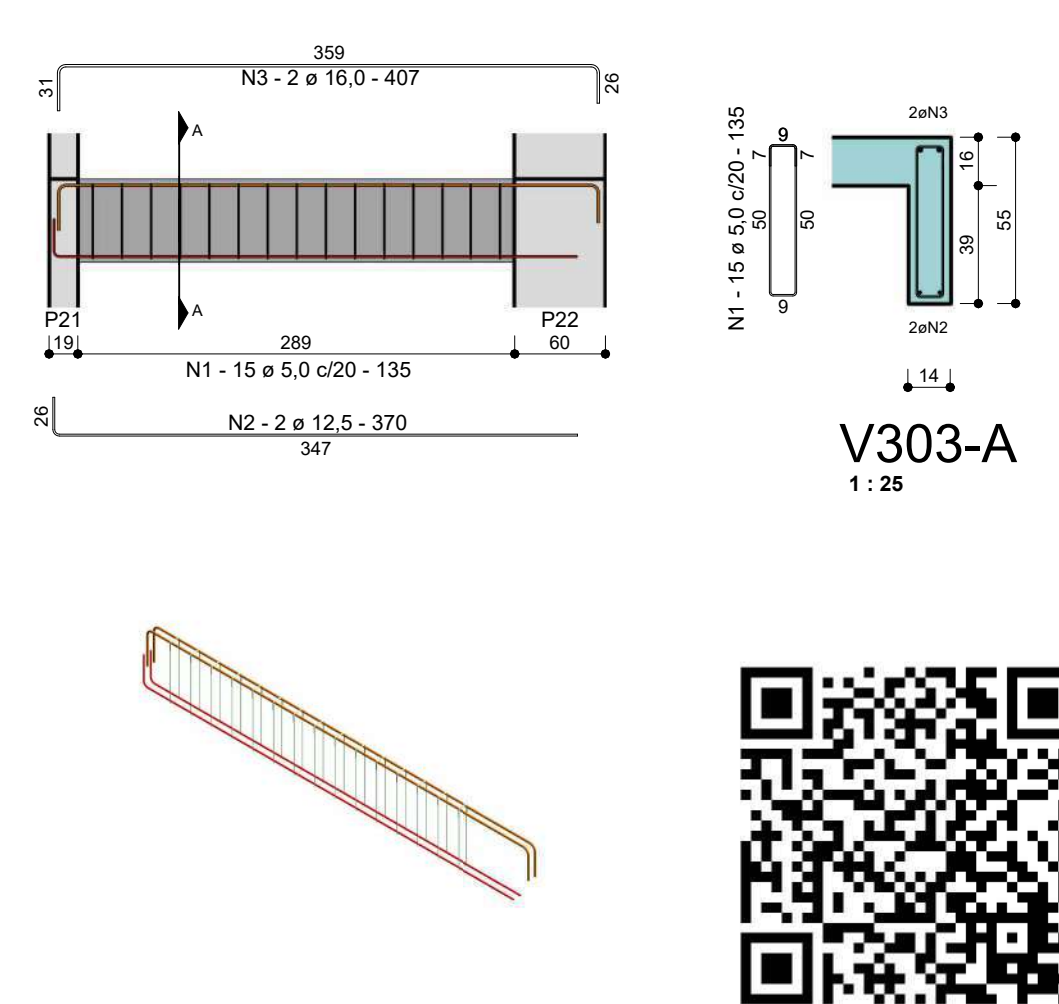
| RESUMO DE AÇO - FOLHA - 301 |             |           |
|-----------------------------|-------------|-----------|
| DIAM                        | C.TOTAL (m) | PESO (Kg) |
| 5,0 mm                      | 1202,36     | 185,33    |
| 10,0 mm                     | 73,74       | 45,46     |
| 12,5 mm                     | 685,52      | 660,39    |
| 20,0 mm                     | 281,76      | 694,86    |
| TOTAIS                      | 2243,38     | 1586,04   |

| CONSUMO DE FORMAS E CONCRETO - PILARES - 301 |           |         |
|----------------------------------------------|-----------|---------|
| TITULOS                                      | FÓRMAS    | VOLUME  |
| P3                                           | 7,43 m²   | 0,58 m³ |
| P20A                                         | 5,39 m²   | 0,39 m³ |
| P21                                          | 3,95 m²   | 0,29 m³ |
| P22                                          | 7,95 m²   | 0,67 m³ |
| P25                                          | 8,36 m²   | 0,73 m³ |
| P26                                          | 8,36 m²   | 0,73 m³ |
| P27                                          | 3,95 m²   | 0,29 m³ |
| P36                                          | 6,95 m²   | 0,53 m³ |
| P37                                          | 0,95 m²   | 0,07 m³ |
| P101                                         | 5,80 m²   | 0,51 m³ |
| P102                                         | 7,16 m²   | 0,68 m³ |
| P103                                         | 7,43 m²   | 0,58 m³ |
| P104                                         | 7,16 m²   | 0,68 m³ |
| P105                                         | 7,16 m²   | 0,68 m³ |
| P106                                         | 7,16 m²   | 0,68 m³ |
| P107                                         | 7,16 m²   | 0,68 m³ |
| TOTAIS: 16                                   | 102,33 m² | 8,78 m³ |

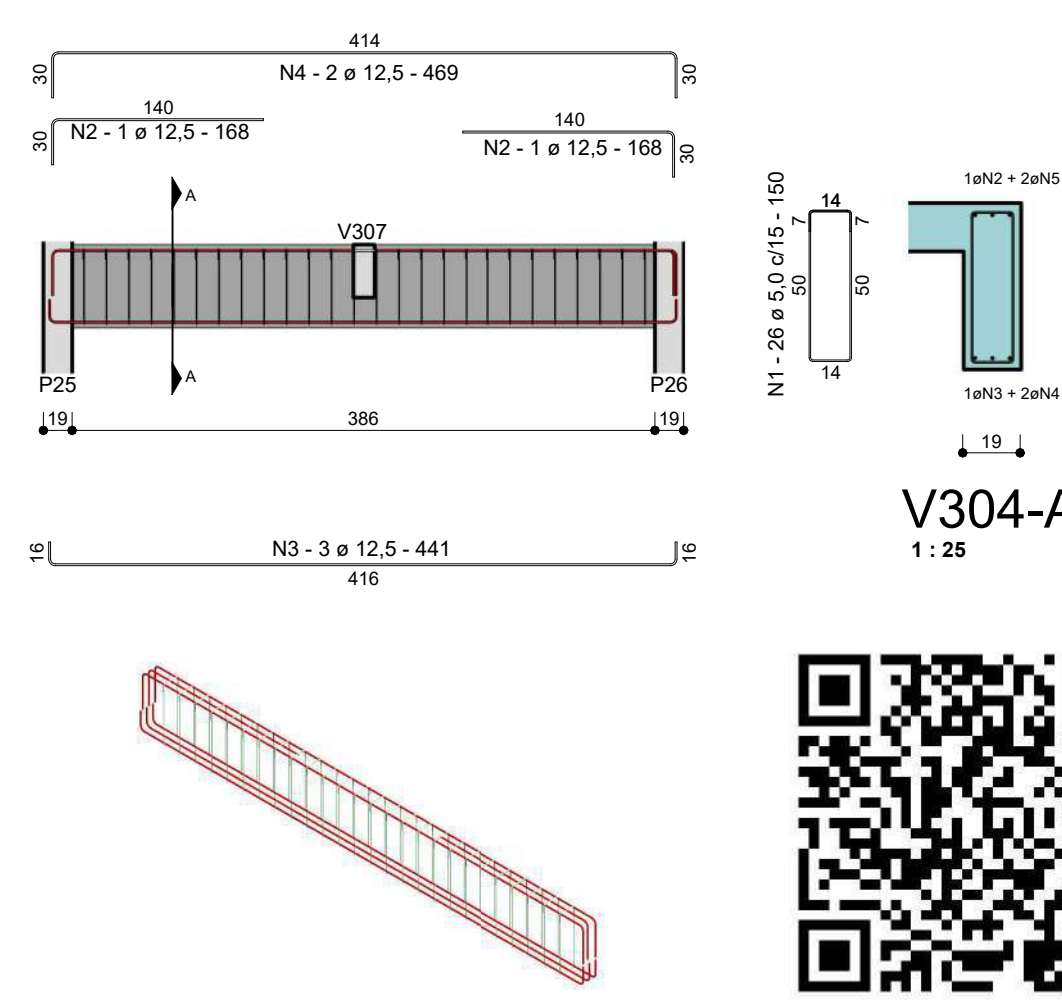
V302 (x1)



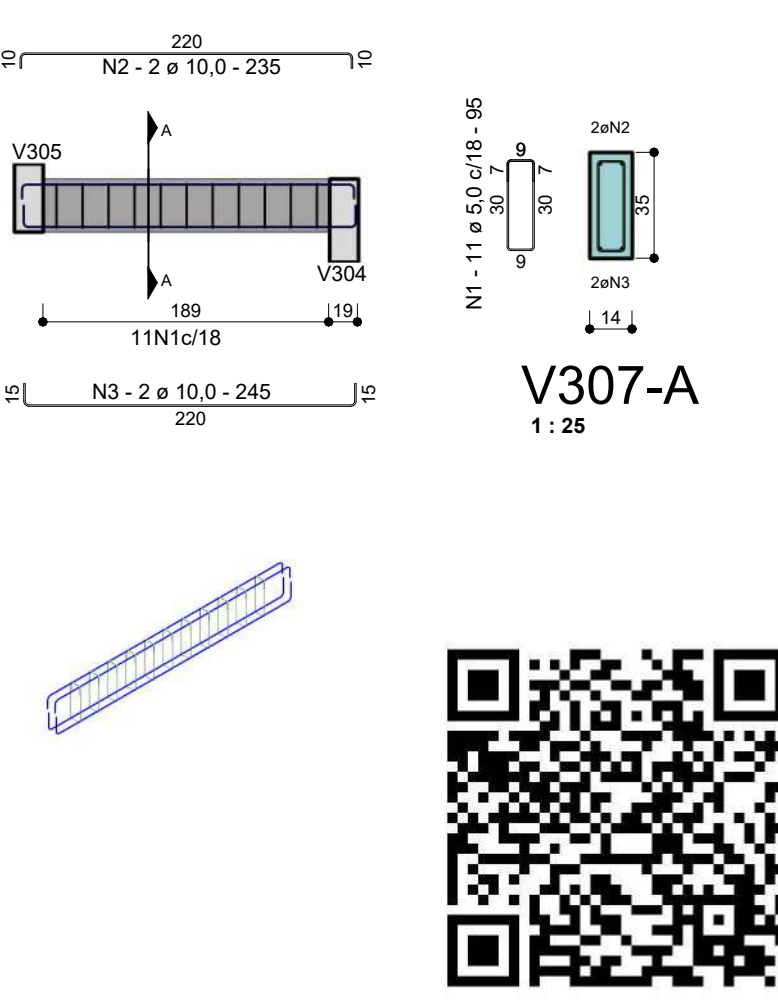
V303 (x1)



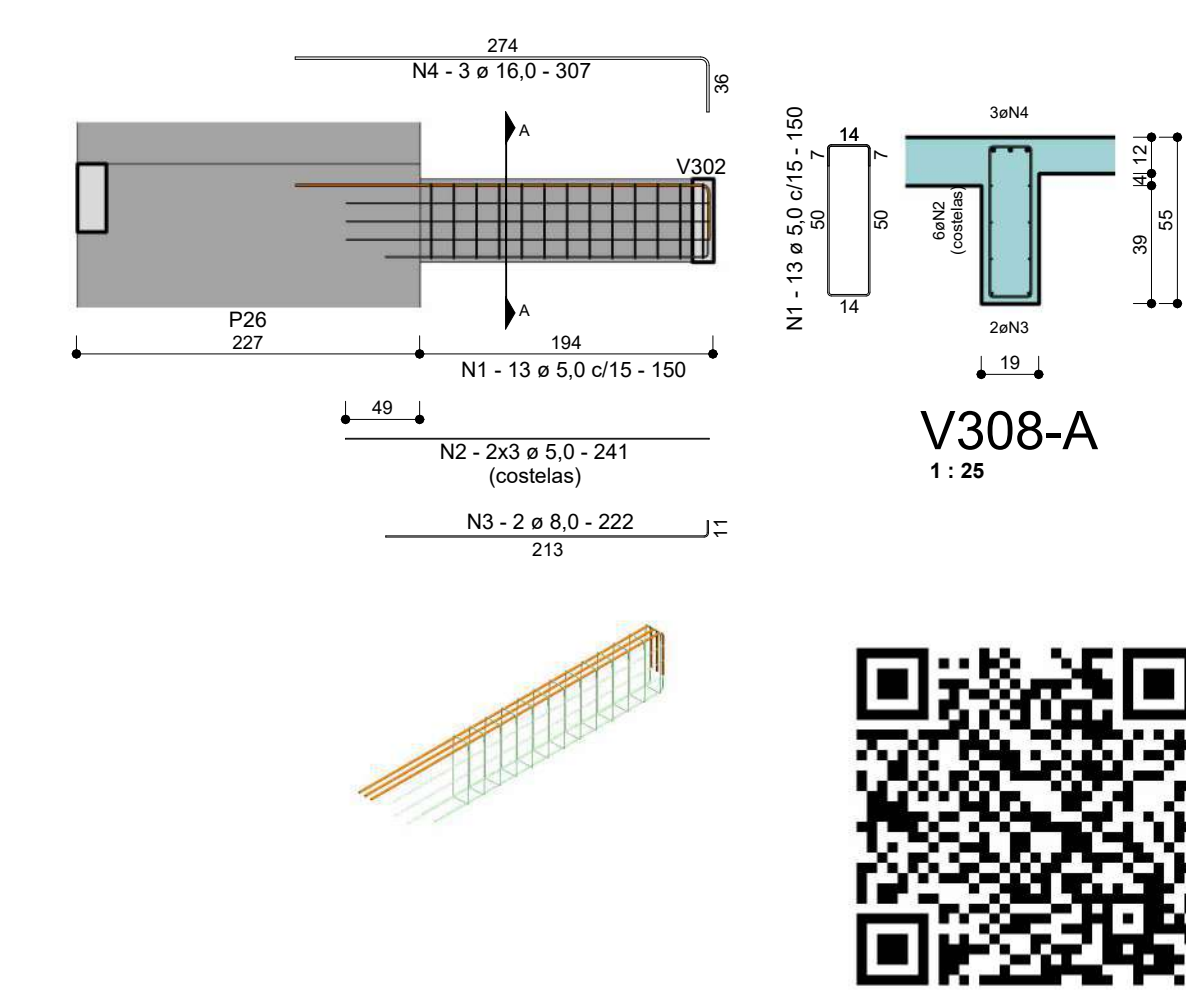
V304 (x1)



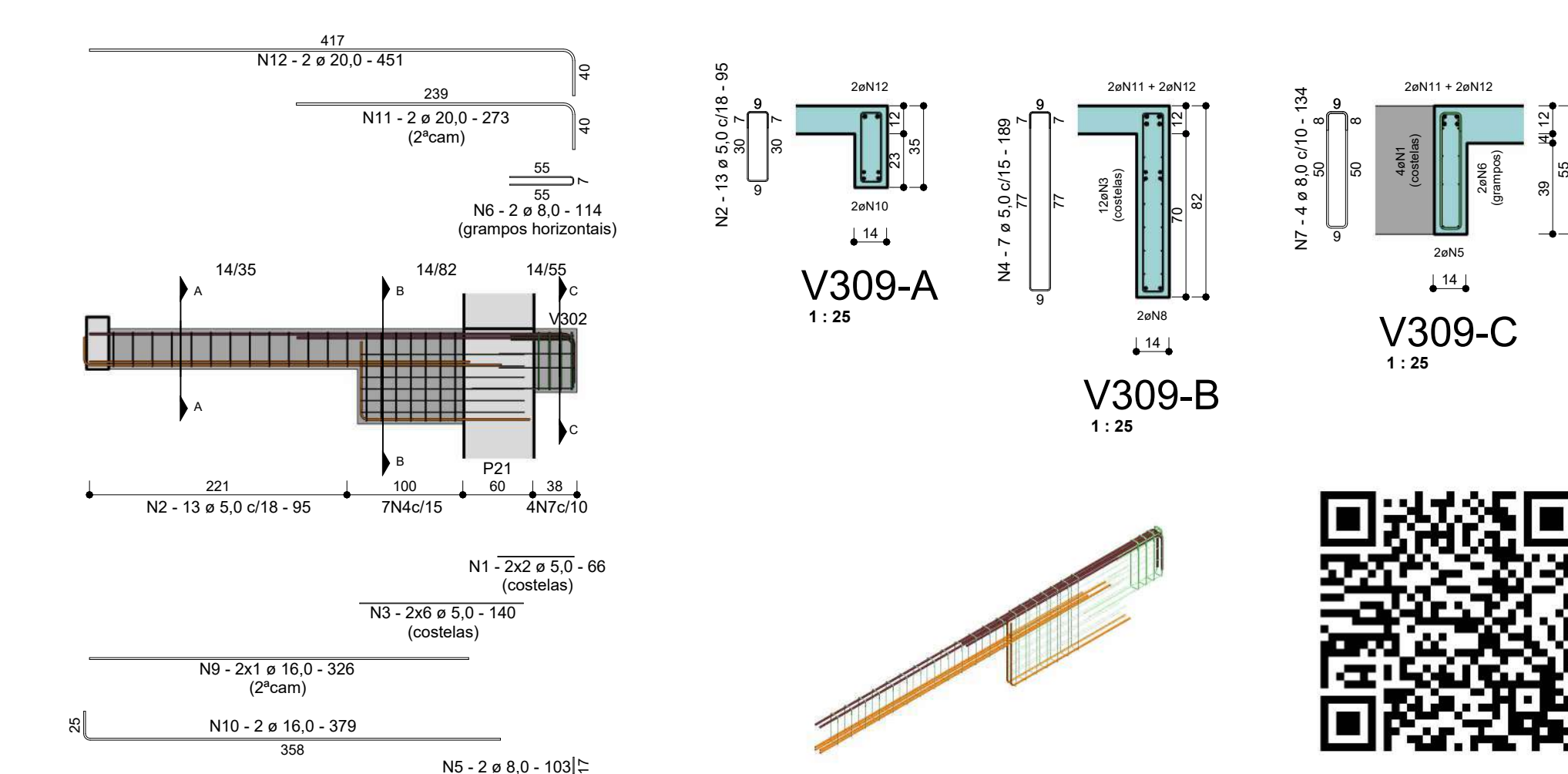
V307 (x1)



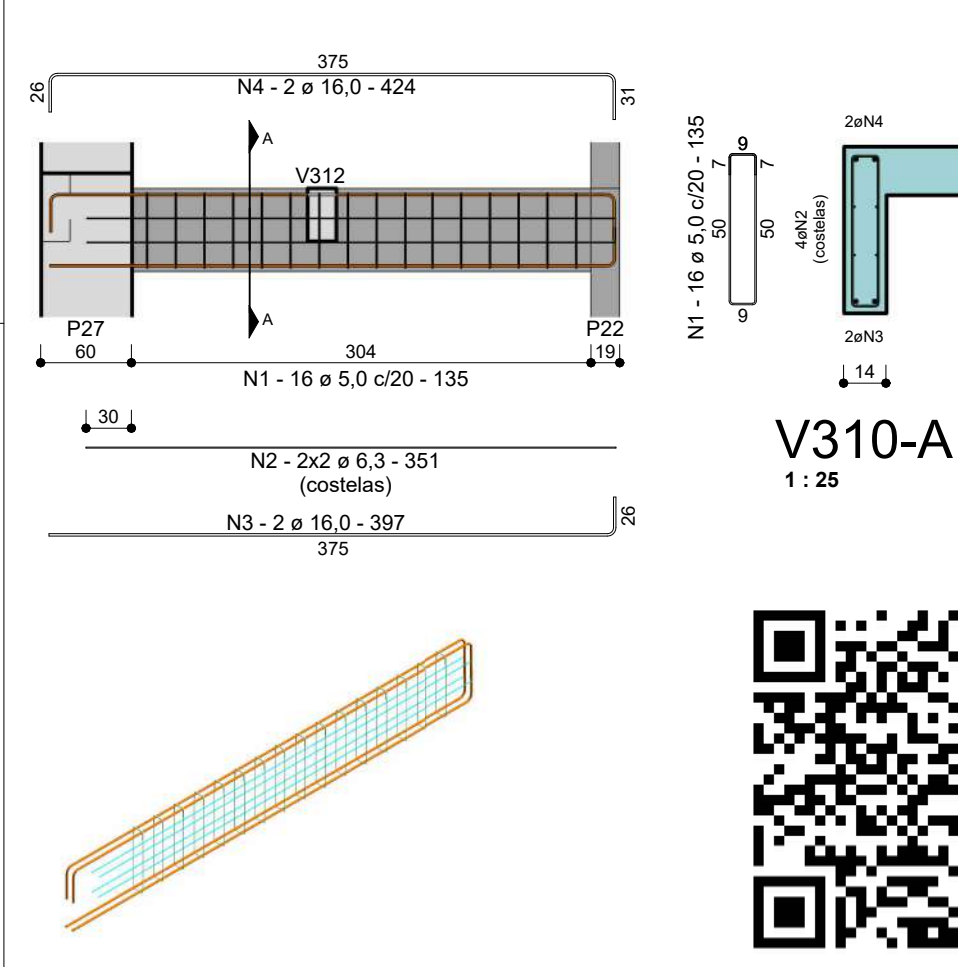
V308 (x1)



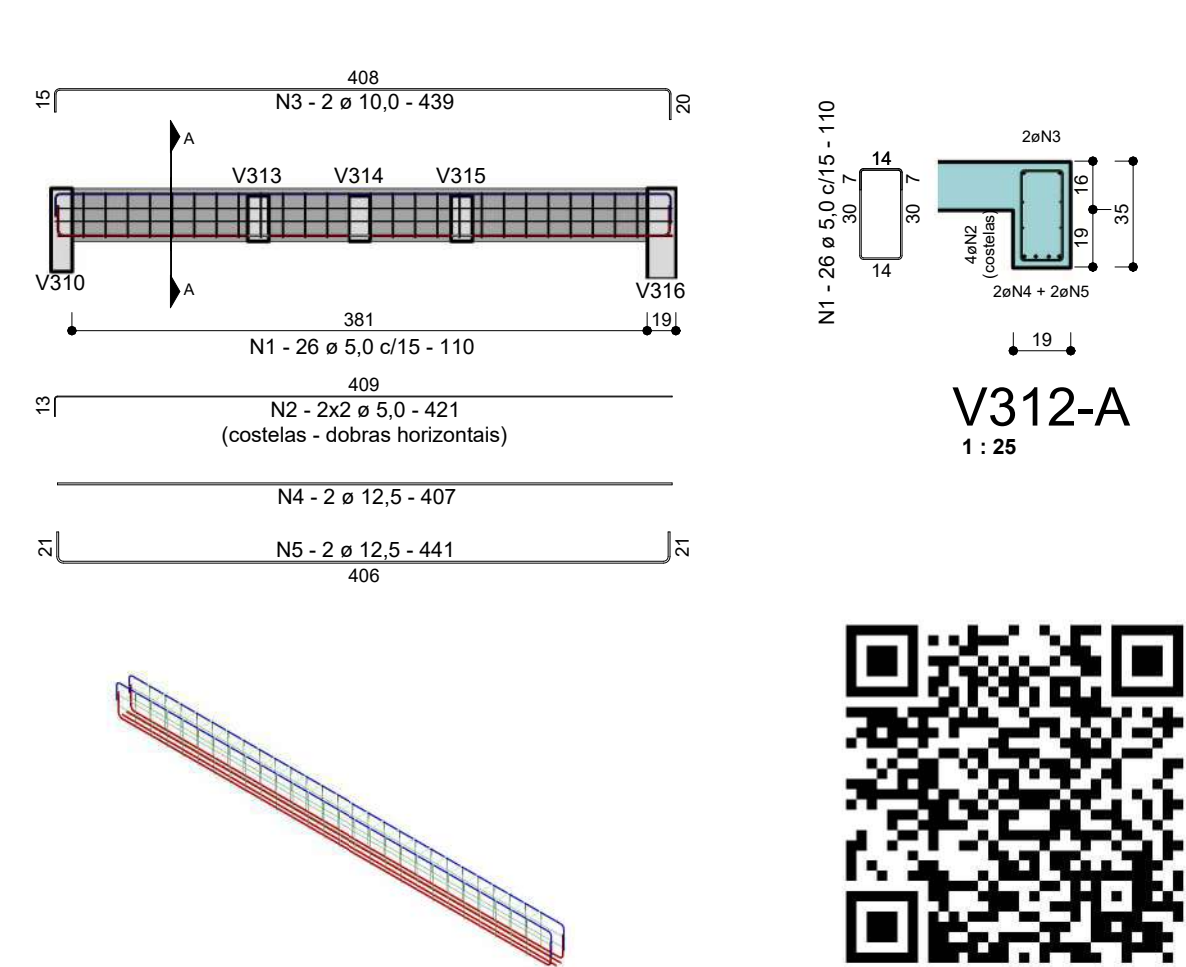
V309 (x1)



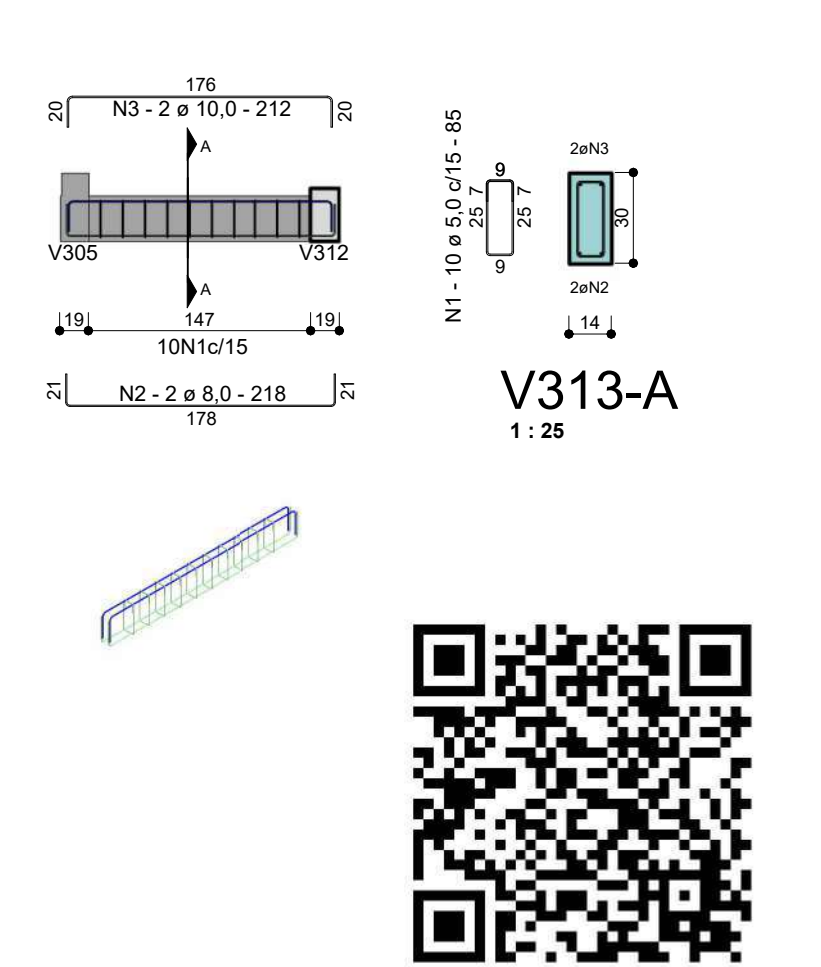
V310 (x1)



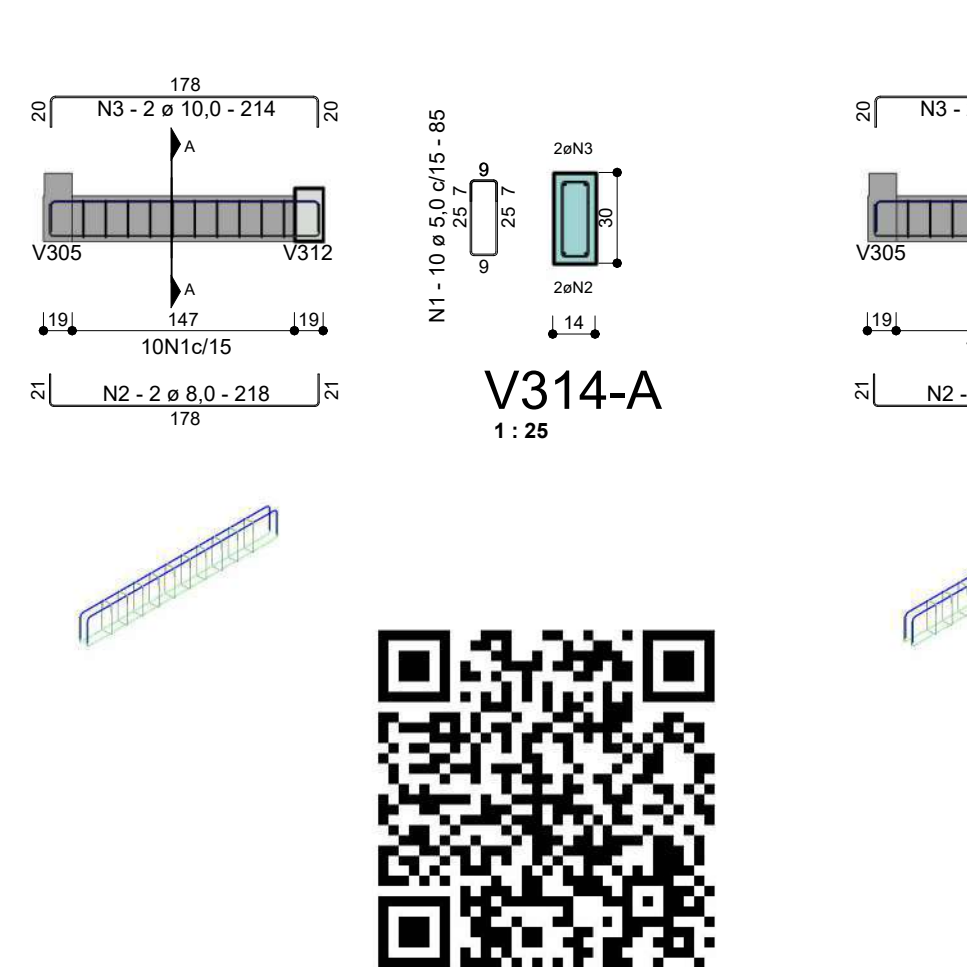
V312 (x1)



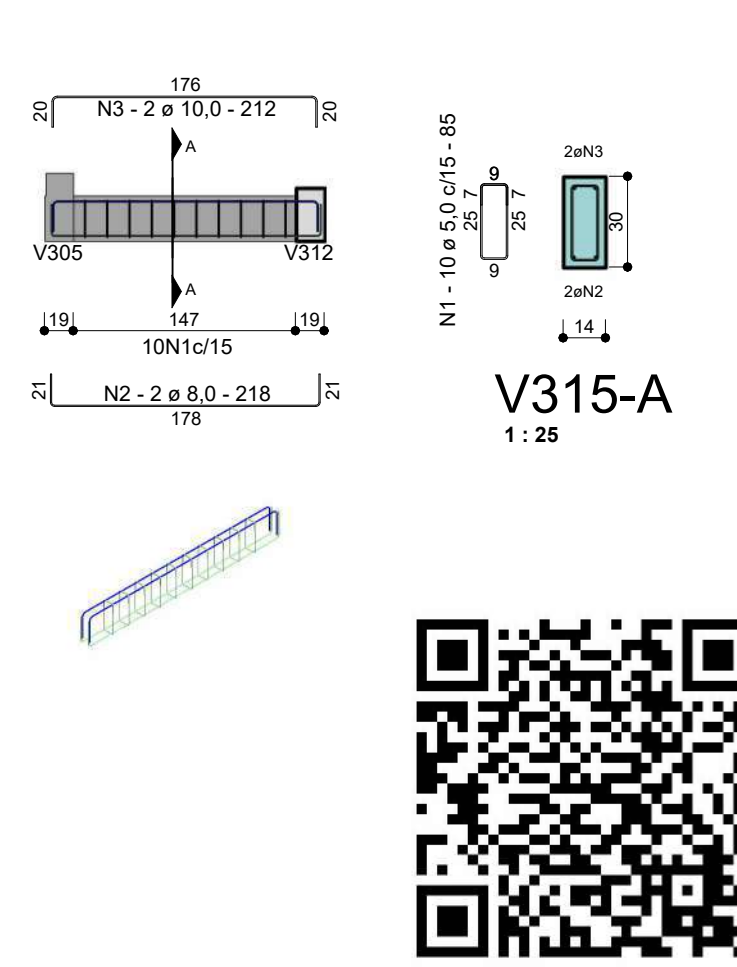
V313 (x1)



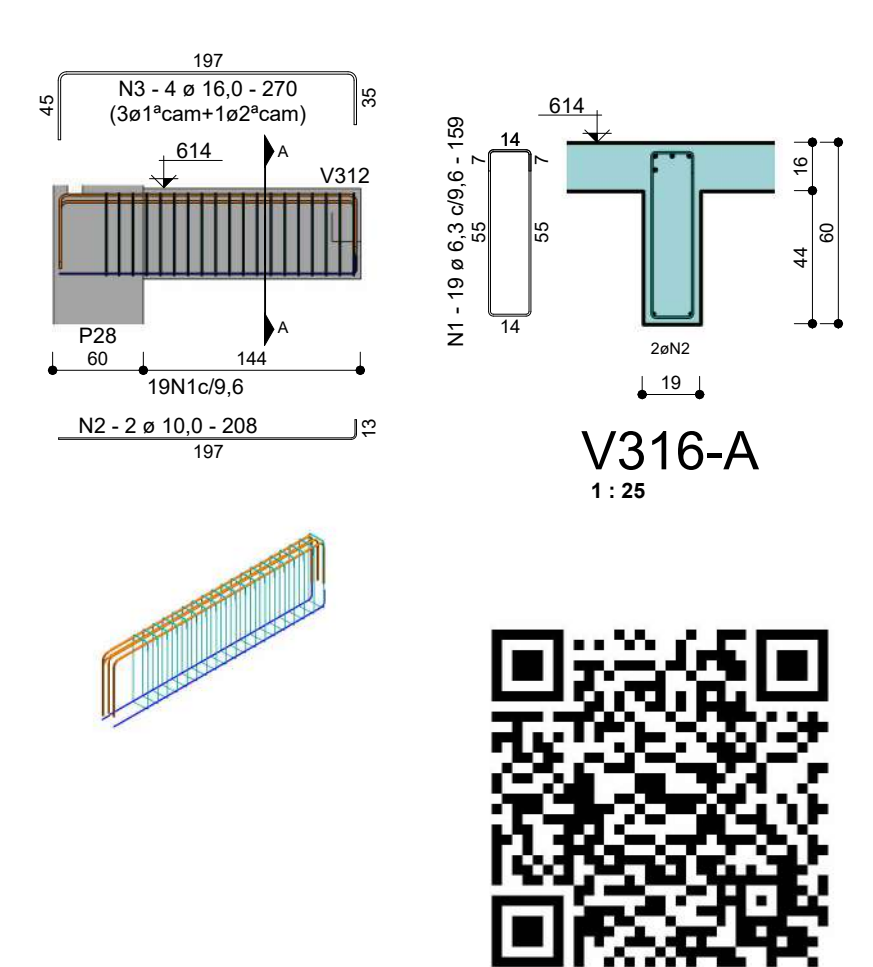
V314 (x1)



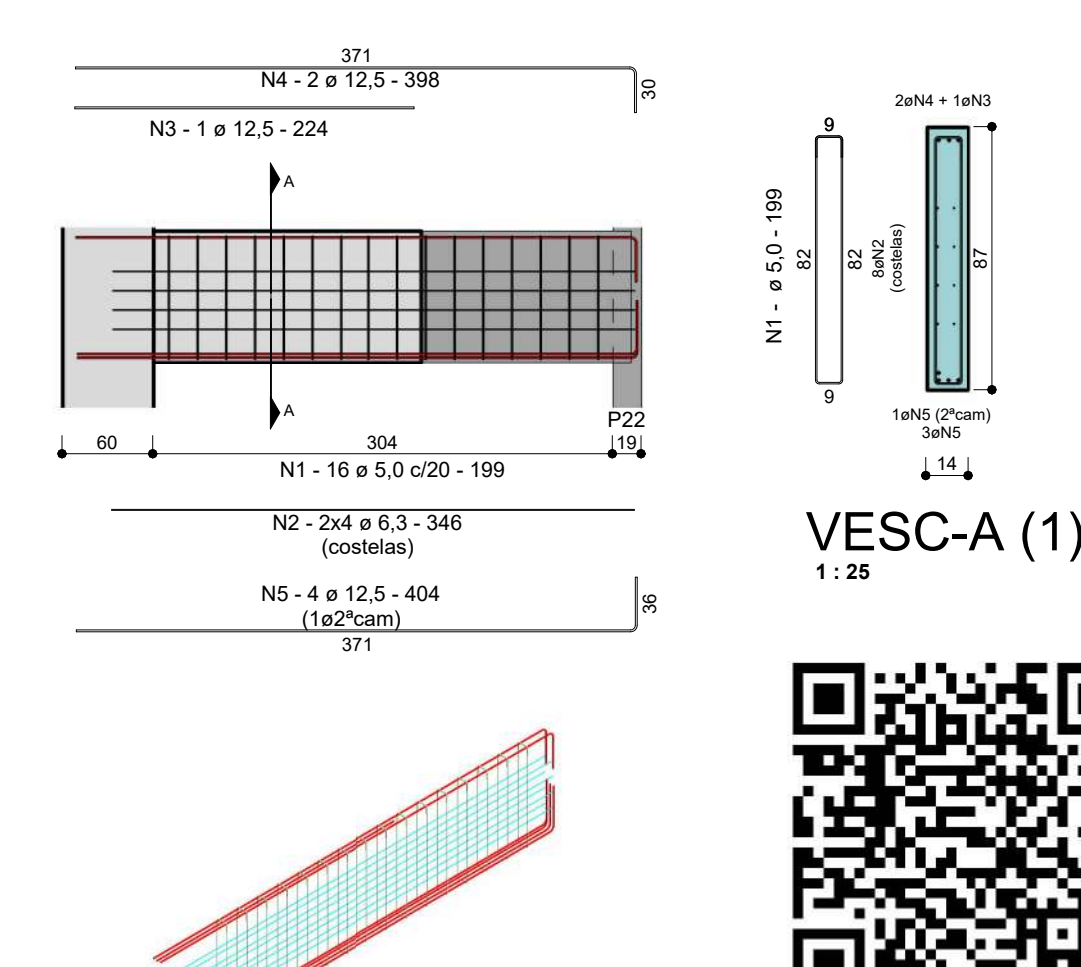
V315 (x1)



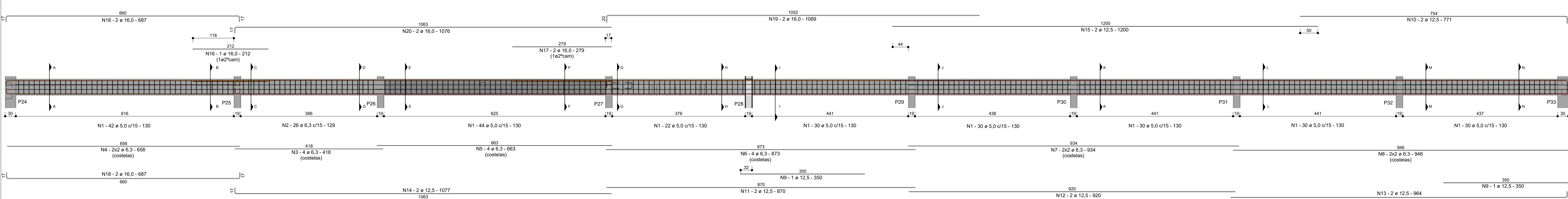
V316 (x1)



VESC (x1)



V305 (x1)



V305-A

V305-B

V305-C

V305-D

V305-E

V305-F

V305-G

V305-H

V305-I

V305-J

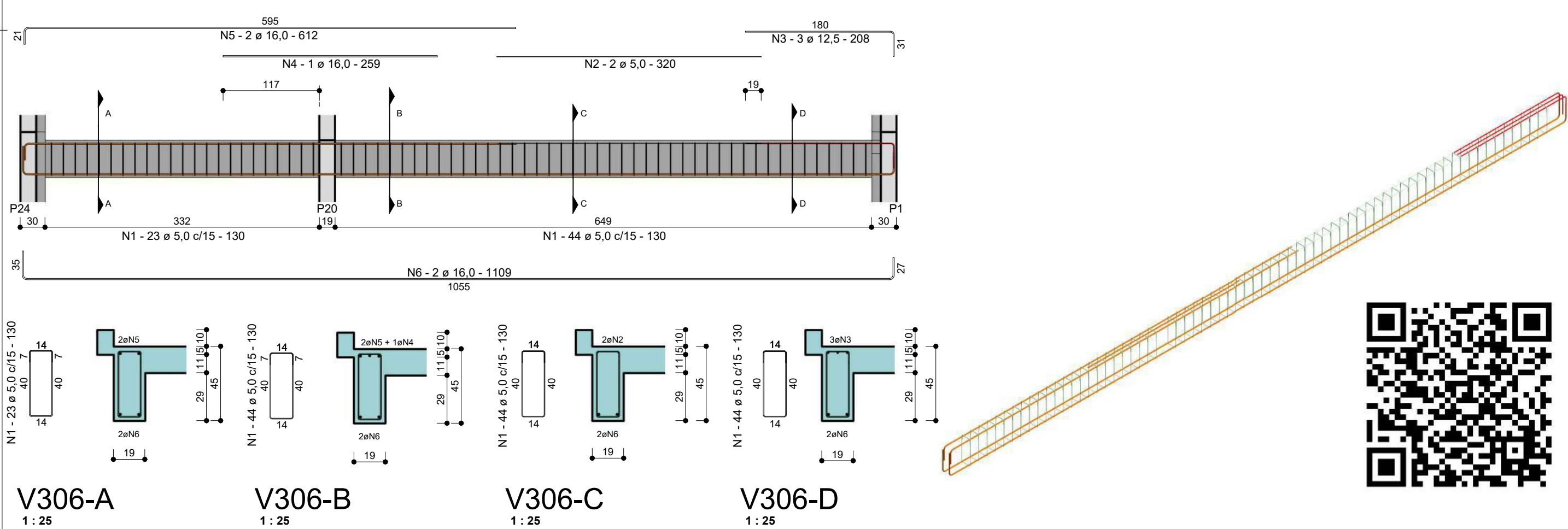
V305-K

V305-L

V305-M

V305-N

V306 (x1)



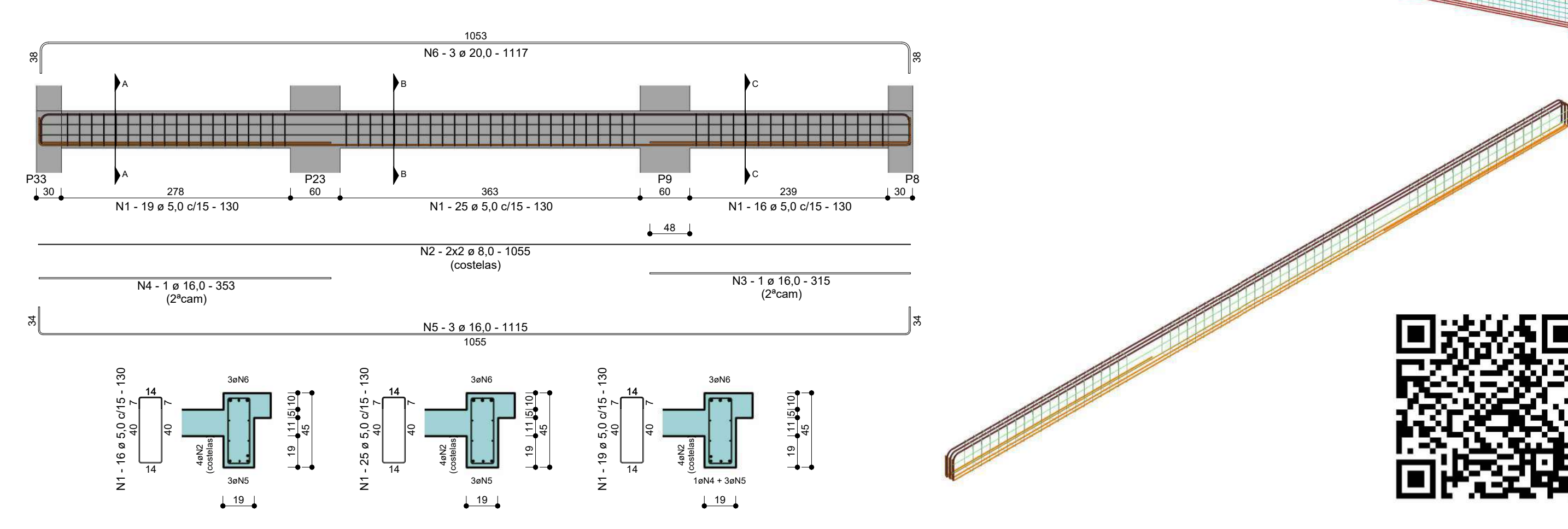
V306-A

V306-B

V306-C

V306-D

V311 (x1)



V311-C

V311-B

V311-A

LISTAGEM DE AÇO - POR UNIDADE - 406

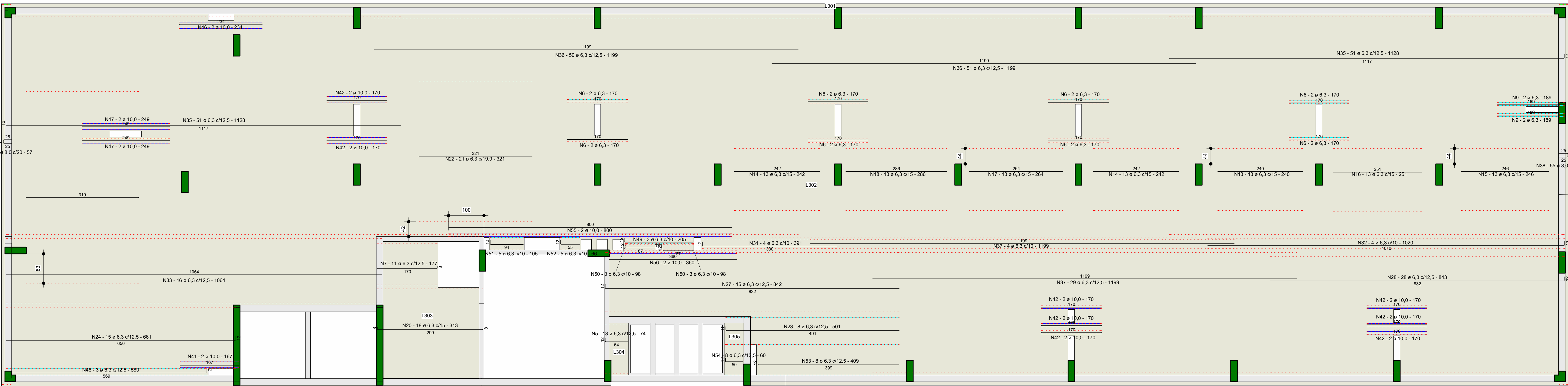
| N    | D    | Q   | C.UNIT.<br>(cm) | C.TOT.<br>(cm) | PESO<br>(kg) |
|------|------|-----|-----------------|----------------|--------------|
| V302 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 14  | 135             | 1890           | 2,91         |
| 2    | 10,0 | 2   | 361             | 722            | 4,45         |
| 3    | 12,5 | 1   | 274             | 274            | 2,64         |
| 4    | 12,5 | 2   | 321             | 642            | 6,18         |
| V303 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 15  | 135             | 2025           | 3,12         |
| 2    | 12,5 | 2   | 370             | 740            | 7,13         |
| 3    | 16,0 | 2   | 407             | 814            | 12,85        |
| V304 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 26  | 150             | 3900           | 6,01         |
| 2    | 12,5 | 2   | 168             | 336            | 3,24         |
| 3    | 12,5 | 3   | 441             | 1323           | 12,74        |
| 4    | 12,5 | 2   | 469             | 938            | 9,04         |
| V305 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 262 | 130             | 34060          | 52,90        |
| 2    | 6,3  | 26  | 129             | 3354           | 8,21         |
| 3    | 6,3  | 4   | 418             | 1672           | 4,09         |
| 4    | 6,3  | 4   | 656             | 2624           | 6,42         |
| 5    | 6,3  | 4   | 663             | 2652           | 6,49         |
| 6    | 6,3  | 4   | 673             | 2692           | 6,55         |
| 7    | 6,3  | 4   | 934             | 3736           | 9,14         |
| 8    | 6,3  | 4   | 946             | 3784           | 9,26         |
| 9    | 12,5 | 2   | 350             | 700            | 6,74         |
| 10   | 12,5 | 2   | 771             | 1542           | 14,85        |
| 11   | 12,5 | 2   | 870             | 1740           | 16,78        |
| 12   | 12,5 | 2   | 920             | 1840           | 17,73        |
| 13   | 12,5 | 2   | 964             | 1928           | 18,57        |
| 14   | 12,5 | 2   | 1077            | 2154           | 20,75        |
| 15   | 12,5 | 2   | 1200            | 2400           | 23,12        |
| 16   | 16,0 | 1   | 212             | 212            | 3,35         |
| 17   | 16,0 | 2   | 279             | 558            | 8,81         |
| 18   | 16,0 | 4   | 687             | 2748           | 43,37        |
| 19   | 16,0 | 2   | 1069            | 2138           | 33,74        |
| 20   | 16,0 | 2   | 1078            | 2152           | 33,97        |
| V306 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 67  | 130             | 8710           | 13,43        |
| 2    | 5,0  | 2   | 320             | 640            | 0,98         |
| 3    | 12,5 | 3   | 208             | 624            | 6,01         |
| 4    | 16,0 | 1   | 259             | 259            | 4,09         |
| 5    | 16,0 | 2   | 312             | 1248           | 19,82        |
| 6    | 16,0 | 2   | 319             | 1276           | 20,04        |
| V307 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 11  | 95              | 1045           | 1,51         |
| 2    | 10,0 | 2   | 235             | 470            | 2,90         |
| 3    | 10,0 | 2   | 245             | 490            | 3,02         |
| V308 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 13  | 150             | 1950           | 3,01         |
| 2    | 5,0  | 6   | 241             | 1446           | 2,23         |
| 3    | 16,0 | 4   | 272             | 1088           | 1,75         |
| 4    | 16,0 | 3   | 307             | 921            | 14,54        |
| V309 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 4   | 66              | 264            | 0,41         |
| 2    | 5,0  | 13  | 95              | 1235           | 1,90         |
| 3    | 5,0  | 12  | 140             | 1680           | 2,59         |
| 4    | 5,0  | 7   | 189             | 1323           | 2,04         |
| 5    | 8,0  | 2   | 103             | 206            | 0,81         |
| 6    | 8,0  | 2   | 114             | 228            | 0,90         |
| 7    | 8,0  | 4   | 134             | 536            | 2,11         |
| 8    | 16,0 | 2   | 209             | 418            | 6,60         |
| 9    | 16,0 | 2   | 326             | 652            | 10,29        |
| 10   | 16,0 | 2   | 379             | 758            | 11,98        |
| 11   | 20,0 | 2   | 273             | 546            | 13,47        |
| 12   | 20,0 | 2   | 451             | 902            | 22,24        |
| V310 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 16  | 135             | 2160           | 3,33         |
| 2    | 6,3  | 4   | 351             | 1404           | 3,44         |
| 3    | 16,0 | 2   | 397             | 794            | 12,53        |
| 4    | 16,0 | 2   | 424             | 848            | 13,38        |
| V311 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 60  | 130             | 7800           | 12,02        |
| 2    | 8,0  | 4   | 1055            | 4220           | 16,65        |
| 3    | 16,0 | 1   | 315             | 315            | 4,97         |
| 4    | 16,0 | 1   | 353             | 353            | 5,57         |
| 5    | 16,0 | 3   | 1115            | 3345           | 52,90        |
| 6    | 20,0 | 3   | 1117            | 3351           | 82,64        |
| V312 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 26  | 110             | 2860           | 4,41         |
| 2    | 5,0  | 4   | 421             | 1684           | 2,60         |
| 3    | 10,0 | 2   | 439             | 878            | 5,41         |
| 4    | 12,5 | 2   | 407             | 814            | 7,84         |
| 5    | 12,5 | 2   | 441             | 882            | 8,50         |
| V313 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 10  | 85              | 850            | 1,31         |
| 2    | 8,0  | 2   | 218             | 436            | 1,72         |
| 3    | 10,0 | 2   | 212             | 424            | 2,61         |
| V314 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 10  | 85              | 850            | 1,31         |
| 2    | 8,0  | 2   | 218             | 436            | 1,72         |
| 3    | 10,0 | 2   | 212             | 424            | 2,61         |
| V315 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 10  | 85              | 850            | 1,31         |
| 2    | 8,0  | 2   | 218             | 436            | 1,72         |
| 3    | 10,0 | 2   | 212             | 424            | 2,61         |
| V316 |      |     |                 |                |              |
| 1    | 6,3  | 19  | 159             | 3021           | 7,39         |
| 2    | 10,0 | 2   | 208             | 416            | 2,36         |
| 3    | 16,0 | 4   | 270             | 1080           | 17,05        |
| VESC |      |     |                 |                |              |
| 1    | 5,0  | 16  | 199             | 3184           | 4,91         |
| 2    | 6,3  | 8   | 346             | 2768           | 6,77         |
| 3    | 12,5 | 1   | 224             | 224            | 2,16         |
| 4    | 12,5 | 2   | 398             | 796            | 7,67         |
| 5    | 12,5 | 4   | 404             | 1616           | 15,57        |

RESUMO DE AÇO - FOLHA - 406

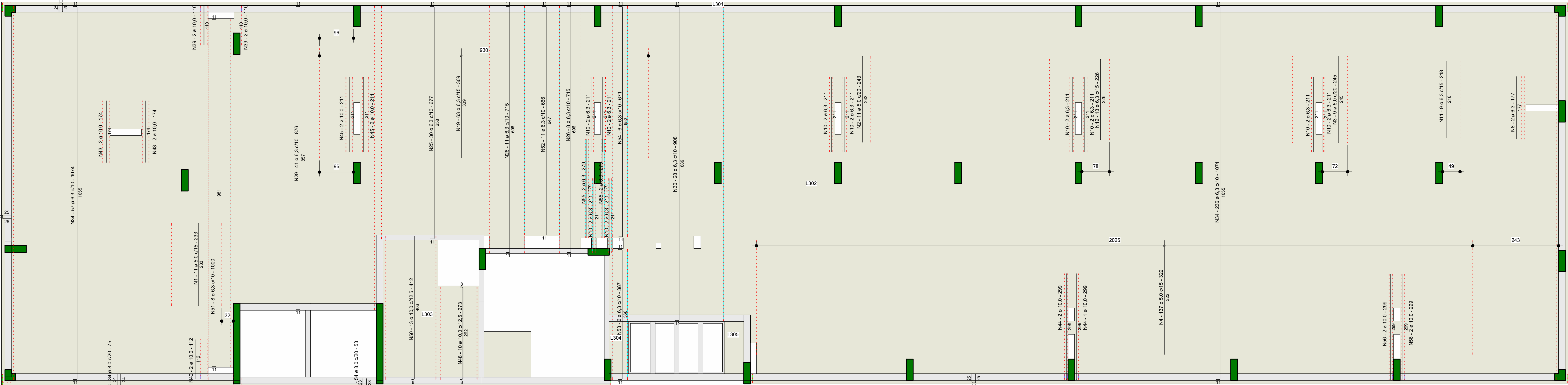
| DIAM    | C.TOTAL (m) | PESO (kg) |
|---------|-------------|-----------|
| 5,0 mm  | 1154,76     | 184,15    |
| 6,3 mm  | 285,07      | 69,76     |
| 8,0 mm  | 69,42       | 27,39     |
| 10,0 mm | 42,52       | 26,22     |
| 12,5 mm | 389,48      | 375,20    |
| 16,0 mm | 245,87      | 388,07    |
| 20,0 mm | 47,99       | 118,35    |
| TOTAIS  | 2275,11     | 1189,14   |

CONSUMO DE FÓRMAS E CONCRETO - VIGAS - 406

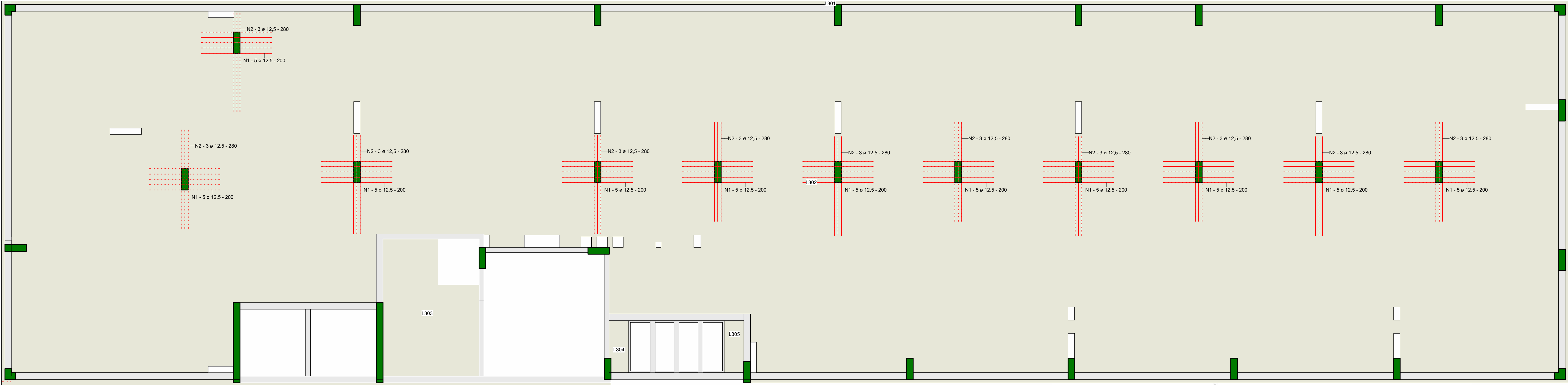
| TÍTULO | FÓRMAS   | VOLUME    |
|--------|----------|-----------|
| V301   | 37,34 m³ | 3,15 m³   |
| V302   | 2,88 m³  | 0,21 m³   |
| V303   | 3,54 m³  | 0,22 m³   |
| V304   | 4,45 m³  | 0,40 m³   |
| V305   | 37,45 m³ | 3,55 m³   |
| V306   | 8,85 m³  | 0,84 m³   |
| V307   | 1,19 m³  | 0,08 m³   |
| V308   | 2,14 m³  | 0,20 m³   |
| V309   | 3,87 m³  | 0,24 m³   |
| V310   | 3,57 m³  | 0,23 m³   |
| V311   | 8,85 m³  | 0,75 m³   |
| V312   | 2,50 m³  | 0,25 m³   |
| V313   | 0,83 m³  | 0,06 m³   |
| V314   | 0,83 m³  | 0,06 m³   |
| V315   | 0,83 m³  | 0,06 m³   |
| V316   | 1,79 m³  | 0,16 m³   |
| VESC   | 5,67 m³  | 0,38 m³   |
| TOTAIS | 29       | 128,65 m³ |



3º e 4º PAVTO - PLANTA DE LAJES - POSITIVOS HORIZONTAIS



3º e 4º PAVTO - PLANTA DE LAJES - POSITIVOS VERTICAIS



3º e 4º PAVTO - PLANTA DE LAJES - COLAPSO PROGRESSIVO

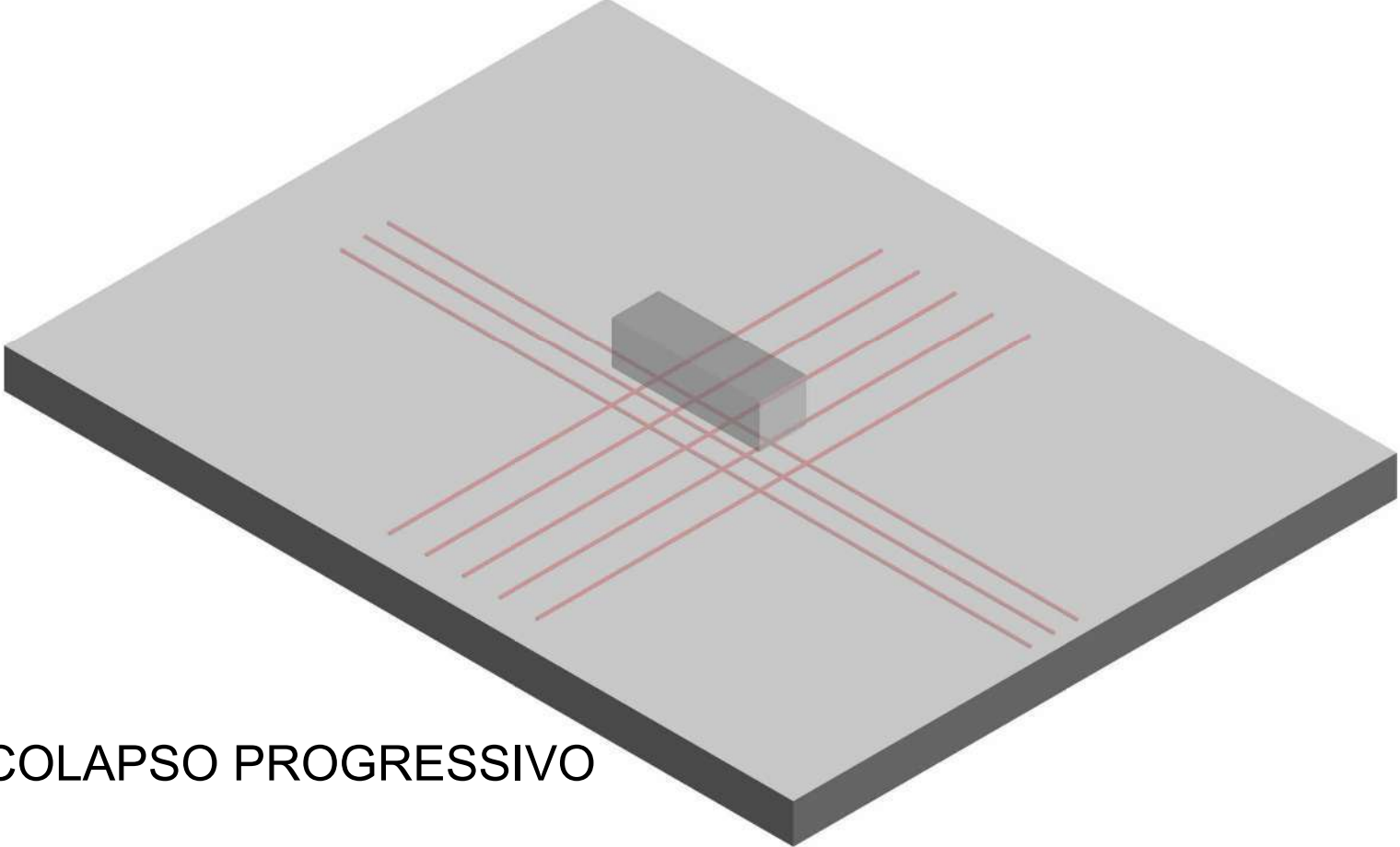
| 3.2 ARMAÇÃO COLAPSO PROGRESSIVO - PAVIMENTO TIPO |      |    |              |             |           |
|--------------------------------------------------|------|----|--------------|-------------|-----------|
| N                                                | D    | Q  | C.UNIT. (cm) | C.TOT. (cm) | PESO (kg) |
| 1                                                | 12.5 | 56 | 200          | 11000       | 105.97    |
| 2                                                | 12.5 | 33 | 280          | 9240        | 89.01     |

| CONSUMO DE FÓRMAS E CONCRETO - LAJES PAVIMENTO TIPO |           |          |
|-----------------------------------------------------|-----------|----------|
| TÍTULO                                              | FÓRMAS    | VOLUME   |
| L301                                                | 11.25 m²  | 1.69 m³  |
| L302                                                | 404.45 m² | 64.71 m³ |
| L303                                                | 9.03 m²   | 1.08 m³  |
| L304                                                | 0.81 m²   | 0.13 m³  |
| L305                                                | 0.81 m²   | 0.13 m³  |
| TOTAIS                                              | 426.34 m² | 67.74 m³ |

| RESUMO DE AÇO - FOLHA 205 |             |           |
|---------------------------|-------------|-----------|
| DIAM                      | C.TOTAL (m) | PESO (kg) |
| 5.0 mm                    | 515.55      | 79.46     |
| 6.3 mm                    | 8687.79     | 2125.93   |
| 8.0 mm                    | 310.62      | 122.57    |
| 10.0 mm                   | 192.21      | 118.50    |
| 12.5 mm                   | 202.40      | 194.98    |
| TOTAIS                    | 9908.57     | 2641.45   |

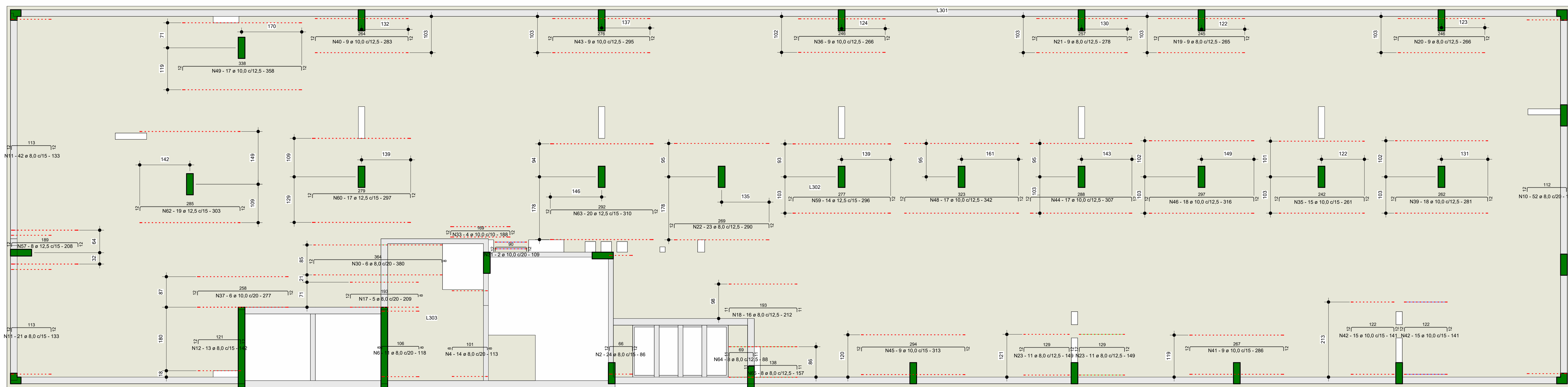
| 3.1 ARMAÇÃO INFERIOR (POSITIVOS) - HORIZONTAL - PAVIMENTO TIPO |      |     |              |             |           |
|----------------------------------------------------------------|------|-----|--------------|-------------|-----------|
| N                                                              | D    | Q   | C.UNIT. (cm) | C.TOT. (cm) | PESO (kg) |
| 1                                                              | 8.0  | 35  | 57           | 3135        | 12.37     |
| 5                                                              | 6.3  | 13  | 74           | 962         | 2.35      |
| 6                                                              | 6.3  | 16  | 170          | 2720        | 6.66      |
| 7                                                              | 6.3  | 11  | 177          | 1947        | 4.76      |
| 9                                                              | 6.3  | 4   | 189          | 756         | 1.85      |
| 13                                                             | 6.3  | 13  | 240          | 3120        | 7.63      |
| 14                                                             | 6.3  | 26  | 242          | 6292        | 15.40     |
| 15                                                             | 6.3  | 13  | 246          | 3198        | 7.83      |
| 16                                                             | 6.3  | 13  | 251          | 3263        | 7.98      |
| 17                                                             | 6.3  | 13  | 264          | 3432        | 8.40      |
| 18                                                             | 6.3  | 13  | 286          | 3718        | 9.10      |
| 20                                                             | 6.3  | 18  | 313          | 5634        | 13.79     |
| 21                                                             | 6.3  | 29  | 319          | 9251        | 22.64     |
| 22                                                             | 6.3  | 21  | 321          | 6741        | 16.50     |
| 23                                                             | 6.3  | 8   | 501          | 4008        | 9.81      |
| 24                                                             | 6.3  | 15  | 661          | 9915        | 24.26     |
| 27                                                             | 6.3  | 15  | 642          | 12630       | 30.91     |
| 28                                                             | 6.3  | 28  | 843          | 23604       | 57.76     |
| 31                                                             | 6.3  | 4   | 391          | 1564        | 3.83      |
| 32                                                             | 6.3  | 4   | 1020         | 4080        | 9.98      |
| 33                                                             | 6.3  | 16  | 1064         | 17024       | 41.66     |
| 35                                                             | 6.3  | 102 | 1128         | 115056      | 281.55    |
| 36                                                             | 6.3  | 101 | 1199         | 121099      | 296.33    |
| 37                                                             | 6.3  | 33  | 1199         | 39567       | 96.82     |
| 38                                                             | 8.0  | 55  | 57           | 3135        | 12.37     |
| 41                                                             | 10.0 | 2   | 167          | 334         | 2.06      |
| 42                                                             | 10.0 | 16  | 170          | 2720        | 16.77     |
| 43                                                             | 10.0 | 4   | 234          | 468         | 2.89      |
| 47                                                             | 10.0 | 4   | 249          | 998         | 6.14      |
| 48                                                             | 6.3  | 3   | 580          | 1740        | 4.26      |
| 49                                                             | 6.3  | 3   | 205          | 615         | 1.50      |
| 50                                                             | 6.3  | 6   | 98           | 588         | 1.44      |
| 51                                                             | 6.3  | 5   | 105          | 525         | 1.28      |
| 52                                                             | 6.3  | 5   | 66           | 330         | 0.81      |
| 53                                                             | 6.3  | 8   | 409          | 3272        | 8.01      |
| 54                                                             | 6.3  | 8   | 60           | 480         | 1.17      |
| 55                                                             | 10.0 | 2   | 800          | 1600        | 9.86      |
| 56                                                             | 10.0 | 2   | 360          | 720         | 4.44      |

| 3.1 ARMAÇÃO INFERIOR (POSITIVOS) - VERTICAL - PAVIMENTO TIPO |      |     |              |             |           |
|--------------------------------------------------------------|------|-----|--------------|-------------|-----------|
| N                                                            | D    | Q   | C.UNIT. (cm) | C.TOT. (cm) | PESO (kg) |
| 1                                                            | 5.0  | 11  | 233          | 2563        | 3.95      |
| 2                                                            | 5.0  | 11  | 243          | 2673        | 4.12      |
| 3                                                            | 5.0  | 9   | 245          | 2205        | 3.40      |
| 4                                                            | 5.0  | 137 | 322          | 44114       | 67.99     |
| 8                                                            | 6.3  | 2   | 177          | 354         | 0.87      |
| 10                                                           | 6.3  | 20  | 211          | 4220        | 10.33     |
| 11                                                           | 6.3  | 9   | 218          | 1962        | 4.80      |
| 12                                                           | 6.3  | 13  | 226          | 2938        | 7.19      |
| 19                                                           | 6.3  | 63  | 329          | 19467       | 47.64     |
| 25                                                           | 6.3  | 30  | 677          | 20310       | 49.70     |
| 26                                                           | 6.3  | 19  | 715          | 13585       | 33.24     |
| 29                                                           | 6.3  | 41  | 676          | 35916       | 87.89     |
| 30                                                           | 6.3  | 28  | 908          | 25424       | 62.21     |
| 34                                                           | 6.3  | 293 | 1074         | 314682      | 770.04    |
| 38                                                           | 8.0  | 340 | 57           | 19380       | 76.47     |
| 39                                                           | 10.0 | 4   | 110          | 440         | 2.71      |
| 40                                                           | 10.0 | 2   | 112          | 224         | 1.38      |
| 43                                                           | 10.0 | 4   | 174          | 696         | 4.29      |
| 44                                                           | 10.0 | 3   | 299          | 897         | 5.53      |
| 45                                                           | 10.0 | 4   | 211          | 844         | 5.20      |
| 48                                                           | 10.0 | 10  | 273          | 2730        | 16.83     |
| 50                                                           | 10.0 | 13  | 412          | 5356        | 33.02     |
| 51                                                           | 6.3  | 8   | 1000         | 8000        | 19.58     |
| 52                                                           | 6.3  | 11  | 666          | 7326        | 17.83     |
| 53                                                           | 6.3  | 6   | 387          | 2322        | 5.68      |
| 54                                                           | 6.3  | 6   | 671          | 4026        | 9.85      |
| 55                                                           | 6.3  | 4   | 279          | 1116        | 2.73      |
| 56                                                           | 10.0 | 4   | 299          | 1196        | 7.37      |
| 57                                                           | 8.0  | 54  | 53           | 2862        | 11.29     |
| 58                                                           | 8.0  | 34  | 75           | 2550        | 10.06     |

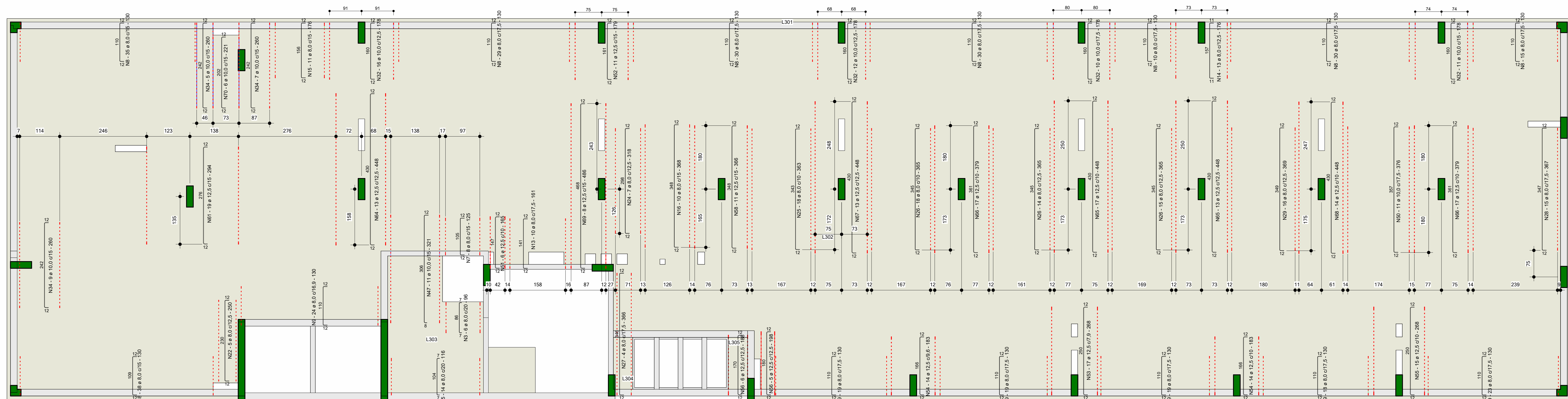


**OBSERVAÇÃO**  
NAS REGIÕES DOS FUROS (SHAFT)  
INTERROMPER ARMADURA POSITIVA  
(CORTAR NO LOCAL)

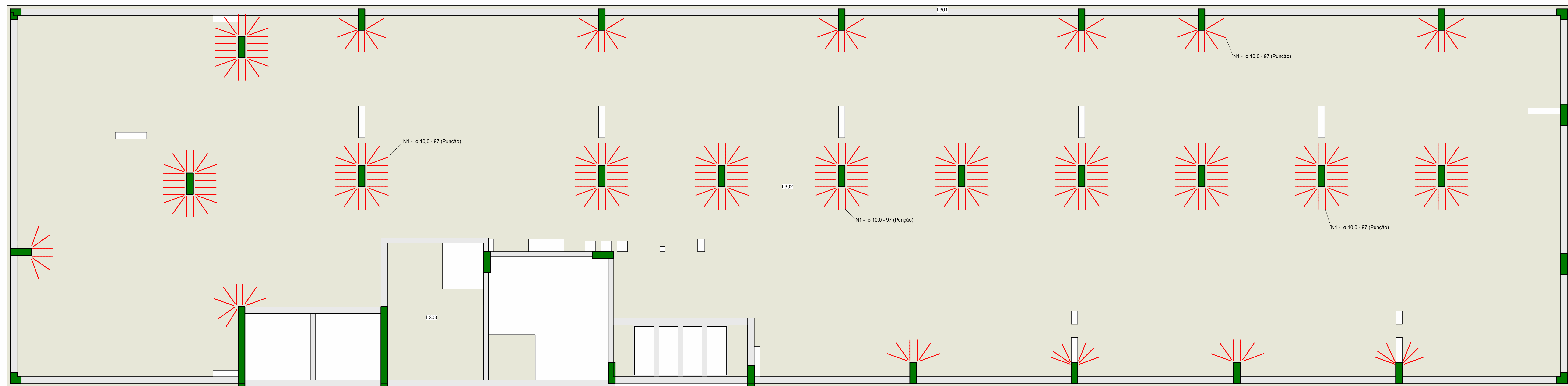
DETALHE-COLAPSO PROGRESSIVO



3º e 4º PAVTO - PLANTA BASE DE LAJES - NEGATIVOS HORIZONTAIS

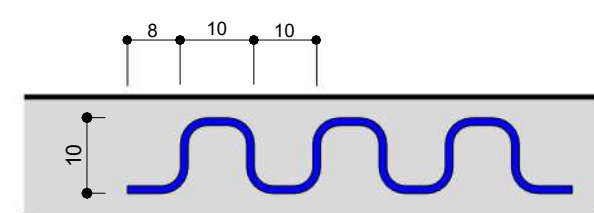


3º e 4º PAVTO - PLANTA BASE DE LAJES - NEGATIVOS VERTICAIS

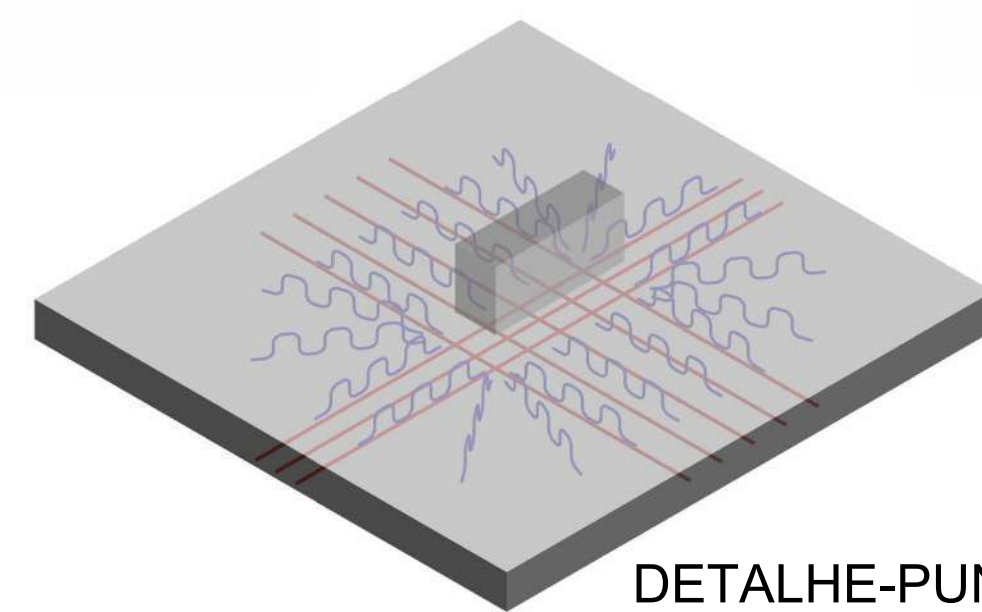


3º e 4º PAVTO - PLANTA BASE DE LAJES - PUNÇÃO

| 3.2 ARMAÇÃO PUNÇÃO - PAVIMENTO TIPO |      |     |                 |                |              |
|-------------------------------------|------|-----|-----------------|----------------|--------------|
| N                                   | D    | Q   | C.UNIT.<br>(cm) | C.TOT.<br>(cm) | PESO<br>(kg) |
| 1                                   | 10.0 | 306 | 97              | 29682          | 183.00       |



DETALHE ARMADURA PUNÇÃO-TIPO



### DETALHE-PUNÇÃO

### OBSERVAÇÃO

NAS REGIÕES DOS FUROS (SHAFT)  
INTERROMPER ARMADURA POSITIVA  
(CORTAR NO LOCAL)