

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
ENGENHARIA CIVIL

Márcio Yukio Arai Takaya
Matheus Bernini Cecere
Matheus Luis Chu Maciel
Victor Haidamous Rampazzo

Planejamento de um Strip Mall segundo aspectos
técnicos e financeiros

São Paulo
2016

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
ENGENHARIA CIVIL**

Márcio Yukio Arai Takaya
Matheus Bernini Cecere
Matheus Luis Chu Maciel
Victor Haidamous Rampazzo

Planejamento de um Strip Mall segundo aspectos técnicos e financeiros

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Banca Examinadora da Escola Politécnica para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Professor Doutor Flávio Leal Maranhão.

São Paulo

Catálogo-na-publicação

Takaya, Márcio Yukio Arai

Planejamento de um Strip Mall segundo aspectos técnicos e financeiros

/ M. Y. A. Takaya, M. B. Cecere, M. L. C. Maciel, V. H. Rampazzo -- São Paulo, 2014.

138 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Escola politécnica e todo seu corpo docente, além da direção e a administração, que realizam seu trabalho com tanto amor e dedicação, trabalhando incansavelmente para que nós, alunos, possamos contar com um ensino de extrema qualidade.

A todos os familiares, amigos e professores por terem contribuído para a elaboração desse trabalho. Em especial ao Prof. Dr. Flávio Maranhão pela paciência, dedicação e incentivo que nos deu nesse período.

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Escopo e objetivo do trabalho	15
1.2	Características do Empreendimento	16
2	Metologia	20
2.1	Premissas.....	21
3	Justificativa	27
4	Características do solo e terreno	28
4.1	Perfil	28
5	Serviços preliminares.....	29
6	Movimento de terra	31
7	Contenção.....	33
8	Fundações	35
9	Sistema estrutural	37
9.1	Estrutura de Concreto Armado In Loco	39
9.2	Estrutura de Concreto Pré-Moldado	43
9.3	Estrutura de Concreto Pré-Fabricado.....	46
9.4	Estrutura Metálica	48
9.5	Melhor Alternativa	50
10	Vedação e Revestimento Vertical.....	52
11	Revestimento Horizontal.....	54
12	Esquadrias.....	55
13	Sistemas Prediais	56
13.1	Água Fria.....	56
13.2	Esgoto Sanitário.....	57
13.3	Hidrantes.....	58
13.4	Água Pluvial	58

13.5	Energia Elétrica.....	59
13.6	Sistemas prediais complementares	59
14	Cobertura.....	61
15	Pavimento.....	63
16	Jardim.....	65
17	Custos Diretos	66
18	Custos Indiretos e BDI.....	67
18.1	Composição do Custo Indireto	68
18.2	Administração local	69
18.3	Administração Central.....	73
18.4	Demais Custos Indiretos	73
18.5	Custos Indiretos Considerados	74
18.6	Lucro e Imposto	74
18.7	Cálculo do Custo Total.....	76
18.8	Cálculo do BDI	77
19	Produtividade das Atividades.....	78
20	Linha de Atividades Principais.....	89
20.1	Atividades Críticas	91
21	Cash Flow.....	95
22	Trabalhadores no canteiro.....	97
23	Canteiro de Obra	101
23.1	Definição das fases do canteiro de obra	103
23.2	Comentários sobre o canteiro de obras	111
24	Conclusão.....	112
25	Bibliografia	116

RESUMO

O presente Trabalho Final de Graduação visa simular o planejamento executivo efetuado por uma construtora. Nosso estudo foi baseado em um empreendimento comercial fictício, proposto no Trabalho Final de Graduação intitulado “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Strip Center no Município de São Paulo”. Para a realização do trabalho, estudamos e pré-dimensionamos diversas soluções para cada sistema presente no empreendimento fictício, escolhendo a que melhor se encaixa de acordo com critérios técnicos, tempo de execução e custo. Além disso, tal qual uma construtora, simulamos a sequência de execução do empreendimento, confeccionando um cronograma de execução e histograma de fluxo de caixa e trabalhadores da obra a partir dos custos e produtividade de todas as atividades presentes no Strip Mall.

Palavras-chave: planejamento executivo, Strip Mall, engenharia civil.

ABSTRACT

The following Graduation Thesis aims to simulate the executive planning performed by a civil engineering construction company. Our dissertation is based on a fictitious retail shopping complex proposed in the Graduation Thesis titled “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Strip Center no Município de São Paulo”. In order to accomplish this essay, we studied and pre-designed several solutions for each system present in the fictitious enterprise, choosing the best solution according to technical and economical criterias and the runtime. Moreover, just like a construction company, we simulated the execution sequence of the project, preparing the schedule of execution and histogram of cash flow and construction workers of the enterprise.

Key-words: executive planning, Strip Mall, civil engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea da localização - indicando o terreno	16
Figura 2 - Vista aérea do terreno	17
Figura 3 - Imagem da parte da frente do terreno	17
Figura 4 - Imagem da escola localizada na frente do terreno	18
Figura 5 - Planta do empreendimento	19
Figura 6 - Planta do StripMall e perfil de corte e aterro	31
Figura 7 - Muro de arrimo de gabião	34
Figura 8 - Planta do sistema estrutura idealizado	37
Figura 9 - Cronograma executivo da obra	89
Figura 10 - Layout do barracão do canteiro de obra.....	102
Figura 11 - Layout do canteiro na 1ª etapa.....	104
Figura 12 - Layout do canteiro na 2ª etapa.....	105
Figura 13 - Layout do canteiro na 3ª etapa.....	106
Figura 14 - Layout do canteiro na 4ª etapa.....	107
Figura 15 - Layout do canteiro na 5ª etapa.....	108
Figura 16 - Layout do canteiro na 6ª etapa.....	109
Figura 17 - Layout do canteiro na 7ª etapa.....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição de áreas do empreendimento	19
Tabela 2 – Custo de sondagem.....	28
Tabela 3 - Custo com os serviços preliminares	29
Tabela 4 - Volume de corte e aterro	31
Tabela 5 - Custo de movimento de terra.....	32
Tabela 6 - Quantitativo do muro de gabião.....	34
Tabela 7 - Custo da contenção.....	34
Tabela 8 - Quantitativo do radier	35
Tabela 9 - Custo dos insumos e serviços para execução de radier.....	36
Tabela 10 - Carga na cobertura.....	38
Tabela 11 - Quantitativo dos pilares moldados in-loco	40
Tabela 12 - Quantitativo das vigas moldadas in-loco	40
Tabela 13 - Quantitativo das lajes moldadas in-loco	40
Tabela 14 - Quantitativo da estrutura de concreto moldado in-loco.....	40
Tabela 15 - Custo unitário da execução da estrutura de concreto moldada in-loco	41
Tabela 16 - Custo de insumos e serviços para execução da estrutura de concreto moldado in-loco	41
Tabela 17 - Produtividade considerada para o concreto moldado in-loco	42
Tabela 18 - Quantitativo dos pilares pré-moldados	44
Tabela 19 - Quantitativo das vigas pré-moldadas.....	44
Tabela 20 - Quantitativo das lajes pré-moldadas.....	44
Tabela 21 - Quantitativo da estrutura de concreto pré-moldada.....	44
Tabela 22 - Custo unitário da execução da estrutura de concreto pré-moldada	45
Tabela 23 - Custo de insumos e serviços para execução da estrutura de concreto pré-moldada	45
Tabela 24 - Produtividade considerada para o concreto pré-moldada ..	46
Tabela 25 - Preço unitário do aço CA-50.....	47

Tabela 26 - Preço unitário de elemento pré-fabricado com 160kg de aço por metro cúbico de concreto	47
Tabela 27 - Custo de insumos e serviços para execução da estrutura de concreto pré-fabricada	47
Tabela 28 - Resumo de medição da estrutura metálica.....	49
Tabela 29 - Custo da estrutura metálica	49
Tabela 30 - Custo da vedação interna e externa	53
Tabela 31 - Custo do revestimento vertical da parede externa.....	53
Tabela 32 - Custo da pintura	53
Tabela 33 - Custo do revestimento horizontal	54
Tabela 34 - Custo das esquadrias	55
Tabela 35 - Custo do sistema predial de água fria	57
Tabela 36 - Custo do sistema predial de esgoto sanitário	57
Tabela 37 - Custo do sistema predial de hidrantes.....	58
Tabela 38 - Custo do sistema predial de água pluvial	58
Tabela 39 - Custo do sistema predial de energia elétrica	59
Tabela 40 - Custo da estrutura de madeira da cobertura	61
Tabela 41 - Custo da telha cerâmica da cobertura	62
Tabela 42 - Custo total da cobertura	62
Tabela 43 - Custo da pavimentação	63
Tabela 44 - Custo de preparação do jardim.....	65
Tabela 45 - Custo da grama do jardim.....	65
Tabela 46 - Custo total do jardim.....	65
Tabela 47 - Composição do Custo Direto	66
Tabela 48 - Parâmetro dos custos indiretos	69
Tabela 49 - Custo da água e esgoto.....	69
Tabela 50 - Custo mensal de água por tipo de operário.....	70
Tabela 51 - Custo indireto de água e esgoto	70
Tabela 52 - Estimativa do consumo de energia dos equipamentos utilizados	71
Tabela 53 - Custo indireto com mão de obra especializada	72
Tabela 54 - Custo indireto com o controle de qualidade do concreto	72
Tabela 55 - Custo Direto.....	73
Tabela 56 - Custo Indireto	74

Tabela 58 - Custo Total do empreendimento.....	77
Tabela 59 - Composição das equipes para cada atividade considerada	79
Tabela 60 - Orçamento	90
Tabela 61 - Caminho crítico da obra.....	92
Tabela 62 - Premissas utilizadas no fluxo de caixa	96
Tabela 63 - Número médio de trabalhadores na obra por mês	97
Tabela 64 - Número máximo de cada tipo de operário	100
Tabela 65 - Custos direto da produção do empreendimento	113
Tabela 66 - Custo Total	114

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Composição do Custo Total.....	90
Gráfico 2 - Fluxo de investimentos	95
Gráfico 3 - Número de trabalhadores ao longo da execução.....	98
Gráfico 4 - Composição do custo por subsistema	114

1 INTRODUÇÃO

O planejamento de execução de uma obra é de extrema importância para o seu sucesso. Por se tratar de um estudo profundo e uma simulação da execução de um projeto de engenharia civil, permite uma visão de todo o empreendimento, fornecendo aos envolvidos uma ideia dos recursos e serviços necessários para sua execução, bem como prazo global e de cada atividade desenvolvida no canteiro, avaliação de métodos construtivos, existência de interferências, entre outros. Dessa maneira, um planejamento eficaz e realista garante à obra qualidade, racionalização de insumos e serviços e redução de retrabalho, características essenciais para empresas que atuam em mercados extremamente competitivos, com prazos apertados e elevados investimentos, como é visto no mercado de construção civil brasileiro.

Em empreendimentos altamente competitivos, com margem de lucro e prazos apertados, tais como em um Strip Mall, um planejamento preciso é necessário e determinante para a viabilidade, ou não, do empreendimento.

Um Strip Mall é um centro comercial aberto, térreo ou de até dois andares cujas lojas enfileiram-se, geralmente de frente a um estacionamento. Pode reunir os mais diversos tipos de estabelecimentos comerciais, tais como restaurantes e lojas de varejo e serviços. De acordo com Brabo, Frascino e Messias (2015), seu projeto arquitetônico se preocupa em garantir o fácil acesso de pedestres e veículos, além de prever grandes vitrines voltadas para a calçada, o que permite a visualização das lojas e produtos expostos. Embora sejam voltados principalmente para o público local e de bairros próximos, muitas vezes se localizam em vias de grande movimentação.

Muito comum nos Estados Unidos e Canadá, esse tipo de centro comercial é pouco visto no Brasil. Apesar disso, devido à atual conjuntura urbana, com terrenos cada vez mais caros e escassos e com trânsito intenso, esses empreendimentos de pequeno e médio porte apresentam um grande potencial de crescimento devido à agilidade e comodidade que propiciam aos seus usuários (BRABO, FRASCINO, MESSIAS, 2015).

1.1 ESCOPO E OBJETIVO DO TRABALHO

O empreendimento estudado e suas características foram propostos no Trabalho Final de Graduação apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo intitulado “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Strip Center no Município de São Paulo”, de autoria de Henrique Minetto Brabo, Juliano Hermyt Frascino e Marcelo Rodas Messias orientado pelo Professor Doutor Flávio Leal Maranhão, o qual comprovou, através de modelagens econômicas e financeiras, que o empreendimento é economicamente viável – um estudo muito semelhante ao trabalho de uma incorporadora.

No trabalho citado, foi realizado um estudo de um empreendimento fictício localizado na Avenida Rio das Pedras, 2000, Jardim Aricanduva – São Paulo – SP. Para analisar a viabilidade econômica de um Strip Mall no local, o grupo propôs uma planta térrea para o empreendimento e avaliou o Plano Diretor Estratégico (datado de 31 de Julho de 2014) e Leis de Zoneamento da região, modais de transporte e número de vagas de estacionamento. Posteriormente, foi feita uma análise da qualidade do empreendimento, na qual se utilizou a tabela de custos unitários básicos (CUB) do SINDUSCON-SP para estimar os custos de construção do empreendimento. Tal tabela permite obter um custo paramétrico a partir da multiplicação de suas áreas (ponderadas por diferentes coeficientes conforme seu tipo, por exemplo pista de rolagem, construção com acabamento, calçada) por um valor de custo unitário (R\$ / m²) conforme seu projeto-padrão.

Nosso Trabalho de Graduação foi baseado no empreendimento caracterizado e idealizado no trabalho citado, sendo uma continuação desse e, por sua vez, se assemelha ao trabalho realizado por uma construtora. A partir da planta e localização propostos no trabalho anterior, buscamos realizar um estudo de diversas soluções e métodos construtivos presentes nos principais sistemas do empreendimento, propondo a melhor alternativa para cada um dos sistemas. Após esta fase de escolha dos sistemas do empreendimento, iniciou-se a etapa de avaliação da implantação e execução do Strip Mall. Assim, foi analisado o andamento das obras, atentando-se a elementos como o número

de operários, duração e caminho crítico das atividades, fluxo de investimentos e layout do canteiro ao longo da execução.

1.2 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento está localizado na Avenida Rio das Pedras, número 2000 no Jardim Aricanduva (subprefeitura Aricanduva), Zona leste do município de São Paulo.

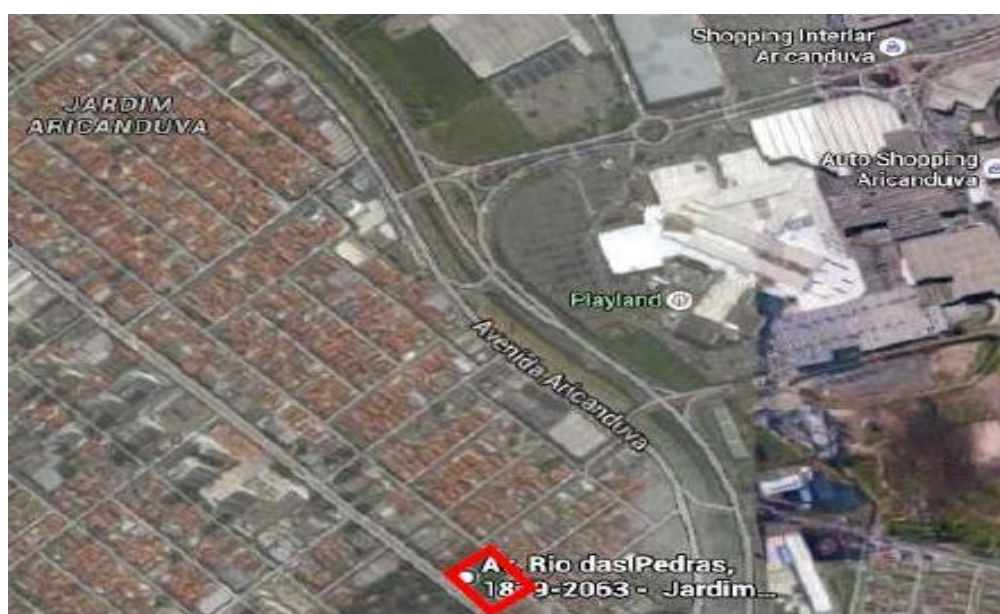


Figura 1 - Vista aérea da localização - indicando o terreno

Fonte: Software Google Maps (2016)

O terreno tem 70 metros de comprimento na direção da Avenida Rio das Pedras e 50 metros de profundidade como poder ser visto na figura a seguir. Um ponto importante que vale ressaltar é que pela imagem pode-se perceber que não há nenhuma edificação no terreno, portanto será necessário realizar apenas a limpeza no terreno para retirar a vegetação existente no local.



Figura 2 - Vista aérea do terreno

Fonte: Software Google Maps (2016)

Em todos os empreendimentos é necessário realizar o reconhecimento de campo com o intuito de obter um maior conhecimento sobre a região e evitar possíveis problemas e danos às edificações ao lado. Através desse estudo descobriu-se que do lado esquerdo há um estabelecimento comercial de roupas, a direita há uma marmoraria e na frente está a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio. Deve-se levar em consideração principalmente a existência de uma escola, pois isso implicará em um tráfego intenso de alunos, crianças, na região exigindo um maior cuidado no fluxo de caminhões e materiais.

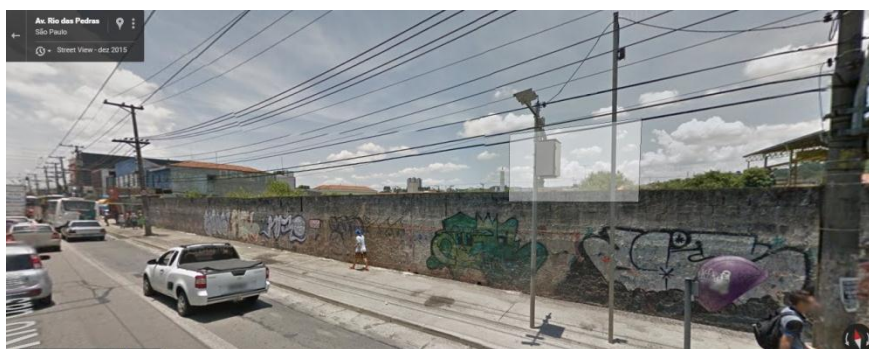


Figura 3 - Imagem da parte da frente do terreno

Fonte: Software Google Earth (2016)



Figura 4 - Imagem da escola localizada na frente do terreno

Fonte: Software Google Earth (2016)

No quarteirão em que o terreno está localizado há corredores de ônibus nos dois sentidos, além de dois pontos de ônibus, um em cada lado da avenida.

1.2.1 COMPOSIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento estudado é composto pelos seguintes itens: 21 Lojas, 2 banheiros, 36 vagas normais, 2 vagas para idosos, 2 vagas PNE, abrigo de gás e hidrômetro, sala de máquinas, sala de administração e caixa d'água.

A seguir, segue a planta original do Strip Mall demonstrando como será a distribuição das lojas, das vagas do estacionamento, das áreas comuns e uma tabela com suas respectivas áreas.

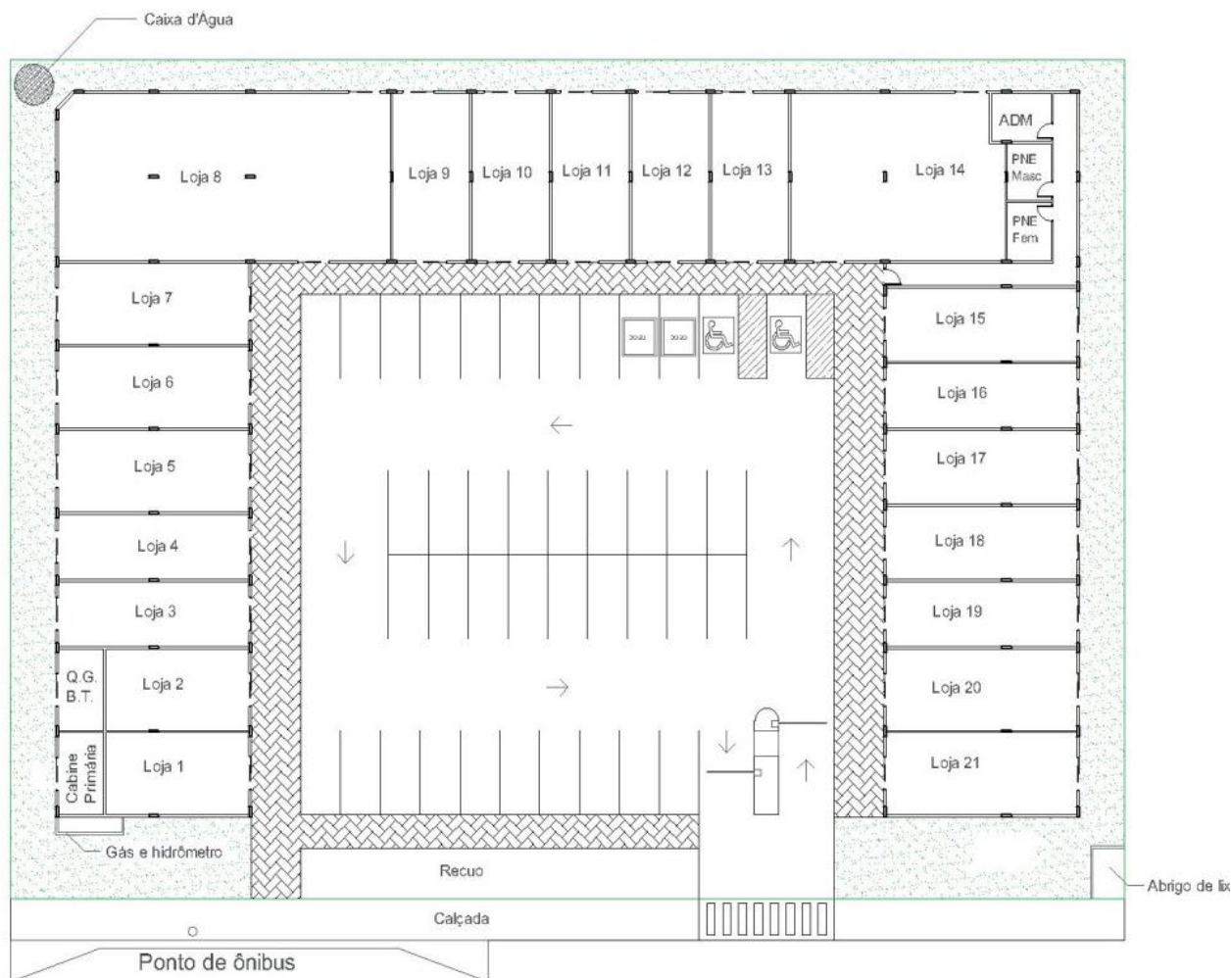


Figura 5 - Planta do empreendimento

Como complemento à planta indicada anteriormente, a seguir está a tabela indicando a distribuição de áreas do produto estudado.

Tabela 1 - Distribuição de áreas do empreendimento

Áreas		
Área bruta locável de lojas	1.473,50	m ²
Calçada/Passeio	331,60	m ²
Estacionamento	1.102,25	m ²
Recuo	75,00	m ²
Jardim	527,60	m ²

2 METOLOGIA

Em uma primeira etapa do presente estudo, o grupo elaborou diversos projetos básicos ou preliminares dos sistemas existentes no empreendimento, permitindo a quantificação de insumos e serviços necessários para a execução de cada solução analisada. Em seguida, os custos unitários foram compostos, assim como foram pesquisados índices de produtividade de insumos e serviços, obtidos de diversas fontes, para então obter o custo total (corrigidos pelo INCC para a data base de Abril de 2016) e o tempo necessário para a execução de cada solução avaliada. Embasado nisso e em critérios técnicos, as diferentes soluções para um mesmo sistema do empreendimento foram comparadas, selecionando a melhor.

Para exemplificar a metodologia utilizada nesta primeira parte do trabalho, este relatório possui os estudos completos feitos para o Sistema Estrutural do empreendimento. Essa mesma metodologia realizada para a estrutura foi praticada em todos os sistemas considerados neste planejamento executivo. Apesar disso, para tornar esse relatório mais objetivo e sucinto, e permitir um foco maior no planejamento adotado, apenas a avaliação do Sistema Estrutural será pormenorizada nesse trabalho de Graduação, de modo que, nos demais sistemas, indicaremos apenas a melhor solução adotada, exibindo as informações referentes à ela, unicamente.

Na segunda etapa do trabalho, aprofundou-se o estudo das soluções escolhidas. Com base em dados de produtividade de cada atividade durante a execução do empreendimento, estimou-se a quantidade de operários no canteiro e a duração individual dessas atividades. Dessa forma, pode-se confeccionar o cronograma completo da obra, identificando os caminhos críticos, além de obter histogramas dos investimentos necessários e quantidade de operários no canteiro. Além disso, o conhecimento do andamento da obra nos permitiu esboçar um layout do canteiro de obras durante as diversas etapas da execução do empreendimento.

2.1 PREMISSAS

2.1.1 PREMISSAS PARA A ELABORAÇÃO DOS PROJETOS PRELIMINARES

Entre as premissas adotadas ao longo deste trabalho, destacam-se primeiro as que nortearam os projetos preliminares elaborados para as atividades de orçamento e levantamento de quantitativo:

2.1.1.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

Foi considerado que não há necessidade de demolição, apenas de limpeza do terreno. Como já há muro no terreno atual, também não será contabilizado posicionamento de tapumes.

2.1.1.2 TOPOGRAFIA DO TERRENO

Foi arbitrado um terreno plano com declividade constante e um desnível de um metro entre as vias públicas que o limitam.

2.1.1.3 PERFIL DO SOLO

Foram arbitradas duas sondagens SPT, fictícias, assim como a topografia do terreno, para que fosse possível pré-dimensionar as fundações e contenções. Além disso, foi considerado solo homogêneo. A obtenção das sondagens e perfis do solo reais fogem do escopo desse trabalho, de maneira que foi necessária a adoção de ensaios fictícios.

2.1.1.4 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Para a opção de uma estrutura de Concreto Armado foi considerado uma taxa de armação média de 80 kg por metro cúbico de concreto, tanto para os

pilares, como para as vigas e lajes. Em complemento a isso, foi considerada uma taxa de reutilização de forma igual a cinco vezes.

Durante este estudo, a estrutura em questão foi pré-dimensionada seguindo os critérios da NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto que foram abordados nas notas de aula da disciplina PEF 2302 - Estruturas de Concreto 1, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

2.1.1.5 ESTRUTURA PRÉ-MOLDADA

O pré-dimensionamento da estrutura pré-moldada levou em conta uma maior taxa de armação dos elementos em relação ao concreto moldado in loco – 120 kg por metro cúbico de concreto – em função da necessidade de se içar as peças. Além disso, foi utilizada uma taxa de reutilização de fôrma igual a 15 vezes. Os critérios foram os mesmos utilizados para a estrutura de concreto moldada in loco.

2.1.1.6 ESTRUTURA METÁLICA

Em função da dificuldade em se pré-dimensionar as centenas de elementos metálicos da estrutura, o que foge do escopo desse Trabalho de Graduação, foi utilizado o software Cype 2012, que permite a modelagem 3D do empreendimento, bem como calcular as reações e o dimensionamento de perfis que atendam à NBR 8800:2008 quanto aos critérios de esforços atuantes e deslocamentos.

As cargas da cobertura foram atribuídas à cada viga metálica levando em conta suas áreas de influência.

2.1.1.7 SISTEMAS PREDIAIS

No pré-dimensionamento do sistema de Água Fria, foi considerada uma taxa de consumo diária de 5 litros por metro quadrado de área construída. Esse parâmetro utilizado é valor indicado pela Sabesp, e foi retirado das notas de aula da disciplina PPHA 2412- Saneamento 2 , da Escola Politécnica da

Universidade de São Paulo. A partir deste valor, foi dimensionado o reservatório necessário, assim como a tubulação e os equipamentos hidráulicos necessários para atender o consumo das lojas.

No decorrer deste trabalho, foram elaborados alguns projetos preliminares dos sistemas prediais com o intuito de quantificar e orçar os materiais necessários, assim como analisar as melhores opções para cada subsistema. Entre esses subsistemas temos: Água Fria, Esgoto Sanitário, Hidrantes, Águas Pluviais e Energia Elétrica.

Foi considerado um ponto de consumo por loja para todos os sistemas listados acima, sendo que ficará a critério do locatário as reformas necessárias para instalar todos os equipamentos desejados para sua loja, como ar condicionado e lavatórios.

2.1.1.8 ORÇAMENTO E PRODUTIVIDADE

Para o orçamento do empreendimento estudado, foram consultados os parâmetros fornecidos pela revista Construção e Mercado da editora Pini. Após os projetos preliminares e a quantificação dos materiais envolvidos, foi utilizada a Tabela de Composição de Custo da revista em questão para consultar os custos com material e com mão de obra, de acordo com a quantificação levantada. Vale destacar que, para alguns sistemas, a Construção e Mercado não possui parâmetros ou índices para o orçamento, dessa forma foram consultados profissionais especializados no sistema, ou empresas especializadas.

Em relação a Produtividade, e a composição das equipes para cada atividade, foi consultado o TCPO versão 13. Vale destacar que em complemento à edição 13 da TCPO, também foi consultado a TCPO Web, uma plataforma online da Pini.

2.1.1.9 PAVIMENTO E COBERTURA – TELHA CERÂMICA

Para o orçamento do empreendimento estudado, foram consultados os parâmetros e os preços fornecidos pela ferramenta TCPOweb , da editora Pini,

pois não foi possível encontrar as informações na revista Construção Mercado . Todas as informações relacionadas aos custos com material, mão de obra e produtividade foram levantados nessa ferramenta também.

2.1.1.10 EXCLUSÕES

Estão excluídos da Estimativa de Custos os seguintes itens:

- Custos para aquisição dos terrenos;
- Custo de produção de qualquer documento e de obtenção de autorizações ou aprovações legais;
- A remoção, recuperação ou disposição de materiais tóxicos ou contaminados; encontrados durante a construção;
- O custo para identificar, localizar, remover ou transferir interferências existentes no subsolo ou na superfície do terreno em questão;

2.1.2 PREMISSAS PARA O PLANEJAMENTO EXECUTIVO

2.1.2.1 ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE E CUSTOS

Adotamos como unidade de medida de produtividade a relação homem x hora necessárias para conclusão de determinada atividade. Por sua vez, os custos de cada tarefa foram obtidos em reais e trazidos para a data-base de Abril de 2016, corrigido pelo INCC equivalente ao período.

Para um estudo completo de planejamento, foram considerados os índices de produtividade e custos do TCPO Web fornecido pela Pini. Dessa forma, adota-se como premissa uma produção semelhante ao do banco de dados histórico da Editora Pini.

Como este estudo não dispõe de um banco de dados próprio, com medições em campo de obras do mesmo porte e mesmas características deste Strip Mall, considerou-se prudente utilizar dados públicos. De qualquer forma, entende-se que tais valores podem variar de acordo com a técnica e experiência da construtora, do local da obra, o nível de capacitação dos funcionários, entre outros, de maneira que o ideal seria adotar valores de custos e produtividade medidos e calculados pela própria empresa executora da obra baseado em empreendimentos anteriores similares.

2.1.2.2 REGIME DE PRODUÇÃO

Durante a composição das equipes de mão-de-obra, e no detalhamento do cronograma da obra, considerou-se um regime de produção de cinco dias trabalhados por semana, com uma jornada de trabalho diária de 8 horas.

2.1.2.3 CANTEIRO DE OBRA

Nos estudos das diferentes fases do canteiro, detalhando o layout em cada uma delas, considerou-se um barracão fixo durante boa parte da obra. Como o local escolhido para as instalações do canteiro ocupava exatamente o local da pavimentação do estacionamento e das calçadas internas, a execução desses

dois sistemas ficou para o final do cronograma idealizado. Dessa forma, o canteiro consegue sofrer pequenas mudanças físicas ao longo da execução, em que apenas nas últimas duas semanas o barracão deverá ser desmobilizado e suas instalações serão instaladas provisoriamente dentro das salas do Strip Mall.

3 JUSTIFICATIVA

Assim como descrito anteriormente, este trabalho acadêmico tem como principal objetivo simular a atuação de uma construtora durante a elaboração de uma proposta técnica e comercial para um novo empreendimento, que já possui um modelo econômico financeiro estudado por uma incorporadora. Desta forma, um trabalho desse tipo mostra-se muito alinhado com as práticas das empresas da Indústria da Construção Civil, simulando as atuações e a interface entre as incorporadoras e construtoras.

Atualmente vivemos em uma sociedade com recursos escassos, em que qualquer tipo de empreendimento demanda muitos estudos antes de sua execução. Logo, os estudos do Trabalho de Formatura “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Center no Município de São Paulo” têm um papel muito importante para mitigar os riscos financeiros deste produto, assim como averiguar se esse tipo de investimento estaria de acordo com os anseios das empresas que atuam no setor.

Por sua vez, este trabalho vem como um complemento aos estudos de viabilidade financeira, desenvolvendo um estudo de viabilidade técnica. Durante as análises econômico-financeiras foram adotadas algumas estimativas em relação ao prazo e custo de construção, justamente os itens que este relatório se propõe a calcular de forma mais detalhada e precisa.

Assim sendo, um trabalho desta natureza se justifica e mostra sua importância, pois qualquer empreendimento do mercado imobiliário exige um grande estudo técnico, para fornecer uma previsão mais precisa dos custos de construção, assim como o prazo da obra, que influencia na taxa e prazo de retorno do empreendimento.

4 CARACTERÍSTICAS DO SOLO E TERRENO

4.1 PERFIL

Por falta de ensaios, atribuir-se-á hipoteticamente um desnível de 1m entre a Avenida Rio das Pedras e Rua Antônio La Giudice, sendo a Avenida a região de maior cota. Também será considerado que as vias urbanas neste trecho possuem declividade constante e solo fraco com NSPT entre 6 e 10. Supondo que o solo todo seja um equivalente de argila siltosa, atribuiremos um ângulo de atrito interno hipotético baixo de 25°, peso específico de 17 kN/m³ e coesão de 25 kPA.

A sondagem, de acordo com TCPO Web, PINI, custará:

Tabela 2 – Custo de sondagem

Sondagem a percussão SPT Ø 2 1/2"	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Abril/2016)
	m	16,00	R\$ 68,94	R\$ 1.103,04
Total				R\$ 1.103,04

Fonte: TCPO Web (2016).

5 SERVIÇOS PRELIMINARES

As atividades de serviços preliminares são compostas por (i) limpeza do terreno, com remoção vegetal, (ii) instalação provisória de rede elétrica e sanitária para uso dos trabalhadores, equipamentos para a obra e produção de materiais na obra e (iii) locação do canteiro e movimento de terra. O movimento de terra será estudado separadamente pela maior complexidade.

Para serviços preliminares, utilizamos a Revista Construção&Mercado da editora PINI (julho - 2014) e o TCPOWEB (abril – 2016) para serviços preliminares:

Tabela 3 - Custo com os serviços preliminares

Serviços preliminares				
Serviços preliminares	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Abril/2016)
Desmatamento e limpeza mecanizada	m2	3.500,00		
Operador de terra planagem	h	4,06	R\$ 6,86	R\$ 27,85
Equipamento e material	vb	1,00	R\$ 1.594,41	R\$ 1.594,41
				R\$ 1.622,26
Raspagem mec. até 40 cm de profund.	m2	3.500,00		
Operador de terra planagem	h	11,83	R\$ 6,86	R\$ 81,15
Equipamento e material	vb	1,00	R\$ 4.645,23	R\$ 4.645,23
				R\$ 4.726,38
Locação da obra, execução de gabarito	m2	1.473,50		
Carpinteiro	h	191,56	R\$ 6,86	R\$ 1.314,07
Servente	h	191,56	R\$ 5,64	R\$ 1.080,37
Material	vb	1,00	R\$ 3.382,53	R\$ 3.382,53
				R\$ 5.776,97
CANTEIRO				
Barracão provisório em chapas de madeira compensada	m2	100,00	R\$ 320,62	R\$ 32.062,00
Instalação hidráulica e sanitária provisórias - instalação mínima	vb	1,00	R\$ 2.093,92	R\$ 2.093,92
Ligação elétrica provisória	vb	1,00	R\$ 1.646,90	R\$ 1.646,90
				R\$ 35.802,82
Total				R\$ 47.928,43

Fonte: TCPO Web (2016) e Revista Construção Mercado (2014)

O barracão provisório servirá para guardar ferramentas, materiais perecíveis ou que não podem ficar expostos a chuva (como cimento e cal). Ele

terá divisões para instalações sanitárias, mesas para refeições, almoxarifado e sala para o segurança e para instalações como computador e impressora.

Como o terreno já apresenta muro, não será necessário o posicionamento de tapume. No trabalho “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Strip Center no Município de São Paulo”, não foram considerados serviços preliminares no orçamento, dando uma diferença de quase R\$50 mil.

6 MOVIMENTO DE TERRA

A planta do Strip Mall indica um recuo frontal (na Avenida Rio das Pedras) de 5m e não há obrigatoriedade de outros recuos. O pavimento das lojas acompanhará a cota da Avenida do Rio das Pedras, ou seja, cota constante +0,0, conforme requisitado pelos incorporadores. Como o terreno atual possui vegetação, precisar-se-á remover este solo com matéria orgânica, cerca de 50 cm de espessura, conforme é indicado nas figuras a seguir:

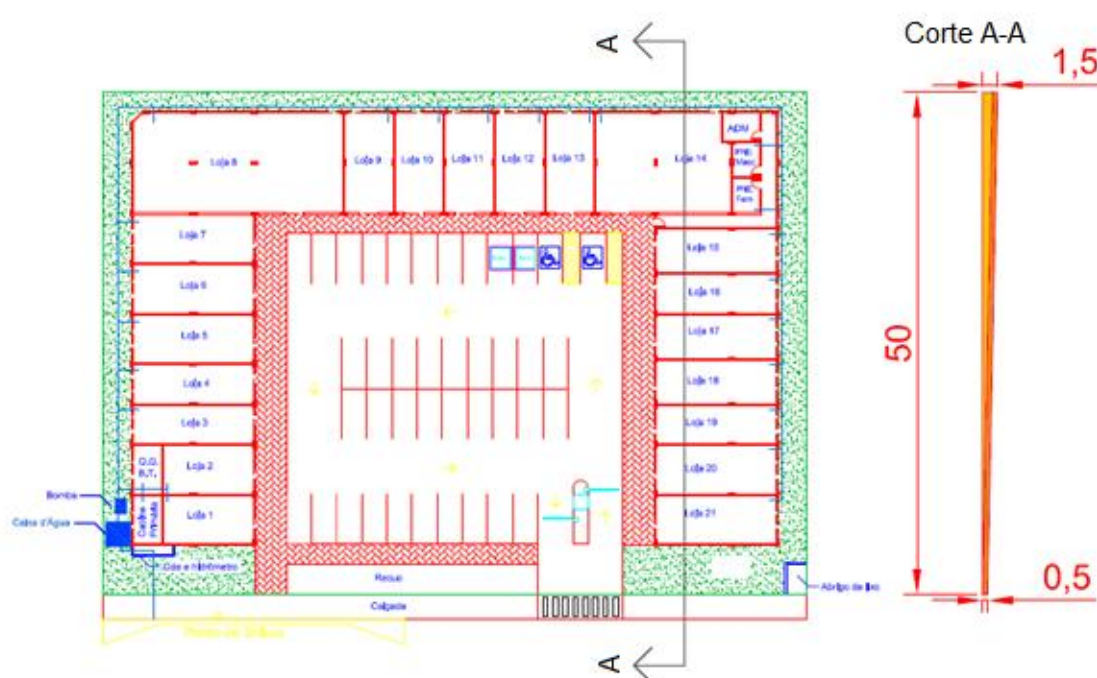


Figura 6 - Planta do Strip Mall e perfil de corte e aterro

Seguem os volumes de corte e aterro, obtidos a partir das áreas das seções transversais multiplicadas pelo comprimento de 70 m do terreno:

Tabela 4 - Volume de corte e aterro

Volume(m ³)	Tipos de solo, corte e/ou aterro	Volume de Corte p/ bota-fora (m ³)	Volume de Corte reutilizável (m ³)	Volume de aterro (m ³)
1750	corte de solo orgânico seguido de aterro	1750	0	1750
1750	aterro	0	0	1750
	TOTAL	1750	0	3500

Nesta configuração, é necessário solo de empréstimo. Pode-se usar o solo que será retirado do estacionamento para preencher o que falta no aterro, assim como utilizar o solo que virá de fundações e contenções. Isso pode ser feito sem considerar o solo orgânico porque o aterro deve ser feito antes das outras obras, para que não haja interferências dos equipamentos de movimento de terra com as fundações e contenções. Será necessário, portanto, enviar um volume de $1750m^3 \times 1,3$ (*fator de empolamento*) = $2275 m^3$ e 3500 m³ de solo de empréstimo, menos o volume de terra respectivo ao volume das fundações, contenções e pavimento.

Com o auxílio de engenheiros do UVR Grajaú S.A, região de recebimento de resíduos em São Paulo, foi estimado o custo unitário de todos esses serviços de aterro em R\$ 30,00/m³. Para corte e despejo, o custo de retirada, transporte e bota-fora, foi estimado R\$ 8,00/m³. Como foi considerado em serviços preliminares o custo da remoção de 40 cm de solo orgânico, subtrair-se-á este resultado do custo total de corte, transporte e despejo. Desta forma, o preço total do movimento de terra é:

Tabela 5 - Custo de movimento de terra

MOVIMENTO DE TERRA	UN	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	Total (R\$) (Abril/2016)
Compra, transporte e aterro	m ³	3.125	30,00	93.750,59
Corte, transporte e despejo	m ³	1.750	8,00	14.000,00
Raspagem mec. até 40 cm de profund.	vb	1,00	5.776,97	5.776,97
Total				R\$ 101.973,62

Fonte: TCPOWEB (2016) e UVR Grajaú S.A.

Pode-se concluir que o movimento de terra tem um custo extremamente relevante e não previsto anteriormente, cerca de 6% do custo total da obra estimado pelos incorporadores, utilizando método CUB de preço do m² de área equivalente e acrescentando 10% para fundações.

7 CONTENÇÃO

Não será necessária contenção na Avenida Rio das Pedras, nem nas laterais com a marmoraria e o outro estabelecimento comercial, loja de roupas, pois, por hipótese, estão todos com cotas de terreno muito semelhante. Além disso, como está explicado no anexo, a coesão do nosso solo é elevada suficientemente para que a altura máxima seja menor do que a profundidade crítica.

Por outro lado, por questões de segurança, o desnível de 1m do pavimento acima da Rua Antônio La Giudice terá uma contenção, por ser fronteira com a calçada de pedestres. Assume-se que o solo de empréstimo possuirá a mesma resistência, ou maior, do que solo original.

As alternativas de contenção mais tradicionais da engenharia que foram analisadas no primeiro projeto do grupo foram: muro de arrimo de gravidade de gabião e muro de arrimo de flexão de concreto armado.

A estrutura de concreto armado precisa de fôrma e aço, além de cuidado e tempo para curar. Já o gabião não precisa esperar nada além do tempo de montagem, totalizando 1.002,6 Hh de consumo para as diversas etapas, contra 2.843,81 Hh do concreto armado (TCPOWeb 2016).

Outro critério muito importante é a drenagem do muro, pois o acúmulo de água gera pressões neutras não consideradas em cálculo, que, se consideradas, aumentariam consideravelmente a estrutura do muro, podendo rompê-lo. Sendo assim, o muro mais seguro é o gabião, uma vez que é mais permeável devido ao material granular mal graduado que garante permeabilidade, enquanto que o muro de concreto armado precisa de filtros de areia e drenos, além da manta geotêxtil (Naresi, 2010).

Por fim, o muro de gabião saiu mais barato e será a alternativa escolhida. Novamente, assim como o movimento de terra, será um custo extra não esperado, já que o orçamento inicial feito pela incorporadora do Strip Mall não considerou a existência de contenção.

Pelo dimensionamento feito no primeiro projeto de formatura, chegou-se no seguinte design, em que cada quadrado tem dimensão 0,5m x 0,5m:

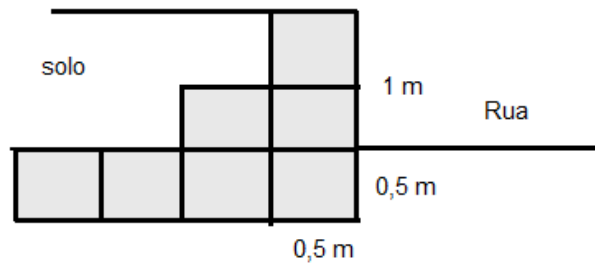


Figura 7 - Muro de arrimo de gabião

Tabela 6 - Quantitativo do muro de gabião

Gabião tipo caixa	UN	QUANT.
Área transversal	m ²	1.75
Comprimento	m	70.00
Volume	m ³	122.50
Perímetro muro em contato com solo	m	3.25

No TCPOWEB (2016) foi encontrado o orçamento para o muro de arrimo de gabião, em que, a partir do volume de gabião equivalente a 122,5 m³, foram fornecidos coeficientes com unidade h/m³, resultando em consumo de horas para cada etapa do processo executivo do gabião. A partir do preço unitário em R\$/h, obteve-se o custo total:

Tabela 7 - Custo da contenção

Muro de arrimo de gabião	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Abril/2016)
Armador	h	95,55	R\$ 6,86	R\$ 655,47
Servente	h	425,07	R\$ 5,64	R\$ 2.397,42
Pedra de mão - rachão	m ³	140,87	R\$ 79,03	R\$ 11.133,35
MACCAFERRI - Gabião tipo caixa, h=0,5m, malha de 8x10cm, Galfan fio ø 2,7mm	m ³	122,50	R\$ 226,77	R\$ 27.779,33
Forma de madeira para fundação, com tábuas e sarrafos	m ²	122,49	R\$ 70,21	R\$ 8.600,34
Escavadeira hidráulica sobre, 110 HP 82 kW, capacidade 0,84 m ³	h prod	95,55	R\$ 140,84	R\$ 13.457,25
Total				R\$ 64.023,16

Fonte: TCPOWEB (2016)

8 FUNDAÇÕES

O radier é um tipo de fundação direta que possui como função suportar e distribuir as cargas de uma edificação uniformemente para o solo. Trata-se, basicamente, de uma laje única maciça de concreto apoiada sobre o solo que, por ter elevada rigidez, inibe o surgimento de grandes recalques diferenciais. É uma solução que, a princípio, se adequa às características de nosso empreendimento: edifício de poucos pavimentos (térreo) em que não atuam cargas elevadas.

As principais vantagens dessa solução são a simplicidade e agilidade de execução e o fato do próprio radier atuar como laje, dispensando a necessidade de piso no empreendimento. Além disso, por ser um dos primeiros serviços a serem finalizados, o radier serve como uma plataforma de trabalho, facilitando a finalização das demais etapas de construção do empreendimento, tal como assentamento da alvenaria, aplicação de revestimentos, entre outros. Há, entretanto, algumas desvantagens: por ser uma laje maciça sobre o solo, tal solução implica em menor flexibilidade e possibilidade de mudanças do sistema elétrico, hidráulico e de gás, além de exigir que parte das instalações desses sistemas sejam posicionadas anteriormente à execução da fundação direta.

A estimativa dos custos do radier foi feita considerando que a solução demanda um preparo de base de 7 cm composto por brita, além de uma lona plástica para impermeabilização e impedir que a nata de concreto fresco escorra (Equipe de Obra, 2011). Também foi considerado que o radier possui 12 cm de espessura.

Tabela 8 - Quantitativo do radier

Radier	UN	QUANT/CONSUMO
Projeção das lojas	m ²	1473.5
Perímetro do edifício	m ²	280
Espessura do radier	m	0.12
Espessura do lastro de brita	m	0.07
Taxa de aço	kg/m ³	50

Tabela 9 - Custo dos insumos e serviços para execução de radier

Radier	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Abril/2016)
Concreto fck 25 Mpa	m ³	176,82	R\$ 267,46	R\$ 47.292,28
Forma simples	m ²	33,60	R\$ 44,24	R\$ 1.486,46
Aço CA-50	kg	8.841,00	R\$ 6,73	R\$ 59.499,93
Lastro de brita	m ³	103,15	R\$ 125,70	R\$ 12.965,33
Escavação - motoescreiper	m ³	279,97	R\$ 3,39	R\$ 949,08
Adens. e regularização de concreto	m ²	1.473,50	R\$ 0,76	R\$ 1.119,86
Total				R\$ 123.312,94

A fundação por radier é a melhor alternativa comparada à solução de sapatas e estacas broca porque é uma solução muito simples e de rápida execução, envolvendo muito menos etapas e serventes, pedreiros e armadores no processo. Pode-se, portanto, executá-lo em poucos ciclos rapidamente.

O custo total do radier ficou em R\$123.315,94 enquanto que a segunda alternativa mais barata, por sapatas, ficou R\$145.914,77, pois seria necessário combinar a solução de sapatas com vigas baldrame e somar com o custo do piso. A alternativa por brocas foi a mais cara porque os blocos de concreto ficaram praticamente do tamanho das sapatas, totalizando maior consumo de concreto ao somar com as brocas nos blocos.

Vale observar que o custo estimado de fundações no “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Strip Center no Município de São Paulo” foi de R\$ 154.455,00 sem considerar o reajuste de INCC, ainda acima da solução por radier.

9 SISTEMA ESTRUTURAL

O cálculo dos custos de serviços e insumos envolvidos nos sistemas estruturais levou em consideração as características e necessidades do empreendimento, bem como as características e necessidades de cada solução estudada.

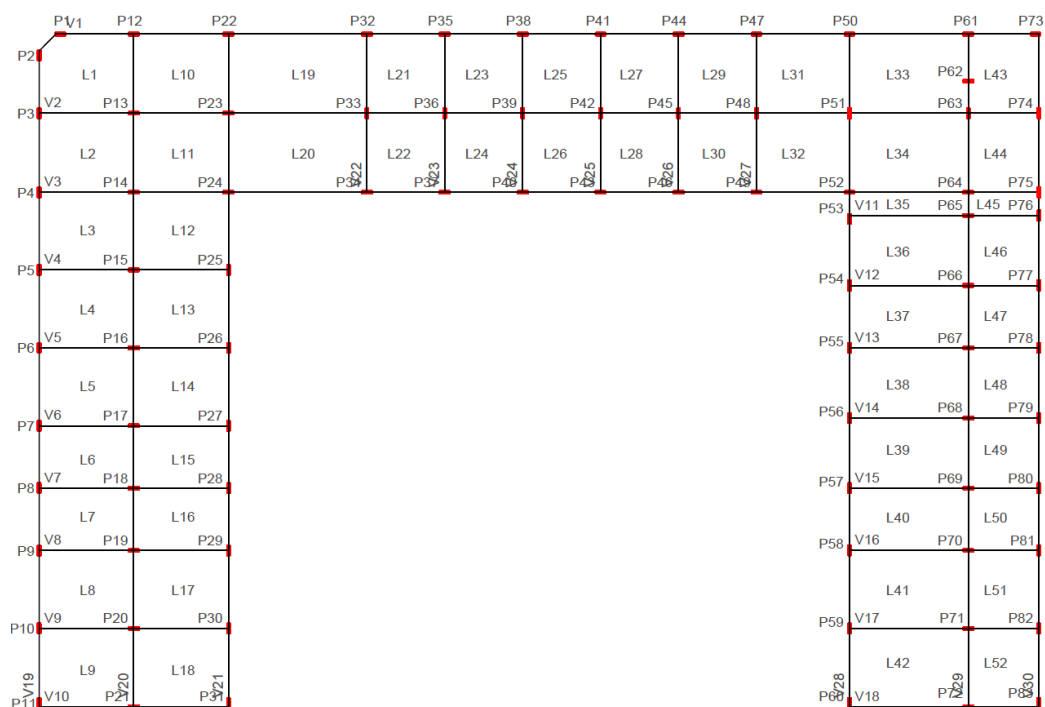


Figura 8 - Planta do sistema estrutura idealizado

Para o pré-dimensionamento da estrutura, consideramos a atuação de uma carga vertical na cobertura do empreendimento, de acordo com a NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.

Tabela 10 - Carga na cobertura

Item	Altura / Espessura (m)	Peso Específico (kN/m ³)	Carga Distribuída (kN/m ²)
Laje + Revestimento	0.20	25.00	5.00
Terra + Grama	0.15	18.00	2.70
Argila Expandida	0.30	5.00	1.50
Carga - NBR 6120 (**)	-	-	2.00
Carga Acidental	-	-	3.00
Total	-	-	14.20

Foram estudadas 4 alternativas para o sistema estrutural: concreto moldado *in-loco*, concreto pré-moldado, concreto pré-fabricado e estrutura metálica. Para cada alternativa, foi realizado um pré-dimensionamento da opção estudada, de tal maneira que pudemos encontrar o seu custo e, aliado a critérios técnicos, nos permitiu selecionar a estrutura de concreto pré-moldada. Especialmente nesse item, de Sistema Estrutural, iremos explicitar nossos cálculos para as 4 soluções estudadas, demonstrando de que maneira escolhemos a estrutura de concreto pré-moldada.

9.1 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO IN LOCO

Trata-se do método tradicional na engenharia civil. Nessa solução, o espaço necessário no canteiro é médio, uma vez que há necessidade de se estocar os insumos das estruturas de concreto (areia, cimento, aço, fôrmas, fixadores, contraventamentos, etc) e de um espaço para realizar a dobra e estocagem das armaduras. Tal método garante ao empreendimento uma grande liberdade arquitetônica.

Há um custo moderado com fôrmas uma vez que, embora não necessitem de acabamento elevado, elas possuem pouco reaproveitamento, demandando um alto volume. A mão de obra necessária é elevada, porém de pouca qualificação e não há uso de equipamentos sofisticados. É necessário um cuidado adicional com a qualidade da execução, atentando-se ao prumo, dimensões e posicionamento das estruturas.

Essa solução, apesar de ser relativamente barata, possui o maior tempo de execução dentre as estudadas, o que pode ser um entrave para o seu uso no empreendimento.

Para conhecer o custo da estrutura de concreto armado in loco e, posteriormente, compararmos com as demais opções estruturais, foi necessário realizar um pré-dimensionamento do nosso empreendimento. Dessa forma, foram consultadas as normas NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto e NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, além dos conceitos teóricos aprendidos nas aulas de PEF2303 – Estruturas de Concreto I e PEF2304 – Estruturas de Concreto II.

Após realizarmos os cálculos de pré-dimensionamento, mostrados detalhadamente no capítulo Anexo, chegamos nas seguintes quantidades de insumos necessários para a execução desse sistema estrutural:

Tabela 11 - Quantitativo dos pilares moldados in-loco

Pilares moldados in-loco		
Volume Total de Concreto	7.46	m ³
Peso de Aço	596.74	kg
Área de Forma	199.52	m ²
Taxa de reutilização da forma	5.00	
Área de forma necessária	44.32	m ²

Tabela 12 - Quantitativo das vigas moldadas in-loco

Vigas moldadas in-loco		
Volume Total de Concreto	46.80	m ³
Peso de Aço	3744.06	kg
Área de Forma	765.76	m ²
Taxa de reutilização da forma	5.00	
Área de forma necessária	137.55	m ²

Tabela 13 - Quantitativo das lajes moldadas in-loco

Lajes moldadas in-loco		
Volume Total de Concreto	194.47	m ³
Peso de Aço	15557.25	kg
Área de Forma	1470.77	m ²
Taxa de reutilização da forma	5.00	
Área de forma necessária	294.15	m ²

Tabela 14 - Quantitativo da estrutura de concreto moldado in-loco

Estrutura de Concreto Moldado in-loco - Resumo		
Volume Total de Concreto	248.73	m ³
Peso de Aço	19898.05	kg
Área de Forma	2436.05	m ²
Taxa de reutilização da forma	5.00	
Área de forma necessária	476.03	m ²

Com a quantidade de insumos e serviços necessários para a execução do concreto moldado in loco, pudemos estimar o custo dessa solução, bem como a mão de obra necessária, dada em homens x hora. Os dados sobre

preços unitários foram retirados da revista Construção e Mercado, da PINI, edição de Julho de 2014 e trazidos para o valor de Abril de 2016 utilizando como base o INCC-DI no período, além do serviço TCPO Web, também da PINI, enquanto os dados sobre produtividade foram obtidos da Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), 14^a edição.

Custos unitários, considerando a mão de obra e preço dos insumos e serviços em São Paulo.

Tabela 15 - Custo unitário da execução da estrutura de concreto moldada in-loco

Código	Descrição	Unidade	Preço Unitário (R\$)		Data Preço
			Material e equip.	Mão-de-obra	
04.002.000008.SER	Concreto usinado fck 30 MPa brita 1 e 2 abatimento 8±1	m³	293.72		05/2016
04.002.000011.SER	Concreto - aplicação e adensamento - vibrador de imersão com motor à gasolina	m³	2.90	44.30	05/2016
05.001.000004.SER	Aço CA-50 Ø8mm - Corte, dobra e montagem	kg	5.63	1.10	05/2016
04.007.000004.SER	Forma de madeira, compensado plastificado, e=12mm	m²	126.59	9.07	05/2016
05.003.000016.SER	Escoramento metálico para lajes	m²	1.24	19.17	05/2016

Com a tabela anterior, foi possível obter os custos totais dos serviços

Tabela 16 - Custo de insumos e serviços para execução da estrutura de concreto moldado in-loco

Objeto	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
Concreto bombeável fck 30 MPa	248.73	m³	R\$ 293.72	R\$ 73,056.98
Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura	248.73	m³	R\$ 47.20	R\$ 11,740.06
Aço CA-50	19898.05	kg	R\$ 6.73	R\$ 133,913.88
Fôrma de madeira	476.03	m²	R\$ 135.66	R\$ 64,578.23
Escoramento metálico para lajes	1470.00	m²	R\$ 20.41	R\$ 30,002.70
			TOTAL	R\$ 313,291.84

A execução desse serviço exige a seguinte relação homens x hora mostrada abaixo:

Tabela 17 - Produtividade considerada para o concreto moldado in-loco

Objeto		Unidade	Componente	Produtividade (h)	Total (h)
Aplicação e adensamento de concreto	248.73	m ²	Pedreiro	1.65	410.405
Aplicação e adensamento de concreto	248.73	m ²	Servente	4.5	1119.29
Aplicação e adensamento de concreto	248.73	kg	Vibrador de imersão, gasol., 3 HP	0.65	161.675
Corte, dobra e montagem de aço	19898.05	kg	Armador	0.05	994.903
Corte, dobra e montagem de aço	19898.05	kg	Ajudante de armador	0.09	1790.82
Corte, dobra e montagem de aço	19898.05	kg	Dobradora para ferro 5 HP	0.03	596.942
Fabricação de forma de madeira	476.03	m ²	Ajudante de carpinteiro	0.33	157.09
Fabricação de forma de madeira	476.03	m ²	Carpinteiro	1.33	633.12
Mont. e desmont. de forma de madeira	2476.05	m ²	Ajudante de carpinteiro	0.187	463.021
Mont. e desmont. de forma de madeira	2476.05	m ²	Carpinteiro	0.749	1854.56
Montagem de escoramento metálico	1470.00	m ²	Ajudante de carpinteiro	0.2	294

9.2 ESTRUTURA DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Esse tipo de solução demanda espaço no canteiro, uma vez que além do estoque de insumos, é necessário lugar para armazenar as estruturas pré-moldadas. O custo inicial com fôrmas é elevado pois essas são de melhor qualidade, mas admitem reaproveitamento muito maior na fabricação dos elementos. Tal solução exige menor quantidade de mão de obra em relação ao concreto armado in loco, porém melhor qualificada, além de equipamentos para lançamento das peças.

Entretanto, o uso de estruturas pré-moldadas permite um rápido andamento das obras, desde que se atente ao prazo de produção dos elementos. Além disso, a produção é racionalizada, com poucas decisões tomadas em obra. A menor necessidade de mão de obra e a agilidade da execução, fundamental no empreendimento do tipo Strip Mall, tornam o concreto pré-moldado uma boa solução, de tal maneira que sua viabilidade será estudada.

Afim de estimarmos a quantidade de insumos e serviços necessários para a execução dessa solução, realizamos um pré-dimensionamento de maneira análoga à estrutura de concreto armado in loco, com a diferença que aumentamos a taxa de reutilização de fôrmas, uma vez que elas são de melhor qualidade e há repetição de elementos, e utilizamos uma taxa de aço maior levando em conta que as peças de concreto terão que resistir ao içamento para serem posteriormente posicionadas. Além disso, o número de vigas aumentou (cada viga “vence” um único vão, de modo que não mais consideramos vigas contínuas com múltiplos vãos).

A quantidade de insumos necessários para essa solução está mostrada abaixo:

Tabela 18 - Quantitativo dos pilares pré-moldados

Pilares pré-moldados		
Volume Total de Concreto	7.46	m ³
Peso de Aço	895.10	kg
Área de Forma	146.24	m ²
Taxa de reutilização da forma	15.00	
Área de forma necessária	12.96	m ²

Tabela 19 - Quantitativo das vigas pré-moldadas

Vigas pré-moldadas		
Volume Total de Concreto	58.27	m ³
Peso de Aço	6992.03	kg
Área de Forma	611.76	m ²
Taxa de reutilização da forma	15	
Área de forma necessária	38.62	m ²

Tabela 20 - Quantitativo das lajes pré-moldadas

Lajes pré-moldadas		
Volume Total de Concreto	194.47	m ³
Peso de Aço	23,335.87	kg
Área de Forma	1,470.77	m ²
Taxa de reutilização da forma	15.00	
Área de forma necessária	98.05	m ²
Área de laje	1,470.77	m ²

Tabela 21 - Quantitativo da estrutura de concreto pré-moldada

Estrutura de concreto pré-moldada - resumo		
Volume Total de Concreto	260.19	m ³
Peso de Aço	31223.01	kg
Área de Forma	2228.77	m ²
Taxa de reutilização da forma	15.00	
Área de forma necessária	149.63	m ²
Área de laje	1470.77	m ²

Conforme pode ser visto na relação de perfis no Anexo, a maior peça pré-moldada é uma viga de 14x90 e 8,87 m de comprimento, totalizando 1.12

m³ de concreto e pesando 2.8 ton. Assim, devemos buscar um guindaste com capacidade de carga na ponta superior ou igual a esse valor.

Além disso, estimamos que a montagem da estrutura de concreto pré-moldada, que consiste no içamento e ligação dos elementos, ocorra em um mês, chegando-se a um total de 150 h trabalhadas por operador para a execução do sistema estrutural.

Utilizando o serviço TCPO Web e a revista Construção e Mercado, edição de julho de 2014, obtivemos os seguintes custos unitários dos serviços e insumos necessários para a execução dessa solução:

Tabela 22 - Custo unitário da execução da estrutura de concreto pré-moldada

Descrição	Unidade	Preço Unitário (R\$)		Data Preço
		Material e equip.	Mão-de-obra	
Concreto usinado fck 30 MPa brita 1 e 2 abatimento 8±1	m ³	293.72		04/2016
Aço CA-50 Ø8mm - Corte, dobra e montagem	kg	5.63	1.10	04/2016
Forma de madeira , 5 aproveitamentos com tábuas e sarrafos	m ²	144.64	9.07	04/2016
Grua móvel, 3t, elétrica, 15 HP, 11kW	h prod	46.09	7.53	04/2016
Locação de grua	mês	11,200.00		07/2014

Assim, calculamos o custo total da estrutura de concreto pré-moldado. Foi necessário corrigir o valor da locação de guindaste para o presente utilizando o INCC equivalente ao período (11,635%, correspondente à data de Julho de 2014 a Abril de 2016 – data base de nosso trabalho).

Tabela 23 - Custo de insumos e serviços para execução da estrutura de concreto pré-moldada

Objeto	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
Concreto bombeável fck 30 MPa	260.19 m ³	R\$ 293.72	R\$ 76,423.01
Aço CA-50	31223.01 kg	R\$ 6.73	R\$ 210,130.86
Fôrma de madeira (3 jogos)	448.89 m ²	R\$ 153.71	R\$ 68,998.88
Grua	150.00 h prod	R\$ 53.62	R\$ 8,043.00
Locação de grua	1.00 mês	R\$ 12,503.12	R\$ 12,503.12
		TOTAL	R\$ 376,098.87

Utilizando o TCPO 14, acessado através do serviço TCPO Web, também obtivemos a relação homem x hora de cada serviço.

Tabela 24 - Produtividade considerada para o concreto pré-moldada

Objeto		Unidade	Componente	Produtividade (h)	Total (h)
Corte, dobra e montagem de aço	31223.01	kg	Armador	0.05	1561.15
Corte, dobra e montagem de aço	31223.01	kg	Ajudante de armador	0.09	2810.07
Corte, dobra e montagem de aço	31223.01	kg	Dobradora para ferro 5 HP	0.03	936.69
Fabr., mont. e desmont. de forma de madeira	149.63	m ²	Ajudante de carpinteiro	0.517	77.3587
Fabr., mont. e desmont. de forma de madeira	149.63	m ²	Carpinteiro	2.079	311.081
Grua	150.00	h	Operador de grua	1	150

9.3 ESTRUTURA DE CONCRETO PRÉ-FABRICADO

Nessa solução, as estruturas de concreto são produzidas industrialmente, fora do canteiro, e então transportadas para a obra. Em função disso, o empreendimento não requer grande espaço no canteiro, a obra ocorre rapidamente, utiliza-se pouca mão de obra e a produção de entulho e resíduos é reduzida. Além disso, esse sistema possibilita “prazos de obras mínimos e qualidade assegurada no recebimento do produto” (Construção e mercado, 2009).

O método, entretanto, exige uso de equipamentos especiais, como guas ou guindastes para o lançamento das peças pré-moldadas e o transporte das peças, do ponto de fabricação até a obra, pode ser limitado a determinados horários em função das restrições de tráfego da região. Além disso, tal solução possui menor liberdade arquitetônica se comparada à solução de concreto moldado in loco.

As dimensões das estruturas pré-fabricadas e pré-moldadas são as mesmas. A diferença reside no fato de a estrutura pré-fabricada ser realizada industrialmente e fora do canteiro, na maioria das vezes por uma empresa especializada. Pelo fato de produzir pré-fabricados em escala e num ambiente industrial e controlado, utilizando fôrmas de elevada durabilidade, a empresa pode oferecer preços competitivos em relação ao concreto pré-moldado, mesmo tendo que incorporar aos seus custos o frete das peças.

Em um contato por e-mail com a empresa ANTARES estruturas pré-fabricadas LTDA, no dia 6 de Junho de 2016, fomos informados que o preço médio de um elemento estrutural pré-fabricado, considerando taxa de armação de 180 kg/m³ de concreto é 2000 reais por metro cúbico de concreto. Dessa forma, sabendo que nossa estrutura foi estimada com 120 kg de aço por m³ de

concreto, podemos retirar o preço equivalente a 60 kg de aço CA-50 do orçamento original, de modo a obter o preço aproximado de nossa estrutura pré-fabricada. Tem-se:

Tabela 25 - Preço unitário do aço CA-50

Objeto	Unidade	Preço Unitário (R\$/unidade)		
		Material	Mão de obra	TOTAL
Aço CA-50	kg	5.63	1.1	6.73

Fonte: TCPO Web, com data preço em 05/2016

Tabela 26 - Preço unitário de elemento pré-fabricado com 160kg de aço por metro cúbico de concreto

Objeto	Unidade	Preço Unitário	Preço total (R\$)
Pré fabricado 180kg aço/m ³ concreto	1 m ³	2000	2000
Aço CA-50	60 kg	6.73	403.8
Pré fabricado 120kg aço/m ³ concreto	1 m ³		1596.2

Dessa forma, pudemos estimar o custo total da implantação desse sistema estrutural:

Tabela 27 - Custo de insumos e serviços para execução da estrutura de concreto pré-fabricada

Objeto	Unidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Pré fabricado 120 kg aço/m ³ concreto	260.19 m ³	1,596.20	415,318.05
Locação de guindaste	1 mês	11,200.00	11,200.00
Operador e manutenção de guindaste	1 mês	7,000.00	7,000.00
Hora da máquina e do operador do guindaste	150 h	61.16	9,174.00
TOTAL			442,692.05

9.4 ESTRUTURA METÁLICA

O uso da estrutura metálica implica num desafio logístico maior: nessa solução, os componentes seriam trazidos prontos ao local da obra e então montados. Apesar de a estrutura metálica tender a apresentar maior produtividades e exigir uma menor quantidade de mão de obra, essa é mais bem qualificada (soldadores, por exemplo), encarecendo seu uso. Também exige o uso de equipamentos para lançar os elementos (gruas ou guindastes).

Apesar desses contras, é uma solução muito bem vista, pois permite uma rápida execução da estrutura, é um sistema racionalizado, gerando poucos resíduos, e com pouquíssimas decisões tomadas no canteiro de obras. As peças metálicas, esbeltas, são relativamente leves e geram menos carga nas fundações do empreendimento em comparação com sistemas estruturais de concreto, justificando o seu estudo nesse trabalho de graduação.

A fim de se obter uma estimativa de custo da estrutura metálica, pré dimensionou-se o empreendimento utilizando o software de cálculo estrutural Cype2012, que permitiu obter, de maneira aproximada, a quantidade de aço utilizada em toda a estrutura. Segue abaixo a tabela resumo dos perfis e peso de aço. A metodologia utilizada nos cálculos pode ser vista na seção Anexo, ao fim desse trabalho.

Tabela 28 - Resumo de medição da estrutura metálica

Material		Resumo de medição										
Tipo	Designação	Série	Perfil	Comprimento			Volume			Peso		
				Perfil (m)	Série (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Série (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Série (kg)	Material (kg)
Aço laminado	A-36 250Mpa	VS	VS 350x38	65.550			0.316			2482.37		
			VS 325x35	133.871			0.603			4736.03		
			VS 1300x237	10.050			0.304			2386.50		
			VS 375x44	63.698			0.361			2831.57		
			VS 400x58	25.275			0.186			1460.78		
			VS 450x51	87.450			0.570			4472.65		
			VS 400x49	50.375			0.312			2451.86		
			VS 375x40	4.000			0.021			161.45		
			VS 550x75	6.075			0.058			455.78		
			VS 500x73	78.973			0.730			5729.81		
			VS 750x125	8.875			0.142			1113.57		
			VS 700x105	51.825			0.694			5451.46		
			VS 600x95	42.049			0.509			3994.05		
			VS 550x88	12.150			0.137			1074.27		
			VS 500x61	4.525			0.035			276.37		
			VS 650x98	15.250			0.191			1496.41		
			VS 500x86	16.601			0.182			1426.74		
			VS 200x22	4.425			0.012			97.44		
			VS 1100x159	7.625			0.154			1209.84		
			VS 300x33	5.075			0.021			166.89		
					VS			693.717			5.538	
		CS	CS 350x93	331.904			3.929			30842.01		
					331.904			3.929			30842.01	
						1025.621			9.467			74317.86

Além disso, o elemento mais pesado se trata de um perfil VS 1100 x 159, de 7,63m de comprimento e pesando 1209,84 kg. Deve-se utilizar, portanto, um guindaste com capacidade de carga na ponta superior a esse peso.

Através de consulta ao site TCPOWeb, da PINI, pudemos estimar o custo da estrutura metálica em nossa obra tomando como base a data preço de abril de 2016:

Tabela 29 - Custo da estrutura metálica

Objeto	Unidade	Preço Unitário (R\$/unidade)	Preço total na obra (R\$)	Descrição
Estrutura metálica	74,317.86 kg	14.92	1,108,822.47	Material, mão de obra e montagem

De acordo com a PINI, esse preço já engloba os custos relativos ao transporte das peças e posterior montagem. Dessa maneira, esse é o custo final da estrutura metálica no empreendimento, não sendo necessário orçar

ainda a mão de obra e o uso de equipamentos especiais, como guias ou guindastes.

A estrutura metálica se mostrou excessivamente cara, de maneira que será preterida em nosso empreendimento. Além disso, a compatibilização desse sistema estrutural com alguns tipos de sistemas de vedação, tais como blocos cerâmicos, é um ponto delicado do projeto que, se não for delicadamente tratado, pode propiciar o surgimento de trincas nas vedações.

9.5 MELHOR ALTERNATIVA

A estrutura de concreto pré-moldado se mostrou ser a melhor opção. Apesar de ser uma solução mais cara que a estrutura de concreto moldada in loco, a diferença de preços é pequena (cerca de R\$60.000,00), de modo que a nossa escolha foi norteada basicamente por critérios técnicos.

Tomado os devidos cuidados com o prazo para a produção das peças, o concreto pré-moldado é uma alternativa que garante facilidade e rapidez na montagem do sistema estrutural, essenciais para o nosso empreendimento. A confecção dos elementos pode ser iniciada no canteiro logo no início das obras, de modo que todas as peças estejam 100% completas na etapa de montagem da estrutura do empreendimento. Além disso, a simetria do nosso empreendimento tem como consequência a presença de peças padronizadas, o que facilita também a produção dos elementos.

O fato de o custo total com fôrmas para pré-moldados ser mais barato que o custo com fôrmas para moldados in loco se mostrou uma surpresa, e se deve ao fato do primeiro permitir um reaproveitamento muito maior do jogo de fôrmas e não ter um preço unitário significativamente maior. Além disso, a estrutura de concreto moldado in loco demanda uma quantidade grande de escoras, necessárias para sustentar a estrutura enquanto o concreto não obtém a resistência necessária, o que encarece essa solução. Por outro lado, os elementos pré-moldados necessitam de uma grua para içamento, mas devido à agilidade do serviço, o custo do aluguel e operação da grua é inferior

ao custo de alugar, montar e desmontar as escoras metálicas para os cerca de 1500 m² do empreendimento.

De maneira a agilizar a produção dos elementos pré-moldados, consideramos a utilização de três jogos de forma (aumentando em três o custo com tal item). Apesar de encarecer a solução, tal medida permitiu encurtar o caminho crítico da obra, tornando-a mais breve.

10 VEDAÇÃO E REVESTIMENTO VERTICAL

Em relação à vedação dividimos o estudo desse sistema entre: fachada e vedações internas, sendo que nesse último estão incluídas as vitrines.

Para as paredes internas, foram consideradas as opções: Bloco Cerâmico, Bloco de Concreto e Gesso Acartonado (Drywall). Já para as paredes externas foram consideradas apenas as duas primeiras opções.

No caso do revestimento consideramos o chapisco e emboço massa única, com um acabamento final de pintura com massa corrida nos blocos. No caso das placas de gesso acartonado, consideramos que as mesmas receberiam apenas pintura.

Com o intuito de escolhermos a melhor opção para esses 2 sistemas decidimos levar em consideração o custo total da solução (vedação + revestimento) ou seja, consideramos os custos com revestimento e pintura para os blocos cerâmicos e de concreto, porém no caso do drywall isso não será considerado, pois as placas de gesso já são instaladas com o acabamento final.

As soluções escolhidas foram:

- Fachada Externa: Bloco de concreto + Chapisco + Emboço Massa Única e Pintura
 - A escolha foi feita basicamente levando em consideração o Custo Total e nesse quesito essa solução resultou em um custo 3% mais barato.
- Divisórias Internas: Gesso acartonado
 - Essa solução apresentou um custo 50% inferior às outras duas estudadas, mas ela também foi a escolhida por causa da sua execução muito rápida e eficiente e pelo fato de proporcionar uma grande flexibilidade à edificação, pois é um sistema que permite uma fácil adaptação dos ambientes, assim como uma mudança do layout de lojas ou escritórios.

Abaixo segue os custos das respectivas soluções escolhidas para cada sistema:

Tabela 30 - Custo da vedação interna e externa

VEDAÇÃO	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Fachada Externa - Bloco de Concreto	m ²	599.28	R\$ 38.33	R\$ 22,970.40	R\$ 25,502.77
Parede Interna - Gesso Acartonado	m ²	1,018.00	R\$ 67.28	-	R\$ 68,491.04
Total				R\$ 22,970.40	R\$ 93,993.81

Tabela 31 - Custo do revestimento vertical da parede externa

REVESTIMENTO VERTICAL	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Chapisco	m ²	1,198.56	R\$ 5.15	R\$ 6,172.58	R\$ 6,853.08
Emboço Massa Única	m ²	1,198.56	R\$ 22.50	R\$ 26,967.60	R\$ 29,940.64
Total				R\$ 33,140.18	R\$ 36,793.72

Tabela 32 - Custo da pintura

PINTURA	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Fachada Externa - Acrílica	m ²	1,198.56	R\$ 14.59	-	R\$ 17,486.99
Paredes Internas - Látex PVA	m ²	2,036.00	R\$ 13.04	R\$ 26,549.44	R\$ 29,476.38
Massa corrida	m ²	3,234.56	R\$ 10.33	-	R\$ 33,413.00
Total				R\$ 26,549.44	R\$ 80,376.38

11 REVESTIMENTO HORIZONTAL

Foi definido pela incorporadora que cada proprietário ou locatário seria responsável pela instalação do tipo de piso e acabamento convenientes em função do tamanho de sua loja, requisitos de desempenho necessários, atividade desenvolvida, critérios estéticos e arquitetônicos, entre outros.

Como a fundação escolhida foi o radier, o contrapiso não foi contabilizado no orçamento deste sistema do projeto, pois sua execução será realizada em conjunto com a fundação. Ou seja, no lugar de ser quantificado e contabilizado como revestimento horizontal, o contrapiso será considerado no sistema de fundação para efeito de orçamento e planejamento executivo.

Dessa forma, nós somos responsáveis somente pela execução dos Revestimentos Horizontais das seguintes áreas do empreendimento:

- Banheiros
- Sala da Administração
- Cabine Primária
- QGBT

Nesses locais indicados acima foram adotadas as seguintes camadas de revestimento: contrapiso, impermeabilização, piso cerâmico e forro de gesso no teto. Uma atenção especial é dada à impermeabilização, pois esse item foi adotado apenas nos banheiros, com sua aplicação nos pisos e nas paredes até uma altura de 30 cm.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 33 - Custo do revestimento horizontal

REVESTIMENTO HORIZONTAL	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Contrapiso	m ³	36.84	R\$ 91.01	-	R\$ 3,352.58
Impermeabilização	m ²	26.16	R\$ 17.07	R\$ 446.62	R\$ 495.86
Piso Cerâmico	m ²	57.91	R\$ 74.60	R\$ 4,320.09	R\$ 4,742.05
Forro de Gesso	m ²	57.91	R\$ 30.00	R\$ 1,737.30	R\$ 1,928.83
Total				R\$ 8,590.49	R\$ 10,519.32

12 ESQUADRIAS

Como esquadrias da edificação foram consideradas os seguintes elementos:

As lojas terão duas portas de correr, uma na frente para o passeio com dois metros de largura, e outra nos fundos com a mesma largura. Além disso, a fachada das lojas possui uma vitrine de vidro. Já nos dois banheiros, foi considerada uma porta de madeira de 80 cm de largura.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 34 - Custo das esquadrias

ESQUADRIAS	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Porta de Madeira - 80 cm	portas	2.00	R\$ 526.87	R\$ 1,053.74	R\$ 1,156.66
Porte de correr de alumínio - 2,00 m	portas	42.00	R\$ 3,500.90	R\$ 147,037.80	R\$ 161,399.66
Vitrine - Vidro cristal	m ²	1,018.00	R\$ 62.14	R\$ 63,258.52	R\$ 70,232.45
Total				R\$ 211,350.06	R\$ 232,788.78

13 SISTEMAS PREDIAIS

Os Sistemas Prediais considerados nesse trabalho foram os seguintes sistemas: Água Fria, Esgoto Sanitário, Água Pluvial, Hidrantes e Energia Elétrica. Outros sistemas, como ar condicionado, não foram considerados, pois eles não serão entregues com as lojas. Dessa forma, ficará a critério dos locatários a instalação desses sistemas complementares. Além desses sistemas citados, também foram considerados outros sistemas prediais chamados de complementares, entre eles temos: gás, ventilação, segurança patrimonial, sprinkler, automação, detecção e alarme, comunicação e dados.

Outro ponto importante está no fato de que cada loja receberá um ponto de consumo de água fria, energia elétrica e esgoto sanitário, porém não serão instalados nenhum equipamento ou aparelho. Ou seja, os locatários deverão executar reformar para instalar todos os pontos de uso e consumo desejados, assim como todos os aparelhos e equipamentos necessários, como lavatórios e tomadas.

13.1 ÁGUA FRIA

No Empreendimento estudado neste trabalho foi considerado um ponto de consumo de Água Fria por loja do Strip Mall, além de dois banheiros de uso público. Ou seja, a obra será entregue apenas com 1 ponto de consumo na loja, sendo que fica a critério dos locatários as reformas necessárias para instalar todos os dispositivos hidráulico sanitários desejados para as lojas. Em complemento às instalações citadas acima, os aparelhos necessários para os banheiros serão considerados durante este estudo, são eles: 2 lavatórios e 2 bacias sanitárias com todos os acessórios relacionados.

Escolhemos o Sistema Indireto com Reservatório Inferior e Distribuição com Pressurização in line. Tal escolha se deve principalmente pelo fato desta opção não exigir uma estrutura adicional, no caso de uma torre para caixa d'água, ou uma estrutura mais resistente, no caso de uma caixa localizada na cobertura, o que permite uma economia com um dos sistemas mais caros do empreendimento, que no caso é a estrutura.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 35 - Custo do sistema predial de água fria

ÁGUA FRIA	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Bacia Sanitária	un.	2	R\$ 347.40	R\$ 694.80	R\$ 771.40
Lavatório	un.	2	R\$ 178.86	R\$ 357.72	R\$ 397.16
Bancada	un.	2	R\$ 198.09	R\$ 396.18	R\$ 439.86
Tubo 25 mm	m	42.2	R\$ 19.58	R\$ 826.28	R\$ 917.37
Tubo 40 mm	m	155.3	R\$ 25.83	R\$ 4,011.40	R\$ 4,453.63
Registro de 25 mm	un.	23	R\$ 64.92	R\$ 1,493.16	R\$ 1,657.77
Reservatório	un.	1	-	R\$ 6,157.44	R\$ 6,836.26
Cavalete e Hidrômetro	un.	1	-	R\$ 600.00	R\$ 666.15
Bomba	un.	2	-	R\$ 3,000.00	R\$ 3,330.73
Total				R\$ 17,536.97	R\$ 19,470.33

13.2 ESGOTO SANITÁRIO

O sistema de Esgoto Sanitário foi concebido da mesma forma que o Sistema de Água Fria, sendo que cada loja será entregue com apenas um ponto de coleta, e ficará a critério do locatário executar as reformas necessárias para instalar todos os pontos de coleta de esgoto desejados na unidade.

É importante ressaltar que o sistema em questão foi concebido composto por uma tubulação coletora, por um ramal de descarga por loja, e uma caixa coletora no final do sistema antes do ponto de lançamento do esgoto na rede de coleta pública.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 36 - Custo do sistema predial de esgoto sanitário

ESGOTO SANITÁRIO	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Tubo Coletor 150 mm	m	160.67	R\$ 11.32	R\$ 1,818.78	R\$ 2,019.30
Ramal de Descarga 50 mm	m	58.6	R\$ 13.63	R\$ 798.72	R\$ 886.77
Caixa Coletora	un.	1	-	R\$ 64.43	R\$ 71.53
Total				R\$ 2,681.93	R\$ 2,977.60

13.3 HIDRANTES

Seguindo o mesmo critério utilizado no Sistema de Água Fria, será adotado o sistema com Bomba de Incêndio e Bomba Jockey, pois essa é uma boa solução para edificações horizontais ou com poucos pavimentos, além de não exigir a instalação de um tanque de pressão.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 37 - Custo do sistema predial de hidrantes

HIDRANTE	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Tubulação 40 mm	m	94.262	R\$ 25.83	R\$ 2,434.79	R\$ 2,703.21
Bomba de Incêndio	un.	1	R\$ 1,500.00	R\$ 1,500.00	R\$ 1,665.37
Bomba Jockey	un.	1	R\$ 1,500.00	R\$ 1,500.00	R\$ 1,665.37
Hidrante	un.	2	R\$ 2,000.00	R\$ 4,000.00	R\$ 4,440.98
Total				R\$ 9,434.79	R\$ 10,474.92

13.4 ÁGUA PLUVIAL

O sistema de Água Pluvial foi concebido com os seguintes elementos: 1 calha na cobertura, 7 condutores verticais, 1 condutor horizontal e 1 caixa de areia. Será utilizado um revestimento que garanta uma declividade entre 1% e 2% para que a água no teto seja devidamente drenada.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 38 - Custo do sistema predial de água pluvial

ÁGUA PLUVIAL	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Condutor Vertical 100 mm	un.	28	R\$ 11.32	R\$ 316.96	R\$ 351.90
Condutor Horizontal 200 mm	m	155.8	R\$ 11.32	R\$ 1,763.66	R\$ 1,958.09
Calha	m	146.6	R\$ 19.80	R\$ 2,902.68	R\$ 3,222.69
Caixa de Areia	un.	1	-	R\$ 96.51	R\$ 107.15
Total				R\$ 5,079.80	R\$ 5,639.83

13.5 ENERGIA ELÉTRICA

Assim como os sistemas de Água Fria e Esgoto Sanitário, a distribuição de energia elétrica será entregue com apenas um ponto de uso em cada loja, e ficará a critério do locatário as reformas necessárias para instalar todos os pontos de uso e os dispositivos elétricos desejados. Dessa forma, o sistema contará com o Quadro de Distribuição, os eletrodutos e os fios de eletricidade. Além disso, nas salas da Administração, de QGBT, na Cabine Primária e nos banheiros serão instaladas lâmpadas, interruptores e tomadas. Dessa forma, esses materiais também serão considerados.

O fio adotado possui a área de 6,0 mm², pois essa é a área que permite a instalação de ar condicionado de até 30.000 BTU, o que corresponde a uma carga térmica elevada. Como ainda não estão definidos os locatários do empreendimento, será considerado esse valor para deixar uma infraestrutura que permita a instalação de clientes que utilizem dispositivos e equipamentos elétricos de grande consumo energético.

Considerando o que foi dito acima chegamos aos seguintes custos para esse sistema:

Tabela 39 - Custo do sistema predial de energia elétrica

ENERGIA ELÉTRICA	UN.	QUANT. / CONSUMO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL (Julho/2014)	TOTAL (Abril/2016)
Fio isolado PVC 6 mm ²	m	340.8	R\$ 5.20	R\$ 1,772.16	R\$ 1,967.53
Eletroduto 2 1/2"	m	340.8	R\$ 37.10	R\$ 12,643.68	R\$ 14,037.58
Quadro de Distribuição com disjuntore	un.	1	R\$ 316.02	R\$ 316.02	R\$ 350.86
Interruptor	un.	10	R\$ 9.98	R\$ 99.80	R\$ 110.80
Tomada	un.	15	R\$ 10.51	R\$ 157.65	R\$ 175.03
Luminárias com lâmpadas	un.	5	R\$ 223.16	R\$ 1,115.80	R\$ 1,238.81
Total				R\$ 16,105.11	R\$ 17,880.61

13.6 SISTEMAS PREDIAIS COMPLEMENTARES

Além dos subsistemas prediais indicados acima, também foram considerados os seguintes subsistemas: gás, ventilação, segurança patrimonial, sprinkler, automação, detecção e alarme, comunicação e dados, porém, os itens indicados anteriormente não foram pré-dimensionados com projetos preliminares iguais os outros tópicos deste capítulo. Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram consultadas empresas especializadas em construção civil para fim de se obter uma boa estimativa de custo e prazo

de execução de todos os subsistemas indicados como sistemas prediais complementares.

Como resultado dessa consulta, chegou-se a um prazo de execução de 1 mês, com um custo estimado de R\$ 100.000,00. Vale reforçar que esse tópico foi considerado no orçamento da obra dessa forma devida à complexidade dos projetos desses subsistemas, e justamente porque o escopo deste trabalho não é propriamente o projeto de sistemas prediais, e sim o planejamento de uma obra, para tanto foram necessárias algumas estimativas no desenrolar deste estudo. Já os outros sistemas, que possuem um pré-dimensionamento mais simples, puderam ser estudados de uma forma mais precisa.

14 COBERTURA

Para a cobertura o grupo estudou duas possíveis soluções para o empreendimento: cobertura com telha cerâmica e telhado verde. Optou-se por estudar uma solução tradicional e outra que pudesse agregar valor e que vem ganhando muita força no mercado.

Em relação à cobertura com telha cerâmica, foi considerado a construção de uma estrutura de madeira mais o assentamento das telhas cerâmicas sobre ela. Já no caso do telhado verde estudamos a composição de todas as camadas necessárias para alcançarmos um bom desempenho do sistema, desde a membrana a prova d'água até a vegetação em si.

Vale ressaltar que o objetivo do trabalho é simular o papel de uma construtora, com isso o grupo necessita escolher soluções que apresentam bom desempenho e que atendam as necessidades do cliente e dos usuários buscando sempre o menor custo. Isso não nos impede de oferecer outras soluções que possam trazer benefícios diferentes para os clientes, não tendo como prioridade apenas custo, mas sim toda uma gama de benefícios que uma determinada solução pode trazer. Isso explica o porquê estudamos os custos do telhado verde, que sabidamente seria mais caro, mas poderia diferenciar nosso empreendimento, oferecendo conforto térmico e um visual diferente. A solução escolhida foi a cobertura com telha cerâmica, principalmente pelo fato de apresentar um custo 27% menor que o telhado verde. Outro fator importante é que ele não gera uma sobrecarga tão grande na estrutura como o telhado verde, que pode variar entre 80 kg/m² e 200kg/m², o que implicaria em projetar uma estrutura mais resistente e mais cara. Vale ressaltar também que essa solução não necessita mão-de-obra especializada.

Chegamos aos seguintes custos para o sistema escolhido:

Tabela 40 - Custo da estrutura de madeira da cobertura

Estrutura de madeira	UN.	QUANT. / CONSUMO	Custo unitário	TOTAL (Abril/2016)
Ajudante de carpinteiro	h	1768.2	6.77 R\$	9,975.60
Carpinteiro	h	1768.2	8.23 R\$	12,126.91
Madeira bruta peroba	m ³	30.9435	64.92 R\$	95,659.62
Prego com cabeça 18 x 27, 62,1 mm x Ø 3,4	kg	353.64	1.64 R\$	2,416.54
Total				R\$ 120,178.66

Tabela 41 - Custo da telha cerâmica da cobertura

Cobertura Telha Cerâmica	UN.	QUANT. / CONSUMO	Custo unitário	TOTAL (Abril/2016)
Ajudante de telhadista	h	2991.21	R\$ 12.57	R\$ 18,521.90
Telhadista	h	2210.25	R\$ 11.30	R\$ 16,650.55
Areia média lavada	m ³	5.60	R\$ 0.41	R\$ 604.14
Cal hidratada CH III	kg	716.12	R\$ 0.22	R\$ 324.17
Cimento CP-32	kg	716.12	R\$ 0.28	R\$ 412.58
Telha paulista	un	36837.50	R\$ 60.75	R\$ 89,515.13
Total				R\$ 126,028.46

Tabela 42 - Custo total da cobertura

Cobertura	
Estrutura de madeira	R\$ 120,178.66
Cobertura com telha cerâmica	R\$ 126,028.46
Total	R\$ 246,207.12

15 PAVIMENTO

Esse sistema abrange uma área considerável do empreendimento: praticamente metade da área do terreno. Dessa maneira, deve ser analisado com cautela e levar em consideração todos os fatores importantes que podem afetar a escolha do método.

As duas soluções estudadas para esse sistema foram o pavimento de bloco de concreto intertravado e o pavimento de concreto asfáltico.

O método que foi escolhido é o pavimento asfáltico, principalmente com base no aspecto econômico. Após orçarmos as duas soluções, descobrimos que o pavimento de concreto asfáltico é 50% mais barato que os blocos intertravados e possui um bom desempenho ao ser utilizado no estacionamento, atendendo todos os requisitos.

Apesar de nossa escolha pelo pavimento asfáltico, a utilização de blocos de concreto intertravados também seria uma solução para o estacionamento e calçadas do nosso empreendimento uma vez que, além de propiciar elevada resistência e durabilidade, gerando sensação de conforto aos usuários e baixo custo de manutenção ao longo da vida útil do StripMall, também permite a liberação do tráfego imediatamente após a compactação final. Entretanto, pesa contra tal solução o custo mais elevado.

Considerando o que foi dito acima, chegamos aos seguintes custos para o pavimento asfáltico:

Tabela 43 - Custo da pavimentação

Pavimento	UN.	QUANT. / CONSUMO	Custo unitário	TOTAL (Abril/2016)
Escavação	m ³	501.85	R\$ 5.85	R\$ 2,935.81
Regularização e compactação do subleito	m ²	1433.85	R\$ 3.96	R\$ 5,678.05
Sub-base e base de brita graduada	m ³	215.08	R\$ 108.05	R\$ 23,239.12
Sub-base de solo-brita, com 25% de brita	m ³	250.92	R\$ 47.19	R\$ 11,841.09
Tratamento superficial duplo por penetração direta	m ²	1433.85	R\$ 7.64	R\$ 10,954.61
Total				R\$ 54,648.68

Uma vez que o projeto proposto no trabalho “Estudo de Viabilidade da Implantação de um Centro Comercial do tipo Strip Center no Município de São Paulo” não fornece detalhes sobre a área de passeio adjacente ao

estacionamento, consideramos que essa também é formada por pavimento asfáltico, mais barato. O uso dessa solução única facilita a execução do estacionamento, descomplica o cronograma da obra e dispensa o uso de novos equipamentos e mão de obra especializada, além de ser arquitetonicamente possível. Dessa forma, apesar de ser uma simplificação, consideramos algo bastante razoável e que serve perfeitamente para o nosso estudo. Uma outra solução recomendada é o uso de piso de concreto ou blocos de concreto intertravados apenas nas calçadas internas e pavimento asfáltico no estacionamento, solução esta que acabou não sendo avaliada nesse trabalho.

16 JARDIM

Para esse sistema optamos apenas por colocar a Grama São Carlos nas áreas de jardim, o que implica na necessidade de se realizar um preparo prévio do local para o seu plantio.

Obtivemos os seguintes custos para o jardim:

Tabela 44 - Custo de preparação do jardim

Preparo e substituição de terra para plantio	UN.	QUANT. / CONSUM	Custo unitário	TOTAL (Abril/2016)
Servente	h	168.83	R\$ 9.90	R\$ 1,041.48
Calcário dolomítico	kg	105.52	R\$ 1.70	R\$ 178.84
Terra vegetal preta	m ³	94.97	R\$ 135.00	R\$ 14,202.00
Adubo mineral NPK com formulação 10 - 10 - 10	kg	105.52	R\$ 9.09	R\$ 956.27
Adubo orgânico curtido - esterco	m ³	10.55	R\$ 11.63	R\$ 1,223.48
Total				R\$ 17,602.06

Tabela 45 - Custo da grama do jardim

Grama São Carlos em placas de 40 x 40 cm	UN.	QUANT. / CONSUM	Custo unitário	TOTAL (Abril/2016)
Jardineiro	h	42.16	R\$ 0.54	R\$ 284.90
Servente	h	42.16	R\$ 0.50	R\$ 263.80
Calcário dolomítico	kg	79.06	R\$ 0.26	R\$ 137.18
Grama são carlos em placas, AXONOPUS OBTUSIFOLIU.	m ²	527.06	R\$ 5.22	R\$ 2,754.07
Adubo mineral NPK com formulação 10 - 10 - 10	kg	52.71	R\$ 0.91	R\$ 480.12
Adubo orgânico curtido - esterco	m ³	2.64	R\$ 0.58	R\$ 306.01
Fosfato de rochas	kg	52.71	R\$ 0.01	R\$ 5.28
Total				R\$ 4,231.35

Tabela 46 - Custo total do jardim

Jardim	TOTAL (Abril/2016)
Preparo e substituição de terra para plantio	R\$ 17,602.06
Grama São Carlos em placas de 40 x 40 cm	R\$ 4,231.35
Total	R\$ 21,833.42

17 CUSTOS DIRETOS

Após mostrar a composição dos custos diretos associados à cada atividade prevista na produção do empreendimento, será acrescido uma taxa de contingência de 5%. Essa contingência serve para cobrir as incertezas e os possíveis desvios no orçamento. A seguir está indicada uma tabela mostrando o cálculo do custo direto da obra em questão.

Tabela 47 - Composição do Custo Direto

CUSTOS DIRETOS				
Sistema	Descrição	Custo (Abril/2016)		Custo com contingência
Serviços Preliminares e sondagem	Limpeza, abrigo e instalações provisórios e sondagem	R\$	49.031,46	R\$ 51.483,04
Movimento de Terra	Corte e remoção e aterro com solo de empréstimo	R\$	101.973,62	R\$ 107.072,30
Contenção	Muro de Arrimo de Gravidade (Gabião)	R\$	64.023,16	R\$ 67.224,32
Fundação	Radier	R\$	149.053,06	R\$ 156.505,72
Estrutura	Concreto Pré-moldado	R\$	376.098,86	R\$ 394.903,81
Vedação	Bloco de Concreto na fachada externa	R\$	25.502,77	R\$ 26.777,91
	Gesso Acartonado nas paredes internas	R\$	68.491,04	R\$ 71.915,59
Revestimento Vertical	Massa Única e Chapisco	R\$	36.793,72	R\$ 38.633,41
	Pintura e Massa Corrida	R\$	80.376,38	R\$ 84.395,20
Esquadrias	Vitrine	R\$	70.232,44	R\$ 73.744,06
	Portas	R\$	162.556,33	R\$ 170.684,14
Revestimento Horizontal	Forro de gesso	R\$	1.928,83	R\$ 2.025,27
	Impermeabilização	R\$	495,86	R\$ 520,65
	Piso cerâmico	R\$	4.742,05	R\$ 4.979,16
	Contrapiso	R\$	3.352,58	R\$ 3.520,21
Sistemas Prediais	Água Fria	R\$	19.470,33	R\$ 20.443,84
	Esgoto Sanitário	R\$	2.977,60	R\$ 3.126,48
	Hidrantes	R\$	10.474,92	R\$ 10.998,67
	Água Pluvial	R\$	5.639,83	R\$ 5.921,82
	Energia Elétrica	R\$	17.880,61	R\$ 18.774,64
	Sistemas Complementares	R\$	100.000,00	R\$ 105.000,00
Cobertura	Telha cerâmica	R\$	246.207,12	R\$ 258.517,47
Pavimentação do Estacionamento e Calç	Bloco de Concreto Intertravado	R\$	54.648,68	R\$ 57.381,12
Jardim	Jardim	R\$	21.833,42	R\$ 22.925,09
TOTAL				1.757.473,90

18 CUSTOS INDIRETOS E BDI

Além da análise de cada sistema de nosso empreendimento, também foi realizada a análise dos custos indiretos, não ligados diretamente à execução do empreendimento, mas relevantes para o custo total.

Para a composição dos custos indiretos foi consultado o Boletim Técnico BT/PCC/528 Custos e orçamentos na Construção Civil, elaborado pelo Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Assim como o próprio texto destaca, não importa o tipo de obra, é extremamente importante a correta mensuração dos custos de produção para verificar a viabilidade econômico financeira de um empreendimento. Dessa forma, percebe-se aqui a importância de considerar todos os custos que incidem sobre a produção do Strip Mall estudado neste trabalho.

O material consultado mostra uma divisão entre custos diretos e indiretos, sendo que de acordo com o Boletim Técnico essa divisão pode ser explicada da seguinte forma: enquanto os custos diretos são definidos como a soma dos custos de todos os insumos que se incorporam diretamente ao produto (mão-de-obra, materiais e equipamentos), os custos indiretos são aqueles gerados por insumos do produto não agregados a ele, como os materiais e equipamentos utilizados no escritório da obra (computadores, armários, material de limpeza, etc.).

Assim sendo, durante a elaboração desse trabalho será adotado o seguinte critério de rateio de custos, entre direto e indireto, encontrado no texto consultado.

- ***“Custos Diretos:*** *são compostos pelos custos dos insumos – materiais, mão-de-obra e equipamentos – essencialmente necessários para a produção de um bem ou serviço e devem ser previstos nas suas composições unitárias.*
- ***Custos Indiretos:*** *decorrentes da estrutura da obra e da empresa e que não podem ser atribuídos exclusivamente à produção de um dado bem ou execução de um serviço, mas que são necessários para que os mesmos sejam realizados. Sendo assim, não fazem parte das composições unitárias dos bens ou serviços.”*

Ou seja, percebe-se que até o momento este trabalho abordou apenas a composição do custo direto deste empreendimento, deve-se agora então calcular os custos indiretos que incidem sobre a obra em questão.

18.1 COMPOSIÇÃO DO CUSTO INDIRETO

Após consultar o Boletim Técnica indicado anteriormente, encontram-se os seguintes itens que devem ser considerados na composição dos custos indiretos:

- a. **Administração Local:** composto pela equipe técnica e administrativa residente na obra, assim como outros custos relacionados a mobilização e documentação da obra
- b. **Elaboração e acompanhamento do projeto:** corresponde ao custo necessário para a elaboração dos projetos necessários para a execução, assim como “as built”
- c. **Administração Central:** corresponde ao rateio do custo entre todas as obras da empresa construtora que cobrem os gastos da administração central da empresa (despesas de escritório central e outros serviços terceiros).
- d. **Riscos ou eventuais incertezas:** essa taxa de risco procura cobrir possíveis incertezas e desvios que podem ser encontrados durante a execução, sendo que neste trabalho essa taxa será chamada de contingência. Entretanto, nesse trabalho optou-se por contabilizar uma contingência de 5% nos próprios custos diretos de cada atividade
- e. **Custos Financeiros:** a perda monetária decorrente da defasagem entre o desembolso para a produção e o momento de recebimento da medição

18.2 ADMINISTRAÇÃO LOCAL

18.2.1 Água e Esgoto

No cálculo do custo indireto de água e esgoto, consideramos apenas a água utilizada pelos funcionários, uma vez que a água utilizada como insumo na obra já fora contabilizada no custo unitário dos materiais utilizados.

Assim, considerando um mês com 20 dias úteis e duração de obra de 221 dias, tem-se:

Tabela 48 - Parâmetro dos custos indiretos

CUSTOS INDIRETOS		
Item	Quantidade	Un.
Consumo de água mensal/operário	1,43	m ³ /mês
Consumo de esgoto mensal/operário	0,86	m ³ /mês
Custo da água	12,71	R\$/m ³
Custo de esgoto	12,71	R\$/m ³

O consumo mensal de água e esgoto por operário foi obtido em uma matéria da revista Construção & Mercado que abordava o tema de custos indiretos. Essa matéria também foi utilizada como base para obter o consumo de energia elétrica.

Sabe-se que o custo da água e esgoto está relacionado diretamente com a quantidade que é consumida, como pode ser visto na figura a seguir.

Tabela 49 - Custo da água e esgoto

COMERCIAL E INDUSTRIAL	ÁGUA	ESGOTO
0 a 10 metros cúbicos	R\$ 44,95/mês	R\$ 44,95/mês
11 a 20 metros cúbicos	R\$ 8,75 por metro cúbico	R\$ 8,75 por metro cúbico
21 a 50 metros cúbicos	R\$ 16,76 por metro cúbico	R\$ 16,76 por metro cúbico
acima dos 50 metros cúbicos	R\$ 17,46 por metro cúbico	R\$ 17,46 por metro cúbico

Fonte: Revista Construção & Mercado

Com o intuito de simplificar o custo de ambos, decidiu-se assumir um valor por metro cúbico que foi obtido da seguinte forma: Assumiu-se um consumo de 50 metros cúbicos o que implica pagar um valor

igual a R\$635,25 (44,95 + 10*8,75 + 30*16,76). Com o valor total obtido, apenas dividimos o mesmo pelos 50 metros cúbicos resultando em R\$12,71/metro cúbico.

Tabela 50 - Custo mensal de água por tipo de operário

Tipo de operário	Horas trabalhadas	Média de operários	Custo mensal (R\$)	
			Água	Esgoto
Pedreiro	1.076	7	122,18	73,31
Servente	2.744	17	311,58	186,95
Ajudante	617	4	70,06	42,04
Montador	280	2	31,79	19,08
Ajudante de pintor	1.128	7	128,09	76,85
Pintor	1.240	8	140,80	84,48
Operador de terraplanagem	192	1	21,80	13,08
Carpinteiro	2.660	17	302,05	181,23
Ajudante de carpinteiro	2.400	15	272,52	163,51
Motorista de caminhão	96	1	10,90	6,54
Encanador	600	4	68,13	40,88
Ajudante de encanador	588	4	66,77	40,06
Eletricista	296	2	33,61	20,17
Ajudante de eletricista	298	2	33,84	20,30
Armador	800	5	90,84	54,50
Ajudante de armador	400	3	45,42	27,25
Telhadista	848	5	96,29	57,77
Ajudante de telhadista	1.504	9	170,78	102,47
Jardineiro	48	0	5,45	3,27
Operador de grua	160	1	18,17	10,90
Ladrilhista	32	0	3,63	2,18
MDO para instal. Vidro	560	4	63,59	38,15
Total	18.567		R\$ 2.108,30	R\$ 1.264,98

Tabela 51 - Custo indireto de água e esgoto

CUSTOS INDIRETOS	
Item	Custo em 221 dias (R\$)
Custo da água	R\$ 16.760,99
Custo de esgoto	R\$ 10.056,59

18.2.2 Energia Elétrica

O cálculo dos custos com energia elétrica foi baseado em uma estimativa da quantidade de equipamentos e dispositivos elétricos presentes no canteiro de obras, juntamente com uma estimativa da potência de cada um deles. Assim, temos os seguintes custos:

Tabela 52 - Estimativa do consumo de energia dos equipamentos utilizados

ENERGIA ELÉTRICA					
Item	Quantidade	Potência (kW)	Tempo de utilização		Energia mensal (kWh)
			Diário (h)	Mensal (dias)	
Escritório	2	0,3	10	25	150
Computador	2	1	10	25	500
Ar condicionado	20	0,009	10	25	45
Lâmpada fluorescente	1	5	24	30	3600
Diversos: geladeira, telefone...					
Apoio					
Laboratório	1	2	8	25	400
Treinamento	1	1	4	22	88
Ambulatório	1	1,5	8	25	300
Guarita	1	0,5	24	30	360
Refeitório	1	2	4	25	200
Diversos					
Diversos	1	40	8	23	7360
Total					13003

Custo da energia (R\$/kWh)	R\$	0,24
Custo Total/mês	R\$	3.175,33
Custo total		R\$ 25.243,89

18.2.3 Equipe Técnica e Administrativa Residente

Além dos operários, cujo custo já foi contabilizado no custo unitário de execução de cada atividade, necessitamos também do serviço de alguns profissionais cujo custo não está incluso de acordo com a metodologia de precificação da PINI. Assim, temos:

Tabela 53 - Custo indireto com mão de obra especializada

CUSTOS INDIRETOS			
Item	Quantidade	Un.	Custo em 221 dias
Apontador	1.500,00	R\$/mês	12.000,00
Mestre de obra	4.500,00	R\$/mês	36.000,00
Engenheiro	10.000,00	R\$/mês	80.000,00
Custo total			R\$ 180.061,47

Os valores acima foram obtidos no site Love Mondays. Ele se compromete em publicar a média salarial por cargo e por companhia baseada em informações fornecidas pelos usuários. Fizemos uma média entre os salários das maiores construtoras do país como a Odebrecht e Andrade Gutierrez.

18.2.4 Controle de Concreto

Na execução dos elementos pré-moldados, será realizada a compra de concreto usinado, cuja qualidade e parâmetros precisam ser confirmados por meio de ensaios. Assim, realizaremos o controle do concreto. Temos:

Tabela 54 - Custo indireto com o controle de qualidade do concreto

CONTROLE DE CONCRETO		
Volume total de concreto:	437,01	m ³
Volume concreto/caminhão betoneira:	7	m ³
Corpos de prova/caminhão:	3	
Corpos de prova:	189	
Custo unitário:	R\$ 101,73	
Custo total:	R\$ 19.226,97	

18.3 ADMINISTRAÇÃO CENTRAL

Como este trabalho trata-se de uma empresa fictícia, será considerado como custo de Administração Central uma porcentagem do custo direto da produção. Após consultas em publicações especializadas na Indústria da Construção Civil, assim como profissionais da área, será assumido um valor comum para esse tipo de empreendimento de 6%.

Tabela 55 - Custo Direto

CUSTO DIRETO			
Sistema		Custo	Porcentagem
Serviços Preliminares e sondager	R\$	51.483,04	3%
Movimento de Terra	R\$	107.072,30	6%
Contenção	R\$	67.224,32	4%
Fundação	R\$	156.505,72	9%
Estrutura	R\$	394.903,81	22%
Vedação	R\$	98.693,50	6%
Revestimento	R\$	134.073,89	8%
Esquadrias	R\$	244.428,20	14%
Sistemas Prediais	R\$	164.265,45	9%
Cobertura	R\$	258.517,47	15%
Pavimentação	R\$	57.381,12	3%
Jardim	R\$	22.925,09	1%
Custo Direto		R\$ 1.757.473,90	100%

Administração Central: $0,06 \times R\$1.757.473,90 = R\$105.448,43$

18.4 DEMAIS CUSTOS INDIRETOS

No que diz respeito aos demais custos indiretos ilustrados será considerado de forma simplificada o montante correspondente à 5% do custo direto.

Demais Custos Indiretos: $0,05 \times R\$1.757.473,90 = R\$87.873,70$

18.5 CUSTOS INDIRETOS CONSIDERADOS

Dessa forma, todos os custos indiretos podem ser indicados resumidamente na seguinte tabela.

Tabela 56 - Custo Indireto

CUSTO INDIRETO		
Sistema	Custo	Porcentagem
Água	R\$ 6.760,99	4%
Esgoto	R\$ 10.056,59	2%
Energia Elétrica	R\$ 25.243,89	6%
Equipe Técnica	R\$ 80.061,47	40%
Controle de Concreto	R\$ 9.226,97	4%
Administração Central	R\$ 105.448,43	24%
Demais Custos Indiretos	R\$ 7.873,70	20%
Custo Indireto	R\$ 144.672,04	100%

18.6 LUCRO E IMPOSTO

Será adotado um lucro maior do que o retorno dos títulos de renda fixa do tesouro direto, para justificar o risco de investimento, igual a **15%**.

Há a possibilidade de três tipos de regime de tributação: Lucro Real (apuração anual ou trimestral), Lucro Presumido e Simples Nacional (para Microempresas e Empresas de Pequeno Porte). A escolha será feita entre as duas primeiras opções, pois a última exige uma série de pré-requisitos mais específicos.

No Lucro Real trimestral, o IRPJ e a CSLL são calculados trimestralmente de forma separada. Portanto, não haverá antecipações mensais como na opção de ajuste anual.

Essa pode ser uma boa opção para empresas com lucros lineares, que é o caso da construtora neste trabalho, uma vez que o lucro é fixado em 15% no faturamento da obra.

No regime de Lucro Presumido, a alíquota de cada tributo (15% ou 25% de IRPJ e 9% da CSLL) incide sobre as receitas através de um percentual variável (1,6% a 32% do faturamento, dependendo da atividade). Este percentual deriva

da presunção de uma margem de lucro para cada atividade, predeterminado pela legislação tributária.

Esta modalidade de tributação pode ser vantajosa para empresas com margens de lucratividade superior a presumida, podendo, inclusive, servir como instrumento de planejamento tributário. Empresas que possuam boa margem de lucro podem, respeitados eventuais impedimentos, utilizar-se do Lucro Presumido.

De acordo com os órgãos estatais, encontraram-se os seguintes tributos na modalidade de Lucro Real:

COFINS = incide a alíquota de 7,6% sobre o valor agregado;

PIS = incide a alíquota de 1,65% sobre o valor agregado;

ISS = na Cidade de São Paulo incide a alíquota de 5% sobre o preço do serviço para a Construção Civil;

IRPJ = para a modalidade de Lucro Real incide a alíquota de 15% sobre o lucro apurado até 20 mil reais mensais e 10% a mais para valores maiores;

CSLL = para a modalidade de Lucro Presumido incide a alíquota de 9% sobre o lucro apurado;

Assim sendo, o total pago na modalidade de Lucro Real corresponde a:

$$T = (7,6\% + 1,65\% + 5\% + 25\% + 9\%) \times 15\% = \mathbf{7,24\% \text{ da Receita Bruta.}}$$

Para o Lucro Presumido, na base de cálculo de 32% da Receita Bruta, já que é uma atividade de construção imobiliária, os tributos são os seguintes:

COFINS = incide a alíquota de 3,0% sobre o valor agregado;

PIS = incide a alíquota de 0,65% sobre o valor agregado;

ISS = na Cidade de São Paulo incide a alíquota de 5% sobre o preço do serviço para a Construção Civil;

IRPJ = 4,8%;

CSLL = 2,88%;

O total de tributos pagos na modalidade de Lucro Presumido correspondem a:

$$T = (3\% + 0,65\% + 5\% + 4,80\% + 2,88\%) \times 32\% = \mathbf{5,23\% \text{ da Receita Bruta.}}$$

Portanto, a modalidade Lucro Presumido será utilizada.

18.7 CÁLCULO DO CUSTO TOTAL

De acordo com o Boletim Técnico, o cálculo do Custo Total pode ser calculado da seguinte forma:

$$CT = \frac{CD + CI}{(1 - I - L)}$$

Onde:

CT = Custo Total

CD = Custo Direto

CI = Custo Indireto

I = Imposto

L = Lucro

Dessa forma, temos o seguinte custo total para a obra em questão:

$$CT = \frac{R\$ 1.757.473,90 + R\$ 444.672,04}{(1 - 0,0523 - 0,15)} = \mathbf{R\$ 2.760.619,21}$$

A tabela a seguir mostra o resultado obtido com o cálculo do custo total do empreendimento:

Tabela 57 - Custo Total do empreendimento

COMPOSIÇÃO DO CUSTO TOTAL			
Item		Custo	Porcentagem
Serviços Preliminares e sondagem	R\$	51.483,04	1,86%
Movimento de Terra	R\$	107.072,30	3,88%
Contenção	R\$	67.224,32	2,44%
Fundação	R\$	156.505,72	5,67%
Estrutura	R\$	394.903,81	14,30%
Vedação	R\$	98.693,50	3,58%
Revestimento	R\$	134.073,89	4,86%
Esquadrias	R\$	244.428,20	8,85%
Sistemas Prediais	R\$	164.265,45	5,95%
Cobertura	R\$	258.517,47	9,36%
Pavimentação	R\$	57.381,12	2,08%
Jardim	R\$	22.925,09	0,83%
Custo Indireto	R\$	444.672,04	16,11%
CUSTO DIRETO E INDIRETO	R\$	2.202.145,94	
Lucro	R\$	414.092,88	15,00%
Impostos	R\$	144.380,38	5,23%
CUSTO TOTAL	R\$	2.760.619,21	100,00%

18.8 CÁLCULO DO BDI

Após o cálculo do Custo Total deve-se então calcular o BDI do empreendimento. O BDI é a sigla de "Bonificações e Despesas Indiretas", que segundo o Boletim Técnico consultado pode ser entendido como "o percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto dos itens da planilha da obra para se chegar ao custo total da obra".

De acordo com o texto estudado, seu cálculo é da seguinte forma:

$$BDI = \frac{CT}{CD} - 1 = \frac{R\$ 2.760.619,21}{R\$ 1.757.473,90} - 1 = 57,08\%$$

19 PRODUTIVIDADE DAS ATIVIDADES

Após o desenvolvimento dos projetos preliminares e da elaboração de um orçamento executivo, o próximo passo foi pesquisar valores de referência das produtividades para a execução de todas as atividades consideradas na composição do custo. Esses valores de referência foram extraídos do TCPO Web, uma plataforma mantida pela Pini, e foi utilizado para compor as equipes de mão-de-obra.

Com os dados de produtividade de cada atividade e respectivas demandas do nosso empreendimento, obtivemos a quantidade de homens x hora necessárias para a conclusão dos serviços. Arbitrando uma duração estimada das atividades, calculamos o número de operários requisitados para a conclusão de cada serviço. As tabelas com os dados utilizados e valores obtidos estão indicados nos itens seguintes, de acordo com cada sistema. Foram considerados para os cálculos uma jornada de trabalho de 8 h por dia e os custos diretos de cada atividade acrescidos da contingência de 5% (em função da imprecisão dos dados obtidos e calculados).

Tabela 58 - Composição das equipes para cada atividade considerada

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo com contingência	Produtividade				
						Funcionário	Hh/unm	Hh	Homem	
Serviços Preliminares	Desmatamento e limpeza mecanizada	1	3500	m2	1,703.37	Operador de terraplanagem Trator sobre esteiras	0.0012	4.06	1	
	Raspagem mec. até 40 cm de profundidade	2	3500	m2	4,962.70	Operador de terraplanagem Trator sobre esteiras	0.0034	11.83	1	
	Locação da obra, execução de gabarito	5	1473.5	m2	6,065.82	Carpinteiro Servente	0.1300 0.1300	191.56 191.56	5	
	Barracão provisório (Falcão Bauer)		100	m2	33,665.10					
	- Instalação elétrica mínima	5			1,729.24	Eletricista Ajudante de eletricista	0.2610 0.2610	191.56 191.56	5 5	
	- Instalação de água e sanitária provisória	1			2,198.62	Encanador Ajudante de encanador Carpinteiro Pedreiro Servente	12.5000 6.2500 6.2500 6.2500 6.1576	4.00 8.00 8.00 8.00 8.12	1 1 1 1 1	
	- Abrigo provisório de madeira	10			33,665.10	Ajudante Carpinteiro Pedreiro Servente Betoneira elétrica	0.0467 0.1493 2.5000 0.1263	1071.00 335.00 20.00 396.00	13 4 1 5	
	Sondagem a percussão	1	16	m	1,158.19	,...	
	Movimento de Terra	Aterro mecanizado	5	3500	m2	97,335.00	Operador de terraplanagem	0.0147	51.45	1
							Motorista de caminhão	0.0239	83.65	2
							Trator sobre esteiras	0.0294	102.90	1
							Carregadeira sobre pneus	0.0147	51.45	1

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo com contingência	Produtividade			
						Funcionário	Hh/unm	Hh	Homem
	Compactação do aterro	2	3500	m2	9,737.30	Caminhão basculante	0.0294	102.90	1
						Operador de terraplanagem	0.0250	87.50	5
						Servente	0.0150	52.50	3
						Motorista de caminhão	0.0100	35.00	2
						Trator sobre pneus	0.0250	87.50	1
						Motoniveladora	0.0250	52.50	1
						Rolo compactador com penus	0.0250	35.00	1
						Caminhão tanque com irrigador	0.0250	87.50	1
Contenção	Muro de arrimo de gabião	5	122.5	m3	67,224.32	Armador	0.7800	95.55	2
						Servente	3.4700	425.08	11
						Escavadeira hidráulica			
Fundação em Radier	Escavação	3	279.97	m3	996.54	Operador de terraplanagem	0.0070	1.96	1
	Compactação do terreno	3	1473.5	m2	7,350.00	Operador de terraplanagem	0.0250	36.84	2
						Servente	0.0150	22.10	1
						Motorista de caminhão	0.0100	14.74	1
	Montagem de forma	2	33	m2	1,560.79	Carpinteiro	1.0000	33.00	2
						Ajudante de carpinteiro	0.3300	10.89	1
	Corte, dobra e montagem de aço	10	8841	kg	62,474.93	Armador	0.0500	442.05	6
						Ajudante de armador	0.0900	795.69	10
						Dobradora para ferro 5 HP	0.0300	265.23	3
	Apiloamento de brita	6	103	m3	13,613.59	Servente	2.5000	257.50	5
	Instalação das tubulações elétricas e hidráulicas	2				Ajudante de encanador	-	-	2
						Encanador	-	-	2
Lançamento e nivelamento de concreto	4	1473.5	m2	50,832.74	Ajudante de pedreiro	0.0900	132.62	4	

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Produtividade			
							Funcionário	Hh/un	Hh	Homen s
Estrutura de Concreto Pré- Moldada (1 leva / 15)	Corte, dobra e montagem de aço	6	6244.602	kg	R\$ 210,130.86	R\$ 220,637.40	Armador	0.050	312.23	7
	Fabr., mont. e desmont. de forma de madeira	20	748.15	m²	R\$ 68,998.88	R\$ 72,448.82	Ajudante de armador	0.090	562.01	12
							Dobradora para ferro 5 HP	0.030	187.34	4
							Ajudante de carpinteiro	0.517	386.79	2
							Carpinteiro	2.079	1555.40	10
	Adens. e regularização de concreto	20	17.35	m²	R\$ 76,423.01	R\$ 80,244.16	Régua vibratória simples - 0,5 HP	0.090	1.56	1
Ajudante	0.090	1.56	1							
Lançamento de estrutura de concreto pré-moldada	Guindaste	30	150	h	R\$ 8,043.00	R\$ 8,445.15	Operador de guindaste	1.000	150.00	1
							Montador de elementos	6.000	900.00	4
	Aluguel de guindaste	30	1	mês	R\$ 12,503.12	R\$ 13,128.28				

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		
								Hh/un.	Hh	Homens
Vedação	Assentamento de bloco de concreto	10	599.28	m ²	R\$ 25,502.77	R\$ 26,777.91	Pedreiro	0.7	419.50	5
		10					Servente	0.92	551.34	7
	Execução do gesso acartonado	15	1,018.00	m ²	R\$ 68,491.04	R\$ 71,915.59	Ajudante	0.2	203.60	2
		15					Montador	0.75	763.50	6
Revestimento Vertical	Chapisco	6	1,198.56	m ²	R\$ 6,853.08	R\$ 7,195.73	Servente	0.05	59.93	1
	Emboçomassaúnica	12	1,198.56	m ²	R\$ 29,940.64	R\$ 31,437.67	Pedreiro	0.6	719.14	7
		12					Servente	0.8	958.85	10
	Pinturaacrílica - Paredeexterna	15	1,198.56	m ²	R\$ 17,486.99	R\$ 18,361.34	Ajudante de pintor	0.35	419.50	3
		15					Pintor	0.4	479.42	4
	Pintura PVA - Paredeinterna	12	2,036.00	m ²	R\$ 29,476.38	R\$ 30,950.20	Ajudante de pintor	0.35	712.60	7
		12					Pintor	0.4	814.40	8
	Massa corrida	12	3,234.56	m ²	R\$ 33,413.00	R\$ 35,083.66	Ajudante de pintor	0.2	646.91	7
		12					Pintor	0.3	970.37	10
	Revestimento Horizontal	Contrapiso	3	36.84	m ³	R\$ 3,352.58	R\$ 3,520.21	Pedreiro	1.65	60.78
3			Servente					4.5	165.77	7
Pisocerâmico		4	57.91	m ²	R\$ 4,742.05	R\$ 4,979.16	Ladrilhista	0.8	46.33	1
		4					Servente	0.67	38.80	1

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		
								Hh/u n.	Hh	Homens
	Forro de gesso	4	57.91	m ²	R\$ 1,928.83	R\$ 2,025.27	Pedreiro	1.3	75.28	2
		4					Servente	0.8	46.33	1
	Impermeabilizaçã o do piso	1	26.16	m ²	R\$ 495.86	R\$ 520.65	Servente	0.4	10.47	1
		1								
	Vitrine - Vidro Cristal	10	521.2	m ²	R\$ 70,232.44	R\$ 73,744.06	Mão de obraespecializada	1	521.20	7
Esquadria	Porta de Madeira de 80 cm	1	2	un.	R\$ 1,156.66	R\$ 1,214.50	Ajudante de carpinteiro	3.75	7.50	1
		1					Carpinteiro	3.75	7.50	1
		1					Pedreiro	1.4	2.80	1
		1					Servente	1.4	2.80	1
	Porta de Correr de 2,00 m	6	42	un.	R\$ 161,399.66	R\$ 169,469.65	Pedreiro	1.5	63.00	1
		6					Servente	2.5	105.00	2

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		
								Hh/un	Hh	Homens
Água Fria	BaciaSanitária	1	2	un.	R\$ 771.40	R\$ 809.97	Ajudante de encanador	2.5	5.00	1
		1					Encanador	2.5	5.00	1
	Lavatório	1	2	un.	R\$ 397.16	R\$ 417.01	Ajudante de encanador	2	4.00	1
		1					Encanador	2	4.00	1
	Bancada	1	2	un.	R\$ 439.86	R\$ 461.85	Pedreiro	2	4.00	1
		1					Servente	2	4.00	1
	Tubo 25 mm	1	42.2	m	R\$ 917.37	R\$ 963.24	Ajudante de encanador	0.378	15.95	2
		1					Encanador	0.378	15.95	2
	Tubo 40 mm	4	155.3	m	R\$ 4,453.63	R\$ 4,676.32	Ajudante de encanador	0.491	76.33	2
		4					Encanador	0.491	76.33	2
	Registro de 25 mm	1	23	un.	R\$ 1,657.77	R\$ 1,740.66	Ajudante de encanador	0.17	3.91	1
		1					Encanador	0.17	3.91	1
	Escavação do reservatório	10	35	m ²	R\$ 1,845.39	R\$ 1,937.66	Servente	16.5	577.5	7
	Reservatório	2	1	un.	R\$ 4,990.87	R\$ 5,240.41	Pedreiro	-	-	1
		2					Servente	-	-	2
		2					Carpinteiro	-	-	1
		2					Ajudante de armador	-	-	2
2		Armador					-	-	2	

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		
								Hh/un	Hh	Homens
	Cavalete e Hidrômetro	3	1	un.	R\$ 666.15	R\$ 699.45	Ajudante de encanador	-	-	2
		3					Encanador	-	-	2
	Bomba	1	2	un.	R\$ 3,330.73	R\$ 3,497.27	Ajudante de encanador	8	16.00	2
		1					Encanador	8	16.00	2
Esgoto Sanitário	TuboColetor 150 mm	9	160.67	m	R\$ 2,019.30	R\$ 2,120.26	Ajudante de encanador	1.1	176.7 4	2
		9					Encanador	1.1	176.7 4	2
	Ramal de Descarga 50 mm	2	58.6	m	R\$ 886.77	R\$ 931.11	Ajudante de encanador	0.6	35.16	2
		2					Encanador	0.6	35.16	2
	CaixaColetora	1	1	un.	R\$ 71.54	R\$ 75.12	Pedreiro	-	-	1
		1					Servente	-	-	1
		1					Carpinteiro	-	-	1
		1					Ajudante de armador	-	-	1
		1					Armador	-	-	1
	Hidrante	Tubulação 40 mm	8	94.262	m	R\$ 2,703.21	R\$ 2,838.37	Ajudante de encanador	0.6	56.56
8							Encanador	0.6	56.56	1
Bomba de Incêndio		1	1	un.	R\$ 1,665.37	R\$ 1,748.64	Ajudante de encanador	8	8.00	1
		1					Encanador	8	8.00	1
Bomba Jockey		1	1	un.	R\$ 1,665.37	R\$ 1,748.64	Ajudante de encanador	8	8.00	1

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		
								Hh/un	Hh	Homens
		1					Encanador	8	8.00	1
	Hidrante	1	2	un.	R\$ 4,440.98	R\$ 4,663.03	Ajudante de encanador	1.15	2.30	1
		1					Encanador	1.15	2.30	1
	Condutor Vertical 100 mm	2	28	un.	R\$ 351.90	R\$ 369.50	Ajudante de encanador	1.1	30.80	2
		2					Encanador	1.1	30.80	2
	Condutor Horizontal 200 mm	9	155.8	m	R\$ 1,958.09	R\$ 2,055.99	Ajudante de encanador	1.1	171.3 8	2
		9					Encanador	1.1	171.3 8	2
	Calha 0,1 m x 0,15 m	8	146.6	m	R\$ 3,222.69	R\$ 3,383.82	Ajudante de telhadista	1	146.6 0	2
Água Pluvial		8					Telhadista	1	146.6 0	2
	Caixa de Areia	1	1	un.	R\$ 107.15	R\$ 112.51	Ajudante de armador	0.38	0.38	1
		1					Ajudante de carpinteiro	0.62	0.62	1
		1					Carpinteiro	0.62	0.62	1
		1					Armador	0.38	0.38	1
		1					Pedreiro	3.61	3.61	1
		1					Servente	7.23	7.23	1
	Fio 2" 1/2	3	340.8	m	R\$ 1,967.53	R\$ 2,065.91	Ajudante de eletricista	0.13	44.30	2
Energia Elétrica		3					Eletricista	0.13	44.30	2
	Eletroduto 6 mm ²	8	340.8	m	R\$ 14,037.58	R\$ 14,739.46	Ajudante de	0.6	204.4	3

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		
								Hh/un	Hh	Homens
							eletricista		8	
		8					Eletricista	0.6	204.4 8	3
	Quadro de Distribuição	1	1	un.	R\$ 350.86	R\$ 368.40	Ajudante de eletricista	2	2.00	1
		1					Eletricista	2	2.00	1
	Interruptor	1	10	un.	R\$ 110.80	R\$ 116.34	Ajudante de eletricista	0.21	2.10	1
		1					Eletricista	0.21	2.10	1
	Tomada	1	15	un.	R\$ 175.03	R\$ 183.78	Ajudante de eletricista	0.29	4.35	1
		1					Eletricista	0.29	4.35	1
	Lâmpadas	1	5	un.	R\$ 1,238.81	R\$ 1,300.75	Ajudante de eletricista	1.1	5.50	1
		1					Eletricista	1.1	5.50	1
	Gás	30			R\$ 100,000.00					
Sistemas Prediais Complementar es	Ventilação Segurança Patrimonial Sprinkler Automação Detecção e alarme Comunicação e dados									

Observação: todos esses Sistemas Prediais foram considerados como uma execução subcontratada, com o custo e o prazo indicados ao lado

Subsistema	Atividade	Duração (dias)	Quantidade	Un.	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência	Funcionário	Produtividade		Homem
								Hh/un	Hh	
Jardim	Preparo e substituição de terra para plantio	5	105.2	m ³	R\$ 17,602.06	R\$ 18,482.17	Servente	1.600	168.32	4
	Gramma São Carlos em placas de 40 x 40 cm	2	527.6	m ²	R\$ 4,231.35	R\$ 4,442.92	Jardineiro	0.080	42.21	3
		2					Servente	0.080	42.21	3
Telhado com telha cerâmica	Estrutura de madeira	10	1473.5	m ²	R\$ 120,178.66	R\$ 126,187.59	Ajudante de carpinteiro	1.250	1841.88	23
		10					Carpinteiro	1.250	1841.88	23
	Coberturatelhacerâmica	10	1473.5	m ²	R\$ 126,028.46	R\$ 132,329.88	Ajudante de telhadista	1.000	1473.50	18
		10					Telhadista	0.500	736.75	9
Pavimento	Escavação mecanizada de vala em solo de 1ª categoria	3	501.85	m ³	R\$ 2,935.81	R\$ 3,082.60	Servente	0.048	24.29	1
	Regularização e compactação do subleito	2	1433.85	m ²	R\$ 5,678.05	R\$ 5,961.95	Servente	0.030	43.02	3
	Sub-base e base de brita graduada	1	215.0775	m ³	R\$ 23,239.12	R\$ 24,401.08	Servente	0.050	10.75	1
	Sub-basede solo-brita, com 25% de brita	2	250.92375	m ³	R\$ 11,841.09	R\$ 12,433.15	Servente	0.100	25.09	2
	Tratamento superficial duplo por penetração direta	2	1433.85	m ²	R\$ 10,954.61	R\$ 11,502.34	Ajudante	0.030	43.02	3

20 LINHA DE ATIVIDADES PRINCIPAIS

O cronograma de execução da obra foi elaborado respeitando as sequências factíveis de atividades. Além disso, buscou-se otimizar o tempo de execução, alocando mais funcionários nas atividades do caminho crítico e através da realização de diversas tarefas em paralelo. Ao passo em que o cronograma era definido, a viabilidade dos tamanhos das equipes era verificada, resultando num processo de iteração entre determinação de equipe e ordem de atividades possíveis.

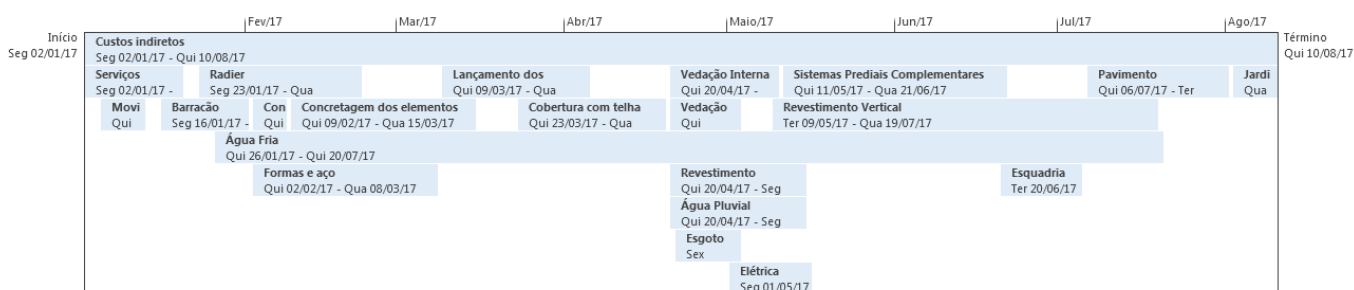


Figura 9 - Cronograma executivo da obra

A ordem das atividades foi pensada numa maneira em que fosse factível tecnicamente (por exemplo, fazer a terraplanagem antes de todas as estruturas, ou realização do pavimento em último lugar por conta do espaço para armazenamento de material no canteiro de obra, etc.) e que não juntasse muitos trabalhadores ao mesmo tempo, pois isso aumentaria o tamanho do barracão provisório consideravelmente, assim como tornaria a organização do canteiro mais difícil.

Durante a elaboração deste cronograma, foram lançadas no programa Microsoft Project todas as atividades previstas neste estudo, com o número de trabalhadores e o custo estimado acrescido de uma contingência de 5%. A seguir segue o um gráfico mostrando os custos previstos nesse cronograma:

Tabela 59 - Orçamento

ORÇAMENTO			
Item		Custo	Porcentagem
Serviços Preliminares e sondagem	R\$	51.483,04	1,86%
Movimento de Terra	R\$	107.072,30	3,88%
Contenção	R\$	67.224,32	2,44%
Fundação	R\$	156.505,72	5,67%
Estrutura	R\$	394.903,81	14,30%
Vedação	R\$	98.693,50	3,58%
Revestimento	R\$	134.073,89	4,86%
Esquadrias	R\$	244.428,20	8,85%
Sistemas Prediais	R\$	164.265,45	5,95%
Cobertura	R\$	258.517,47	9,36%
Pavimentação	R\$	57.381,12	2,08%
Jardim	R\$	22.925,09	0,83%
Custo Indireto	R\$	444.672,04	16,11%
Lucro	R\$	414.092,88	15,00%
Impostos	R\$	144.380,38	5,23%
CUSTO TOTAL	R\$	2.760.619,21	100,00%

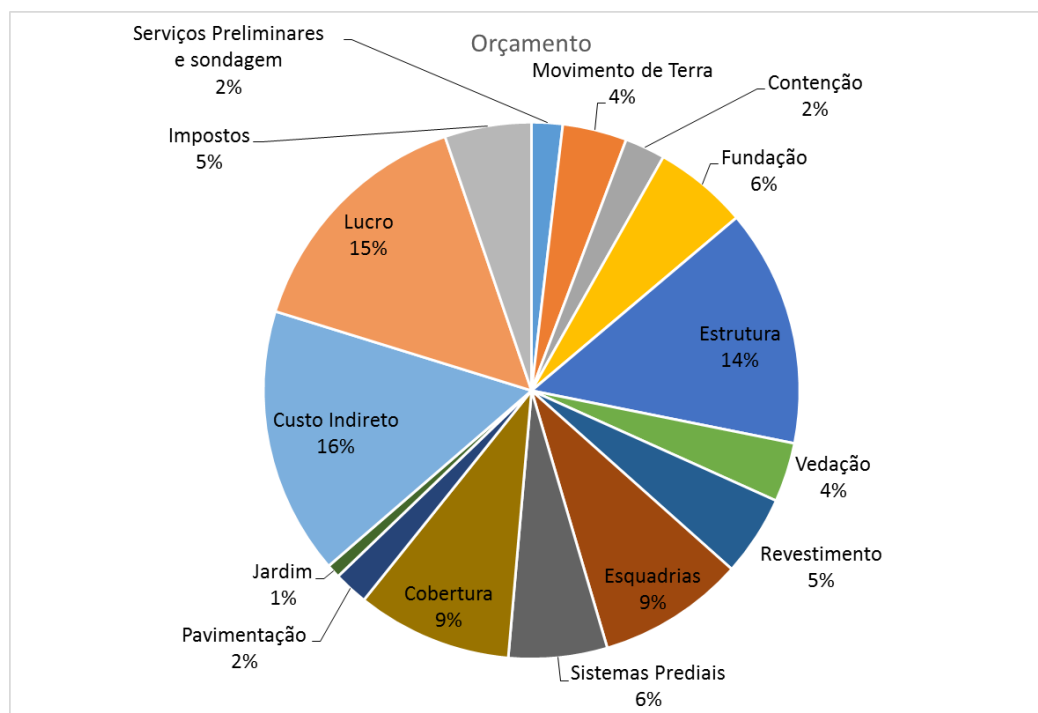


Gráfico 1 - Composição do Custo Total

20.1 ATIVIDADES CRÍTICAS

Durante os estudos de planejamento da execução uma obra, é muito importante encontrar e destacar o caminho crítico da produção. Esse caminho crítico corresponde à sequência de atividades que não possuem folga em sua duração, ou seja, caso uma delas atrase, o prazo final de execução será também atrasado. Mais detalhes do canteiro de obras serão ilustrados no capítulo “Canteiro de Obras”.

A seguir, encontra-se uma tabela indicando as atividades componentes do caminho crítico da obra, assim como suas predecessoras e sucessoras e as datas de início e fim:

Tabela 60 - Caminho crítico da obra

n	Nome	Início	Fim	Predecessoras	Sucessoras
1	Desmatamento e limpeza mecanizada	02/01/2017	02/01/2017		Raspagem até 40cm de profundidade
2	Raspagem até 40cm de profundidade	03/01/2017	04/01/2017	Desmatamento e limpeza mecanizada	Aterro mecanizado
3	Aterro mecanizado	05/01/2017	11/01/2017	Raspagem até 40cm de	Compactação de aterro
4	Compactação de aterro	12/01/2017	13/01/2017	Aterro mecanizado	Locação da obra; Instalação elétrica mínima
5	Locação da obra, execução do gabarito	16/01/2017	20/01/2017	Compactação de aterro	Escavação do Radier; Abrigo provisório de madeira
6	Abrigo provisório de madeira	18/01/2017	31/01/2017	Locação da obra;	Instalações de água e sanitária provisórias
7	Instalações de água e sanitária provisórias	01/02/2017	01/02/2017	Abrigo provisório de madeira	
8	Preparo e confecção de fôrmas	02/02/2017	07/02/2017	Barracão provisório	Dobra e corte de aço
9	Dobra e corte de aço	08/02/2017	08/02/2017	Preparo e confecção de	
10	Bombeamento de concreto	09/02/2017	09/02/2017	Lote 1	Cura e ganho de resistência do concreto
11	Cura e ganho de resistência do concreto	10/02/2017	14/02/2017	Bombeamento de concreto	Desforma dos elementos
12	Desforma dos elementos	15/02/2017	15/02/2017	Cura e ganho de resistência do concreto	
13	Lote 2	16/02/2017	22/02/2017	Lote 1	Lote 3
14	Lote 3	23/02/2017	01/03/2017	Lote 2	Lote 4
15	Lote 4	02/03/2017	08/03/2017	Lote 3	Lote 5; Lançamento dos elementos estruturais
16	Lançamento dos elementos estruturais	09/03/2017	05/04/2017	Endurecimento do concreto (elementos estrut.); Lote 4	
17	Estrutura de madeira	23/03/2017	05/04/2017	Lançamento dos elementos estruturais	Cobertura telha cerâmica
18	Cobertura telha cerâmica	06/04/2017	19/04/2017	Estrutura de madeira	Execução do Gesso Acartonado; Assentamento de bloco de concreto Sprinkler - Terceirizado; Forro de gesso; Caixa de areia; Calha
19	Assentamento de bloco de concreto	20/04/2017	03/05/2017	Cobertura telha cerâmica	Gás - Terceirizado; Contrapiso; Tubo 25mm; Tubo 40mm; Registro 25mm; Tubo Coletor 150mm; Ramal de Descarga 50mm; Caixa Coletora; Tubulação 40 mm; Bomba de Incêndio; Bomba Jockey; Hidrante
20	Contrapiso	04/05/2017	08/05/2017	Assentamento de bloco de concreto	Impermeabilização do piso; Chapisco
21	Chapisco	09/05/2017	16/05/2017	Contrapiso	Emboço massa única

n	Nome	Início	Fim	Predecessoras	Sucessoras
22	Emboço massa única	17/05/2017	01/06/2017	Chapisco	Massa corrida
23	Massa corrida	02/06/2017	19/06/2017	Emboço massa única	Pintura acrílica - Parede externa; Vitrine - Vidro Cristal; Porta de Madeira de 80 cm; Porta de Correr de 2,00 m
24	Porta de Correr de 2,00 m	20/06/2017	05/07/2017	Massa corrida	
25	Escavação mecanizada de vala em solo de 1ª categoria	06/07/2017	18/07/2017	Lançamento dos elementos	Regularização e compactação do subleito
26	Regularização e compactação do subleito	19/07/2017	20/07/2017	Escavação mecanizada de vala em solo de 1ª categoria	Sub-base e base de brita graduada
27	Sub-base e base de brita graduada	21/07/2017	21/07/2017	Regularização e compactação do subleito	Sub-base de solo-brita, com 25% de brita
28	Sub-base de solo-brita, com 25% de brita	24/07/2017	28/07/2017	Sub-base e base de brita graduada	Tratamento superficial duplo por penetração direta
29	Tratamento superficial duplo por penetração direta	31/07/2017	01/08/2017	Sub-base de solo-brita, com 25% de brita	Preparo e substituição de terra para plantio
30	Preparo e substituição de terra para plantio	02/08/2017	08/08/2017	Tratamento superficial duplo por penetração direta	Grama São Carlos em placas de 40 x 40 cm
31	Grama São Carlos em placas de 40 x 40 cm	09/08/2017	10/08/2017	Preparo e substituição de terra para plantio	

Em suma, o caminho crítico passa pelo tratamento superficial do solo (desmatamento e raspagem de solo orgânico). Isso permite que o aterro e sua compactação sejam feitos, já que o solo sob aterro tem a qualidade controlada (pela sondagem). Uma vez que o movimento de terra termina, pode-se posicionar o gabarito, que será a base para construção de tudo, por exemplo o abrigo provisório de madeira – onde há vestiário, refeitório, guarita, sala para engenheiro, almoxarifado – que também servirá de base para o restante da obra.

Contra intuitivamente, o radier não faz parte do caminho crítico. Deve-se ao fato de que a confecção dos pré-moldados é muito demorada e, além disso, o radier pode ser feito por partes, já que é bem extenso. Desta forma, enquanto uma parte já está terminada, pode-se iniciar outras atividades sobre a mesma, sem a necessidade de ter o radier inteiro completo.

A estrutura pré-moldada foi feita em 5 lotes, dada nossa capacidade de produção dos elementos – viga, pilar e laje. Antes mesmo do quinto e último lote, inicia-se o lançamento dos elementos.

Foi escolhido fazer o telhado antes do vedado de blocos de concreto por quatro motivos: (i) proteger local de trabalho de chuva e sol, (ii) otimizar

organização do canteiro, (iii) facilitar o lançamento do telhado e (iv) antecipar a confecção do contrapiso.

Paralelamente ao término do revestimento vertical do Strip Mall, o estacionamento é feito – escavação, regularização e compactação, preparo da sub-base e base e tratamento superficial. Isso foi necessário porque o local do estacionamento serviu de canteiro para os outros processos construtivos, podendo ser executado quando não foi necessário tanto espaço na obra.

21 CASH FLOW

Durante o planejamento executivo de uma obra, é de extrema importância avaliar o fluxo de desembolso na fase de construção. Essa avaliação é importante para fazer um planejamento financeiro correto, que permite a empresa construtora avaliar se ela consegue arcar com esse fluxo de desembolso, também chamado de fluxo de investimentos, servindo também como base para as negociações com a incorporadora.

No caso deste trabalho, o fluxo de caixa foi calculado com o auxílio do programa Microsoft Project em conjunto ao Excel, e o resultado obtido para o cronograma em questão está indicado a seguir.

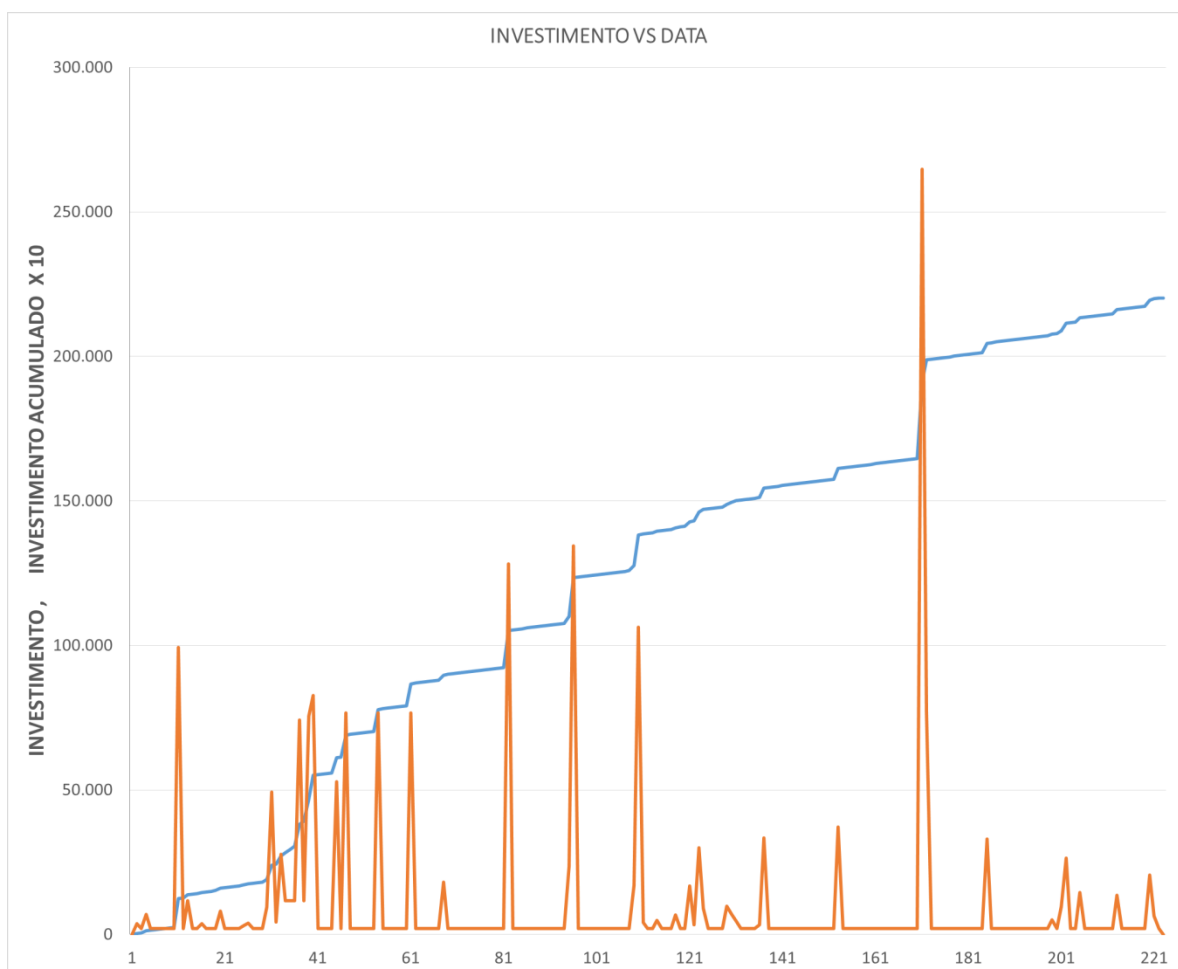


Gráfico 2 - Fluxo de investimentos

Para fazer o Cash Flow, foram usadas as seguintes premissas para os pagamentos das atividades:

Tabela 61 - Premissas utilizadas no fluxo de caixa

Atividades	Data de pagamento
Terceirizadas	fim da atividade
Necessitam de material	início da atividade
Ocorrem por longo período	durante a atividade

No gráfico acima, percebe-se que o gasto com investimento é aproximadamente constante em R\$ 10 mil por dia, caindo mais no fim da obra, quando não há muitas atividades ocorrendo ao mesmo tempo. Além disso, são poucas as ocasiões em que há um investimento muito grande de uma vez (como os R\$ 250 mil no dia 170 aproximadamente, para as esquadrias de vidro). Tal configuração, com fluxo de investimentos aproximadamente constantes, facilita o financiamento do empreendimento.

É importante frisar que o fluxo de investimentos do nosso empreendimento engloba apenas a etapa de execução da obra, excluindo portanto a etapa precedente de aquisição do terreno, publicidade e propaganda, custos com venda, obtenção de documentação e autorizações legais, entre outros.

22 TRABALHADORES NO CANTEIRO

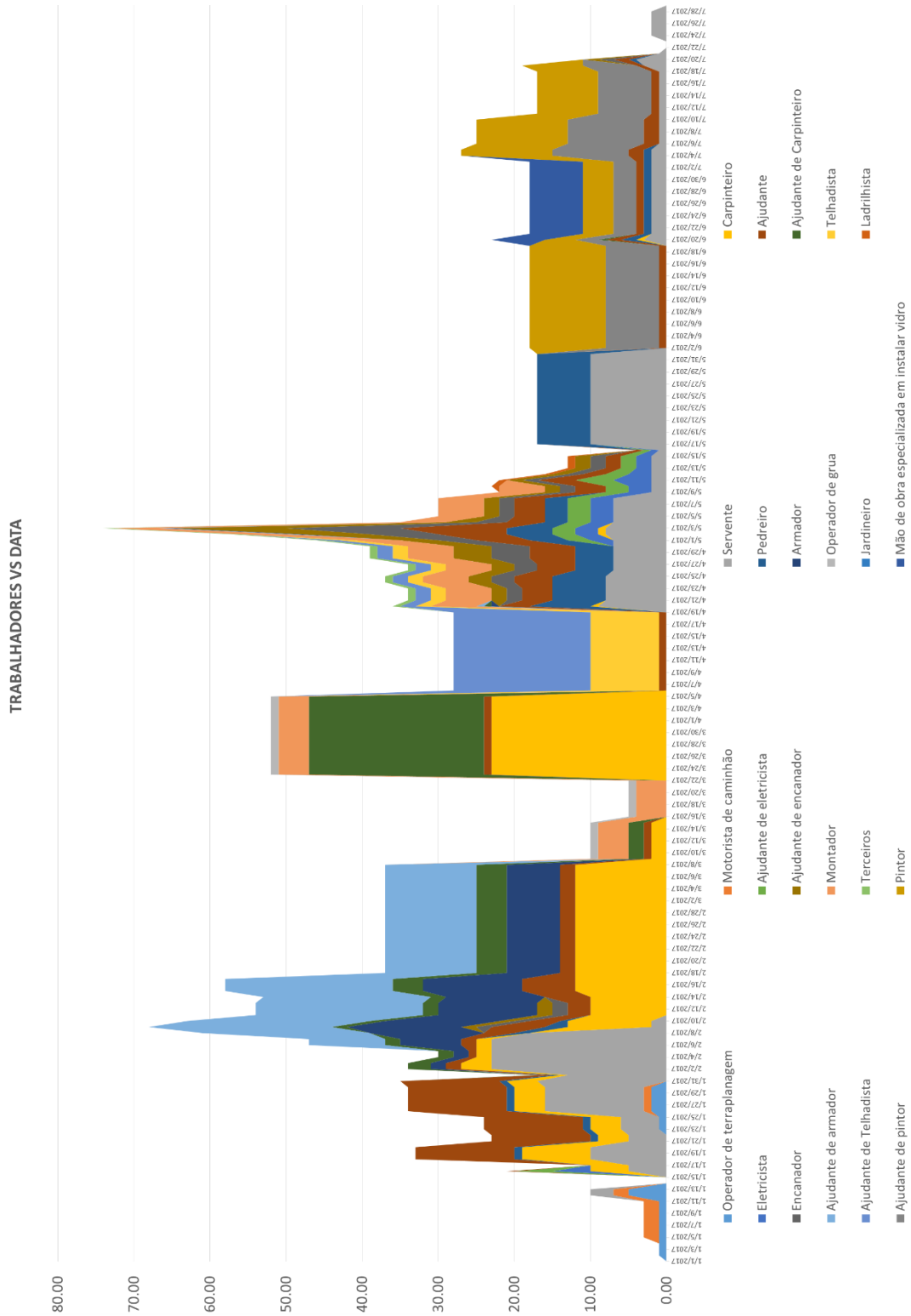
Para facilitar o entendimento do histograma de trabalhadores ao longo do tempo de execução da obra, está indicado o número médio de funcionários em cada mês de construção na tabela a seguir.

Tabela 62 - Número médio de trabalhadores na obra por mês

MÊS	NÚMERO MÉDIO DE TRABALHADORES
Jan-17	16
Feb-17	43
Mar-17	28
Apr-17	34
May-17	23
Jun-17	18
Jul-17	13
Aug-17	4

Em complemento a tabela, o gráfico a seguir indica por cores o número de determinados trabalhadores no canteiro ao longo do tempo. Pode-se ver o número acumulado de trabalhadores, chegando ao nível máximo de 74 homens ao mesmo tempo, em um espaço curtíssimo de tempo. Na obra toda, há uma média de 24 trabalhadores simultâneos e uma mediana de 18. A análise gráfica nos permite identificar três períodos que, embora breves, apresentam um pico de trabalhadores. O maior número de operários no canteiro implica em maior desorganização e, conseqüentemente, uma maior cautela, conforme se discutirá posteriormente no item referente ao canteiro de obras.

Gráfico 3 - Número de trabalhadores ao longo da execução



Em complemento ao diagrama anterior, na tabela a seguir encontra-se o pico de trabalhadores por tipo de operário, durante a obra, assim como o período correspondente. Ou seja, ela indica quando ocorreu o pico de cada tipo de operário, assim como em que instante. Como exemplo temos o pico de pedreiros, que ocorreu durante os dias 18/01/2017 e 20/07/2017, com o número máximo de 8 pedreiros.

Tabela 63 - Número máximo de cada tipo de operário

Início	Término	Trabalho	Nome	Pico
Qua 18/01/17	Qui 20/07/17	1.076 hrs	Pedreiro	800%
Qui 12/01/17	Qui 10/08/17	2.744 hrs	Servente	2300%
Qua 18/01/17	Ter 01/08/17	616,8 hrs	Ajudante	1297%
Qui 09/03/17	Seg 24/04/17	280 hrs	Montador	600%
Sex 02/06/17	Qua 19/07/17	1.128 hrs	Ajudante de pintor	1000%
Sex 02/06/17	Qui 06/07/17	1.240 hrs	Pintor	1000%
Seg 02/01/17	Sex 27/01/17	192 hrs	Operador de terraplanagem	500%
Seg 02/01/17	Qua 11/01/17	64 hrs	Trator sobre esteiras	100%
Seg 16/01/17	Ter 20/06/17	2.660 hrs	Carpinteiro	2300%
Qui 05/01/17	Seg 30/01/17	96 hrs	Motorista de caminhão	200%
Qui 05/01/17	Qua 11/01/17	40 hrs	Carregadeira sobre pneus	100%
Qui 05/01/17	Qua 11/01/17	40 hrs	Caminhão basculante	100%
Qui 12/01/17	Sex 13/01/17	16 hrs	Rolo compactador estático	100%
Qui 12/01/17	Sex 13/01/17	16 hrs	Motoniveladora	100%
Qui 12/01/17	Sex 13/01/17	16 hrs	Rolo compactador vibratório	100%
Qui 12/01/17	Sex 13/01/17	16 hrs	Caminhão tanque 8000L	100%
Qui 12/01/17	Sex 13/01/17	16 hrs	Trator sobre pneus	100%
Qua 01/02/17	Qui 20/07/17	600 hrs	Encanador	1500%
Qua 01/02/17	Qui 20/07/17	588 hrs	Ajudante de encanador	1500%
Qua 18/01/17	Ter 31/01/17	80 hrs	Betoneira elétrica	100%
Seg 16/01/17	Ter 16/05/17	296 hrs	Eletricista	500%
Seg 16/01/17	Ter 16/05/17	298 hrs	Ajudante de eletricista	500%
Qui 02/02/17	Qua 03/05/17	800 hrs	Armador	1500%
Qui 02/02/17	Qua 08/02/17	40 hrs	Escavadeira hidráulica	100%

23 CANTEIRO DE OBRA

Durante o planejamento de qualquer tipo de obra é extremamente importante pensar no layout do canteiro de obra, assim como as possíveis modificações que ele receberá durante a evolução dos trabalhos. Para um bom estudo, foi consultada a apostila “Definição do Layout do Canteiro de Obras”, do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em complemento a este texto, foi também consultada a Norma Regulamentadora número 18 (NR-18) do Ministério do Trabalho e Emprego, que estabelece as principais exigências e requisitos de um canteiro de obra.

De acordo com a apostila citada, durante a concepção do canteiro devem ser considerados os seguintes fatores: o prazo da obra, projeto, plano de ataque e cronograma da obra, as tecnologias utilizadas na execução, o planejamento de entrada e saída, assim como a localização dos equipamentos, demanda por materiais e mão de obra, disponibilidade de área no canteiro, e por fim, a definição das diversas fases do canteiro. Dessa forma, neste trabalho foram consideradas diversas configurações diferentes do canteiro, atendendo as atividades simultaneamente em execução durante uma fase em específico, porém sempre respeitando os critérios definidos pela NR-18.

No que diz respeito às exigências legais relacionadas ao canteiro de obra, a NR-18 estabelece que um canteiro de obras deve possuir as seguintes instalações: instalações sanitárias, vestiário, local de refeições, ambulatório, alojamento, cozinha, lavanderia e área de lazer. Porém, como será adotado um regime de produção que não exige o alojamento dos funcionários, não serão necessárias as instalações de alojamento, lavanderia e área de lazer. Além disso, no local não haverá o preparo de refeições, o que elimina a necessidade de uma cozinha, porém ainda será utilizado um refeitório como local de refeições, sendo que as refeições serão preparadas fora do canteiro. Outro detalhe importante diz respeito ao ambulatório, em que segundo a NR-18 ele só é exigido quando se tratar de frentes de trabalho com 50 ou mais trabalhadores, porém como essa situação ocorre por poucas semanas, não será adotado um ambulatório fixo no canteiro, e quando estiverem mais de 50 trabalhadores simultaneamente o local será utilizado um ambulatório móvel.

Dessa forma, as instalações utilizadas no barracão do canteiro de obra serão: instalações sanitárias, com vaso sanitário e chuveiro, vestiário, refeitório, sala de engenharia e guarita. A seguir está um layout do barracão considerado neste planejamento.

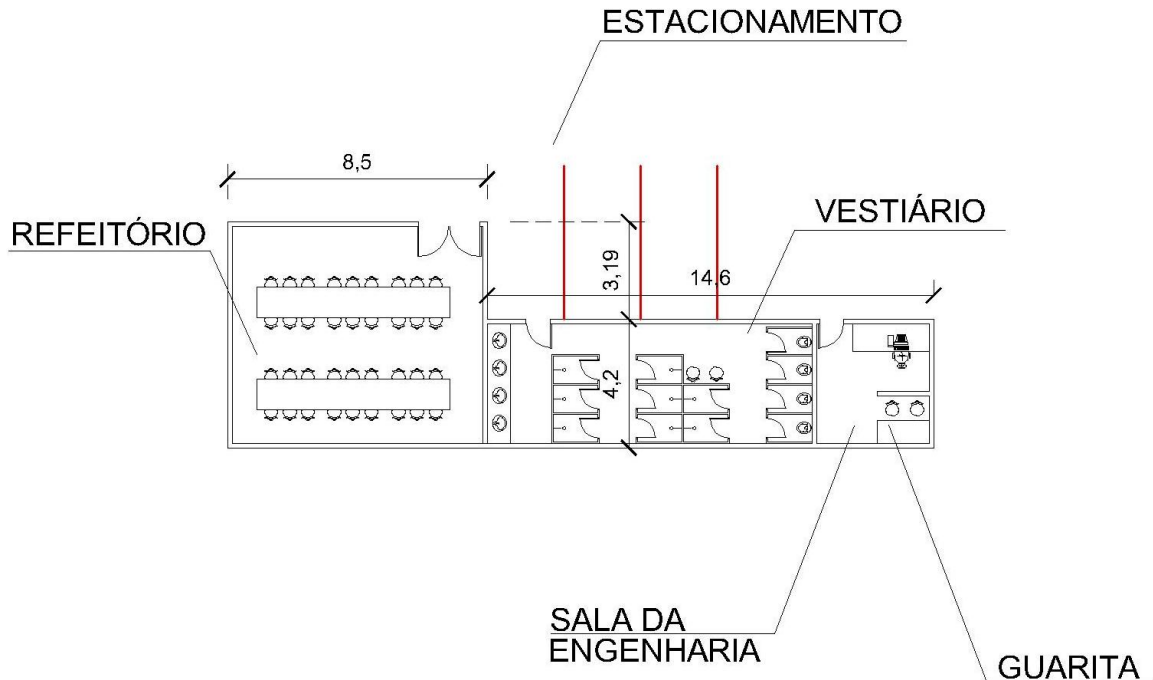


Figura 10 - Layout do barracão do canteiro de obra

Para calcular a capacidade desse canteiro de obra, a NR-18 estabelece os seguintes critérios:

“Item 18.4.2.4. A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 1 (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração.”

Dessa forma, a capacidade desse barracão é:

- Vasos sanitários e mictório:

$$Q = 4 \text{ vasos} \times \frac{20 \text{ trabalhadores}}{1 \text{ vaso}} = 80 \text{ trabalhadores}$$

- Lavatório:

$$Q = 4 \text{ lavatórios} \times \frac{20 \text{ trabalhadores}}{1 \text{ lavatório}} = 80 \text{ trabalhadores}$$

- Chuveiro:

$$Q = 8 \text{ chuveiros} \times \frac{10 \text{ trabalhadores}}{1 \text{ chuveiro}} = 80 \text{ trabalhadores}$$

Ou seja, as instalações sanitárias estão dimensionadas para até 80 trabalhadores. Essa capacidade elevada é necessária pois o pico de funcionários na obra é de 74 pessoas.

23.1 DEFINIÇÃO DAS FASES DO CANTEIRO DE OBRA

De acordo com a apostila consultada da Escola Politécnica, temos a seguinte premissa adotada durante o planejamento executivo do projeto estudado:

“Um canteiro de obras se modifica ao longo da execução da obra, diferindo muito quanto aos materiais, serviços, equipamentos e mão-de-obra que deve comportar. Sendo assim, é interessante que se observe as principais fases em que se pode subdividi-lo. Existem diferentes critérios para se fazer tal subdivisão, e esta pode ser mais ou menos detalhada em função do próprio tempo de que se dispõe para discutir o planejamento do canteiro.”

Dessa forma, a seguir serão indicadas as diferentes fases do canteiro de obra de acordo com as atividades executadas naquele instante.

a. **1ª ETAPA:** Escavação e movimentação de terra

- Atividades simultâneas: Movimentação de terra, serviços preliminares e construção do barracão
- Número médio de trabalhadores no período: 5 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 10 trabalhadores

1ª ETAPA

Escavação e movimentação de terra

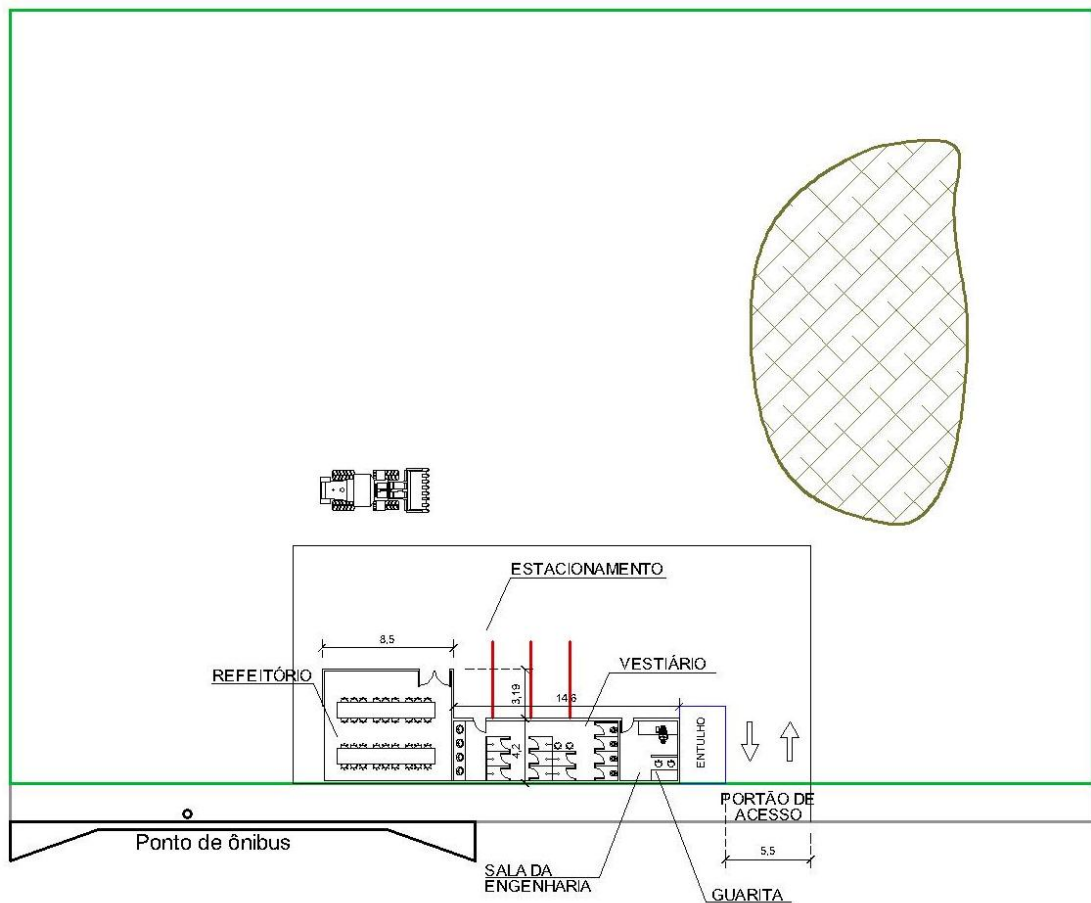


Figura 11 - Layout do canteiro na 1ª etapa

2ª ETAPA: Execução da contenção de vizinhança e radier

- Atividades simultâneas: Execução do radier, execução da contenção de vizinhança com gabião, início das instalações dos sistemas prediais
- Número médio de trabalhadores no período: 42 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 68 trabalhadores

2ª ETAPA

Execução da contenção de vizinhança e radier

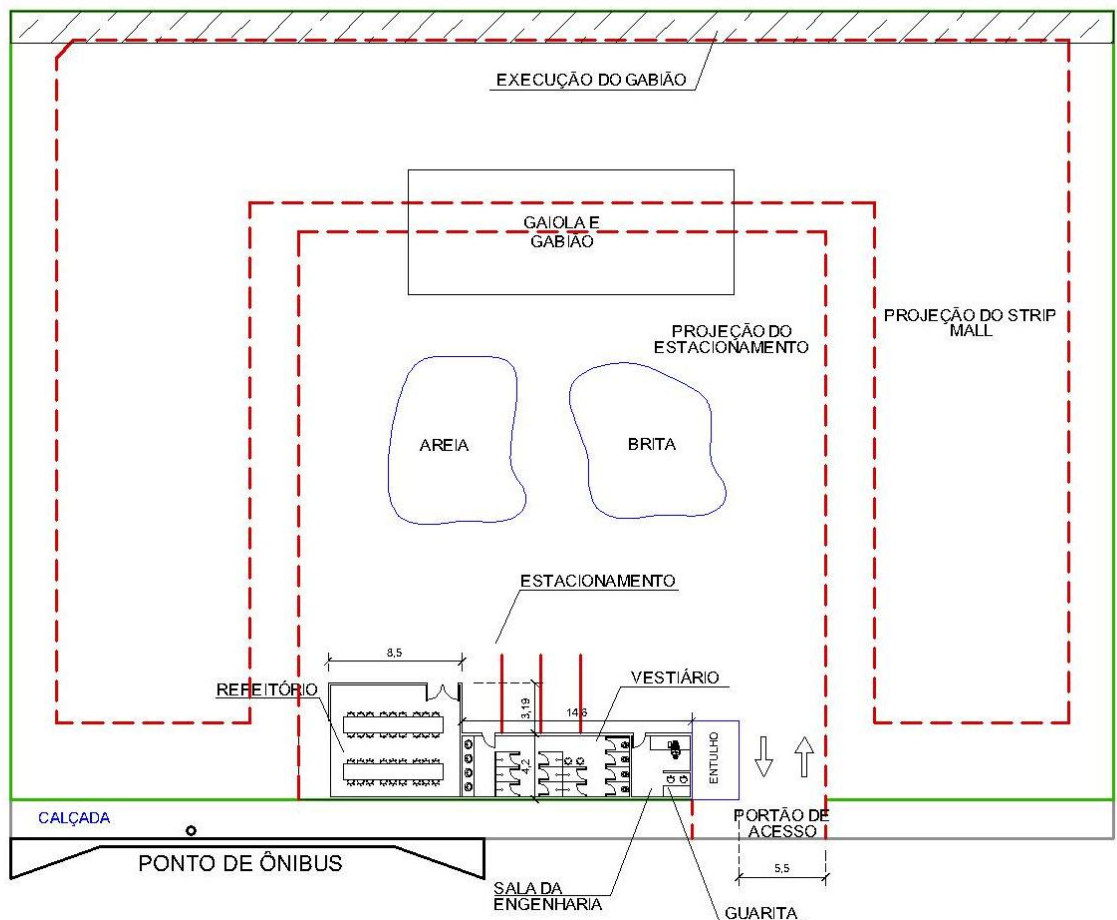


Figura 12 - Layout do canteiro na 2ª etapa

Note que durante esta fase de construção será necessário o aluguel de um ambulatório móvel.

b. 3ª ETAPA: Execução dos elementos pré-moldados

- Atividades simultâneas: Atividades de preparo da armadura, montagem dos painéis de forma, concretagem dos pilares e vigas, continuação das atividades dos sistemas prediais
- Número médio de trabalhadores no período: 37 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 68 trabalhadores

3ª ETAPA

Execução dos elementos pré-moldados

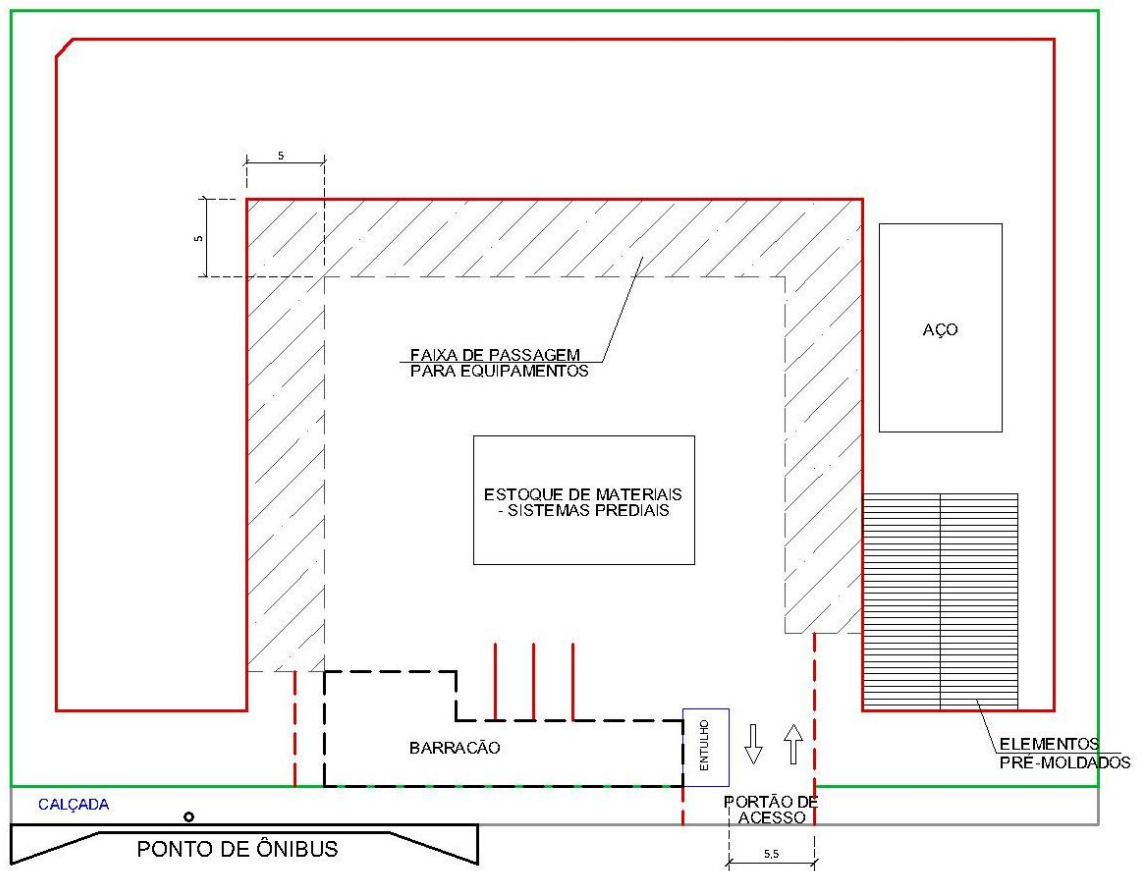


Figura 13 - Layout do canteiro na 3ª etapa

Note que durante esta fase de construção será necessário o aluguel de um ambulatório móvel.

c. **4ª ETAPA:** Execução das lajes pré-moldadas

- Atividades simultâneas: Atividades de preparo da armadura, montagem dos painéis de forma, concretagem das lajes, içamento e instalação dos elementos pré-moldados, execução da cobertura de madeira com telha cerâmica
- Número médio de trabalhadores no período: 37 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 68 trabalhadores

4ª ETAPA

Execução das lajes pré-moldadas

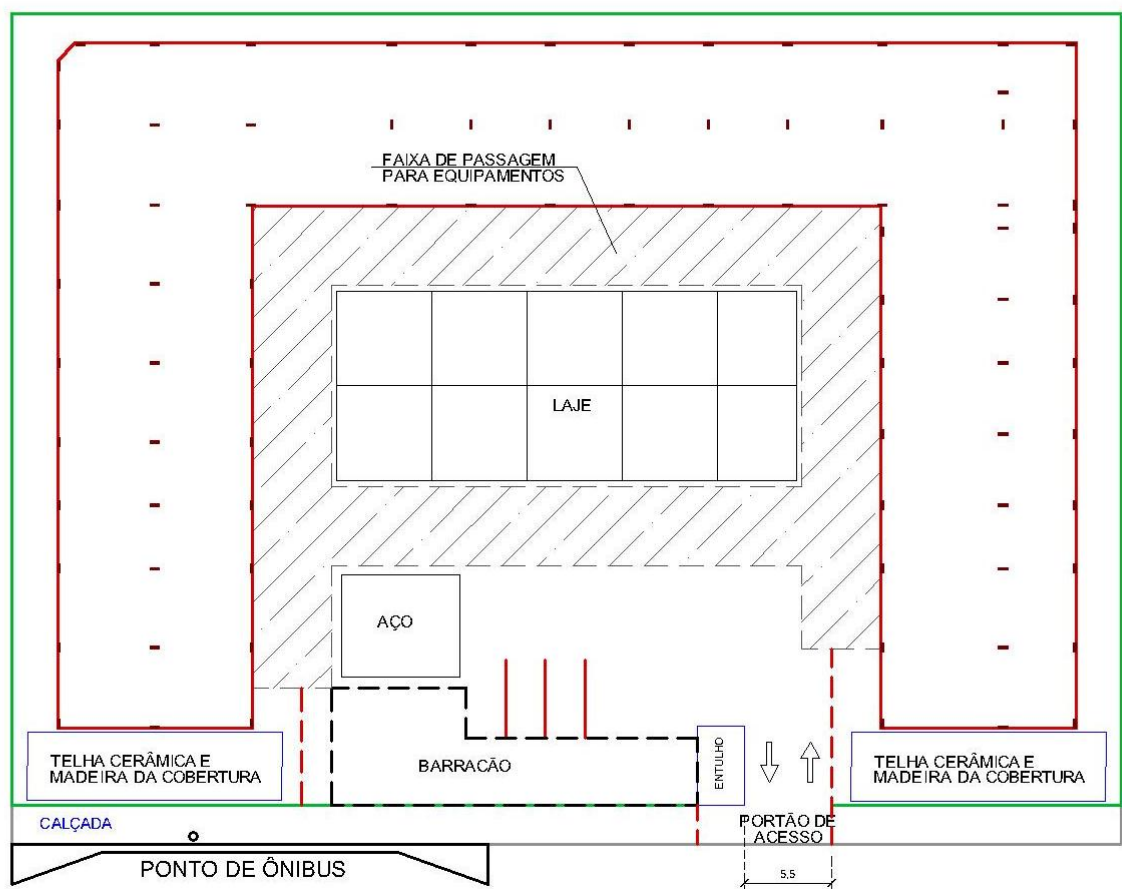


Figura 14 - Layout do canteiro na 4ª etapa

Note que durante esta fase de construção será necessário o aluguel de um ambulatório móvel.

d. **5ª ETAPA:** Execução da vedação e revestimentos

- Atividades simultâneas: Execução da vedação interna e externa, execução do revestimento vertical e horizontal, instalação dos sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário, hidrante, energia elétrica, água fria, e instalação dos sistemas prediais complementares
- Número médio de trabalhadores no período: 25 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 74 trabalhadores

5ª ETAPA

Execução da vedação e revestimento

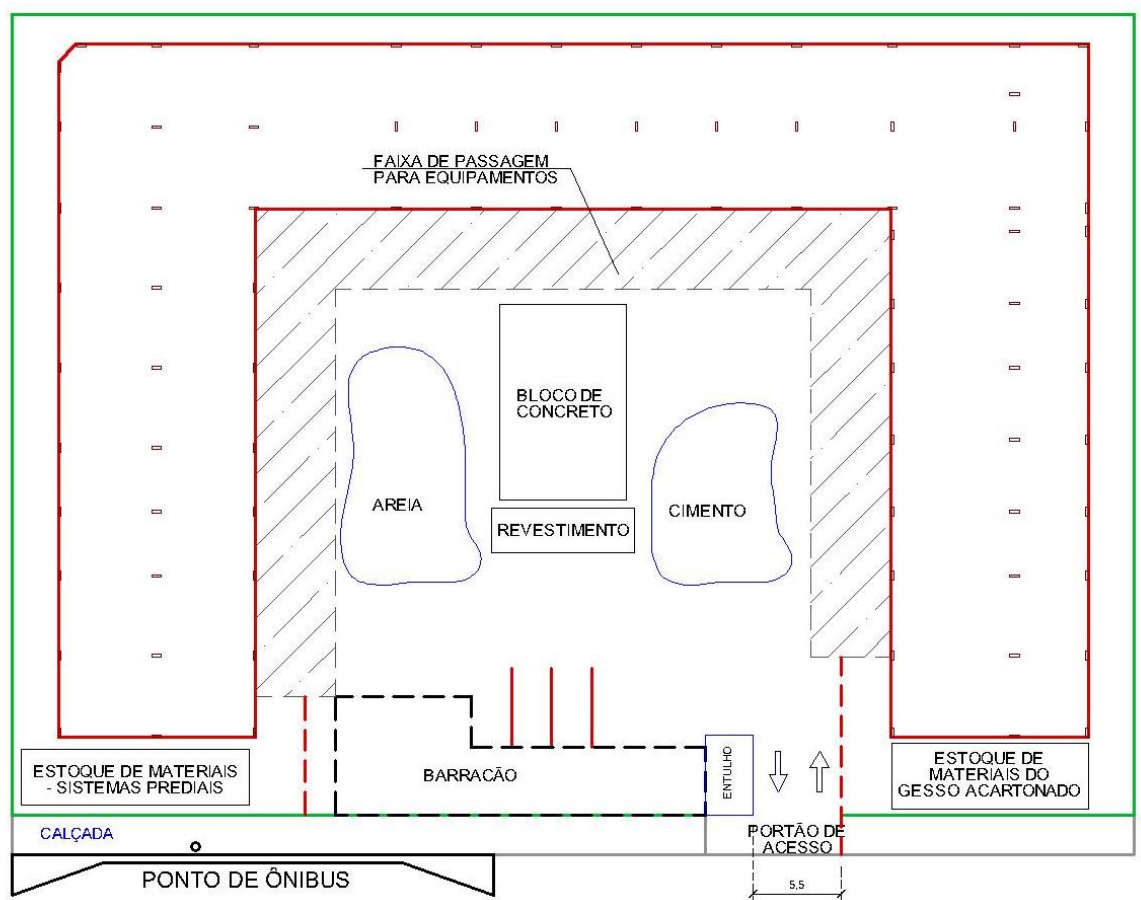


Figura 15 - Layout do canteiro na 5ª etapa

Note que durante esta fase de construção será necessário o aluguel de um ambulatório móvel.

e. **6ª ETAPA:** Esquadrias

- Atividades simultâneas: instalação das esquadrias (portas e janelas), término das atividades de revestimento vertical e sistema predial de água fria
- Número médio de trabalhadores no período: 19 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 27 trabalhadores

6ª ETAPA

ESQUADRIAS

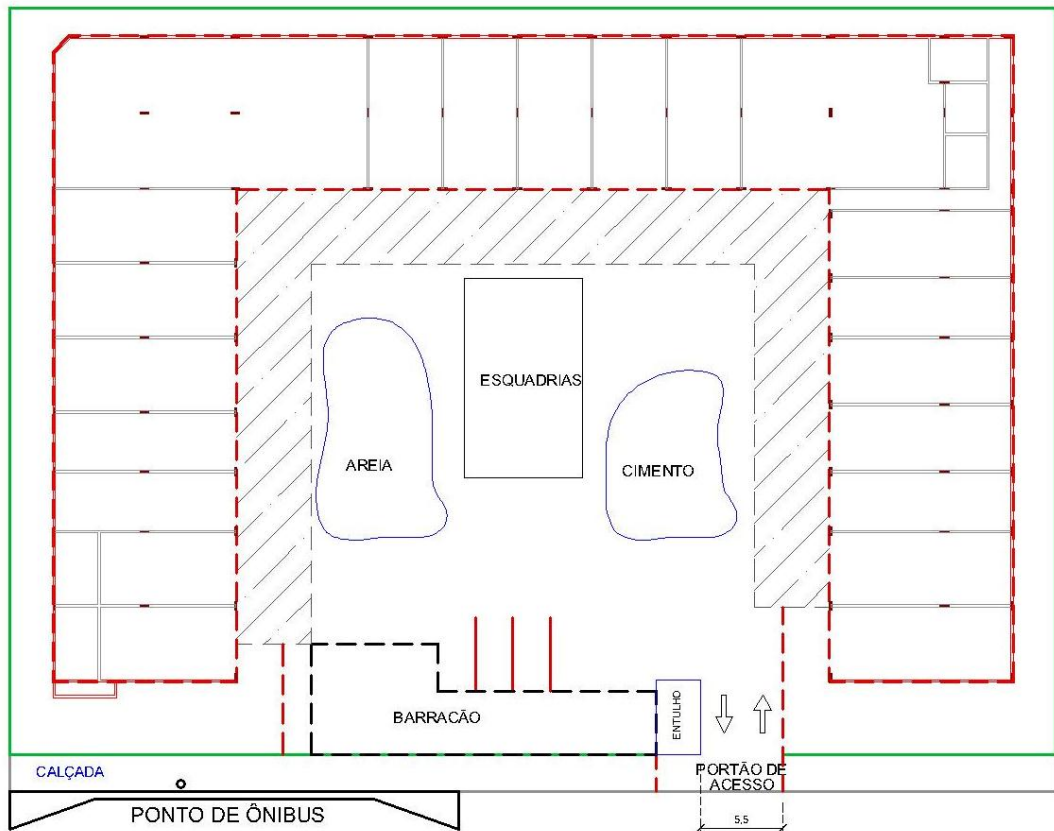


Figura 16 - Layout do canteiro na 6ª etapa

f. **7ª ETAPA:** Pavimento e jardim

- Atividades simultâneas: Execução do pavimento e das calçadas internas, execução do jardim e término das atividades de revestimento vertical e sistema predial de água fria
- Número médio de trabalhadores no período: 14 trabalhadores
- Pico de trabalhadores: 27 trabalhadores

7ª ETAPA

PAVIMENTO E JARDIM

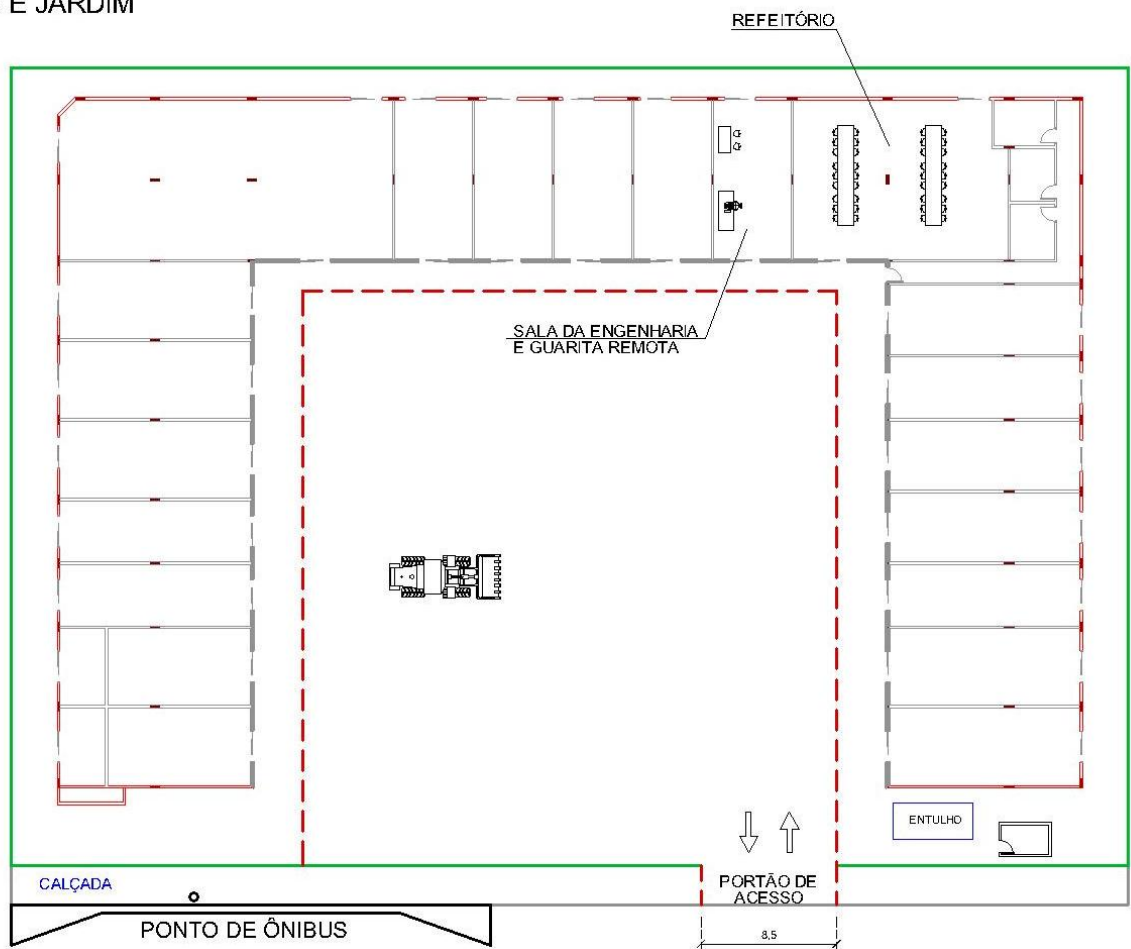


Figura 17 - Layout do canteiro na 7ª etapa

Note que nesta etapa, o barracão do canteiro de obras montado inicialmente deverá ser removido do seu local original para permitir a execução do pavimento do empreendimento. Dessa forma, as instalações do barracão se mudarão para o interior da edificação, em que o próprio número de banheiros do Strip Mall já atende o número exigido pela NR-18, porém como não existem

vestiários com chuveiros no projeto em questão, deverão ser alugados 3 chuveiros móveis para atender o pico de 23 trabalhadores.

23.2 COMENTÁRIOS SOBRE O CANTEIRO DE OBRAS

Embora o número médio de trabalhadores na obra seja menor do que 50, durante alguns momentos o número de trabalhadores chega a ser pontualmente maior do que 50. Isso não gera problema no que diz respeito às instalações sanitárias, pois elas foram dimensionadas para o pico de trabalhadores da obra. Porém, isso implica na necessidade de um ambulatório para complementar a capacidade. Dessa forma, para cumprir esta exigência da NR-18 será utilizado um ambulatório móvel no canteiro de obras. A seguir estão indicados os períodos em que essa situação ocorrerá: entre os dias 08/02/2017 e 17/02/2017, entre os dias 23/03/2017 e 05/04/2017, nos dias 02/05/2017 e 03/05/2017, representando um total de 26 dias com ambulatório móvel.

24 CONCLUSÃO

Como foi dito anteriormente, o principal objetivo desse trabalho era simular o comportamento de uma construtora frente a uma oportunidade de negócio, elaborando todo o orçamento do empreendimento, a formação das equipes, fluxo de caixa e o prazo das respectivas atividades. Utilizaram-se como base as informações obtidas no estudo de viabilidade do Strip Mall, também desenvolvido na Escola Politécnica, que nos forneceu um projeto básico, um orçamento paramétrico e o prazo estimado para a sua construção. O orçamento estimado para a obra foi de R\$ 2.202.232,73 (Abril/2016) e um prazo de cinco meses.

A partir dessas informações o primeiro objetivo foi elaborar diversos projetos básicos ou preliminares para todos os sistemas que compõem o empreendimento e através de aspectos técnicos e financeiros o grupo escolheu o método construtivo vencedor para cada sistema. Com isso foi possível obter um custo muito mais preciso e próximo da realidade para este empreendimento, o que é de extrema importância para um trabalho de planejamento. Apesar disso, temos ciência de que os dados utilizados para a composição dos custos da obra bem como a produtividade de cada serviço podem não refletir a realidade encontrada em cada empreendimento ou até mesmo empresas em função das diferenças corporativas e culturais de cada organização, e de sua localização geográfica.

O ideal, para um estudo ainda mais acurado, seria utilizar informações do banco de dados da própria empresa executora, com os custos, assim como o ritmo de produção, vistos em empreendimentos anteriores. Em função da escassez desse tipo de informação, foi necessário procurar uma fonte de dados de credibilidade no mercado da Construção Civil, que no caso foi a plataforma TCPO Web da Pini. Apesar disso, os dados obtidos se adequam ao objetivo deste trabalho, permitindo uma boa estimativa para o planejamento executivo.

Vale ressaltar que foi adicionada uma contingência de 5% em cada atividade visando se proteger de qualquer imprevisto que possa acontecer ou até mesmo atividades não previstas no processo de orçamento. Adicionou-se

também ao nosso orçamento os custos com impostos e o lucro presumido pela empresa dentro dos valores que se tem atualmente no mercado.

A seguir, estão indicados sucintamente os custos diretos que orçamos para cada atividade que compõem o empreendimento:

Tabela 64 - Custos direto da produção do empreendimento

CUSTOS DIRETOS			
Sistema	Descrição	Custo (Abril/2016)	Custo com contingência
Serviços Preliminares e sondagem	Limpeza, abrigo e instalações provisórios e sondagem	R\$ 49.031,46	R\$ 51.483,04
Movimento de Terra	Corte e remoção e aterro com solo de empréstimo	R\$ 101.973,62	R\$ 107.072,30
Contenção	Muro de Arrimo de Gravidade (Gabião)	R\$ 64.023,16	R\$ 67.224,32
Fundação	Radier	R\$ 149.053,06	R\$ 156.505,72
Estrutura	Concreto Pré-moldado	R\$ 376.098,86	R\$ 394.903,81
Vedação	Bloco de Concreto na fachada externa	R\$ 25.502,77	R\$ 26.777,91
	Gesso Acartonado nas paredes internas	R\$ 68.491,04	R\$ 71.915,59
Revestimento Vertical	Massa Única e Chapisco	R\$ 36.793,72	R\$ 38.633,41
	Pintura e Massa Corrida	R\$ 80.376,38	R\$ 84.395,20
Esquadrias	Vitrine	R\$ 70.232,44	R\$ 73.744,06
	Portas	R\$ 162.556,33	R\$ 170.684,14
Revestimento Horizontal	Forro de gesso	R\$ 1.928,83	R\$ 2.025,27
	Impermeabilização	R\$ 495,86	R\$ 520,65
	Piso cerâmico	R\$ 4.742,05	R\$ 4.979,16
	Contrapiso	R\$ 3.352,58	R\$ 3.520,21
Sistemas Prediais	Água Fria	R\$ 19.470,33	R\$ 20.443,84
	Esgoto Sanitário	R\$ 2.977,60	R\$ 3.126,48
	Hidrantes	R\$ 10.474,92	R\$ 10.998,67
	Água Pluvial	R\$ 5.639,83	R\$ 5.921,82
	Energia Elétrica	R\$ 17.880,61	R\$ 18.774,64
	Sistemas Complementares	R\$ 100.000,00	R\$ 105.000,00
Cobertura	Telha cerâmica	R\$ 246.207,12	R\$ 258.517,47
Pavimentação do Estacionamento e Calç	Bloco de Concreto Intertravado	R\$ 54.648,68	R\$ 57.381,12
Jardim	Jardim	R\$ 21.833,42	R\$ 22.925,09
TOTAL			1.757.473,90

Em complemento segue a tabela mostrando o Custo Direto de cada sistema, temos o seguinte Custo Total do empreendimento.

Tabela 65 - Custo Total

COMPOSIÇÃO DO CUSTO TOTAL			
Item	Custo	Porcentagem	
Serviços Preliminares e sondagem	R\$ 51.483,04	1,86%	
Movimento de Terra	R\$ 107.072,30	3,88%	
Contenção	R\$ 67.224,32	2,44%	
Fundação	R\$ 156.505,72	5,67%	
Estrutura	R\$ 394.903,81	14,30%	
Vedação	R\$ 98.693,50	3,58%	
Revestimento	R\$ 134.073,89	4,86%	
Esquadrias	R\$ 244.428,20	8,85%	
Sistemas Prediais	R\$ 164.265,45	5,95%	
Cobertura	R\$ 258.517,47	9,36%	
Pavimentação	R\$ 57.381,12	2,08%	
Jardim	R\$ 22.925,09	0,83%	
Custo Indireto	R\$ 444.672,04	16,11%	
CUSTO DIRETO E INDIRETO	R\$ 2.202.145,94		
Lucro	R\$ 414.092,88	15,00%	
Impostos	R\$ 144.380,38	5,23%	
CUSTO TOTAL	R\$ 2.760.619,21	100,00%	

O gráfico a seguir mostra melhor a contribuição de cada sistema estudado no Custo Total do empreendimento em questão.

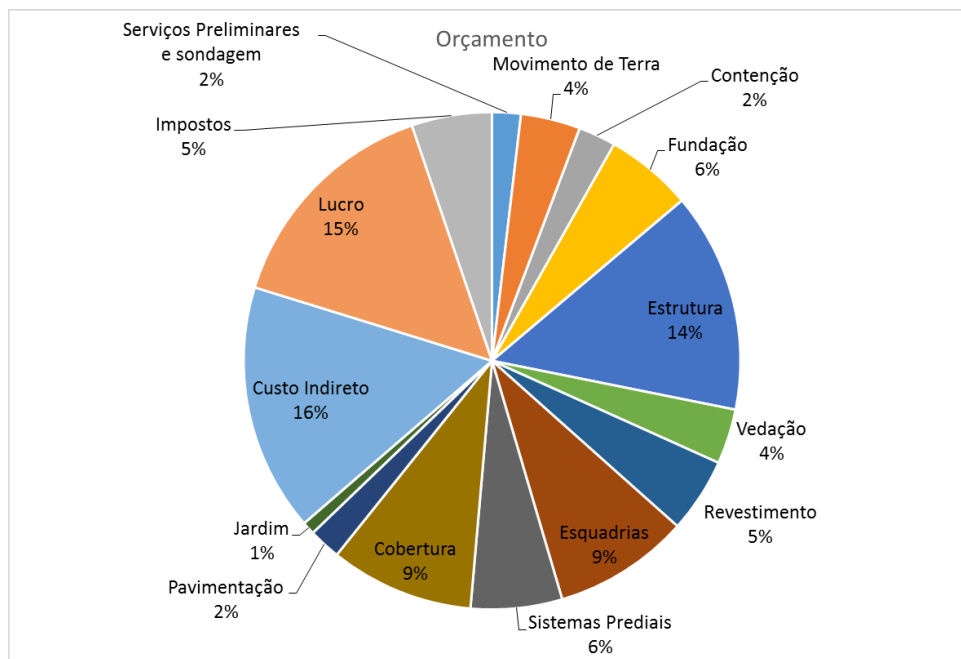


Gráfico 4 - Composição do custo por subsistema

Conforme exposto, o custo total do nosso empreendimento foi de **R\$2.760.619,21**, superior ao valor que estamos usando como referência de **R\$2.202.232,73**, obtido no estudo de viabilidade. Em complemento, no orçamento desenvolvido para este trabalho foi calculado um BDI de 57,08%, o que mostra o impacto dos custos indiretos, impostos e lucro em obras de menor porte.

Nosso segundo objetivo foi analisar a produtividade que teremos em cada atividade e com isso estimar os respectivos prazos e realizar a formação das equipes. Isso influencia diretamente o prazo total da obra, fluxo de caixa e layout do canteiro ao longo da execução do empreendimento. Organizou-se a sequência das atividades da melhor forma possível, dando bastante atenção ao caminho crítico e às dependências das atividades. Ao final do projeto concluímos que será necessário um pouco mais de 7 meses para realizar a construção do empreendimento. O prazo obtido foi 40% maior do que o valor usado como referência, que são os 5 meses estimados no estudo de viabilidade.

Durante a confecção desse trabalho, baseamos nossas análises e estudos em cima de projetos preliminares – desenvolvidos pelo grupo – e índices de custo e produtividade obtidos através da consulta de empresas, órgãos e publicações especializadas. Dessa maneira, obtivemos um resultado muito mais apurado e próximo da realidade do que um estudo baseado em índices paramétricos, como o proposto pelo CUB, que aplica o conceito de área equivalente do empreendimento e a multiplica pelo custo unitário, por metro quadrado, de um projeto padrão. Assim, a diferença vista nos valores orçados em cada um dos trabalhos pode ser explicada pelas diferentes metodologias adotadas no orçamento.

Dessa forma, conclui-se que o custo estimado do empreendimento mostra-se bastante desafiador e muito difícil de ser atingido, ao passo que o prazo de 5 meses é algo difícil de ser alcançado utilizando um regime de produção convencional para este tipo de obra. Assim sendo, o custo total recomendado seria de **R\$2.760.619,21**, apresentando um BDI de 57,08%, com um prazo de 7 a 8 meses.

25 BIBLIOGRAFIA

- Naresi Jr., L. Muro de Arrimo - LAN - LUIZ A. NARESI JR. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/naresi1968/naresi/24-muro-de-arrimo>>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- Gesso acartonado X alvenaria de bloco cerâmico - Mesmo mais barato, drywall foi preterido na escolha por resistência dos corretores e receio de pouca aceitação dos clientes. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/144/artigo299181-1.aspx>>. Acesso em: 13 nov. 2016.
- Naresi, L. A. (2010). Execução de Estruturas em Gabião. Acesso em 20 de 05 de 2016, disponível em LAN - ESPECIALISTA EM FUNDAÇÕES PESADAS E GEOTECNIA: <https://sites.google.com/site/naresi1968/naresi/39-execucao-de-estruturas-em-gabiao>
- Terzaghi, K., & Peck, R. (1948). Soil Mechanics in Engineering Practice. In: J. Wiley. New York.
- Sistemas prediais de água fria / M.S. de O. Ilha, O. M. Gonçalves. – São Paulo : EPUSP, 1994. 106 p. – (Texto Técnico / Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/08)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- Sistemas prediais de águas pluviais / O. M. Gonçalves, L. H. de Oliveira. – São Paulo: EPUSP, 1998. 118 p. – (Texto Técnico / Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/18)
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros Decreto nº 56.819/2011 –INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 22/2011. Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13714: Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.
- Notas de Aula da Disciplina “PHA 2412 Saneamento 2”. São Paulo: EPUSP, 2015.
- Notas de Aula da Disciplina “PCC 2435 Tecnologia da Construção de Edifícios 1”. São Paulo: EPUSP, 2015.

Notas de Aula da Disciplina “PCC 2465 Sistemas Prediais 1”. São Paulo: EPUSP, 2015.

Botas de aula da Disciplina "PTR 2477 Pavimentos" . São Paulo: EPUSP, 2015.

“Pavimentação asfáltica – materiais, projeto e restauração”, José Tadeu Balbo.
<http://classificados.folha.uol.com.br/imoveis/2014/08/1494730-custo-mais-alto-e-manutencao-sao-desvantagens-de-telhado-verde.shtml>
<http://revista.zapimoveis.com.br/teelhado-verde-conheca-mais-sobre-o-sistema-que-diminui-custos-e-ajuda-o-meio-ambiente/>

BRABO, Henrique Minetto; FRASCINO, Juliano; MESSIAS, Marcelo Rodas. ESTUDO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CENTRO COMERCIAL DO TIPO STRIP CENTER NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. 2015. 110f. Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. [Orientador: Prof. Doutor Flávio Leal Maranhão].

_____. ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto

_____. ABNT NBR 6120:2000 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

_____. ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios

Centro Brasileiro da Construção em Aço <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estruturais.php>>. Acesso em 02/06/2016.

Construção e Mercado. <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/49/pre-fabricados-de-concreto-281642-1.aspx>>. Acesso em 02/06/2016.

Equipe de Obra. <<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/42/fundacoes-radiers-241672-1.aspx>>. Acesso em 15/06/2016.

BARROS, M. M. B. Revestimentos horizontais: notas de aula. São Paulo: EPUSP, 2011, 37p. (Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/27)

MINISTÉRIO DO TRABALHO. NR-18 Condições e meio ambiente do trabalhona indústria da construção. Brasília, 1995.

DE SOUZA, Ubiraci E. L ; FRANCO, Sérgio F. Definição do Layout do Canteiro de Obras. São Paulo: EPUSP, 1997, 21p. (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Conctrução Civil, BT/PCC/177)

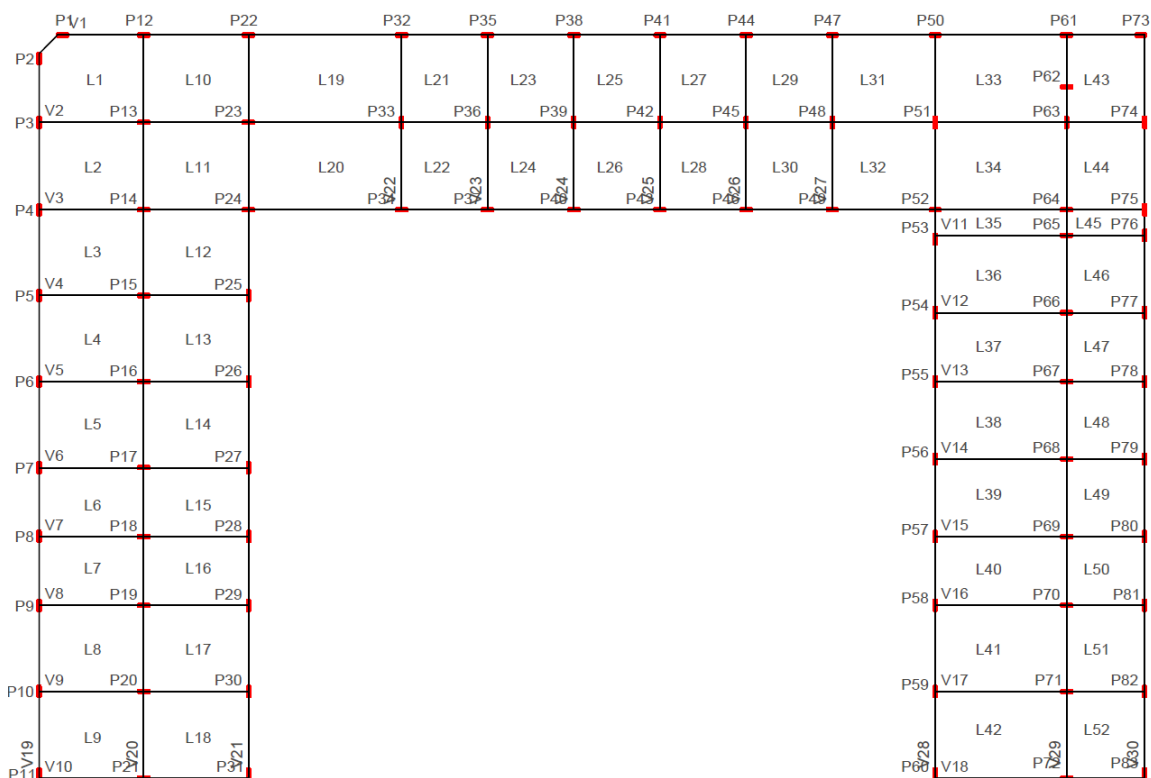
DE JESUS, Christiano R. M. ; DE BARROS, Mércia Maria S. B. Custos e orçamentos na Construção Civil. São Paulo: EPUSP, 2009, 20p. (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Conctrução Civil, BT/PCC/528)

ANEXO I. ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO IN LOCO

O pré-dimensionamento foi feito tomando as seguintes considerações gerais:

Dados de Projeto			
Coeficiente de Minoração da Resistência do Concreto	γ_c	1.4	
Coeficiente de Majoração dos Esforços Solicitantes	γ_f	1.4	
Resistência à compressão do concreto aos 28 dias adotada	fck	30	MPa
	fcd	3	kN/cm ²
Taxa de Armação	Pilar	2.14	kN/cm ²
	Viga	80	kg/m ³
	Laje	80	kg/m ³

A análise da estrutura foi realizada dividindo-a em pilares, vigas e lajes, conforme indica a planta do empreendimento:



Para obter o peso de armadura em cada elemento, foi multiplicado o volume de concreto por uma taxa de armação. Além disso, consideramos que as fôrmas

de concreto seriam reutilizadas. Tais dados podem ser encontrados na tabela abaixo:

Dados de Projeto			
Largura da Viga	b_w	0.14	m
Taxa de Armação	Pilar	80	kg/m ³
	Viga	80	kg/m ³
	Laje	80	kg/m ³
Taxa de Reutilização da Forma	5	vezes	

i. Pilares

Os pilares foram pré-dimensionados utilizando o conceito de área de influência e a partir da carga atuante na cobertura (retiradas da NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações), conforme mostra a tabela abaixo.

Tabela: carga na cobertura do empreendimento

Item	Altura / Espessura (m)	Peso Específico (kN/m ³)	Carga Distribuída (kN/m ²)
Laje + Revestimento	0.20	25.00	5.00
Terra + Grama	0.15	18.00	2.70
Argila Expandida	0.30	5.00	1.50
Carga - NBR 6120 (**)	-	-	2.00
Carga Acidental	-	-	3.00
Total	-	-	14.20

**Cargas para um terraço sem acesso ao público.

A partir da área de influência dos 83 pilares do nosso e com a carga atuante na cobertura, pudemos calcular a dimensão de cada um dos pilares, bem como a área de forma, o volume de concreto e o peso de aço, conforme mostra a tabela:

Pilar	Área de Influência (m²)	Carga no Pilar (kN)	Carga de Projeto do Pilar (kN)	Área da Seção do Pilar (cm²)	Comprimento do Pilar (cm)	Seção Adotada		Área (cm²)	Volume de Concreto (m³)	Peso de Aço (kg)
						a (cm)	b (cm)			
P1	4.57	64.91	90.87	42.41	400	14	14	196	0.078	6.27
P2	4.48	63.55	88.96	41.52	400	14	14	196	0.078	6.27
P3	14.37	204.07	285.70	133.32	400	14	14	196	0.078	6.27
P4	15.26	216.73	303.43	141.60	400	14	14	196	0.078	6.27
P5	15.15	215.12	301.16	140.54	400	14	14	196	0.078	6.27
P6	15.19	215.66	301.92	140.89	400	14	14	196	0.078	6.27
P7	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	6.27
P8	12.15	172.53	241.54	112.72	400	14	14	196	0.078	6.27
P9	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	6.27
P10	15.23	216.20	302.67	141.25	400	14	14	196	0.078	6.27
P11	7.63	108.36	151.70	70.80	400	14	14	196	0.078	6.27
P12	14.54	206.51	289.11	134.92	400	14	14	196	0.078	6.27
P13	30.83	437.79	612.90	286.02	400	14	24	336	0.134	10.75
P14	30.53	433.47	606.86	283.20	400	14	24	336	0.134	10.75
P15	30.30	430.23	602.32	281.08	400	14	24	336	0.134	10.75
P16	30.37	431.31	603.84	281.79	400	14	24	336	0.134	10.75
P17	27.34	388.19	543.46	253.61	400	14	19	266	0.106	8.51
P18	24.30	345.06	483.08	225.44	400	14	19	266	0.106	8.51
P19	27.34	388.19	543.46	253.61	400	14	19	266	0.106	8.51
P20	30.45	432.39	605.35	282.49	400	14	24	336	0.134	10.75
P21	15.26	216.73	303.43	141.60	400	14	14	196	0.078	6.27
P22	18.97	269.35	377.08	175.97	400	14	14	196	0.078	6.27
P23	37.94	538.68	754.15	351.94	400	14	29	406	0.162	12.99
P24	26.52	376.63	527.28	246.06	400	14	19	266	0.106	8.51
P25	15.15	215.12	301.16	140.54	400	14	14	196	0.078	6.27
P26	15.19	215.66	301.92	140.89	400	14	14	196	0.078	6.27
P27	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	6.27
P28	12.15	172.53	241.54	112.72	400	14	14	196	0.078	6.27
P29	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	6.27
P30	15.23	216.20	302.67	141.25	400	14	14	196	0.078	6.27
P31	7.63	108.36	151.70	70.80	400	14	14	196	0.078	6.27
P32	17.60	249.98	349.97	163.32	400	14	14	196	0.078	6.27
P33	35.21	499.95	699.94	326.64	400	14	24	336	0.134	10.75
P34	17.60	249.98	349.97	163.32	400	14	14	196	0.078	6.27
P35	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P36	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	8.51
P37	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P38	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P39	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	8.51
P40	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P41	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P42	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	8.51
P43	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P44	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P45	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	8.51
P46	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P47	13.93	197.74	276.83	129.19	400	14	14	196	0.078	6.27
P48	27.85	395.46	553.64	258.36	400	14	19	266	0.106	8.51
P49	13.93	197.74	276.83	129.19	400	14	14	196	0.078	6.27
P50	17.26	245.02	343.03	160.08	400	14	14	196	0.078	6.27
P51	34.51	490.04	686.06	320.16	400	14	24	336	0.134	10.75
P52	20.07	284.95	398.93	186.17	400	14	14	196	0.078	6.27
P53	11.39	161.74	226.43	105.67	400	14	14	196	0.078	6.27
P54	16.20	230.08	322.12	150.32	400	14	14	196	0.078	6.27
P55	16.20	230.08	322.12	150.32	400	14	14	196	0.078	6.27
P56	17.16	243.62	341.06	159.16	400	14	14	196	0.078	6.27
P57	16.20	230.08	322.12	150.32	400	14	14	196	0.078	6.27
P58	17.16	243.62	341.06	159.16	400	14	14	196	0.078	6.27
P59	19.11	271.36	379.91	177.29	400	14	14	196	0.078	6.27
P60	9.58	136.02	190.43	88.87	400	14	14	196	0.078	6.27
P61	11.14	158.22	221.50	103.37	400	14	14	196	0.078	6.27
P62	10.58	150.21	210.29	98.14	400	14	14	196	0.078	6.27
P63	24.53	348.26	487.56	227.53	400	14	19	266	0.106	8.51
P64	19.90	282.52	395.53	184.58	400	14	14	196	0.078	6.27
P65	18.15	257.72	360.80	168.37	400	14	14	196	0.078	6.27
P66	25.82	366.63	513.28	239.53	400	14	19	266	0.106	8.51
P67	25.82	366.63	513.28	239.53	400	14	19	266	0.106	8.51
P68	27.34	388.20	543.48	253.62	400	14	19	266	0.106	8.51
P69	25.82	366.63	513.28	239.53	400	14	19	266	0.106	8.51
P70	27.34	388.20	543.48	253.62	400	14	19	266	0.106	8.51
P71	30.45	432.40	605.37	282.50	400	14	24	336	0.134	10.75
P72	15.26	216.73	303.43	141.60	400	14	14	196	0.078	6.27
P73	5.74	81.52	114.13	53.26	400	14	14	196	0.078	6.27
P74	11.48	163.04	228.26	106.52	400	14	14	196	0.078	6.27
P75	7.41	105.22	147.31	68.75	400	14	14	196	0.078	6.27
P76	6.76	95.98	134.37	62.71	400	14	14	196	0.078	6.27
P77	9.62	136.55	191.17	89.21	400	14	14	196	0.078	6.27
P78	9.62	136.55	191.17	89.21	400	14	14	196	0.078	6.27
P79	10.18	144.57	202.40	94.45	400	14	14	196	0.078	6.27
P80	9.62	136.55	191.17	89.21	400	14	14	196	0.078	6.27
P81	10.18	144.57	202.40	94.45	400	14	14	196	0.078	6.27
P82	11.34	161.04	225.46	105.21	400	14	14	196	0.078	6.27
P83	5.69	80.73	113.02	52.74	400	14	14	196	0.078	6.27

Sendo:

$$Carga\ de\ projeto\ no\ pilar = \text{área de influência} \times carga\ na\ cobertura \times \gamma_f$$

$$\text{Área mínima do pilar} = \frac{carga\ de\ projeto\ do\ pilar}{f_{cd}}$$

Fixando uma das dimensões do pilar como 14 cm, e tendo calculado a área mínima, pudemos determinar a outra dimensão, de modo que a área resultante seja maior que a mínima. Com o pé-direito de 4 m, obtivemos as 3 dimensões dos pilares, sendo possível calcular o volume de concreto e a área de forma de cada elemento.

Tabela: seções considerados para os pilares

Seção	Área	a (cm)	b (cm)	Perímetro (cm)	Comprimento (m)	Área de Forma (m ²)
1	196	14	14	56	4	2.24
2	266	14	19	66	4	2.64
3	336	14	24	76	4	3.04
4	406	14	29	86	4	3.44
5	476	14	34	96	4	3.84
6	546	14	39	106	4	4.24
7	616	14	44	116	4	4.64

Fôrmas dos pilares:

Tabela: número de seções utilizadas

Seção	Quantidade	Área de Forma (m ²)
1	59	132.16
2	15	39.6
3	8	24.32
4	1	3.44
5	0	0
6	0	0
7	0	0
Total	83	199.52

Dividindo a área dos pilares pela taxa de reutilização, obtivemos a área de fôrma necessária:

Forma			
Taxa de Reutilização	8		
Seção	Número de Conjuntos	Número de Formas Adotado	Área de Forma Necessária (m ²)
1	7.375	8	17.92
2	1.875	2	5.28
3	1	1	3.04
4	0.125	1	3.44
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
Total			29.68

Taxa de Reutilização	Forma		
	5		
Seção	Número de Conjuntos	Número de Formas Adotado	Área de Forma Necessária (m ²)
1	11.80	12	26.88
2	3.00	3	7.92
3	1.60	2	6.08
4	0.20	1	3.44
5	0.00	0	0
6	0.00	0	0
7	0.00	0	0
	Total	44.32	m²

O resumo dos resultados obtidos para os pilares (também se encontra no corpo desse trabalho), pode ser visto abaixo:

Resultado Obtido - Pilar	
Volume Total de Concreto	7.4592 m ³
Peso de Aço	596.736 kg
Área de Forma	199.52 m ²
Taxa de reutilização da forma	8
Área de forma necessária	29.68 m ²

Resultado Obtido - Pilar		
Volume Total de Concreto	7.4592	m ³
Peso de Aço	596.736	kg
Área de Forma	199.52	m ²
Taxa de reutilização da forma	5	
Área de forma necessária	44.32	m ²

ii. Vigas

O pré-dimensionamento das vigas foi realizado considerando seu maior vão (l) e aplicando sobre ele um coeficiente de minoração Φ de modo a obter l_0 , tal que $l_0 = l \times \Phi$, sendo l_0 vão teórico. Dessa forma, a altura da viga foi obtida pela relação $h = \frac{l_0}{10}$, sendo o valor obtido arredondado para o maior múltiplo de cinco mais próximo e a largura b_w de projeto adotada como 14 cm. Assim, tendo em mãos o comprimento das vigas (definidas em projeto) e com as outras duas demais dimensões, foi possível obter o volume de concreto e a

área de forma necessários para cada elemento. O peso de aço foi obtido multiplicando o volume de concreto das peças por uma taxa (80), conforme mostra a tabela:

Viga	Maior Vão (m)			h (m)	h (m) Adotado	b _u (m)	Comprimento da Viga Contínua (m)	Volume de Concreto (m³)	Perímetro de Forma da Seção (m)	Área de Forma (m²)	Peso de Aço (kg)
	l	Coef.	l ₀								
1	8.875	0.60	5.33	0.53	0.55	0.14	63.08	4.86	1.24	78.21	388.54
2	8.875	0.60	5.33	0.53	0.55	0.14	64.15	4.94	1.24	79.55	395.16
3	8.875	0.60	5.33	0.53	0.55	0.14	64.15	4.94	1.24	79.55	395.16
4	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
5	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
6	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
7	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
8	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
9	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
10	6.075	0.75	4.56	0.46	0.50	0.14	12.15	0.85	1.14	13.85	68.04
11	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
12	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
13	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
14	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
15	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
16	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
17	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
18	7.625	0.75	5.72	0.57	0.60	0.14	12.15	1.02	1.34	16.28	81.65
19	5.025	0.75	3.77	0.38	0.40	0.14	43.83	2.45	0.94	41.20	196.34
20	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	43.15	2.42	0.94	40.56	193.31
21	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	43.15	2.42	0.94	40.56	193.31
22	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	10.15	0.57	0.94	9.54	45.47
23	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	10.15	0.57	0.94	9.54	45.47
24	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	10.15	0.57	0.94	9.54	45.47
25	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	10.15	0.57	0.94	9.54	45.47
26	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	10.15	0.57	0.94	9.54	45.47
27	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	10.15	0.57	0.94	9.54	45.47
28	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	43.15	2.42	0.94	40.56	193.31
29	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	43.15	2.42	0.94	40.56	193.31
30	5.075	0.75	3.81	0.38	0.40	0.14	43.15	2.42	0.94	40.56	193.31

De maneira análoga aos pilares, consideramos que as fôrmas das vigas teriam uma taxa de reutilização de 5, e dessa forma, pudemos estimar também a área necessária de fôrmas:

Seções consideradas para as Vigas						
Seção	Área	h (m)	b (m)	Número de Vigas com essa Seção	Área de Forma dessa Seção	Área de Forma Adotada
1	0.049	0.35	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
2	0.056	0.40	0.14	12	276.97 m ²	34.62 m ²
3	0.063	0.45	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
4	0.07	0.50	0.14	7	292.71 m ²	36.59 m ²
5	0.077	0.55	0.14	3	0.00 m ²	0.00 m ²
6	0.084	0.60	0.14	8	118.10 m ²	14.76 m ²
7	0.091	0.65	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²

Total	30.00 vigas	687.77 m ²	85.97 m ²
--------------	--------------------	------------------------------	-----------------------------

Tabela: seções consideradas para as vigas

Seção	Área	h (m)	b (m)	Número de Vigas com essa Seção	Área de Forma dessa Seção	Área de Forma Adotada
1	0.049	0.35	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
2	0.056	0.40	0.14	12	276.97 m ²	55.39 m ²
3	0.063	0.45	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
4	0.07	0.50	0.14	7	292.71 m ²	58.54 m ²
5	0.077	0.55	0.14	3	0.00 m ²	0.00 m ²
6	0.084	0.60	0.14	8	118.10 m ²	23.62 m ²
7	0.091	0.65	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
Total				30.00 vigas	687.77 m ²	137.55 m ²

Resultado final obtido:

Resultado Obtido - Vigas	
Volume Total de Concreto	46.80078 m ³
Peso de Aço	3744.062 kg
Área de Forma	765.7565 m ²
Taxa de reutilização da forma	8
Área de forma necessária	85.97 m ²

Resultado Obtido - Vigas

Volume Total de Concreto	46.80078	m ³
Peso de Aço	3744.062	kg
Área de Forma	765.7565	m ²
Taxa de reutilização da forma	5	
Área de forma necessária	137.55	m ²

iii. Lajes

O pré-dimensionamento da laje foi feito dividindo-se o seu menor vão por 40, de modo a obter a espessura em cada trecho. Adotando como espessura mínima 10 cm, e intervalos múltiplos de 2 cm, encontramos a espessura de cada elemento de laje, conforme a tabela:

Laje	Dimensões		Espessura / Altura		Área da Laje (m ²)	Volume de Concreto (m ³)	Área de Forma (m ²)	Peso de Aço (kg)
	lx (m)	ly (m)	h (m) Calculado	h (m) Adotado				
L1	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	345.30
L2	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	345.30
L3	5	6.075	0.12	0.14	30.22	4.23	30.22	338.50
L4	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	340.20
L5	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	340.20
L6	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	194.40
L7	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	194.40
L8	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	340.20
L9	5.025	6.075	0.13	0.14	30.53	4.27	30.53	341.90
L10	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	345.30
L11	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	345.30
L12	5	6.075	0.12	0.14	30.22	4.23	30.22	338.50
L13	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	340.20
L14	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	340.20
L15	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	194.40
L16	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	194.40
L17	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	340.20
L18	5.025	6.075	0.13	0.14	30.53	4.27	30.53	341.90
L19	6.075	8.875	0.15	0.16	53.92	8.63	53.92	690.12
L20	6.075	8.875	0.15	0.16	53.92	8.63	53.92	690.12
L21	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L22	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L23	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L24	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L25	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L26	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L27	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L28	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L29	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L30	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	284.20
L31	5.075	5.975	0.13	0.14	30.32	4.25	30.32	339.62
L32	5.075	5.975	0.13	0.14	30.32	4.25	30.32	339.62
L33	5.075	7.625	0.13	0.14	38.70	5.42	38.70	433.41
L34	5.075	7.625	0.13	0.14	38.70	5.42	38.70	433.41
L35	1.475	7.625	0.04	0.10	11.25	1.12	11.25	89.98
L36	4.5	7.625	0.11	0.12	34.31	4.12	34.31	329.40
L37	4	7.625	0.10	0.10	30.50	3.05	30.50	244.00
L38	4.5	7.625	0.11	0.12	34.31	4.12	34.31	329.40
L39	4.5	7.625	0.11	0.12	34.31	4.12	34.31	329.40
L40	4	7.625	0.10	0.10	30.50	3.05	30.50	244.00
L41	5	7.625	0.13	0.14	38.13	5.34	38.13	427.00
L42	5.025	7.625	0.13	0.14	38.32	5.36	38.32	429.14
L43	4.525	5.075	0.11	0.12	22.96	2.76	22.96	220.46
L44	4.525	5.075	0.11	0.12	22.96	2.76	22.96	220.46
L45	1.475	4.525	0.04	0.10	6.67	0.67	6.67	53.40
L46	4.5	4.525	0.11	0.12	20.36	2.44	20.36	195.48
L47	4	4.525	0.10	0.10	18.10	1.81	18.10	144.80
L48	4.5	4.525	0.11	0.12	20.36	2.44	20.36	195.48
L49	4.5	4.525	0.11	0.12	20.36	2.44	20.36	195.48
L50	4	4.525	0.10	0.10	18.10	1.81	18.10	144.80
L51	4.525	5	0.11	0.12	22.63	2.72	22.63	217.20
L52	4.525	5.025	0.11	0.12	22.74	2.73	22.74	218.29

Por fim, temos o resumo das lajes:

Resultado Obtido - Laje		
Volume Total de Concreto	194.47	m ³
Peso de Aço	15,557.25	kg
Área de Forma	1,470.77	m ²
Taxa de reutilização da forma	5.00	
Área de forma necessária	294.15	m ²

ANEXO II. ESTRUTURA DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

O pré-dimensionamento da estrutura foi realizado de maneira muito semelhante ao da estrutura de concreto moldado in-loco, usando como embasamento as mesmas notas de aula de PEF2303 – Estruturas de Concreto I e PEF2304 – Estruturas de Concreto II, além da NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto e NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Apesar disso, conta com algumas particularidades: aumentamos a taxa de reutilização de fôrmas, uma vez que elas são de melhor qualidade e há repetição de elementos, e utilizamos uma taxa de aço maior levando em conta que as peças de concreto terão que resistir ao içamento para serem posteriormente posicionadas.

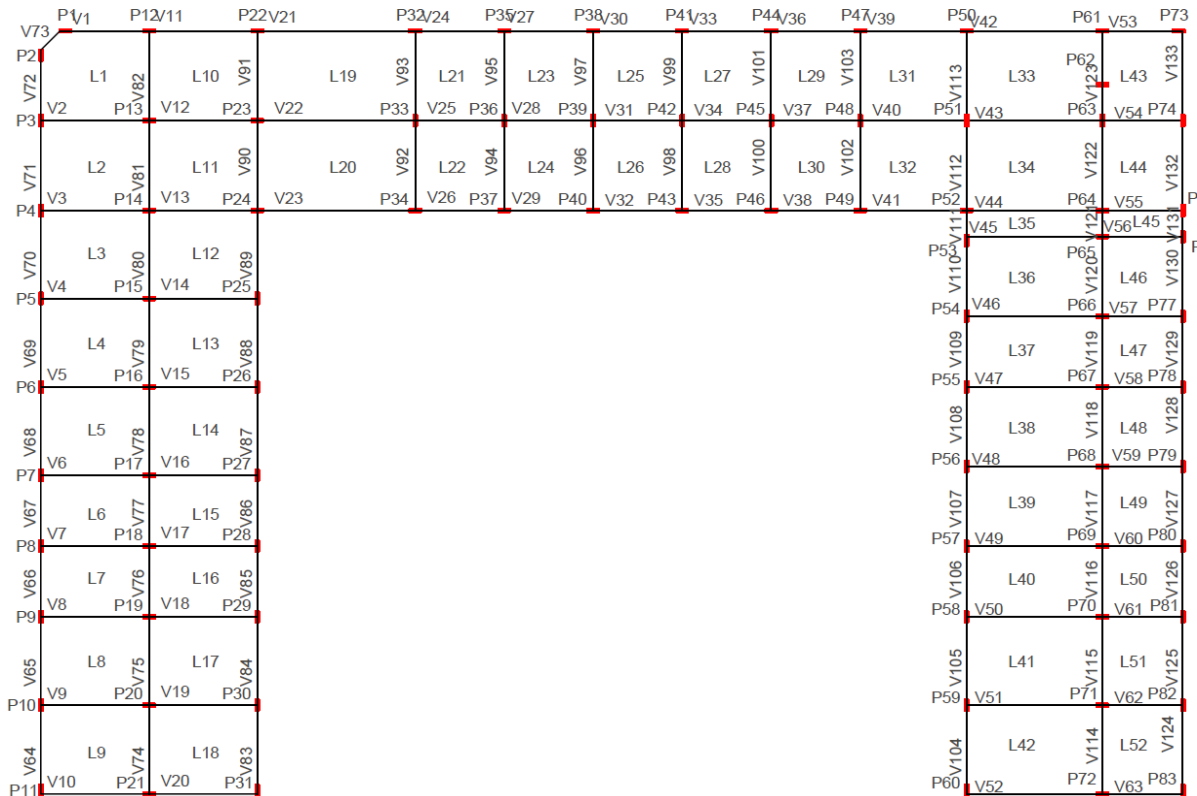
Dados de Projeto			
Coeficiente de Minoração da Resistência do Concreto	γ_c	1.4	
Coeficiente de Majoração dos Esforços Solicitantes	γ_f	1.4	
Resistência à compressão do concreto aos 28 dias adotada	fck	30	MPa
	fcd	3	kN/cm ²
Taxa de Armação	Pilar	120	kg/m ³
	Viga	120	kg/m ³
	Laje	120	kg/m ³

Dados de Projeto			
Largura da Viga	b_w	0.14	m
Taxa de Armação	Pilar	120	kg/m ³
	Viga	120	kg/m ³
	Laje	120	kg/m ³
Taxa de Reutilização da Forma	15		vezes

Tabela: carga adotada na cobertura

Item	Altura / Espessura (m)	Peso Específico (kN/m ³)	Carga Distribuída (kN/m ²)
Laje + Revestimento	0.20	25.00	5.00
Terra + Grama	0.15	18.00	2.70
Argila Expandida	0.30	5.00	1.50
Carga - NBR 6120 (**)	-	-	2.00
Carga Acidental	-	-	3.00
Total	-	-	14.20

Além disso, o número de vigas aumentou. Assim, adotamos uma nova nomenclatura para esses elementos:



Assim como para o concreto moldado in loco, dividimos a estrutura em pilares, vigas e lajes.

i. Pilares

Tanto a nomenclatura quanto as dimensões de cada pilar se mantiveram. Em função da nova taxa de aço e do maior reaproveitamento de fôrmas, entretanto, temos valores de insumos diferentes:

Pilar	Área de Influência (m²)	Carga no Pilar (kN)	Carga de Projeto do Pilar (kN)	Área da Seção do Pilar (cm²)	Comprimento do Pilar (cm)	Seção Adotada			Volume de Concreto (m³)	Peso de Aço (kg)
						a (cm)	b (cm)	Área (cm²)		
P1	4.57	64.91	90.87	42.41	400	14	14	196	0.078	9.41
P2	4.48	63.55	88.96	41.52	400	14	14	196	0.078	9.41
P3	14.37	204.07	285.70	133.32	400	14	14	196	0.078	9.41
P4	15.26	216.73	303.43	141.60	400	14	14	196	0.078	9.41
P5	15.15	215.12	301.16	140.54	400	14	14	196	0.078	9.41
P6	15.19	215.66	301.92	140.89	400	14	14	196	0.078	9.41
P7	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	9.41
P8	12.15	172.53	241.54	112.72	400	14	14	196	0.078	9.41
P9	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	9.41
P10	15.23	216.20	302.67	141.25	400	14	14	196	0.078	9.41
P11	7.63	108.36	151.70	70.80	400	14	14	196	0.078	9.41
P12	14.54	206.51	289.11	134.92	400	14	14	196	0.078	9.41
P13	30.83	437.79	612.90	286.02	400	14	24	336	0.134	16.13
P14	30.53	433.47	606.86	283.20	400	14	24	336	0.134	16.13
P15	30.30	430.23	602.32	281.08	400	14	24	336	0.134	16.13
P16	30.37	431.31	603.84	281.79	400	14	24	336	0.134	16.13
P17	27.34	388.19	543.46	253.61	400	14	19	266	0.106	12.77
P18	24.30	345.06	483.08	225.44	400	14	19	266	0.106	12.77
P19	27.34	388.19	543.46	253.61	400	14	19	266	0.106	12.77
P20	30.45	432.39	605.35	282.49	400	14	24	336	0.134	16.13
P21	15.26	216.73	303.43	141.60	400	14	14	196	0.078	9.41
P22	18.97	269.35	377.08	175.97	400	14	14	196	0.078	9.41
P23	37.94	538.68	754.15	351.94	400	14	29	406	0.162	19.49
P24	26.52	376.63	527.28	246.06	400	14	19	266	0.106	12.77
P25	15.15	215.12	301.16	140.54	400	14	14	196	0.078	9.41
P26	15.19	215.66	301.92	140.89	400	14	14	196	0.078	9.41
P27	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	9.41
P28	12.15	172.53	241.54	112.72	400	14	14	196	0.078	9.41
P29	13.67	194.09	271.72	126.80	400	14	14	196	0.078	9.41
P30	15.23	216.20	302.67	141.25	400	14	14	196	0.078	9.41
P31	7.63	108.36	151.70	70.80	400	14	14	196	0.078	9.41
P32	17.60	249.98	349.97	163.32	400	14	14	196	0.078	9.41
P33	35.21	499.95	699.94	326.64	400	14	24	336	0.134	16.13
P34	17.60	249.98	349.97	163.32	400	14	14	196	0.078	9.41
P35	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P36	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	12.77
P37	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P38	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P39	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	12.77
P40	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P41	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P42	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	12.77
P43	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P44	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P45	25.38	360.33	504.46	235.41	400	14	19	266	0.106	12.77
P46	12.69	180.17	252.24	117.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P47	13.93	197.74	276.83	129.19	400	14	14	196	0.078	9.41
P48	27.85	395.46	553.64	258.36	400	14	19	266	0.106	12.77
P49	13.93	197.74	276.83	129.19	400	14	14	196	0.078	9.41
P50	17.26	245.02	343.03	160.08	400	14	14	196	0.078	9.41
P51	34.51	490.04	686.06	320.16	400	14	24	336	0.134	16.13
P52	20.07	284.95	398.93	186.17	400	14	14	196	0.078	9.41
P53	11.39	161.74	226.43	105.67	400	14	14	196	0.078	9.41
P54	16.20	230.08	322.12	150.32	400	14	14	196	0.078	9.41
P55	16.20	230.08	322.12	150.32	400	14	14	196	0.078	9.41
P56	17.16	243.62	341.06	159.16	400	14	14	196	0.078	9.41
P57	16.20	230.08	322.12	150.32	400	14	14	196	0.078	9.41
P58	17.16	243.62	341.06	159.16	400	14	14	196	0.078	9.41
P59	19.11	271.36	379.91	177.29	400	14	14	196	0.078	9.41
P60	9.58	136.02	190.43	88.87	400	14	14	196	0.078	9.41
P61	11.14	158.22	221.50	103.37	400	14	14	196	0.078	9.41
P62	10.58	150.21	210.29	98.14	400	14	14	196	0.078	9.41
P63	24.53	348.26	487.56	227.53	400	14	19	266	0.106	12.77
P64	19.90	282.52	395.53	184.58	400	14	14	196	0.078	9.41
P65	18.15	257.72	360.80	168.37	400	14	14	196	0.078	9.41
P66	25.82	366.63	513.28	239.53	400	14	19	266	0.106	12.77
P67	25.82	366.63	513.28	239.53	400	14	19	266	0.106	12.77
P68	27.34	388.20	543.48	253.62	400	14	19	266	0.106	12.77
P69	25.82	366.63	513.28	239.53	400	14	19	266	0.106	12.77
P70	27.34	388.20	543.48	253.62	400	14	19	266	0.106	12.77
P71	30.45	432.40	605.37	282.50	400	14	24	336	0.134	16.13
P72	15.26	216.73	303.43	141.60	400	14	14	196	0.078	9.41
P73	5.74	81.52	114.13	53.26	400	14	14	196	0.078	9.41
P74	11.48	163.04	228.26	106.52	400	14	14	196	0.078	9.41
P75	7.41	105.22	147.31	68.75	400	14	14	196	0.078	9.41
P76	6.76	95.98	134.37	62.71	400	14	14	196	0.078	9.41
P77	9.62	136.55	191.17	89.21	400	14	14	196	0.078	9.41
P78	9.62	136.55	191.17	89.21	400	14	14	196	0.078	9.41
P79	10.18	144.57	202.40	94.45	400	14	14	196	0.078	9.41
P80	9.62	136.55	191.17	89.21	400	14	14	196	0.078	9.41
P81	10.18	144.57	202.40	94.45	400	14	14	196	0.078	9.41
P82	11.34	161.04	225.46	105.21	400	14	14	196	0.078	9.41
P83	5.69	80.73	113.02	52.74	400	14	14	196	0.078	9.41

Erro!

Vínculo não válido.

Para o cálculo do perímetro do pilar, uma alteração: como a peça será pré-moldada, não há necessidade de se considerar todas as 4 faces de sua seção transversal. Assim, foram consideradas para as fôrmas apenas 3 faces,

de modo que uma das faces pode ficar aberta, exposta. Isso ajudou a diminuir a necessidade de fôrmas.

Tabela: seções consideradas para os pilares.

Seção	Área	a (cm)	b (cm)	Perímetro (cm)	Comprimento (m)	Área de Forma (m ²)
1	196	14	14	42	4	1.68
2	266	14	19	47	4	1.88
3	336	14	24	52	4	2.08
4	406	14	29	57	4	2.28
5	476	14	34	62	4	2.48
6	546	14	39	67	4	2.68
7	616	14	44	72	4	2.88

Tabela: número de seções utilizadas

Seção	Quantidade	Área de Forma (m ²)
1	59	99.12
2	15	28.2
3	8	16.64
4	1	2.28
5	0	0
6	0	0
7	0	0
Total	83	146.24

Tabela: Área de forma **Erro!** Vínculo não válido.

Taxa de Reutilização 15

Seção	Número de Conjuntos	Número de Formas Adotado	Área de Forma Necessária (m ²)
1	3.93	4	6.72
2	1.00	1	1.88
3	0.53	1	2.08
4	0.07	1	2.28
5	0.00	0	0
6	0.00	0	0
7	0.00	0	0

A tabela com o resumo dos insumos dos pilares pré-moldados consta no corpo do trabalho de graduação.

ii. Vigas

Apesar de o critério de pré-dimensionamento se manter, esse é o elemento que mais sofreu alterações. Além de adotarmos novas vigas pré-moldadas, conforme mostrado acima, foi adotado uma nova taxa de aço por volume de concreto e maior reutilização de fôrmas. O coeficiente Φ foi adotado como 1, uma vez que as peças estão bi-apoiadas. Usando os mesmos cálculos e preceitos do concreto moldado in loco, chegamos na seguinte tabela: **Erro!**

Vínculo

não

válido.

Viga	Maior Vão (m)			h (m)	h (m) Adotado	b _w (m)	Seção Transversal (m ²)	Volume de Concreto (m ³)	Perímetro de Forma da Seção (m)	Área de Forma (m ²)	Peso de Aço (kg)
	l	Coef.	l _o								
1	5.00	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
2	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
3	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
4	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
5	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
6	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
7	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
8	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
9	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
10	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
11	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
12	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
13	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
14	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
15	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
16	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
17	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
18	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
19	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
20	6.07	1.00	6.07	0.61	0.65	0.14	0.09	0.55	0.93	5.65	66.28
21	8.87	1.00	8.87	0.89	0.90	0.14	0.13	1.12	1.18	10.47	134.11
22	8.87	1.00	8.87	0.89	0.90	0.14	0.13	1.12	1.18	10.47	134.11
23	8.87	1.00	8.87	0.89	0.90	0.14	0.13	1.12	1.18	10.47	134.11
24	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
25	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
26	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
27	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
28	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
29	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
30	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
31	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
32	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
33	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
34	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
35	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
36	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
37	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
38	5	1.00	5.00	0.50	0.55	0.14	0.08	0.39	0.83	4.15	46.20
39	5.98	1.00	5.98	0.60	0.60	0.14	0.08	0.50	0.88	5.26	60.28
40	5.98	1.00	5.98	0.60	0.60	0.14	0.08	0.50	0.88	5.26	60.28
41	5.98	1.00	5.98	0.60	0.60	0.14	0.08	0.50	0.88	5.26	60.28
42	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
43	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
44	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
45	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
46	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
47	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
48	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
49	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
50	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
51	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
52	7.63	1.00	7.63	0.76	0.80	0.14	0.11	0.85	1.08	8.24	102.55
53	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
54	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
55	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
56	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
57	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
58	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
59	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05
60	4.53	1.00	4.53	0.45	0.50	0.14	0.07	0.32	0.78	3.53	38.05

Seção	Área	h (m)	b (m)	Número de Vigas com essa Seção	Área de Forma dessa Seção	Área de Forma Adotada
1	0.042	0.30	0.14	4	16.82 m ²	1.12 m ²
2	0.049	0.35	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
3	0.056	0.40	0.14	0	0.00 m ²	0.00 m ²
4	0.063	0.45	0.14	13	53.78 m ²	3.59 m ²
5	0.07	0.50	0.14	17	70.51 m ²	4.70 m ²
6	0.077	0.55	0.14	63	265.87 m ²	17.72 m ²
7	0.084	0.60	0.14	3	12.45 m ²	0.83 m ²
8	0.091	0.65	0.14	19	77.54 m ²	5.17 m ²
9	0.112	0.80	0.14	11	65.35	4.36 m ²
10	0.126	0.90	0.14	3	16.94	1.13 m ²
Total				133.00 vigas	496.97 m ²	38.62 m ²

Vigas pré-moldadas

Volume Total de Concreto	58.27	m ³
Peso de Aço	6992.03	kg
Área de Forma	611.76	m ²
Taxa de reutilização da forma	15	
Área de forma necessária	38.62	m ²

iii. Lajes

O pré-dimensionamento da laje foi feito de maneira análoga à anterior: dividindo-se o seu menor vão por 40, de modo a obter a espessura em cada trecho. Adotando como espessura mínima 10 cm, e intervalos múltiplos de 2 cm, encontramos a espessura de cada elemento de laje. Segue o pré-dimensionamento da laje:

Laje	Dimensões		Espessura / Altura		Área da Laje (m²)	Volume de Concreto (m³)	Área de Forma (m²)	Peso de Aço (kg)
	lx (m)	ly (m)	h (m) Calculado	h (m) Adotado				
L1	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	517.95
L2	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	517.95
L3	5	6.075	0.12	0.14	30.22	4.23	30.22	507.75
L4	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	510.30
L5	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	510.30
L6	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	291.60
L7	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	291.60
L8	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	510.30
L9	5.025	6.075	0.13	0.14	30.53	4.27	30.53	512.85
L10	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	517.95
L11	5.075	6.075	0.13	0.14	30.83	4.32	30.83	517.95
L12	5	6.075	0.12	0.14	30.22	4.23	30.22	507.75
L13	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	510.30
L14	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	510.30
L15	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	291.60
L16	4	6.075	0.10	0.10	24.30	2.43	24.30	291.60
L17	5	6.075	0.13	0.14	30.38	4.25	30.38	510.30
L18	5.025	6.075	0.13	0.14	30.53	4.27	30.53	512.85
L19	6.075	8.875	0.15	0.16	53.92	8.63	53.92	1035.18
L20	6.075	8.875	0.15	0.16	53.92	8.63	53.92	1035.18
L21	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L22	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L23	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L24	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L25	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L26	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L27	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L28	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L29	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L30	5	5.075	0.13	0.14	25.38	3.55	25.38	426.30
L31	5.075	5.975	0.13	0.14	30.32	4.25	30.32	509.43
L32	5.075	5.975	0.13	0.14	30.32	4.25	30.32	509.43
L33	5.075	7.625	0.13	0.14	38.70	5.42	38.70	650.11
L34	5.075	7.625	0.13	0.14	38.70	5.42	38.70	650.11
L35	1.475	7.625	0.04	0.10	11.25	1.12	11.25	134.96
L36	4.5	7.625	0.11	0.12	34.31	4.12	34.31	494.10
L37	4	7.625	0.10	0.10	30.50	3.05	30.50	366.00
L38	4.5	7.625	0.11	0.12	34.31	4.12	34.31	494.10
L39	4.5	7.625	0.11	0.12	34.31	4.12	34.31	494.10
L40	4	7.625	0.10	0.10	30.50	3.05	30.50	366.00
L41	5	7.625	0.13	0.14	38.13	5.34	38.13	640.50
L42	5.025	7.625	0.13	0.14	38.32	5.36	38.32	643.70
L43	4.525	5.075	0.11	0.12	22.96	2.76	22.96	330.69
L44	4.525	5.075	0.11	0.12	22.96	2.76	22.96	330.69
L45	1.475	4.525	0.04	0.10	6.67	0.67	6.67	80.09
L46	4.5	4.525	0.11	0.12	20.36	2.44	20.36	293.22
L47	4	4.525	0.10	0.10	18.10	1.81	18.10	217.20
L48	4.5	4.525	0.11	0.12	20.36	2.44	20.36	293.22
L49	4.5	4.525	0.11	0.12	20.36	2.44	20.36	293.22
L50	4	4.525	0.10	0.10	18.10	1.81	18.10	217.20
L51	4.525	5	0.11	0.12	22.63	2.72	22.63	325.80
L52	4.525	5.025	0.11	0.12	22.74	2.73	22.74	327.43

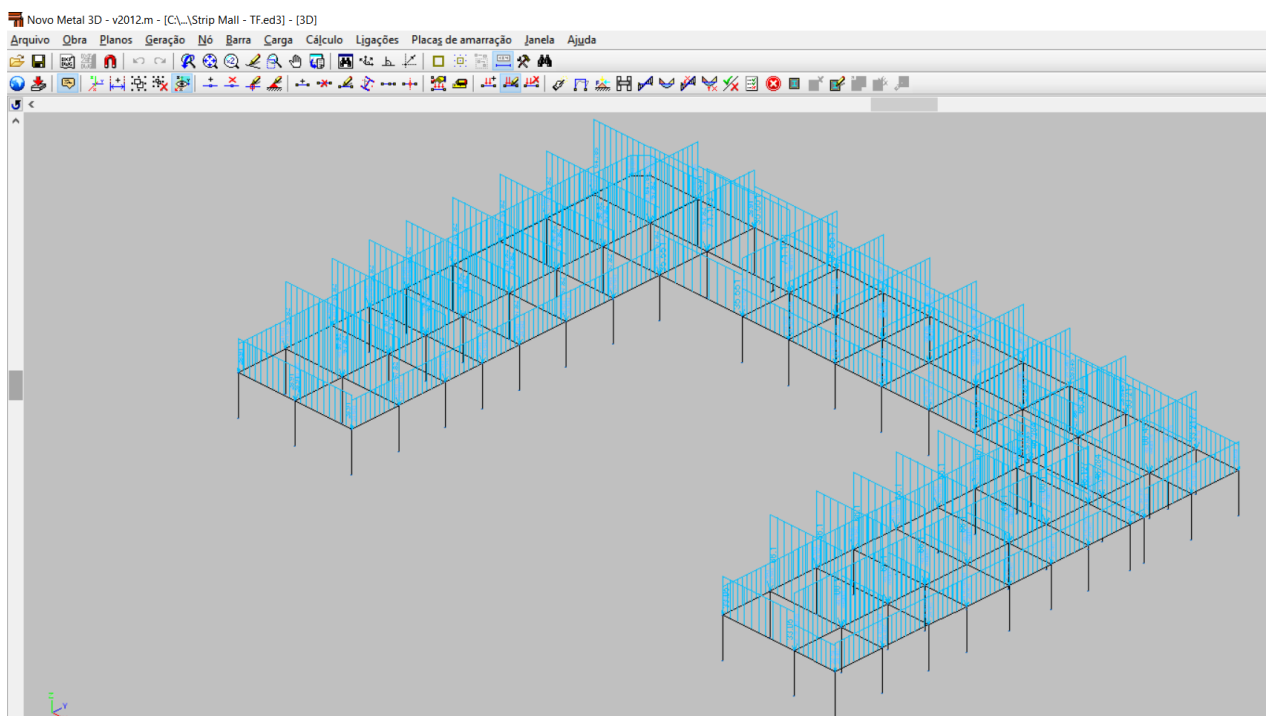
Lajes pré-moldadas		
Volume Total de Concreto	194.47	m³
Peso de Aço	23,335.87	kg
Área de Forma	1,470.77	m²
Taxa de reutilização da forma	15.00	
Área de forma necessária	98.05	m²
Área de laje	1,470.77	m²

ANEXO III. ESTRUTURA METÁLICA

Devido à complexidade em se realizar o pré-dimensionamento da estrutura metálica do nosso empreendimento utilizando métodos braçais, o que foge do escopo principal desse trabalho de graduação, recorreremos ao software de engenharia Cype 2012, que permite a modelagem e cálculo de estruturas, bem como dimensiona cada peça metálica de modo a atender aos critérios de esforços atuantes e deslocamentos máximos conforme a NBR 8800:2008.

Utilizando o AutoCAD, modelamos a estrutura metálica em 3 dimensões e a importamos para o Cype, como pode ser visto pelas barras pretas na imagem. Além disso, adicionamos a carga da cobertura (a mesma utilizada no pré-dimensionamento da estrutura de concreto moldado in loco, com valor de 14,2 kN/m²) considerando as áreas de influência de cada viga metálica. Assim, sendo Q a carga linear (em kN/m) atuante em cada viga (representada pelas flechas azuis), temos:

$$Q = \frac{\text{carga na cobertura} \times \text{área de influência da viga}}{\text{comprimento da viga}}$$



Dessa forma, no nosso modelo, a carga da cobertura é transmitida para cada viga metálica que a sustenta, onde então caminha para os pilares e para a fundação.

Antes de realizar o cálculo estrutural, foi necessário descrever o perfil de cada elemento. Para os pilares, utilizamos perfis CS e, para as vigas, perfis VS, ambos feitos com aço A-36 250 MPa, um aço carbono de média resistência mecânica e o mais utilizado em construção civil no mundo (Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2014).

Materiais utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designação	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Açolaminado	A-36 250Mpa	200000.00	0.300	77000.00	250.00	0.000012	77.01
Anotação: <i>E: Módulo de elasticidade</i> <i>ν: Módulo de poisson</i> <i>G: Módulo de corte</i> <i>f_y: Limite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatação</i> <i>γ: Peso específico</i>							

Além disso, a fim de garantir a estabilidade dos diversos pórticos, definimos que algumas ligações da cobertura e da fundação seriam rígidas. Todas as demais são ligações articuladas – mais baratas e fáceis de montar. Por fim, o processamento de nosso modelo nos permitiu obter uma relação com os perfis necessários para a obra e a quantidade linear, volumétrica e de peso de cada um deles, conforme abaixo. A tabela resumida está exposta no capítulo referente à quantificação da estrutura metálica do empreendimento.

Tabela de medição						
Material		Peça	Perfil(Série)	Comprimento	Volume	Peso
Tipo	Designação	(Ni/Nf)		(m)	(m ³)	(kg)
Açolaminado	A-36 250Mpa	N83/N84	VS 350x38 (VS)	5.000	0.024	189.35
		N84/N85	VS 350x38 (VS)	4.000	0.019	151.48
		N85/N86	VS 350x38 (VS)	4.000	0.019	151.48
		N86/N87	VS 350x38 (VS)	5.000	0.024	189.35
		N87/N88	VS 350x38 (VS)	5.000	0.024	189.35
		N88/N89	VS 350x38 (VS)	4.975	0.024	188.40
		N89/N90	VS 325x35 (VS)	5.075	0.023	179.54
		N90/N91	VS 325x35 (VS)	4.000	0.018	141.51
		N92/N93	VS 350x38 (VS)	5.025	0.024	190.29
		N93/N94	VS 350x38 (VS)	5.000	0.024	189.35
		N94/N95	VS 350x38 (VS)	4.000	0.019	151.48
		N95/N96	VS 350x38 (VS)	4.000	0.019	151.48
		N96/N97	VS 350x38 (VS)	5.000	0.024	189.35
		N97/N98	VS 350x38 (VS)	5.000	0.024	189.35
		N98/N99	VS 1300x237 (VS)	4.975	0.150	1181.38
		N99/N100	VS 1300x237 (VS)	5.075	0.154	1205.12
N100/N101	VS 375x44 (VS)	5.075	0.029	225.60		
N103/N102	VS 400x58 (VS)	5.075	0.037	293.31		
N105/N104	VS 450x51 (VS)	5.000	0.033	255.73		

Tabela de medição						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
		N106/N105	VS 400x49 (VS)	5.000	0.031	243.36
		N107/N106	VS 375x44 (VS)	4.000	0.023	177.81
		N108/N107	VS 375x40 (VS)	4.000	0.021	161.45
		N109/N108	VS 450x51 (VS)	5.000	0.033	255.73
		N110/N109	VS 375x44 (VS)	5.025	0.028	223.37
		N90/N103	VS 550x75 (VS)	6.075	0.058	455.78
		N103/N100	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N100/N111	VS 750x125 (VS)	8.875	0.142	1113.57
		N111/N112	VS 450x51 (VS)	5.000	0.033	255.73
		N112/N113	VS 400x49 (VS)	5.000	0.031	243.36
		N113/N114	VS 400x49 (VS)	5.000	0.031	243.36
		N114/N115	VS 400x49 (VS)	5.000	0.031	243.36
		N115/N116	VS 450x51 (VS)	5.000	0.033	255.73
		N116/N117	VS 450x51 (VS)	5.975	0.039	305.60
		N117/N118	VS 700x105 (VS)	7.625	0.102	802.07
		N118/N119	VS 375x44 (VS)	4.525	0.026	201.15
		N120/N102	VS 400x49 (VS)	5.000	0.031	243.36
		N102/N101	VS 600x95 (VS)	6.075	0.074	577.02
		N101/N121	VS 600x95 (VS)	8.875	0.107	842.98
		N121/N122	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N122/N123	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N123/N124	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N124/N125	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N125/N126	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N126/N127	VS 450x51 (VS)	5.975	0.039	305.60
		N127/N128	VS 550x88 (VS)	7.625	0.086	674.18
		N128/N129	VS 500x61 (VS)	4.525	0.035	276.37
		N99/N130	VS 600x95 (VS)	8.875	0.107	842.98
		N131/N99	VS 700x105 (VS)	6.075	0.081	639.02
		N89/N131	VS 600x95 (VS)	6.075	0.074	577.02
		N130/N132	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N132/N133	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N133/N134	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N134/N135	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N135/N136	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N136/N137	VS 450x51 (VS)	5.975	0.039	305.60
		N137/N138	VS 650x98 (VS)	7.625	0.095	748.20
		N138/N139	VS 500x86 (VS)	4.525	0.050	388.90
		N140/N110	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N110/N92	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N83/N109	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N109/N93	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N84/N108	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N108/N94	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N85/N107	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N87/N105	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N88/N104	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75

Tabela de medição						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
		N86/N106	VS 600x95 (VS)	6.075	0.074	577.02
		N107/N95	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N106/N96	VS 600x95 (VS)	6.075	0.074	577.02
		N105/N97	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N104/N98	VS 500x73 (VS)	6.075	0.056	440.75
		N141/N137	VS 200x22 (VS)	1.475	0.004	32.48
		N137/N117	VS 375x44 (VS)	5.075	0.029	225.60
		N117/N127	VS 400x58 (VS)	5.075	0.037	293.31
		N142/N141	VS 325x35 (VS)	4.500	0.020	159.20
		N143/N142	VS 325x35 (VS)	4.000	0.018	141.51
		N144/N143	VS 325x35 (VS)	4.500	0.020	159.20
		N145/N144	VS 325x35 (VS)	4.500	0.020	159.20
		N146/N145	VS 325x35 (VS)	4.000	0.018	141.51
		N147/N146	VS 325x35 (VS)	5.000	0.023	176.89
		N148/N147	VS 325x35 (VS)	5.025	0.023	177.77
		N138/N118	VS 400x49 (VS)	5.075	0.031	247.01
		N150/N149	VS 375x44 (VS)	4.000	0.023	177.81
		N151/N150	VS 375x44 (VS)	4.500	0.025	200.04
		N152/N151	VS 450x51 (VS)	4.500	0.029	230.15
		N153/N152	VS 375x44 (VS)	4.000	0.023	177.81
		N154/N153	VS 450x51 (VS)	5.000	0.033	255.73
		N155/N154	VS 375x44 (VS)	5.025	0.028	223.37
		N156/N157	VS 325x35 (VS)	5.100	0.023	180.43
		N158/N159	VS 325x35 (VS)	4.500	0.020	159.20
		N159/N160	VS 325x35 (VS)	4.000	0.018	141.51
		N160/N161	VS 325x35 (VS)	4.500	0.020	159.20
		N161/N139	VS 200x22 (VS)	1.475	0.004	32.48
		N139/N119	VS 325x35 (VS)	5.075	0.023	179.54
		N119/N129	VS 325x35 (VS)	5.075	0.023	179.54
		N116/N126	VS 400x58 (VS)	5.075	0.037	293.31
		N115/N125	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N114/N124	VS 400x49 (VS)	5.075	0.031	247.01
		N113/N123	VS 400x49 (VS)	5.075	0.031	247.01
		N112/N122	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N111/N121	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N130/N111	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N132/N112	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N133/N113	VS 400x49 (VS)	5.075	0.031	247.01
		N134/N114	VS 400x49 (VS)	5.075	0.031	247.01
		N135/N115	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N136/N116	VS 450x51 (VS)	5.075	0.033	259.56
		N154/N157	VS 375x44 (VS)	4.450	0.025	197.82
		N162/N153	VS 375x44 (VS)	4.449	0.025	197.78
		N163/N152	VS 375x44 (VS)	4.524	0.026	201.11
		N151/N158	VS 550x88 (VS)	4.525	0.051	400.09
		N150/N159	VS 375x44 (VS)	4.525	0.026	201.15
		N149/N160	VS 375x44 (VS)	4.525	0.026	201.15

Tabela de medição						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
		N164/N161	VS 350x38 (VS)	4.525	0.022	171.36
		N147/N154	VS 700x105 (VS)	7.625	0.102	802.07
		N146/N153	VS 700x105 (VS)	7.625	0.102	802.07
		N145/N152	VS 700x105 (VS)	7.625	0.102	802.07
		N144/N151	VS 1100x159 (VS)	7.625	0.154	1209.84
		N143/N150	VS 700x105 (VS)	7.625	0.102	802.07
		N142/N149	VS 700x105 (VS)	7.625	0.102	802.07
		N141/N164	VS 500x86 (VS)	7.625	0.083	655.33
		N58/N140	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N1/N83	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N165/N128	VS 300x33 (VS)	3.000	0.013	98.66
		N166/N165	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N118/N165	VS 300x33 (VS)	2.075	0.009	68.24
		N2/N84	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N3/N85	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N4/N86	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N5/N87	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N6/N88	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N7/N89	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N8/N90	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N9/N91	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N38/N120	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N10/N92	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N11/N93	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N12/N94	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N13/N95	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N14/N96	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N15/N97	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N16/N167	CS 350x93 (CS)	3.904	0.046	362.82
		N17/N99	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N21/N103	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N20/N102	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N19/N101	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N39/N121	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N40/N122	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N41/N123	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N42/N124	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N43/N125	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N44/N126	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N45/N127	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N46/N128	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N47/N129	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N18/N100	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N29/N111	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N30/N112	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N31/N113	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N32/N114	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70

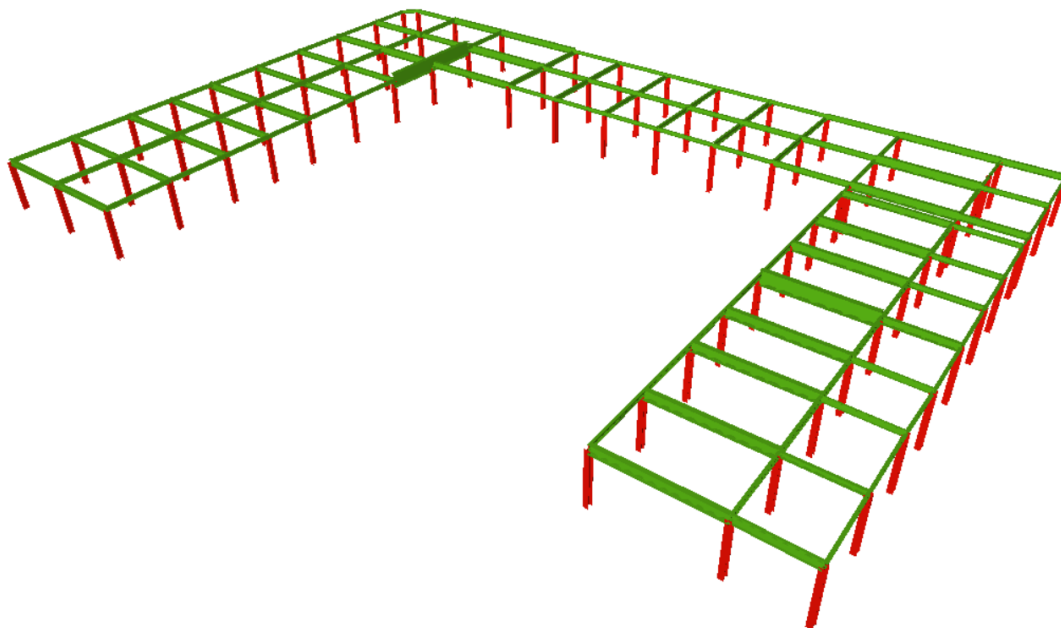
Tabela de medição						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
		N33/N115	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N34/N116	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N35/N117	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N36/N118	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N37/N119	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N48/N130	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N50/N132	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N51/N133	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N52/N134	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N53/N135	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N54/N136	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N55/N137	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N56/N138	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N57/N139	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N79/N161	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N82/N164	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N59/N141	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N60/N142	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N67/N149	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N78/N160	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N77/N159	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N68/N150	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N61/N143	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N62/N144	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N69/N151	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N76/N158	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N81/N163	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N70/N152	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N63/N145	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N80/N162	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N71/N153	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N64/N146	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N65/N147	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N72/N154	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N75/N157	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N74/N156	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N73/N155	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N66/N148	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N91/N120	VS 325x35 (VS)	1.520	0.007	53.78
		N140/N83	VS 350x38 (VS)	5.025	0.024	190.29
		N148/N155	VS 650x98 (VS)	7.625	0.095	748.20
		N156/N155	VS 500x86 (VS)	4.451	0.049	382.51
		N164/N138	VS 200x22 (VS)	1.475	0.004	32.48
		N149/N164	VS 450x51 (VS)	4.500	0.029	230.15
		N163/N158	VS 325x35 (VS)	4.585	0.021	162.20
		N162/N163	VS 325x35 (VS)	3.999	0.018	141.49
		N157/N162	VS 325x35 (VS)	4.917	0.022	173.94

Tabela de medição						
Material		Peça (Ni/Nf)	Perfil(Série)	Comprimento (m)	Volume (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designação					
		N131/N103	VS 400x58 (VS)	5.075	0.037	293.31
		N104/N131	VS 400x58 (VS)	4.975	0.037	287.53
		N49/N131	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N28/N110	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N27/N109	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N26/N108	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N25/N107	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N24/N106	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N23/N105	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70
		N22/N104	CS 350x93 (CS)	4.000	0.047	371.70

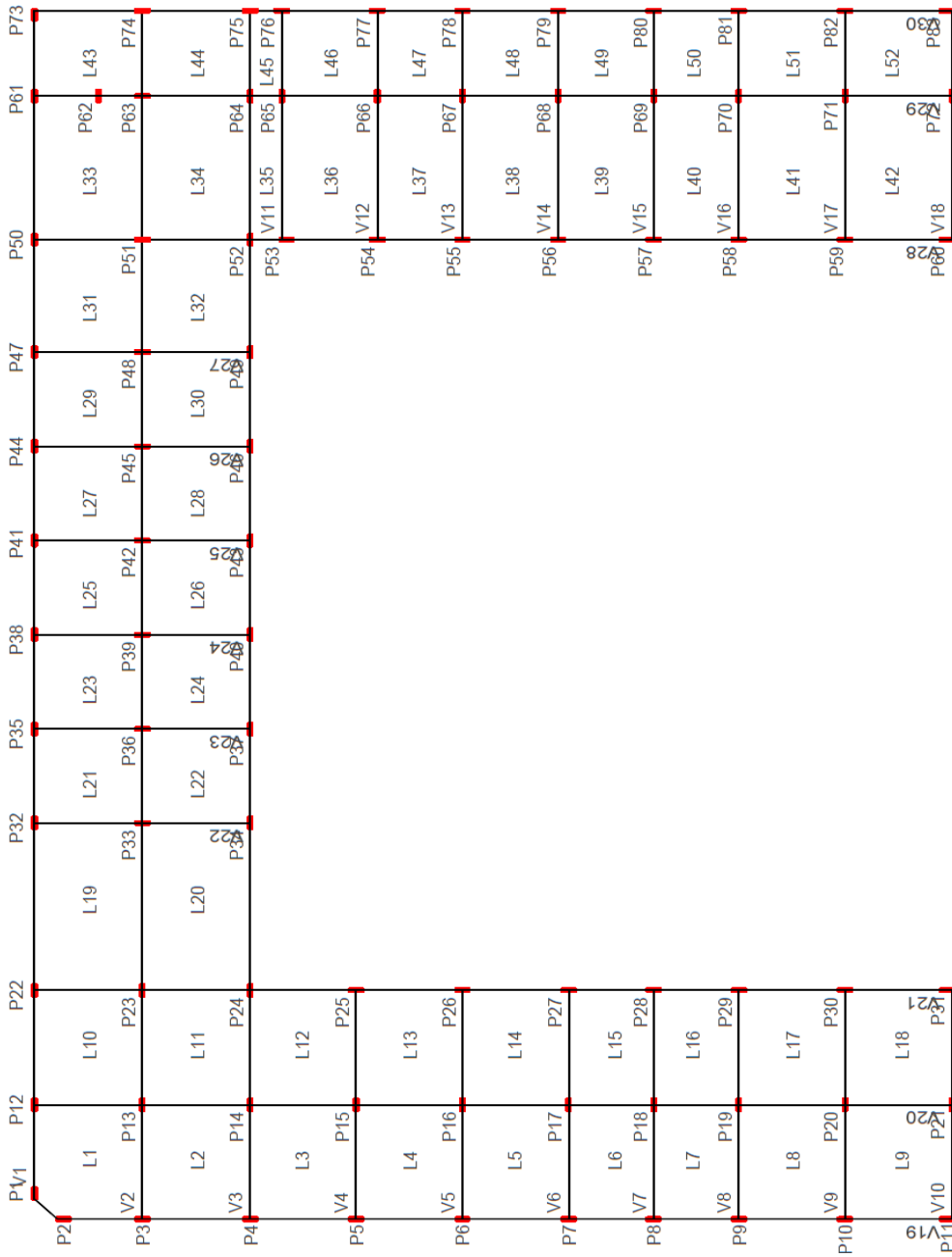
Anotação:
Ni: Nó inicial
Nf: Nó final

A peça mais pesada da estrutura possui 1209,84 kg. Dessa forma, para o uso desse sistema estrutural, deve-se utilizar um guindaste ou uma grua que suporte o içamento de uma quantia superior.

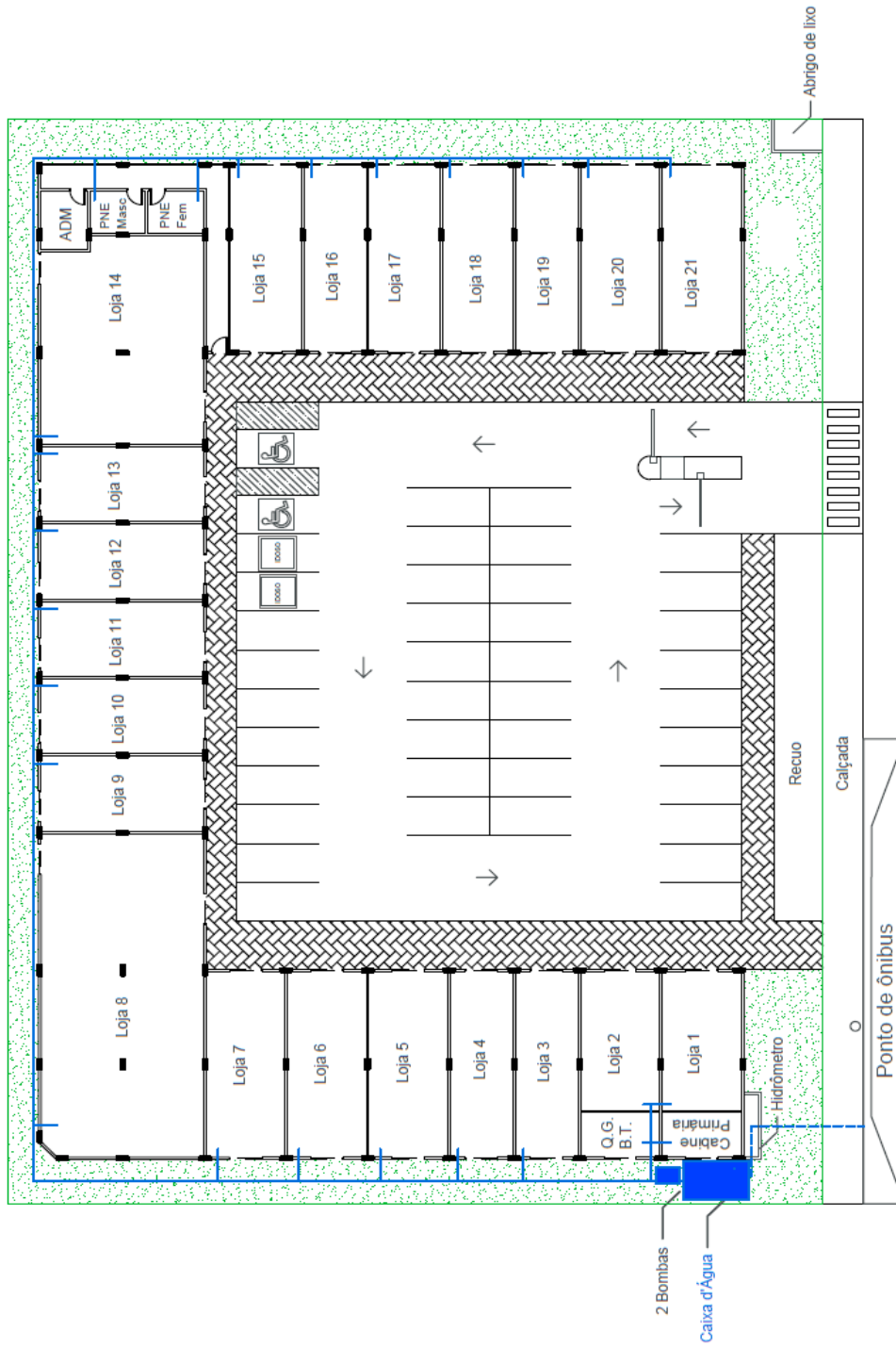
Vista 3D da estrutura metálica, com as vigas dimensionadas:



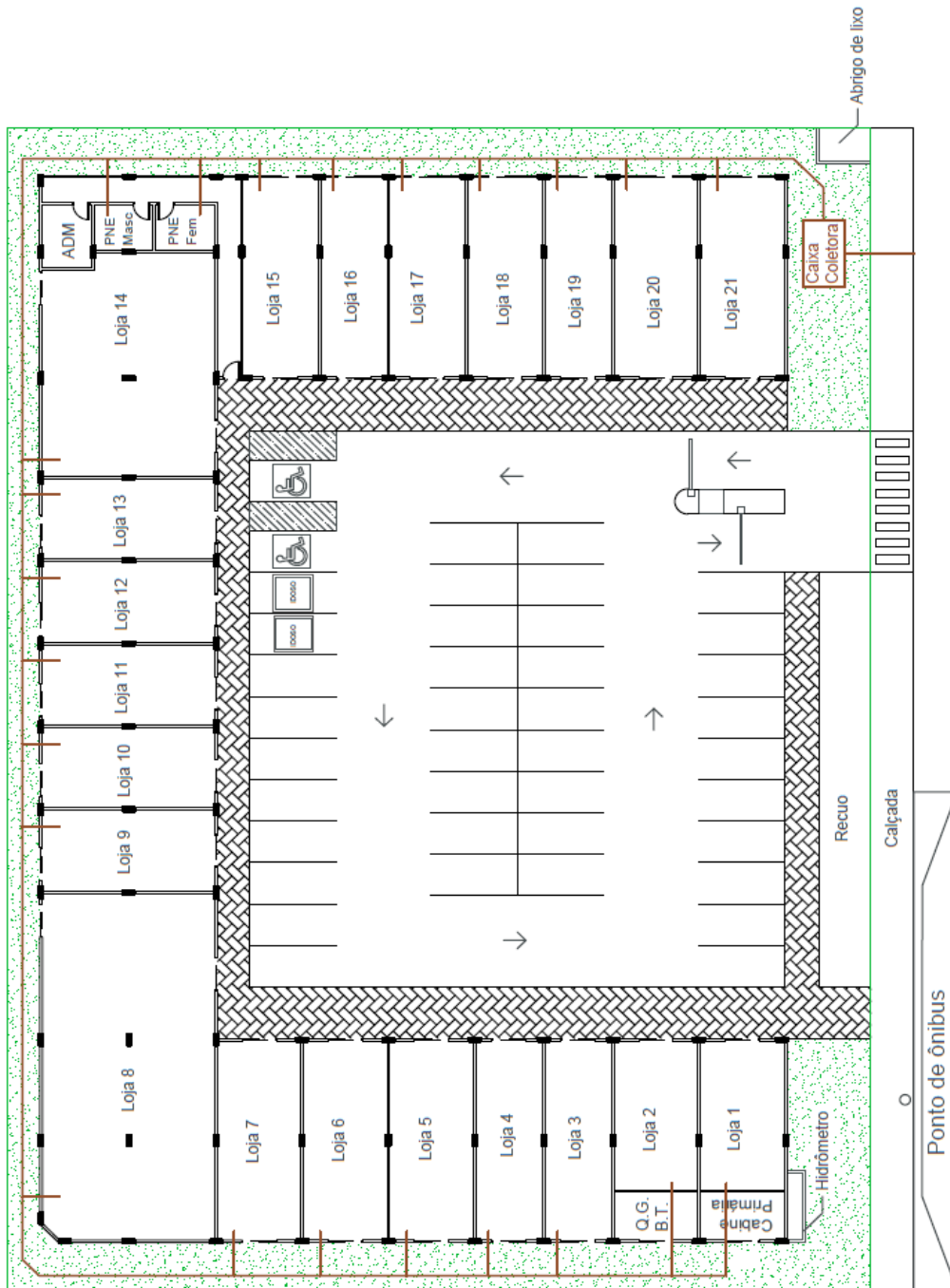
ANEXO IV. SISTEMA ESTRUTURAL



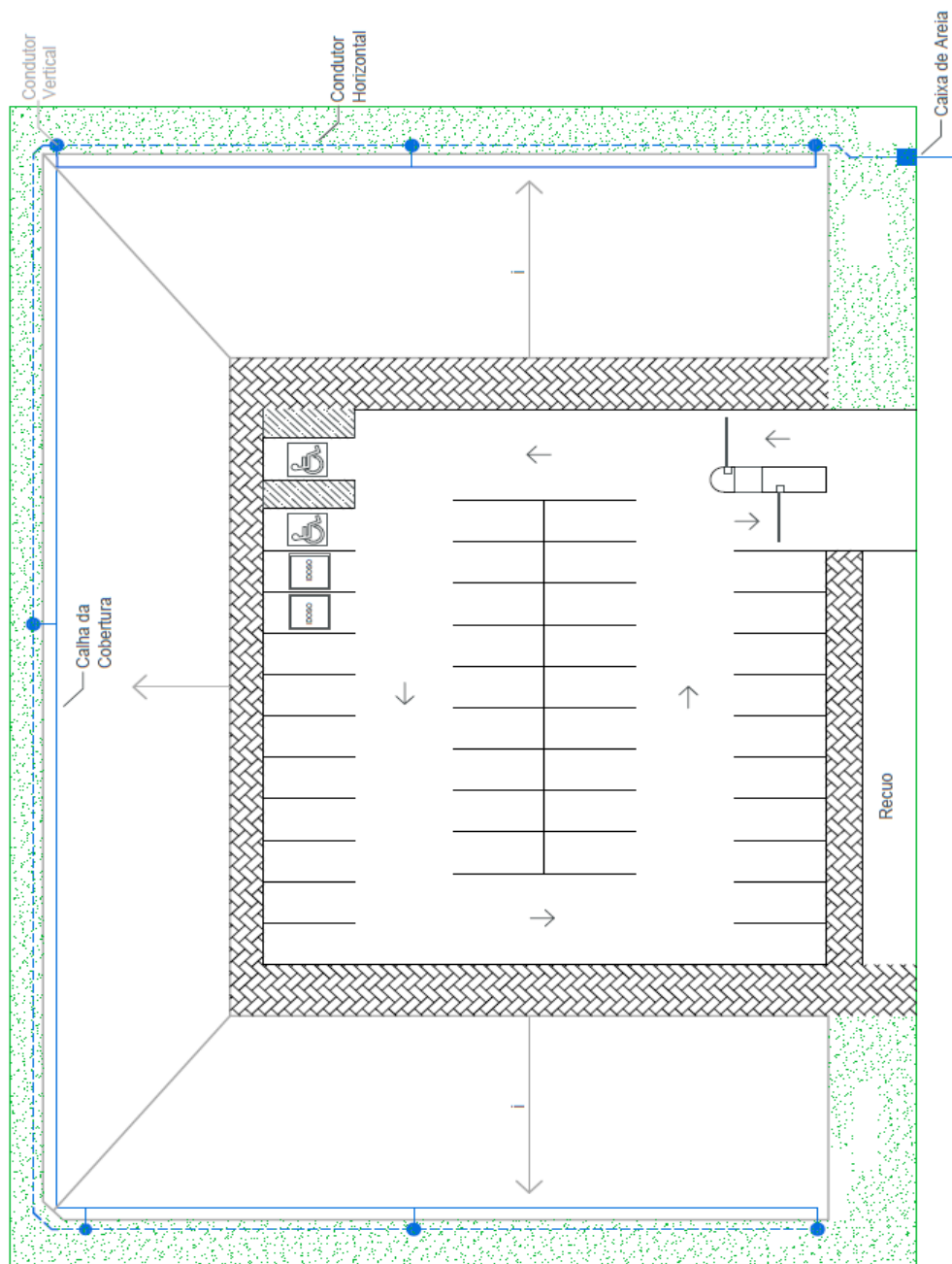
ANEXO V. SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA



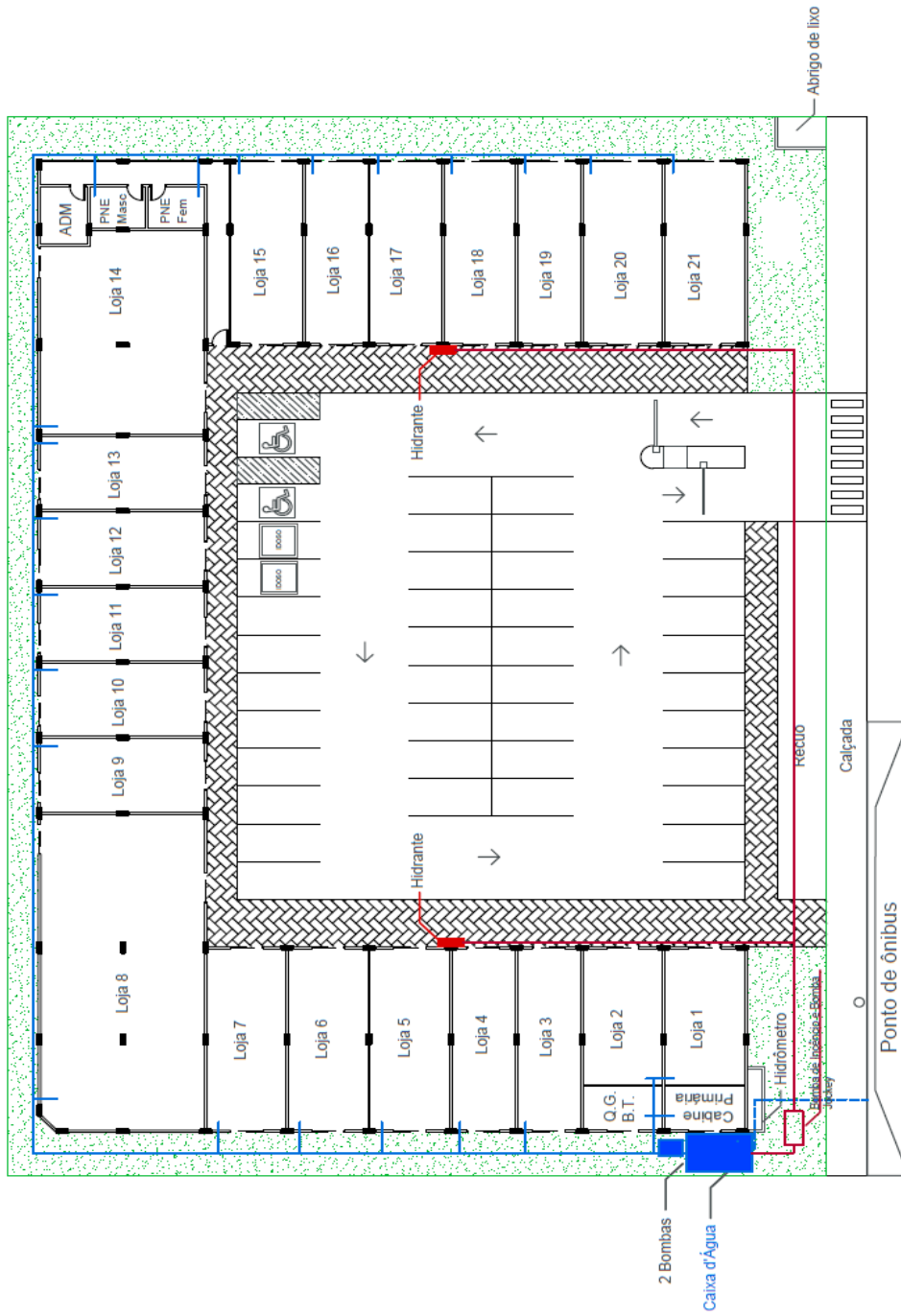
ANEXO VI. SISTEMA PREDIAL DE ESGOTO SANITÁRIO



ANEXO VII. SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA PLUVIAL



ANEXO VIII. SISTEMA PREDIAL DE HIDRANTES



ANEXO IX. SISTEMA PREDIAL DE ENERGIA ELÉTRICA

