



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RENAN OLÍMPIO BATISTA LEAL
WANDERLAN GILVAN BARBOSA DE ANDRADE

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO
DA PROPOSTA DE REFORMA DO LABORATÓRIO DE
DISPOSITIVOS E NANOESTRUTURAS - LDN

RECIFE, 2023

RENAN OLÍMPIO BATISTA LEAL
WANDERLAN GILVAN BARBOSA DE ANDRADE

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO
DA PROPOSTA DE REFORMA DO LABORATÓRIO DE
DISPOSITIVOS E NANOESTRUTURAS - LDN**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Araújo Régis

RECIFE, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Leal, Renan Olímpio Batista.

Aplicação da metodologia BIM na elaboração da proposta de reforma do
laboratório de dispositivos e nanoestruturas - LDN / Renan Olímpio Batista Leal,
Wanderlan Gilvan Barbosa de Andrade. - Recife, 2023.

96 : il., tab.

Orientador(a): Paulo de Araújo Régis

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil -
Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. BIM. 2. Cronograma Físico-Financeiro. 3. Simulação BIM 5D. I. Andrade,
Wanderlan Gilvan Barbosa de. II. Régis, Paulo de Araújo. (Orientação). III.
Título.

620 CDD (22.ed.)

RENAN OLÍMPIO BATISTA LEAL
WANDERLAN GILVAN BARBOSA DE ANDRADE

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA ELABORAÇÃO
DA PROPOSTA DE REFORMA DO LABORATÓRIO DE
DISPOSITIVOS E NANOESTRUTURAS - LDN**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Pernambuco como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Araújo Régis

Aprovado em: 31 / 05 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Enga. Civil, MSc. DSc. Professora Rachel Perez Palha
Universidade Federal de Pernambuco

Eng. Civil, MSc. Lucas Marques Teles da Silva
Avaliador Externo

Enga. Civil, Victória Farçal Rocha da Costa
Avaliador Externo

RECIFE, 2023

AGRADECIMENTOS

Ao nosso professor orientador, Prof. Paulo Régis, que nos inspirou a seguir esse caminho, compartilhando a sua empolgação com esse projeto e fazendo com que nos esforçássemos ao máximo para a execução desse trabalho.

Aos nossos amigos e familiares que nos deram apoio e nos incentivaram durante a jornada, tornando-a mais leve e divertida.

À SINFRA, que nos forneceu as informações necessárias para iniciar este trabalho.

Ao Prof. Edval Santos, que sempre nos recebeu bem e permitiu que avaliássemos o laboratório.

À *Autodesk*, por proporcionar o uso de seus *softwares* por meio de licença estudantil, auxiliando no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores que ajudaram em nossa jornada, tornando-nos profissionais capacitados para o mercado de trabalho.

E, finalmente, a Deus por nos dar força, saúde, paciência e não nos deixar desistir no meio do caminho, para que pudéssemos concluir essa etapa de nossas vidas.

RESUMO

A indústria da construção civil, normalmente tradicional, vem experimentando um movimento de modernização nos últimos anos. Considerando a automatização dos processos, o presente trabalho mostra as atividades realizadas pelos autores na elaboração de um fluxo de trabalho automatizado para um projeto de reforma de uma edificação que, atualmente, encontra-se em condições precárias, devido à falta de manutenção ao longo do tempo. Sabendo disso, foi realizado um diagnóstico da situação atual, coletando informações por meio de inspeções visuais e propondo soluções para os problemas encontrados. Criando um modelo tridimensional e modelando as soluções adotadas no *Revit*, transferindo os dados para uma planilha *Excel* através do *Dynamo*. Foi elaborada uma planilha que coleta os dados exportados e os associa às informações de bancos de dados, criando um orçamento e organizando um cronograma depois. Posteriormente, através do *Navisworks*, foi feita uma simulação para demonstrar a evolução da obra ao longo do tempo. Apesar da incapacidade da estrutura de suportar as alterações, prosseguiu-se com a criação do fluxo de trabalho, atingindo com sucesso os objetivos estabelecidos. Dessa forma, pretende-se evidenciar para um edifício negligenciado da Universidade Federal de Pernambuco e que a metodologia desenvolvida possa ser útil e continue sendo aprimorada.

Palavras-chave: BIM; Cronograma Físico-Financeiro; Simulação BIM 5D.

ABSTRACT

The construction industry, normally traditional, has been experiencing a modernization movement in recent years. Considering the automation of processes, this paper shows the activities performed by the authors in the elaboration of an automated workflow for a renovation project of a building that is currently in poor condition due to lack of maintenance over time. Knowing this, a diagnosis of the current situation was made, collecting information through visual inspections and proposing solutions for the problems found. Creating a three-dimensional model and modeling the solutions adopted in Revit, transferring the data to an Excel spreadsheet through Dynamo. A spreadsheet was developed that collects the exported data and associates it with database information, creating a budget and organizing a schedule afterwards. Later, through Navisworks, a simulation was made to demonstrate the evolution of the work over time. Despite the structure's inability to support the changes, the workflow creation proceeded, successfully reaching the established goals. This way, it is intended to show for a neglected building of the Federal University of Pernambuco and that the developed methodology can be useful and continue to be improved.

Keywords: BIM; Physical-Financial Chronogram; BIM 5D Simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: LDN.....	3
Figura 02: Mapa com a localização do LDN.	4
Figura 03: Setorização do térreo do LDN.....	4
Figura 04: Setorização do 1º andar do LDN.	5
Figura 05: Viga metálica conforme os LODs de 100 a 400.....	8
Figura 06: Esquema mostrando os serviços relacionados às dimensões do BIM.	10
Figura 07: Presença de mofo na copa.	16
Figura 08: Abertura existente no forro da copa.	17
Figura 09: Folhas acumuladas no forro.....	17
Figura 10: Presença de água no piso.	18
Figura 11: Indício de presença de cupins.	18
Figura 12: Escrivainha destruída.....	19
Figura 13: Fissuras observadas em um encontro de viga e pilar na escada do prédio.	19
Figura 14: Pilar com armadura exposta próximo a escada.	20
Figura 15: Infiltração na base da parede da circulação.	21
Figura 16: Infiltração na base de outra parede da circulação.....	21
Figura 17: Armadura exposta de pilar.....	21
Figura 18: Rachadura em pilar na parte externa na entrada do LDN.....	22
Figura 19: Esquema Fases.....	23
Figura 20: Modelo de parede cebola.	24
Figura 21: Modelo 3D da arquitetura.....	25
Figura 22: Modelo 3D da estrutura.	25
Figura 23: Proposta para o telhado autoportante.....	27
Figura 24: Detalhe complemento dos pilares.....	28
Figura 25: Esquema vigas para instalação do telhado.	29
Figura 26: Esquema mostrando a expansão da calçada.	30
Figura 27: Infiltração na copa do andar superior.	31
Figura 28: Infiltração na sala de aula da pós-graduação no andar superior.	31
Figura 29: Umidade infiltrando do solo.	32
Figura 30: Esquema da laje sobre a escada.	33
Figura 31: Infiltração na laje sobre a escada.	33
Figura 32: Fissura no pilar 27.	34

Figura 33: Esquema telhado existente.....	43
Figura 34: Esquema do novo telhado.....	44
Figura 35: Modelagem estrutural do edifício no <i>SAP 2000</i>	47
Figura 36: Análise de pilar – 1.....	54
Figura 37: Análise de pilar – 2.....	55
Figura 38: Análise de pilar – 3.....	55
Figura 39: Análise de pilar – 4.....	56
Figura 40: Análise de pilar – 5.....	56
Figura 41: Análise de pilar – 6.....	57
Figura 42: Análise de pilar – 7.....	57
Figura 43: Parâmetros definidos para o estudo – Parte 1.....	62
Figura 44: Parâmetros definidos para o estudo – Parte 2.....	62
Figura 45: Esquema de preenchimento dos elementos demolidos no <i>Revit</i>	65
Figura 46: Elementos demolidos versus elementos existentes – vista externa.	66
Figura 47: Elementos demolidos versus elementos existentes – primeiro andar.....	66
Figura 48: Elementos demolidos versus elementos existentes – térreo.	67
Figura 49: Elementos demolidos versus elementos existentes – corte transversal.	67
Figura 50: Esquema de preenchimento dos elementos construídos no <i>Revit</i>	69
Figura 51: Elementos construídos versus elementos existentes – vista externa.	70
Figura 52: Elementos construídos versus elementos existentes – vista externa sem telhado.	70
Figura 53: Elementos construídos versus elementos existentes – primeiro andar.	71
Figura 54: Elementos construídos versus elementos existentes – térreo.	71
Figura 55: Elementos construídos versus elementos existentes – corte transversal.	71
Figura 56: Tabelas de quantitativos da reforma no <i>Revit</i>	74
Figura 57: Tabela de quantitativos de demolição de pisos no <i>Revit</i>	75
Figura 58: Nó 1 – <i>Element Classes</i>	76
Figura 59: Nó 2 – <i>All Elements of Class</i>	76
Figura 60: Nó 3 – <i>Schedule.GetData</i>	77
Figura 61: Nó 4 – <i>BB Data</i>	77
Figura 62: Nó 5 – <i>List Create</i>	78
Figura 63: Nó 6 – <i>Write Excel</i>	78
Figura 64: Fórmula que busca a informação referente ao código informado.	81
Figura 65: Cabeçalho do orçamento.	82

Figura 66: Exemplo de organização da coluna item.	83
Figura 67: Cronograma físico-financeiro simplificado.	86
Figura 68: Cronograma físico-financeiro simplificado para importação no <i>Navisworks</i>	87
Figura 69: <i>TimeLiner</i> do <i>Navisworks</i>	88
Figura 70: Modelo final com soluções implementadas - Perspectiva.....	89
Figura 71: Modelo final com soluções implementadas – Primeiro Andar.....	90
Figura 72: Modelo final com soluções implementadas – Térreo.....	90
Figura 73: Fluxo de trabalho.....	91
Figura 74: Exemplo do uso do cronograma.	93
Figura 75: Simulação 5D – Semana 2.....	94
Figura 76: Simulação 5D – Semana 12.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Especificações das telhas autoportantes planas.....	26
Tabela 02: Comprimento a ser recuperado nos pilares do LDN.....	35
Tabela 02: Momentos resistentes no meio do vão das lajes na direção x.	38
Tabela 03: Momentos resistentes no meio do vão das lajes na direção y.	38
Tabela 04: Momentos resistentes nas bordas das lajes na direção x.....	38
Tabela 05: Momentos resistentes nas bordas das lajes na direção y.....	39
Tabela 06: Momentos resistentes positivos das vigas da edificação.....	40
Tabela 07: Momentos resistentes negativos das vigas da edificação.....	40
Tabela 08: Cortantes resistentes das vigas da edificação.....	42
Tabela 09: Cargas variáveis adotada nas lajes.	45
Tabela 10: Carregamento permanente distribuído devido alvenaria nas lajes.	45
Tabela 11: Carregamento permanente das vigas devido as alvenarias.	46
Tabela 12: Verificação dos momentos no meio do vão das lajes.	48
Tabela 13: Verificação dos momentos na borda da laje na direção x.....	48
Tabela 14: Verificação dos momentos na borda da laje na direção y.....	49
Tabela 15: Verificação dos momentos nas vigas.	50
Tabela 16: Verificação do cortante nas vigas.	52
Tabela 17: Custos das etapas construtivas.	92

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos gerais.....	1
1.3. Objetivos específicos	1
2. A EDIFICAÇÃO.....	3
3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	6
3.1. O que é BIM	6
3.2. Níveis de Desenvolvimento (<i>Level of Development</i> - LOD)	6
3.3. “Dimensões” do BIM.....	8
3.4. O <i>Dynamo</i>	11
4. PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES.....	12
4.1. Patologia em concreto.....	12
4.2. Patologias em alvenaria e revestimentos	13
5. MATERIAIS E MÉTODOS	15
6. VISITA AO LOCAL	16
6.1. Primeira Visita	16
6.2. Segunda Visita.....	20
7. MODELAGEM TRIDIMENSIONAL DA EDIFICAÇÃO - BIM 3D- AS BUILT	23
8. SOLUÇÕES PROPOSTAS.....	26
8.1. Telhado Autoportante	26
8.2. Expansão da calçada em torno da edificação.....	29
8.3. Substituição dos revestimentos das paredes e do piso do primeiro andar	30
8.4. Substituição dos revestimentos e impermeabilização das paredes do térreo até 1m de altura.....	32
8.5. Impermeabilização da laje sobre a escada	32
8.6. Troca de portas e divisórias do primeiro andar	33
8.7. Recuperação estrutural dos pilares.....	34

8.8. Manutenção corretiva do sistema elétrico	35
9. ANÁLISE ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO	36
9.1. Esforços resistentes	36
9.1.1. ESFORÇOS RESISTENTES NAS LAJES.....	36
9.1.2. ESFORÇOS RESISTENTES NAS VIGAS	39
9.2. Levantamentos dos carregamentos atuantes na edificação	43
9.2.1. CARGA DEVIDO AO TELHADO EXISTENTE.....	43
9.2.2. CARGA DEVIDO AO NOVO TELHADO.....	44
9.2.3. CARGAS NAS LAJES	44
9.2.4. CARGA DE ALVENARIA NAS VIGAS	45
9.3. Modelagem estrutural	46
9.4. Verificação das lajes	47
9.5. Verificação das vigas	49
9.6. Verificação dos pilares	53
10. MODELAGEM DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS NO MODELO 3D.....	59
10.1. Definição de escopo e ordem executiva.....	59
10.2. Parâmetros compartilhados	61
10.2.1. PARÂMETROS PARA ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO	62
10.2.2. PARÂMETROS PARA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	63
10.3. Demolição e remoção.....	64
10.4. Construção	68
10.5. Tabelas.....	72
10.6. Exportação dos quantitativos via rotina <i>Dynamo</i>	75
11. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO E ORÇAMENTO	80
11.1. A planilha	80
11.1.1. INTRODUÇÃO, TUTORIAL E DÚVIDAS FREQUENTES	80
11.1.2. BANCO DE DADOS.....	80

11.1.3. DADOS IMPORTADOS	81
11.1.4. CABEÇALHO	82
11.1.5. ORÇAMENTO.....	82
11.1.6. CRONOGRAMA	83
11.1.7. BASES DE CUSTOS, COMPOSIÇÕES DE CUSTOS E INSUMOS.....	83
11.2. As macros	84
11.2.1. MACRO ATUALIZADADOS	84
11.2.2. MACRO ORÇAMENTO ETAPAS.....	85
12. DESENVOLVIMENTO DA SIMULAÇÃO 5D	86
13. RESULTADOS	89
13.1. Modelo final da proposta de reforma.	89
13.2. O fluxo de trabalho.....	91
13.3. O orçamento.....	91
13.4. O cronograma físico-financeiro	92
13.5. A simulação 5D	93
14. CONCLUSÃO	95
REFERÊNCIAS	97
ANEXO A – PLANTA ARQUITETÔNICA DO LDN	99
ANEXO B – PLANTAS ESTRUTURAIS DO LDN	102
APÊNDICE A – ESFORÇOS RESISTENTES NOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS	111
APÊNDICE B – ORÇAMENTO DA REFORMA	114
APÊNDICE C – ORÇAMENTO DO TELHADO	121
APÊNDICE D – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO	126
APÊNDICE E – MACRO ATUALIZADADOS	129
APÊNDICE F – MACRO ORÇAMENTO ETAPAS.....	131
APÊNDICE G – PASTA DO DRIVE COM OS ARQUIVO.....	139

1. INTRODUÇÃO

Em 1986, foi construído um prédio próximo ao Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) que tinha como propósito abrigar equipamentos de coleta de energia solar, mas, devido ao descaso, acabou abandonado até que, em 1996, esse prédio passou por uma reforma, onde ganhou um pavimento superior e passou a ser o Laboratório de Dispositivos e Nanoestruturas (LDN), todo equipamento que havia teve que ser descartado por causa das péssimas condições em que se encontravam. Ele foi criado devido a necessidade de espaço para os equipamentos de laboratório do Departamento de Eletrônica e Sistemas (DES) e atualmente têm como coordenador o Professor Edval Santos. Ele faz parte do CTG da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

1.1. Motivação

O presente trabalho surge da necessidade de revitalizar um edifício que se encontra parcialmente abandonado, com o intuito de promover um maior aproveitamento do prédio para a universidade e visa documentar as atividades realizadas pelos autores na elaboração de um projeto de reforma para o LDN que, atualmente, encontra-se em condições precárias com salas sem iluminação, muitos locais com infiltração, presença de mofo e folhas acumuladas na calha do telhado e no forro.

1.2. Objetivos gerais

O estudo realizado possui como objetivo geral a elaboração de uma proposta de reforma para o LDN.

1.3. Objetivos específicos

Como objetivo específico o trabalho visa estabelecer um fluxo de trabalho utilizando a metodologia BIM, com o auxílio do *Revit*, *Dynamo* e *VBA*, visando automatizar o processo de elaboração de orçamento e cronograma através de uma planilha *Excel* aplicado à reforma do LDN.

Através do *Revit*, modelar a estrutura e a arquitetura do prédio com o intuito de aproveitar ao máximo os recursos fornecidos pela ferramenta BIM, avaliando a

aplicabilidade dos conceitos 4D e 5D no planejamento, na criação do orçamento e do cronograma da obra.

Realizar visitas para determinação de patologias existentes, de modificações necessárias para atender as normas atuais e qualquer outro problema que possa ser encontrado, elaborando intervenções adequadas para cada situação identificada.

2. A EDIFICAÇÃO

O LDN foi criado em 1996 para suprir a necessidade de espaço para os equipamentos do DES. Localizado dentro do *campus* Recife da Universidade Federal de Pernambuco, na Rua da Arquitetura, entre os prédios do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) e do Centro de Artes e Comunicação (CAC). A Figura 01 e a Figura 02 mostram a fachada e a localização da edificação.

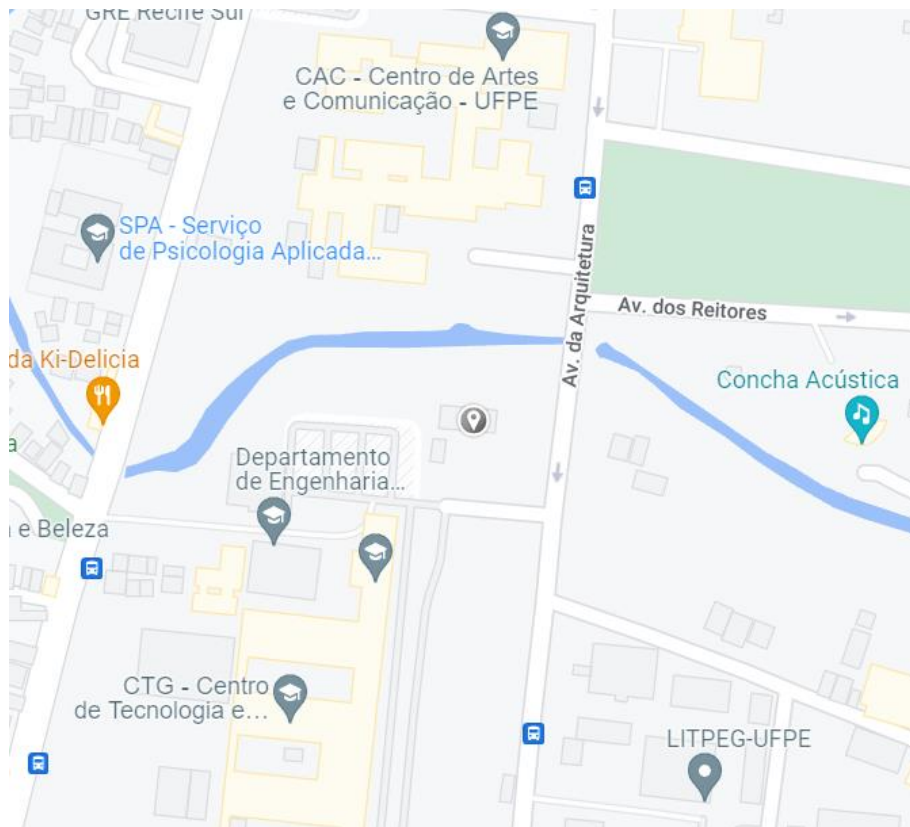
O LDN possui salas e laboratórios onde ocorrem aulas para as turmas de mestrado e doutorado e atua em pesquisas e inovações tecnológicas em diversas áreas, como engenharia de alimentos, petroquímica e eletrônica, por esses motivos continua sendo de muita importância para o desenvolvimento de novos métodos e tecnologias. Inclusive, a primeira patente obtida pelo escritório de patentes da UFPE surgiu através de uma pesquisa realizada no LDN coordenada pelo professor Edval Santos. A Figura 03 e a Figura 04 mostram a organização das salas do LDN.

Figura 01: LDN.



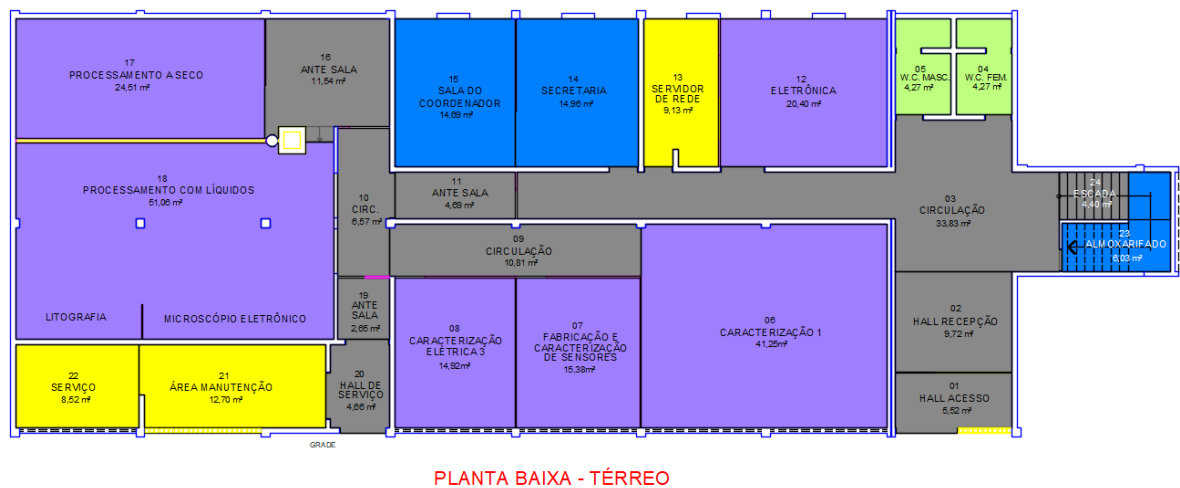
Fonte: Google Maps (2022).

Figura 02: Mapa com a localização do LDN.



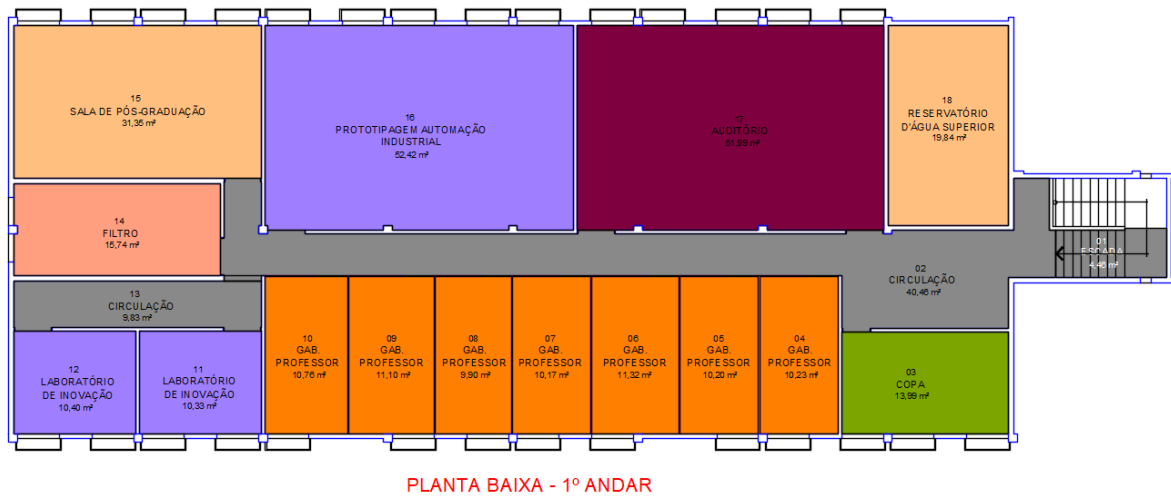
Fonte: Google Maps (2022).

Figura 03: Setorização do térreo do LDN.



Fonte: SINFRA – UFPE (2018). Adaptação: Autores.

Figura 04: Setorização do 1º andar do LDN.



Fonte: SINFRA – UFPE (2018). Adaptação: Autores.

3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

3.1. O que é BIM

Building Information Modeling (traduzindo: Modelagem de Informação da Construção) é uma ferramenta que permite criar réplicas precisas de estruturas reais de forma digital. Um modelo digital de uma edificação feito com uso de BIM possuirá não só geometria exata, mas também informações necessárias para auxiliar à construção, à fabricação e ao fornecimento de materiais necessários para sua realização (EASTMAN *et al.*, 2014).

De acordo com a *Autodesk*, BIM é “a base da transformação digital no setor de arquitetura, engenharia e construção”. Ele abrange o processo de criação, gerenciamento e compartilhamento de informações para um recurso que já existe ou que ainda vai existir de forma global. Baseado em um modelo inteligente e qualificado por uma plataforma na nuvem, ele reúne dados estruturados e multidisciplinares para criar uma réplica digital de um recurso, passando por todas as etapas de seu ciclo de vida.

O BIM traz consigo todas as informações críticas de determinado projeto, o que permite que todas as pessoas envolvidas as acessem, seja para saber o que já foi feito ou para inserir novas informações ao modelo. O BIM pode ser usado para mostrar como elementos isolados, sistemas e sequências de construção interagem entre si e, por causa disso, pode avisar sobre ocorrências de conflitos em um estágio inicial, reduzindo o risco de erros, providenciando economia de custos e de tempo e uma maior acurácia em estimativas e em propostas de soluções.

Entre as funções que o BIM possui, destaca-se a capacidade que ele tem de acompanhar o ciclo de vida de uma edificação, executando atividades como: elaboração de modelos tridimensionais (3D), execução de simulações, detecção de interferências, criação e visualização de sequências de construção, elaboração de documentos mais consistentes, extração de quantitativos automatizada, organização de estimativas de custo mais precisas, planejamento de demolições, entre outras.

3.2. Níveis de Desenvolvimento (*Level of Development* - LOD)

Em 2013, o AIA (*The American Institute of Architects*, em tradução livre: o Instituto Americano de Arquitetos) definiu o conceito de *Level of Development* (LOD, em tradução livre: Nível de Desenvolvimento) para os trabalhos em BIM. O LOD atribuído a um elemento do modelo informará aos participantes do projeto o quão desenvolvido é

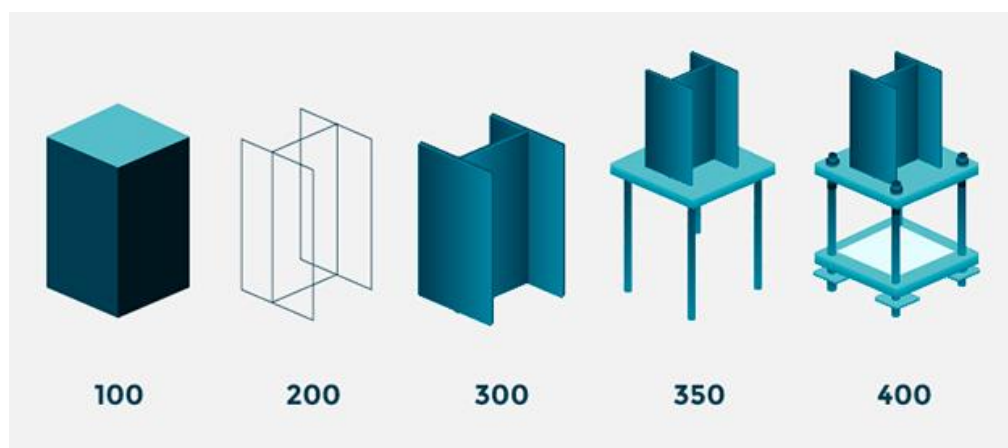
esperado que esteja a informação sobre este elemento. Como cada elemento do modelo se desenvolve em sua própria velocidade, o LOD permite a compreensão de determinado elemento desde a fase conceitual até a fase em que ele possui uma definição e uma descrição precisa. Ainda em 2013, foram estabelecidos os níveis:

- LOD 100: Todos os elementos, peças e objetos graficamente representados da forma mais genérica possível são colocados nesse nível. Eles podem não estar presentes geometricamente no modelo, mas podem estar indicados por meio de símbolos;
- LOD 200: Elementos genéricos com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximadas são categorizados como LOD 200. São substitutos genéricos, com o menor nível de representação geométrica que um elemento pode ter em um modelo;
- LOD 300: Elementos específicos com processo de montagem e localização determinados são classificados como LOD 300. A partir deste ponto começam a ser incluídas informações mais precisas a respeito da composição do elemento, do tamanho, da forma e da orientação podendo ainda conter dados de custo, características térmicas, especificações do material, garantias e instruções de operação e manutenção;
- LOD 350: Elementos específicos que atendem todos os requisitos para o LOD 300, mas ainda não o suficiente para o LOD 400. Objetos nesta categoria, além de terem todas as características do LOD anterior, possuem informações que detalham as interações com outros itens do modelo, apresentando partes como suportes e conexões entre os elementos;
- LOD 400: Elementos LOD 300 que também possuem informações como detalhamento, fabricação, montagem e instalação bem definidos entram nesta categoria. Neste nível, os detalhes vão além do que já havia no LOD 300, especificando itens como conexões estruturais, embutimento das bordas de lajes, detalhes de paredes cortina e quaisquer outros objetos que necessitam de uma fabricação especial entram nessa categoria;
- LOD 500: Elementos representados conforme construídos ou já existentes com informações de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação obtidos por meio de verificação de campo, observação ou interpolação se

enquadram como LOD 500. Este é o último estágio de representação de um elemento.

A Figura 05 mostra exemplos de como os elementos são modelados para serem enquadrados em determinado LOD.

Figura 05: Viga metálica conforme os LODs de 100 a 400.



Fonte: Zigurat Global Institute of Tecnology (2021).

3.3. “Dimensões” do BIM

A princípio três dimensões são suficientes para a criação de um projeto, mas é possível acrescentar diferentes categorias, referenciando outras dimensões como tempo, dinheiro e meio ambiente com o intuito de criar uma informação diferente. Dessa forma, toda vez que se adiciona uma nova informação, é estabelecida uma nova dimensão. De acordo com a *BibLus*, são reconhecidas sete dimensões que serão apresentadas a seguir.

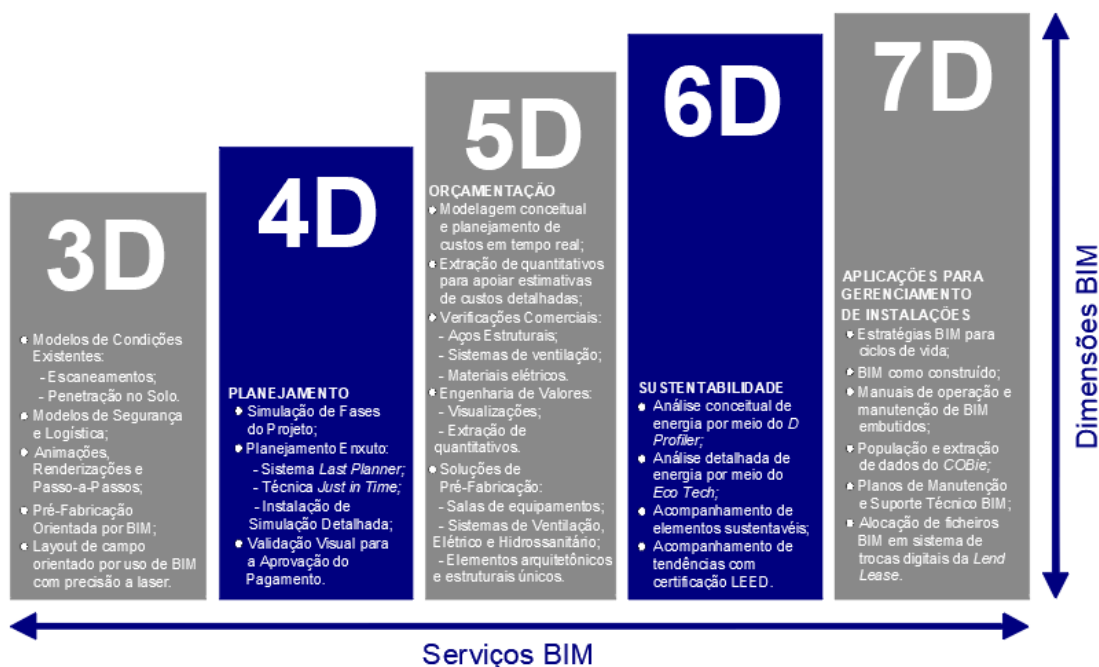
- O 3D engloba tudo relacionado a modelagem paramétrica do processo tradicional de construção fornecendo uma visualização mais detalhada e precisa do projeto, uma melhor colaboração entre equipes multidisciplinares, permitindo a eliminação de erros, duplicatas e interferências, por causa da atualização do modelo em tempo real e otimizando tempo e custos;
- O 4D se relaciona com o planejamento de informações como quando os materiais devem chegar na obra, como eles devem ser guardados, quais atividades devem ser feitas em determinado dia, quando serão realizadas as escavações, quando será entregue a obra, entre outros, tornando a coordenação entre equipes multidisciplinares mais eficientes, permitindo a detecção precoce de conflitos entre diferentes elementos, gerenciando

informações de status e visualizando o impacto das mudanças com o passar do tempo;

- O 5D é a elaboração de estimativas de custo de cada atividade que será executada na construção, fornecendo uma maior precisão e previsibilidade para as estimativas de custo do projeto, para as variações nas quantidades de materiais, mão-de-obra, equipamentos, entre outros, fornecendo novos métodos para levantar e analisar custos nos mais variados cenários, contando automaticamente os elementos existentes no projeto, analisando os custos de maneira simplificada e realizando uma análise orçamentária com todas as despesas esperadas e reais com o passar do tempo;
- O 6D visa sustentabilidade, lidando com o uso e aproveitamento de energia de uma construção, reaproveitamento de água e redução de desperdícios, visando a possibilidade de avaliar diferentes soluções de maneira rápida e precisa, analisando detalhadamente o impacto das diferentes soluções nos aspectos econômicos e operacionais durante todo o projeto, permitindo uma gestão mais consciente e planejada do fluxo de investimento;
- O 7D cobre a entrega do prédio ao proprietário, fornecendo dados precisos para auxiliar o gerenciamento das instalações e dos ativos, visando gerenciar de forma eficaz os ativos, substituir componentes, cuidar da sua manutenção, simplificando práticas e garantindo eficiência, segurança e padronização, aprimorando recursos e cursos de manutenção, devido a monitoramento frequente.

Na Figura 06 a seguir, um esquema relacionando serviços às suas respectivas dimensões.

Figura 06: Esquema mostrando os serviços relacionados às dimensões do BIM.



Fonte: First in Architecture (2019). Adaptação: Autores.

Além dessas já citadas, atualmente há um debate sobre a inclusão de três novas dimensões do BIM. Seriam elas:

- O 8D relativo à segurança do trabalho em todas as fases do projeto, permitindo ter uma visão completa dos cenários, elaborando planos de segurança detalhados e atualizados, identificando e analisando precisamente as escolhas de projetos de segurança mais apropriados para cada situação, prevenindo riscos intervindo diretamente nas escolhas que podem gerar perigos, reduzindo o risco de acidentes;
- O 9D referente à *Lean Construction* (em tradução livre: construção enxuta) que trata da racionalização e otimização de todas as fases da construção, permitindo fazer o melhor uso possível dos materiais, mantendo o projeto dentro do cronograma e do orçamento;
- O 10D que engloba tudo o que faz referência a industrialização da construção civil, permitindo uma redução do tempo de construção, uma otimização dos custos do local, uma implementação melhorada da segurança ocupacional, proporcionando um aumento da qualidade da construção por causa de uma infraestrutura digital moderna, fornecendo um controle mais preciso em cada etapa da produção de cada elemento por meio

de métodos avançados, codificados e padronizados, diminuindo a dependência das condições climáticas que podem afetar os serviços.

3.4. O *Dynamo*

De acordo com a *Autodesk*, o *Dynamo* é uma ferramenta de programação visual que permite a criação de scripts através da programação por meio da conexão entre elementos visuais, os quais possuem as mais diversas funções. Isso faz com que o entendimento do que está sendo executado pelo algoritmo seja mais claro, uma vez que o passo a passo se encontra ilustrado no ambiente de programação. Dentre as múltiplas possibilidades que o *Dynamo* permite, é possível destacar a automatização de algumas etapas de detalhamento, através de rotinas, o cálculo de volumes e modelagem de geometrias complexas, além da otimização no processo de exportação de quantitativos de um modelo.

4. PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

O termo patologia vem do grego e significa “estudo das doenças”, então, quando se fala em patologia da construção (ou construtiva), faz-se referência aos males que acometem as construções durante o seu tempo de vida. De modo a minimizar a existência de patologias, arquitetos e engenheiros traçam estratégias como criação de uma rotina de vistorias, execução de manutenções e até grandes reformas com o objetivo de aumentar a durabilidade da estrutura e manter o conforto dos usuários da edificação.

Segundo França, *et al.* (2011) as patologias podem ter diversas origens, algumas ocorrem naturalmente e vão surgindo com o passar do tempo, outras só acontecerão se houverem falhas na construção, erros no projeto, se forem utilizados materiais de baixa qualidade ou métodos construtivos inapropriados, ou até por construção feita sem um projeto. Caso não sejam tratadas, elas também podem causar prejuízos financeiros, atrasos de cronograma, insatisfação dos clientes e, em casos mais graves, comprometimento da estrutura da edificação e até desabamento, podendo ocasionar também a perda da vida das pessoas que dependem dela.

4.1. Patologia em concreto

Se desconsiderar a água, o concreto é o material mais usado pela humanidade. Isso é devido a sua resistência, utilidade e seu custo relativamente barato, mas, como qualquer material, ele possui limites. De acordo com Matildes (2022), os principais tipos de patologia em concreto são:

- **Corrosão de armadura:** Quando a armadura usada para aumentar a resistência do concreto tem contato com umidade e agentes corrosivos, acontece a degradação do metal. Esse contato pode ser facilitado pela presença de fissuras, falhas de concretagem e ninhos de concretagem que, por exemplo, possuem alta porosidade local, facilitando a entrada desses agentes no concreto;
- **Carbonatação:** Ocorre através da reação entre a pasta de cimento e o gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera, isto faz com que o concreto se torne poroso e fraco. Essa reação pode ser evitada por meio da aplicação de um revestimento ou selante na superfície do concreto;
- **Fissuras:** Ocorrem por diversos motivos, entre eles: o concreto feito com proporções erradas de materiais ou não homogeneizado corretamente

durante a mistura ou ausência de cura do concreto, acentuando o processo de retração que é natural do concreto, porém, em excesso, ocasiona esta patologia. É uma patologia bem comum, mas, se não for tratada, poderá causar infiltração e até perda da integridade da estrutura;

- Eflorescências: Durante o processo de hidratação do cimento, é formado hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), a eflorescência ocorre quando essa substância é carregada para fora do concreto deixando uma mancha branca em sua superfície. Essa patologia por si só não causa muitos problemas, mas o Ca(OH)_2 ajuda a proteger a armadura no interior da estrutura, então a sua falta pode acelerar o processo de corrosão da parte metálica.

4.2. Patologias em alvenaria e revestimentos

Alvenaria é o sistema de construção mais difundido no Brasil e no mundo com a finalidade de separar ambientes internos e externos. A vasta utilização dessa solução construtiva é atribuída principalmente ao baixo custo e à facilidade de execução quando comparada com outros sistemas (CAPORRINO, 2018).

Alvenaria é a etapa da construção em que um conjunto de materiais, sejam blocos cerâmicos, de vidro, de cimento ou até mesmo pedras, é posicionado em camadas horizontais justapostas e sobrepostas uma sobre as outras, podendo ser unidos entre si ou não por algum método de fixação, como argamassa. As alvenarias podem ser divididas em alvenaria de vedação, quando não exercem função estrutural, e alvenaria estrutural, quando exercem. Assim como o concreto, a alvenaria também tem os seus limites e, uma vez que os ultrapasse, surgirão fissuras.

Segundo Caporrino (2018) essas fissuras se comportam de maneiras diferentes dependendo do material usado, do tipo de alvenaria, da presença de vãos de portas e janelas e da sobrecarga que as causa. Por exemplo: se os blocos usados tiverem resistência à tração maior que a do material que os liga, então a fissura que surgir vai contornar os blocos e, caso seja menor ou igual, vai passar pelos blocos. Se as fissuras são causadas por sobrecarga na alvenaria, então elas terão orientação paralela a sobrecarga que a causou em paredes sem vãos, enquanto as fissuras partem radialmente do centro do vão para fora nas que possuem. Se são causadas por deformações na estrutura, elas podem ter uma orientação radial partindo do apoio, caso as deformações das estruturas superior e inferior sejam iguais, ou podem formar arcos, caso sejam diferentes. Esses fenômenos acontecem porque os blocos são resistentes a compressão, mas não a esforços de flexão, cisalhamento e tração.

De acordo com Caporrino (2018), não se pode analisar as patologias das alvenarias sem também levar em conta o que acontece nos revestimentos aplicados sobre elas. Algumas anomalias que ocorrem nos revestimentos são:

- Descolamento: Ocorre quando há má aderência entre as camadas do revestimento, que pode ser ocasionada quando o traço ou a espessura do revestimento forem inadequadas ou pela presença de água;
- Eflorescência: Surge quando há sais solúveis no revestimento e eles afloram até a superfície junto com a água;
- Empolamento: Quando bolhas de ar estão presas entre as camadas do revestimento, que pode ser causado pela reação de hidratação da cal virgem, pelo excesso de umidade;
- Fissuras: Aparecem quando a argamassa utilizada possui alto teor de cimento, ocasionando assim uma maior retração;
- Fungos: Surgem quando há a presença de água constante, eles provocam manchas esverdeadas ou escuras e deterioração do revestimento;
- Vesículas: Pequenos furos que surgem quando a reação de hidratação da cal virgem continua acontecendo depois de colocado o revestimento ou quando há a presença de impurezas, como pirita ou matéria orgânica, nos agregados.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente estudo, foram realizadas visitas com o intuito de obter informações sobre a edificação, analisar quais patologias estão presentes e, com isso, determinar as possíveis soluções.

Também foi utilizado o software *Revit*, desenvolvido pela Autodesk, para modelagem da edificação, em um primeiro momento, da forma que se encontra atualmente, baseado em plantas fornecidas pela Superintendência de Infraestrutura da Universidade Federal de Pernambuco - SINFRA, e com base nos dados obtidos nas visitas realizadas. Posteriormente, após a definição das soluções propostas para reforma do LDN e com base nos dados obtidos através das visitas, foi necessário utilizar o software novamente para implementar tais soluções.

Após as implementações das soluções foi necessário realizar a verificação estrutural da edificação, para entender se a estrutura suportaria essas mudanças. Inicialmente, a partir das plantas estruturais fornecidas pela SINFRA, buscou-se determinar os esforços resistentes dos elementos estruturais. Em seguida, foi modelada toda estrutura com auxílio do software *SAP 2000* e obtidos os esforços atuantes para edificação com as soluções propostas anteriormente, tais esforços foram comparados com os esforços resistentes obtidos.

Em seguida, fez-se o uso do *Dynamo* para exportar os quantitativos do modelo desenvolvido no *Revit*.

O *Excel*, por sua vez, foi utilizado para criação da planilha responsável por elaborar o orçamento e cronograma físico-financeiro de forma otimizada com o auxílio de *VBA*, usando como base os quantitativos obtidos do modelo.

Outro software desenvolvido pela Autodesk, o *Navisworks*, também foi utilizado e, por meio dele, foi possível realizar a simulação 5D da reforma do LDN.

6. VISITA AO LOCAL

6.1. Primeira Visita

No dia 05 de agosto de 2022, a partir das 9 horas da manhã foi realizada uma visita ao andar superior do LDN, onde foram registradas e fotografadas as patologias presentes no local e, com uso de trena a laser, foram verificadas as dimensões de cada sala. Nesse dia, apenas duas salas estavam sendo utilizadas: O auditório e a sala do filtro HEPA, que fica constantemente em funcionamento para evitar a contaminação do laboratório no andar inferior por agentes externos, o que poderia causar dano aos equipamentos sensíveis e interferir em pesquisas em andamento.

Foram observados sinais de infiltração em todo o andar e em algumas também era notável a presença de mofo, como mostra a Figura 07. Nas salas dos professores, cujas paredes são divisórias de madeira, foi constatado a presença de cupins. A partir de uma abertura existente no forro da copa, exibida na Figura 08, percebeu-se o acúmulo de folhas no forro de PVC, como mostrada na Figura 09, também foi possível notar que a estrutura de suporte do forro se encontrava em avançado estado de corrosão.

Figura 07: Presença de mofo na copa.



Fonte: Autores (2022).

Figura 08: Abertura existente no forro da copa.



Fonte: Autores (2022).

Figura 09: Folhas acumuladas no forro.



Fonte: Autores (2022).

O acúmulo de folhas no forro dá a entender que, devido a um erro na execução da calha, as folhas que caem das árvores que existem ao redor do prédio e são levadas pela chuva se amontoam na calha e com isso represam a água, fazendo com que as folhas e a água da chuva se acumulem no forro, ocasionando, em algumas salas, que o forro ceda, promovendo também o acúmulo desses materiais no piso. A Figura 10 mostra a presença de água no piso de uma das salas de professor juntamente com o deslocamento do piso adesivo que havia no local.

Figura 10: Presença de água no piso.



Fonte: Autores (2022).

A umidade existente acabou proporcionando um ambiente adequado a proliferação de mofo, como já mostrado, mas a presença de umidade e madeira faz com que o ambiente se torne adequado para o desenvolvimento de colônias de cupins, mostrada na Figura 11, essa combinação de fatores fez com que os móveis de madeira ficassem deteriorados, como pode ser visto na Figura 12. Sinais da existência de cupins foram encontrados em quase todas as salas de professores existentes, mas não foram encontrados sinais de atividade desses insetos.

Figura 11: Indício de presença de cupins.



Fonte: Autores (2022).

Figura 12: Escrivaninha destruída.



Fonte: Autores (2022).

Também foram observadas rachaduras nas paredes e pontos onde as armaduras dos pilares estão expostas e em processo de corrosão. Como pode ser observado na Figura 13 e na Figura 14.

Figura 13: Fissuras observadas em um encontro de viga e pilar na escada do prédio.



Fonte: Autores (2022).

Figura 14: Pilar com armadura exposta próximo a escada.



Fonte: Autores (2022).

6.2. Segunda Visita

Foi realizada uma nova visita no dia 20 de março de 2023, a partir das 10:00 da manhã, com o intuito de avaliar as condições dos elementos estruturais e das salas do andar térreo. Foram constatadas a presença de infiltração na parte inferior das paredes devido a capilaridade, mostrado na Figura 15 e na Figura 16, infiltrações nas lajes do pavimento superior que, conforme informado pelo professor Edval Santos, provocaram curtos-circuitos originando princípios de incêndio em três locais diferentes: na recepção, na sala de servidores e na sala de caracterização elétrica que, nesse momento, encontrava-se interditada. Também foram observadas as condições dos pilares e foram encontradas fissuras ao longo da direção das armaduras longitudinais, o que indica a existência de oxidação nas armaduras que ficou comprovado ao observar alguns pilares em que ocorreu deslocamento do concreto e a armadura se encontra exposta, como pode ser observado na Figura 17 e na Figura 18.

Figura 15: Infiltração na base da parede da circulação.



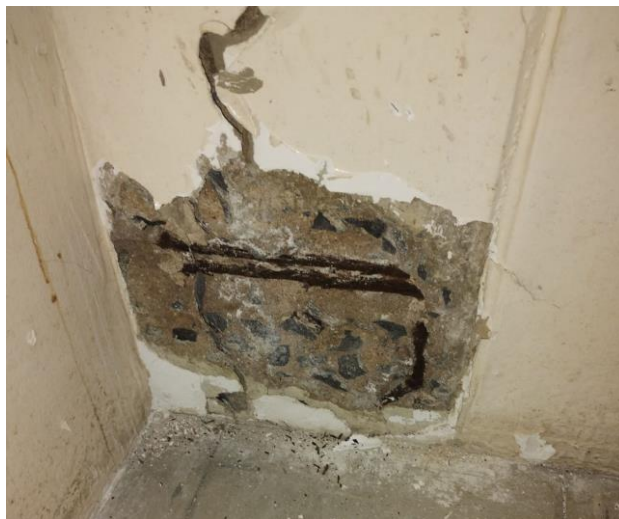
Fonte: Autores (2023).

Figura 16: Infiltração na base de outra parede da circulação.



Fonte: Autores (2023).

Figura 17: Armadura exposta de pilar.



Fonte: Autores (2023).

Figura 18: Rachadura em pilar na parte externa na entrada do LDN.



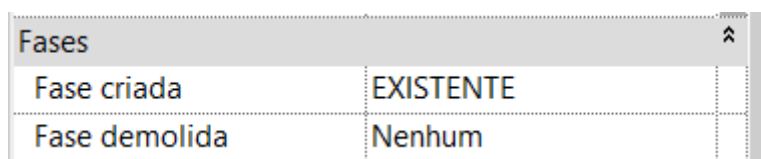
Fonte: Autores (2023).

7. MODELAGEM TRIDIMENSIONAL DA EDIFICAÇÃO - BIM 3D- AS

BUILT

Como forma de obter familiaridade com o prédio, foram modelados a arquitetura e a estrutura no *Revit* conforme as plantas fornecidas pela SINFRA. De imediato, foi possível averiguar que a estrutura projetada se encontrava alterada, o projeto original contempla apenas uma edificação térrea, enquanto na edificação atual é possível notar que os pilares foram prolongados devido a expansão realizada em 1996, uma cobertura em estrutura metálica também foi adicionada a edificação. Tendo em vistas todas essas mudanças visíveis, durante a modelagem da estrutura, foi considerado que apenas os pilares externos foram prolongados até a nova cobertura. O modelo passou por constantes modificações conformes as visitas foram executadas, adicionando cada vez mais informações, com o intuito de torná-lo o mais fiel possível. Com a ferramenta *Fases*, cuja função é aplicar uma variável de tempo na modelagem, torna-se possível estabelecer fases da construção no projeto, que para o presente estudo serão “EXISTENTE” e “REFORMA”, onde se pode interagir com o modelo sem apagar o que foi feito antes, construindo novos elementos ou adicionando informação sobre a demolição dos existentes. Todos os itens modelados foram agrupados na Fase criada “EXISTENTE”, com o intuito de evidenciar que são previamente existentes. A Figura 19 mostra como a ferramenta se situa no *Revit*.

Figura 19: Esquema Fases.



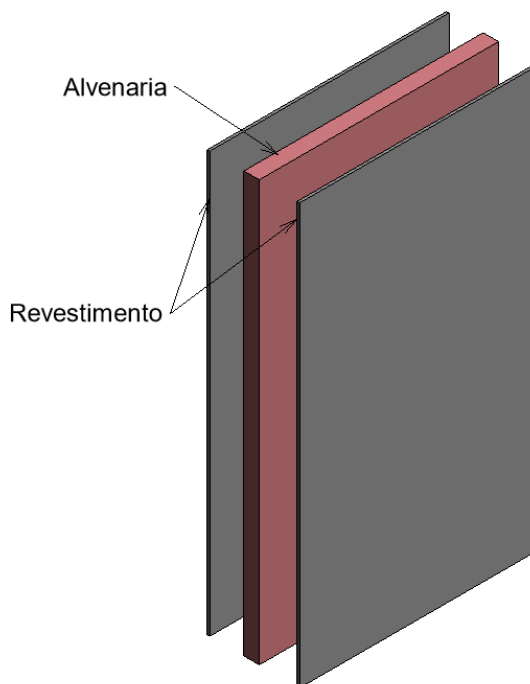
Fases	
Fase criada	EXISTENTE
Fase demolida	Nenhum

Fonte: Autores.

A modelagem contemplou estruturas de concreto, estrutura metálica do telhado, paredes, esquadrias, pisos, forros e louças sanitárias. Elementos elétricos e hidrossanitários não foram incluídos devido à falta de informações oriundas de projetos e existentes e impossibilidade de levantamento com precisão e segurança, principalmente no que diz respeito a instalações elétricas. Sendo assim, a análise inicial fica restrita apenas a elementos estruturais e arquitetônicos.

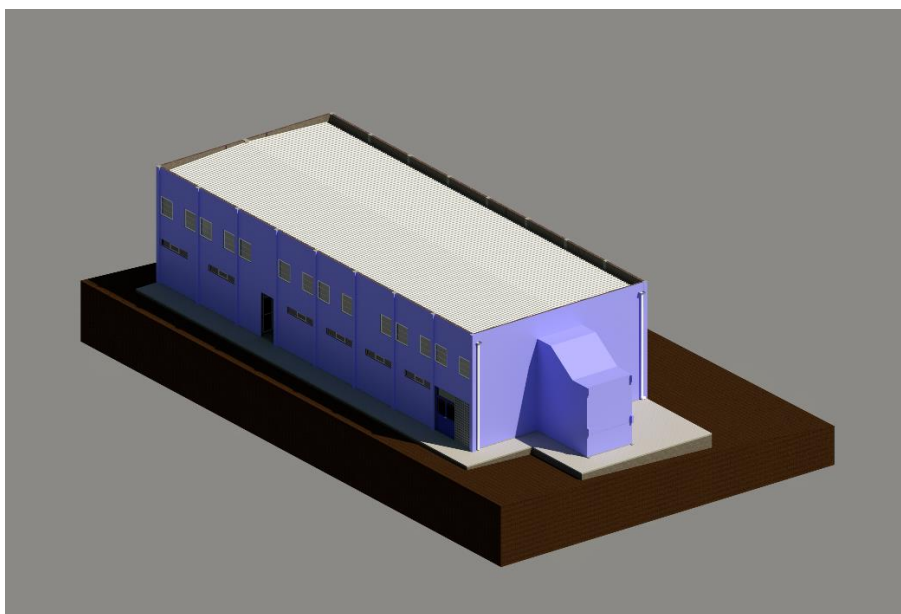
As paredes foram modeladas utilizando a técnica de paredes cebola, mostrada na Figura 20, que consiste em modelar cada camada de forma separada, o que permite que modificações sejam aplicadas de forma pontual, sem alterar todo o elemento. A modelagem dos pisos se deu de forma similar ao usado nas paredes, modelando as camadas separadamente. A modelagem tridimensional da arquitetura e da estrutura podem ser vistas na Figura 21 e na Figura 22, respectivamente.

Figura 20: Modelo de parede cebola.



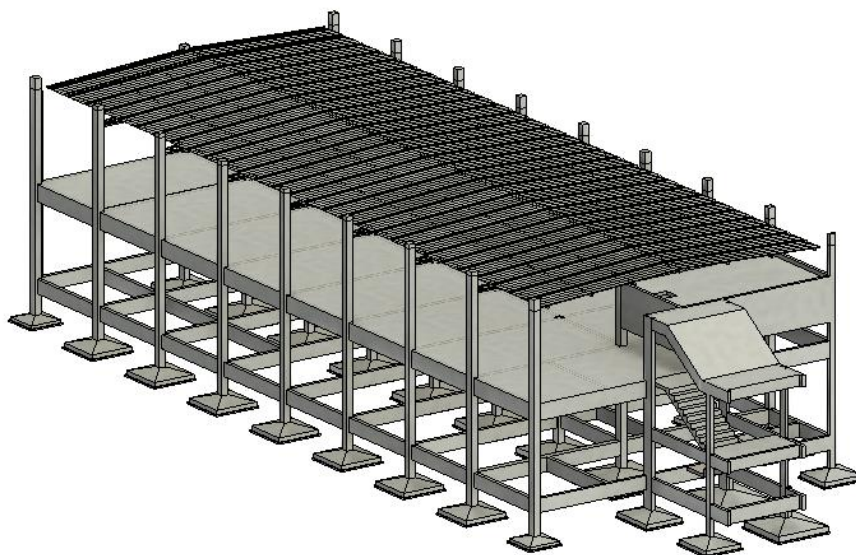
Fonte: Autores.

Figura 21: Modelo 3D da arquitetura.



Fonte: Autores.

Figura 22: Modelo 3D da estrutura.



Fonte: Autores.

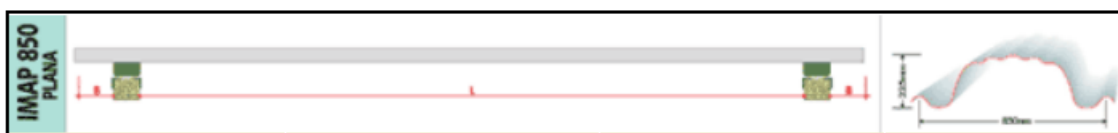
8. SOLUÇÕES PROPOSTAS

8.1. Telhado Autoportante

A proposta consiste em criar um telhado autoportante de uma água com inclinação de 5%, onde a queda d'água está direcionada para a fachada leste (fachada voltada para o CAC), e sustentado por duas vigas de concreto que são ilustradas em vermelho na Figura 23, também deverá ser executada vigas nas fachadas norte e sul da edificação. A telha deverá vencer um vão de 12m e deve possuir 2m de borda livre para cada lado da edificação, para isso foi adotado uma telha com espessura de 0,95mm, conforme o que mostra a Tabela 01. Esse modelo de telha pode ser confeccionado em uma fábrica ou diretamente na obra e tem, por padrão, 225mm de altura e 850mm de largura, com o comprimento definido pelo projeto.

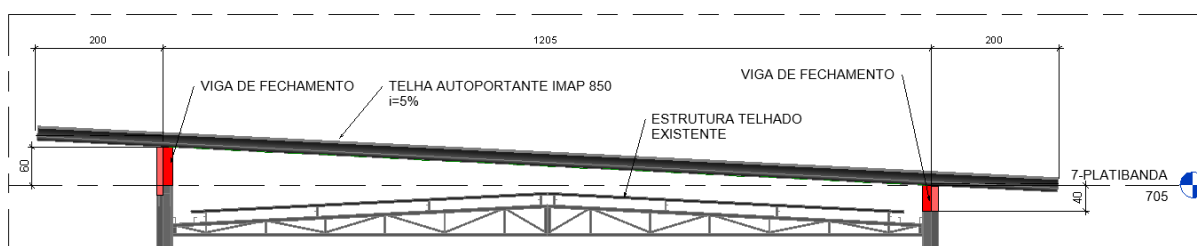
Uma premissa é que o telhado existente seja mantido, isso se dá por dois motivos, o primeiro, para que mesmo durante a execução da instalação do novo telhado, caso seja necessário utilizar o primeiro andar, ele esteja disponível, e o principal é que, caso ocorra chuvas durante o processo troca do telhado o pavimento térreo, o qual possui equipamentos de alto valor agregado, não seja afetado com o acúmulo excessivo de água no primeiro andar. Um fato importante é que a estrutura existente do telhado será utilizada como meio de fixação do novo forro que deverá ser instalado.

Tabela 01: Especificações das telhas autoportantes planas.

	Espessura (mm)	Vão Livre Max. (m)	Beiral Max. (m)	Peso Teórico (kg/m ²)
	0.80	11.00	3.00	9.39
	0.95	13.00	3.50	11.16
	1.11	15.00	4.00	13.17
	1.25	16.00	4.50	14.64
	1.55	18.00	5.00	18.17
	1.95	22.00	5.50	23.40

Fonte: Manual Técnico IMAP-850 Telaport.

Figura 23: Proposta para o telhado autoportante



Fonte: Autores (2023).

O telhado autoportante especificado anteriormente é executado por empresas especializadas, que são responsáveis por fabricação e montagem, e a única empresa que atua na região, quando o presente o estudo foi realizado, é a *Telaport*. Para sua instalação, será necessário a criação de uma estrutura de suporte composta por vigas de concreto armado executadas em todo perímetro da edificação.

As vigas da fachada norte, leste e sul foram pré-dimensionadas com a seção de 15x40cm, a dimensão da base foi dimensionada levando em consideração a espessura da alvenaria acabada, de modo que a viga esteja embutida, a altura, por sua vez, foi estimada levando em consideração a distância padrão entre pilares da edificação que é de 3,6m. A viga da fachada oeste (fachada voltada para o CTG) foi pré-dimensionada com uma seção de 15x60cm, essa diferença se dá pois a ela deverá ser executada acima do nível da platibanda existente, enquanto as demais serão abaixo do mesmo nível, fazendo com que haja um desnível de 60cm, que, para o vão da edificação que é de 12m, represente uma inclinação de 5%.

Para a execução das vigas das fachadas norte e leste será necessário demolir um trecho de alvenaria e pilares, mantendo as armaduras existentes ao longo de todo trecho onde as vigas serão executadas com a altura de 40cm, seguido da montagem das fôrmas e armaduras das vigas e, posteriormente, realizado o serviço de concretagem.

Já para execução da viga presente na fachada sul, além de todo processo especificado para as vigas das fachadas norte e leste, será necessário realizar o complemento de dois pilares existentes. O processo de prolongamento dos pilares será especificado adiante, visto que para a viga da fachada oeste este procedimento também será necessário.

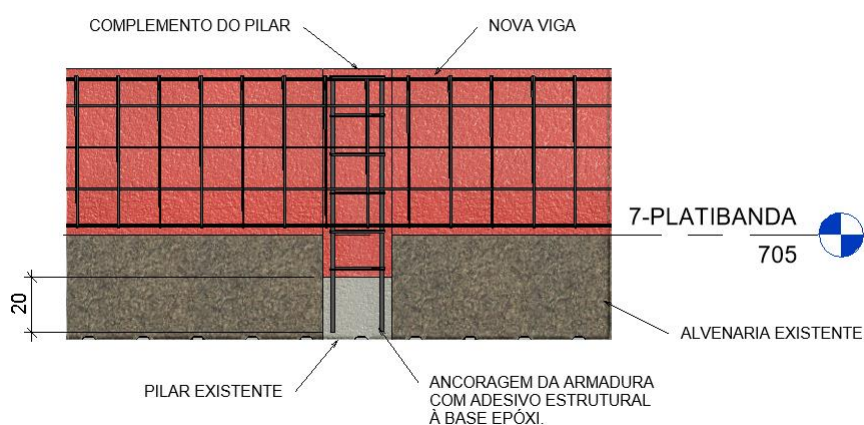
A viga da fachada oeste será executada acima do nível da platibanda, possuindo altura de 60cm, portanto para sua execução não será necessário realizar a demolição de alvenaria ao longo de sua extensão. Entretanto, será preciso executar um complemento nos pilares que se encontram no trecho onde a viga estará presente. Para execução desse

serviço, será necessário demolir um pequeno trecho do pilar, em torno de 15cm de altura, com o intuito de verificar quais armaduras são utilizadas na seção e se correspondem às mesmas detalhadas no projeto estrutural da edificação, além de verificar o estado em que elas se encontram, caso o resultado seja satisfatório, o novo trecho do pilar, que possuirá em torno de 60cm, deverá ser executado. A ancoragem das novas armaduras deve ser realizada por meio da utilização de adesivo estrutural a base de Epóxi, adentrando no pilar existente a princípio no mínimo 20cm, entretanto tal profundidade deverá ser avaliada com mais cuidado na elaboração de um possível projeto executivo, a medida em questão se trata apenas de uma referência para orçamentação. As armaduras do trecho prolongado, a princípio, deverão seguir a armadura já existente em cada pilar. Uma vez que esse serviço foi executado o processo de execução da viga propriamente dita seguirá igual as vigas das demais fachadas. A Figura 24 mostra como será feito a complementação dos pilares.

As vigas presentes nas fachadas norte e sul possuem função de fechamento e serão executadas paredes de alvenaria sobre elas para realizar o fechamento das fachadas após instalação do telhado.

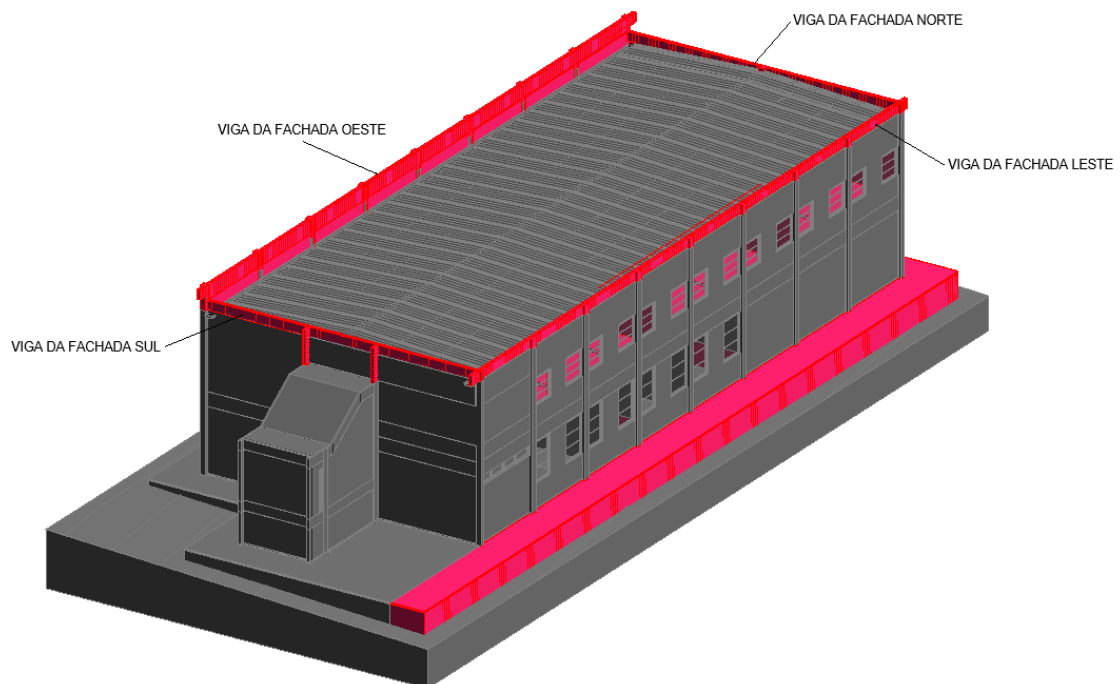
Uma vez que toda estrutura necessária para instalação do novo telhado, a empresa responsável pela fabricação e montagem é acionada e realiza o serviço de instalação, que é feito com auxílio de guindastes. Essa estrutura pode ser vista na Figura 25.

Figura 24: Detalhe complemento dos pilares.



Fonte: Autores (2023).

Figura 25: Esquema vigas para instalação do telhado.

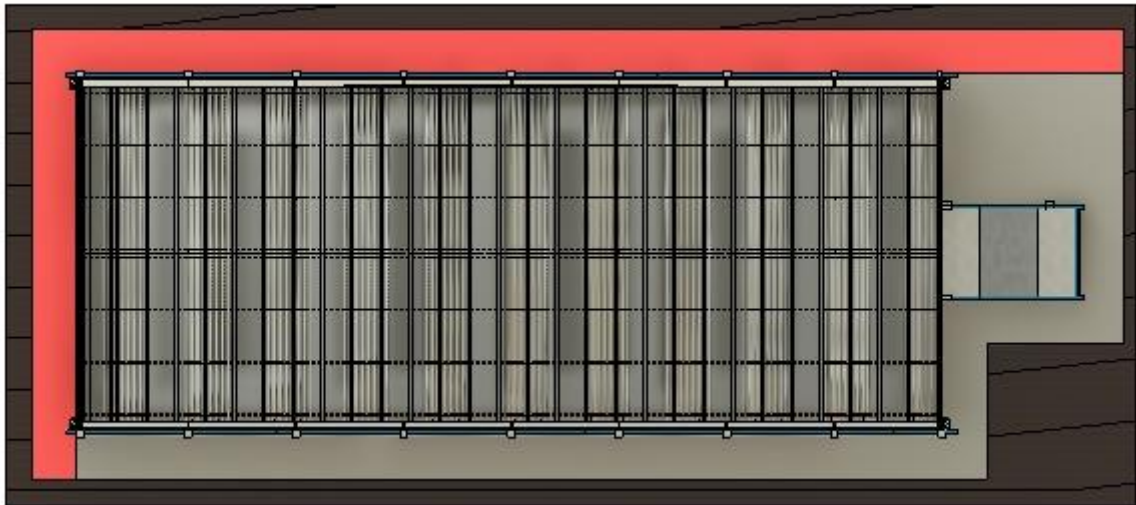


Fonte: Autores (2023).

8.2. Expansão da calçada em torno da edificação

Foi sugerido uma expansão para a calçada existente no local e essa solução foi adotada pensando em minimizar a influência da irregularidade do terreno quando forem executadas as atividades em altura necessárias para a construção da estrutura de suporte do telhado. Como a calçada existente possui 1,5m de largura, foi mantida a mesma dimensão para a expansão, porém, devido ao desnível do terreno e com objetivo manter a calçada no mesmo nível, foi proposto a construção uma parede de concreto como contenção para o aterro que será executado. Em seguida, será executado um contrapiso em concreto com espessura de 5cm e sobre ele serão instaladas as lajotas antiderrapante pré-fabricas com dimensão de 50x50cm. A Figura 26 mostra, destacado em vermelho, a expansão da calçada. É importante ressaltar que, no serviço de expansão da calçada em torno da edificação, se encontra inserida a atividade de limpeza de superfície com hidrojato, tal serviço deverá ser executado na calçada existente.

Figura 26: Esquema mostrando a expansão da calçada.



Fonte: Autores.

8.3. Substituição dos revestimentos das paredes e do piso do primeiro andar

Como observado, existe um deslocamento dos pisos adesivos portanto faz-se necessário sua troca. Em relação as paredes, fica evidente a presença de mofo e fungos devido a infiltração proveniente do telhado e da calha que se encontram em péssimo estado e que comprometeram a qualidade do revestimento, o que pode ser observado na Figura 27 e na Figura 28. Logo, faz-se necessário que haja a retirada desses revestimentos, aproveitando para verificar a condição da alvenaria, aplicar o chapisco e, em seguida, a massa única, finalizando com a execução da pintura de todo o prédio, tendo em vista que a pintura existente se encontra degradada.

Figura 27: Infiltração na copa do andar superior.



Fonte: Autores (2023).

Figura 28: Infiltração na sala de aula da pós-graduação no andar superior.

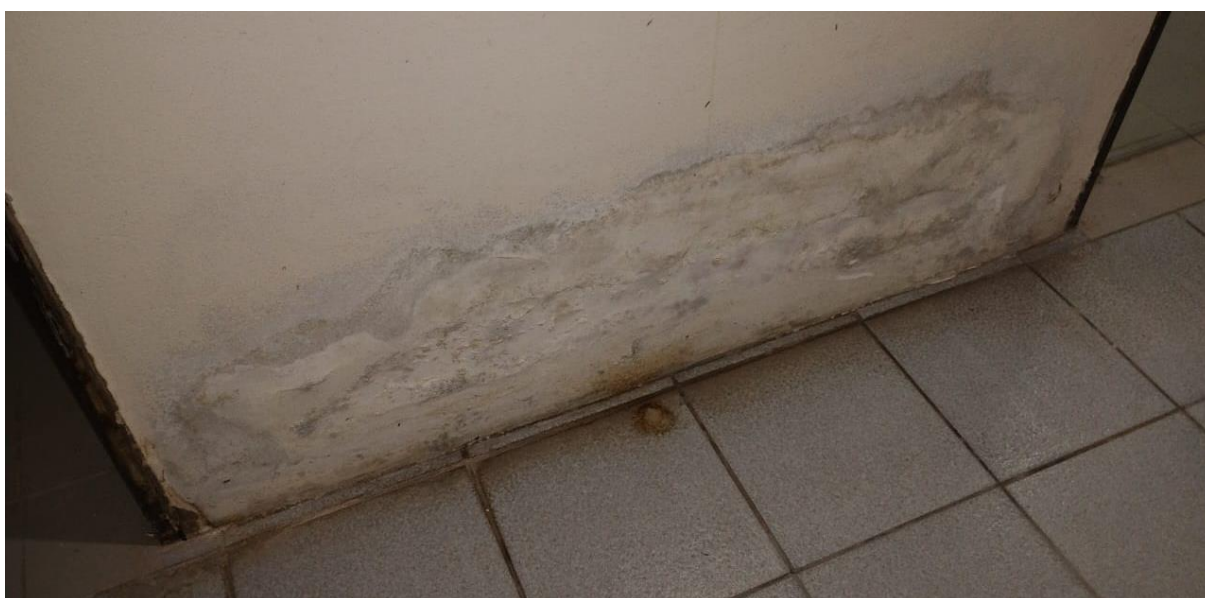


Fonte: Autores (2022).

8.4. Substituição dos revestimentos e impermeabilização das paredes do térreo até 1m de altura

Durante a visita, foi possível perceber que havia umidade em um trecho do revestimento do térreo, mostrado na Figura 29, o que ocorre devido a uma provável falta de impermeabilização da fundação. A solução adotada consiste em remover o revestimento existente até 1m da parede, aplicar uma pintura asfáltica na alvenaria, em seguida refazer o revestimento com chapisco e massa única feitos com um aditivo hidrofugante, esse aditivo torna o revestimento impermeável.

Figura 29: Umidade infiltrando do solo.

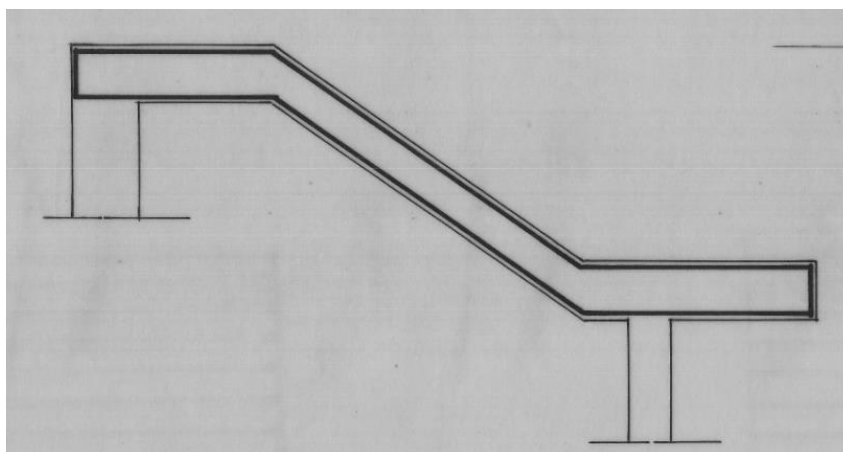


Fonte: Autores (2023).

8.5. Impermeabilização da laje sobre a escada

Diferente das outras lajes existentes, a laje sobre a escada é composta por dois trechos retos e um inclinado, mostrado a Figura 30. Como observado em ambas as visitas e demonstrado na Figura 31, há indícios de infiltração de água através da laje, o que ocasionou a deterioração do revestimento interno. Uma provável causa disso é uma impermeabilização mal executada em conjunto com o acúmulo de água na parte inferior da laje. Como solução, foi considerado refazer a impermeabilização externa e os revestimentos interno e externo da laje.

Figura 30: Esquema da laje sobre a escada.



Fonte: SINFRA-UFPE

Figura 31: Infiltração na laje sobre a escada.



Fonte: Autores (2023).

8.6. Troca de portas e divisórias do primeiro andar

Como visto na primeira visita, há a presença de cupins que, junto com a infiltração existente, danificou maior parte dos elementos de madeira, no caso as portas, divisórias e móveis presentes no primeiro andar. Sendo assim, fica constatado a necessidade de troca desses elementos que se encontram danificados. Para título de orçamentação, foi considerado a troca total de todas as portas e divisórias. Entretanto uma análise mais profunda deverá ser realizada durante a elaboração de um possível projeto executivo com o intuito de evitar gastos e desperdícios.

8.7. Recuperação estrutural dos pilares

Como notado em ambas as visitas, ficou evidente a oxidação das armaduras de alguns elementos estruturais, com alguns pontos expostos. Devido a isso, faz-se necessário a recuperação desses elementos com intuito de prolongar a vida útil da edificação.

O processo de recuperação estrutural adotado consiste na escarificação da região corroída, seguida pelo lixamento das armaduras expostas. Em seguida, é aplicada uma proteção anticorrosiva nas armaduras e a seção danificada é recomposta com o uso de graute. Caso as armaduras estejam em avançado estado de degradação é necessário avaliar a necessidade de substituição das armaduras. Esse processo visa restaurar a capacidade estrutural, proteger as armaduras contra a corrosão e garantir a durabilidade da estrutura. A Figura 32 ilustra o pilar 27 do LDN, onde é possível verificar um indício, a fissura ao longo da direção da armadura longitudinal, do processo de oxidação. A Tabela 02 informa o comprimento que deverá ser recuperado e o respectivo pilar.

Figura 32: Fissura no pilar 27.



Fonte: Autores (2023).

Tabela 02: Comprimento a ser recuperado nos pilares do LDN.

Pilares que deverão ser recuperados	
Pilar	Comprimento a recuperar (m)
P1/P2/P3/P20/P24/P25	0,5
P8	2,0
P9	7,2
P15	0,2
P18	3,6
P23	1,0
P27/P29/P30	1,5

Fonte: Autores.

8.8. Manutenção corretiva do sistema elétrico

Faz-se necessário realizar a manutenção corretiva visto que é possível observar, em alguns pontos, que o sistema elétrico se encontra danificado. Há a presença de cabos expostos, luminárias danificadas, locais sem luminárias, pontos de força em contato com umidade que deram origem a curtos-circuitos e, conseqüentemente, princípios de incêndios. Devido a isso, foi considerado a substituição total para o orçamento, mas essa parte deve ser revista caso haja a elaboração de um projeto executivo por causa da falta de acesso ao projeto elétrico do prédio, de modo a evitar desperdícios de material e financeiro.

9. ANÁLISE ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO

Tendo em vista a proposta do novo telhado para a edificação, torna-se necessário realizar uma verificação da estrutura com as soluções propostas. Por não ser o objetivo central do estudo em desenvolvimento, essa análise será simplificada e algumas considerações serão feitas ao longo do seu desenvolvimento. Contudo, para a elaboração de um possível projeto executivo, é imprescindível realizar um estudo mais detalhado da estrutura, levando em consideração todos os fatores que podem interferir diretamente na segurança da edificação.

O desenvolvimento da análise ocorrerá da seguinte forma: Inicialmente, serão levantados os esforços resistentes das lajes e vigas de concreto armado. Em seguida, será elaborado um modelo estrutural da edificação com todas as soluções propostas no Capítulo 8 para obter os esforços atuantes. Após isso, esses esforços serão comparados com os resistidos no caso das lajes e vigas. Para os pilares, a análise será feita considerando o esforço axial atuante nas principais seções com o auxílio do software *P-Calc*.

9.1. Esforços resistentes

9.1.1. ESFORÇOS RESISTENTES NAS LAJES

Com os dados das lajes obtidos nas plantas estruturais originais da edificação, presentes no Anexo B, e com a adoção de valores para os parâmetros não disponíveis, foi possível determinar os momentos fletores resistidos pelas lajes da edificação. Como a edificação passou por expansão com a adição do pavimento superior, o que, anteriormente, eram as lajes da cobertura passam a ser chamadas de lajes do primeiro andar no estudo.

Os valores dos momentos fletores resistidos foram obtidos por meio da seguinte formulação, baseada no conceito de tensões em uma seção retangular. Buscou-se desenvolver a formulação levando em consideração a NBR 6118 (2014).

Portanto, é possível obter a seguinte formulação:

$$Rcd = 0,68 \times fcd \times b \times x \quad (1)$$

Onde:

fcd é a resistência de cálculo do concreto.

b é a largura da seção.

x é a distância da linha neutra até a borda comprimida da seção.

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

Onde:

f_{ck} é a resistência característica do concreto a compressão.

γ_c é o coeficiente de minoração da resistência do concreto.

$$R_{sd} = A_s \times f_{yd} \quad (3)$$

Onde:

A_s é a área de aço na seção transversal.

f_{yd} é a resistência de cálculo do aço.

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad (4)$$

Onde:

f_{yk} é a resistência característica ao escoamento do aço.

γ_s é o coeficiente de minoração da resistência do aço.

Fazendo $R_{sd} = R_{cd}$ e isolando x , é possível obter:

$$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,68 \times f_{cd} \times b} \quad (5)$$

Com isso, é possível obter a equação para cálculo do Momento Resistido pela Seção (M_{rd}).

$$M_{rd} = A_s \times f_{yd} \times (d - 0,4 \times x) \quad (6)$$

Com d sendo a altura útil.

Para o cálculo do M_{rd} nas lajes, foi necessário definir alguns parâmetros que não estavam presentes no projeto estrutural original, tais como:

- $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$

- Cobrimento $c = 1,5 \text{ cm}$

Feito isso, foi possível calcular os valores de Mrd para cada laje, os quais estão presentes na Tabela 03, na Tabela 04, na Tabela 05 e na Tabela 06. A planilha contendo o cálculo detalhado desses valores está presente no Apêndice A.

Tabela 03: Momentos resistentes no meio do vão das lajes na direção x.

Momentos resistentes Mrd - (KN.m) na direção x				
Meio do vão				
Laje	bw (m)	d (m)	As+ (cm ²)	MxRes.
L1=L7=L9=L15	1	0,080	1,96	6,149
L2aL6=L9aL14	1	0,080	1,568	5,199
L8	1	0,080	1,568	5,199
L16	1	0,080	1,568	5,199
L1 (Coberta)	1	0,080	1,307	4,368

Fonte: Autores.

Tabela 04: Momentos resistentes no meio do vão das lajes na direção y.

Momentos resistentes Mrd - (KN.m) na direção y				
Meio do vão				
Laje	bw (m)	d (m)	As+ (cm ²)	MyRes.
L1=L7=L9=L15	1	0,080	1,568	5,199
L2aL6=L9aL14	1	0,080	1,568	5,199
L8	1	0,080	1,568	5,199
L16	1	0,080	1,568	5,199
L1 (Coberta)	1	0,080	1,307	4,368

Fonte: Autores.

Tabela 05: Momentos resistentes nas bordas das lajes na direção x.

Momentos resistentes nas bordas Mrd - (KN.m) na direção x						
Laje	bw (m)	d (m)	B. Esquerda		B. Direita	
			As- (cm ²)	Mrd	As- (cm ²)	Mrd
L1	1	0,078	-	-	3,800	11,388
L2	1	0,078	3,800	11,388	3,040	9,350
L3=L4=L5	1	0,078	3,040	9,350	3,040	9,350
L6	1	0,078	3,040	9,350	3,800	11,388
L7	1	0,078	3,800	11,388	2,533	7,925
L8	1	0,078	2,533	7,925	-	-
L9	1	0,078	-	-	3,800	11,388
L10	1	0,078	3,800	11,388	3,040	9,350
L11=L12=L13=L14	1	0,078	3,040	9,350	3,040	9,350

Momentos resistentes nas bordas M_{rd} - (KN.m) na direção x						
Laje	bw (m)	d (m)	B. Esquerda		B. Direita	
			As- (cm²)	M_{rd}	As- (cm²)	M_{rd}
L15	1	0,078	3,040	9,350	2,533	7,925
L16	1	0,078	2,533	7,925	-	-

Fonte: Autores.

Tabela 06: Momentos resistentes nas bordas das lajes na direção y.

Momentos resistentes nas bordas M_{rd} - (KN.m) na direção y						
Laje	bw (m)	d (m)	B. Superior		B. Inferior	
			As- (cm²)	M_{rd}	As- (cm²)	M_{rd}
L1	1	0,078	-	-	3,040	9,350
L2	1	0,080	-	-	1,960	6,248
L3=L4=L5	1	0,080	-	-	1,960	6,248
L6	1	0,080	-	-	1,960	6,248
L7	1	0,078	-	-	2,533	7,921
L8	1	0,080	-	-	1,960	6,248
L9	1	0,078	3,040	9,350	-	-
L10	1	0,080	1,960	6,248	-	-
L11=L12=L13=L14	1	0,080	1,960	6,248	-	-
L15	1	0,078	2,533	7,925	-	-
L16	1	0,080	1,960	6,248	-	-

Fonte: Autores.

Vale ressaltar que os valores dos momentos nas bordas apresentados na Tabela 05 e na Tabela 06 são negativos e estão em módulo e os campos que não estão preenchidos indicam que o bordo é simplesmente apoiado.

9.1.2. ESFORÇOS RESISTENTES NAS VIGAS

Para as vigas foi necessário determinar os momentos fletores resistentes positivos e negativos, quando existentes, além do esforço cortante resistido pela seção. Para os momentos fletores, a metodologia aplicada foi a mesma utilizada nas lajes. Foram alterados apenas as dimensões da seção, a altura útil e o cobrimento, que para as vigas possuem o valor de 2 cm, conforme indicado no projeto original. O f_{ck} adotado para o concreto foi o mesmo utilizado para as lajes, que é 15 MPa. Os valores para os momentos resistentes estão indicados na Tabela 07 e na Tabela 08. A planilha contendo o cálculo detalhado desses valores encontra-se no Apêndice A. Os campos que não estão preenchidos na Tabela 08, indicam que a viga é biapoiada e, por isso, não possui momento

negativo. As seções que possuem a mesma dimensão e a mesma armação ao longo de toda sua extensão foram agrupadas para efeito de cálculo e as vigas que possuíam variação na armação ao longo de sua extensão foram calculadas para cada tramo, como as vigas C7 e V15. Os momentos resistentes negativos foram calculados para a região da viga onde se encontram os pilares na transição de um tramo para o outro, tendo em vista que é nessa região que surgirão os momentos negativos para uma viga contínua.

Tabela 07: Momentos resistentes positivos das vigas da edificação.

Nível	Momentos resistentes positivos M_{rd} - (kN.m)					
	Viga	bw (m)	h (m)	d (m)	As+ (cm²)	MpRes.
Térreo	C1=C3=C4=C5=C6	0,15	0,50	0,470	1,570	30,377
	C2=C15=C17	0,15	0,50	0,470	1,570	30,377
	C7a=C8a=C9a	0,15	0,50	0,470	3,660	65,523
	C7b=C8b=C9b	0,15	0,50	0,470	1,570	30,377
	C10=C11=C13	0,15	0,50	0,470	2,355	44,287
	C12=C14	0,15	0,50	0,470	2,355	44,287
	C16a=C16b	0,12	0,50	0,470	1,570	29,951
	C16c	0,12	0,50	0,470	2,355	43,327
	C18=C19	0,12	0,50	0,471	1,000	19,613
1º Andar	V1=V7	0,15	0,60	0,570	1,570	37,203
	V2=V6	0,15	0,55	0,520	1,570	33,790
	V4	0,15	0,55	0,520	1,570	33,790
	V8	0,15	0,60	0,570	2,355	54,526
	V9aV14	0,20	0,55	0,519	3,660	75,598
	V15a	0,20	0,55	0,519	4,880	97,707
	V15b	0,20	0,55	0,519	3,660	75,598
	V16	0,15	0,60	0,570	1,570	37,203
	V3=V5	0,12	0,42	0,389	2,440	36,203
	V17	0,12	0,42	0,390	1,570	24,490
Cobertura	V1=V2	0,12	0,40	0,370	1,570	23,125
	V3	0,12	0,15	0,121	1,000	4,396
	V4	0,12	0,40	0,370	1,570	23,125

Fonte: Autores.

Tabela 08: Momentos resistentes negativos das vigas da edificação.

Nível	Momentos resistentes negativos M_{rd} - (kN.m)					
	Viga	bw (m)	h (m)	d (m)	As- (cm²)	MnRes.
Térreo	C1=C3=C4=C5=C6	0,15	0,50	0,470	1,570	30,377
	C2=C15=C17	0,15	0,50	-	-	-
	C7a=C8a=C9a	0,15	0,50	0,469	3,660	65,523

Nível	Momentos resistentes negativos M_{rd} - (kN.m)					
	Viga	bw (m)	h (m)	d (m)	As- (cm ²)	MnRes.
	C7b=C8b=C9b	0,15	0,50	0,469	3,660	65,523
	C10=C11=C13	0,15	0,50	0,469	3,660	65,523
	C12=C14	0,15	0,50	0,469	4,880	83,245
	C16a=C16b	0,12	0,50	0,469	2,44	44,712
	C16c	0,12	0,50	0,469	2,44	44,712
	C18=C19	0,12	0,50	0,473	0,392	7,895
1º Andar	V1=V7	0,15	0,60	0,570	1,570	37,203
	V2=V6	0,15	0,55	-	-	-
	V4	0,15	0,55	0,520	1,570	33,790
	V8	0,15	0,60	0,569	3,660	81,436
	V9aV14	0,20	0,55	0,517	8,040	147,793
	V15a	0,20	0,55	0,517	8,040	147,793
	V15b	0,20	0,55	0,517	8,040	147,793
	V16	0,15	0,60	0,569	2,440	56,350
	V3=V5	0,12	0,42	0,389	3,66	50,277
	V17	0,12	0,42	-	-	-
Cobertura	V1=V2	0,12	0,40	0,370	1,570	23,125
	V3	0,12	0,15	-	-	-
	V4	0,12	0,40	-	-	-

Fonte: Autores

Para determinação do esforço cortante resistido pela seção, a formulação utilizada foi obtida através das expressões utilizadas para dimensionamento dos estribos, realizando o processo inverso, uma vez que é conhecida a área de aço e as informações da seção, é possível obter o esforço resistido pelo elemento estrutural. A formulação adotada como base foi a seguinte:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{rd} - V_c}{0,9 \times d \times f_{yd}} \quad (7)$$

Onde:

$\frac{A_{sw}}{s}$ é a área de aço da seção em $\frac{cm^2}{m}$.

V_{rd} é a parcela do cortante resistida pela seção levando em consideração a armadura.

V_c é a parcela do cortante resistido pelo concreto.

d é a altura útil.

f_{yd} é a resistência de cálculo do aço.

$$V_c = 0,6 \times f_{ctd} \times b \times d \quad (8)$$

Onde:

f_{ctd} é a resistência à tração do concreto.

b é a base da seção.

d é a altura útil.

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c} = \frac{0,21 \times f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{1,4} \quad (9)$$

Onde:

$f_{ctk,inf}$ é um parâmetro relacionado à resistência à tração do concreto.

γ_c é o coeficiente de minoração da resistência do concreto.

f_{ck} é a resistência característica do concreto a compressão.

Isolando V_{rd} na Equação 7 é possível obter a Equação 10.

$$V_{rd} = \frac{A_{sw}}{s} \times 0,9 \times d \times f_{yd} + V_c \quad (10)$$

Feito isso, foi possível calcular os valores de V_{rd} para cada laje, os quais estão presentes na Tabela 09. A planilha contendo o cálculo detalhado dos valores está presente no Apêndice A.

Tabela 09: Cortantes resistentes das vigas da edificação.

Nível		Cortante resistido (kN)				
	Viga	bw (m)	h (m)	d (m)	Asw/s (cm²/m)	Vrd
Térreo	C1aC10=C15aC17	0,15	0,50	0,470	2,613	96,267
	C11aC14	0,15	0,50	0,470	3,920	125,104
	C18=C19	0,12	0,50	0,471	2,613	88,548
1º Andar	V1=V7=V8	0,15	0,60	0,570	3,920	151,722
	V3=V5=V17	0,12	0,42	0,389	2,613	73,100
	V16	0,12	0,60	0,570	1,960	89,902

Nível	Cortante resistido (kN)					
	Viga	bw (m)	h (m)	d (m)	Asw/s (cm ² /m)	Vrd
Cobertura	V2=V4=V6	0,15	0,55	0,520	2,613	106,508
	V9aV14	0,20	0,55	0,519	4,133	140,220
	V15	0,20	0,55	0,519	4,960	156,944
	V1=V2=V4	0,12	0,40	0,370	1,960	58,357
	V3	0,12	0,15	0,121	1,960	19,084

Fonte: Autores.

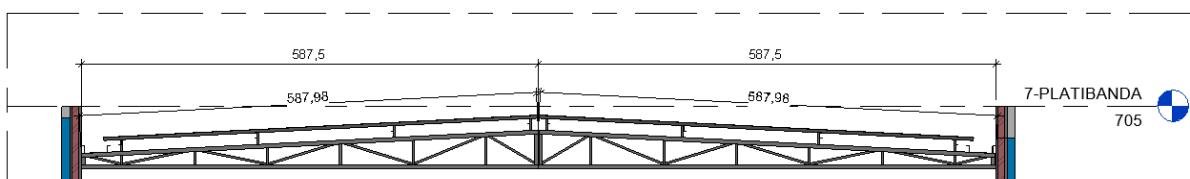
9.2. Levantamentos dos carregamentos atuantes na edificação

Para determinação das cargas atuantes na edificação, será utilizada como referência norma NBR 6120 (2019).

9.2.1. CARGA DEVIDO AO TELHADO EXISTENTE

Uma vez que a estrutura do telhado será mantida, é necessário determinar as cargas permanentes que será transmitida aos pilares da edificação, não será considerada uma sobrecarga pois o telhado ficará inacessível. A estrutura do telhado existente é composta por uma treliça metálica fixada transversalmente a edificação a cada 3,6m nos pilares, como é possível observar na Figura 33.

Figura 33: Esquema telhado existente.



Fonte: Autores.

Para a ação permanente foram consideradas as seguintes cargas, segundo a NBR 6120 (2019):

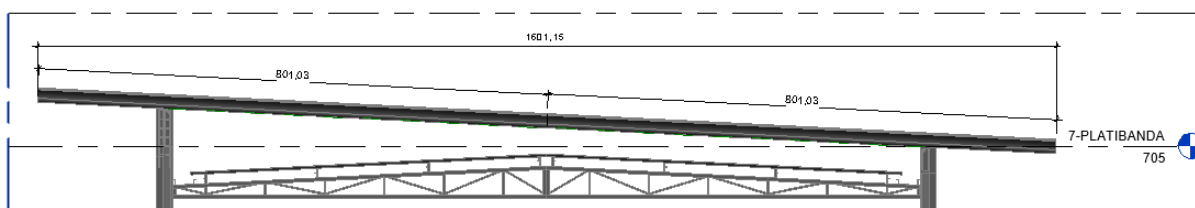
- Telhado com telha de alumínio (com espessura até 0,8mm) e estrutura metálica de aço – 0,30 kN/m².
- Forro de PVC, inclui estrutura de suporte – 0,10 kN/m².

Totalizando uma carga de $0,40 \text{ kN/m}^2$. Usando uma água do detalhado, a carga obtida para o pilar é dada por $0,4 \text{ kN/m}^2 \times 5,88\text{m} \times 3,6\text{m} = 8,74 \text{ kN}$.

9.2.2. CARGA DEVIDO AO NOVO TELHADO

O carregamento para o novo detalhado será uma carga distribuída sobre a viga de fechamento onde o telhado será instalado. Será composto por uma parcela permanente devido ao peso próprio e uma parcela variável devido à sobrecarga. O esquema do novo telhado encontra-se na Figura 34.

Figura 34: Esquema do novo telhado.



Fonte: Autores.

Para a ação permanente foi considerada a seguinte carga:

- Telha autoportante IMAP-850 espessura de $0,95\text{mm}$ – $0,11 \text{ kN/m}^2$.

Utilizando metade do telhado, a carga distribuída devido a ação permanente obtida para a viga é dada por $0,11 \text{ kN/m}^2 \times 8,01\text{m} = 0,88 \text{ kN/m}$.

Para a ação variável foi considerada a seguinte carga, segundo a NBR 6120 (2019):

- Carga variável em telhados com $i \geq 5\%$ - $0,25 \text{ kN/m}^2$.

Utilizando metade do telhado, a carga distribuída devido a ação permanente obtida para a viga é dada por $0,25 \text{ kN/m}^2 \times 8\text{m} = 2,00 \text{ kN/m}$.

Vale destacar que umas das simplificações adotadas na análise, foi a ação do vento que não foi considerada para o novo telhado. Para um possível projeto executivo de reforma, é imprescindível que tal análise seja realizada.

9.2.3. CARGAS NAS LAJES

As lajes analisadas possuirão uma parcela de carregamento permanente, que se trata do próprio peso próprio e do piso vinílico autocolante, que possui o valor de $0,04 \text{ kN/m}^2$. O carregamento variável varia conforme o uso de cada ambiente, podendo assumir o valor

de 3 kN/m² para salas de aula, e 2,5 kN/m² para salas administrativas (caso seja adotado para a sala dos professores). A Tabela 010 apresenta a relação das cargas variáveis para todas as lajes.

Tabela 010: Cargas variáveis adotada nas lajes.

Laje	Carregamento variável (kN/m ²)
L1 a L7	3
L8 a L16	2,5

Fonte: Autores.

Algumas lajes, como L1, L2, L5, L9, L10 e L15, possuem alvenaria executada sobre elas, o que configura um carregamento permanente. Para levar em consideração esse carregamento, foi levantado o comprimento, a espessura e a altura das paredes em cada laje. Em seguida, foi calculado o volume em m³, multiplicando esse volume pelo peso específico da alvenaria, adotado como 13 kN/m³, de acordo com a NBR 6120 (2019). Isso resultou em uma carga pontual, que foi dividida pela área da laje para obter uma carga distribuída. Essa carga foi multiplicada por 1,5 para obter um carregamento distribuído equivalente ao peso da alvenaria na laje. A Tabela 11 apresenta os valores de carga permanente devido às alvenarias nas lajes.

Tabela 11: Carregamento permanente distribuído devido alvenaria nas lajes.

Laje	Espessura da alvenaria (m)	Altura da parede (m)	Comprimento da parede (m)	Área da laje (m ²)	Carregamento distribuído (kN/m ²)
L1	0,15	2,6	3,58	21,23	1,28
L2	0,15	2,6	4,95	21,23	1,77
L5	0,15	2,6	5,75	21,23	2,06
L9	0,15	2,6	7,15	21,23	2,56
L10	0,15	2,6	8,52	21,23	3,05
L15	0,15	2,6	4,52	21,23	1,62

Fonte: Autores .

9.2.4. CARGA DE ALVENARIA NAS VIGAS

Sobre a maioria das vigas da edificação estão as alvenarias, que representam um carregamento permanente. É possível encontrar paredes com espessuras de 15 e 12cm, respectivamente, apoiadas em vigas, tanto no térreo quanto no primeiro andar da edificação. O valor do peso específico para esses elementos foi o de 13 kN/m³, de acordo

com a NBR 6120 (2019). A Tabela 12 traz informações sobre o carregamento distribuído devido as alvenarias para as vigas da edificação.

Tabela 12: Carregamento permanente das vigas devido as alvenarias.

Nível	Viga	Espessura da alvenaria (m)	Altura da parede (m)	Carregamento distribuído (kN/m)
Térreo	C16	0,12	2,7	4,21
	C17=C18=C19	0,12	1,30	2,03
	Demais Vigas	0,15	2,7	5,26
1º Andar	V1=V8	0,15	3,3	6,43
	V4=V6=V9=V10	0,15	2,6	5,07
	V7	0,15	3,7	7,21
	V3=V5=V17	0,12	2,1	3,27
	V16	0,12	3,3	5,15
Telhado	Vigas de fechamento das fachadas norte e sul	0,15	0,6	1,17

Fonte: Autores.

9.3. Modelagem estrutural

A modelagem estrutural simplificada da edificação com as soluções adotadas foi realizada através do *software SAP 2000*. Inicialmente, foi necessário estabelecer o material utilizado, no caso o concreto com f_{ck} de 15 MPa, e as seções dos elementos estruturais utilizados no modelo. Feito isso, iniciou-se o processo de modelagem, utilizando elementos do tipo "*frame*" para vigas e pilares e "*shell*" para as lajes. Para inserir as cargas no modelo, foram criadas duas categorias: cargas permanentes e cargas variáveis. Uma simplificação adotada no modelo foi não incluir o reservatório e a escada na modelagem da estrutura da edificação. As cargas provenientes do reservatório foram inseridas nos pilares que o sustentam.

Da mesma forma, a carga proveniente da escada foi aplicada nas vigas que a suportam. Para obter a reação da escada na viga, foram considerados os seguintes carregamentos: peso próprio da escada, carga permanente devido ao revestimento de 1kN/m², além da sobrecarga de utilização de 3kN/m².

Além disso, foi criada uma combinação de carregamento para o Estado Limite de Serviço, conforme a Equação 11.

$$Fk = F_{gk} + F_{qk} \quad (11)$$

Onde:

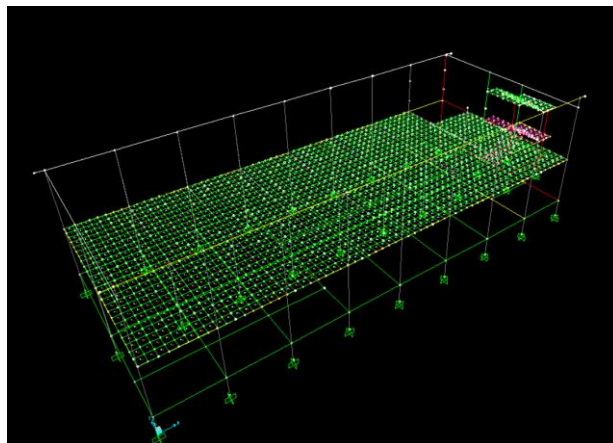
F_k é o valor de cálculo das ações para combinação de serviço.

F_{gk} representa as ações permanentes.

F_{qk} representa as ações variáveis.

Os apoios utilizados na base dos pilares foram de engaste. Todas as vigas foram configuradas com um coeficiente de torção de 0,15. Uma vez concluída a modelagem dos elementos e inseridas as cargas, foi estabelecida uma malha de elementos finitos para as lajes, com tamanho máximo de 0,5 x 0,5 m. Por fim, o modelo foi executado, retornando os esforços atuantes para a combinação de Estado Limite de Serviço. Os resultados obtidos serão analisados em seguida. Na Figura 35, é possível observar o modelo estrutural.

Figura 35: Modelagem estrutural do edifício no SAP 2000.



Fonte: Autores.

9.4. Verificação das lajes

Uma vez conhecidos os valores de momentos resistentes e atuantes, é possível realizar a análise desses elementos nas lajes. A Tabela 13 contém informações para os valores de momentos no meio do vão. Enquanto a Tabela 14 e a Tabela 15 apresentam os valores para as bordas. Vale destacar que os valores dos momentos atuantes são característicos, logo a condição necessária para garantir a segurança é que a relação momento resistente/atuante seja maior que 1,4, todos os valores que estiverem abaixo foram destacados em vermelho nas tabelas.

Tabela 13: Verificação dos momentos no meio do vão das lajes.

Laje	Momentos característicos atuantes (kN.m)		Momentos resistentes (kN.m)		Momento resistente/ Momento atuante (em x)	Momento resistente/ Momento atuante (em y)
	M _{kx}	M _{ky}	M _{xRes.}	M _{yRes.}		
L1	4,94	3,52	6,419	5,199	1,299	1,477
L2	3,91	3,25	5,199	5,199	1,330	1,600
L3	2,81	2,64	5,199	5,199	1,850	1,969
L4	2,67	2,49	5,199	5,199	1,947	2,088
L5	4,58	3,49	5,199	5,199	1,135	1,490
L6	2,64	2,46	5,199	5,199	1,969	2,113
L7	3,19	2,68	6,419	5,199	2,012	1,940
L8	3,89	0,91	5,199	5,199	1,337	5,713
L9	5,58	4,03	6,419	5,199	1,150	1,290
L10	4,55	3,89	5,199	5,199	1,143	1,337
L11	2,35	2,4	5,199	5,199	2,212	2,166
L12	2,62	2,22	5,199	5,199	1,984	2,342
L13	2,62	2,22	5,199	5,199	1,984	2,342
L14	2,35	2,4	5,199	5,199	2,212	2,166
L15	4,03	3,31	6,419	5,199	1,593	1,571
L16	1,86	2,61	5,199	5,199	2,795	1,992
L1 (Coberta)	0,54	1,22	4,368	4,368	8,089	3,580

Fonte: Autores.

Tabela 14: Verificação dos momentos na borda da laje na direção x.

Laje	Momentos característicos atuantes (kN.m)		Momentos resistentes (kN.m)		Momento resistente/ Momento atuante (em x)	
	B. Esquerda	B. Direita	B. Esquerda	B. Direita	B. Esquerda	B. Direita
	M _k	M _k	M _{rd}	M _{rd}		
L1	-	7,13	-	11,388	-	1,597
L2	7,13	4,94	11,388	9,35	1,597	1,893
L3	4,94	4,94	9,35	9,35	1,893	1,893
L4	4,94	5,69	9,35	9,35	1,893	1,643
L5	5,69	5,64	9,35	9,35	1,643	1,658
L6	5,64	4,97	9,35	11,388	1,658	2,291
L7	4,97	4,88	11,388	7,925	2,291	1,624
L8	6,47	-	7,925	-	1,225	-
L9	-	7,49	-	11,388	-	1,520
L10	7,49	5,21	11,388	9,35	1,520	1,795
L11	5,21	4,46	9,35	9,35	1,795	2,096
L12	4,46	4,39	9,35	9,35	2,096	2,130
L13	4,39	4,39	9,35	9,35	2,130	2,130
L14	4,39	5,33	9,35	9,35	2,130	1,754

L15	5,33	4,15	9,35	7,925	1,754	1,910
L16	3,2	-	7,925	-	2,477	-

Fonte: Autores.

Tabela 15: Verificação dos momentos na borda da laje na direção y.

Laje	Momentos característicos atuantes (kN.m)		Momentos resistentes (kN.m)		Momento resistente/ Momento atuante (em y)	
	B. Superior	B. Inferior	B. Superior	B. Inferior	B. Superior	B. Inferior
	Mk	Mk	Mrd	Mrd		
L1	-	8,31	-	9,35	-	1,125
L2	-	8,09	-	6,248	-	0,772
L3	-	5,29	-	6,248	-	1,181
L4	-	5,09	-	6,248	-	1,228
L5	-	6,21	-	6,248	-	1,006
L6	-	5,09	-	6,248	-	1,228
L7	-	5,73	-	7,925	-	1,383
L8	-	0,98	-	6,248	-	6,376
L9	8,31	-	9,35	-	1,125	-
L10	8,09	-	6,248	-	0,772	-
L11	5,29	-	6,248	-	1,181	-
L12	5,09	-	6,248	-	1,228	-
L13	6,21	-	6,248	-	1,006	-
L14	5,09	-	6,248	-	1,228	-
L15	5,73	-	7,925	-	1,383	-
L16	0,98	-	6,248	-	6,376	-

Fonte: Autores.

Ao analisar a Tabela 13, a Tabela 14 e a Tabela 15, observa-se que algumas lajes não passaram na verificação com os carregamentos propostos. As lajes em questão são L1, L2, L5, L8, L9 e L10. Exceto pela L8, todas as outras lajes possuem carregamento de alvenaria sobre elas, que não foi previsto no projeto original. Além disso, devido ao uso proposto da edificação, foi adotada uma nova sobrecarga, o que contribui para que esses elementos não passem na verificação.

No caso das verificações nas bordas, especialmente na direção y, observa-se que a maioria dos coeficientes é inferior a 1,4, indicando a necessidade de intervenção. Isso significa que, para implementar as soluções propostas, é necessário a elaboração de um projeto de reforço estrutural para os elementos.

9.5. Verificação das vigas

De posse dos valores de momentos resistentes e atuantes e dos cortantes atuantes e resistentes é possível realizar a análise desses elementos nas lajes. A Tabela 16 contém

as informações para os valores de momentos positivos e negativos, quando houver, para cada viga. Enquanto a Tabela 17 apresenta os de cortante. Vale destacar que os valores os momentos atuantes são característicos, logo a condição necessária para garantir a segurança é que a relação momento resistente/atuante seja maior que 1,4. Para algumas vigas como C1 e V1, que são vigas contínuas longas com vários tramos e com a mesma configuração de armadura ao longo de toda a sua extensão, foram analisados todos os tramos para obter os momentos máximos positivo e negativo atuantes, que estão presentes na tabela, para realizar a verificação dessas vigas.

Tabela 16: Verificação dos momentos nas vigas.

Nível	Viga	Momentos característicos atuantes Mk - (kN.m)		Momentos resistentes Mrd - (kN.m)		Momento resistente/ Momento atuante (positivo)	Momento resistente/ Momento atuante (negativo)
		Positivo Mkp	Negativo Mkn	Positivo MpRes.	Negativo MnRes.		
Térreo	C1	13,1	15	30,377	30,377	2,319	2,025
	C2	20,66	-	30,377	-	1,470	-
	C3	6,75	11,68	30,377	30,377	4,500	2,601
	C4	6,75	10,77	30,377	30,377	4,500	2,821
	C5	9,05	9,15	30,377	30,377	3,357	3,320
	C6	7,43	10,41	30,377	30,377	4,088	2,918
	C7a	31,68	38,94	65,523	65,523	2,068	1,683
	C7b	16,65	38,94	30,377	65,523	1,824	1,683
	C8a	41,9	31,3	65,523	65,523	1,564	2,093
	C8b	1,86	31,3	30,377	65,523	16,332	2,093
	C9a	38,85	28,8	65,523	65,523	1,687	2,275
	C9b	2,15	28,8	30,377	65,523	14,129	2,275
	C10a	28,95	41,64	44,287	65,523	1,530	1,574
	C10b	20,1	41,64	44,287	65,523	2,203	1,574
	C11a	2,1	29,46	44,287	65,523	21,089	2,224
	C11b	19,02	29,46	44,287	65,523	2,328	2,224
	C12a	1,36	35,72	44,287	83,245	32,564	2,330
	C12b	26,95	35,72	44,287	83,245	2,394	2,191
	C13a	1,8	28,8	44,287	65,523	24,604	2,275
	C13b	20,1	28,8	44,287	65,523	2,203	2,275
	C14a	20,4	52,3	44,287	83,245	2,171	1,592
	C14b	43,55	52,3	44,287	83,245	2,394	2,191
	C15	7,24	-	30,377	-	4,196	-
	C16a	11,1	22,4	29,951	44,712	2,698	1,996
	C16b	-	22,4	29,951	44,712	-	1,996

Nível	Viga	Momentos característicos atuantes Mk - (kN.m)		Momentos resistentes Mrd - (kN.m)		Momento resistente/ Momento atuante (positivo)	Momento resistente/ Momento atuante (negativo)
		Positivo Mkp	Negativo Mkn	Positivo MpRes.	Negativo MnRes.		
	C16c	18	22,4	43,327	44,712	2,407	1,996
	C17	4,4	-	30,377	-	6,904	-
	C18	3,4	5,51	19,613	7,895	5,769	1,433
	C19	3,4	5,51	19,613	7,895	5,769	1,433
1º Andar	V1	17,3	19,85	37,203	37,203	2,150	1,874
	V2	4,6	-	33,79	-	7,346	-
	V3	-	30,95	36,092	50,277	-	1,624
	V4	25,97	30,13	33,79	33,79	1,301	1,121
	V5	-	30,95	36,092	50,277	-	1,624
	V6	24,02	-	33,79	-	1,407	-
	V7	12,6	13,6	37,203	37,203	2,953	2,736
	V8a	47,3	73	54,526	81,436	1,153	1,116
	V8b	42,5	73	54,526	81,436	1,283	1,116
	V9a	77,4	114,3	75,598	147,793	0,977	1,293
	V9b	62,4	114,3	75,598	147,793	1,212	1,293
	V10a	67,4	110,8	75,598	147,793	1,122	1,334
	V10b	65,5	110,8	75,598	147,793	1,154	1,334
	V11a	44,3	76,77	75,598	147,793	1,707	1,925
	V11b	50,8	76,77	75,598	147,793	1,488	1,925
	V12a	42,15	85,6	75,598	147,793	1,794	1,727
	V12b	60,9	85,6	75,598	147,793	1,241	1,727
	V13a	42,1	85,4	75,598	147,793	1,796	1,731
	V13b	60,5	85,4	75,598	147,793	1,250	1,731
	V14a	53,9	82,9	75,598	147,793	1,403	1,783
	V14b	48,7	82,9	75,598	147,793	1,552	1,783
	V15a	66,2	91,9	97,707	147,793	1,476	1,608
	V15b	37,3	91,9	75,598	147,793	2,027	1,608
	V16a	24,82	34,4	37,203	56,35	1,499	1,638
	V16b	-	34,4	37,203	56,35	-	1,638
	V16c	15,8	34,4	37,203	56,35	2,355	1,638
	V17	29,28	-	24,49	-	0,836	-
Cobertura	V1	7,26	4,78	23,125	23,125	3,185	4,838
	V2	7,26	4,78	23,125	23,125	3,185	4,838
	V3	1,42	-	4,396	-	3,096	-
	V4	2,9	-	23,125	-	7,974	-

Fonte: Autores.

Tabela 17: Verificação do cortante nas vigas.

Nível	Cortante característico atuante (kN)		Cortante resistido (kN)	Cortante resistente/ Cortante atuante
	Viga	Vk	Vrd	
Térreo	C1	22,15	96,267	4,346
	C2	17,9	96,267	5,378
	C3	16,1	96,267	5,979
	C4	15,8	96,267	6,093
	C5	15,4	96,267	6,251
	C6	15,8	96,267	6,093
	C7	32,5	96,267	2,962
	C8	26,1	96,267	3,688
	C9	22,2	96,267	4,336
	C10	35,7	96,267	2,697
	C11	33,7	125,104	3,712
	C12	36,3	125,104	3,446
	C13	33,9	125,104	3,690
	C14	42,7	125,104	2,930
	C15	10,2	96,267	9,438
	C16	29,2	96,267	3,297
	C17	5,8	96,267	16,598
	C18	9	88,548	9,839
	C19	9	88,548	9,839
1º Andar	V1	30,5	151,722	4,974
	V2	4,8	106,508	22,189
	V3	43,1	73,1	1,696
	V4	40,35	106,508	2,640
	V5	43,1	73,1	1,696
	V6	24,6	106,508	4,330
	V7	15,8	151,722	9,603
	V8	56,8	151,722	2,671
	V9	85,7	140,22	1,636
	V10	83,6	140,22	1,677
	V11	58,8	140,22	2,385
	V12	68	140,22	2,062
	V13	67,7	140,22	2,071
	V14	62,8	140,22	2,233
	V15	85,2	156,944	1,842
	V16	54,5	89,902	1,650
	V17	30	73,1	2,437
Cobertura	V1	16,3	58,357	3,580

Nível	Cortante característico atuante (kN)		Cortante resistido (kN)	Cortante resistente/ Cortante atuante
	Viga	V _k	V _{rd}	
	V2	16,3	58,357	3,580
	V3	1,4	19,084	13,631
	V4	3,4	58,357	17,164

Fonte: Autores.

Assim como ocorreu com as lajes, algumas vigas não passaram na verificação de flexão. São elas as vigas V4, V8, V9, V10, V12, V13 e V17 do primeiro andar. Com exceção da V17, que é a viga que serve de apoio intermediário para a escada e não passa nas verificações devido à sobrecarga adotada para o cálculo da reação de apoio da escada na viga (3kN/m), por causa do uso proposto para a edificação. A sobrecarga utilizada no projeto provavelmente é menor do que a adotada.

As vigas V8, V9, V10, V12 e V13 são as vigas que servem de apoio para as lajes que possuem uma sobrecarga de alvenaria associada. O maior carregamento nessas lajes, que se apoiam nas vigas mencionadas, resulta em um maior carregamento nas vigas. Esse é o principal motivo pelo qual essas vigas não passaram nas verificações, enquanto as demais vigas da edificação passaram.

A V4, por sua vez, é a viga central no sentido longitudinal da edificação. O aumento da sobrecarga em todas as lajes, levando em consideração o uso proposto para a edificação, resultou em uma sobrecarga maior nessa viga.

Em relação ao esforço cortante, nenhuma viga da edificação apresentou problemas.

Portanto, antes que as soluções propostas sejam implementadas, esses elementos devem ser reforçados para garantir a segurança.

9.6. Verificação dos pilares

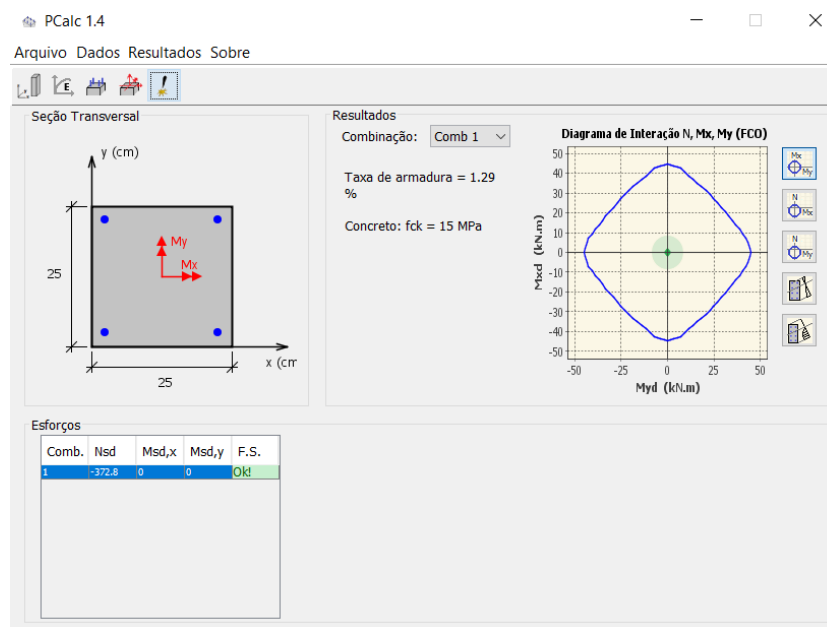
A edificação possui três seções padrão para pilares, com dimensões de 25x25cm, 12x45cm e 12x25cm. Para os pilares de 25x25cm existe uma variação na bitola da armadura longitudinal, existindo três variações, são elas: 4Ø5/8", 4Ø1/2" e 4Ø3/4".

Já a seção de 12x45cm apresenta duas variações, são elas: 6Ø5/8" e 6Ø1/2". Outra seção que apresenta apenas duas variações é a de 12x25cm, que apresenta as seguintes configurações para a armadura longitudinal: 4Ø5/8" e 4Ø1/2".

A verificação dos pilares se dará através do software *P-Calcul*, analisando os pilares mais solicitados para cada configuração existente. A análise feita será executada através da função “seção” do software, analisando apenas a compressão, por se tratar de uma análise simplificada. Vale ressaltar que, para uma intervenção posterior na edificação, uma análise mais detalhada deve ser realizada, levando em consideração todos os esforços atuantes.

- Pilar 25x25cm com 4Ø5/8”. A Figura 36 ilustra a análise realizada para seção estudada com um valor de $N_{sd} = -372,8$ kN (compressão).

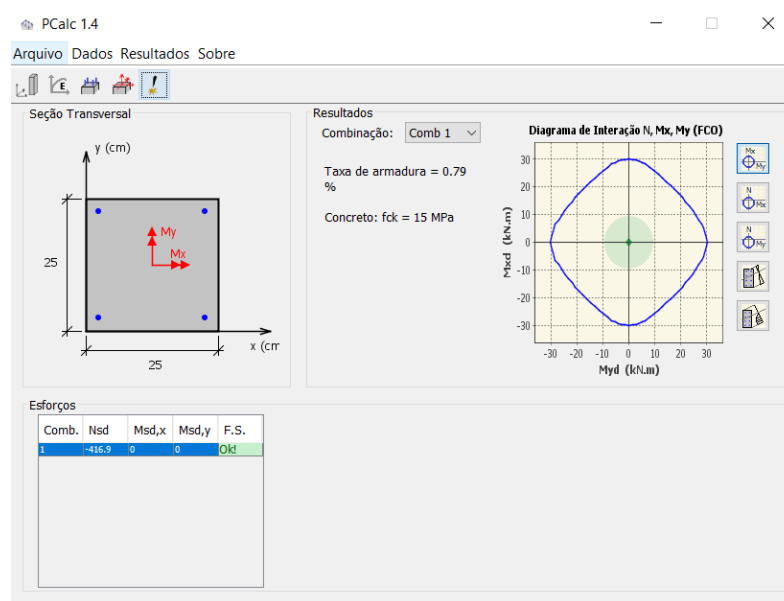
Figura 36: Análise de pilar – 1



Fonte: Autores.

- Pilar 25x25cm com 4Ø1/2". $N_{sd} = -416,9$ kN (compressão).
- Figura 37 ilustra a análise realizada para seção estudada com $N_{sd} = -416,9$ kN (compressão).

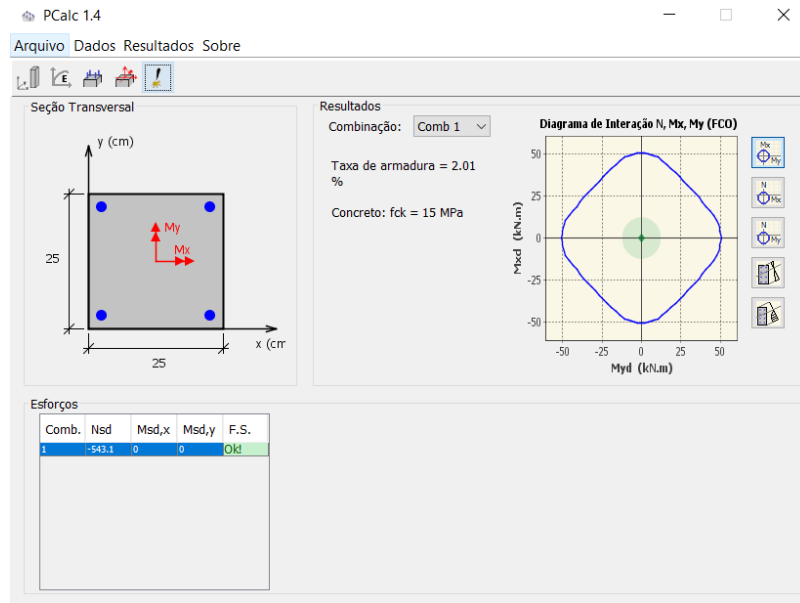
Figura 37: Análise de pilar – 2



Fonte: Autores.

- Pilar 25x25cm com 4Ø3/4". A Figura 38 ilustra a análise realizada para seção estudada com $N_{sd} = -543,1$ kN (compressão).

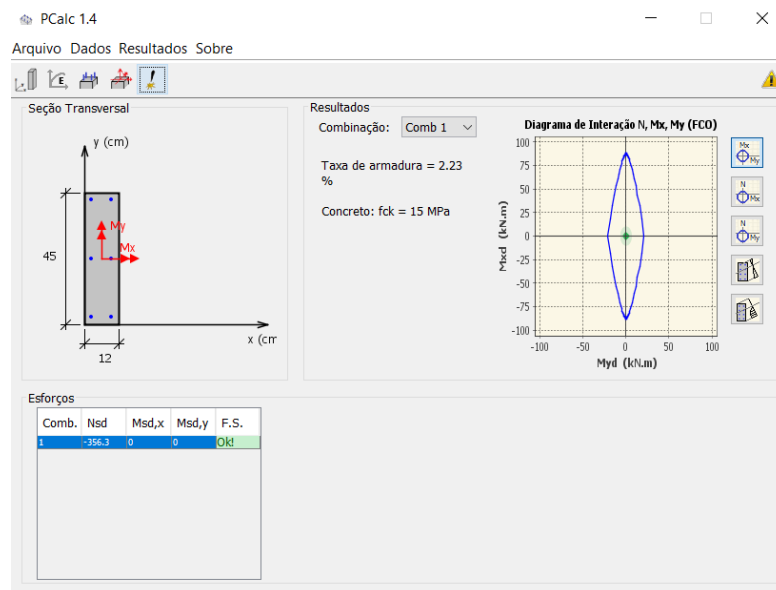
Figura 38: Análise de pilar – 3



Fonte: Autores.

- Pilar 12x45cm com 6Ø5/8". A Figura 39 ilustra a análise realizada para seção estudada com $N_{sd} = -356,3 \text{ kN}$ (compressão).

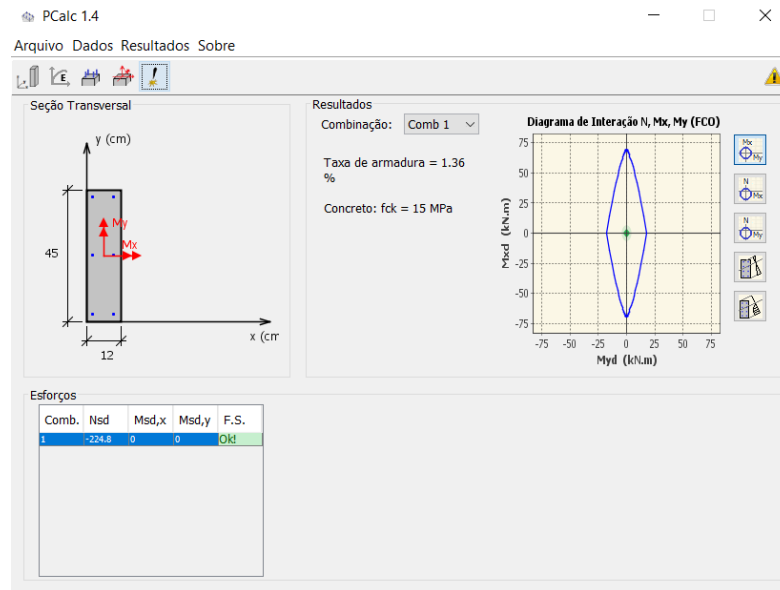
Figura 39: Análise de pilar – 4



Fonte: Autores.

- Pilar 12x45cm com 6Ø1/2". A Figura 40 ilustra a análise realizada para seção estudada com $N_{sd} = -224,8 \text{ kN}$ (compressão).

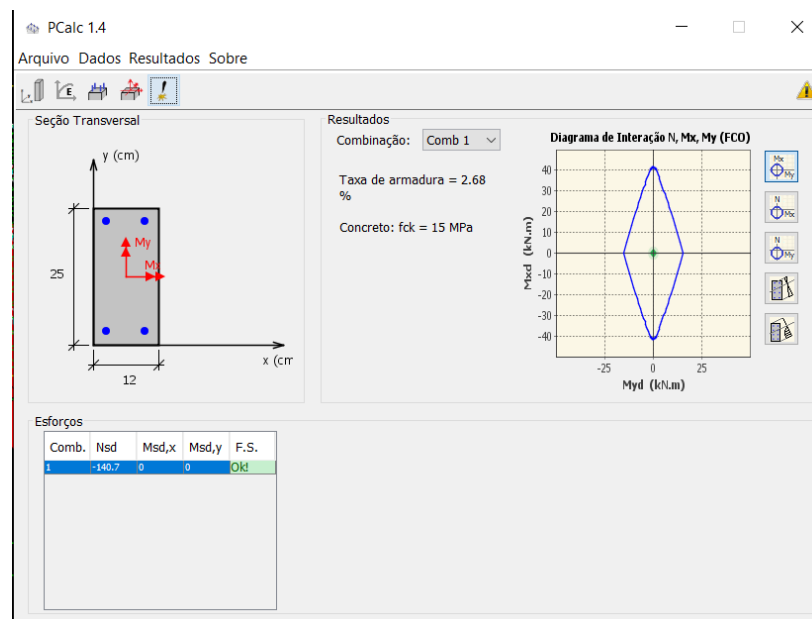
Figura 40: Análise de pilar – 5



Fonte: Autores .

- Pilar 12x25cm com 4Ø5/8". A Figura 41 ilustra a análise realizada para a seção estudada com $N_{sd} = -140,7 \text{ kN}$ (compressão).

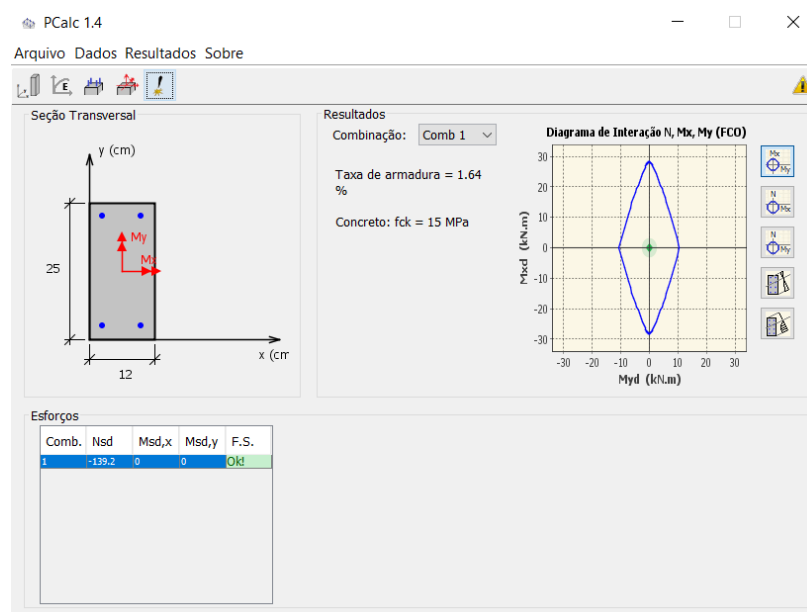
Figura 41: Análise de pilar – 6



Fonte: Autores.

- Pilar 12x25cm com 4Ø1/2". A Figura 42 ilustra a análise realizada para a seção estudada com $N_{sd} = -139,2 \text{ kN}$ (compressão).

Figura 42: Análise de pilar – 7



Fonte: Autores.

Com base nos resultados obtidos por meio da análise simplificada levando em consideração apenas o esforço normal é possível notar que os pilares suportam as cargas de compressão. Entretanto para qualquer intervenção propriamente dita na edificação é necessário realizar uma análise mais aprofundada. Os resultados estão ilustrados na Figura 36, na Figura 37, na Figura 38, na Figura 39, na Figura 40, na Figura 41 e na Figura 42. O presente estudo buscou propor soluções de modo que fosse possível alimentar o modelo em BIM criado e estabelecer um fluxo de trabalho visando automatizar o processo de geração de orçamentos e cronogramas físico-financeiro.

10. MODELAGEM DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS NO MODELO 3D

Embora alguns elementos estruturais tenham apresentado resultados negativos em algumas análises, isso não significa que as soluções propostas não possam ser implementadas. No entanto, para que essas propostas sejam executadas, é necessário realizar reforços na estrutura.

O presente estudo seguirá, com intuito de atingir o objetivo de estabelecer um fluxo de trabalho em BIM que auxilie de forma automatizada o processo de orçamentação e geração de cronograma físico-financeiro. É importante ressaltar que as atividades relacionadas ao reforço estrutural não estão incluídas no escopo deste estudo. Portanto, antes de executar qualquer uma das propostas sugeridas, é necessário realizar um estudo para reforçar os elementos estruturais que não passaram nas verificações.

Após as visitas que foram de fundamental importância para conhecer melhor o objeto de estudo, diagnosticar os problemas existentes e propor soluções que deverão ser executadas, deu-se início a implantação das soluções no modelo existente.

10.1. Definição de escopo e ordem executiva

Inicialmente, foi definido o escopo da reforma e quais atividades deverão ser realizadas, com o intuito de conhecer melhor as ações que serão tomadas e alimentar o modelo com informações referentes a cada elemento ou atividade que deverá ser executada, as etapas de execução e organização do orçamento e cronograma são:

- 01 - Administração Geral;
- 02 - Organização do Canteiro - Referente a organização do canteiro de obras para a execução da reforma;
- 03 - Expansão da Calçada - Complemento da calçada em torno da edificação existente, que contempla atividades como: a execução de contenção, execução de aterro, contrapiso e piso em lajota pré-fabricada antiderrapante, além da limpeza da calçada existente com o uso de hidrojato;
- 04 - Recuperação Estrutural - Se trata da recuperação de elementos estruturais da edificação, por meio de escarificação, lixamento das armaduras que se encontram em processo de oxidação, aplicação de inibidor de corrosão e grauteamento dos elementos recuperados;

- 05 - Complementos dos Pilares - Diz respeito ao complemento de pilares para posterior execução de vigas de fechamento em torno da edificação para instalação do novo telhado, algumas atividades dessa etapa são: demolição de trecho de estrutura de concreto, execução de furos para aplicação de adesivo estrutural, execução de fôrmas, armação e concretagem;
- 06 - Vigas de Fechamento – Trata-se da execução de vigas para que seja possível realizar a instalação do telhado autoportante, atividade presentes nessa etapa: execução de fôrmas, armação e concretagem;
- 07- Alvenaria de Fechamento - Após a execução das vigas, faz-se necessário realizar o fechamento com alvenaria em alguns locais, algumas atividades da etapa em questão são: execução de alvenaria em bloco cerâmico, chapisco e aplicação de emboço ou massa única;
- 08 - Instalação do Telhado – Trata-se da instalação do telhado autoportante, que é totalmente instalado pela fornecedora, no estudo em questão a *Telaport*;
- 09 - Preparação e Limpeza - Etapa que diz respeito a retirada dos revestimentos que se encontram danificados, seja em parede ou piso, e a retirada de forros e esquadrias, dentre as atividades é possível destacar: demolição de argamassa, retirada de piso cerâmico e vinílico, retirada de forros, portas e divisórias;
- 10 - Instalação de Portas - Com a retirada das portas danificadas, se faz necessário a instalação de novas, a etapa em questão contempla a instalação delas;
- 11 - Reparação do Sistema Elétrico - Mesmo com a ausência de projetos existentes referentes à disciplina de elétrica, é importante prever, mesmo que com pouca exatidão, a troca de pontos de tomadas e iluminação, que não estão presentes no modelo, mas estão contidos no orçamento da reforma, essa etapa possui atividades como retirada de pontos de tomadas e iluminação existentes e instalação de novos;
- 12 - Revestimento das Paredes - Diz respeito à execução dos revestimentos argamassados que foram retirados outrora, podemos destacar algumas

atividades como: execução de chapisco e emboço ou massa única nas paredes da edificação em que o revestimento foi retirado;

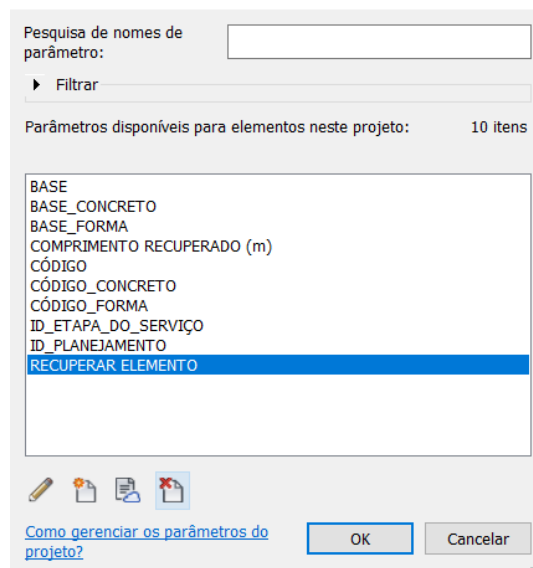
- 13 - Pisos - Etapa que contempla a instalação de novos pisos, em substituição aos que foram retirados e a impermeabilização da laje da escada, a principal atividade se trata da aplicação de piso vinílico autocolante;
- 14 - Forro - Esta etapa diz respeito a instalação dos novos forros, visto que o forro existente será retirado na etapa de Preparação e Limpeza;
- 15 - Pintura Interna – Trata-se da execução de pintura interna de toda edificação;
- 16 - Pintura Externa - Referente a execução de pintura externa de toda edificação;
- 17 - Desmobilização do Canteiro - Referente a desmobilização no canteiro de obras após a execução da reforma.

Com as etapas definidas, é possível dar início ao processo de modelagem das soluções propostas. Antes da modelagem de fato, é necessário criar parâmetros para auxiliar a quantificação dos materiais ao fim do processo e otimizar a geração do orçamento através da planilha elaborada para o estudo. O detalhamento da elaboração da planilha se encontra no Capítulo 11.

10.2. Parâmetros compartilhados

Os parâmetros compartilhados, como o próprio nome sugere, são parâmetros que podem ser compartilhados por diversas famílias contidas em um projeto elaborado no *Revit*. No estudo em questão, eles serão utilizados para estabelecer critérios que serão utilizados para auxiliar a quantificação dos materiais, elaboração de forma otimizada do orçamento e cronograma com o auxílio da planilha. Para facilitar o entendimento do presente estudo, os parâmetros foram separados em dois grupos, são eles: Parâmetros para Orçamento e Planejamento e para Recuperação Estrutural. Os parâmetros ilustrados na Figura 43, são parâmetros que podem ser utilizados em qualquer tipo de famílias do modelo, os presentes na Figura 44 são atribuídos exclusivamente as famílias de elementos estruturais, como vigas, pilares e lajes.

Figura 43: Parâmetros definidos para o estudo – Parte 1.



Fonte: Autores.

Figura 44: Parâmetros definidos para o estudo – Parte 2.

Estrutural		⬆
BASE_ESCARIFICAÇÃO	SETOP-SUL	
BASE_LIXAMENTO	SETOP-SUL	
BASE_PROT_ARM	SETOP-SUL	
CÓDIGO_ESCARIFICAÇÃO	ED-49660	
CÓDIGO_LIXAMENTO	ED-49656	
CÓDIGO_PROT_ARM	ED-49656	

Fonte: Autores.

10.2.1. PARÂMETROS PARA ORÇAMENTO E PLANEJAMENTO

Os parâmetros contidos nesse agrupamento possuem finalidade de inserir informações aos elementos modelados, tais informações são essenciais para o desenvolvimento do orçamento e cronograma, os parâmetros são:

- BASE - É responsável por armazenar a informação referente a base utilizada para orçamento da atividade;
- CÓDIGO - Armazena o código o utilizado para orçamento da atividade;
- BASE_FORMA e BASE_CONCRETO - Responsáveis por armazenar informações referentes as bases utilizadas nas atividades de execução de fôrma e concreto;

- CÓDIGO_FORMA e CÓDIGO_CONCRETO - Armazena os códigos utilizados para orçamento das atividades de execução de fôrma e concreto;
- ID_ETAPA_DO_SERVIÇO - Parâmetro possui a função de armazenar em forma de texto a etapa na qual a atividade em questão se encontra alocada, seguindo as definições estabelecidas anteriormente no início do Capítulo 9;
- ID_PLANEJAMENTO - Armazena um código responsável por identificar cada etapa e/ou atividade do cronograma gerado por meio da planilha. Ao realizar a importação do modelo e planilha de cronograma em um software de simulação como o *Navisworks* é possível conectar cada atividade do cronograma com elemento do modelo, o que agiliza o processo de criação da simulação.

10.2.2. PARÂMETROS PARA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Os parâmetros contidos nesse agrupamento também possuem informações essenciais para o desenvolvimento do orçamento e cronograma. Entretanto foram agrupados em um novo grupo pois estão ligados a uma atividade específica, que será aplicada em apenas alguns elementos da modelagem. Sendo assim, optou-se por estabelecer um grupo específico para eles, tais parâmetros são:

- RECUPERAR ELEMENTO – Trata-se de um parâmetro do tipo sim/não, é responsável por classificar em quais elementos estruturais deverá ser realizada a recuperação;
- COMPRIMENTO RECUPERADO - É responsável por armazenar a informação referente ao comprimento que deverá ser recuperado;
- BASE_ESCARIFICAÇÃO, BASE_LIXAMENTO e BASE_PROT_ARM - Responsáveis por armazenar informações referentes as bases utilizadas nas atividades de escarificação, lixamento das armaduras e aplicação de inibidor de corrosão nas armaduras;
- CÓDIGO_ESCARIFICAÇÃO, CÓDIGO_LIXAMENTO e CÓDIGO_PROT_ARM – Armazenam os códigos utilizados para orçamento das atividades de escarificação, lixamento das armaduras e aplicação de inibidor de corrosão nas armaduras.

Para as atividades de execução e fôrmas e grauteamento dos elementos estruturais que deverão ser recuperados, foram adotados os parâmetros BASE_FORMA, BASE_CONCRE, CÓDIGO_FORMA, CÓDIGO_CONCRETO visto que os tais parâmetros foram criados para atividade de execução de forma e concretagem de modo geral. Sendo assim, não se faz necessário criar parâmetros similares, o que pode acarretar confusão durante o fluxo de trabalho estabelecido no presente estudo.

Vale ressaltar que a princípio cada elemento modelado está sendo tratado como uma atividade única do orçamento. Exemplo, uma camada de revestimento de uma parede que será demolida está associada a atividade de demolição de argamassa presente no orçamento. Para elementos que possuem mais de uma atividade relacionada a sua execução, como por exemplo, pilares, que possuem as atividades de montagem de forma, armação e concretagem, possuem um parâmetro de BASE e CÓDIGO para cada atividade envolvida na execução da atividade.

10.3. Demolição e remoção

Para iniciar atribuição da Fase demolida aos elementos que serão retirados com base nas soluções propostas no Capítulo 8 e que estão presentes no modelo desenvolvido no Capítulo 7, faz-se necessário realizar o levantamento de todos os itens que serão demolidos e removidos, o que resultou nas seguintes ações:

- Demolição dos revestimentos internos das paredes do primeiro andar da edificação;
- Remoção de divisórias em MDF do primeiro andar da edificação;
- Remoção do piso vinílico autocolante e demolição do piso cerâmico, ambos no primeiro andar da edificação;
- Remoção de portas do primeiro andar da edificação;
- Remoção de forro do primeiro andar da edificação;
- Demolição dos revestimentos internos das paredes até 1m de altura no térreo da edificação;
- Demolição de trechos de pilares para execução do complemento de pilares e vigas de fechamento no entorno da edificação para instalação do telhado;
- Demolição de alvenaria para execução das vigas de fechamento no entorno da edificação.

Uma vez que os elementos que deverão ser demolidos ou removidos foram identificados, é necessário criar uma fase de construção chamada “REFORMA” e atribuir ela a “Fase demolida” e outras informações, como a base e código que deverão ser utilizados para orçamentação e a etapa da obra que a atividade será realizada. Esse processo é realizado de forma manual, após selecionar o elemento do modelo as informações devem ser inseridas, como é possível observar na Figura 45. A Figura 46, a Figura 47, a Figura 48 e a Figura 49 destacam, em amarelo, os elementos que serão demolidos.

Figura 45: Esquema de preenchimento dos elementos demolidos no Revit.

Propriedades

Parede básica
REVESTIMENTO INTERNO ESP. 3CM

Paredes (1) Editar tipo

Estrutural

Estrutural ☐

Uso estrutural Não de aparelho de apoio

Dimensões

Comprimento 335,75

Área 9,808 m²

Volume 0,294 m³

Dados de identidade

Imagem

Comentários

Marca

ID_ETAPA_DO_SERVIÇO 09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA

ID_PLANEJAMENTO

CÓDIGO 97631

BASE SINAPI

BASE_FORMA

CÓDIGO_FORMA

BASE_CONCRETO

CÓDIGO_CONCRETO

Fases

Fase criada EXISTENTE

Fase demolida REFORMA

Parâmetros IFC

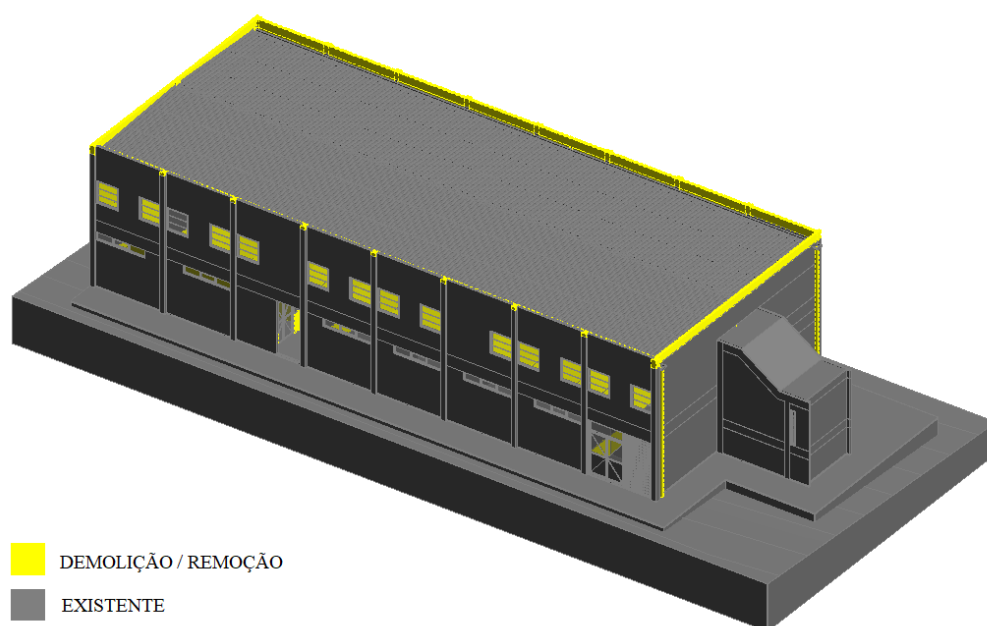
Exportar para IFC Por tipo

Exportar para IFC como

[Ajuda de propriedades](#) Aplicar

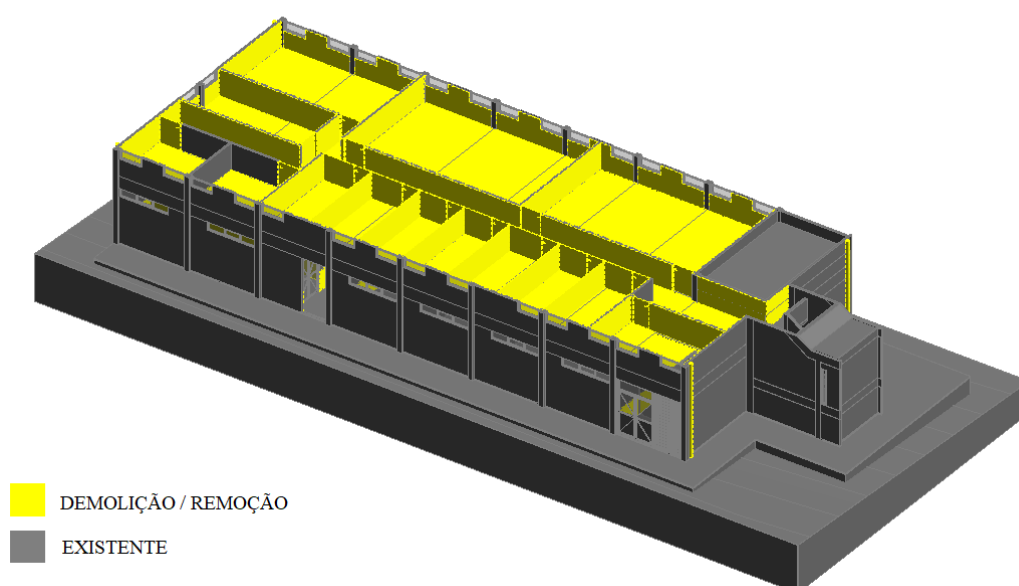
Fonte: Autores.

Figura 46: Elementos demolidos versus elementos existentes – vista externa.



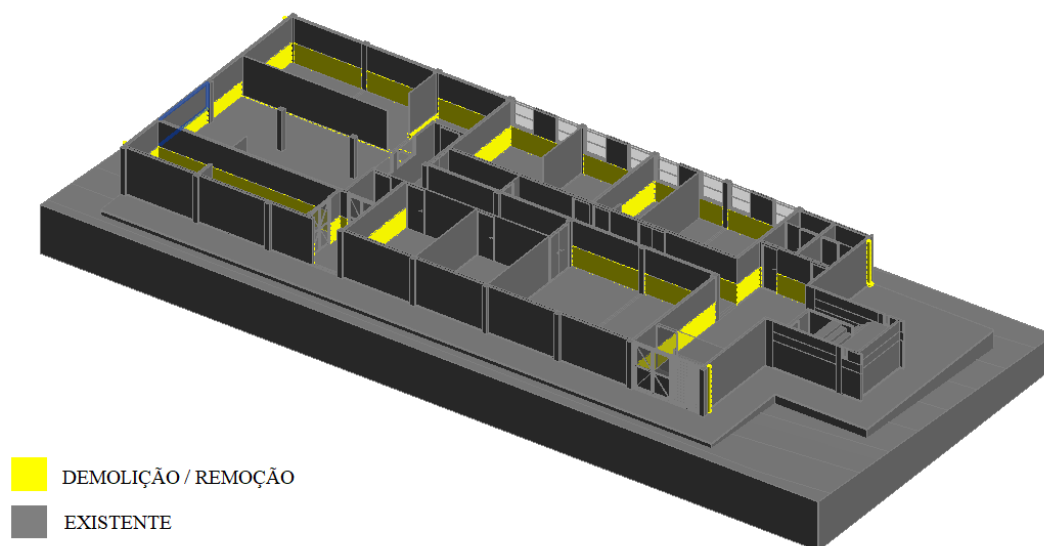
Fonte: Autores.

Figura 47: Elementos demolidos versus elementos existentes – primeiro andar.



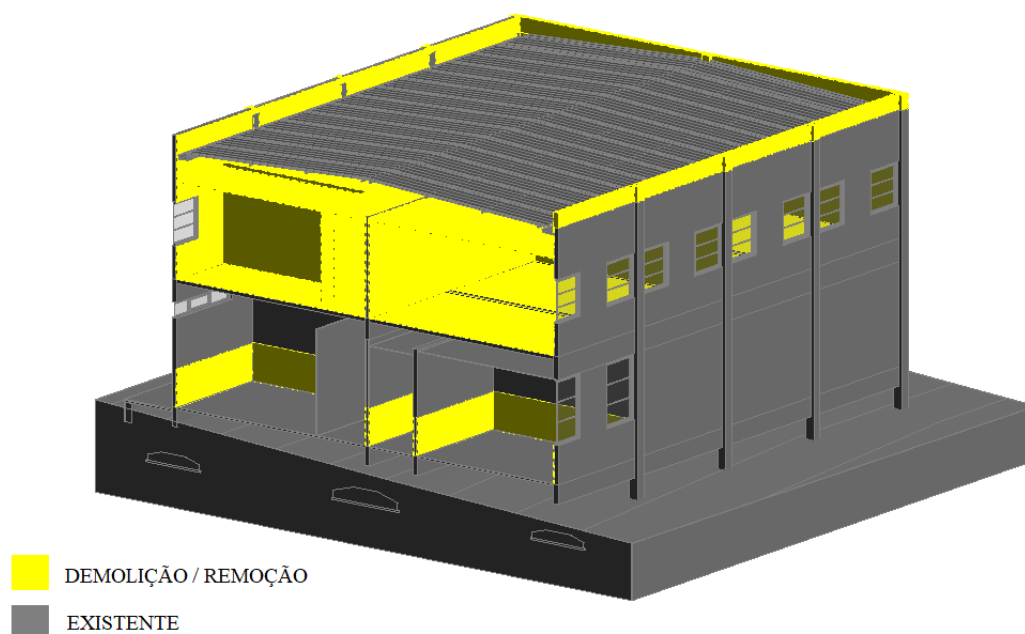
Fonte: Autores.

Figura 48: Elementos demolidos versus elementos existentes – térreo.



Fonte: Autores.

Figura 49: Elementos demolidos versus elementos existentes – corte transversal.



Fonte: Autores.

10.4. Construção

Os elementos construídos se tratam quase que em sua totalidade dos mesmos demolidos no Item 10.3, com o acréscimo dos necessários para a instalação do novo telhado e os que compõem a expansão da calçada em torno da edificação. De forma simplificada, é possível listar os mesmos, são eles:

- Revestimentos internos das paredes do primeiro andar da edificação;
- Divisórias em MDF do primeiro andar da edificação;
- Piso vinílico autocolante do primeiro andar da edificação e o piso em lajota antiderrapante para expansão da calçada;
- Portas do primeiro andar da edificação;
- Forro do primeiro andar da edificação;
- Impermeabilização e revestimentos internos das paredes até 1m de altura no pavimento térreo da edificação;
- Complemento de pilares e vigas de fechamento no entorno da edificação para instalação do telhado;
- Telhado;
- Alvenaria para fechamento assentadas sobre as vigas de fechamento no entorno da edificação, onde se fazer necessário;
- Estrutura de contenção em concreto armado, aterro e contrapiso necessários para expansão da calçada;
- Pinturas em geral.

Por meio da ferramenta filtro de fases no *Revit*, é possível definir quais itens do modelo serão exibidos com base na fase de construção selecionada, isso permite que uma vez que a fase “REFORMA” esteja selecionada seja possível observar apenas os elementos novos e existentes, permitindo com que a modelagem do que deverá ser construído possa ser realizada sem a interferência visual dos elementos demolidos que outrora estavam presentes no mesmo local. Para modelagem dos elementos construídos o processo se deu de forma similar aos demolidos, uma vez que modelado, é atribuído sua construção à fase “REFORMA” e os campos pertinentes ao orçamento e planejamento também devem ser preenchidos, como é possível observar na Figura 50. A Figura 51, a Figura 52, a Figura 53, a Figura 54 e a Figura 55 destacam, em vermelho, os elementos que serão construídos.

Figura 50: Esquema de preenchimento dos elementos construídos no Revit.

Propriedades

Parede básica
MASSA UNICA TRAÇO 1 PARA 3 ESP. 2.5CM

Paredes (1) Editar tipo

Dimensões

Comprimento	341,00
Área	8,468 m ²
Volume	0,212 m ³

Dados de identidade

Imagem	
Comentários	
Marca	
ID_ETAPA_DO_SERVIÇO	12-REVESTIMENTO DAS PA...
ID_PLANEJAMENTO	
CÓDIGO	89173
BASE	SINAPI
BASE_FORMA	
CÓDIGO_FORMA	
BASE_CONCRETO	
CÓDIGO_CONCRETO	

Fases

Fase criada	REFORMA
Fase demolida	Nenhum

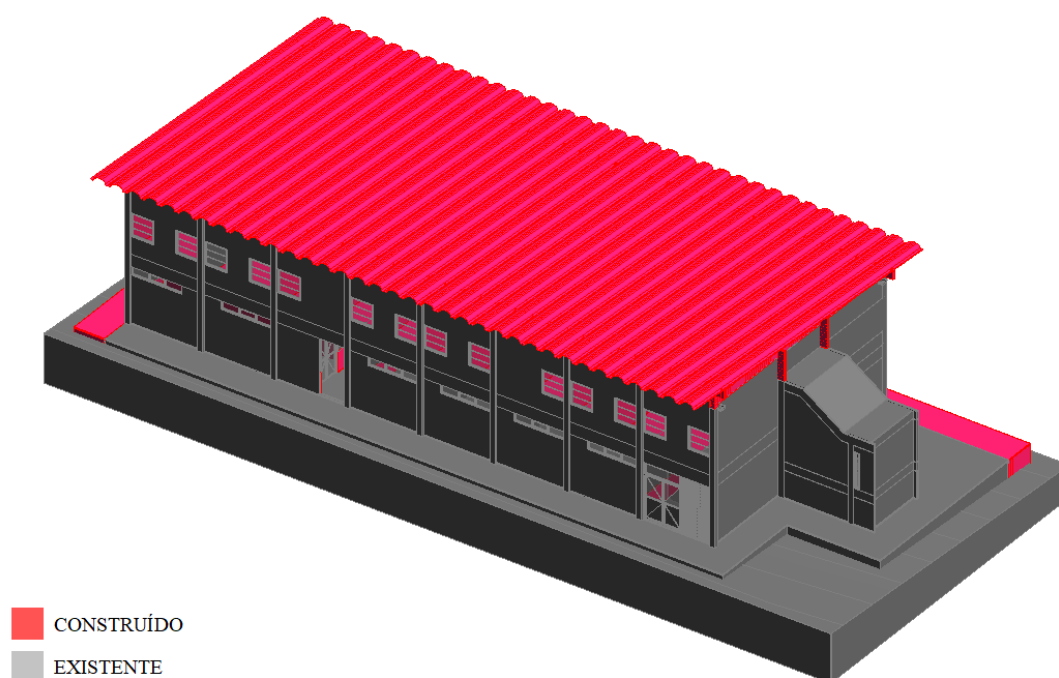
Parâmetros IFC

Exportar para IFC	Por tipo
Exportar para IFC como	
Tipo IFC predefinido	
IfcGUID	1xbE61aVf1NQFAx7kf9iBd

[Ajuda de propriedades](#) Aplicar

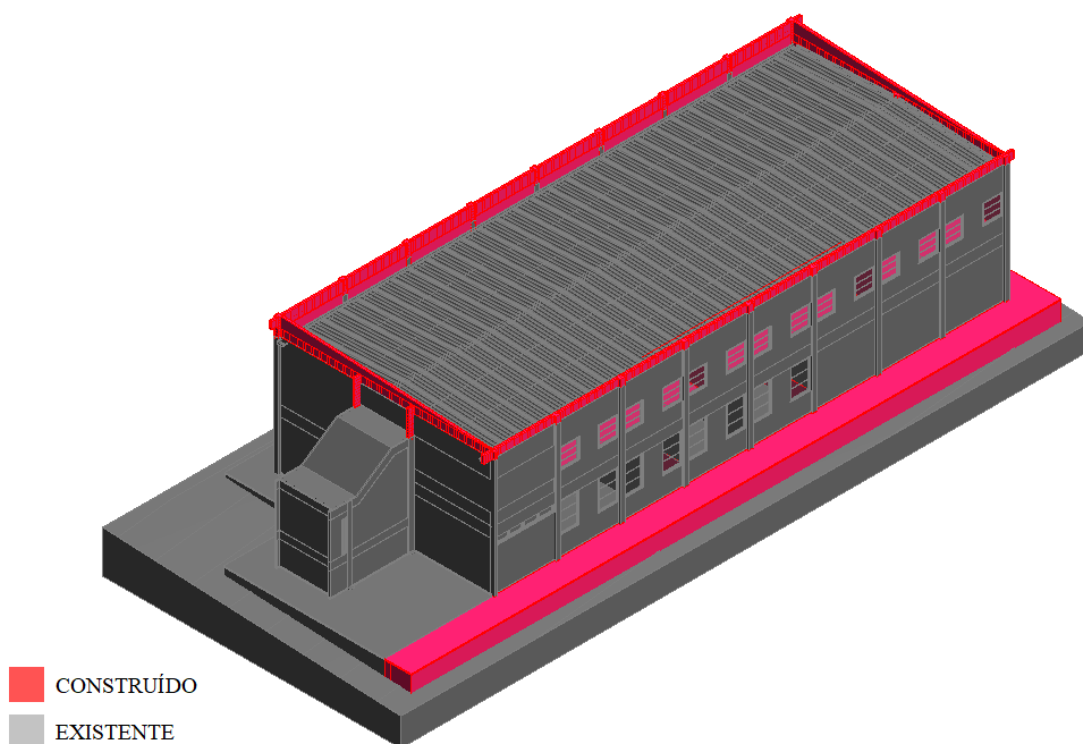
Fonte: Autores.

Figura 51: Elementos construídos versus elementos existentes – vista externa.



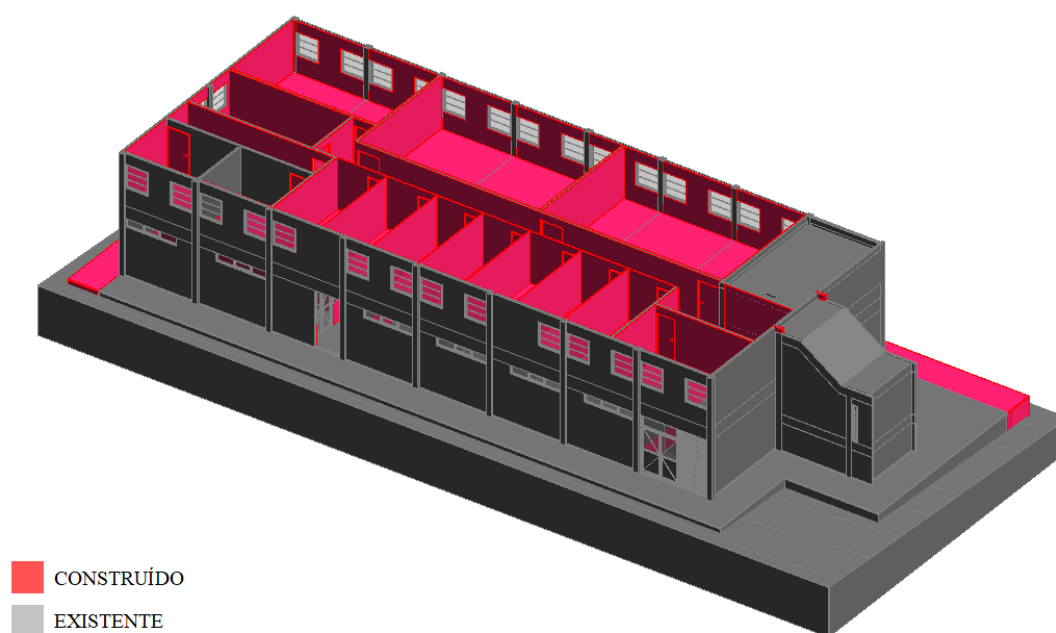
Fonte: Autores.

Figura 52: Elementos construídos versus elementos existentes – vista externa sem telhado.



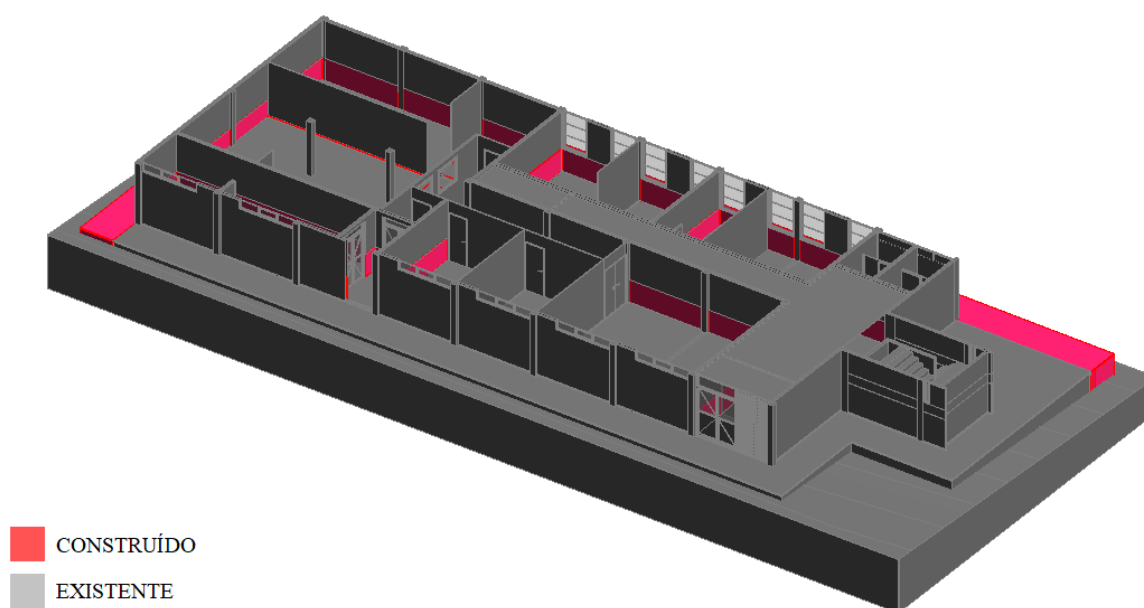
Fonte: Autores.

Figura 53: Elementos construídos versus elementos existentes – primeiro andar.



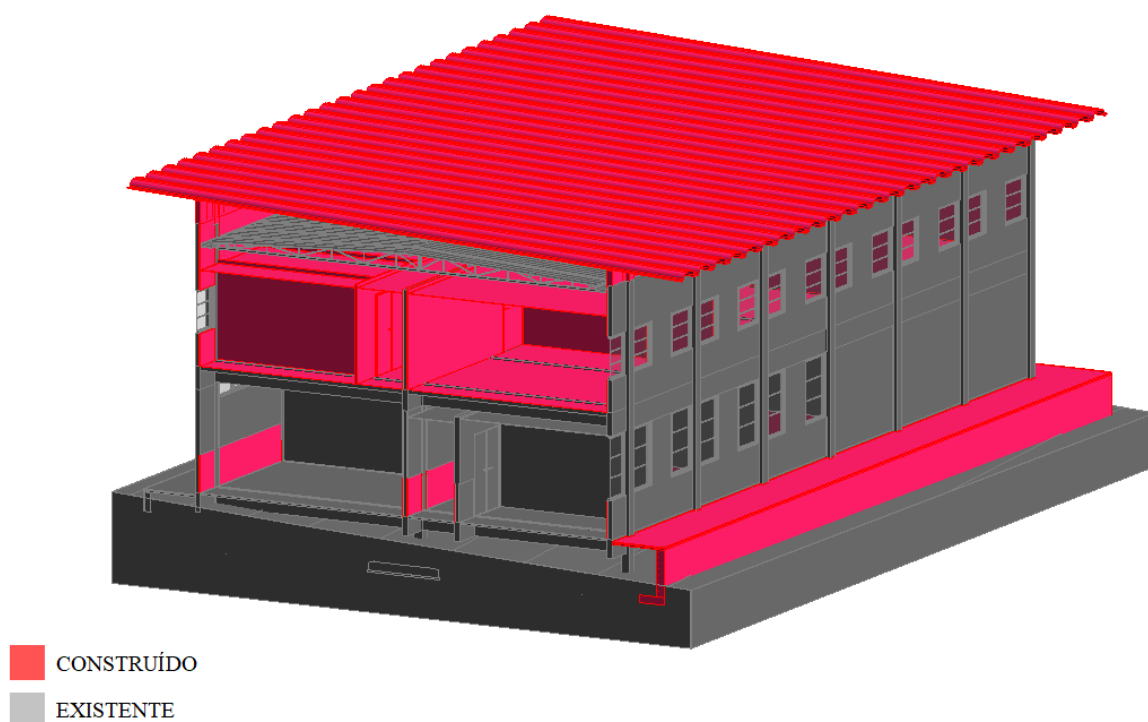
Fonte: Autores.

Figura 54: Elementos construídos versus elementos existentes – térreo.



Fonte: Autores.

Figura 55: Elementos construídos versus elementos existentes – corte transversal.



Fonte: Autores.

10.5. Tabelas

A ferramenta tabela no *Revit* permite que informações, como quantitativos, por exemplo, sejam extraídas com base nas propriedades dos elementos modelados e sejam agrupadas e exibidas no formato de tabela. Essas informações são classificadas com o uso de filtros que podem atuar em diversas propriedades e/ou parâmetros dos itens do modelo. O presente estudo fez uso das tabelas para extrair do modelo os quantitativos que servirão para alimentar a planilha responsável pelo orçamento e cronograma. Com o intuito de facilitar o entendimento e organizar o fluxo de trabalho as tabelas foram divididas em quatro grupos: demolição, construção, limpeza de superfícies com hidrojato e recuperação estrutural. Para as tabelas referentes a demolição e construção, o parâmetro utilizado para filtrar e agrupar os quantitativos foram as fases “demolida” e “criada”, respectivamente, dessa forma foi possível quantificar os itens da fase “REFORMA”. Já para as tabelas que tratam dos quantitativos referentes a recuperação estrutural, a informação utilizada pelo filtro foi o parâmetro “Recuperar Elemento”, que se trata de um parâmetro compartilhado que foi detalhado no Item 10.2.2 do estudo em questão. Para as tabelas de limpeza de superfície com hidrojato, o filtro se deu através de um texto

inserido na aba Comentário durante o processo de modelagem nos elementos que receberiam a limpeza.

As tabelas responsáveis por quantificar demolição são:

- Demolição – Pilares;
- Demolição – Tubulação Pluvial;
- Demolição – Forros;
- Demolição – Paredes e Revestimentos;
- Demolição – Pisos;
- Demolição – Portas.

As tabelas responsáveis por quantificar construção são:

- Construção – Forro;
- Construção – Forma Fundação Contenção;
- Construção – Forma Parede Contenção;
- Construção – Formas das Vigas;
- Construção – Formas dos Pilares;
- Construção – Novo Telhado;
- Construção – Paredes e Revestimentos;
- Construção – Peso de Aço Contenção;
- Construção – Peso de Aço Pilares;
- Construção – Peso de Aço Vigas;
- Construção – Pisos;
- Construção – Portas de Madeira;
- Construção – Portas Divisórias;
- Construção – Quantidade de Furos para Aplicação de Adesivo Estrutural – Prolongamento Pilares;
- Construção – Volume de Concreto das Vigas;
- Construção – Volumes de Concreto de Pilares;
- Construção – Volume de Concreto Fundação Contenção;
- Construção – Volume de Concreto Parede Contenção.

As tabelas responsáveis por quantificar limpeza de superfícies com hidrojet são:

- Limpeza de Superfícies com Hidrojet – Piso;

- Limpeza de Superfícies com Hidrojato – Telhado.

As tabelas responsáveis por quantificar a recuperação estrutural são:

- Recuperação Estrutural – Escarificação.
- Recuperação Estrutural – Forma.
- Recuperação Estrutural – Lixamento.
- Recuperação Estrutural – Proteção Armadura.
- Recuperação Estrutural – Volume Graute.

Na Figura 56 é possível observar como ficou as tabelas de quantitativos no *Revit*.

Figura 56: Tabelas de quantitativos da reforma no *Revit*.



Fonte: Autores.

A organização dos campos presentes nas tabelas se deu da seguinte forma; na primeira coluna, encontra-se a informação da descrição do item modelado, conforme ele foi criado dentro do *Revit*. A segunda coluna possui as quantidades. Na terceira coluna, encontra-se armazenada a etapa do serviço na qual o elemento que está sendo quantificado será executado. Na quarta e quinta colunas, são armazenadas as informações das bases e dos códigos, respectivamente, utilizados para orçamentação. Como é possível observar na Figura 57.

Figura 57: Tabela de quantitativos de demolição de pisos no *Revit*.

<DEMOLIÇÃO - PISOS>				
A	B	C	D	E
Tipo	Área (m²)	ID_ETAPA_DO_SERVIÇO	BASE	CÓDIGO
PISO EM CERÂMICA 50x50 BRANCO	30,24	09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA	SINAPI	97633
PISO VINÍLICO 30x30	274,65	09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA	PRÓPRIA	UFPE4.1.3

Fonte: Autores.

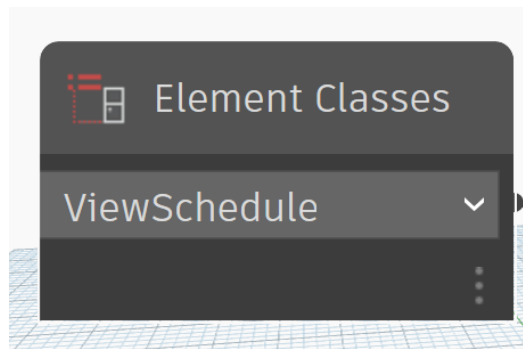
10.6. Exportação dos quantitativos via rotina *Dynamo*

O *Revit* permite que cada tabela de quantitativo seja exportada para uma planilha do *Excel*, o que, para o fluxo de trabalho que está sendo estabelecido no estudo em questão, não é interessante, visto que cada tabela daria origem a uma planilha diferente, isso foi pensando visando reduzir ao máximo a possibilidade de ocorrer perdas de informações ao longo do trabalho, além de fato que se todos os dados estão presentes em uma única planilha o processamento via *Excel* acaba se tornando mais rápido. Como forma de solucionar tal problema encontrado ao longo do desenvolvimento do estudo existem duas alternativas imediatas. A primeira se trata do uso de um plugin existente no mercado, chamado *SheetLink*, desenvolvido pela *DioRoots*. Entretanto, foi constatado que ao exportar as tabelas com tal ferramenta ocorre uma desconfiguração da estrutura das tabelas, isso torna seu uso para este fluxo de trabalho mais difícil, gerando mais atividades manuais para corrigir tal situação. A segunda opção, a qual foi adotada, se trata da criação de uma rotina usando o *Dynamo*, tal rotina tem a função de exportar todas as tabelas do modelo para uma única planilha mantendo a estruturação original da tabela, sendo que cada tabela é inserida de forma automática em uma aba da planilha gerada.

O fluxo de desenvolvimento da rotina utilizando o *Dynamo* se deu da seguinte forma: inicialmente foi realizado o download de duas bibliotecas, *Bumblebee* e *BimorphNodes*, essas bibliotecas possuem funções específicas que são essenciais para o desenvolvimento da rotina.

Uma vez que as bibliotecas foram instaladas, é possível iniciar o desenvolvimento propriamente dito, criando o primeiro *nó* da rotina, cada *nó* possui funções específicas, possuindo também entradas e saídas. O primeiro *nó* criado foi o *Elements Classes* que é responsável por buscar todos os elementos da classe selecionada dentro do modelo, a classe selecionada foi a de tabelas (*Schedules*), como se encontra ilustrado na Figura 58.

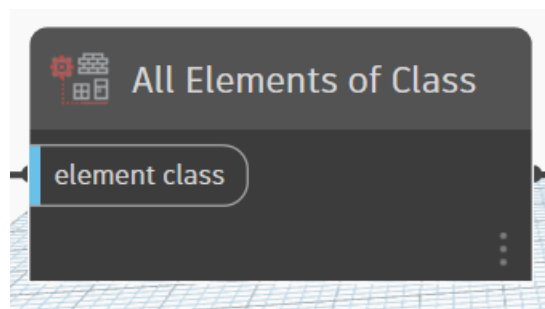
Figura 58: Nó 1 – *Element Classes*.



Fonte: Autores.

O nó 2, por sua vez, se trata do All Elements of Classes, que possui a função de selecionar todos os elementos do modelo pertencentes a classe inserida no nó 1, que para a rotina em questão são as tabelas, como se pode ver na Figura 59.

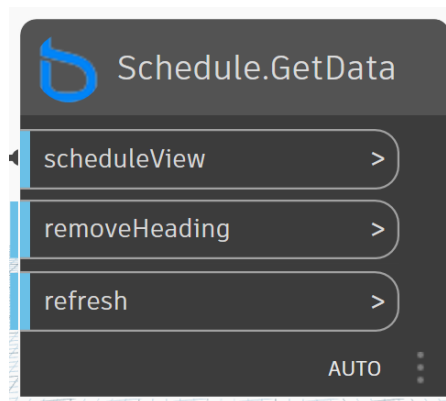
Figura 59: Nó 2 – *All Elements of Class*.



Fonte: Autores.

O nó 3, retratado na Figura 60, é responsável por capturar os dados das tabelas além de listar em uma ordem numérica todas as tabelas selecionadas pelo nó 2, ele é interligado a um campo de texto que é entrada de dados para o nó 4.

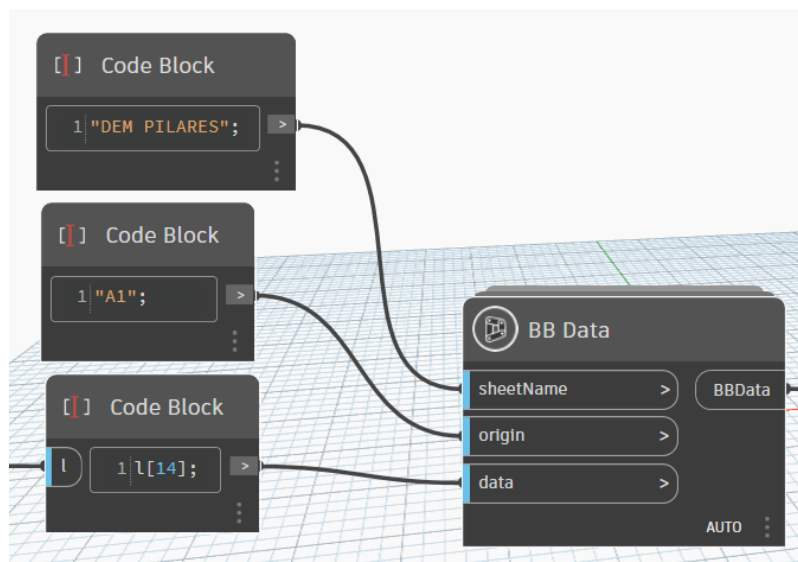
Figura 60: Nó 3 – *Schedule.GetData*.



Fonte: Autores.

O nó 4, que pode ser visto na Figura 61, é responsável por organizar os dados da tabela que se deseja exportar para uma aba de uma planilha, possui 3 entradas de dados e uma saída. Como entrada, é necessário informar o título da aba da planilha que será criada, a localização inicial onde começará a inserção dos dados e, por fim, qual tabela está sendo usada e seus respectivos dados, obtidos no nó 3.

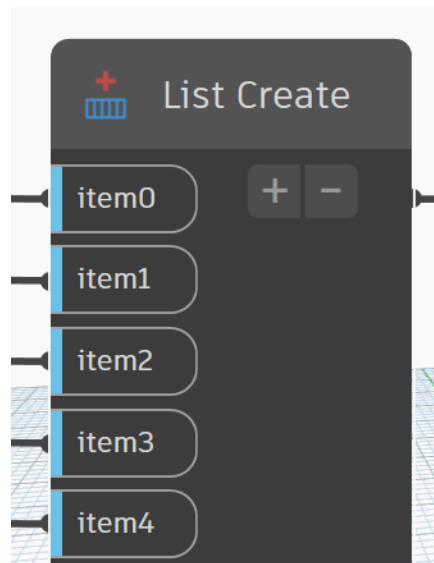
Figura 61: Nó 4 – *BB Data*.



Fonte: Autores.

Já o nó 5 é efetivamente o responsável por criar a planilha, recebe como entrada a estrutura de dados do nó 4 e armazena em um *item*, cada *item* faz referência a uma aba da planilha que será criada, a sua saída se trata de uma planilha propriamente dita, que será exportada pelo nó 6, como mostrado na Figura 62.

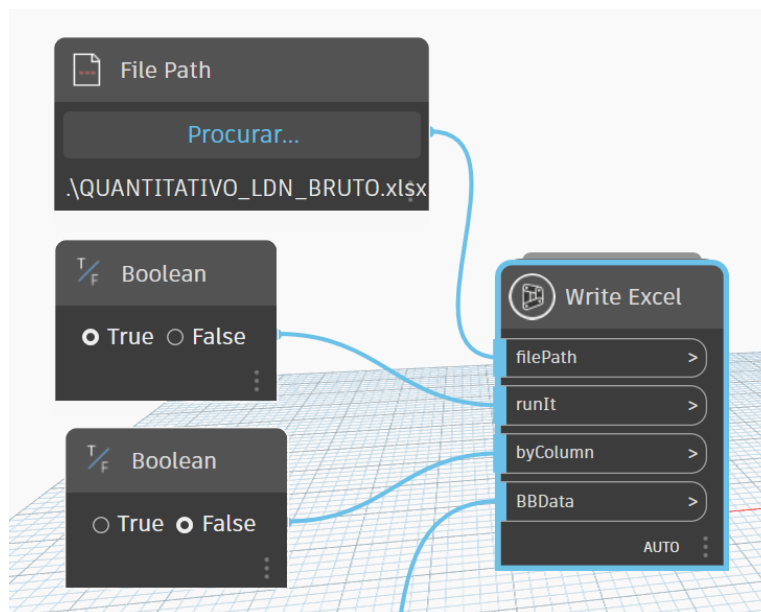
Figura 62: Nó 5 – List Create.



Fonte: Autores .

Nó 6, o último do processo de criação da rotina para exportação das tabelas, é o responsável por “escrever” a planilha gerada em um arquivo do *Excel* previamente criado, possui como entrada a planilha criada pelo nó 4 e o caminho do arquivo *Excel* no qual será salva a planilha contendo os dados das tabelas de quantitativos, como se pode ver na Figura 63.

Figura 63: Nó 6 – Write Excel.



Fonte: Autores.

Esse processo deve ser repetido para todas as tabelas do modelo que se deseja exportar, apesar de ser um trabalho manual, uma vez que realizado é possível rodar a rotina e obter todos os quantitativos atualizados na planilha *Excel* que foi designada para receber os dados sempre que houver atualizações no modelo e, por consequência, nos quantitativos das tabelas. Caso seja necessário criar uma tabela no modelo, basta adicioná-la na rotina e seus dados também serão exportados. A planilha gerada ao fim deste procedimento alimentará a planilha desenvolvida para gerar o orçamento e cronograma físico-financeiro.

11. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO E ORÇAMENTO

Com base no que foi levantado no presente documento, foram elaborados um orçamento sintético preliminar e um cronograma de atividades para a reforma do LDN. Este orçamento encontra-se no Apêndice B e o cronograma no Apêndice D.

Para a elaboração deste orçamento, foram usadas as bases de dados SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) não desonerada do mês de março de 2023 referente ao estado de Pernambuco e SETOP-Sul (Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas) de janeiro de 2023 referente à Minas Gerais, algumas composições foram criadas a partir do SINAPI para preencher algumas atividades que não possuíam um equivalente no sistema. A princípio, seria usado apenas o SINAPI, mas não foi possível adaptar as composições do SETOP-Sul devido à falta de acesso a maneira como a composição foi criada.

Já o cronograma foi criado de forma que fosse possível o acompanhamento financeiro e visual do andamento da obra, permitindo ao usuário adicionar informações como o valor gasto em determinada etapa e o percentual executado do serviço.

Depois de modeladas as alterações propostas, foi criada uma planilha do *Excel* que recebe os dados oriundos do *Revit* e associa-os a composições existentes nas bases utilizadas. Essa planilha possui duas macros, uma para a atualização dos dados e outra para criação do orçamento e do cronograma.

11.1. A planilha

A planilha é composta pelas seguintes abas:

11.1.1. INTRODUÇÃO, TUTORIAL E DÚVIDAS FREQUENTES

Estas abas contêm uma explicação sobre o que faz esta planilha, um tutorial de como usá-la e algumas respostas para dúvidas que surgiram durante a criação desta planilha. É na “Introdução” que serão informados o valor para o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) que será usado no orçamento e a data para o início do projeto.

11.1.2. BANCO DE DADOS

Nesta parte da planilha ocorrerá a associação dos itens do *Revit* às composições das bases de dados utilizadas, o usuário deve verificar se os itens do *Revit* estão corretamente

associados e se os quantitativos deles estão corretos. A associação é feita pela função “PROCV” do *Excel*, ela recebe um valor textual ou numérico, procura-o na coluna da tabela que contém a informação e retorna um valor textual ou numérico associado ao recebido. Para essa planilha, foi informado o valor do código do orçamento para iniciar a busca, a planilha da base de dados para que seja realizada a busca e a coluna onde está a informação desejada.

Como foram utilizadas três bases de dados, precisou ser usada a função “SE” para verificar qual base seria usada para cada código. “SE” verifica se determinada informação atende a condição desejada, retornando “VERDADEIRO” caso atenda ou “FALSO” caso contrário, essa função também permite a atribuição de textos, números ou fórmulas para cada caso. Essa função foi utilizada para verificar primeiro se a base de dados era “SINAPI”, fazendo com que a função “PROCV” procurasse os dados na base SINAPI. Se não for “SINAPI”, é feita uma nova verificação para “SETOP-Sul”, procurando os dados na base SETOP-Sul se verdadeiro e na base Próprio caso falso. A função completa pode ser vista na Figura 64.

Figura 64: Fórmula que busca a informação referente ao código informado.

Fonte: Autores.

Neste ponto o usuário deve verificar se os códigos importados do *Revit* não possuem espaços e estão iguais aos códigos nas bases de dados, tendo em vista que as funções do *Excel* consideram como iguais apenas valores que estejam igualmente escritos, a presença de um espaço antes ou depois do código é o suficiente para que as funções não trabalhem como elas deveriam.

11.1.3. DADOS IMPORTADOS

Esta aba normalmente fica oculta, mas é nela que os dados recebidos do *Revit* são agrupados e organizados, também serão adicionados os que não puderam ser modelados por quaisquer motivos, como os dados da manutenção do sistema elétrico e da administração da obra. Uma vez configurada, essa aba será atualizada conforme a planilha criada pelo *Dynamo* recebe novas informações, com o usuário podendo atualizar manualmente se quiser.

11.1.4. CABEÇALHO

Outra aba oculta que contém um cabeçalho padrão para o orçamento, que pode ser verificado na Figura 65. Esse cabeçalho é copiado e colado no topo do orçamento pela macro.

Figura 65: Cabeçalho do orçamento.

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE PLANOS E PROJETOS					
OBRA:	REFORMA DO LABORATÓRIO DE DISPOSITIVOS E NANOESTRUTURAS				
LOCAL:	CAMPUS RECIFE				
SINAPI DESONERADO MARÇO/2023 SETOP-SUL JANEIRO/2023		PRAZO OBRA	BDI	TAXAS (LS)	
DATA:	17/05/2023	3 MESES	25%	114,55%(H)	70,11%(MÊS)
ORÇAMENTO SINTÉTICO					

Fonte: Autores. Adaptado de: SINFRA – UFPE.

11.1.5. ORÇAMENTO

Nesta aba, a macro organiza o orçamento conforme as etapas construtivas definidas anteriormente, calculando o valor de cada etapa, o valor total do orçamento e adicionando o valor do BDI. A coluna “Item” foi deixada para preenchimento manual para que o usuário possa organizar as composições conforme queira. Para evitar erros, usa-se o formato de texto para as células desta coluna. A Figura 66 mostra um exemplo de como organizar os itens no orçamento.

Figura 66: Exemplo de organização da coluna item.

	DATA:	
	TOTAL	R\$
	Item	Base c
0	01.00	
1	01.01	SII
2	01.02	SII
3	01.03	SII
4	02.00	
5	02.01	SII
6	03.00	
7	03.01	PRO
8	03.02	SII

Fonte: Autores.

11.1.6. CRONOGRAMA

Aqui os itens do orçamento são organizados de modo a observar o desenvolvimento da obra ao longo do tempo e manter controle dos gastos da obra. Esta aba dá ao usuário uma ideia do andamento da obra, além de permitir que seja feita uma análise financeira do que já foi executado. Esta é a aba menos automatizada de toda a planilha, necessitando que o usuário informe as datas de início e fim de cada serviço. Isso ocorreu devido a impossibilidade de realizar, de forma automática, a criação de um orçamento analítico, o que permitiria fazer uma análise da mão de obra que faz parte da execução do serviço de modo a obter uma estimativa de sua duração. Outra limitação deste cronograma é que ele considera sábados, domingos e feriados na exibição visual. Por esses motivos, o cronograma apresentado neste trabalho é apenas para servir de exemplo e pode ser encontrado no Apêndice D.

11.1.7. BASES DE CUSTOS, COMPOSIÇÕES DE CUSTOS E INSUMOS

Nessa planilha, há sete abas para as bases de dados utilizadas, três contendo os dados do SINAPI, uma do SETOP-Sul e outras três para as composições criadas a partir do SINAPI. Com exceção da base SETOP-Sul, os dados do SINAPI e das composições

criadas são divididos em Base de Custos (onde estão as informações sobre as composições), Composição de Custos (onde estão detalhadas os insumos e serviços que compõem as composições) e Insumos (onde estão localizados os dados sobre materiais, mão de obra, equipamento, entre outros) para cada.

Composições e insumos tiveram que ser criados para preencher os espaços deixados pelo SINAPI por causa da falta de uma atividade equivalente, para esse trabalho, foram criadas composições para a instalação de divisórias e de portas em divisórias por exemplo e, entre os insumos que foram criados, destaca-se o serviço de execução do telhado, que é terceirizado. A SETOP-Sul só possui a aba Base de Custos devido a não ter sido encontrada a forma como as composições são calculadas e os insumos utilizados, estes também são os motivos dos dados oriundos do SETOP não terem sido adaptados para o SINAPI.

A atualização destas abas é completamente manual, para as abas de bases existentes o usuário terá que apagar os dados existentes, pegar as planilhas atualizadas na internet e copiar os dados para suas respectivas abas. Já para as abas com composições e insumos criados, terá que adicioná-los conforme for necessário, estabelecendo coeficientes para cada serviço e insumo utilizado. As composições criadas para esse projeto foram baseadas em composições já existentes e os insumos criados tiveram seus valores calculados por pesquisa de mercado, com exceção do insumo referente ao telhado, que foi fornecido pela empresa.

11.2. As macros

Para evitar que haja muita repetição de atividades manuais no uso da planilha, foram criadas duas macros para automatizar a atualização dos dados e a organização do orçamento e cronograma. Elas podem ser conferidas nos Apêndices E e F, respectivamente.

11.2.1. MACRO ATUALIZADADOS

Uma macro simples que atualiza os dados importados do *Revit*, abre a aba Dados Importados, copia as informações que existem, cola elas na aba Banco de Dados e formata a tabela. Devido ao baixo grau de complexidade dessa macro, ela foi inteiramente feita utilizando a função “Gravar Macro” do próprio *Excel*. Essa função, como o próprio nome já diz, grava as ações do usuário na planilha e as transforma em uma macro.

11.2.2. MACRO ORÇAMENTO ETAPAS

Essa macro separa e registra as etapas construtivas na aba Banco de Dados e agrupa as composições utilizadas em suas relativas etapas em Orçamento, calculando o valor total de cada etapa e depois o valor total do orçamento sem o BDI, com o BDI e o valor do BDI total desse orçamento. Ela copia o cabeçalho e cola no topo da página e organiza a formatação de todo o orçamento.

Ela também altera algumas fórmulas no cronograma devido ao fato dessa macro apagar toda a aba “Orçamento” e recriar ela quando é ativada, o que faz com que as fórmulas na aba “Cronograma” que possuem alguma referência na “Orçamento” as percam.

12. DESENVOLVIMENTO DA SIMULAÇÃO 5D

Uma vez que o cronograma físico financeiro se encontra pronto, é possível realizar uma simulação 5D com o auxílio do software *Navisworks*, a simulação realizada no estudo será uma simulação simplificada, onde será levado em consideração as etapas gerais da obra definidas no início do Capítulo 9. Entrando, o procedimento pode ser aplicado de forma similar para realizar uma simulação levando em consideração cada atividade do cronograma.

A partir do cronograma completo que possui todas as atividades é possível duplicar a aba da planilha e gerar um cronograma simplificado, como o ilustrado na Figura 67, onde apenas as etapas da obra serão levadas em consideração e as informações de atividades dentro de cada etapa se encontram suprimidas. Exportando e organizando os dados selecionados da Figura 67 para uma nova planilha é possível obter o resultado presente na Figura 68, o qual deverá ser salvo em formato .csv e importado no *Navisworks* para realização da simulação.

Figura 67: Cronograma físico-financeiro simplificado.

REFORMA LDN

Nome da empresa

Líder do projeto

CUSTO TOTAL ORÇADO	R\$	920.394,50
CUSTO ESPERADO ATÉ O MOMENTO	R\$	-
VALOR GASTO ATÉ O MOMENTO	R\$	-
DIFERENÇA	R\$	-

Início do projeto:	seg, 31/07/2023
Semana de exibição:	1

ITE	TAREFA	CUSTO TOTAL	QUANTIDADE	PROGR SO	VALOR GASTO	VALOR ESPERADO	DIFERENÇA	INÍCIO	TÉRMINO
01.00	01-ADMINISTRAÇÃO GERAL	R\$ 115.356,86						31/07/2023	06/11/2023
02.00	02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 32.407,86						31/07/2023	02/08/2023
03.00	03-EXPANSÃO CALÇADA	R\$ 70.009,46						01/08/2023	18/08/2023
04.00	04-RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	R\$ 9.811,59						21/08/2023	25/08/2023
05.00	05-COMPLEMENTO DE PILARES	R\$ 14.119,73						28/08/2023	01/09/2023
06.00	06-VIGAS DE FECHAMENTO	R\$ 31.311,36						28/08/2023	01/09/2023
07.00	07-ALVENARIA DE FECHAMENTO	R\$ 694,78						04/09/2023	08/09/2023
08.00	08-INSTALAÇÃO DO TELHADO	R\$ 251.966,36						04/09/2023	08/09/2023
09.00	09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA	R\$ 12.065,75						11/09/2023	29/09/2023
10.00	10-INSTALAÇÃO DAS PORTAS	R\$ 16.834,83						02/10/2023	06/10/2023
11.00	11-REPARO DO SISTEMA ELÉTRICO	R\$ 41.038,48						02/10/2023	13/10/2023
12.00	12-REVESTIMENTO DAS PAREDES	R\$ 111.981,43						16/10/2023	20/10/2023
13.00	13-PISO	R\$ 97.998,26						23/10/2023	27/10/2023
14.00	14-FORRO	R\$ 26.447,22						30/10/2023	03/11/2023
15.00	15-PINTURA INTERNA	R\$ 60.257,70						06/11/2023	10/11/2023
16.00	16-PINTURA EXTERNA	R\$ 27.383,30						23/10/2023	27/10/2023
17.00	17-DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE	R\$ 718,82						06/11/2023	10/11/2023

Fonte: Autores.

Figura 68: Cronograma físico-financeiro simplificado para importação no *Navisworks*.

ITEM	TAREFA	CUSTO TOTAL	INÍCIO	TÉRMINO	ID_SINCRONIZAÇÃO NAVISWORKS
01.00	01-ADMINISTRAÇÃO GERAL	R\$ 115.356	31/07/2023	06/11/2023	
02.00	02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 32.407	31/07/2023	02/08/2023	
03.00	03-EXPANSÃO CALÇADA	R\$ 70.009	01/08/2023	18/08/2023	
04.00	04-RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	R\$ 9.811	21/08/2023	25/08/2023	
05.00	05-COMPLEMENTO DE PILARES	R\$ 14.119	28/08/2023	01/09/2023	
06.00	06-VIGAS DE FECHAMENTO	R\$ 31.311	28/08/2023	01/09/2023	
07.00	07-ALVENARIA DE FECHAMENTO	R\$ 694	04/09/2023	08/09/2023	
08.00	08-INSTALAÇÃO DO TELHADO	R\$ 251.966	04/09/2023	08/09/2023	
09.00	09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA	R\$ 12.065	11/09/2023	29/09/2023	
10.00	10-INSTALAÇÃO DAS PORTAS	R\$ 16.834	02/10/2023	06/10/2023	
11.00	11-REPARO DO SISTEMA ELÉTRICO	R\$ 41.038	02/10/2023	13/10/2023	
12.00	12-REVESTIMENTO DAS PAREDES	R\$ 111.981	16/10/2023	20/10/2023	
13.00	13-PISO	R\$ 97.998	23/10/2023	27/10/2023	
14.00	14-FORRO	R\$ 26.447	30/10/2023	03/11/2023	
15.00	15-PINTURA INTERNA	R\$ 60.257	06/11/2023	10/11/2023	
16.00	16-PINTURA EXTERNA	R\$ 27.383	23/10/2023	27/10/2023	
17.00	17-DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE	R\$ 718	06/11/2023	10/11/2023	

Fonte: Autores.

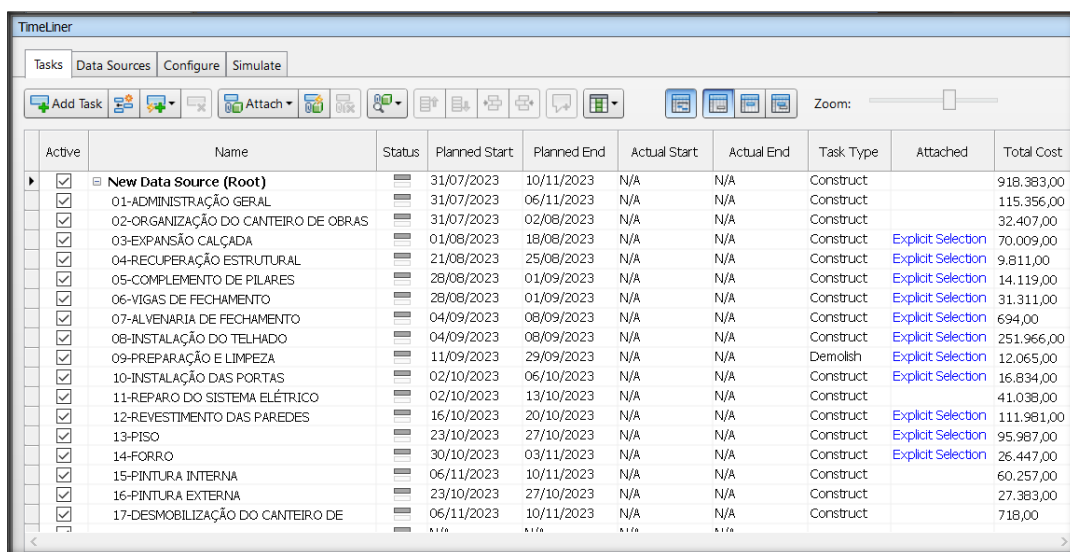
Para que os elementos possam ser associados diretamente a uma etapa e/ou atividade do cronograma foi criado o parâmetro compartilhado ID_PLANEJAMENTO, o qual foi definido no Item 10.2.1 do Capítulo 10 do presente do estudo. O código adotado para preencher o parâmetro ID_PLANEJAMENTO no modelo no *Revit* foi a numeração presente na coluna item. Feito isso, se fez necessário retornar ao modelo e preencher o parâmetro ID_PLANEJAMENTO, vale ressaltar esse procedimento foi adotado visa ilustrar uma forma de interligar uma atividade e/ou etapa da obra com elemento do modelo para geração da simulação 5D de forma mais rápida, visto que tradicionalmente a associação de elemento do modelo com uma atividade do cronograma é feita de forma manual dentro do *Navisworks*.

Um ponto importante que deve ser destacado é que uma forma de otimizar esse processo ,que está sendo realizado após criação do cronograma físico-financeiro, dentro de uma empresa é adoção de códigos padronizados para execução de cada atividade, por exemplo, execução de pilares deverá possuir um código atrelado, que seria inserido durante a modelagem e que apareceria em uma coluna do cronograma físico-financeiro, a adoção de tal medida evita a necessidade de retornar ao modelo após a execução do cronograma, que é o caso do presente estudo, também seria uma forma de evitar constante mudança caso o cronograma seja atualizado, uma vez que os códigos são padronizados e são inseridos durante o processo de modelagem.

Com os arquivos de modelagem e .cvs prontos é possível iniciar o a simulação no *Navisworks*, inserindo o modelo exportado do *Revit*, e inserindo o cronograma físico-

financeiro simplificado a *TimeLiner* do software, ao realizar tal procedimento é fundamental informar as correspondências entre colunas da *TimeLiner* do *Navisworks* com as colunas do arquivo .csv. Feito isso, para estabelecer a conexão entre os códigos armazenados na coluna *item* do cronograma físico- financeiro, que dentro do *software* está disponível na coluna *User1* e os elementos do modelo é possível utilizar o comando *Auto-Attach* e associar ao parâmetro *ID_PLANEJAMENTO*, uma vez que esse procedimento é realizado é possível na aba *Simulate*, visualizar a simulação. Esse processo pode ser verificado na Figura 69.

Figura 69: *TimeLiner* do *Navisworks*



Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	Task Type	Attached	Total Cost
☒	New Data Source (Root)		31/07/2023	10/11/2023	N/A	N/A	Construct		918.383,00
☒	01-ADMINISTRAÇÃO GERAL		31/07/2023	06/11/2023	N/A	N/A	Construct		115.356,00
☒	02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS		31/07/2023	02/08/2023	N/A	N/A	Construct		32.407,00
☒	03-EXPANSÃO CALÇADA		01/08/2023	18/08/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	70.009,00
☒	04-RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL		21/08/2023	25/08/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	9.811,00
☒	05-COMPLEMENTO DE PILARES		28/08/2023	01/09/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	14.119,00
☒	06-VIGAS DE FECHAMENTO		28/08/2023	01/09/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	31.311,00
☒	07-ALVENARIA DE FECHAMENTO		04/09/2023	08/09/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	694,00
☒	08-INSTALAÇÃO DO TELHADO		04/09/2023	08/09/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	251.966,00
☒	09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA		11/09/2023	29/09/2023	N/A	N/A	Demolish	Explicit Selection	12.065,00
☒	10-INSTALAÇÃO DAS PORTAS		02/10/2023	06/10/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	16.834,00
☒	11-REPARO DO SISTEMA ELÉTRICO		02/10/2023	13/10/2023	N/A	N/A	Construct		41.038,00
☒	12-REVESTIMENTO DAS PAREDES		16/10/2023	20/10/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	111.981,00
☒	13-PISO		23/10/2023	27/10/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	95.987,00
☒	14-FORRO		30/10/2023	03/11/2023	N/A	N/A	Construct	Explicit Selection	26.447,00
☒	15-PINTURA INTERNA		06/11/2023	10/11/2023	N/A	N/A	Construct		60.257,00
☒	16-PINTURA EXTERNA		23/10/2023	27/10/2023	N/A	N/A	Construct		27.383,00
☒	17-DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE		06/11/2023	10/11/2023	N/A	N/A	Construct		718,00

Fonte: Autores.

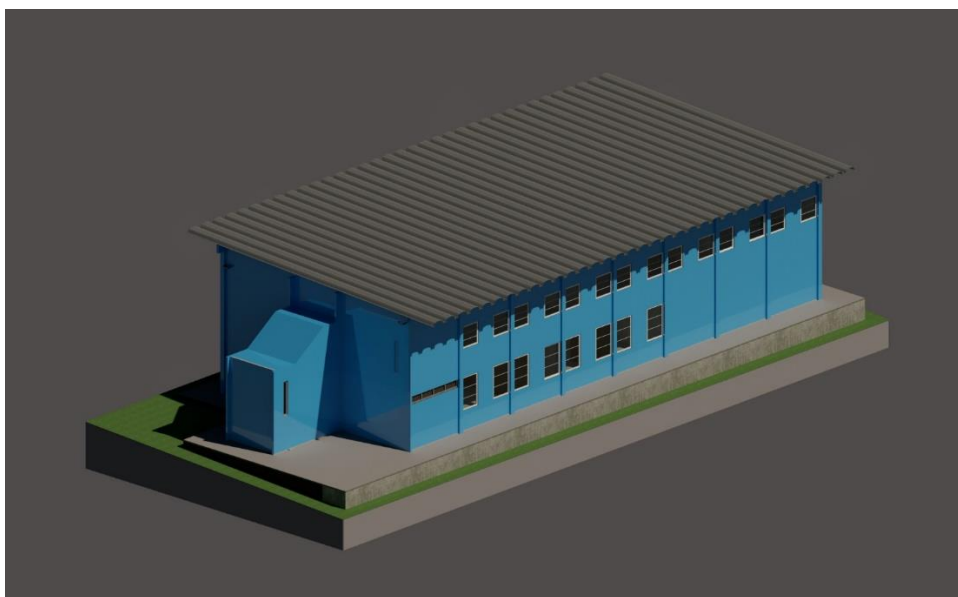
13. RESULTADOS

O presente estudo apresentou os seguintes resultados como: um modelo da edificação contendo todas as soluções propostas para os problemas detectados durante as visitas; o estabelecimento de um fluxo de trabalho que permite automatizar o processo de geração de orçamentos e cronogramas físico-financeiros; um modelo simplificado de orçamento e cronograma físico-financeiro para a proposta de reforma do LDN; e a elaboração de uma simulação 5D simplificada de todo o processo de reforma.

13.1. Modelo final da proposta de reforma.

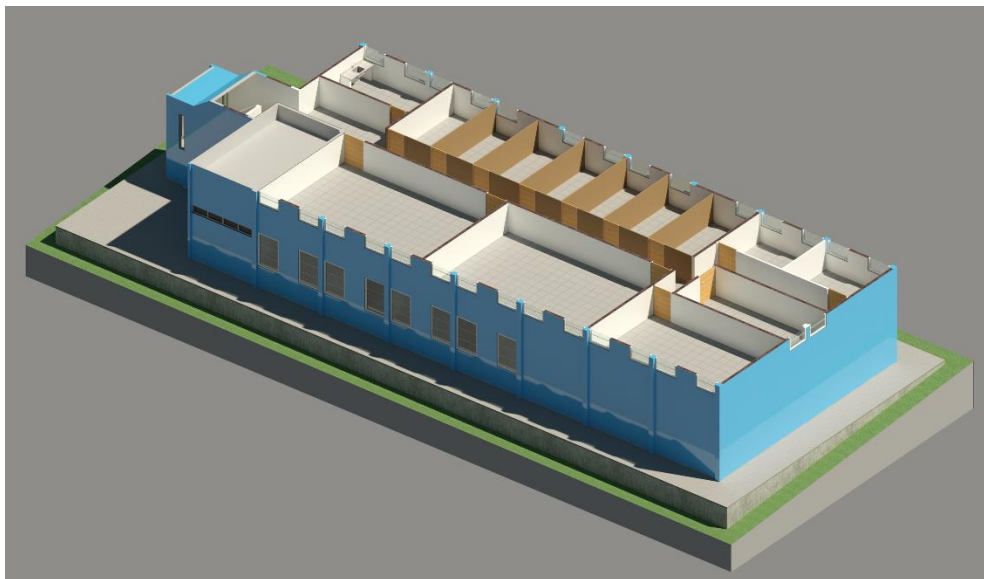
Após a modelagem das soluções propostas para a reforma do LDN, foi possível obter um modelo com um nível de detalhamento estimado LOD 350, contendo informações de fundamental importância para o processo de orçamentação, como os quantitativos necessários para o orçamento, presentes nas tabelas do modelo. Esse modelo pode ser observado na Figura 70, na Figura 71 e na Figura 72. Além das informações referentes às bases e códigos orçamentários, para os elementos que fazem parte das soluções propostas e que se encontram presentes na modelagem. O modelo está disponível para download no link presente no Apêndice G, seu uso é permitido, exclusivamente, para uso interno da Universidade Federal de Pernambuco e para futuros estudos relacionados ao LDN ou à aplicação da metodologia BIM de forma geral.

Figura 70: Modelo final com soluções implementadas - Perspectiva



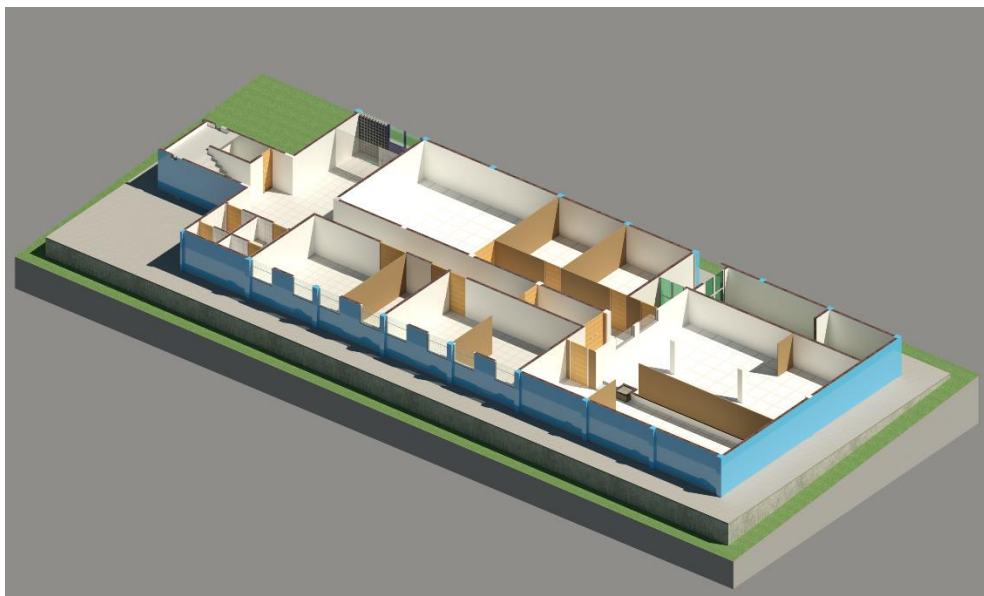
Fonte: Autores.

Figura 71: Modelo final com soluções implementadas – Primeiro Andar



Fonte: Autores.

Figura 72: Modelo final com soluções implementadas – Térreo

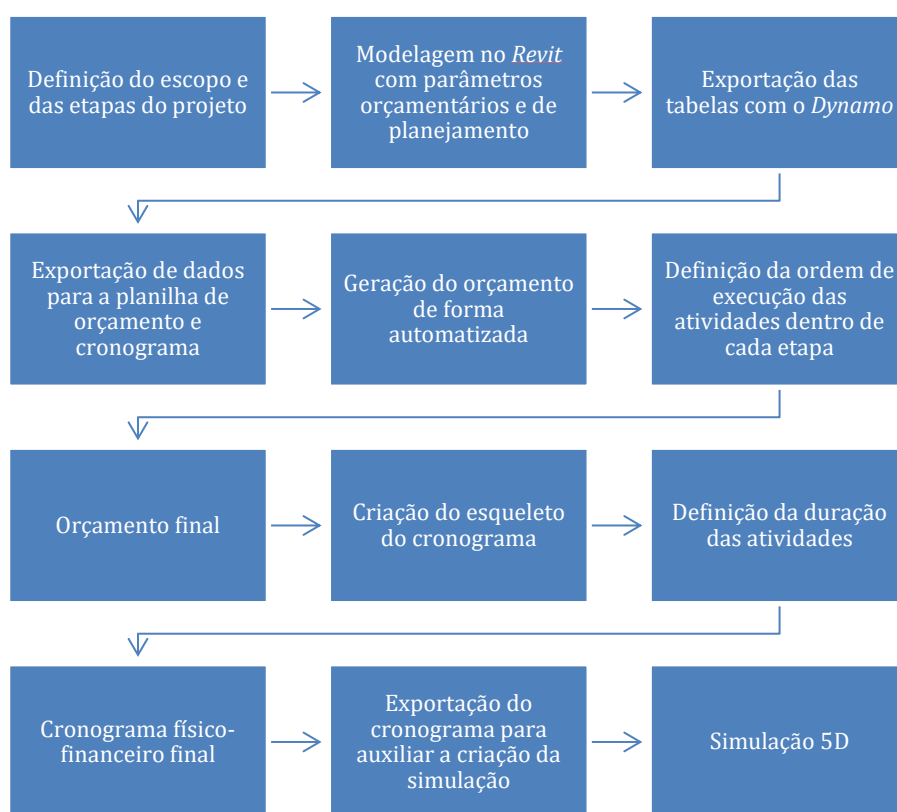


Fonte: Autores.

13.2. O fluxo de trabalho

Ao final do desenvolvimento do estudo, foi possível estabelecer um fluxo funcional que auxilia na geração automatizada do orçamento e do cronograma físico-financeiro. O fluxo consiste em: a partir da modelagem contendo os parâmetros definidos no Item 10.2, extrair as tabelas contendo os quantitativos e os parâmetros por meio da rotina Dynamo e agrupá-las em uma única planilha. Esses dados preenchem a planilha desenvolvida no Capítulo 11, responsável pela automação do processo de orçamentação e criação do cronograma. Como resultado, a planilha retorna um orçamento e um cronograma físico-financeiro, que podem ser utilizados como base para a criação de uma simulação 5D no *Navisworks*. A Figura 73 ilustra o fluxo estabelecido.

Figura 73: Fluxo de trabalho.



Fonte: Autores.

13.3. O orçamento

Após a importação dos dados, foi possível atribuir as informações das bases de dados às que vieram do *Revit* e organizar esses dados em um orçamento agrupado conforme as etapas construtivas, calculando o valor de total de cada etapa, o que pode ser verificado na Tabela 18. O valor total estimado para o orçamento foi de R\$ 736.315,60 e,

ao acrescentar um BDI de 25% passa a ser R\$ 920.394,50. Vale ressaltar que esse valor certamente sofrerá um aumento devido à variação da inflação, reajuste da construção civil prevista para o mês de maio e possíveis tarefas que possam surgir com o desenvolvimento do presente trabalho. O custo de cada etapa é exibido pela Tabela 18 e orçamento final pode ser encontrado no Apêndice B.

Tabela 18: Custos das etapas construtivas.

Item	Descrição	Custo
01.00	01-ADMINISTRAÇÃO GERAL	R\$ 115.356,86
02.00	02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 32.407,86
03.00	03-EXPANSÃO CALÇADA	R\$ 70.009,58
04.00	04-RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL	R\$ 9.811,59
05.00	05-COMPLEMENTO DE PILARES	R\$ 14.119,73
06.00	06-VIGAS DE FECHAMENTO	R\$ 31.311,36
07.00	07-ALVENARIA DE FECHAMENTO	R\$ 694,78
08.00	08-INSTALAÇÃO DO TELHADO	R\$ 251.966,36
09.00	09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA	R\$ 12.065,75
10.00	10-INSTALAÇÃO DAS PORTAS	R\$ 16.834,83
11.00	11-REPARO DO SISTEMA ELÉTRICO	R\$ 41.038,48
12.00	12-REVESTIMENTO DAS PAREDES	R\$ 111.981,43
13.00	13-PISO	R\$ 97.988,26
14.00	14-FORRO	R\$ 26.447,22
15.00	15-PINTURA INTERNA	R\$ 60.257,70
16.00	16-PINTURA EXTERNA	R\$ 27.383,90
17.00	17-DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 718,82

Fonte: Autores.

13.4. O cronograma físico-financeiro

A partir da elaboração do orçamento, a planilha gerou um cronograma organizado conforme a classificação definida pelo usuário na aba orçamento. O tempo estimado para a realização da reforma, de acordo com a planilha, foi de 99 dias, mas esse valor também conta sábados e domingos, então serão 71 dias caso sejam desconsiderados. Como dito anteriormente, esse cronograma foi feito para ser meramente um exemplo e demonstrar a funcionalidade da planilha, o que pode ser observado na

Figura 74. O cronograma final está presente no Apêndice D. A planilha contendo o orçamento e o cronograma também está disponível para download no link presente no Apêndice G, seu uso é permitido, exclusivamente, para uso interno da Universidade

Federal de Pernambuco e para futuros estudos relacionados ao LDN ou à aplicação da metodologia BIM de forma geral.

Figura 74: Exemplo do uso do cronograma.

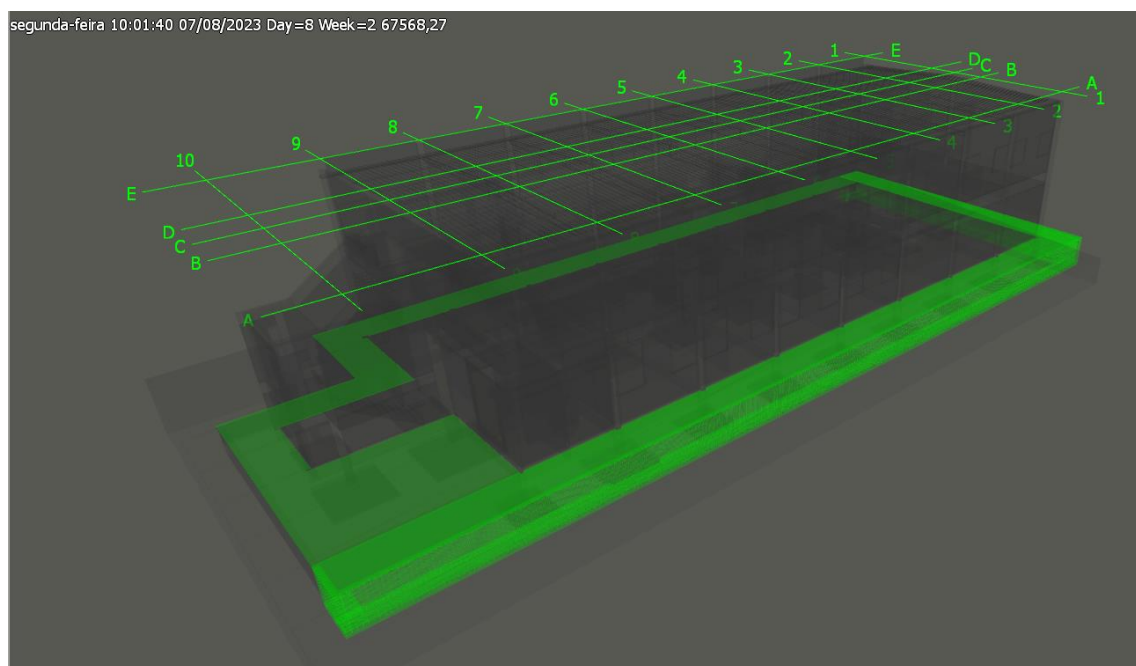
TAREFA	CUSTO TOTAL	QUANTIDADE	QUANTIDADE EXECUTADA	PROGRESSO	VALOR GASTO	VALOR ESPERADO	DIFERENÇA	INÍCIO	TÉRMINO	DIAS	s	t	a	q	s	d	s	t	a	q	s
01-ADMINISTRAÇÃO GERAL	R\$ 115.356,86							31/07/2023	06/11/2023	99											
ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR COM ENCARGO	R\$ 72.747,00	3	0,5	17%	R\$ 12.500,00	R\$ 12.124,50	-R\$ 375,50	31/07/2023	06/11/2023	99											
ENCARREGADO GERAL DE OBRAS COM ENCARGOS CC	R\$ 25.449,19	3	0,5	17%	R\$ 4.000,00	R\$ 4.241,53	R\$ 241,53	31/07/2023	06/11/2023	99											
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO COM ENCAI	R\$ 17.160,68	3	0,25	8%	R\$ 1.500,00	R\$ 1.430,06	-R\$ 69,94	31/07/2023	06/11/2023	99											
02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 32.407,86							31/07/2023	02/08/2023	3											
TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018	R\$ 32.407,86	203,2		0%		R\$ -	R\$ -	31/07/2023	02/08/2023	3											

Fonte: Autores.

13.5. A simulação 5D

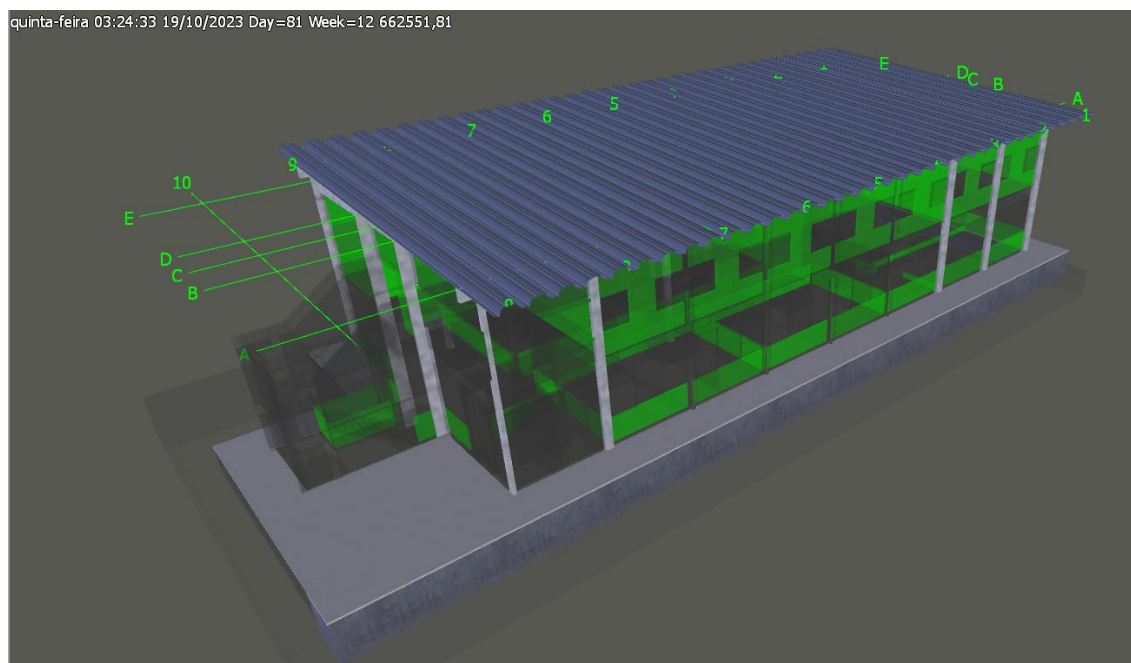
Um dos resultados obtidos com o desenvolvimento do estudo foi a simulação 5D, a qual se trata de uma simulação simplificada. Seu desenvolvimento é detalhado no Capítulo 12. Por ser simplificada, a simulação levou em conta apenas as etapas da obra definidas previamente. No entanto, nada impede que ela possa ser realizada levando em consideração cada tarefa de forma individual. Com o uso de códigos predefinidos para cada atividade, os quais devem ser inseridos ainda durante o processo de modelagem, a união do cronograma e o modelo, ambos contendo essa codificação dentro do *Navisworks*, torna-se muito mais rápida. As Figura 75 e Figura 76 mostram diferentes etapas da simulação.

Figura 75: Simulação 5D – Semana 2



Fonte: Autores.

Figura 76: Simulação 5D – Semana 12



Fonte: Autores.

14. CONCLUSÃO

Ao analisar a influência das soluções adotadas neste estudo, foi possível concluir que a estrutura não suportaria o novo carregamento, então, para que elas possam ser aplicadas, é necessário realizar um novo estudo levando em consideração o reforço de alguns elementos da estrutura do LDN para que a estrutura como um todo possa atender aos requisitos de segurança estabelecidos pela NBR 6118 (2014).

Das lajes analisadas, L1, L2, L5, L8, L9 e L10 não atenderam aos requisitos mínimos para a verificação do momento no centro do vão. Para a verificação das bordas na direção x, apenas a L8 ficou abaixo do necessário e, para a direção y, somente L8 e L16 atenderam ao requisito. Em um possível estudo para reforço estrutural, para as lajes, é essencial verificar sua espessura real e confirmar se as armações nelas correspondem às indicadas no projeto original. Uma outra possibilidade é verificar as espessuras das paredes e sua composição, a fim de obter valores de carregamento mais precisos e realizar uma nova análise com esses dados. Além disso, é recomendado realizar uma verificação da estrutura substituindo as paredes que estão apoiadas nas lajes por divisórias, a fim de avaliar se a estrutura atende aos requisitos.

Para as vigas avaliadas, nenhuma apresentou problemas em relação ao esforço cortante, mas as vigas V4, V8, V9, V10, V12, V13 e V17 do primeiro andar não passaram na verificação do momento fletor. Da mesma forma que foi sugerido para lajes, para um possível estudo de um reforço estrutural, é necessário realizar uma investigação mais detalhada nas vigas, especialmente naquelas que não estão atendendo às verificações. Essa análise aprofundada pode resultar na constatação de que não é necessário realizar reforços.

Já para os pilares, todos os analisados não apresentaram problemas.

Embora, após as verificações realizadas nesse estudo, alguns elementos da estrutura não suportem as modificações sem a realização de uma intervenção, optou-se por prosseguir o trabalho com as soluções propostas sem considerar o reforço da estrutura, visto que um dos objetivos deste trabalho era estabelecer um fluxo de trabalho usando a metodologia BIM de forma a automatizar o processo de orçamentação e planejamento da obra e, com isso, gerar uma simulação 5D, o que acabou sendo realizado.

Apesar de existirem programas que façam a ligação entre o modelo do *Revit* e o orçamento, a maioria deles requer uma licença paga para uso, como o *Orçafascio* que permite ao usuário criar orçamentos, composições e insumos com base no SINAPI

gratuitamente, mas oferece licenças para outros serviços de forma paga. O intuito da planilha criada neste trabalho é oferecer uma forma de realizar isso de maneira simples e gratuita, oferecendo ao usuário a possibilidade de organizar os dados da forma que queira.

Em uma comparação simples, a planilha oferece quatro serviços que são pagos no *Orçafascio*, ela permite o uso de múltiplas bases de dados, trabalha com informações do modelo, elabora um orçamento e organiza um cronograma. Embora seja capaz disso, a planilha não trabalha melhor que cada serviço pago citado do programa, tendo em vista que os bancos de dados têm que ser inseridos e atualizados na planilha um a um, que recebe os dados do modelo por meio de uma planilha intermediária, que a planilha não fornece relatórios detalhados como curvas ABC de insumos e serviços e orçamentos analíticos e que o cronograma gerado ainda necessita de entrada de dados manuais. Em compensação, a planilha oferece estes serviços gratuitamente, enquanto cada um deles teria uma licença própria no *Orçafascio*. Além disso, a versão gratuita tem um limite de 50 itens ou R\$ 100.000,00 por orçamento criado.

Algumas sugestões de pesquisas futuras para melhorar esse estudo:

- Análise e implementação das plantas elétricas e hidrossanitárias no modelo 3D elaborado no estudo;
- Verificação do estado das fundações;
- Coletar e estudar amostras de concreto da estrutura;
- Elaboração de um projeto de reforço estrutural;
- Desenvolver o método usando *PowerBI* ao invés do *Excel*;
- Criar um *plugin* para o Revit que execute essa função;
- Desenvolver um método para a criação de um orçamento analítico;
- Estabelecer um método para calcular a duração média de um serviço a partir da quantidade orçada e da mão-de-obra disponível.

REFERÊNCIAS

- 2022 BIM Documents Guide. **AIA**, 2023. Disponível em: <https://learn.aiacontracts.com/articles/6524822-2022-bim-documents-guide/>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118/2014, **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6120/2019, **Ações para o cálculo de estruturas de edificações**.
- AS dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D e 10D. **BibLus**. 17 abr. 2018. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>. Acesso em: 23 mai. 2023.
- AUTODESK. In: **Como o Dynamo é Capaz de Otimizar Fluxos de Trabalho em Escritórios de Arquitetura**. [S. l.]: JULIANA CONDE, 20 dez. 2019. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/mundoaec/como-o-uso-do-dynamo-e-capaz-de-otimizar-fluxos-de-trabalho-01-programflow-png/#:~:text=Dynamo%20Revit%20%C3%A9%20uma%20plataforma,de%20projeto%20e%20ampla%20interoperabilidade>. Acesso em: 4 abr. 2023.
- BIM (LOD) 100 - 500 no Ciclo de Vida do Projeto de Construção, **Zygorat Global Institute of Technology**, 2021. Disponível em: <https://www.e-zygorat.com/blog/pt-br/lo-100-500-ciclo-vida-projeto-construcao/#:~:text=LOD%20350%20-%20Etapa%20da%20Documentação,com%20gráficos%20e%20memórias%20textuais>. Acesso em: 17 mai. 2023.
- CAPORRINO, C. F. **Patologia em Alvenarias**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- CONCRETE on Steel Decking Design. **Raised Floor Solutions**, 2022. Disponível em: <https://www.raisedfloor.co.uk/design/>. Acesso em: 03 mai. 2023.
- EASTMAN, C. *et al.* **Manual de Bim: Uma Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Construtores e Incorporadores**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FRANÇA, Alessandra A. V. *et al.* Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Téchne**, Curitiba, PR, 174ª Edição. p. 72-77, 09, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342064783_Patologia_das_Construcoes_-_Uma_especialidade_da_Engenharia_Civil. Acesso em: 18 mai. 2023.
- GRUSKA, C. F. G. G.; MARINHO, R. C.; VERAS, Y. M.; BARROS NETO, J. de P.. **Tendências e aplicações de BIM no orçamento e planejamento da construção civil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–8. DOI: 10.46421/sbtic.v2i00.171. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/171>. Acesso em: 03 mai. 2023.
- GUIDE, Instructions, and Commentary to the 2013 AIA Digital Practice Documents. **AIA**, 2023. Disponível em: <https://learn.aiacontracts.com/articles/69541-guide-instructions->

and-commentary-to-the-2013-aia-digital-practice-documents/?_gl=1%2A1o95qnb%2A_ga%2AMTg5NDk0ODEuMTY4MzExOTE5MA..%2A_ga_E3VWY9JRK3%2AMTY4MzExOTE4OS4xLjEuMTY4MzExOTE4OS42MC4wLjA. Acesso em: 30 abr. 2023.

MANUAL Técnico IMAP-850. **Telaport**. Recife, 2004. Disponível em: <http://www.telaport.com.br/downloads.php>. Último Acesso: 03 mai. 2023.

MATILDES, Caio M. . **CONCRETO ARMADO E SUAS PATOLOGIAS**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXXII, Nº. 000225, 06/09/2022. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/concreto-armado-e-suas-patologias>. Acessado em: 23/05/2023.

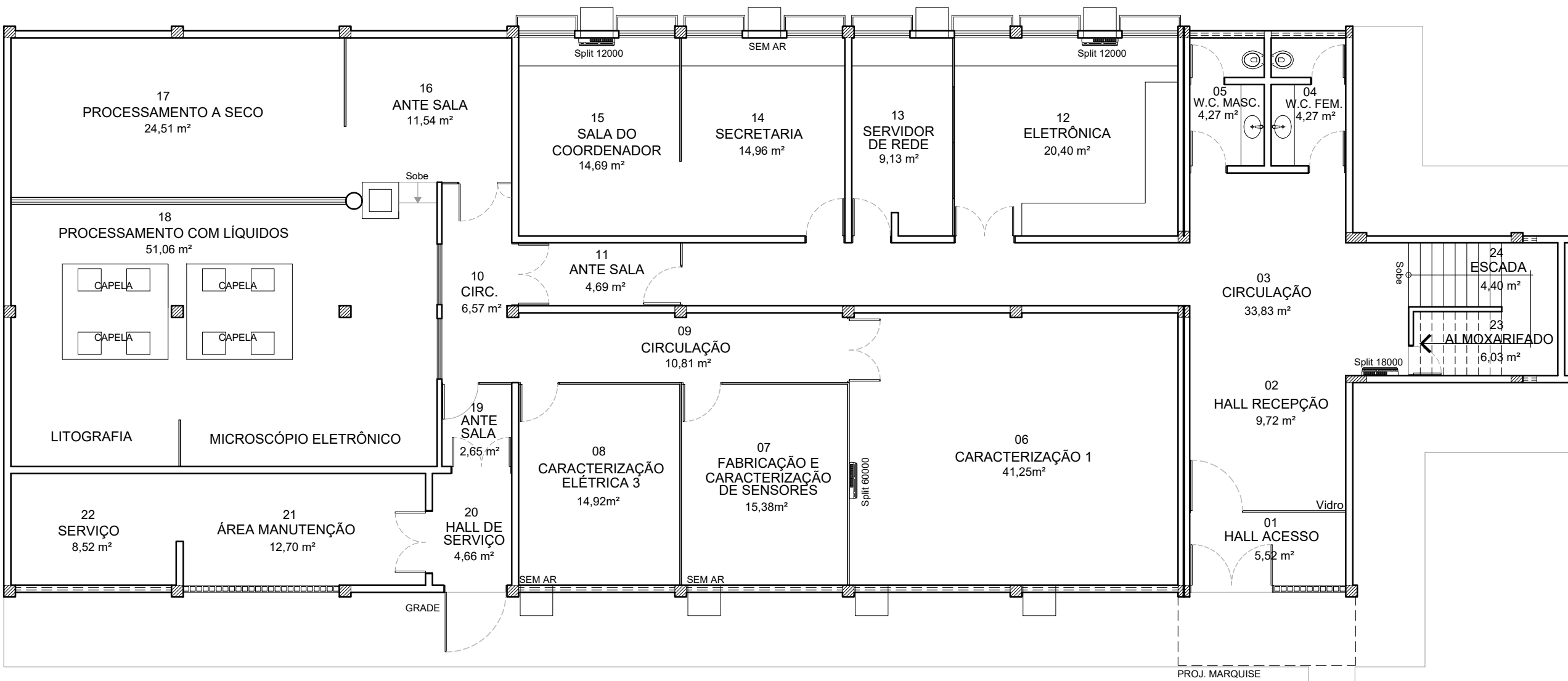
O que é a BIM | Modelagem de informação da construção. **Autodesk**, 2023. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>. Acesso em: 03 mai. 2023.

PATOLOGIAS na construção civil: Como evitar. **Mobuss Construção**, 2023. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/patologias-na-construcao-civil/#:~:text=O%20que%20são%20patologias%20na,cumprimento%20de%20leis%20e%20normas>. Acesso em: 01 mai. 2023.

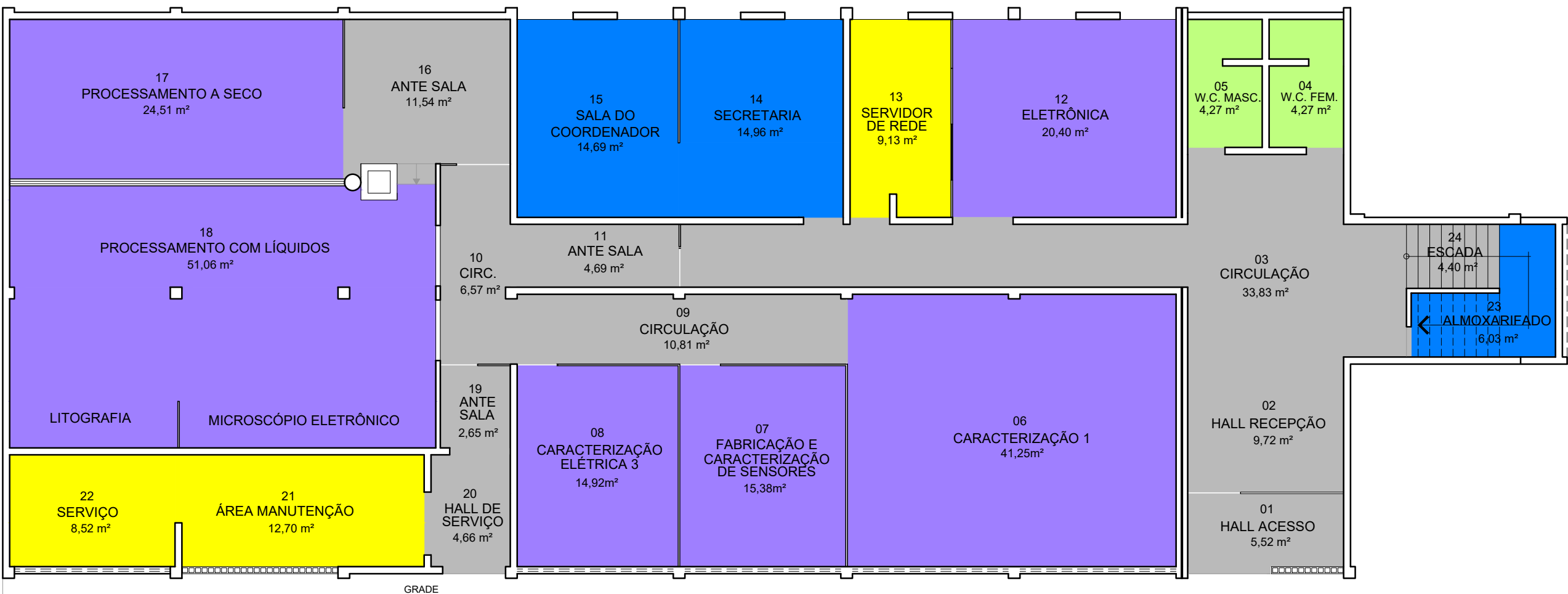
TAGLIANI, Simone. As 9 patologias mais comuns da construção civil. **Engenharia 360**. Disponível em: <https://engenharia360.com/patologias-mais-comuns-nas-construcoes/>. Acesso em: 01 mai. 2023.

THE advantages of BIM and its future. **First in Architecture**, 2019. Disponível em: <https://www.firstinarchitecture.co.uk/the-advantages-of-bim-and-its-future/>. Acesso em: 03 mai. 2023.

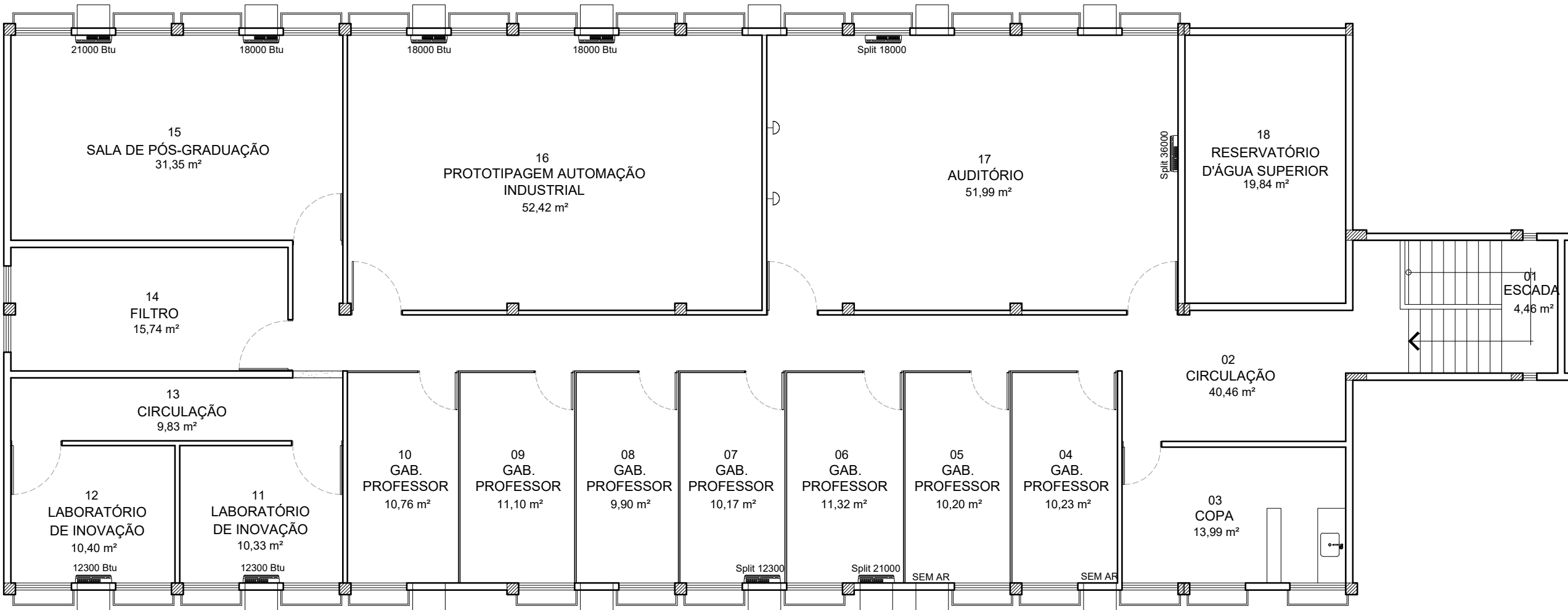
ANEXO A – PLANTA ARQUITETÔNICA DO LDN



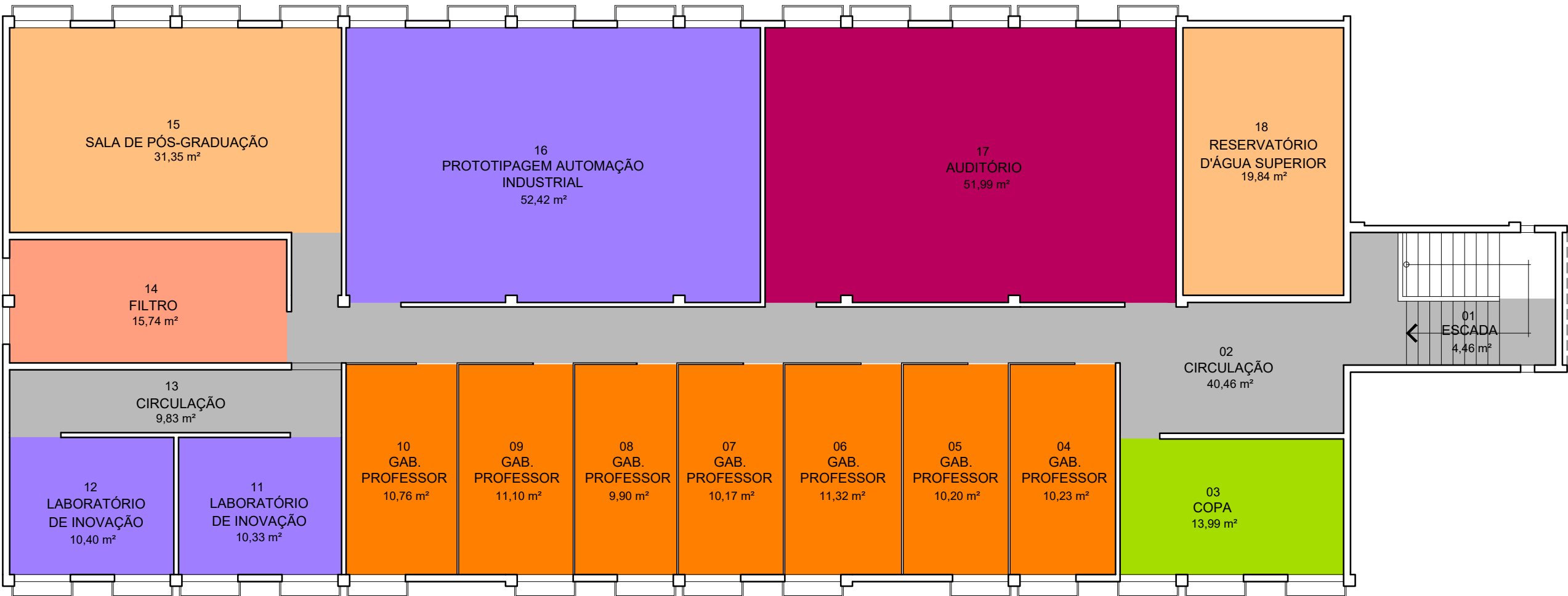
PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO
ESC 1/100



PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO
ESC 1/100



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESC 1/100



PLANTA BAIXA 2º PAVIMENTO
ESC 1/100

ÁREA DE CONSTRUÇÃO 1º PAV = 363,70m²
ÁREA DE CONSTRUÇÃO 2º PAV = 363,70m²
ÁREA DE CONSTRUÇÃO TOTAL = 727,40m²

OBSERVAÇÕES		NOTAS GERAIS		ESCRITÓRIO TÉCNICO RESPONSÁVEL		RESPONSÁVEIS TÉCNICOS		UFPE PREFEITURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO COORDENAÇÃO DE CADASTRO DE BENS IMÓVEIS	
Atualização realizada em Dezembro de 2014 pelas estagiárias Andrea Gonçalves e Jéssica Luna				C.C.B.I - COORDENAÇÃO DE CADASTRO DE BENS IMÓVEIS		entidade etr nome assinatura função CREA/CAU		CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS - L.D.N	
Leda\Patrimonio\Inventário\2013\CTG				PCU - PREFEITURA DA CIDADE UNIVERSITÁRIA		elaboração C. C. B. I. - ANDERSON MELO C. C. B. I. C. C. B. I.		objeto do serviço técnico	
						aprovação C. C. B. I. - P. C. U. - U. F. PE. -		PLANTA BAIXA - LEVANTAMENTO título do documento	
								ATUALIZAÇÃO versão	
								1 / 100 escala	
								27/09/2018 revisão	
								727,40 m² área de construção	
								SETEMBRO 2018 data	
								ARQUITETURA área técnica	



Emitido em 27/09/2018

PLANTA BAIXA Nº 3/2018 - CCBI (11.97.07)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 19/07/2022 12:11)

MARINA DE SANTANA CAPANO

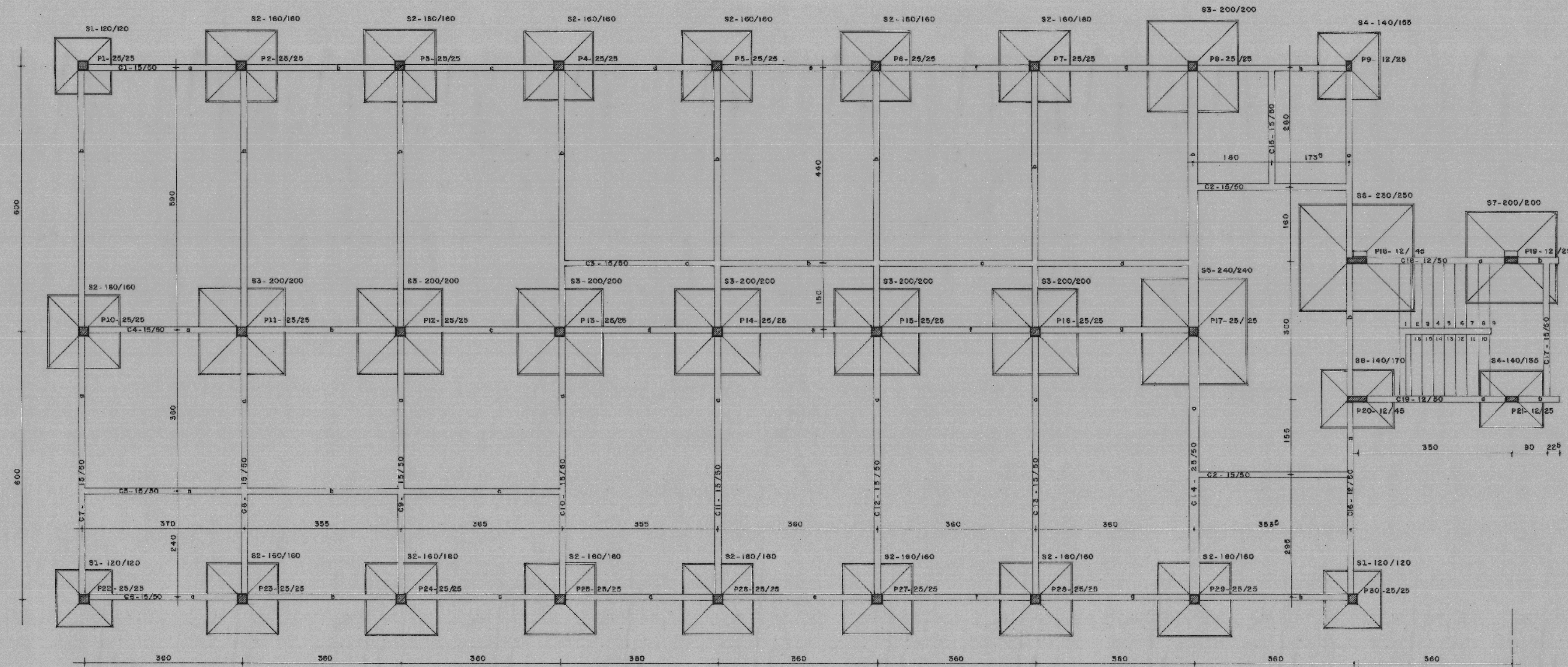
COORDENADOR - TITULAR

CCBI (11.97.07)

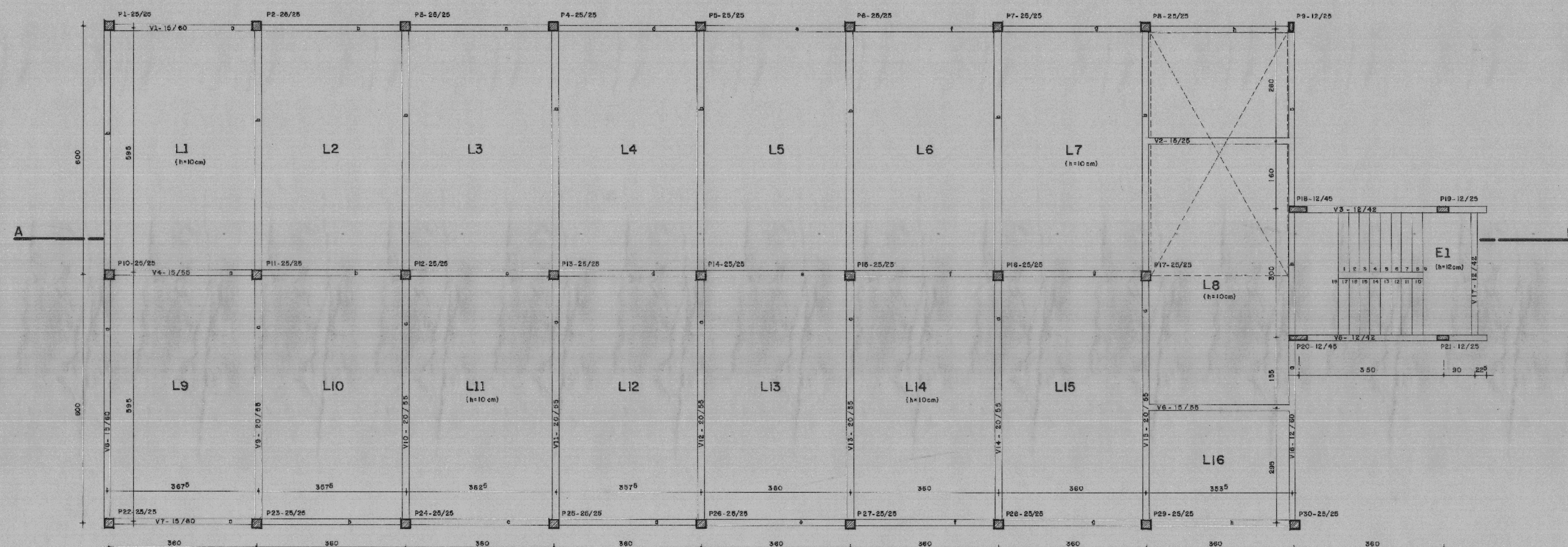
Matrícula: 3122359

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <http://sipac.ufpe.br/documentos/> informando seu número: **3**,
ano: **2018**, tipo: **PLANTA BAIXA**, data de emissão: **19/07/2022** e o código de verificação: **619c0ccbd7**

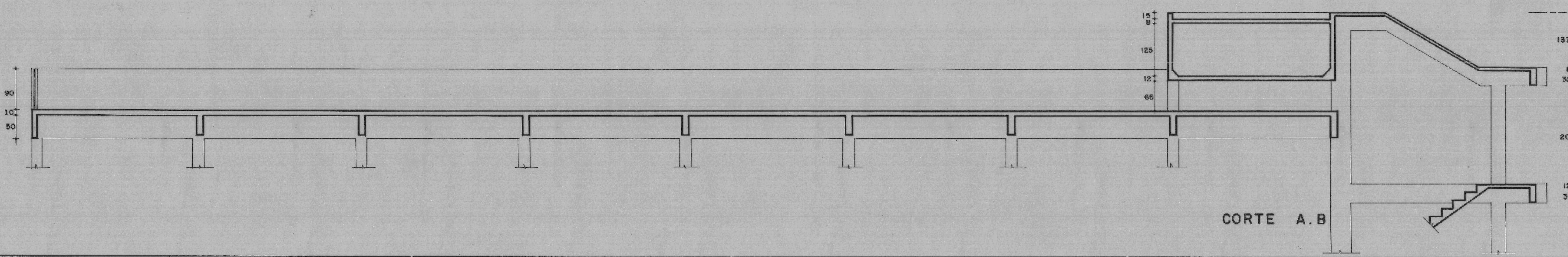
ANEXO B – PLANTAS ESTRUTURAIS DO LDN



FORMA DA FUNDAÇÃO



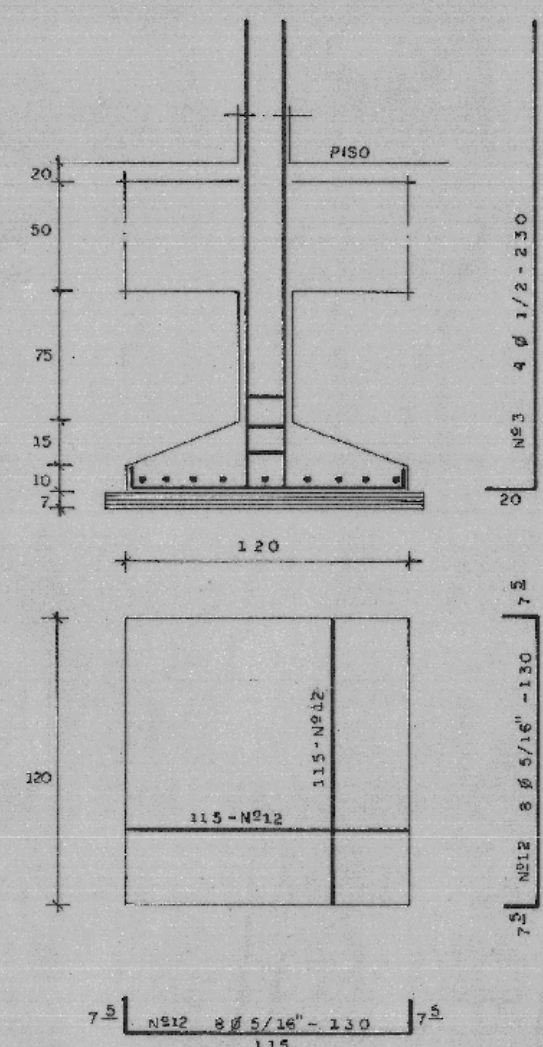
FORMA DA COBERTA



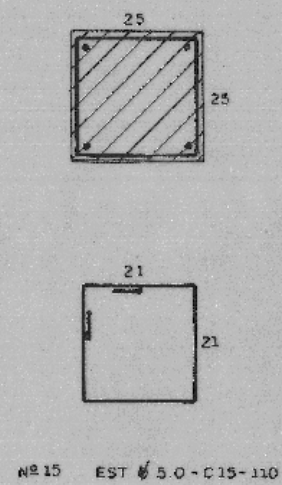
CORTE A.B

revisões					documentos de referência					escritório técnico responsável					responsáveis técnicos					ESTADO DE PERNAMBUCO				
número	discriminação das alterações	assinatura	função	data	ordem de execução nº	autor	discriminação	local	data	carimbo	nome	função	data	data	nome	função	data	data	data	nome	função	data	data	data
01					01						PROPLAN	PRÓ REITORIA DE PLANEJAMENTO			PROPLAN	LUCIANO LÔBO	ENGENHEIRO	1276 D-PE/PN	ABRIL / 85	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	GERAL			
															PROPLAN	LILIA DE CASTRO LÔBO	ENGENHEIRO	1396B D-PE/PN	ABRIL / 85	IMPLANTACÃO DO LABORATÓRIO DE ESTUDOS ENERGETICOS - 11 L.A.	ESTRUTURA			
															PROPLAN	LETTY HESEL LÔBO	ENGENHEIRO		ABRIL / 85	PROJETO EXECUTIVO PRIMEIRA	DESENHO TÉCNICO			
															PROPLAN	SILVANA MELO	DESENHISTA		ABRIL / 85	FORMAS DA FUNDAÇÃO E COBERTA	1 / 50			
															PROPLAN	ANTONIO PEDRO PINA DIENER	COORD. D.F.		ABRIL / 85					
															PROPLAN	DONALDO GOMES BASTOS	PRO-REITOR		ABRIL / 85					
															U.F.P.E.	GEORGE BROWN REGO	REITOR		ABRIL / 85					

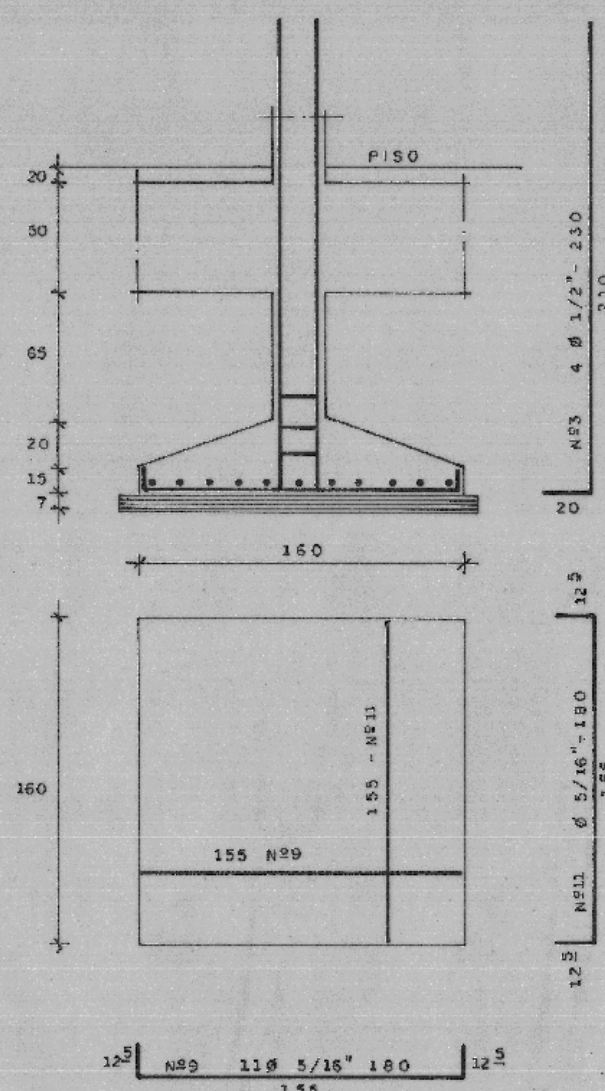
3 S1 (120/120)



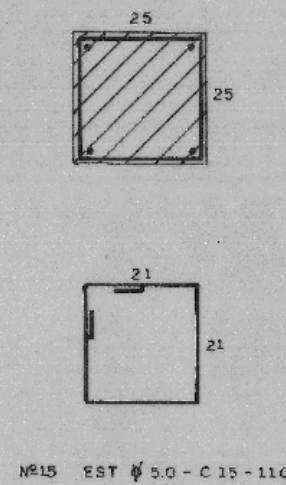
P1-P22-P30 (3x)



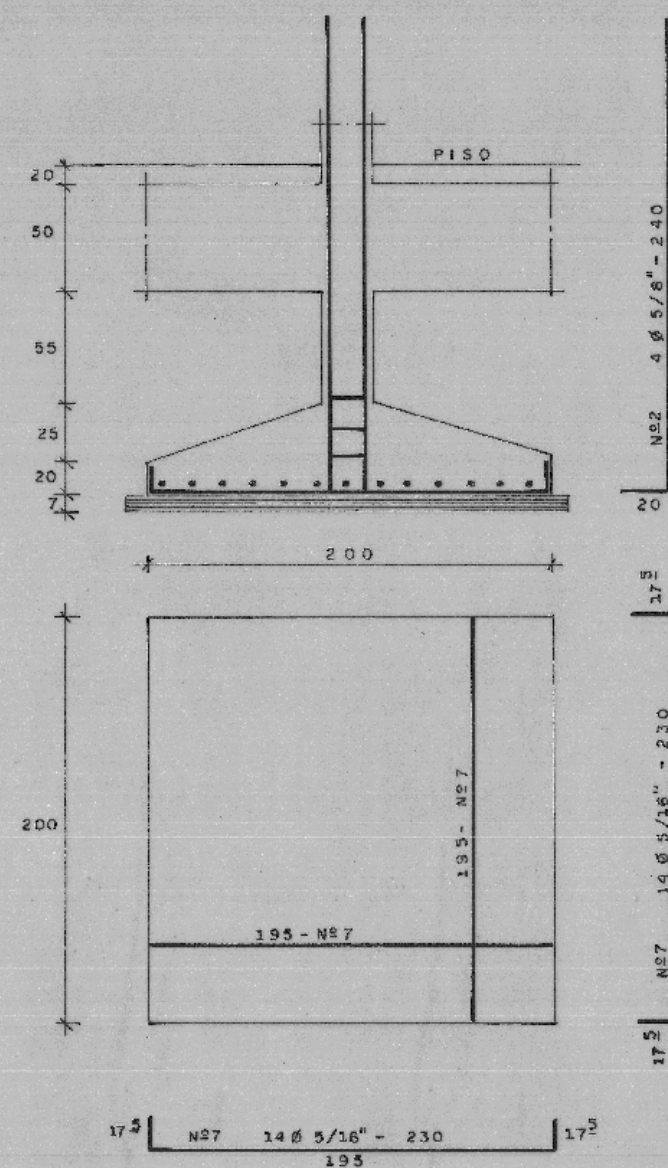
14 S2 (160/160)



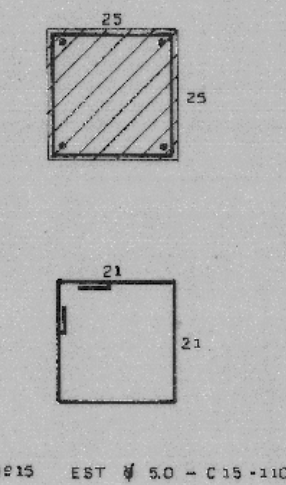
P2-P3-P4-P5-P6-P7-P10-P23-P24-P25-P26-P27-P28-P29 (14x)



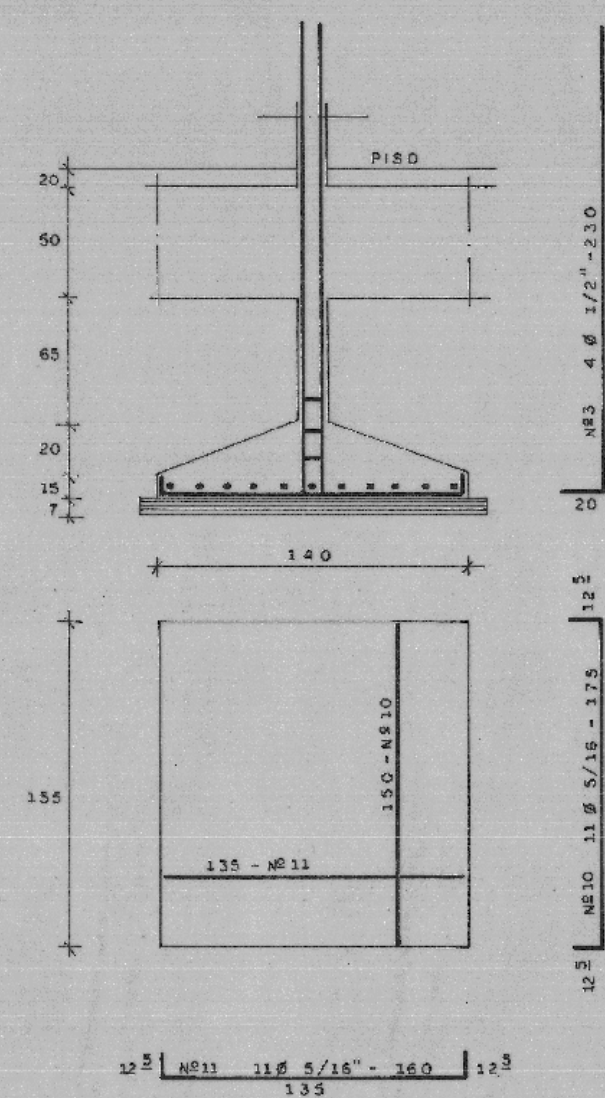
7 S3 (200/200)



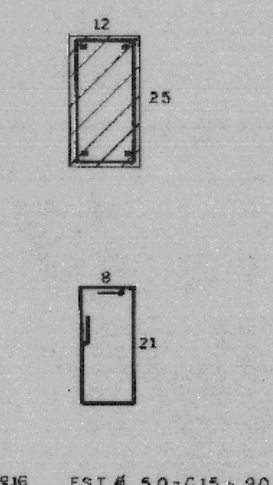
P8-P11-P12-P13-P14-P15eP16 (7x)



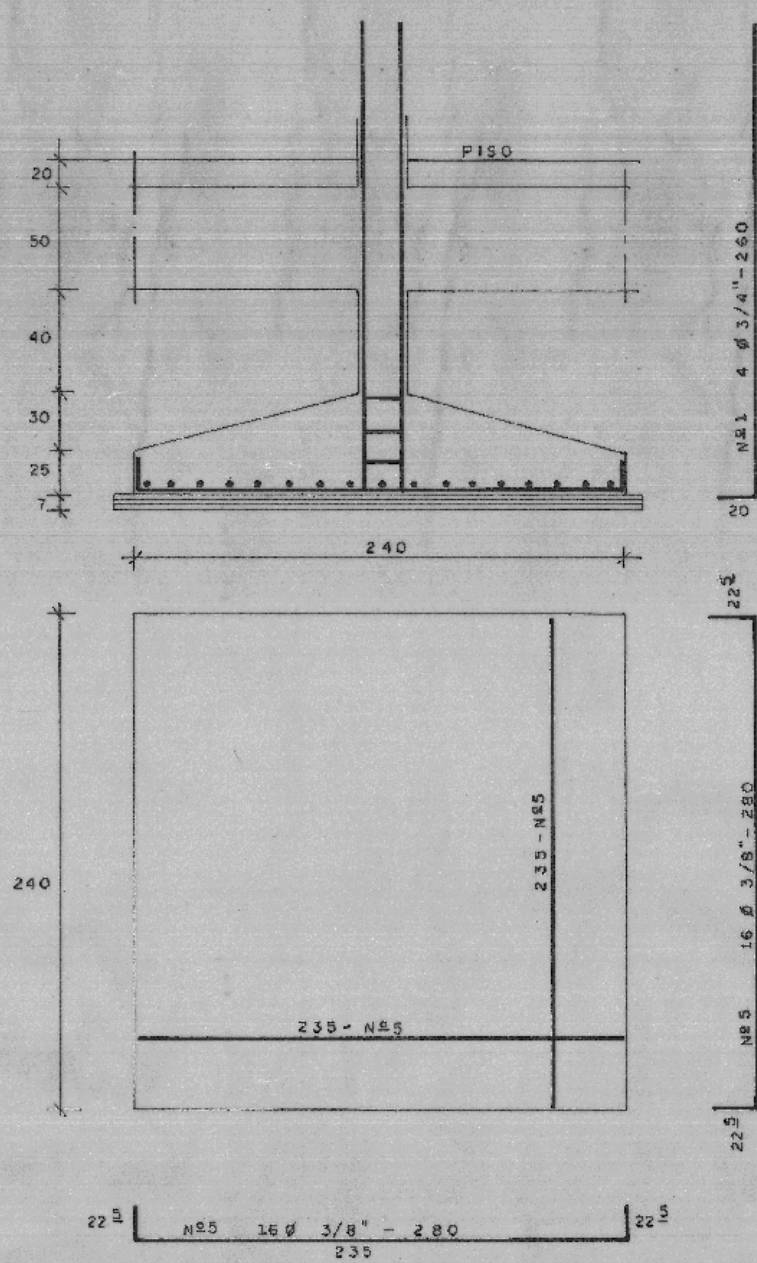
2 S4 (140/155)



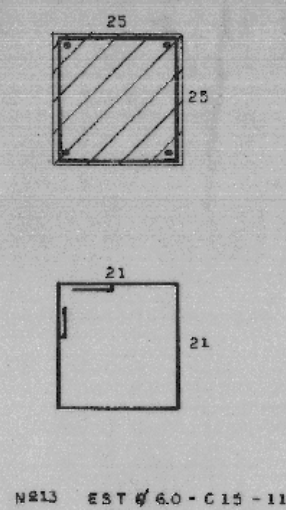
P9e P21 (2x)



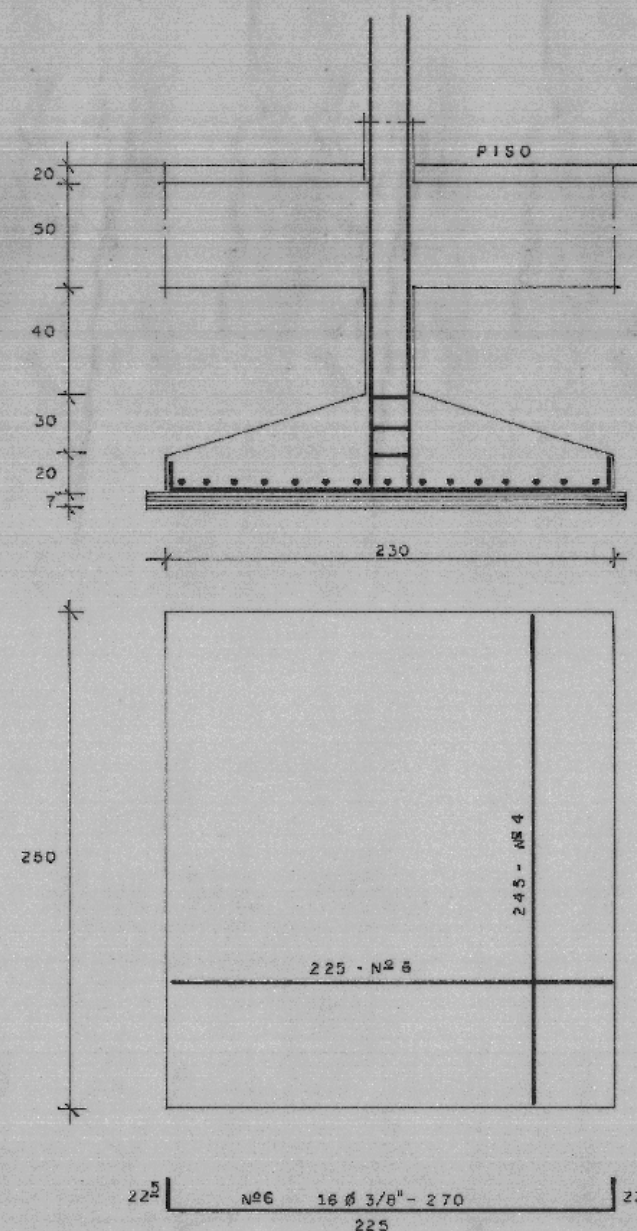
1 S5 (240/240)



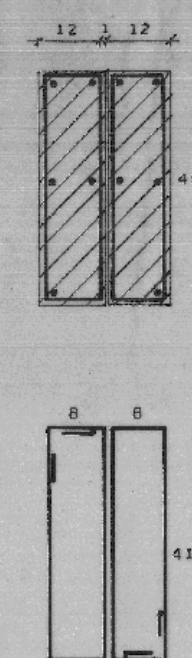
P17 (1x)



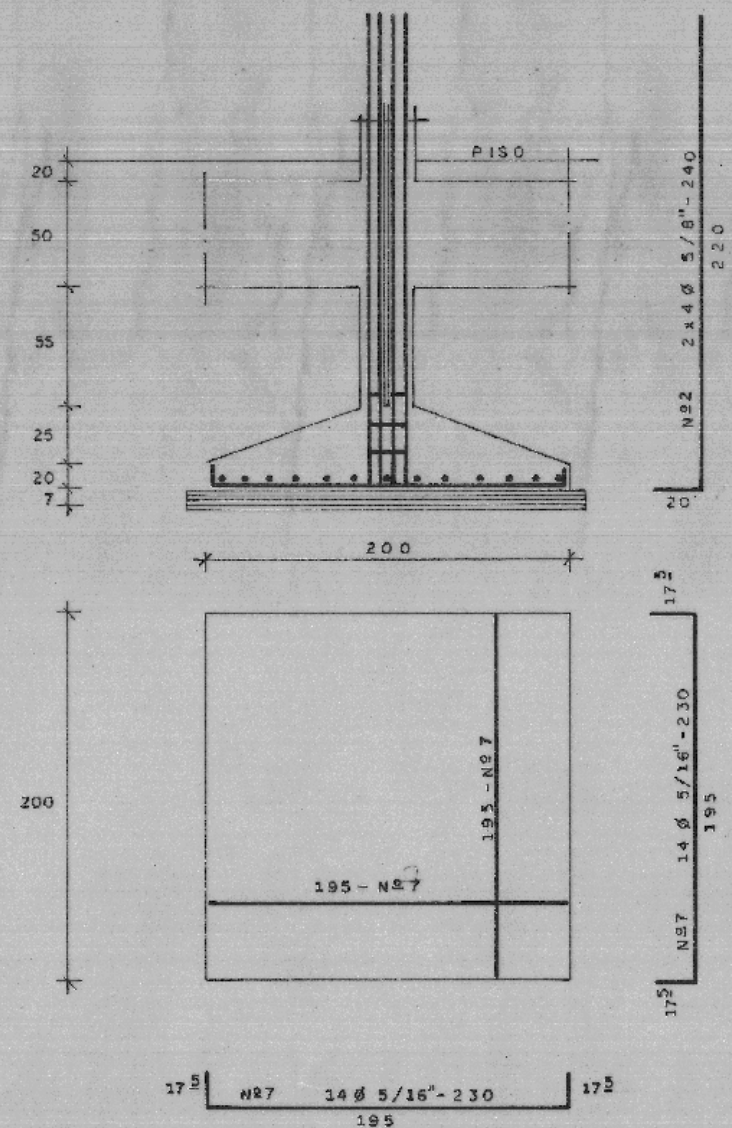
1 S6 (230/250)



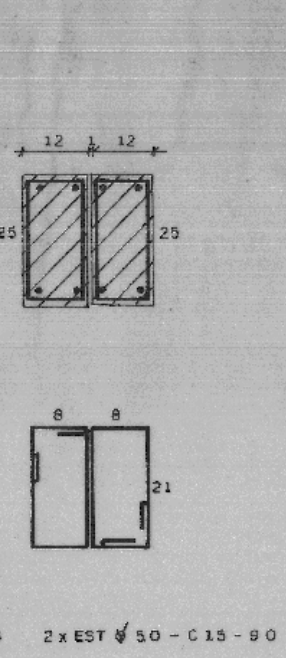
P18e Pilar do Bloco B (2x)



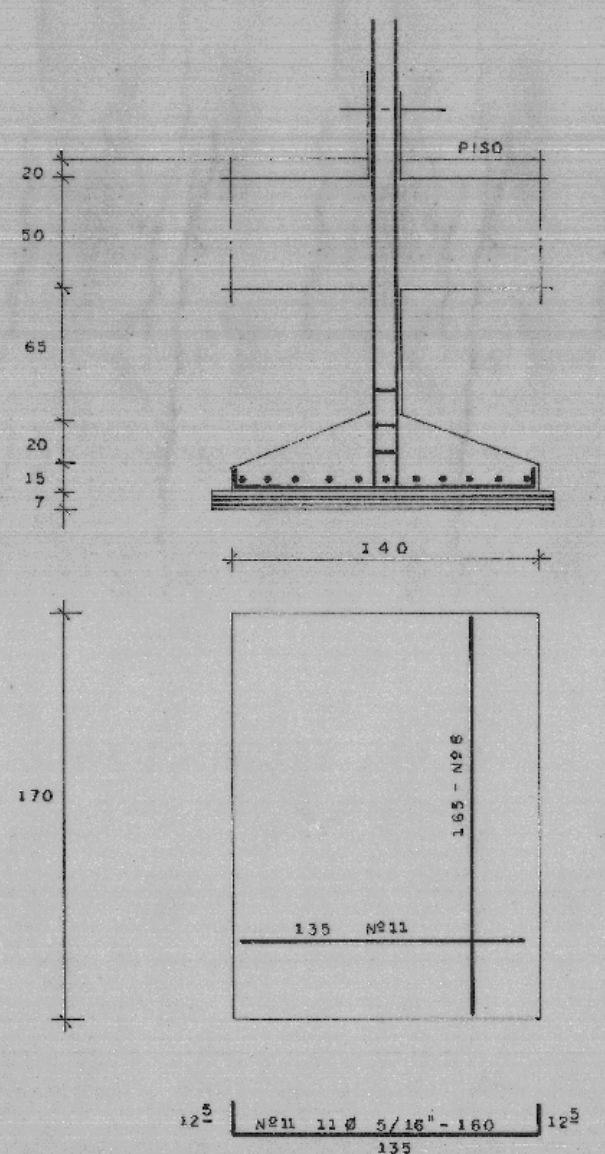
1 S7 (200/200)



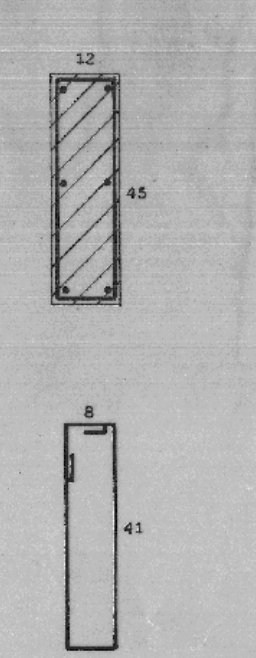
P19e Pilar do Bloco B (2x)



1 S8 (140/170)



P20 (12/45)



Nº	COMP.	QUANT.	PESO
1	3A	2.60	2.30
2	5/8"	2.40	4.80
3	3/4"	2.30	8.20
4	2.90	1.60	
5	2.80	3.20	
6	7.70	1.60	1.10
7	5/8"	2.30	2.24
8	1.60	1.10	
9	1.80	3.08	
10	1.70	2.20	
11	1.60	3.30	
12	1.30	4.80	5.10
13	6.00	1.40	1.00
14	5.00	3.30	3.00
15	1.10	2.40	
16	9.00	4.00	6.00
TOTAL			11.10

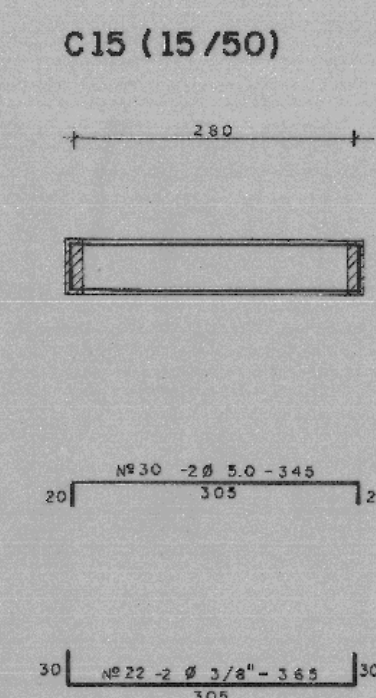
revisões	discriminação das alterações	assinatura	tempo	data
1				

documentos de referência
ORDEN DE EXECUÇÃO N.º
PROJ. DE EDIFÍCIO
PROJ. DE PLANEJAMENTO
PROJ. DE PLANEJAMENTO FÍSICO

escritório técnico responsável
PROPLAN
PRÓ REITORIA DE PLANEJAMENTO
D. P. P. DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO

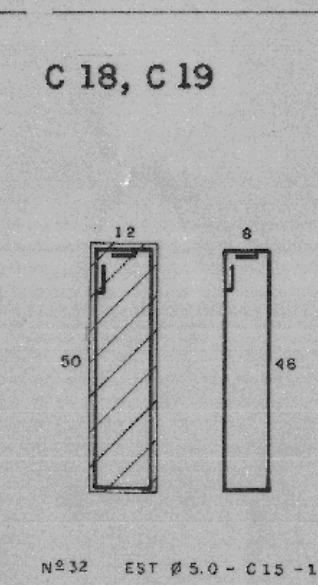
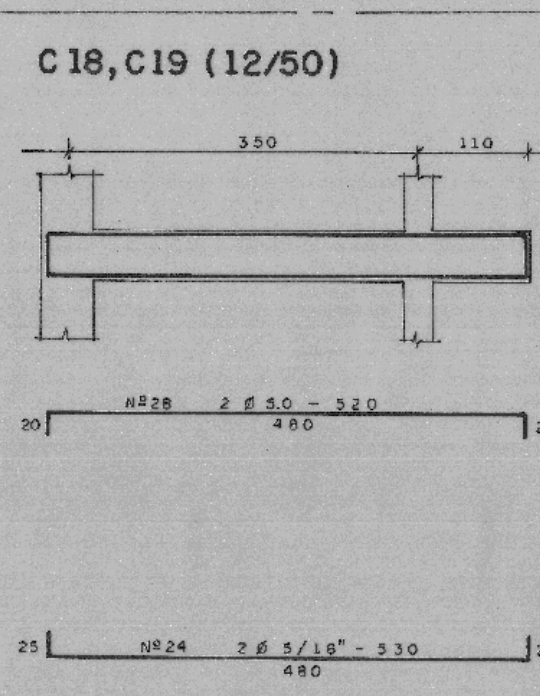
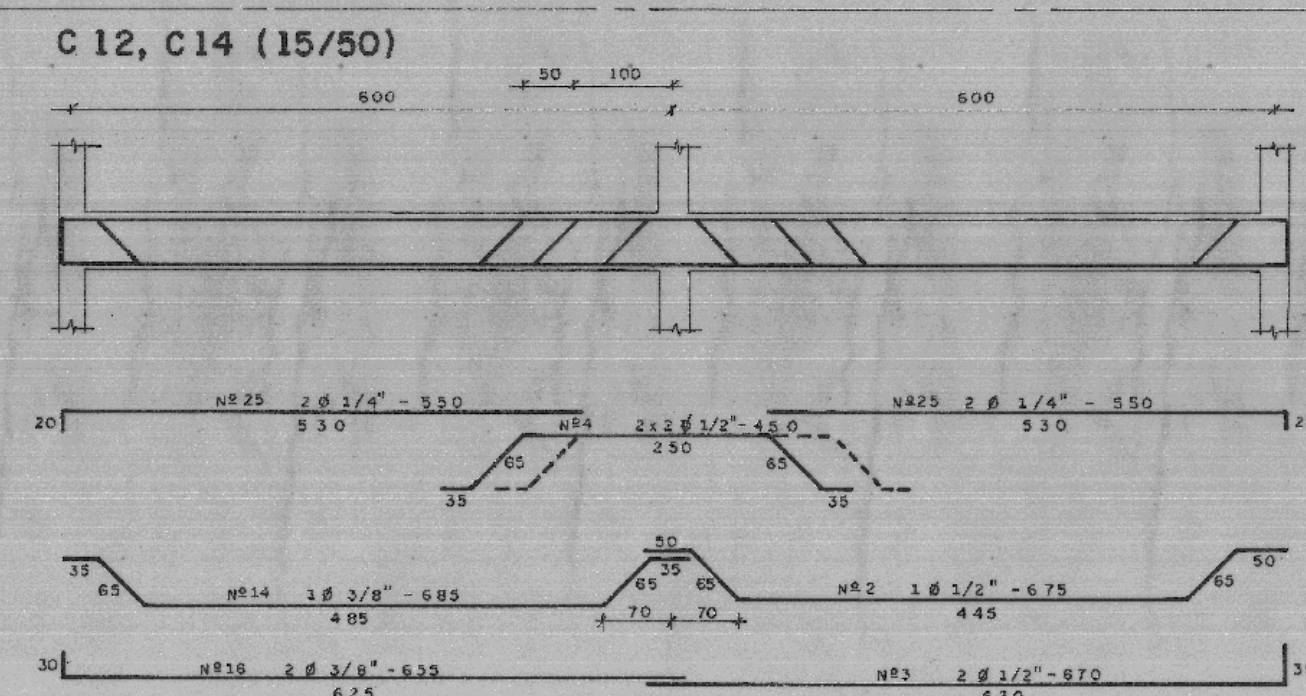
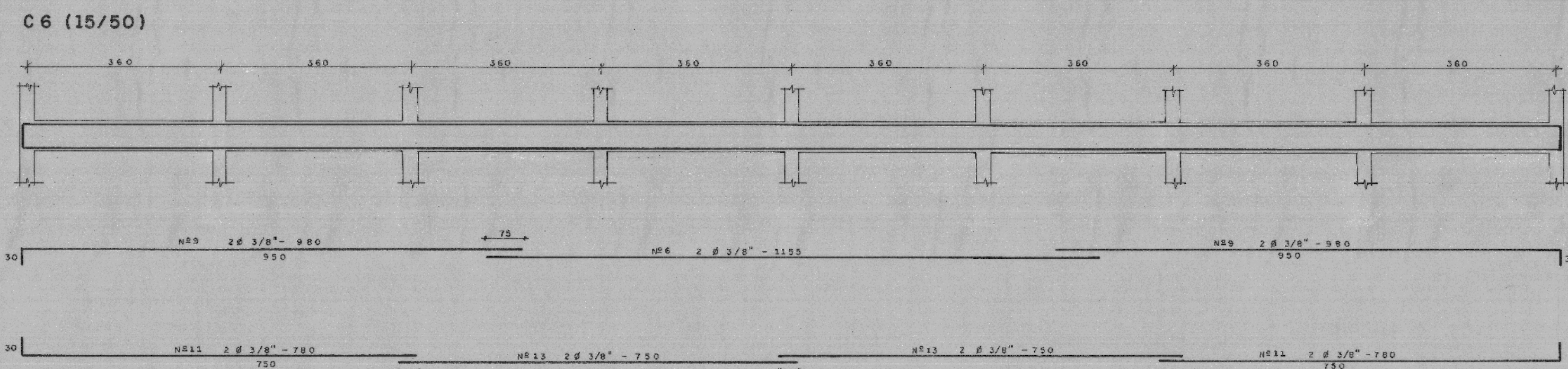
responsáveis técnicos
PROPLAN
LUCIANO LÓBO
PROPLAN
LILIA DE CASTRO LÓBO
PROPLAN
LETY MESEL LÓBO
PROPLAN
WALTER MOTA COUTO
PROPLAN
ANTONIO PEDRO PINA DIDIER
PROPLAN
EDUARDO COMES BASTOS
U.F.P.E.
GEORGE SHOWNE NÉRO

ESTADO DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
GERAL
ESTRUTURA
PROJETO EXECUTIVO
PRIMEIRA
ABRIL 1985
1/25 e 1/10

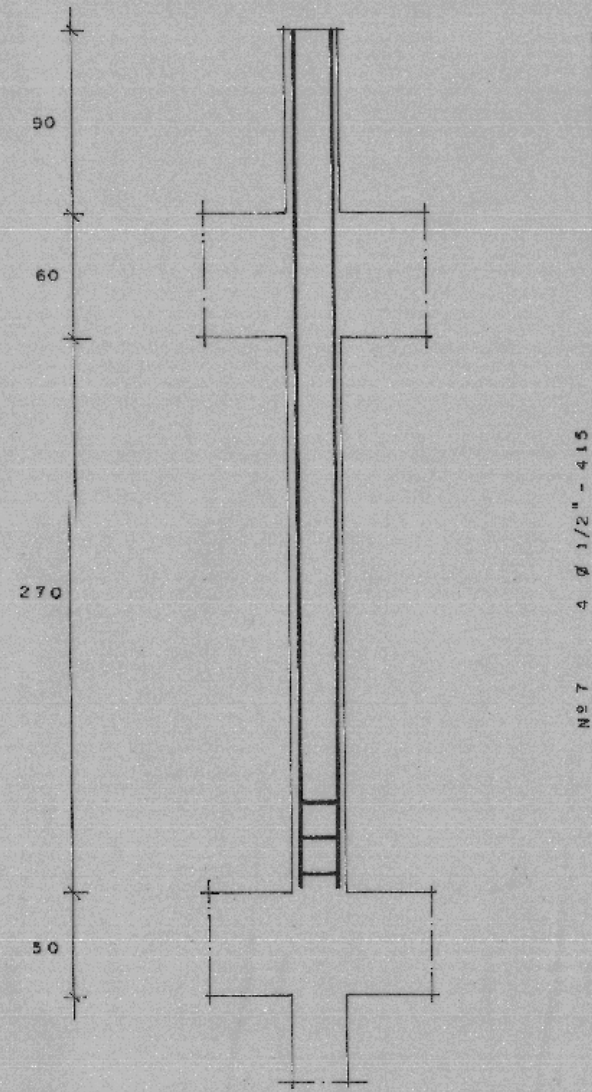


C 4 (15/50)

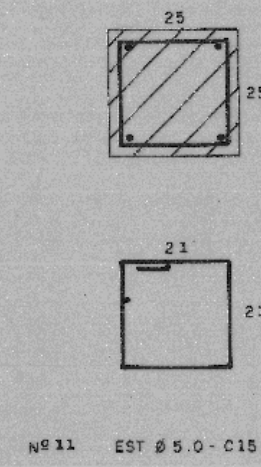
The drawing shows a longitudinal section of a reinforced concrete beam. The top reinforcement consists of 8 bars of size 3/8" (8 Ø 3/8" - 980). The bottom reinforcement consists of 8 bars of size 3/8" (8 Ø 3/8" - 780). The beam is supported by two columns. The distance between the columns is 750. The beam has a total length of 360. The reinforcement is detailed with stirrups and cross-sections.

[illegible]

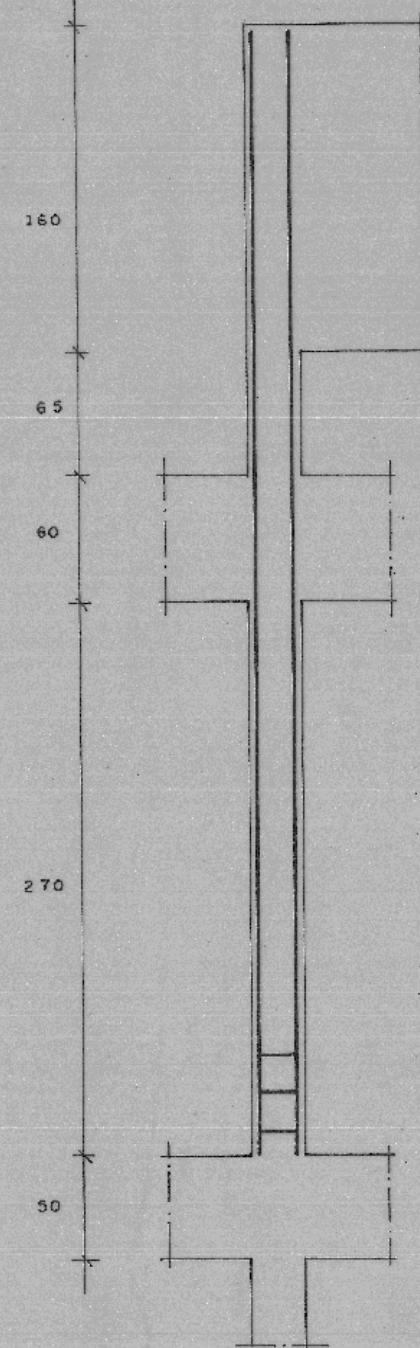
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P10, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30



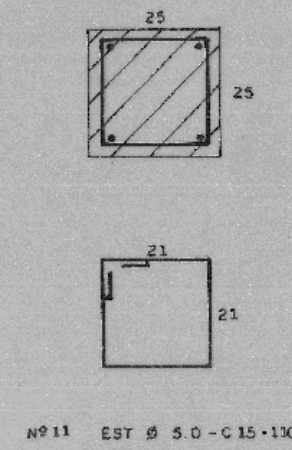
NS 7 4 8 1/2" - 415



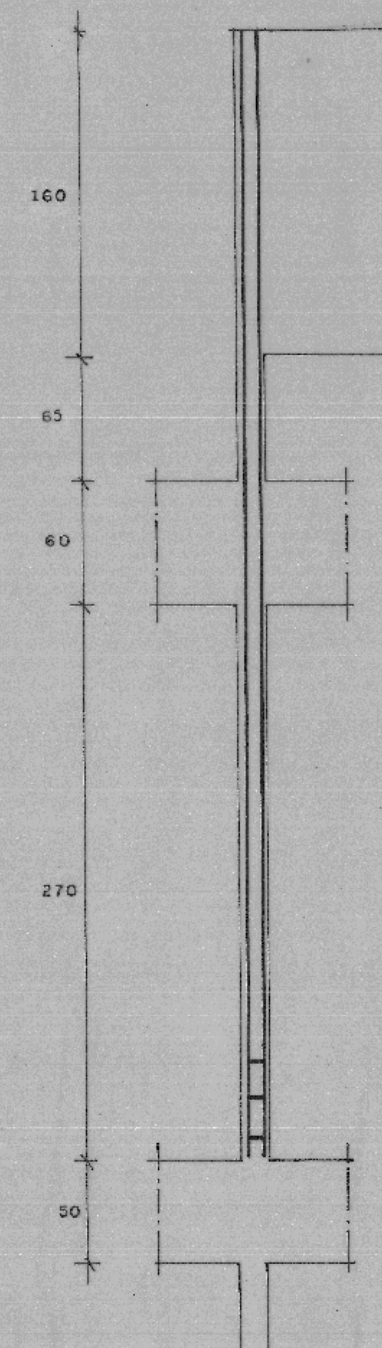
P8



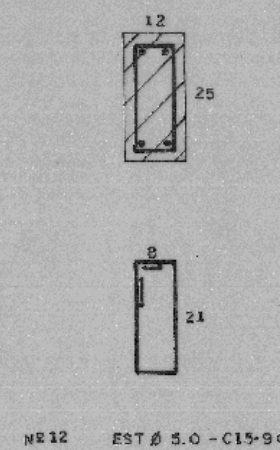
NS 2 4 8 5/8" - 550



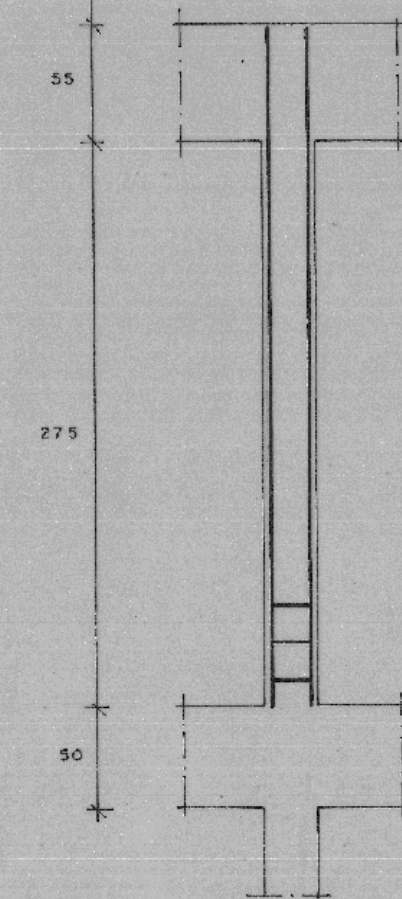
P9



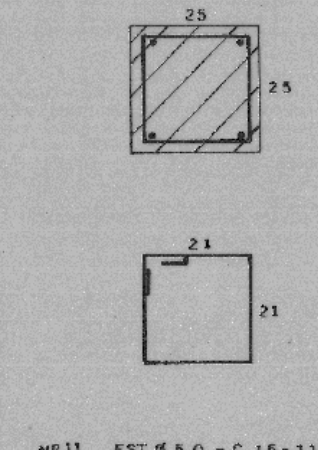
NS 5 4 8 1/2" - 550



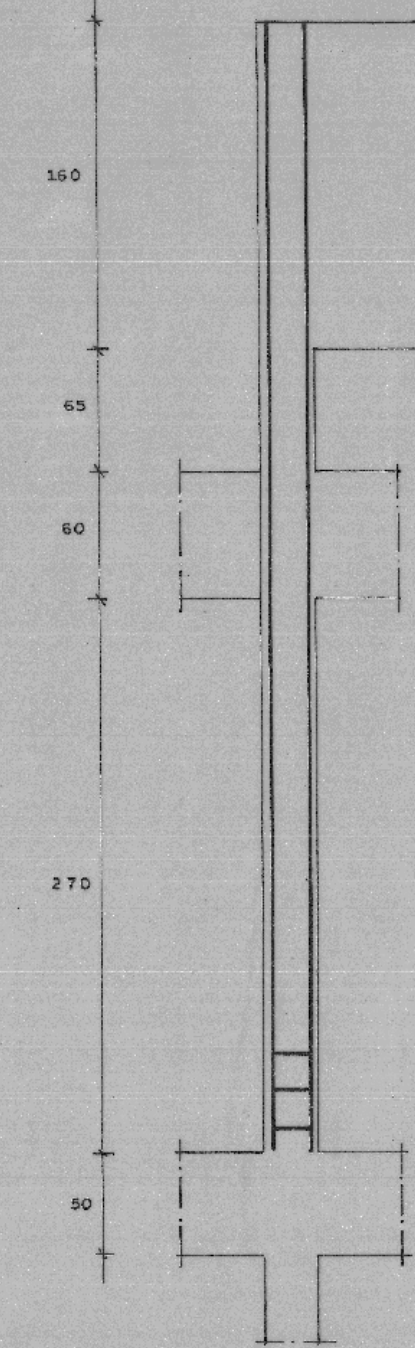
P 11, P12, P13, P14, P15 e P 16



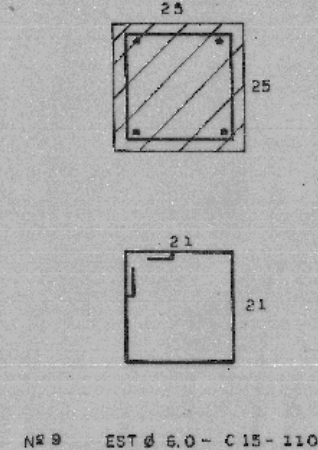
NS 4 4 8 5/8" - 550



P 17

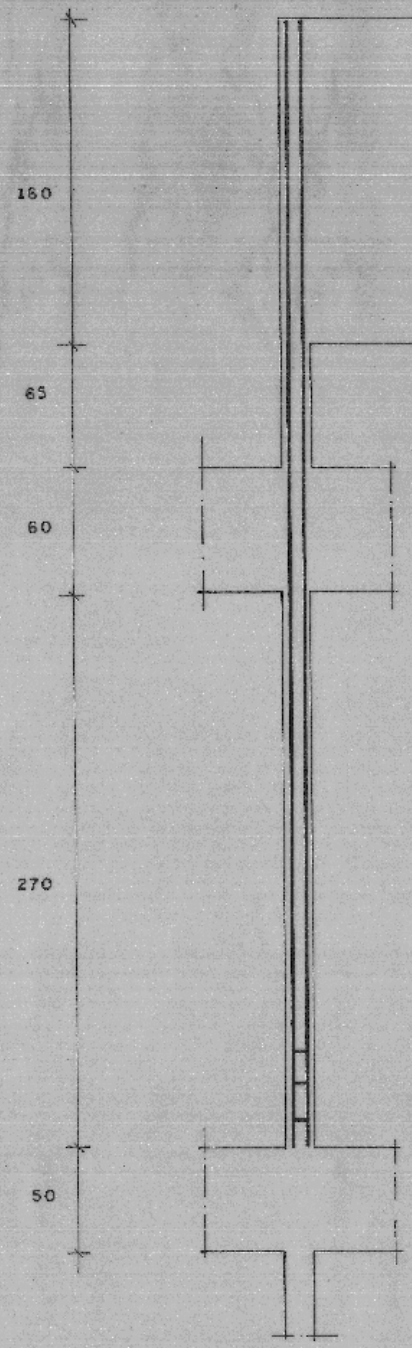


NS 1 4 8 3/4" - 550

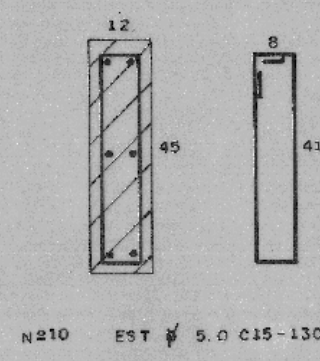


NR	Q	COMB	QUANT	PESO
1	3/4"	5 5 0	4	6.0
2	5/8"	5 5 0	10	
3		4 1 0	4	
4		3 2 5	24	2.50
5	1/2"	5 5 0	4	
6		5 5 0	6	
7		4 1 5	68	
8		4 1 0	4	3.20
9	6.0	1 1 0	37	1.0
10	5.0	1 3 0	72	
11		1 1 0	645	
12		9 0	93	1.60
TOTAL				8.60

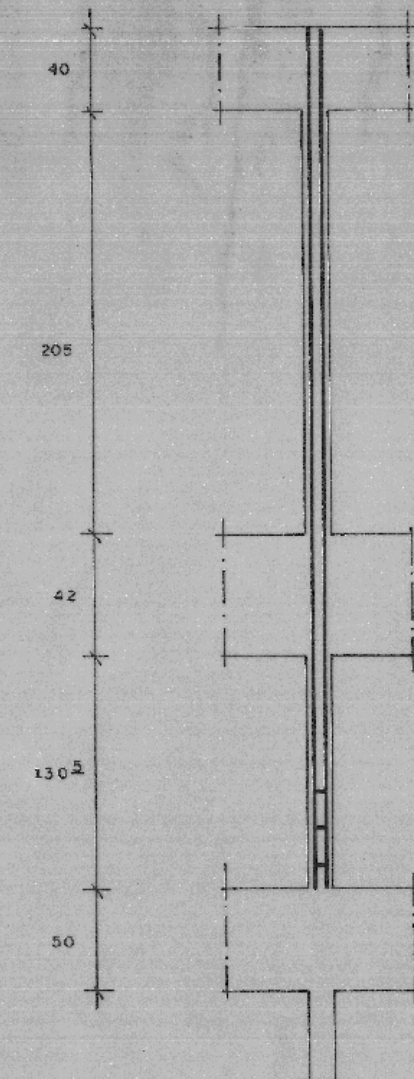
P 18



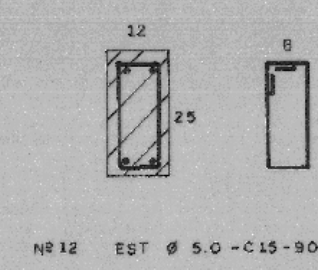
NS 2 6 8 3/8" - 550



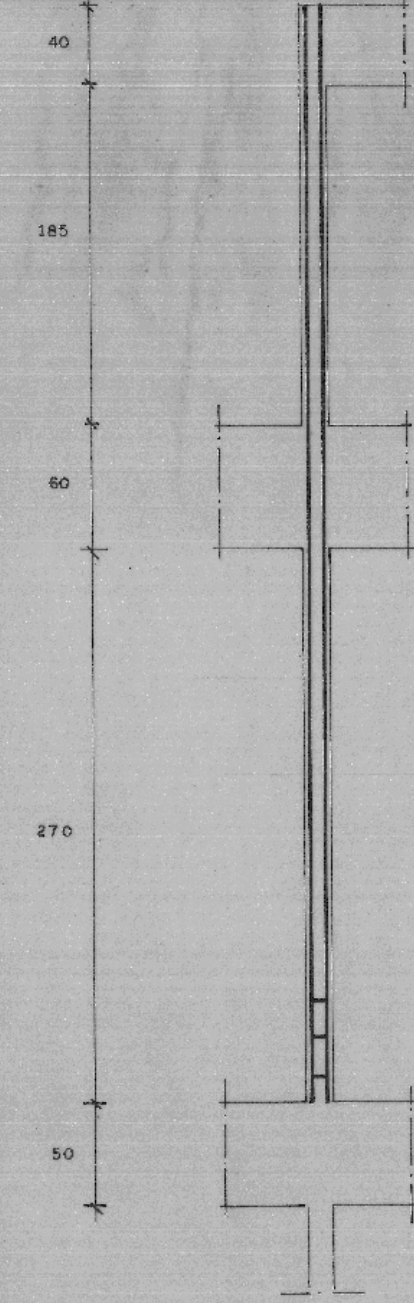
P 19



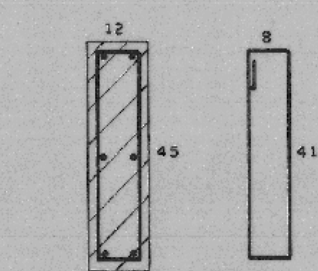
NS 3 4 8 5/8" - 415



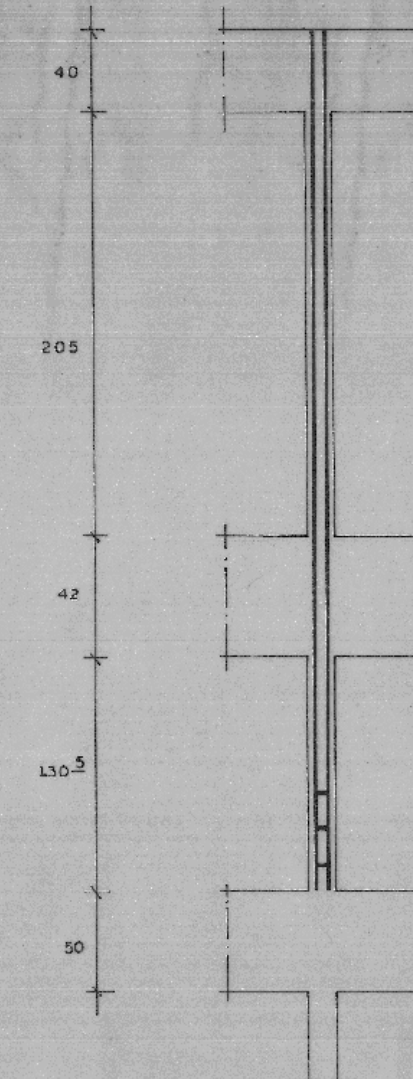
P 20



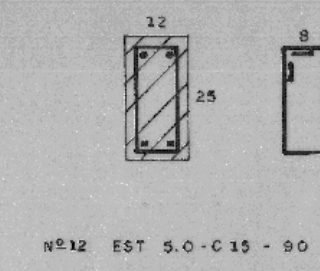
NS 6 6 8 1/2" - 550



P 21



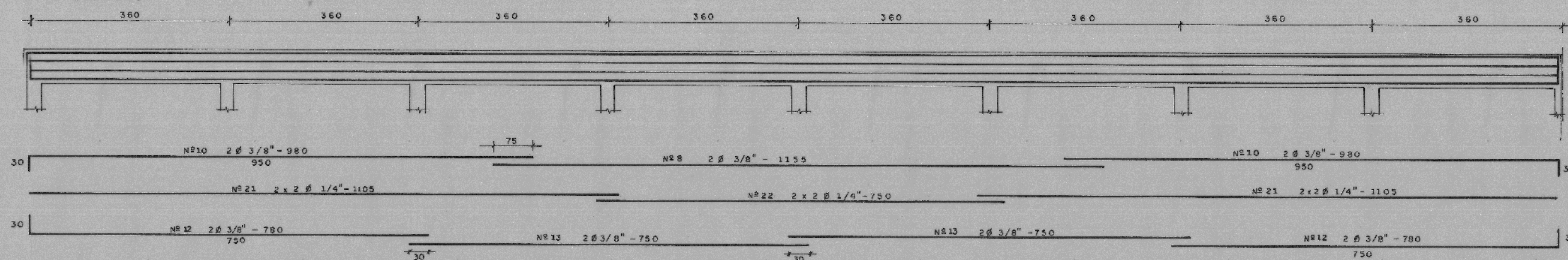
NS 8 4 8 1/2" - 415



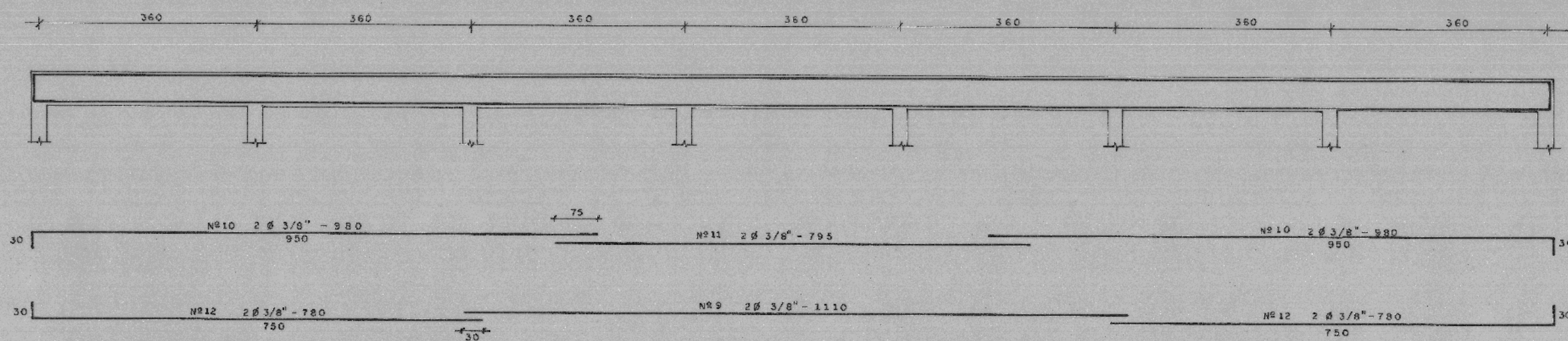
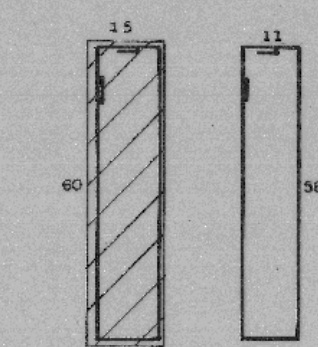
revisões número discriminação das alterações data		documentos de referência ordem de execução nº data		escritório técnico responsável nome cargo função		responsáveis técnicos nome cargo função data		ESTADO DE PERNAMBUCO UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE PERNAMBUCO	
PROPLAN D. P. F. DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO		PROPLAN PRÓ REITORIA DE PLANEJAMENTO		PROPLAN LUCIANO LÔBO LILIA DE CASTRO LÔBO LETY MEZEL LÔBO WALTER MOTA COUTO ANTONIO PEDRO PINA DIDIER EDIVALDO DOMES RASTOS GEORGE BROWNE NÊGO		PROPLAN LUCIANO LÔBO LILIA DE CASTRO LÔBO LETY MEZEL LÔBO WALTER MOTA COUTO ANTONIO PEDRO PINA DIDIER EDIVALDO DOMES RASTOS GEORGE BROWNE NÊGO		PROPLAN LUCIANO LÔBO LILIA DE CASTRO LÔBO LETY MEZEL LÔBO WALTER MOTA COUTO ANTONIO PEDRO PINA DIDIER EDIVALDO DOMES RASTOS GEORGE BROWNE NÊGO	

[illegible][illegible]

V 1 (15/60)

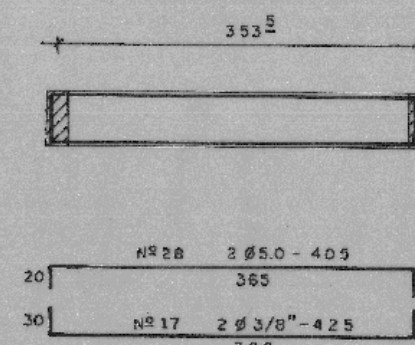


V 4 (15/55)

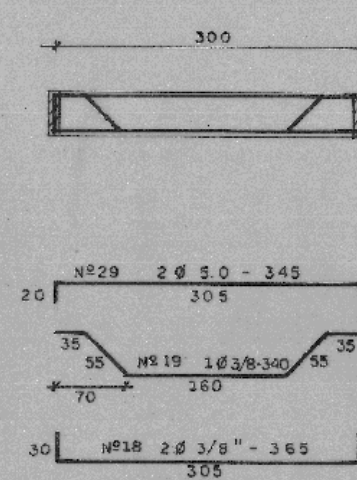

$$V1 = V7 \text{ e } V8$$


№30 EST 5.0 C 10-16

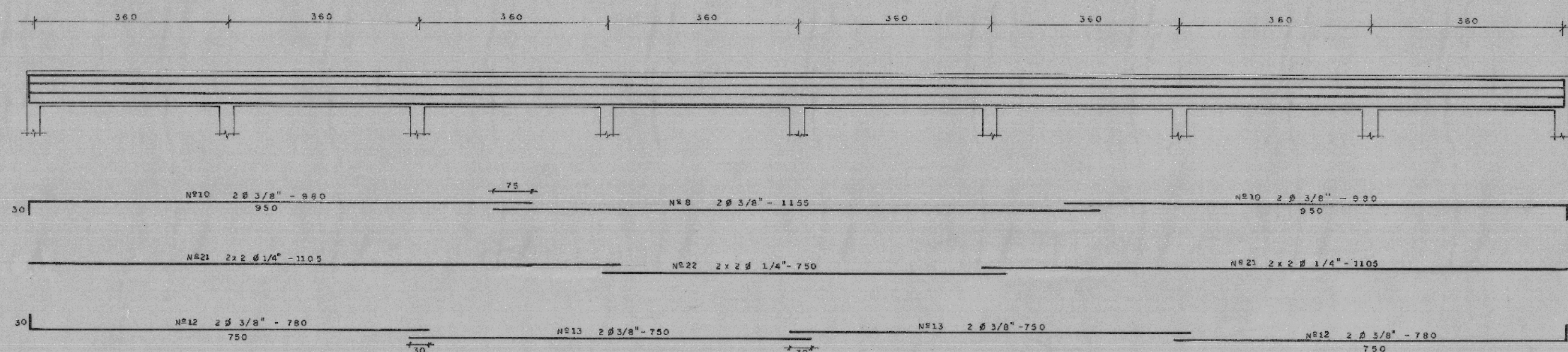
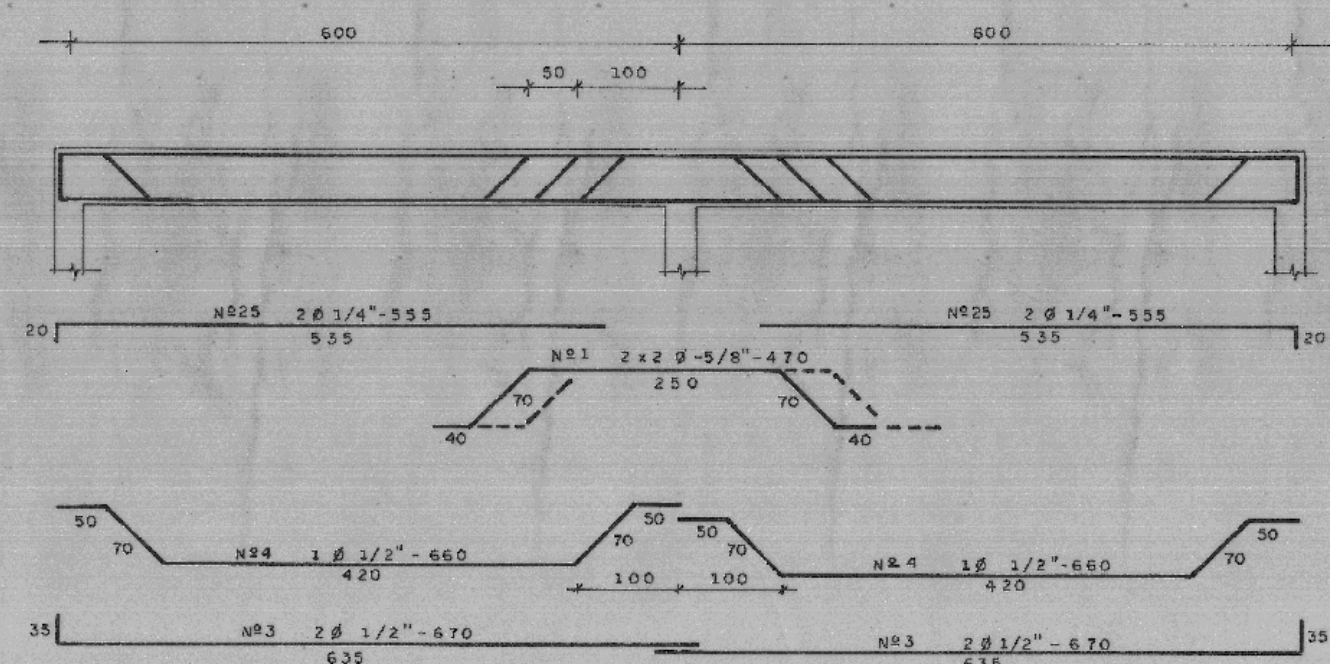
V2 = V6 (15/55)



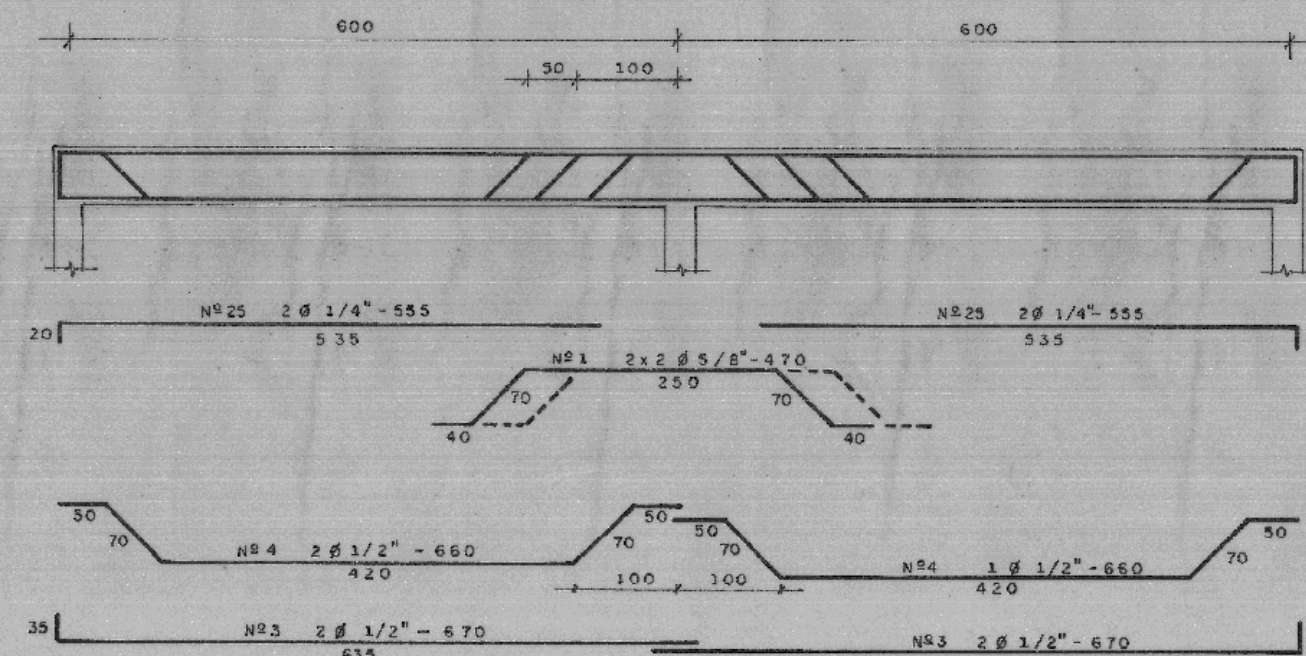
V17 (12/42)



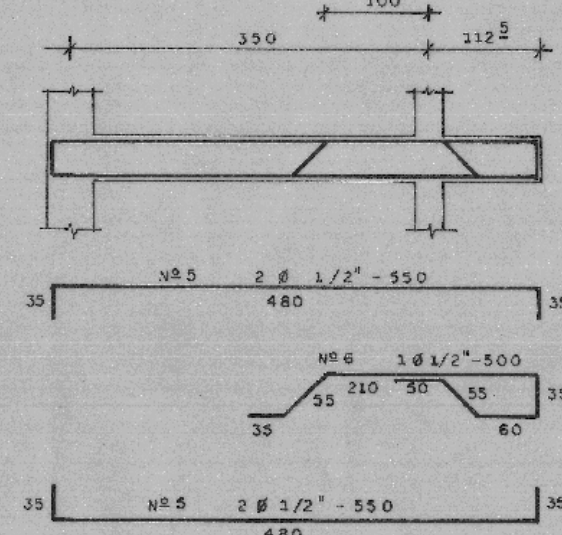
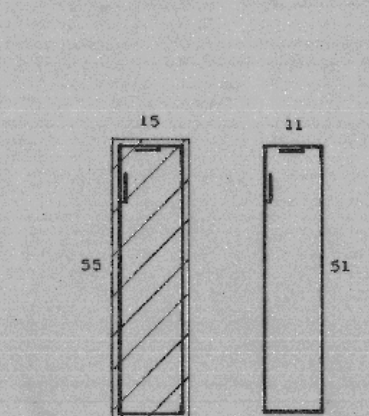
V7 (15/60)


$$V_9 = V_{10} = V_{11} = V_{12} = V_{13} = V_{14} \quad (20/55)$$


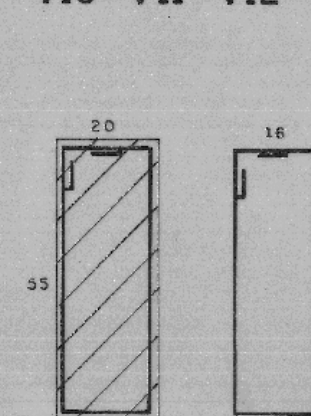
V15 (20/55)



V 3 e V 5 (12/42)

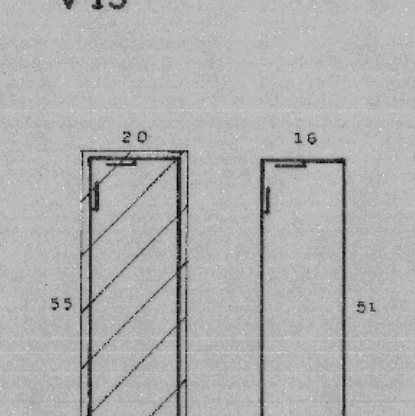

$$V_2 = V_4 = V_6$$


N232 EST 5.0 C 15 - 150

$$V_9 = V_{10} = V_{11} = V_{12} = V_{13} = V_{14}$$


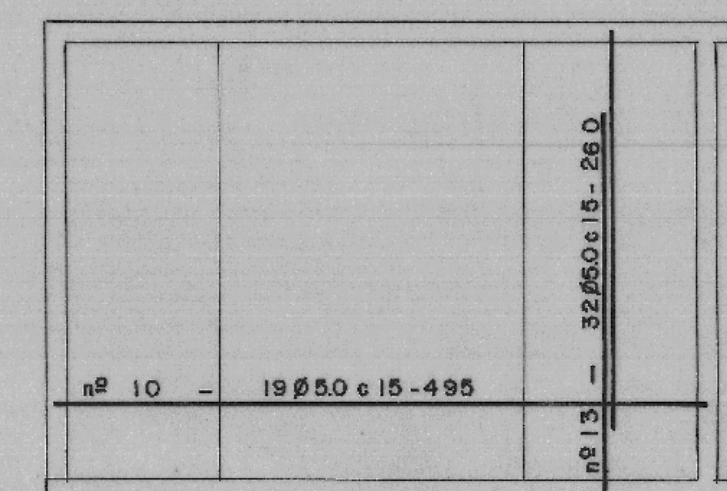
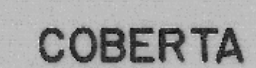
NR 27 EST Ø 1/4" C15-160

V 15

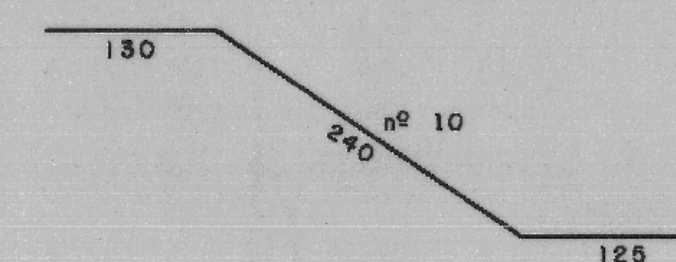


N227 EST of 1/4" C12² - 160

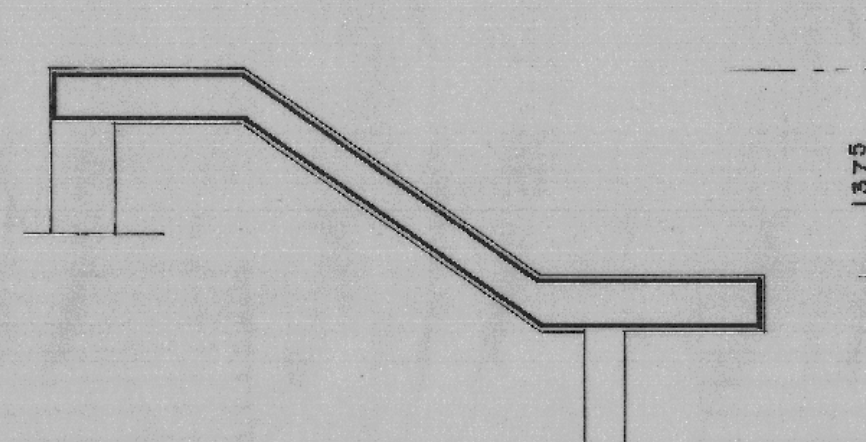
EX	#	COMP.	QUANT.	PIEG.
1	5	4 7 0	2 8	2 3 0
2	1/2	2 7 0		
3		6 7 0	2 8	
4		6 6 0	1 5	
5		5 5 0	8	
6		5 0 0	2 2	
7		4 5 0	3	4 1 0
8	3/8	3 2 0	4	
9		1 1 0	1	
10		9 8 0	1 2	
11		7 5 0	2	
12		7 8 0	1 2	
13		6 6 0	8	
14		6 6 0	2	
15		5 0 0	4	
16		5 0 0	4	
17		4 2 5	4	
18		3 6 0	2	
19		3 4 0	1	
20		3 3 0	2	2 8 0
21	1/4	3 3 0	1 6	
22		7 5 0	8	
23		6 6 0	1 8	
24		5 8 0	4	
25		5 0 0	2 8	
26		4 0 0	4	
27		1 1 0	5 7 8	4 0 0
28	5 0	4 0 0	4	
29		4 4 0	4	
30		1 6 0	6 9 8	
31		1 6 0	6 9 8	
32		1 5 0	2 1 6	
33		1 2 0	2 1 6	
TOTAL			1 6 2	0



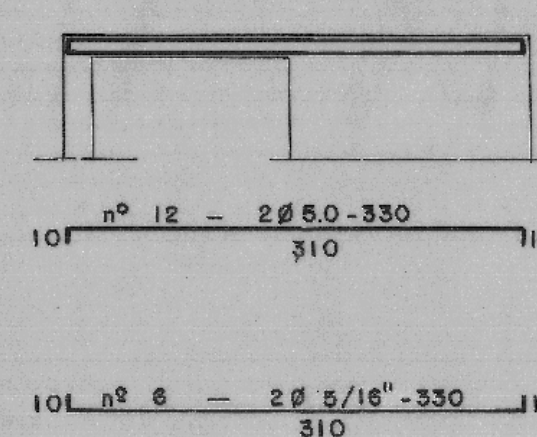
nº	g	COMP.	QUANT.	PESO
1	1/2"	4 6 0	1 6	
2		1 7 0		
3	3/8"	5 7 5	1 6	1 2 0
4		3 5 5	2	
5		2 0 5	4 8	1 0 0
6	5/16"	3 3 0	2	1 0
7	1/4"	3 1 0	3 0	
8		1 8 0	1 0	
9		1 8 0	1 6	4 0
10	5.0	5 9 5	1 9	
11		3 4 5	2	
12		3 0		
13		2 6 0	3 2	
14		1 2 0	6 5	5 0
15		1 7 0	1 6	
TOTAL				3 2 0



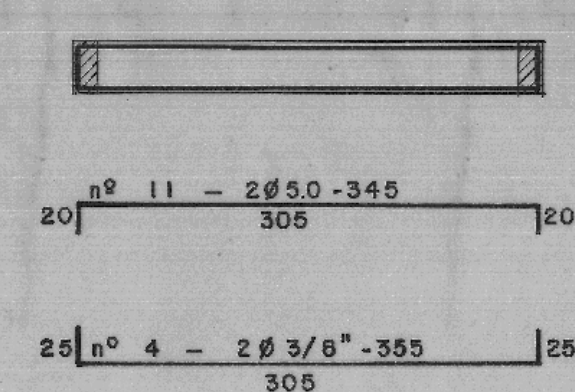
A number line diagram illustrating the addition of 1125 and 200. The number line starts at 0 and has tick marks at 1125, 200, 375, and 1125. The segments are labeled with their respective values: 1125, 200, 375, and 1125.



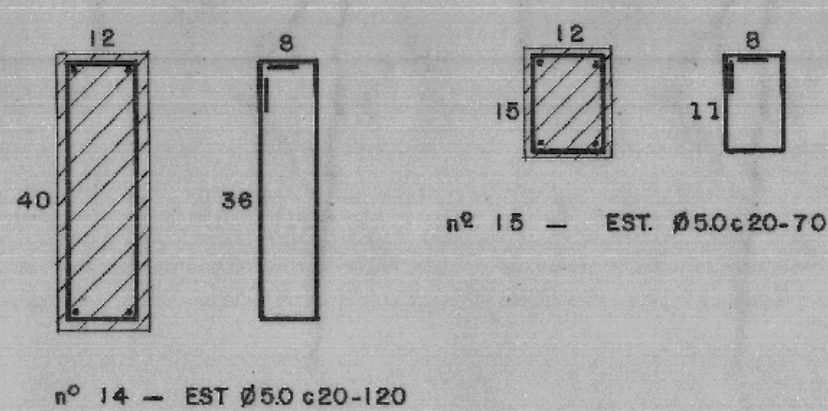
A horizontal number line with three tick marks. The first tick mark is labeled 15, the second is labeled 135, and the third is labeled 165.



300



V3



revisões

numero	discriminação das alterações	assinatura	função	crea	data
--------	------------------------------	------------	--------	------	------

0,9 U.F.P.E. 0,0 D.T.										
d.g.	entidade	local	t.d.	nº o. u.	p.	h.p.	projeto	sub-projeto	c.d.	r

autor	discriminação	local	data
-------	---------------	-------	------

documentos de referência

ORDEM DE EXECUÇÃO Nº

PROPLAN PRÓ REITORIA DE PLANEJAMENTO

D. R. F. DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO

escritório técnico responsável

carimbo

PROPLAN LUCIANO LÔBO
PROPLAN LILIA DE CASTRO LÔBO
PROPLAN LETY MESEL LÔBO
PROPLAN SILMARA MELO

PROPLAN ANTONIO PEDRO PINA DIDIER
PROPLAN EDINALDO GOMES BASTOS
U. F. P. E. GEORGE BROWNE REGO

responsáveis técnicos

entidade/atr	nome	assinatura	função	crea	data
elaboração	PROPLAN LUCIANO LÔBO		ENGENHEIRO	1276-D-PE/FN	ABRIL/85
	PROPLAN LILIA DE CASTRO LÔBO		ENGENHEIRA	1396B-D-PE/FN	ABRIL/85
	PROPLAN LETY MESEL LÔBO		AUX. TÉCNICA		ABRIL/85
	PROPLAN SILMARA MELO		DESENHISTA		ABRIL/85
aprovação	PROPLAN ANTONIO PEDRO PINA DIDIER		COORD. D.F.		ABRIL/85
	PROPLAN EDINALDO GOMES BASTOS		PRO-REITOR		ABRIL/85
	U. F. P. E. GEORGE BROWNE REGO		REITOR		ABRIL/85

ESTADO DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

GERAL

0,9 U.F.P.E. 0,0

ESTADOS ENERGÉTICOS - ILLA

ESTRUTURA

PROJETO EXECUTIVO

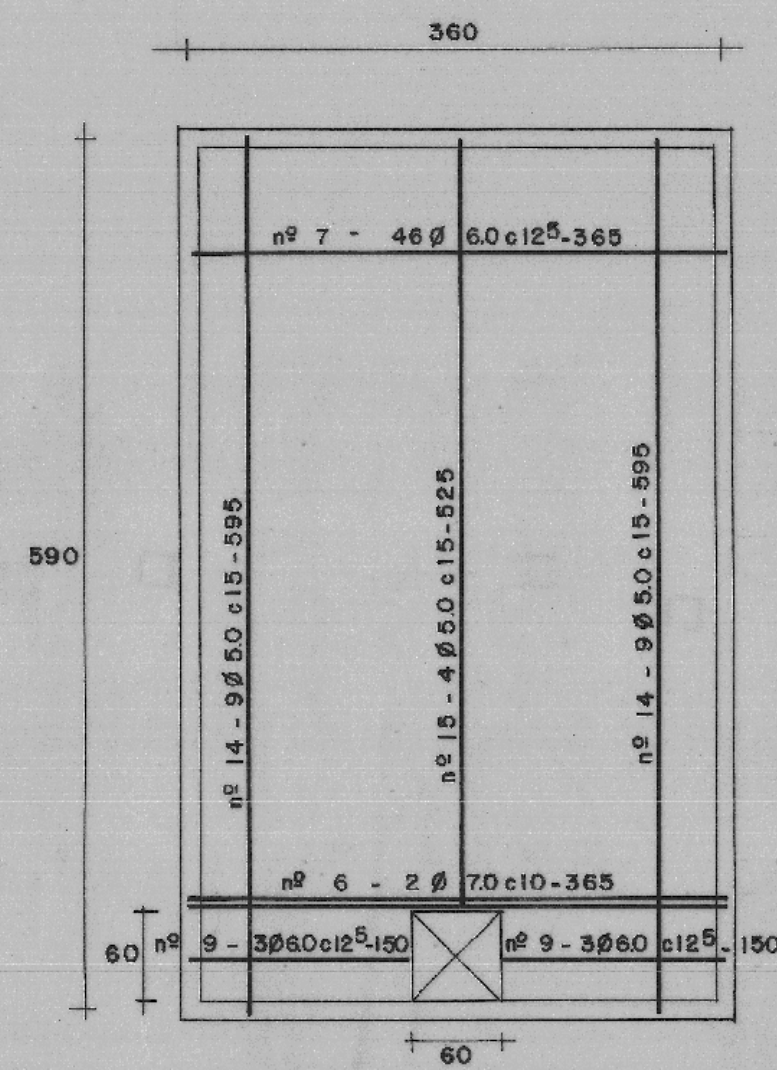
PRIMEIRA

DESENHO TÉCNICO

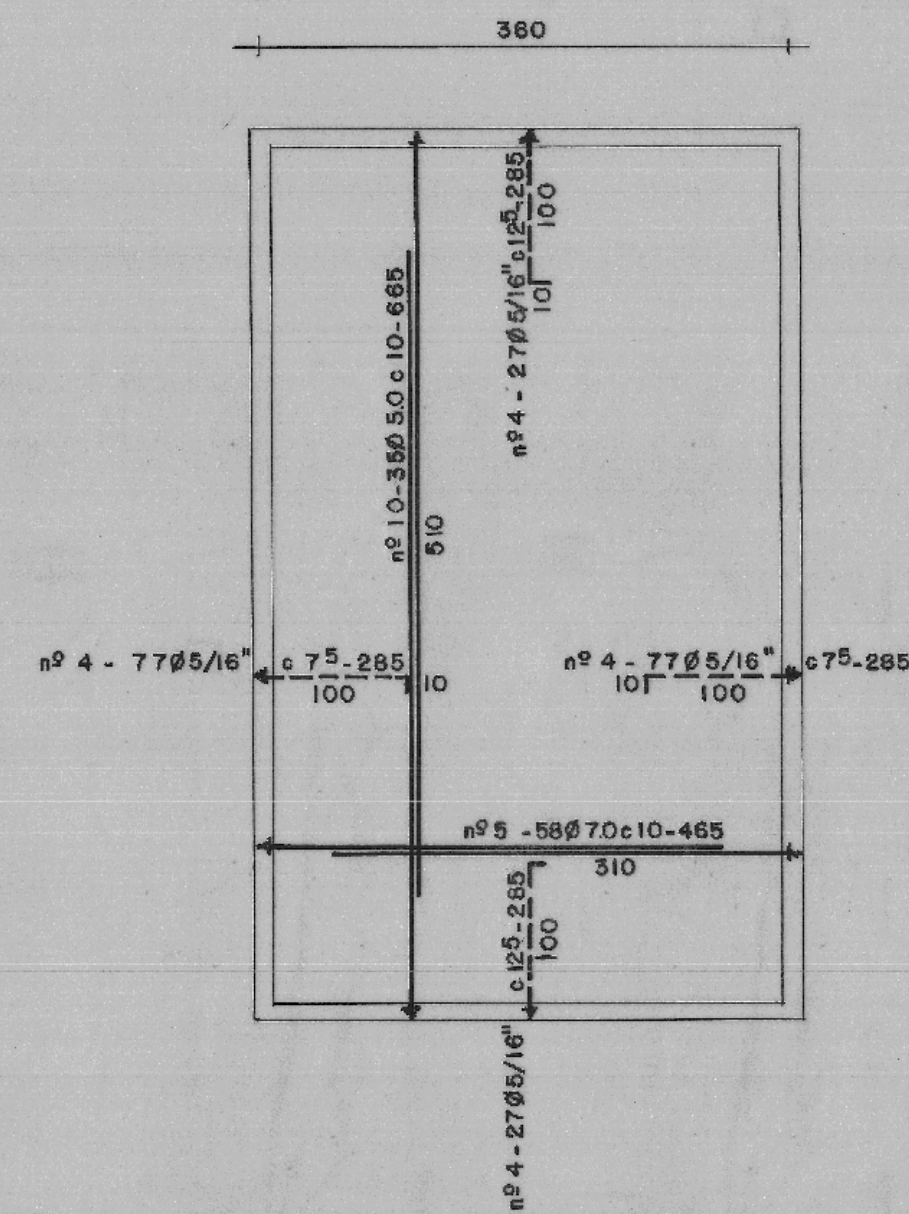
FERRAGENS E FORMA DA ESCADA

1/20, 1/10 e 1/50

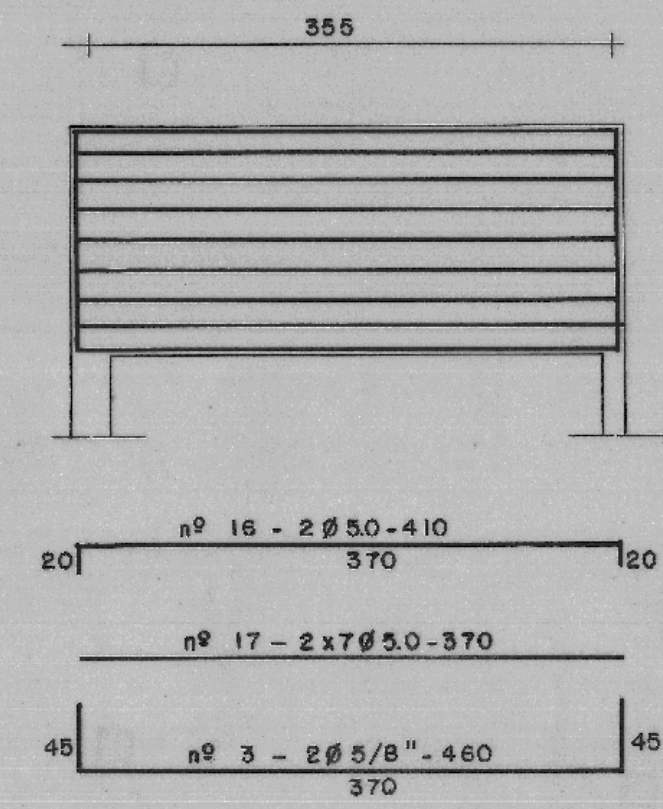
LAJE DE COBERTA



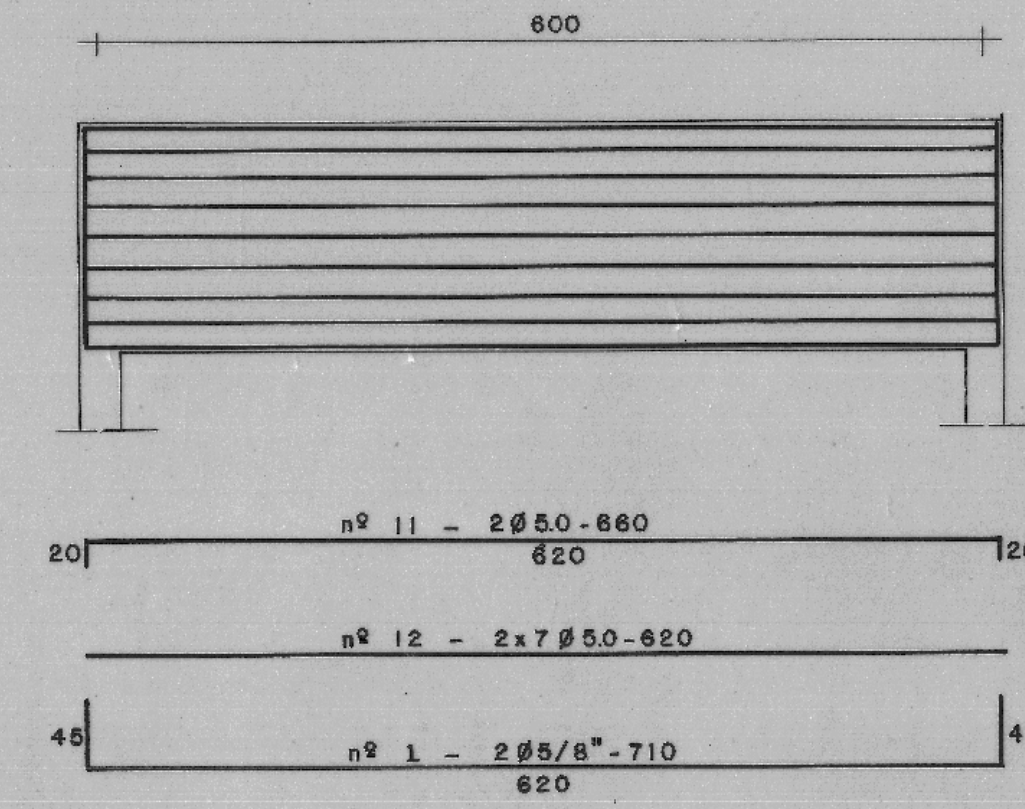
LAJE DE PISO



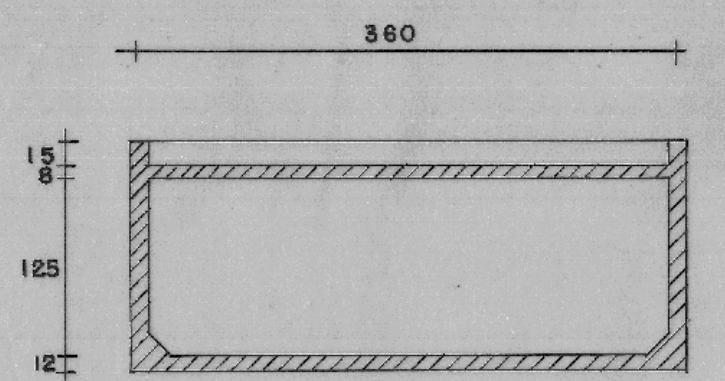
PAREDE POSTERIOR (12/160)



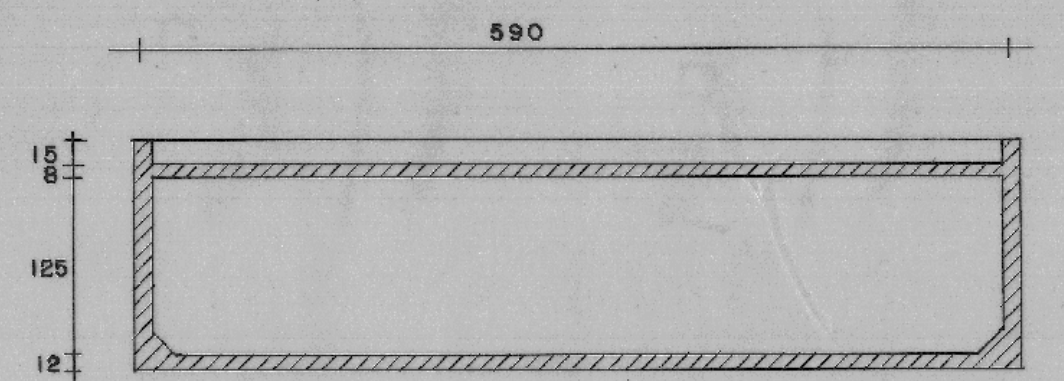
PAREDE ESQUERDA (12/160)



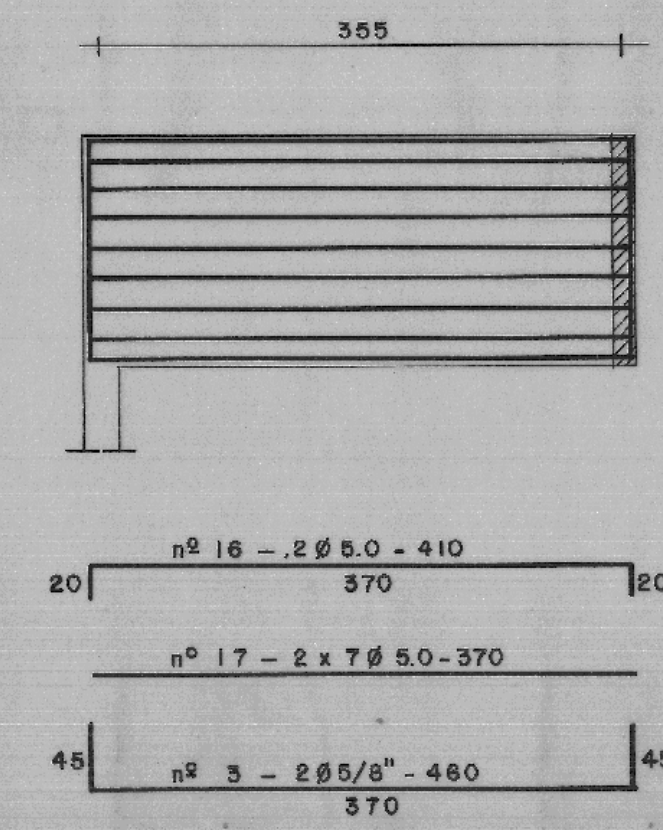
CORTE TRANSVERSAL



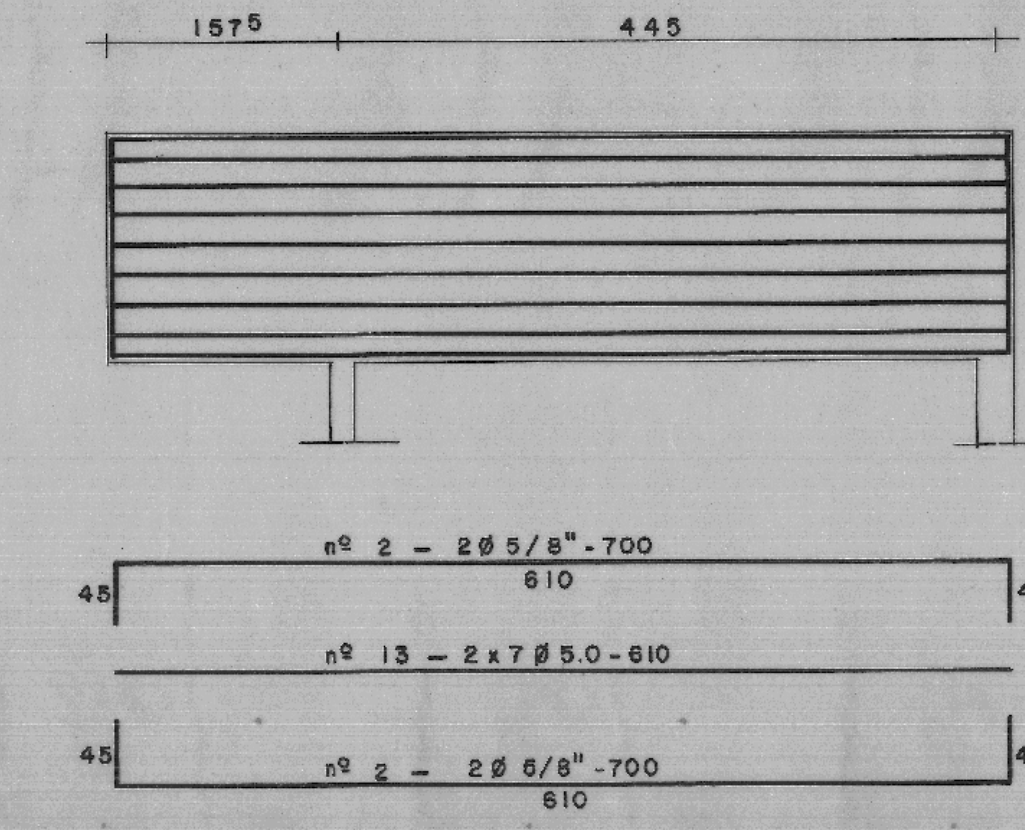
CORTE LONGITUDINAL



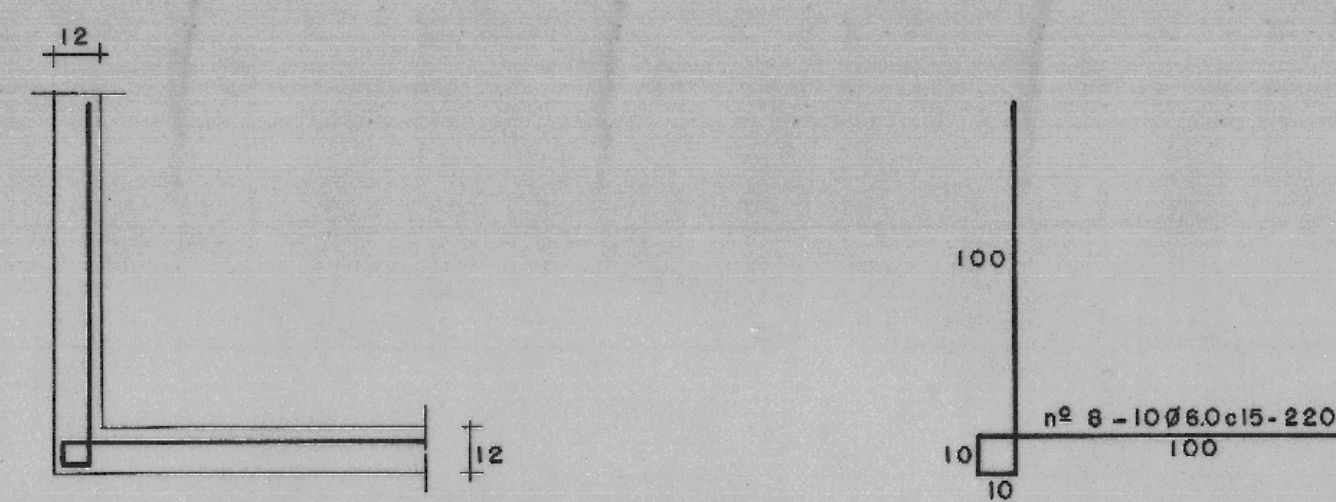
PAREDE ANTERIOR (12/160)



PAREDE DIREITA (12/160)



ARMADURA DE CANTO (4x)



Nº	Ø	COMP.	QUANT.	PESO
1	5/8"	710	2	
2	7/8"	700	4	
3	4/8"	400	4	110
4	5/16"	285	20	260
5	7/8"	485	5	
6	3/8"	365	2	100
7	6.0	365	4	
8	2.20	40		
9	1.50	6	70	
10	5.0	665	3	
11	6.0	620	2	
12	6.20	14		
13	6.10	14		
14	5.95	18		
15	5.25	4		
16	4.10	4		
17	3.70	28	120	
TOTAL				660

revisões	discriminação das alterações	assinatura	função	cria	data
1					

documentos de referência
ORDEN DE EXECUÇÃO Nº
09 U.F.P.E. 010 D.T.
autor
discriminação
local
data

escritório técnico responsável
corimbo
PROPLAN PRÓ REITORIA DE PLANEJAMENTO
D. R. F. DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO FÍSICO

responsáveis técnicos					
entidade/atr	nome	assinatura	função	cria	data
proplan	PROPLAN LUCIANO LÔBO		ENGENHEIRO 1276D-PE/FN	ABRIL/85	
	PROPLAN LILIA DE CASTRO LÔBO		ENGENHEIRA 13958D-PE/FN	ABRIL/85	
	PROPLAN LETY MESEL LÔBO		AUX.TÉCNICA	ABRIL/85	
	PROPLAN SILMARA MELO		DESENHISTA	ABRIL/85	
prorecto	PROPLAN ANTONIO PEDRO PINA DIMIER		COORD. DPF	ABRIL/85	
	PROPLAN EDINALDO GOMES BASTOS		PRÓ-REITOR	ABRIL/85	
	U.F.P.E. GEORGE BROWNE REGO		REITOR	ABRIL/85	

ESTADO DE PERNAMBUCO	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO	GERAL
distrito geoducacional	entidade	local
IMPLANTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ESTUDOS ENERGETICOS - ILLA	ESTRUTURA	área técnica
PROJETO EXECUTIVO PRIMEIRA	DESENHO TÉCNICO	tipo de documento
FORMA E FERRAGEM DA CAIXA D'ÁGUA	1/20 e 1/50	escala

APÊNDICE A – ESFORÇOS RESISTENTES NOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

MOMENTOS RESISTENTES - LAJES																							
Dados da Laje				Direção x				Direção y				Momentos Resistentes Mrd - (KN.m)											
												Meio do Vão											
LAJE	Fck (Mpa)	bw (m)	d (m)	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	MxRes.	MyRes.										
L1=L7=L9=L15	15	1	0,08	1,96	85,217	0,012	0,146206	1,568	68,174	0,009	0,117	6,419	5,199										
L2aL6=L9aL14	15	1	0,08	1,568	68,174	0,009	0,116965	1,568	68,174	0,009	0,117	5,199	5,199										
L8	15	1	0,08	1,568	68,174	0,009	0,116965	1,568	68,174	0,009	0,117	5,199	5,199										
L16	15	1	0,08	1,568	68,174	0,009	0,116965	1,568	68,174	0,009	0,117	5,199	5,199										
L1 (Coberta)	15	1	0,08	1,306667	56,812	0,008	0,097471	1,3067	56,812	0,008	0,097	4,368	4,368										

Dados da Laje				Bordas																Momentos Resistentes - Mrd - (KN.m)				
				Direção x								Direção y												
				Esquerda				Direita				d (m)	Superior				Inferior				B. Esquerda	B. Direita	B. Superior	B. Inferior
LAJE	Fck (Mpa)	bw (m)	d (m)	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	As ⁺ (cm²)	Rsd	x	x/d		As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	Mrd	Mrd	Mrd	Mrd
L1	15	1	0,078	-	-	-	-	3,8	165,217	0,023	0,291	0,078	-	-	-	-	3,04	132,174	0,018	0,233	-	11,388	-	9,35
L2	15	1	0,078	3,8	165,217	0,023	0,290729	3,04	132,174	0,018	0,233	0,08	-	-	-	-	1,96	85,217	0,012	0,146	11,388	9,35	-	6,248
L3=L4=L5	15	1	0,078	3,04	132,174	0,018	0,232584	3,04	132,174	0,018	0,233	0,08	-	-	-	-	1,96	85,217	0,012	0,146	9,35	9,35	-	6,248
L6	15	1	0,078	3,04	132,174	0,018	0,232584	3,8	165,217	0,023	0,291	0,08	-	-	-	-	1,96	85,217	0,012	0,146	9,35	11,388	-	6,248
L7	15	1	0,078	3,8	165,217	0,023	0,290729	2,533	110,145	0,015	0,194	0,078	-	-	-	-	2,533	110,145	0,015	0,194	11,388	7,925	-	7,925
L8	15	1	0,078	2,533	110,145	0,015	0,19382	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	1,96	85,217	0,012	0,146	7,925	-	-	6,248
L9	15	1	0,078	-	-	-	-	3,8	165,217	0,023	0,291	0,078	3,04	132,174	0,018	0,233	-	-	-	-	-	11,388	9,35	-
L10	15	1	0,078	3,8	165,217	0,023	0,290729	3,04	132,174	0,018	0,233	0,08	1,96	85,217	0,012	0,146	-	-	-	-	11,388	9,35	6,248	-
L11=L12=L13=L14	15	1	0,078	3,04	132,174	0,018	0,232584	3,04	132,174	0,018	0,233	0,08	1,96	85,217	0,012	0,146	-	-	-	-	9,35	9,35	6,248	-
L15	15	1	0,078	3,04	132,174	0,018	0,232584	2,533	110,145	0,015	0,194	0,078	2,533	110,145	0,015	0,194	-	-	-	-	9,35	7,925	7,925	-
L16	15	1	0,078	2,533	110,145	0,015	0,19382	-	-	-	-	0,08	1,96	85,217	0,012	0,146	-	-	-	-	7,925	-	6,248	-

MOMENTOS RESISTENTES - VIGAS	
------------------------------	--

NÍVEL	Dados da Viga				Momento Positivo						NÍVEL	Dados da Viga				Momento Negativo					
	VIGA	Fck (Mpa)	bw (m)	h (m)	d (m)	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	Mrdp		VIGA	bw (m)	h (m)	d (m)	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	Mrdn	
TÉRREO	C1=C3=C4=C5=C6	15	0,15	0,5	0,47	1,57	68,261	0,062	0,133	30,377	TÉRREO	C1=C3=C4=C5=C6	0,15	0,5	0,47	1,57	68,261	0,062	0,133	30,377	
	C2=C15=C17	15	0,15	0,5	0,47	1,57	68,261	0,062	0,133	30,377		C7=C8=C9	0,15	0,5	0,469	3,66	159,13	0,146	0,311	65,523	
	C7a=C8a=C9a	15	0,15	0,5	0,47	3,66	159,13	0,146	0,31	65,523		C10=C11=C13	0,15	0,5	0,469	3,66	159,13	0,146	0,311	65,523	
	C7b=C8b=C9b	15	0,15	0,5	0,47	1,57	68,261	0,062	0,133	30,377		C12=C14	0,15	0,5	0,469	4,88	212,174	0,194	0,414	83,245	
	C10=C11=C13	15	0,15	0,5	0,47	2,355	102,391	0,094	0,199	44,287		C16	0,12	0,5	0,469	2,44	106,087	0,121	0,259	44,712	
	C12=C14	15	0,15	0,5	0,47	2,355	102,391	0,094	0,199	44,287		C18=C19	0,12	0,5	0,473	0,392	17,043	0,019	0,041	7,895	
	C16a=C16b	15	0,12	0,5	0,47	1,57	68,261	0,078	0,166	29,951											
	C16c	15	0,12	0,5	0,47	2,355	102,391	0,117	0,249	43,327											
	C18=C19	15	0,12	0,5	0,471	1	43,478	0,05	0,106	19,613											

NÍVEL	Dados da Viga				Momento Positivo						NÍVEL	Dados da Viga			Momento Negativo					
	VIGA	Fck (Mpa)	bw (m)	h (m)	d (m)	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	Mrdp		VIGA	bw (m)	h (m)	d (m)	As ⁺ (cm²)	Rsd (KN)	x	x/d	Mrdn
1º ANDAR	V1=V7	15	0,15	0,6	0,57	1,57	68,261	0,062	0,11	37,203	1º ANDAR	V1=V7	0,15	0,6	0,57	1,57	68,261	0,062	0,11	37,203
	V2=V6	15	0,15	0,55	0,52	1,57	68,261	0,062	0,12	33,79		V4	0,15	0,55	0,52	1,57	68,261	0,062	0,12	33,79
	V4	15	0,15	0,55	0,52	1,57	68,261	0,062	0,12	33,79		V8	0,15	0,6	0,569	3,66	159,13	0,146	0,255	81,436
	V8	15	0,15	0,6	0,57	2,355	102,391	0,094	0,164	54,526		V9 a V14	0,2	0,55	0,517	8,04	349,565	0,24	0,462	147,793
	V9 a V14	15	0,2	0,55	0,519	3,66	159,13	0,109	0,211	75,598		V15	0,2	0,55	0,517	8,04	349,565	0,24	0,462	147,793
	V15a	15	0,2	0,55	0,519	4,88	212,174	0,146	0,281	97,707		V16	0,15	0,6	0,569	2,44	106,087	0,097	0,17	56,35
	V15b	15	0,2	0,55	0,519	3,66	159,13	0,109	0,211	75,598		V3=V5	0,12	0,42	0,389	3,66	159,13	0,182	0,468	50,277
	V16	15	0,15	0,6	0,57	1,57	68,261	0,062	0,11	37,203										
	V3=V5	15	0,12	0,42	0,389	2,44	106,087	0,121	0,312	36,092										
	V17	15	0,12	0,42	0,39	1,57	68,261	0,078	0,2	24,49										

[illegible]

CORTANTE RESISTENTE

NÍVEL	Dados da Viga								Cortante Resistido (KN)
	VIGA	Fck (Mpa)	bw (m)	h (m)	d (m)	Asw/s (cm²/m)	Fctd (Kpa)	Vc	Vrd
TÉRREO	C1aC10=C15aC17	15	0,15	0,5	0,47	2,613	912,33	38,592	96,267
	C11aC14	15	0,15	0,5	0,47	3,92	912,33	38,592	125,104
	C18=C19	15	0,12	0,5	0,471	2,613	912,33	30,939	88,737

NÍVEL	Dados da Viga								Cortante Resistido (KN)
	VIGA	Fck (Mpa)	bw (m)	h (m)	d (m)	Asw/s (cm²/m)	Fctd (Kpa)	Vc	Vrd
1º ANDAR	V1=V7=V8	15	0,15	0,6	0,57	3,92	912,33	46,803	151,722
	V3=V5=V17	15	0,12	0,42	0,389	2,613	912,33	25,536	73,241
	V16	15	0,12	0,6	0,57	1,96	912,33	37,442	89,902
	V2=V4=V6	15	0,15	0,55	0,52	2,613	912,33	42,697	106,508
	V9aV14	15	0,2	0,55	0,519	4,133	912,33	56,793	140,695
	V15	15	0,2	0,55	0,519	4,96	912,33	56,793	157,475

NÍVEL	Dados da Viga								Cortante Resistido (KN)
	VIGA	Fck (Mpa)	bw (m)	h (m)	d (m)	Asw/s (cm²/m)	Fctd (Kpa)	Vc	Vrd
Cobertura	V1=V2=V4	15	0,12	0,4	0,37	1,96	912,33	24,304	58,357
	V3	15	0,12	0,15	0,121	1,96	912,33	7,948	19,084

APÊNDICE B – ORÇAMENTO DA REFORMA

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA DIRETORIA DE PLANOS E PROJETOS									
OBRA:	REFORMA DO LABORATORIO DE DISPOSITIVOS E NANOESTRUTURAS								
LOCAL:	CAMPUS RECIFE								
SINAPI DESONERADO MARÇO/2023 SETOP-SUL JANEIRO/2023					PRAZO OBRA	BDI		TAXAS (LS)	
DATA:	18/05/2023				3 MESES	25%		114,55%(H)	70,11%(MES)
TOTAL	R\$ 736.315,60		Total com BDI		R\$ 920.394,50		Valor do BDI	R\$ 184.078,90	
ORÇAMENTO SINTETICO									
Item	Base de Dados	Código Orçamento	Descrição da Composição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário		Custo Unitário com BDI	Custo Total
01.00			01-ADMINISTRAÇÃO GERAL						R\$ 115.356,86
01.01	SINAPI	93565	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	3	R\$ 19.399,20	R\$ 24.249,00	R\$ 72.747,00	
01.02	SINAPI	93572	ENCARREGADO GERAL DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	3	R\$ 6.786,45	R\$ 8.483,06	R\$ 25.449,19	
01.03	SINAPI	100321	TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	3	R\$ 4.576,18	R\$ 5.720,23	R\$ 17.160,68	
02.00			02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS					R\$ 32.407,86	
02.01	SINAPI	98459	TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018	M2	203,2	R\$ 127,59	R\$ 159,49	R\$ 32.407,86	
03.00			03-EXPANSÃO CALÇADA					R\$ 70.009,46	
03.01	SINAPI	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA.AF_05/2018	M2	86,03	R\$ 3,09	R\$ 3,86	R\$ 332,29	
03.02	SINAPI	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	M3	36,61875	R\$ 80,78	R\$ 100,98	R\$ 3.697,58	
03.03	SINAPI	100341	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA CORTINA DE CONTENÇÃO, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 18 MM, 10 UTILIZAÇÕES. AF_07/2019	M2	21,58	R\$ 36,48	R\$ 45,60	R\$ 984,05	
03.04	SINAPI	100341	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA CORTINA DE CONTENÇÃO, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E = 18 MM, 10 UTILIZAÇÕES. AF_07/2019	M2	132,72	R\$ 36,48	R\$ 45,60	R\$ 6.052,03	

03.05	SINAPI	92916	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DIVERSAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES, UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	390,01	R\$	17,08	R\$	21,35	R\$	8.326,71
03.06	SINAPI	92919	ARMAÇÃO DE ESTRUTURAS DIVERSAS DE CONCRETO ARMADO, EXCETO VIGAS, PILARES, LAJES E FUNDAÇÕES, UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	1033,64	R\$	14,13	R\$	17,66	R\$	18.256,67
03.07	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	7,25	R\$	491,64	R\$	614,55	R\$	4.455,49
03.08	SINAPI	94965	CONCRETO FCK = 25MPA, TRAÇO 1:2,3:2,7 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	13,27	R\$	491,64	R\$	614,55	R\$	8.155,08
03.09	SINAPI	94319	ATERRO MANUAL DE VALAS COM SOLO ARGILO-ARENOSO E COMPACTAÇÃO MECANIZADA. AF_05/2016	M3	67,38	R\$	80,79	R\$	100,99	R\$	6.804,54
03.10	SINAPI	87765	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS MOLHADAS SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO, ACABAMENTO NÃO REFORÇADO, ESPESSURA 4CM. AF_07/2021	M2	74,86	R\$	56,11	R\$	70,14	R\$	5.250,49
03.11	PRÓPRIA	UFPE2.2.4	EXECUÇÃO DE PASSEIO EM PISO ANTIDERRAPANTE, COM LAJOTA ANTIDERRAPANTE 50 X 50 CM, ESPESSURA 2,5 CM	M²	74,86	R\$	75,31	R\$	94,14	R\$	7.047,20
03.12	PRÓPRIA	UFPE4.1.6	LIMPEZA DE SUPERFÍCIES COM HIDROJATO	M²	90,52	R\$	5,72	R\$	7,15	R\$	647,33
04.00			04-RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL							R\$	9.811,59
04.01	SETOP-SUL	ED-49660	ESCARIFICAÇÃO MANUAL EM PEÇA DE CONCRETO, COM PROFUNDIDADE MÁXIMA DE ATÉ 3CM, INCLUSIVE LIMPEZA DA SEÇÃO ESCARIFICADA, TRANSPORTE E RETIRADA DO MATERIAL DEMOLIDO, EXCLUSIVE RECOMPOSIÇÃO EM ARGAMASSA OU CONCRETO	m2	25,68	R\$	172,53	R\$	215,66	R\$	5.538,21
04.02	SETOP-SUL	ED-49656	LIXAMENTO MECANIZADO DA ARMADURA COM ESCOVA CIRCULAR, EXCLUSIVE REFORÇO EM ARMADURA, PROTEÇÃO DE ARMADURA E RECOMPOSIÇÃO EM ARGAMASSA OU CONCRETO	m	122,4	R\$	7,44	R\$	9,30	R\$	1.138,32
04.03	SETOP-SUL	ED-49657	PROTEÇÃO DE ARMADURA CORROÍDA POR AÇÃO DE CLORETOS, COM TINTA DE ALTO TEOR DE ZINCO, EXCLUSIVE RECOMPOSIÇÃO EM ARGAMASSA OU CONCRETO	m	122,4	R\$	6,29	R\$	7,86	R\$	962,37
			MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES								

04.04	SINAPI	92443	RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	25,68	R\$	46,66	R\$	58,33	R\$	1.497,79
04.05	SINAPI	90285	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECANICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	M3	0,77	R\$	701,20	R\$	876,50	R\$	674,91
05.00			05-COMPLEMENTO DE PILARES							R\$	14.119,73
05.01	SINAPI	97063	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MODULAR FACHADEIRO, COM PISO METALICO, PARA EDIFICAÇÕES COM MULTIPLOS PAVIMENTOS (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	M2	570,6	R\$	12,01	R\$	15,01	R\$	8.566,13
05.02	SINAPI	97627	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M3	0,35	R\$	310,28	R\$	387,85	R\$	135,75
05.03	PRÓPRIA	UFPE2.3.4	EXECUÇÃO DE FUROS EM PILARES PARA A ANCORAGEM DA ARMAÇÃO DE COMPLEMENTO DE PILAR	UN	48	R\$	44,18	R\$	55,23	R\$	2.650,86
05.04	SINAPI	92443	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	14,45	R\$	46,66	R\$	58,33	R\$	842,80
05.05	SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	11,2	R\$	15,71	R\$	19,64	R\$	219,94
05.06	SINAPI	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	42,39	R\$	11,21	R\$	14,01	R\$	593,99
05.07	SINAPI	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	15,15	R\$	10,93	R\$	13,66	R\$	206,99
05.08	SINAPI	103669	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	M3	0,85	R\$	850,14	R\$	1.062,68	R\$	903,27
06.00			06-VIGAS DE FECHAMENTO							R\$	31.311,36
06.01	SINAPI	97625	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA PARA QUALQUER TIPO DE BLOCO, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M3	20,02	R\$	52,24	R\$	65,30	R\$	1.307,31

06.02	SINAPI	92448	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTELETE DE MADEIRA, PE-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	73,31	R\$	171,23	R\$	214,04	R\$	15.691,09
06.03	SINAPI	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	151,27	R\$	15,26	R\$	19,08	R\$	2.885,48
06.05	SINAPI	103683	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA QUALQUER TIPO DE LAJE COM BALDES EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 04 ANDARES - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	M3	5,36	R\$	1.135,57	R\$	1.419,46	R\$	7.608,32
06.05	SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	230,94	R\$	13,23	R\$	16,54	R\$	3.819,17
07.00			07-ALVENARIA DE FECHAMENTO							R\$	694,78
07.01	SINAPI	103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	7,05	R\$	78,84	R\$	98,55	R\$	694,78
08.00			08-INSTALAÇÃO DO TELHADO							R\$	251.966,36
08.01	PRÓPRIA	UFPE3.1	TELHAMENTO COM TELHA AUTOPORTANTE PLANA EM AÇO GALVALUME, ESPESSURA 0,95 MM, COM TODOS OS ACESSÓRIOS TIPO CAVALETES, PERFIS DE APOIO, PARAFUSO SOLIDARIZAÇÃO, CHAPA DE VEDAÇÃO, REF. IMAP 850 FABRICANTE TELAPORT OU EQUIVALENTE TÉCNICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M²	549,5	R\$	366,83	R\$	458,54	R\$	251.966,36
09.00			09-PREPARAÇÃO E LIMPEZA							R\$	12.065,75
09.01	SINAPI	97640	REMOÇÃO DE FORROS DE DRYWALL, PVC E FIBROMINERAL, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	303,12	R\$	1,79	R\$	2,24	R\$	678,23
09.02	SINAPI	97662	REMOÇÃO DE TUBULAÇÕES (TUBOS E CONEXÕES) DE ÁGUA FRIA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M	25,76	R\$	0,45	R\$	0,56	R\$	14,49
09.03	PRÓPRIA	UFPE4.1.5	REMOÇÃO DE DIVISÓRIAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO	M²	100,49	R\$	1,66	R\$	2,07	R\$	208,31
09.04	PRÓPRIA	UFPE4.1.3	RETIRADA DE REVESTIMENTO VINILICO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO	M²	274,65	R\$	14,69	R\$	18,37	R\$	5.044,01

09.05	SINAPI	97633	DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	30,24	R\$	21,13	R\$	26,41	R\$	798,71
09.06	SINAPI	97644	REMOÇÃO DE PORTAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	29,91	R\$	8,60	R\$	10,75	R\$	321,53
09.07	SINAPI	97631	DEMOLIÇÃO DE ARGAMASSAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	684,97	R\$	3,09	R\$	3,86	R\$	2.645,70
09.08	PRÓPRIA	UFPE4.1.6	LIMPEZA DE SUPERFÍCIES COM HIDROJATO	M²	329,28	R\$	5,72	R\$	7,15	R\$	2.354,76
10.00			10-INSTALAÇÃO DAS PORTAS							R\$	16.834,83
10.01	PRÓPRIA	UFPE4.7.1	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 100X210CM, ESPESSURA DE 3,5 A 4,0CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	un	8	R\$	783,18	R\$	978,97	R\$	7.831,76
10.02	PRÓPRIA	UFPE4.7.2	PORTA/PAINEL CEGO PARA DIVISÓRIA (N1) - PAINEL CEGO MSO/COMEIA E=35MM, S/ BONECA, INCLUSO BATENTE, TESTEIRO, DOBRADIÇAS E FECHADURA. AF_01/2021	M²	12,52	R\$	575,28	R\$	719,10	R\$	9.003,07
11.00			11-REPARO DO SISTEMA ELÉTRICO							R\$	41.038,48
11.01	SINAPI	104480	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO 2P+T (20A/250V) EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL COM ELETRODUTO EMBUTIDO SEM NECESSIDADE DE RASGOS, INCLUSO TOMADA, ELETRODUTO, CABO E QUEBRA (EXCETO CHUVEIRO). AF_11/2022	UN	12	R\$	131,71	R\$	164,64	R\$	1.975,65
11.02	SINAPI	104477	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE ILUMINAÇÃO, COM INTERRUPTOR SIMPLES, EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL COM ELETRODUTO EMBUTIDO SEM NECESSIDADE DE RASGOS, INCLUSO TOMADA, ELETRODUTO, CABO E QUEBRA (SEM LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_11/2022	UN	30	R\$	132,50	R\$	165,63	R\$	4.968,75
11.03	SINAPI	104479	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE TOMADA DE USO GERAL 2P+T (10A/250V) EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL COM ELETRODUTO EMBUTIDO SEM NECESSIDADE DE RASGOS, INCLUSO TOMADA, ELETRODUTO, CABO E QUEBRA. AF_11/2022	UN	124	R\$	116,34	R\$	145,43	R\$	18.032,70
11.04	SINAPI	97665	REMOÇÃO DE LUMINÁRIAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	UN	106	R\$	1,20	R\$	1,50	R\$	159,00
			LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 1								

11.05	SINAPI	100904	LÂMPADA TUBULAR FLUORESCENTE DE 20 W, COM REATOR DE PARTIDA CONVENCIONAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	9	R\$	70,00	R\$	87,50	R\$	787,50
11.06	SINAPI	97591	LUMINÁRIA TIPO PLAFON REDONDO COM VIDRO FOSCO, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	13	R\$	114,86	R\$	143,58	R\$	1.866,48
11.07	SINAPI	97660	REMOÇÃO DE INTERRUPTORES/TOMADAS ELÉTRICAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	UN	165	R\$	0,62	R\$	0,78	R\$	127,88
11.08	SINAPI	97606	LUMINÁRIA ARANDELA TIPO MEIA LUA, DE SOBREPOR, COM 1 LÂMPADA FLUORESCENTE DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	7	R\$	86,07	R\$	107,59	R\$	753,11
11.09	SINAPI	97586	LUMINÁRIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS TUBULARES FLUORESCENTES DE 36 W, COM REATOR DE PARTIDA RÁPIDA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	77	R\$	127,00	R\$	158,75	R\$	12.223,75
11.10	SINAPI	97594	LUMINÁRIA TIPO SPOT, DE SOBREPOR, COM 2 LÂMPADAS FLUORESCENTES DE 15 W, SEM REATOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_02/2020	UN	1	R\$	114,93	R\$	143,66	R\$	143,66
12.00			12-REVESTIMENTO DAS PAREDES							R\$	111.981,43
12.01	SINAPI	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF_06/2018	M2	186,56	R\$	42,40	R\$	53,00	R\$	9.887,68
12.02	SINAPI	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_10/2022	M2	699,57	R\$	4,26	R\$	5,33	R\$	3.725,21
12.03	SINAPI	89173	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES INTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E EDIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO. AF_12/2014	M2	698,88	R\$	40,48	R\$	50,60	R\$	35.363,33
12.04	PRÓPRIA	UFPE4.2.3	DIVISÓRIA CEGA (N1) - PAINEL MSO/COMEIA E=35MM - PERFIS SIMPLES ACO GALVANIZADO PINTADO. AF_04/2021	M²	100,48	R\$	501,63	R\$	627,04	R\$	63.005,21
13.00			13-PISO							R\$	97.988,26
13.01	SINAPI	101727	PISO VINÍLICO SEMI-FLEXÍVEL EM PLACAS, PADRÃO LISO, ESPESSURA 3,2 MM, FIXADO COM COLA. AF_09/2020	M2	304,88	R\$	251,87	R\$	314,84	R\$	95.987,66

13.02	SINAPI	98546	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, UMA CAMADA, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM. AF_06/2018	M2	14,00	R\$	114,32	R\$	142,90	R\$	2.000,60
14.00			14-FORRO							R\$	26.447,22
14.01	SINAPI	96116	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES COMERCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_PS	M2	303,12	R\$	69,80	R\$	87,25	R\$	26.447,22
15.00			15-PINTURA INTERNA							R\$	60.257,70
15.01	SINAPI	88497	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	1469,7	R\$	14,34	R\$	17,93	R\$	26.344,37
15.02	SINAPI	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	1469,7	R\$	15,60	R\$	19,50	R\$	28.659,15
15.03	SINAPI	88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	1469,7	R\$	2,86	R\$	3,58	R\$	5.254,18
16.00			16-PINTURA EXTERNA							R\$	27.383,90
16.01	SINAPI	88497	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	667,9	R\$	14,34	R\$	17,93	R\$	11.972,11
16.02	SINAPI	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	667,9	R\$	15,60	R\$	19,50	R\$	13.024,05
16.03	SINAPI	88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	667,9	R\$	2,86	R\$	3,58	R\$	2.387,74
17.00			17-DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE							R\$	718,82
17.01	SINAPI	97637	REMOÇÃO DE TAPUME/ CHAPAS METÁLICAS E DE MADEIRA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	203,2	R\$	2,83	R\$	3,54	R\$	718,82

APÊNDICE C – ORÇAMENTO DO TELHADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA
DIRETORIA DE PLANOS E PROJETOS

OBRA:	REFORMA DO LABORATÓRIO DE DISPOSITIVOS E NANOESTRUTURAS						
LOCAL:	CAMPUS RECIFE						
SINAPI DESONERADO MARÇO/2023 SETOP-SUL JANEIRO/2023				PRAZO OBRA	BDI	TAXAS (LS)	
DATA:	28/05/2023			3 MESES	25%	114,55%(H)	70,11%(MÊS)
TOTAL	R\$ 365.931,53		Total com BDI	R\$ 457.414,41	Valor do BDI	R\$ 91.482,88	
ORÇAMENTO SINTÉTICO							

Item	Base de Dados	Código Orçamento	Descrição da Composição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Unitário com BDI	Custo Total
01.00			01-ADMINISTRAÇÃO GERAL					R\$ 115.356,86
01.01	SINAPI	93565	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	3	R\$ 19.399,20	R\$ 24.249,00	R\$ 72.747,00
01.02	SINAPI	93572	ENCARREGADO GERAL DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	3	R\$ 6.786,45	R\$ 8.483,06	R\$ 25.449,19
01.03	SINAPI	100321	TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	3	R\$ 4.576,18	R\$ 5.720,23	R\$ 17.160,68
02.00			02-ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS					R\$ 32.407,86
02.01	SINAPI	98459	TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018	M2	203,2	R\$ 127,59	R\$ 159,49	R\$ 32.407,86
03.00			04-RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL					R\$ 9.811,59
03.01	SETOP-SUL	ED-49660	ESCARIFICAÇÃO MANUAL EM PEÇA DE CONCRETO, COM PROFUNDIDADE MÁXIMA DE ATÉ 3CM, INCLUSIVE LIMPEZA DA SEÇÃO ESCARIFICADA, TRANSPORTE E RETIRADA DO MATERIAL DEMOLIDO, EXCLUSIVE RECOMPOSIÇÃO EM ARGAMASSA OU CONCRETO	m2	25,68	R\$ 172,53	R\$ 215,66	R\$ 5.538,21
03.02	SETOP-SUL	ED-49656	LIXAMENTO MECANIZADO DA ARMADURA COM ESCOVA CIRCULAR, EXCLUSIVE REFORÇO EM ARMADURA, PROTEÇÃO DE ARMADURA E RECOMPOSIÇÃO EM ARGAMASSA OU CONCRETO	m	122,4	R\$ 7,44	R\$ 9,30	R\$ 1.138,32

03.03	SETOP-SUL	ED-49657	PROTEÇÃO DE ARMADURA CORROÍDA POR AÇÃO DE CLORETOS, COM TINTA DE ALTO TEOR DE ZINCO, EXCLUSIVE RECOMPOSIÇÃO EM ARGAMASSA OU CONCRETO	m	122,4	R\$ 6,29	R\$ 7,86	R\$ 962,37
03.04	SINAPI	92443	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	25,68	R\$ 46,66	R\$ 58,33	R\$ 1.497,79
03.05	SINAPI	90285	GRAUTE FGK=30 MPA; TRAÇO 1:0,9:1,2:0,6 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA GROSSA/ BRITA 0/ ADITIVO) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	M3	0,77	R\$ 701,20	R\$ 876,50	R\$ 674,91
04.00			05-COMPLEMENTO DE PILARES					R\$ 14.119,73
04.01	SINAPI	97063	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ANDAIME MODULAR FACHADEIRO, COM PISO METÁLICO, PARA EDIFICAÇÕES COM MÚLTIPLOS PAVIMENTOS (EXCLUSIVE ANDAIME E LIMPEZA). AF_11/2017	M2	570,6	R\$ 12,01	R\$ 15,01	R\$ 8.566,13
04.02	SINAPI	97627	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M3	0,35	R\$ 310,28	R\$ 387,85	R\$ 135,75
04.03	PRÓPRIA	UFPE2.3.4	EXECUÇÃO DE FUROS EM PILARES PARA A ANCORAGEM DA ARMAÇÃO DE COMPLEMENTO DE PILAR	UN	48	R\$ 44,18	R\$ 55,23	R\$ 2.650,86
04.04	SINAPI	92443	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 18 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	14,45	R\$ 46,66	R\$ 58,33	R\$ 842,80
04.05	SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	11,2	R\$ 15,71	R\$ 19,64	R\$ 219,94

04.06	SINAPI	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	42,39	R\$ 11,21	R\$ 14,01	R\$ 593,99
04.07	SINAPI	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	15,15	R\$ 10,93	R\$ 13,66	R\$ 206,99
04.08	SINAPI	103669	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	M3	0,85	R\$ 850,14	R\$ 1.062,68	R\$ 903,27
05.00			06-VIGAS DE FECHAMENTO					R\$ 31.311,36
05.01	SINAPI	97625	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA PARA QUALQUER TIPO DE BLOCO, DE FORMA MECANIZADA, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M3	20,02	R\$ 52,24	R\$ 65,30	R\$ 1.307,31
05.02	SINAPI	92448	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	73,31	R\$ 171,23	R\$ 214,04	R\$ 15.691,09
05.03	SINAPI	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	151,27	R\$ 15,26	R\$ 19,08	R\$ 2.885,48
05.04	SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	230,94	R\$ 13,23	R\$ 16,54	R\$ 3.819,17
05.05	SINAPI	103683	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA QUALQUER TIPO DE LAJE COM BALDES EM EDIFICAÇÃO DE MULTIPAVIMENTOS ATÉ 04 ANDARES - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	M3	5,36	R\$ 1.135,57	R\$ 1.419,46	R\$ 7.608,32
06.00			07-ALVENARIA DE FECHAMENTO					R\$ 694,78

06.01	SINAPI	103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	7,05	R\$ 78,84	R\$ 98,55	R\$ 694,78
07.00			08-INSTALAÇÃO DO TELHADO					R\$ 251.966,36
07.01	PRÓPRIA	UFPE3.1	TELHAMENTO COM TELHA AUTOPORTANTE PLANA EM AÇO GALVALUME, ESPESSURA 0,95 MM, COM TODOS OS ACESSÓRIOS TIPO CAVALETES, PERFIS DE APOIO, PARAFUSO SOLIDARIZAÇÃO, CHAPA DE VEDAÇÃO, REF. IMAP 850 FABRICANTE TELAPORT OU EQUIVALENTE TÉCNICO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	M²	549,5	R\$ 366,83	R\$ 458,54	R\$ 251.966,36
08.00			16-PINTURA EXTERNA					R\$ 1.027,05
08.01	SINAPI	88497	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	25,05	R\$ 14,34	R\$ 17,93	R\$ 449,02
08.02	SINAPI	88485	APLICAÇÃO DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	25,05	R\$ 2,86	R\$ 3,58	R\$ 89,55
08.03	SINAPI	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	25,05	R\$ 15,60	R\$ 19,50	R\$ 488,48
09.00			17-DESMOBILIZAÇÃO DO CANTEIRO DE					R\$ 718,82
09.01	SINAPI	97637	REMOÇÃO DE TAPUME/ CHAPAS METÁLICAS E DE MADEIRA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	203,2	R\$ 2,83	R\$ 3,54	R\$ 718,82

APÊNDICE D – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

Nome da empresa
Líder do projeto

Início do projeto:	seg, 31/07/2023	
Semana de exibição:	1	

<https://www.vertex42.com/ExcelTemplates/simple-gantt-chart.html>

[illegible]

APÊNDICE E – MACRO ATUALIZADADOS

```
Sub AtualizaDados()  
'Atualiza os dados do Banco de Dados  
'Ela copia os dados da aba Dados Importados para o Banco de Dados  
'e formata as células copiadas  
'Feita usando a função Gravar Macro  
  
'Para a atualização de tela  
Application.ScreenUpdating = False  
  
'Exibe a guia oculta dados importados  
Sheets("Dados Importados").Visible = True  
  
'Copia e cola os dados  
Sheets("Dados Importados").Select  
Range("A2").Select  
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select  
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
Selection.Copy  
Sheets("Banco de Dados").Select  
Range("A3").Select  
ActiveSheet.Paste  
Application.CutCopyMode = False  
  
'Formata os dados da tabela  
With Selection  
.HorizontalAlignment = xlGeneral  
.VerticalAlignment = xlCenter  
.WrapText = False  
.Orientation = 0  
.AddIndent = False  
.IndentLevel = 0  
.ShrinkToFit = False  
.ReadingOrder = xlContext  
.MergeCells = False  
End With  
With Selection  
.HorizontalAlignment = xlCenter  
.VerticalAlignment = xlCenter  
.WrapText = False  
.Orientation = 0  
.AddIndent = False  
.IndentLevel = 0  
.ShrinkToFit = False  
.ReadingOrder = xlContext  
.MergeCells = False  
End With  
Range("Tabela5[Etapas]").Select  
With Selection  
.HorizontalAlignment = xlLeft  
.VerticalAlignment = xlCenter  
.WrapText = False  
.Orientation = 0  
.AddIndent = False  
.IndentLevel = 0  
.ShrinkToFit = False  
.ReadingOrder = xlContext  
.MergeCells = False  
End With  
With Selection  
.HorizontalAlignment = xlLeft
```

```

.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = True
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Range("Tabela5[Descrição Revit]").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlLeft
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With
Range("A3").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlToLeft)).Select
Range("A3:E3").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
With Selection
.Font
.Name = "Arial"
.Size = 10
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
.ThemeFont = xlThemeFontNoneEnd With

'Ocultar a aba Dados Importados
Sheets("Dados Importados").Select
ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

Application.ScreenUpdating = True

End Sub

```

APÊNDICE F – MACRO ORÇAMENTO ETAPAS

```
Sub OrcamentoEtapas()
```

```
'Essa macro tem como função principal organizar um orçamento  
'agrupando os dados de acordo com a etapa construtiva em que  
'serão executados.
```

```
Dim WP As Worksheet 'Planilha Principal  
Dim WS As Worksheet 'Planilha Secundária  
Dim sht As Worksheet 'Manipular as novas planilhas
```

```
Dim Encont As Boolean 'Verifica se uma planilha foi encontrada ou não
```

```
Dim ln As Long 'Controle das linhas da planilha principal  
Dim lnTemp As Long 'Controle das linhas da planilha secundária
```

```
Dim CT As Currency 'Armazena a soma da coluna Custo Total por Etapa  
Dim CTT As Currency 'Armazena a soma da coluna Custo Total
```

```
Dim col As Integer 'Controle das colunas da planilha principal  
Dim colTemp As Integer 'Controle das colunas da planilha secundária  
Dim qtd As Integer 'Quantidade de descrições de etapas  
Dim memo As Integer 'Salva na memória a informação de determinada posição  
Dim cont As Integer 'Contador para verificação de loops  
Dim i As Integer 'Controle de loop de matrizes  
Dim j As Integer
```

```
Dim item As Integer 'Numera os itens do orçamento
```

```
Dim a As String 'Condicional de texto
```

```
Dim rng As Range 'Mapear as células para classificação dos dados  
Dim ultCel As Range 'Salva a última célula com dados
```

```
Dim Etapas() As Variant 'Array para controlar o nome das etapas  
Dim Colunas() As Variant 'Array com as colunas desejadas para o orçamento  
Colunas = Array("Item", "Base de Dados", "Código Orçamento", "Descrição da  
Composição", "Unidade", "Quantidade", "Custo Unitário", "Custo Unitário com  
BDI", "Custo Total")
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
ln = 3 'Linha inicial da tabela Base de Dados  
col = 1 'Coluna inicial da tabela Base de Dados  
lnTemp = 9 'Linha inicial da tabela Planilha Orçamento  
colTemp = 1 'Coluna inicial da tabela Planilha Orçamento  
Encont = False
```

```
Set WP = Sheets("Banco de Dados")  
Set ultCel = WP.Cells(WP.Rows.Count, 1).End(xlUp) 'Última linha com dados
```

```
WP.Select
```

```
'Passo 1: Classificação dos dados  
'.....
```

```
WP.Range("c3").Select 'Equivale a clicar na célula C3
```

```
Set rng = WP.Range("c3").CurrentRegion  
'Seleciona todas as células próximas a C3
```

```

WP.Sort.SortFields.Clear 'Organiza os dados
WP.Sort.SortFields.Add2 Key:=WP.Range("c3"), SortOn:=xlSortOnValues,
Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortTextAsNumbers

'Passo 2: Criar uma lista única de etapas
'
'.....

Set rng = WP.Range("c2:c" & ultCel.Row)

'Salva as informações na coluna Vrng.Select
rng.AdvancedFilter Action:=xlFilterCopy, CopyToRange:=WP.Range("V1"),
Unique:=True

'Passo 3: Manipulação e checagem das pastas de trabalho existentes na
planilha
'
'.....

Set ultCel = WP.Cells(WP.Rows.Count, 22).End(xlUp) 'Última célula das
etapas

'Conta o numero de etapas
qtd = Application.WorksheetFunction.CountA(WP.Range("v2:v" & ultCel.Row))

ReDim Etapas(1 To qtd) 'Redimensiona a array

ln = 2
col = 22

For i = 1 To qtd

Etapas(i) = WP.Cells(ln, col) 'Salva as etapas em um array
ln = ln + 1

Next i

ln = 3
col = 1

'Percorre as planilhas para identificar se já existe alguma Planilha
Orçamento
'
'.....

For Each sht In Sheets 'Percorre todas as planilhas existentes no arquivo

If sht.Name = "Orçamento" Then 'Verifica se a planilha atual é Planilha
Orçamentosht.UsedRange.EntireColumn.Delete 'Apaga todos os dados
Encont = True 'Indica que encontrou
Exit For

End IfNext sht

If Encont = False Then 'Caso não encontre

Sheets.Add after:=Sheets(Sheets.Count) 'Cria a Planilha
ActiveSheet.Name = "Orçamento" 'Troca o nome da planilha

End If

Encont = False

'Passo 4: Transferência de dados
'
'.....
WP.Select

```



```

WP.Range("a3").Select

'Iniciando os acumuladorescont = 1
item = 1
CT = 0
CTT = 0

Set ultCel = WP.Cells(WP.Rows.Count, 1).End(xlUp)

Do While ln <= ultCel.Row 'Percorre todas as linhas para copiar os dadosSet
WS = Sheets("Orçamento")

If lnTemp = 9 Then
For i = 0 To 8 'Preenche o cabeçalho da tabela

WS.Cells(lnTemp, i + 1) = Colunas(i)

Next i

a = WP.Cells(ln, 3) 'Armazena a primeira etapa
lnTemp = lnTemp + 1 'Pula para a próxima linha

'Preenche a segunda linha da tabela com as informações da etapa
WS.Cells(lnTemp, 1) = item
WS.Cells(lnTemp, 4) = a
memo = lnTemp 'Salva a linha atual
lnTemp = lnTemp + 1

End If

'Verifica se a informação contida é igual à da tabela
If a = WP.Cells(ln, 3) Then

For j = 1 To 12

For i = 0 To 8

'Organiza as informações nas colunas da tabela
If WP.Cells(2, j) = Colunas(i) Then

WS.Cells(lnTemp, i + 1) = WP.Cells(ln, j)

If Colunas(i) = "Custo Total" Then

CT = CT + WP.Cells(ln, j)

End If

End If

Next i

Next j

ln = ln + 1

Else 'Caso a informação seja diferente

cont = 0 'Reseta o contador de loop
CTT = CTT + CT 'Armazena o custo total da etapa

```

```

WS.Cells(lnTemp, 1) = item
WS.Cells(memo, 9) = CT 'Exibe o custo total da etapa na tabela
item = item + 1 'Avança para o próximo item do orçamento

a = WP.Cells(ln, 3) 'Muda para a próxima etapa
WS.Cells(lnTemp, 1) = item
WS.Cells(lnTemp, 4) = a
memo = lnTemp 'Salva a linha atual
CT = 0 'Reseta o custo total da etapa

End If

'Verifica se o loop atingiu a última linha do orçamento
'Como a macro pula uma linha para cada item, soma-se o número de itens
'Como foi necessário deixar espaço para o cabeçalho, também é necessário
'adicioná-lo na condição deste if
If lnTemp = ultCel.Row + item + 7 Then

'Esse contador verifica a quantidade de itens na última etapa
'Sem esse verificador, a macro não contaria a última etapa se
'ela só tiver um item
If cont = 1 Then

CT = CT + WP.Cells(ln, 10)

End If

CTT = CTT + CT
'Imprime a soma do custo da última etapa
WS.Cells(memo, 9) = CT

'Totaliza o valor do orçamento
WS.Cells(3, 10) = "TOTAL sem BDI"
WS.Cells(3, 11) = CTT / (1 + WP.Cells(1, 3))

'Acrescenta um BDI de 25%
WS.Cells(5, 10) = "Total com BDI"
WS.Cells(5, 11) = CTT

'Calcula o valor do BDI
WS.Cells(4, 10) = "Valor do BDI"
WS.Cells(4, 11) = WS.Cells(5, 11) - WS.Cells(3, 11)

End If

cont = cont + 1 lnTemp = lnTemp + 1

Loop

'Formatação da tabela
'
'.....
'Essa seção foi feita usando a função Gravar Macro, visto que consiste em
selecionar células e configurá-las normalmente

'Transforma os dados em uma tabela Sheets("Orçamento").Select
Range("H9").Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlToLeft)).Select Application.CutCopyMode =
False
ActiveSheet.ListObjects.Add(xlSrcRange, Range("$A$9:$I$96"), , xlYes).Name
= "Orçamento"
Range("Orçamento[#All]").Select

```

```

ActiveSheet.ListObjects("Orçamento").TableStyle = "TableStyleLight11"
Range("Orçamento[[#Headers],[Item]]").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
With Selection
    .Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark2
    .TintAndShade = -0.499984740745262
    .PatternTintAndShade = 0
End With

'Muda o formato de exibição dos valores para Contábil
Columns("G:I").Select
Selection.Style = "Currency"

'Ajusta a altura e a largura das células

Columns("B:B").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Columns("B:I").EntireColumn.AutoFit
Columns("D:D").Select
ActiveWindow.ScrollColumn = 3
ActiveWindow.ScrollColumn = 4
Selection.ColumnWidth = 60Columns("A:A").Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).SelectCells.EntireRow.AutoFit

'Organiza o alinhamento das colunas da tabela
Columns("A:A").Select
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With
Columns("B:C").Select
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With
Columns("E:I").Select
With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlCenter
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext

```

```

.MergeCells = False
End With
Columns("D:D").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlGeneral
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = True
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With

'Formata a tabela de totais
Range("A7").Select
Selection.Font.Bold = True
Range("D7").Select
Selection.Font.Bold = True
Range("G7").Select
Selection.Font.Bold = True

'Organiza o cabeçalho da tabelaRows
("9:9").Select
With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlCenter
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With

'Organiza o cabeçalho do orçamento
'Copia o cabeçalho criado e cola no orçamento
Sheets("Cabeçalho").Visible = True 'Torna a aba oculta visível
Sheets("Cabeçalho").Select 'Abre ela
Range("B2:J9").Select
Selection.Copy
Sheets("Orçamento").Select
Range("A1").Select
ActiveSheet.Paste
Range("J3:K3").Select
Selection.Copy
Range("A7").Select
Selection.PasteSpecial
Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False,
Transpose:=False
'Traz os totais para o cabeçalho
'Se fossem colocados na posição certa antes, teriam sido apagados agora
Range("J4:K4").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("G7").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Range("J5:K5").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("D7").Select

```



```

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks
:=False, Transpose:=FalseRange
("B7").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Style = "Currency"
Range("E7").Select
Selection.Style = "Currency"
Range("H7").Select
Selection.Style = "Currency"
Range("G7").Select
Selection.Font.Bold = True
Range("D7").Select
Selection.Font.Bold = True
Range("A7").Select
Selection.Font.Bold = True
Range("J2:K6").Select
Selection.ClearContents
Rows("1:1").RowHeight = 40.8
Range("A1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
"UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

```

SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

" & _
"

DIRETO

RIA DE PLANOS E PROJETOS" & _""

```

Range("A4:D4").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"SINAPI DESONERADO MARÇO/2023

```

SETOP-SUL JANEIRO/2023

"

```

Rows("4:4").RowHeight = 27.6
ActiveSheet.Shapes.Range(Array("image1.jpg")).Select
Selection.ShapeRange.IncrementLeft 255.6
Sheets("Cabeçalho").Select ActiveWindow.SelectedSheets.Visible = False

```

```

'Limpa a coluna V no Banco de Dados
'É na coluna V que a macro salva as etapas organizadas
Sheets("Banco de
Dados").Select
Columns("V:V").Select
Selection.ClearContents
With Selection.Interior
.Pattern = xlNone
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0End With

```

'Atualização do Cronograma

'.....
'Como o cronograma usa informações do orçamento, faz-se necessário

'atualizar as fórmulas no cronograma, porque elas perdem as referências
'quando a aba Orçamento é apagada

'Abre o cronograma Sheets
("Cronograma").Select

'Restaura a fórmula dos itens
Range("B8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=IF('Orçamento'!R[2]C[-1]=""", """, 'Orçamento'!R[2]C[-1])"

'Restaura a fórmula das descrições
Range("C8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IF('Orçamento'!R[2]C[1]=""", """, 'Orçamento'!R[2]C[1])"

'Restaura a fórmula dos custos totais
Range("D8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IF('Orçamento'!R[2]C[5]=""", """, 'Orçamento'!R[2]C[5])"

'Restaura a fórmula das quantidades
Range("E8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IF(Orçamento!R[2]C[1]=""", """, Orçamento!R[2]C[1])"

'Recupera o valor total do orçamento com BDI
Range("E1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=Orçamento!R7C5"
Application.ScreenUpdating = True

'Abre a aba Orçamento
Sheets("Orçamento").Select

'Eliminação das variáveis utilizadas
Set WP = Nothing
Set WS = Nothing
Set ultCel = Nothing
Set rng = Nothing

End Sub

APÊNDICE G – PASTA DO DRIVE COM OS ARQUIVO

<https://drive.google.com/drive/folders/163CAHaOjOUoxweWNl25K7c62C3pItoWg?usp=sharing>