

**DANIEL CAMPOS CARELLI
RENATO PEIXOTO
RODRIGO MILAN PEREZ
THIAGO TACIRO OKABE**

**PROJETO DE EDIFÍCIO DE PEQUENO PORTE DESTINADO
À CLASSE MÉDIA**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil

São Paulo
2013

**DANIEL CAMPOS CARELLI
RENATO PEIXOTO
RODRIGO MILAN PEREZ
THIAGO TACIRO OKABE**

**PROJETO DE EDIFÍCIO DE PEQUENO PORTE DESTINADO
À CLASSE MÉDIA**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sérgio
Franco

São Paulo
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

1.1 Carelli, Daniel Campos

**Projeto de edifício de pequeno porte destinado à
classe
média / D.C. Carelli, R. Peixoto, R.M. Perez, T.T.
Okabe. -- São Paulo, 2013.
176 p.**

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

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Professor Dr. Luiz Sérgio Franco pela oportunidade de nos acompanhar neste trabalho, nos orientando e compartilhando experiências profissionais que agregaram valor e conteúdo ao desenvolvimento deste projeto.

Agradecemos a Arquiteta Amanda Vanessa Monaco, responsável por nos auxiliar no desenvolvimento do projeto arquitetônico e na concepção do edifício.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
2	Objetivos.....	5
2.1	Objetivos Gerais.....	5
2.2	Objetivos Específicos.....	5
3	Justificativa.....	7
4	Revisão Bibliográfica.....	9
4.1	O Município de Osasco.....	9
4.1.1	Características da cidade e localização geográfica.....	9
4.1.2	História do município.....	13
4.1.3	Indicadores socioeconômicos.....	14
4.2	O terreno.....	15
4.2.1	Dados oficiais.....	15
4.2.2	Características físicas.....	15
4.3	O projeto.....	18
4.3.1	Zoneamento.....	19
4.3.2	Código de obras.....	21
4.3.3	Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.....	32
4.3.4	Decreto Federal 5296/2004 (acessibilidade às edificações).....	42
5	Estudos econômicos iniciais.....	43
5.1	Pesquisa de mercado.....	43
5.2	Estudo de viabilidade econômica.....	44
6	Concepção do projeto de arquitetura.....	48
7	Cálculo estrutural da edificação.....	55
7.1	Parâmetros adotados.....	55
7.2	Concepção da planta estrutural da edificação.....	55
7.3	Lajes.....	56
7.3.1	Concepção das plantas das lajes.....	56
7.3.2	Dimensionamento da altura das lajes.....	57
7.3.3	Carregamento nas lajes.....	60
7.4	Vigas e pilares.....	65
7.5	Cargas das fundações.....	70
8	Fundação.....	73
8.1	Escolha da fundação.....	73
8.2	Estaca Strauss.....	79
8.3	Processo de execução.....	80
8.4	Método de dimensionamento e parâmetros.....	81
8.4.1	Resistência de ponta.....	81
8.4.2	Resistência lateral.....	82
8.4.3	Carga admissível na estaca.....	82
8.4.4	Parâmetros de dimensionamento.....	82

8.5 Dimensionamento	84
9 Organização do canteiro de obra	85
10 Projetos dos sistemas prediais	91
10.1 Sistema predial de água fria	91
10.1.1 Componentes de um sistema predial de água fria	91
10.1.2 Dimensionamento do sistema de alimentação	92
10.1.2.1 Estimativa do consumo diário	92
10.1.2.2 Ramal predial, cavalete e hidrômetro	93
10.1.2.3 Alimentador predial	94
10.1.2.4 Sistema de reservação	95
10.1.2.5 Sistema de recalque	97
10.1.3 Dimensionamento do sistema de distribuição	105
10.1.3.1 Vazão	105
10.1.3.2 Velocidade	106
10.1.3.3 Pré-dimensionamento	106
10.1.3.4 Pressão	107
10.1.3.5 Perda de carga	108
10.1.3.6 Perda de carga no hidrômetro	109
10.1.3.7 Verificação das pressões mínimas necessárias	109
10.1.4 Resultados obtidos	110
10.2 Sistema predial de esgoto	115
10.2.1 Componentes de um sistema predial de esgoto	115
10.2.2 Critérios de dimensionamento	116
10.2.2.1 Diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga	116
10.2.2.2 Desconectores	117
10.2.2.3 Ramais de descarga e de esgoto	118
10.2.2.4 Tubos de queda	118
10.2.2.5 Coletor predial e subcoletores	118
10.2.3 Dimensionamento	119
10.2.3.1 Bloco principal dos pavimentos superiores	119
10.2.3.2 Bloco principal dos pavimentos inferiores	121
10.2.3.3 Banheiros das suítes	122
10.2.3.4 Tubos de queda e de ventilação	123
10.2.3.5 Coletor predial	124
10.3 Sistema predial de instalações elétricas	125
10.3.1 Critérios de dimensionamento	125
10.3.1.1 Iluminação	125
10.3.1.2 Pontos de tomada	125
10.3.1.3 Divisão dos circuitos da instalação	127
10.3.2 Conceitos básicos de potência	127
10.3.3 Dimensionamento	128
10.3.3.1 Pavimentos superiores	128
10.3.3.2 Pavimentos inferiores	129
10.3.3.3 Áreas comuns do edifício	130

10.3.4 Potência requerida junto à concessionária.....	131
10.3.5 Projeto	133
10.3.5.1 Simbologia	133
10.3.5.2 Diagrama unifilar dos pavimentos superiores.....	135
10.3.5.3 Diagrama unifilar dos pavimentos inferiores.....	136
11 Orçamento	138
12 Revisão da análise de viabilidade	139
13 Conclusões e Recomendações	147
14 Referências bibliográficas.....	148
Anexos	150
Anexo A – Propaganda de outro empreendimento em implantação na região	
Anexo B – Certidão de uso do solo	
Anexo C – Cópia do IPTU do terreno	
Anexo D – Projeto de prefeitura	
Anexo E – Relatório de sondagem	
Anexo F – Diagramas das vigas V1 a V8	
Anexo G – Cargas nas paredes estruturais	
Anexo H – Tabela de dimensionamento do sistema de distribuição de água fria	
Anexo I – Projeto unifilar das instalações elétricas dos pavimentos superiores	
Anexo J – Projeto unifilar das instalações elétricas dos pavimentos inferiores	
Anexo K – Orçamento detalhado	
Anexo L – Cronograma físico-financeiro	
Anexo M – Plantas adicionais	

RESUMO

O trabalho consiste em projetar um edifício residencial multifamiliar de pequeno porte e de padrão médio, em uma situação real, de maneira a projetar um empreendimento economicamente viável e passível de aprovação junto à prefeitura. O projeto será desenvolvido num terreno de 343,5 m² localizado no município de Osasco, pertencente a Região Metropolitana de São Paulo, e o principal desafio é projetar a construção em terreno estreito (e de forma levemente trapezoidal) e íngreme, cuja diferença de cota entre os a frente e os fundos extremos é de um declive de aproximadamente 10 metros.

Palavras-Chave: edifício de pequeno porte; viabilidade, projeto, engenharia civil

ABSTRACT

The work consists of designing a multifamily residential building of small and average standard, in a real situation, in order to design a project economically feasible and subject to approval from the city. The project will be developed in an area of 343.5 square meters located in the city of Osasco in Greater Sao Paulo, the main challenge is to design the construction of narrow terrain (and to a slightly trapezoidal) and steep whose height difference between the front and funds extremes is approximately 10 meters.

Keywords: building small, feasibility, design, civil engineering

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico - Financiamento imobiliário em número de unidades	3
Figura 2: Gráfico - Financiamento imobiliário em valor total.....	4
Figura 3: Mapa da Região Metropolitana de São Paulo	10
Figura 4: Mapa dos bairros de Osasco.....	11
Figura 5: Mapa do bairro Vila Osasco e localização do terreno	12
Figura 6: Cortecentral do terreno.....	16
Figura 7: Modelagem do terreno em 3D	16
Figura 8: Vista pela Rua Cláudio Manoel da Costa	17
Figura 9: Vista pela Viela Miguel Gonçalves	17
Figura 10: Construção existente com saída para a Rua Cláudio Manoel.....	18
Figura 11: Implantação com os limites impostos pelos recuos.....	21
Figura 12: Elevação da edificação, ilustrando os seis pavimentos.....	22
Figura 13: Modulação dos pavimentos inferiores (térreo e subsolos)	23
Figura 14: Modulação dos pavimentos superiores	23
Figura 15: Escadas dos pavimentos inferiores	24
Figura 16: Escadas dos pavimentos superiores	24
Figura 17: Áreas de projeto dos ambientes dos pavimentos inferiores	25
Figura 18: Áreas de projeto dos ambientes dos pavimentos superiores	25
Figura 19: Dimensões dos dormitórios dos apartamentos inferiores.....	26
Figura 20: Dimensões dos dormitórios dos apartamentos superiores.....	26
Figura 21: Sala e cozinha dos apartamentos superiores.....	27
Figura 22: Sala e cozinha dos apartamentos inferiores.....	28
Figura 23: Banheiros das suítes: apartamentos superiores	29
Figura 24: Banheiros das suítes: apartamentos inferiores	29
Figura 25: Banheiro e área de serviço apartamentos superiores	29
Figura 26: Banheiro e área de serviço apartamentos inferiores	30
Figura 27: Área de lazer (planta)	31
Figura 28: Área de lazer (elevação).....	31
Figura 29: Compartimentação vertical por meio de abas	37
Figura 30: Sinalização de extintores	39
Figura 31: Sinalização de Hidrante/Mangotinho	40
Figura 32: Sinalização de saída de emergência.....	40
Figura 33: Representação da fixação e da sinalização de extintores.....	41
Figura 34: Gráfico da análise de mercado.....	45
Figura 35: Ideia inicial de unidades sobrepostas verticalmente escalonadas horizontalmente - Corte - sem escala	48
Figura 36: Implantação da edificação	50
Figura 37: Planta do pavimento térreo.....	50
Figura 38: Planta do 1º subsolo	51
Figura 39: Planta do 2º subsolo	51
Figura 40: Planta do andar tipo dos apartamentos superiores	52
Figura 41: Sugestões de mobília para varandas	53
Figura 42: Perspectiva da varanda mobiliada (rua)	54
Figura 43: Perspectiva varanda mobiliada (viela).....	54
Figura 44: Planta estrutural dos pavimentos superiores.....	56
Figura 45: Planta estrutural dos pavimentos inferiores.....	56
Figura 46: Planta de laje do 1º pavimento superior	57

Figura 47: Planta de laje do 2º pavimentos inferior	57
Figura 48: Planta de laje do estacionamento.....	57
Figura 49: Distribuição das cargas nas lajes armadas bidirecionais	62
Figura 50: Planta das vigas e dos pilares do 1º pavimentosuperior	66
Figura 51: Planta das vigas e dos pilares do 2º pavimentoinferior	67
Figura 52: Planta das vigas do estacionamento	68
Figura 53: Planta de Fundações.....	72
Figura 54: Equipamento de bate-estaca.....	76
Figura 55: Equipamento de execução da estaca em Hélice Contínua	77
Figura 56: Processo de execução da Estaca Strauss	81
Figura 57: Perfil natural do terreno	85
Figura 58: Demolição e limpeza do terreno	86
Figura 59: Escavação da primeira etapa da terraplenagem (região em vermelho)...	86
Figura 60: Execução do primeiro muro de arrimo e reaterro (região em verde).....	87
Figura 61: Execução do segundo muro de arrimo e reaterro final (região em violeta)	87
Figura 62: Organização do canteiro na primeira etapa.....	89
Figura 63: Organização do canteiro na segunda etapa (Pilotis).....	90
Figura 64: Organização do canteiro na segunda etapa (Térreo).....	90
Figura 65: Componentes de um sistema indireto com reservatórios inferior e superior	91
Figura 66: Dimensões da caixa d'água.....	96
Figura 67: Escolha do modelo de bomba	103
Figura 68: Curvas características da bomba 32-250.1	105
Figura 69: Desenho esquemático do sistema de alimentação e barrilete	110
Figura 70: Desenho esquemático do sistema de distribuição dos pavimentos superiores	112
Figura 71: Desenho esquemático do sistema de distribuição dos pavimentos inferiores	113
Figura 72: Componentes de um sistema predial de esgoto	115
Figura 73: Detalhamento do esgoto de um banheiro.....	116
Figura 74: Ligação da tubulação do bloco principal dos pavimentos superiores.....	120
Figura 75: Ligação da tubulação do bloco principal dos pavimentos inferiores.....	121
Figura 76: Ligação da tubulação dos banheiros das suítes.....	122
Figura 77: Sistemas de distribuição.....	132
Figura 78: Comparação entre os indexadores.....	140
Figura 79: Variação acumulada para o índice FIPE (2011 e 2012), para São Paulo	140
Figura 80: Variação anual no índice de inadimplência para o mercado imobiliário.	141
Figura 81: Evolução do saldo da poupança no Brasil.....	142
Figura 82: Crédito imobiliário em relação ao PIB, entre vários países.	142
Figura 83: Gráfico da nova análise de mercado	143

LISTA DE TABELAS

Crescimento anual do PIB brasileiro.....	1
Investimento estrangeiro direto (IED) no Brasil	1
PIB per capita do Brasil	2
Crescimento dos setores da economia e do PIB brasileiro	2
Dados da indústria da construção no Brasil	3
Indicadores socioeconômicos do município de Osasco	14
Índices Urbanísticos exigidos para o empreendimento	20
Dimensões mínimas dos ambientes (Osasco, 1971 e Osasco, 2006)	25
Altura da edificação segundo as definições do Decreto Estadual 58819/2011	32
Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação.....	33
Classificação das edificações quanto à altura	34
Medidas de segurança contra incêndio para edificações do grupo A (residencial), dotadas de área superior a 750 m ² ou altura superior a 12 m.....	34
Medidas de segurança contra incêndio e respectivas Instruções Técnicas	35
Exigências relativas ao acesso de viatura na edificação	35
Pesquisa de mercado	43
Tabela média	46
Fluxo de caixa	46
Lajes Paulista (unidirecionais)	58
Lajes Salema (unidirecionais).....	58
Lajes Guerra (unidirecionais).....	58
Lajes Anhanguera (unidirecionais)	58
Lajes Paulista (bidirecionais)	58
Lajes Salema (bidirecionais).....	58
Lajes	59
Lajes	59
Carregamento das lajes internas	61
Carregamento das lajes da cobertura.....	61
Carregamento das lajes do estacionamento	61
Carga das lajes bidirecionais	62
Cargas das lajes unidirecionais	63
Cargas nas paredes - Pavimentos Superiores	64
Cargas nas paredes - Pavimentos Inferiores.....	64
Cargas máximas nas paredes	65
Cargas nas vigas	68
Dimensionamento dos pilares.....	70
Cargas nas fundações	71
Características das fundações superficiais.....	73
Características das fundações profundas.....	73
Comparação de preço entre as estacas Raiz e Strauss.....	78
Resumo dos critérios de escolha das fundações	78
Valores de C (Décourt e Quaresma, 1978)	82
Estacas moldadas <i>in loco</i> : parâmetros para dimensionamento	82
Dimensionamento	84
Estimativa de consumo predial médio diário	92
Dimensionamento de ligações, hidrômetro e cavalete	93
Dimensionamento do alimentador predial	95
Dimensões dos diversos volumes de caixas d'água	97

Dimensionamento da tubulação de recalque.....	98
Vazão e pesos relativos nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização	105
Cálculo da vazão de projeto de um apartamento	106
Velocidades e vazões máximas (PVC soldável).....	107
Valor da vazão máxima em hidrômetros	109
Resumo do dimensionamento do sistema de alimentação	111
Altura dos pontos	111
Sistema de distribuição dos pavimentos superiores.....	112
Sistema de distribuição dos pavimentos inferiores.....	113
Comprimento das tubulações verticais	114
Unidade de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.....	116
Unidades de Hunter de contribuição para ramal de esgoto.....	118
Dimensionamento dos tubos de queda	118
Dimensionamento dos subcoletores e do coletor predial	119
Dimensionamento do bloco principal dos pavimentos superiores	119
Dimensionamento do bloco principal dos pavimentos inferiores.....	121
Dimensionamento dos banheiros das suítes	123
Dimensionamento dos tubos de queda e de ventilação do “shaft” da frente.....	123
Dimensionamento dos tubos de queda e de ventilação do “shaft” dos fundos	124
Dimensionamento dos tubos de queda	124
Determinação das potências da iluminação dos pavimentos superiores	128
Determinação das potências das tomadas dos pavimentos superiores.....	128
Determinação das potências da iluminação dos pavimentos inferiores	129
Determinação das potências das tomadas dos pavimentos inferiores.....	130
Determinação das potências nas áreas comuns do edifício.....	131
Potência ativa dos apartamentos.....	131
Potência ativa das áreas comuns	131
Lista de símbolos utilizados no projeto de instalações elétricas.....	133
Divisão dos circuitos dos pavimentos superiores	135
Divisão dos circuitos dos pavimentos superiores	135
Dimensionamento dos disjuntores dos pavimentos superiores.....	136
Divisão dos circuitos dos pavimentos inferiores	136
Divisão dos circuitos dos pavimentos superiores	137
Dimensionamento dos disjuntores dos pavimentos inferiores.....	137
Construção em 12 meses e venda em 6 meses.....	144
Construção em 18 meses e venda em 9 meses.....	145

LISTA DE SIMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DUS – Departamento de Controle do Uso do Solo

EP – Escada Enclausurada Protegida

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITCB – Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros

NE – Escada Não Enclausurada ou Escada Comum

PIB – Produto Interno Bruto

SEADE – Sistema Estadual de Análise de Dados (faz parte da Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Regional do Governo do Estado de São Paulo)

SEH DU – Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano do Município de Osasco

TIR – Taxa Interna de Retorno

TRRF – Tempo Requerido de Resistência ao Fogo

TUE – Tomada de Uso Específico

TUG – Tomada de Uso Geral

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o mercado mundial viu-se diante de uma grave crise financeira na Europa que logo se espalhou para o resto do mundo. Com isso, o mundo voltou seus olhos para um grupo de países denominado BRIC: Brasil, Rússia, Índia e China. Países estes, que mesmo em meio à crise mundial, conseguiram índices de crescimento econômicos bastante elevados. Dentre eles, apesar de não ter apresentado as melhores taxas de crescimento, o Brasil mostrou um grande potencial econômico, recebendo uma alta quantidade de investimentos estrangeiros, que ajudaram a aquecer ainda mais a economia do país. Na Tabela 1 pode-se visualizar melhor este crescimento vivido pelo país nos últimos anos, enquanto na Tabela 2 constata-se o aumento do investimento estrangeiro direto no país nos últimos anos.

Tabela 1: Crescimento anual do PIB brasileiro

Ano	Crescimento (%)
2006	4,0
2007	6,1
2008	5,2
2009	-0,6
2010	7,5

Fonte: Banco Mundial

Tabela 2: Investimento estrangeiro direto (IED) no Brasil

Ano	Crescimento (%)
2006	4,0
2007	6,1
2008	5,2
2009	-0,6
2010	7,5

Fonte: Banco Central do Brasil

Em meio a este cenário econômico favorável, o Brasil viu a ascensão da classe média, também conhecida como classe C. Favorecida pelo aquecimento da economia, incentivos fiscais do governo para alguns setores e aumento da oferta de crédito, a classe média brasileira viu o seu poder de compra aumentar e foi às

compras. Desta forma, muitos dos sonhos de consumo do brasileiro agora se tornavam realidade: eletrodomésticos (geladeira, fogão, máquina de lavar roupa), o primeiro carro zero quilômetro, aparelhos eletrônicos (televisão, aparelho de som, micro computador, notebook, celular), e até mesmo a tão sonhada casa própria. Na Tabela 3 pode-se visualizar o aumento do produto interno bruto per capita brasileiro.

Tabela 3: PIB per capita do Brasil

Ano	PIB per capita (US\$)
2005	3.960,00
2006	4.800,00
2007	6.110,00
2008	7.480,00
2009	8.090,00
2010	9.390,00

Fonte: Banco Mundial

E impulsionado pelo bom momento econômico vivido pelo país, o aumento dos investimentos estrangeiros, a oferta de crédito e a redução da taxa de juros, o setor da construção civil brasileira cresceu acima da média nacional nestes últimos anos. Na Tabela 4, pode-se ver o crescimento do setor em comparação aos demais setores da economia e o PIB nacional, e, na Tabela 5, verificam-se alguns dados da indústria da construção no Brasil.

Tabela 4: Crescimento dos setores da economia e do PIB brasileiro

Ano	Taxa de variação (%)				
	Indústria	Construção Civil	Agropecuária	Serviços	PIB
2005	2,1	1,8	0,3	3,7	3,2
2006	2,2	4,7	4,8	4,2	4,0
2007	5,3	4,9	4,8	6,1	6,1
2008	4,1	7,9	6,3	4,9	5,2
2009	-5,6	-0,7	-3,1	2,1	-0,3
2010	10,4	11,6	6,3	5,5	7,5
2011	1,6	3,6	3,9	2,7	2,7

Fonte: IBGE

Tabela 5: Dados da indústria da construção no Brasil

Ano	Número de empresas ativas (em milhares)	Pessoal empregado (em milhares)	Valor das incorporações, obras e/ou serviços (milhões de reais)	Receita operacional líquida (milhões de reais)
2007	53	1.576	130.093	124.455
2008	57	1.806	163.109	154.597
2009	64	2.044	196.852	186.286
2010	79	2.479	258.797	245.157

Fonte: IBGE

Com todos esses elementos favoráveis ao seu crescimento, dentro do setor da construção civil, um dos subsetores que mais cresceu foi o de construção residencial. Nos gráficos mostrados pelas Figura 1 e Figura 2 é possível observar este crescimento ocorrido graças aos motivos citados anteriormente.

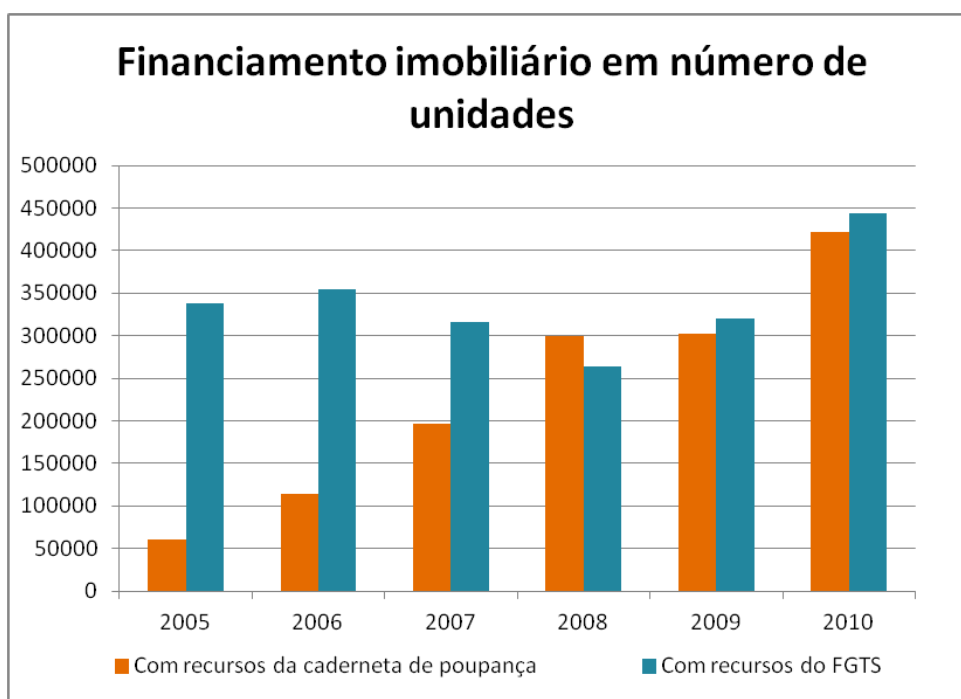


Figura 1: Gráfico - Financiamento imobiliário em número de unidades

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

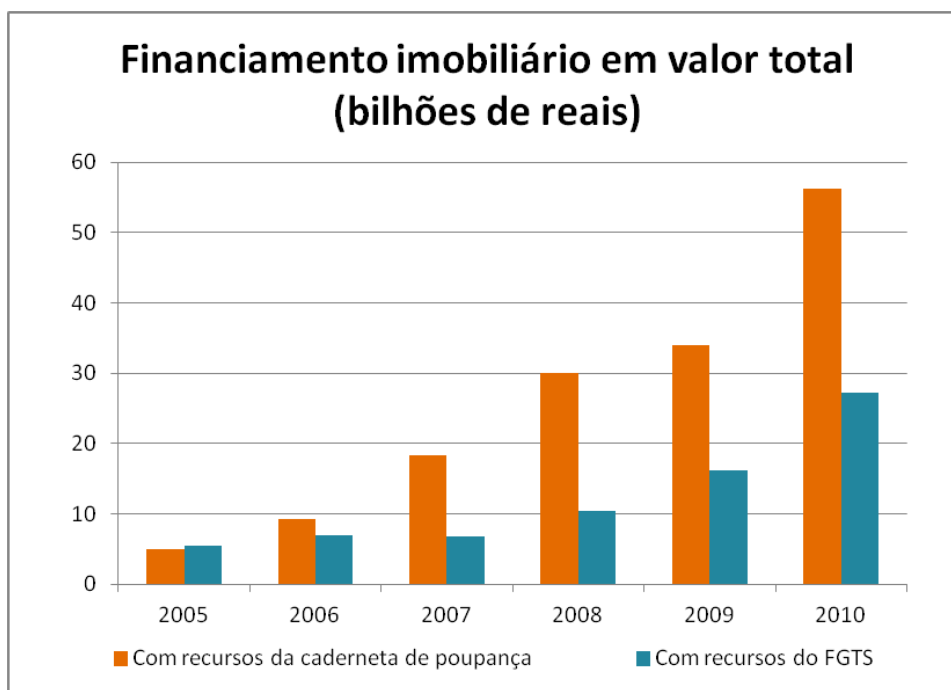


Figura 2: Gráfico - Financiamento imobiliário em valor total

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)

Motivados por todos esses indicadores positivos, o grupo de alunos em questão decidiu desenvolver um trabalho de formatura baseado no ramo da construção imobiliária, tendo como ênfase o empreendedorismo de edifícios residenciais. O foco dos empreendimentos será a classe média, pois esta vem crescendo anualmente devido à ascensão social de pessoas da classe baixa. Esta nova classe média anseia por moradias de qualidade, bem localizada e, principalmente, com valores acessíveis, o que fez aumentar um mercado até então pouco explorado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho de conclusão de graduação tem por objetivo principal o desenvolvimento do projeto de um edifício residencial de pequeno porte destinado à classe média, vindo a percorrer as etapas iniciais de projeto (necessidades do usuário, estudo de viabilidade, concepção estrutural) até a fase do projeto pré-executivo.

Inicialmente, realizou-se a escolha do terreno no qual o edifício será construído e, a partir deste, efetuou-se um estudo econômico prévio para verificar a viabilidade do negócio, uma vez que não se justifica projetar um empreendimento se o mesmo não possuir rentabilidade comprovada que o sustente como negócio privado.

Com a viabilidade do empreendimento confirmada, iniciou-se a elaboração do projeto do edifício. Foram avaliadas todas as possibilidades de solução em cada sistema analisado e posteriormente elaborados projetos todas as partes do edifício: a concepção arquitetônica, as fundações, o método construtivo, os sistemas prediais e a organização do canteiro de obra.

2.2 Objetivos Específicos

Estudou-se o terreno escolhido e, a partir dele, definiu-se a arquitetura do edifício a ser construído, levando em consideração as restrições construtivas impostas pela legislação vigente, bem como as necessidades do público alvo e o entorno do terreno. Após esta etapa foi escolhido o método construtivo (alvenaria estrutural), o qual considerou o tempo de construção, racionalidade construtiva, disponibilidade de mão de obra e matéria prima na região, e custos.

Realizou-se um estudo do solo do terreno (sondagem e levantamento topográfico) para efetuar os movimentos de terra e a escolha das fundações. Com isso definido, passou-se para os projetos mais detalhados do edifício, como os projetos pré-executivos, a escolha de materiais de acabamento (revestimento de pisos e paredes, esquadrias, louças e metais etc.), e os projetos dos sistemas prediais (hidráulica e elétrica).

Por fim, na última etapa do projeto realizou-se um orçamento detalhado do empreendimento, com o intuito de averiguar o real custo de construção do mesmo, e confirmar a viabilidade do empreendimento.

3 JUSTIFICATIVA

O aquecimento da construção civil como um todo, em particular no mercado da construção residencial, e a constatação da falta de boas práticas em projeto nas construções de pequeno porte revela um potencial nicho de mercado, que explora execuções mais eficientes e que são alternativas à construção em massa dos grandes empreendedores. O interesse se torna ainda maior quando existe a possibilidade real em se trabalhar neste mercado, tanto com a elaboração de projetos e a execução de obras quanto também como investidor, uma vez que os valores movimentados possibilitam a entrada de jovens empreendedores, quando comparados à construção de grande porte em uma cidade como São Paulo, por exemplo.

Verifica-se, na área da construção de pequeno porte, uma carência de estudos básicos de viabilidade econômica, considerando os gastos ao longo do tempo de projeto, construção e venda das unidades, para a contabilização do lucro real do empreendimento. Além disso, é um setor da construção civil o qual ainda não se utiliza, às vezes, de diversas técnicas que proporcionam maior economia nas construções (alvenaria estrutural, revestimento de gesso em ambientes não molháveis, utilização de revestimento monocapa nas fachadas, entre outras técnicas). Estes fatores, em conjunto, acabam por reduzir o lucro destes empreendimentos, fato este encoberto pelas grandes margens de lucro praticadas na especulação imobiliária de empreendimentos de pequeno porte.

Então, existe uma grande possibilidade de, através do emprego de técnicas simples de análise de mercado, estudo de viabilidade considerando os gastos no tempo e boas práticas de projeto, de aumentar os ganhos provenientes do mercado da construção de pequeno porte.

Estas ideias serão desenvolvidas por meio de uma análise de mercado, com a definição do produto a ser oferecido; um estudo de viabilidade com os gastos ao longo do tempo para o cálculo correto do retorno do investimento e a realização de um projeto utilizando-se das boas práticas da engenharia civil, aplicados a um caso real, em um terreno localizado na cidade Osasco.

Foram disponibilizados, pelo proprietário do terreno, dados provenientes de levantamento topográfico e ensaios de sondagem. Também foi realizada uma extensa revisão bibliográfica e visitas a prefeitura com o intuito de fazer com que o

empreendimento projetado fosse aprovado junto aos órgãos competentes (Prefeitura Municipal e Corpo de Bombeiros).

A intenção é fornecer aos alunos envolvidos uma experiência real de projeto não vivenciada durante as disciplinas regulares do curso, vindo a proporcionar a integração das diversas áreas da engenharia, que na Escola Politécnica é dividida em departamentos. No caso, este projeto proporcionou a interdisciplinaridade entre os departamentos de Construção Civil (PCC), Estruturas e Geotécnica (PEF), e Hidráulica e Ambiental (PHA).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O Município de Osasco

4.1.1 Características da cidade e localização geográfica

Localizada a oeste da Região Metropolitana de São Paulo, Osasco ocupa uma área de 64,94 km² e os dados recentes apontam uma população de aproximadamente 670.000 habitantes, isto corresponde a uma densidade demográfica de 10.300 hab/km² e faz com que a cidade ocupe a 5ª posição entre as mais populosas do Estado de São Paulo.

Conhecida como “Cidade-Trabalho”, Osasco possui uma economia impulsionada pelo comércio (varejista e atacadista), pelo setor de serviços e pela indústria, que em 2009 fizeram com que o município registrasse um PIB de R\$ 31,6 bilhões. Há de se ressaltar que grande parte desta movimentação econômica, deve-se ao fato do município sediar as matrizes do Banco Bradesco, da emissora de televisão SBT, do site de compras virtuais Submarino e do Jornal Diário de São Paulo, além de possuir centros de distribuição do Ponto Frio, da Coca-Cola e do McDonalds.

Não é por um acaso que estas empresas optaram por se fixarem em Osasco, pois a cidade possui localização privilegiada e tem facilidades para a logística da distribuição de produtos. Ela está próxima a capital paulista e tem fácil acesso as marginais dos rios Tietê e Pinheiros, além disso, a cidade é cortada por três importantes rodovias do estado (Castelo Branco, Raposo Tavares e Anhanguera) e pelo complexo viário Rodoanel Mário Covas, que após sua total conclusão interligará as dez principais rodovias que saem da metrópole.

Entretanto os benefícios no transporte não se restringem apenas a modalidade rodoviária, deve-se destacar que a cidade possui cinco estações de trem, sendo que três (Comandante Sampaio, Quitaúna e General Miguel Costa) pertencem exclusivamente a “Linha 8 – Diamante” e duas (Presidente Altino, Osasco) fazem a integração entre as linhas “8 – Diamante” e “9 – Esmeralda”.

As perspectivas para o futuro mostram que o transporte na cidade pode melhorar ainda mais, pois o projeto de revitalização das ferrovias e o projeto de navegabilidade do Rio Tietê poderão instituir novas rotas para o transporte de carga

e até mesmo criar terminais intermodais de transporte rodo-ferro-fluvial, o que facilitaria o escoamento de cargas.

No âmbito da educação, deve-se destacar a presença de um campus da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), a existência de diversas faculdades e universidades particulares, a Escola Técnica Estadual (ETEC) e as unidades do SENAI e do SENAC. Também é relevante lembrar que a proximidade de Osasco com a região oeste do município de São Paulo possibilita o acesso de osasquenses a instituições de ensino da capital, vindo a merecer destaque a proximidade de Osasco com a Cidade Universitária da USP (em linha reta são aproximadamente 8 km do centro de Osasco até a Praça da Reitoria).

A seguir, mostra-se uma sequência de mapas que traz a localização geográfica do município de Osasco e a do bairro Vila Osasco, local onde está o terreno que será objeto deste trabalho.



Figura 3: Mapa da Região Metropolitana de São Paulo

Fonte: Governo do Estado de São Paulo



Figura 4: Mapa dos bairros de Osasco

Fonte: Câmara Municipal de Osasco

4.1.2 História do município

Apresenta-se a seguir um breve histórico do município de Osasco extraído do site da Prefeitura Municipal, cuja fonte é o “Museu Municipal de Osasco Dimitri Sensaud De Lavaud”.

“Na região onde hoje se situa Osasco e em seus arredores existiam vários sítios e chácaras. Próximo às margens do Tietê, no século XIX, havia uma aldeia de pescadores e grandes fazendas. Uma delas foi vendida ao italiano Antonio Agu, um imigrante com quem começa a nossa história.

Antonio Agu foi proprietário de vários negócios e terras na região. Em 1887 comprou uma gleba de terra no Km 16 da Estrada de Ferro Sorocabana. Por volta de 1890, resolveu ampliar sua olaria e convidou para sócio o Barão Dimitri Sensaud De Lavaud. A pequena fábrica, que produzia tijolos e telhas, passou a fazer também tubos e cerâmicas, dando origem à primeira indústria da cidade, a Companhia Cerâmica Industrial de Vila Osasco.

Após outras iniciativas, em 1895, Agu construiu a Estação Ferroviária, erguendo várias casas nos arredores para abrigar os operários que chegavam para atuar na obra.

Os dirigentes da Estrada de Ferro quiseram batizar a estação com o nome do principal empreendedor da região, mas Antonio Agu pediu que a homenagem não fosse dada a ele e sim à sua cidade natal na Itália: Osasco.

Daí por diante Osasco, como a região passou a ser conhecida, não parava de crescer, muitas pessoas conhecidas do comércio e diversas indústrias importantes se instalaram por aqui. Para operar as máquinas dessas indústrias foram contratados imigrantes. Essa mão de obra começou a formar a população do local e deu origem a seu povo.

Osasco cresceu, tanto em população quanto comercialmente, tornando-se desenvolvida. Em 1952 surgiram as primeiras manifestações pela emancipação, para tornar cidade o então sub-distrito de São Paulo.

O movimento emancipacionista sofreu muitas contraposições e empecilhos, mas finalmente após um plebiscito conturbado, em 19 de fevereiro de 1962, Osasco obteve sua emancipação político-administrativa e tornou-se município.”

4.1.3 Indicadores socioeconômicos

Tabela 6: Indicadores socioeconômicos do município de Osasco

Território e população	Valores	Ano
Área	64,94	2012
População	668.128	2011
Densidade Demográfica (Habitantes/km²)	10.288,39	2011
Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População – 2000/2010 (Em % a.a.)	0,23	2010
Grau de Urbanização (Em %)	100,00	2010
Estatísticas Vitais e Saúde	Valores	Ano
Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)	15,95	2010
Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)	12,13	2010
Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)	14,20	2010
Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	139,02	2010
Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	3.836,88	2010
Condições de Vida	Valores	Ano
Índice de Desenvolvimento Humano – IDH	0,818	2000
Renda per Capita (Em salários mínimos)	2,59	2000
Domicílios com Renda per Capita até 1/4 do Salário Mínimo (Em %)	5,23	2000
Domicílios com Renda per Capita até 1/2 do Salário Mínimo (Em %)	10,47	2000
Infraestrutura urbana	Valores	Ano
Coleta de Lixo – Nível de Atendimento (Em %)	98,83	2000
Abastecimento de Água – Nível de Atendimento (Em %)	98,56	2000
Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento (Em %)	70,70	2000
Educação	Valores	Ano
Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais (Em %)	5,77	2000
Média de Anos de Estudos da População de 15 a 64 Anos	7,66	2000
População de 25 Anos e Mais com Menos de 8 Anos de Estudo (Em %)	53,98	2000
População de 18 a 24 Anos com Ensino Médio Completo (Em %)	41,96	2000
Emprego e rendimento	Valores	Ano
Participação dos Vínculos Empregatícios na Indústria no Total de Vínculos (Em %)	19,40	2010
Participação dos Vínculos Empregatícios na Construção Civil no Total de Vínculos (Em %)	3,39	2010
Participação dos Vínculos Empregatícios no Comércio no Total de Vínculos (Em %)	25,02	2010
Participação dos Vínculos Empregatícios nos Serviços no Total de Vínculos (Em %)	52,17	2010
Rendimento Médio no Total de Vínculos Empregatícios (Em reais correntes)	1.836,02	2010
Economia	Valores	Ano
PIB (Em milhões de reais correntes)	31.616,45	2009
Participação no PIB do Estado (Em %)	2,915696	2009
Participação da Indústria no Total do Valor Adicionado (Em %)	10,43	2009
Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado (Em %)	89,57	2009

Fonte: Fundação SEADE

4.2 O terreno

4.2.1 Dados oficiais

Endereço: Rua Cláudio Manoel da Costa, 288

Bairro: Vila Osasco

Município: Osasco

Estado: São Paulo

CEP: 06080-060

Área: 343,50 m²

Cota da frente (Rua Cláudio Manoel da Costa): 99,852 m

Cota dos fundos (Vila Miguel Gonçalves): 89,958 m

4.2.2 Características físicas

O terreno escolhido pelo grupo pertence à família de um dos integrantes do grupo e foi adquirido na intenção de construir um ou dois sobrados unifamiliares, para posteriormente ser(em) comercializado(s), esta ideia foi abandonada após a realização do estudo de viabilidade econômica (que será mostrado no item 5.2) e verificado que o custo da obra proporcionaria resultados econômicos bem acima dos praticados na região.

Localizado entre a Rua Cláudio Manoel da Costa e a viela Miguel Gonçalves, o terreno possui formato trapezoidal tendo 11,991 m de comprimento na frente e 9,886 m de comprimento no fundo. Com relação à declividade, ele possui um desnível bastante acentuado, com uma diferença de quase 10,00 m da cota mais alta para a mais baixa, resultando em uma declividade de, aproximadamente, 30%. A Figura 6 mostra o corte central do terreno e a Figura 7 mostra um modelo 3D. As figuras foram feitas com o auxílio do software "Revit", o qual apresenta a funcionalidade de apresentar um modelo digital do terreno a partir das cotas levantadas no levantamento topográfico.

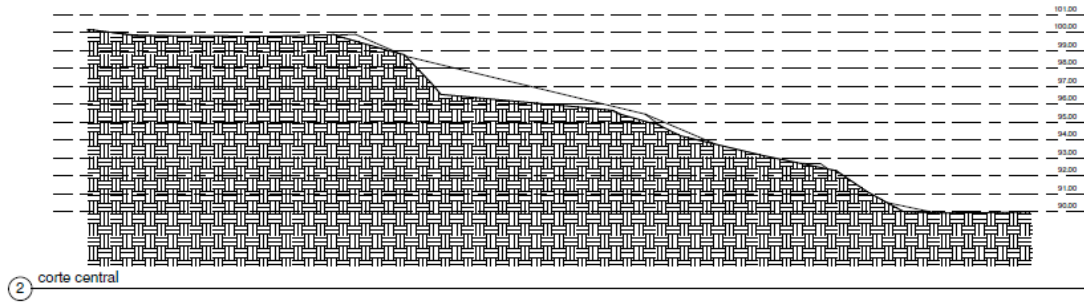


Figura 6: Cortecentral do terreno

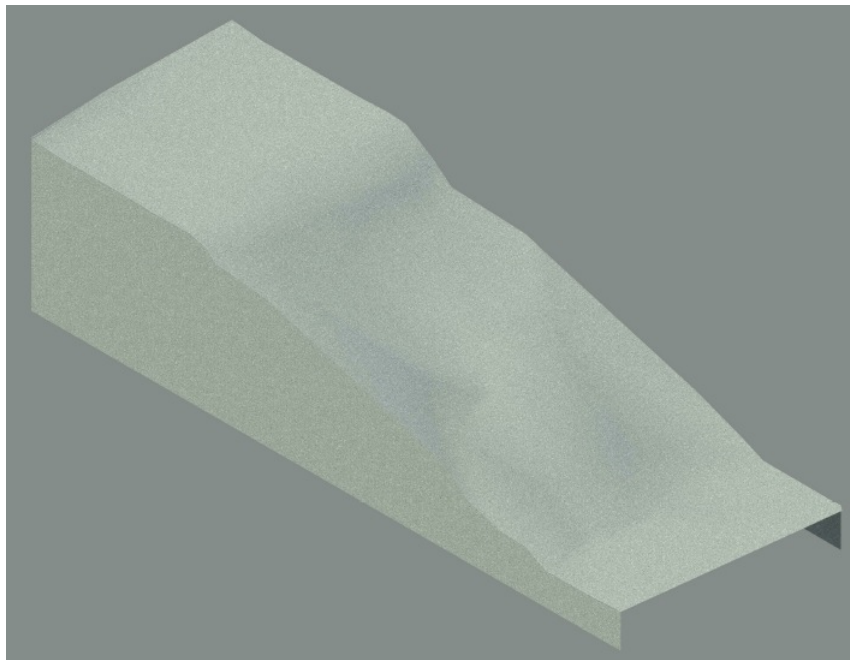


Figura 7: Modelagem do terreno em 3D

Uma visita foi realizada pelos integrantes do grupo no dia vinte e um de maio de dois mil e doze com o intuito de conhecer melhor o terreno escolhido e verificar o seu entorno. Nesta visita foram registradas algumas fotos, que podem ser visualizadas a seguir:



Figura 8: Vista pela Rua Cláudio Manoel da Costa



Figura 9: Vista pela Viela Miguel Gonçalves



Figura 10: Construção existente com saída para a Rua Cláudio Manoel

Como pode ser constatado nas fotos, o terreno possui duas construções (uma com acesso a Rua Cláudio e outra com acesso a viela Miguel), ambas se encontram em situações precárias e serão demolidas para serem substituídas pelo projeto apresentado neste trabalho.

4.3 O projeto

A aprovação do projeto da edificação proposta é obtida por meio do atendimento de um conjunto de normas jurídicas específicas, nos âmbitos municipal, estadual e federal. No âmbito municipal, a edificação deve seguir as legislações municipais referentes ao zoneamento e ao código de obras. Na esfera estadual, o projeto deve seguir as recomendações do corpo de bombeiros, regidas através do decreto estadual 56.819/2011 e das normas técnicas do corpo de bombeiros do estado de São Paulo. Na esfera federal, o presente projeto deve atender às exigências do Decreto Federal 5296/2004, o qual impõe exigências sobre acessibilidade nas edificações.

Nos itens a seguir, realizar-se-á uma revisão bibliográfica deste conjunto de normas jurídicas para a correta confecção do projeto em questão, com a finalidade de garantir sua posterior aprovação junto a Prefeitura Municipal de Osasco. O projeto foi desenvolvido em paralelo com a revisão bibliográfica da legislação

pertinente, respeitando as exigências da mesma e tendo como partido a criação de ambientes nos apartamentos mais generosos do que os praticados pelas grandes construtoras na região. Tal escolha foi feita com a finalidade de aumentar a atratividade dos apartamentos, como uma medida de compensação pela falta de elevadores. No anexo A, consta uma das plantas de apartamento de um grande lançamento na região, a qual foi utilizada como base para a comparação das dimensões dos ambientes dos apartamentos. Durante a pesquisa bibliográfica e a confecção do projeto, foram realizadas diversas visitas ao Departamento de Controle e Uso do Solo do Município de Osasco, onde as dúvidas em relação à interpretação da legislação foram atendidas por um engenheiro da prefeitura, cuja função é auxiliar construtores e projetistas para uma aprovação mais rápida de suas obras, reduzindo o número de “Comunique-se’s”.

4.3.1 Zoneamento

As edificações a serem construídas devem seguir o zoneamento do município no qual se encontra o empreendimento. No caso, foi necessário tomar conhecimento do zoneamento do município de Osasco. Para tal, foi obtida no órgão competente (o DUS – Departamento de Controle do Uso do Solo, pertencente à SEH DU – Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano do Município de Osasco) a certidão de Uso do Solo (presente no anexo B), utilizando-se de uma cópia do IPTU do terreno (anexo C).

Na certidão de uso do solo obtida, consta a classificação do zoneamento do terreno em questão, as categorias de uso permitidas para a zona a qual pertence o imóvel e os índices urbanísticos a serem aplicados no terreno. Algumas informações (como consta na própria certidão) devem ser verificadas de modo mais específico no conjunto das leis de zoneamento da cidade. As informações para o terreno em estudo obtidas na certidão de uso do solo e na legislação do zoneamento municipal (OSASCO, 1978) encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7: Índices Urbanísticos exigidos para o empreendimento

Zoneamento	ZR3/02 – Zona de Uso Predominantemente Residencial, de Média a Alta densidade Demográfica.
Categoria de Uso do Empreendimento	R.2.2 – Residencial Multifamiliar, com Habitações Agrupadas Verticalmente
Recuo Frontal	5 m
Recuos Laterais	$\frac{H}{6} - 3 \geq 3 \text{ m}$
Recuo dos Fundos	Igual ao recuo lateral
Área Mínima	250 m ²
Taxa de Ocupação	0,5
Índice de Aproveitamento	2,0
Área de Lazer	Mínimo de 6 m ² / unidade habitacional (Osasco, 1988)

Fórmula dos recuos laterais (OSASCO, 1988)

Equação 1
$$\frac{H}{6} - 3 \geq 3 \text{ m}$$

Onde: H = Altura da Edificação, sendo esta a distância medida entre o nível do piso do pavimento térreo e a cobertura da edificação (OSASCO, 1988).

A Taxa de Ocupação é a razão entre a área da projeção da edificação em planta e a área do terreno; por sua vez, o Índice de Aproveitamento é definido como a razão entre a área total construída computável e a área do terreno. Devido ao limite de altura da edificação para a não obrigatoriedade do uso de elevador e a dimensão dos recuos em comparação ao tamanho do terreno, estes índices urbanísticos foram respeitados com razoável folga.

O zoneamento do lote defini algumas dimensões da edificação, como a sua frente e seus comprimentos máximos, regidos pelos recuos mínimos obrigatórios. Devido ao tamanho reduzido do terreno e à sua forma trapezoidal, a edificação deverá ser projetada com as dimensões no limite dos recuos exigidos pela legislação, de modo a aproveitar ao máximo o terreno. A altura máxima será limitada, como exposto na seção seguinte, pela altura máxima da edificação sem que haja obrigatoriedade de uso de elevador (valor este obtido no código de obras

de Osasco). A Figura 11 ilustra as restrições da implantação da edificação devido aos recuos exigidos no zoneamento municipal.

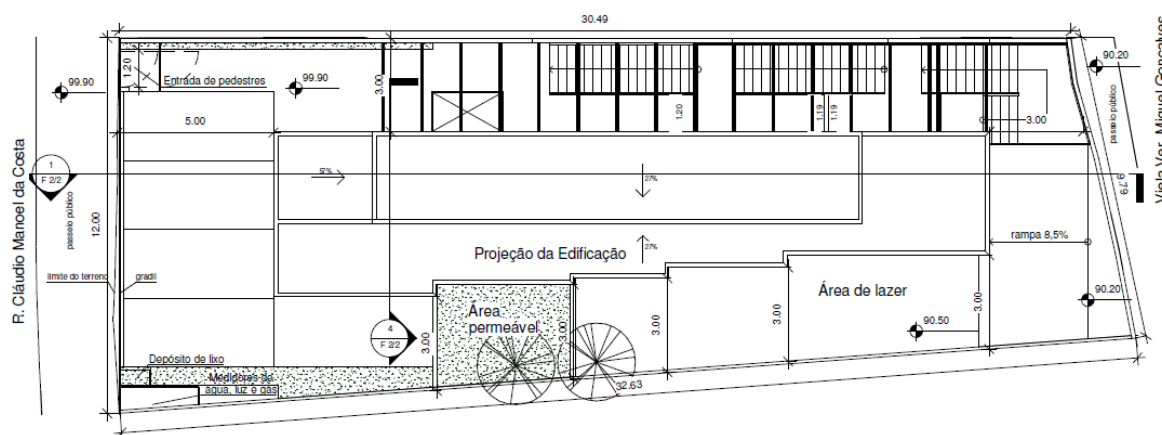


Figura 11: Implantação com os limites impostos pelos recuos

4.3.2 Código de obras

Na esfera municipal, além de atender às legislações de zoneamento, a edificação deve atender também às restrições e recomendações do código de obras. O código de obras de Osasco é regido pela Lei Municipal 1025/1971, e por suas devidas alterações ratificadas na Lei Complementar Municipal 150/2006 e pelo Decreto Municipal 9756/2007. O projeto para aprovação junto à prefeitura encontra-se no anexo D.

A principal limitação de dimensão da edificação é a altura máxima para a qual não há a obrigatoriedade do uso de elevadores. No caso, a altura máxima para a edificação proposta é de 10 m, onde a altura é definida como sendo a distância medida entre a soleira do pavimento térreo ao piso do último pavimento, considerando que o térreo pode ter cota +1 m ou -1 m em relação ao nível da rua da frente do lote (OSASCO, 1971). Esta informação, somada aos índices urbanísticos do terreno determinam o número de pavimentos da edificação. Como o terreno apresenta um grande desnível (cerca de 10 m entre a frente e os fundos), o mesmo será aproveitado para a implantação de pavimentos acima do nível da rua principal e abaixo do térreo. Assim sendo, o nível mais baixo do terreno será utilizado como uma área de lazer e poderão ser implantados seis pavimentos, conforme a disposição mostrada na Figura 12.



Figura 12: Elevação da edificação, ilustrando os seis pavimentos

O passo seguinte é o conhecimento das exigências do código de obras as quais modelaram o tamanho dos apartamentos, a disposição e o tamanho de seus ambientes, além das exigências referentes à circulação vertical (no caso, a circulação vertical será atendida por escadas). Como pode ser observado na Figura 13 e Figura 14, o grande declive do terreno tornou necessária a adoção de duas plantas distintas, sendo que a planta dos dois apartamentos dos subsolos e o térreo serão um pouco menores do que a dos três apartamentos dos pisos superiores.

Adotou-se como sistema construtivo a alvenaria estrutural, pois este método racionalizado é adequado para construções de pequeno porte, não exige equipamentos nem mão de obra especializada diferentes das disponíveis no mercado, tem ampla variedade de fornecedores, e há uma vontade do grupo de se aprofundar no conhecimento desse processo construtivo.

Todo o projeto foi feito com uma modulação de 20 cm, utilizando-se do meio bloco de 20 cm e do bloco inteiro de 40 cm. A modulação das medidas da edificação pode ser vista na Figura 13 e Figura 14.

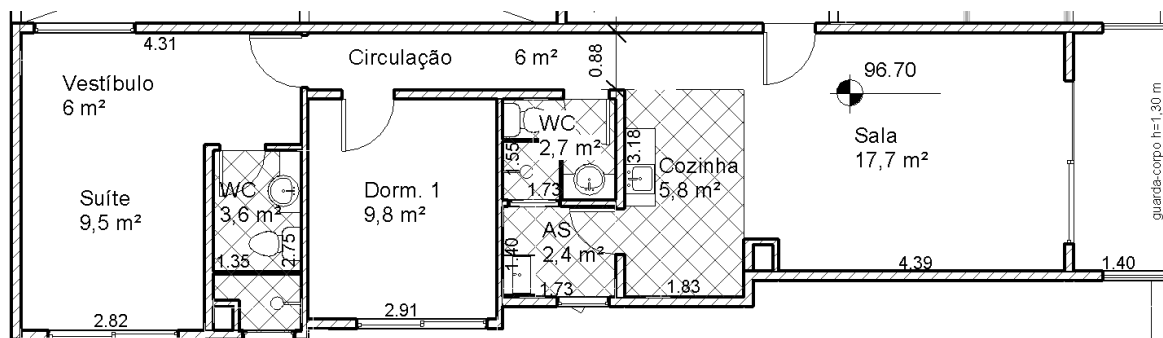


Figura 13: Modulação dos pavimentos inferiores (térreo e subsolos)

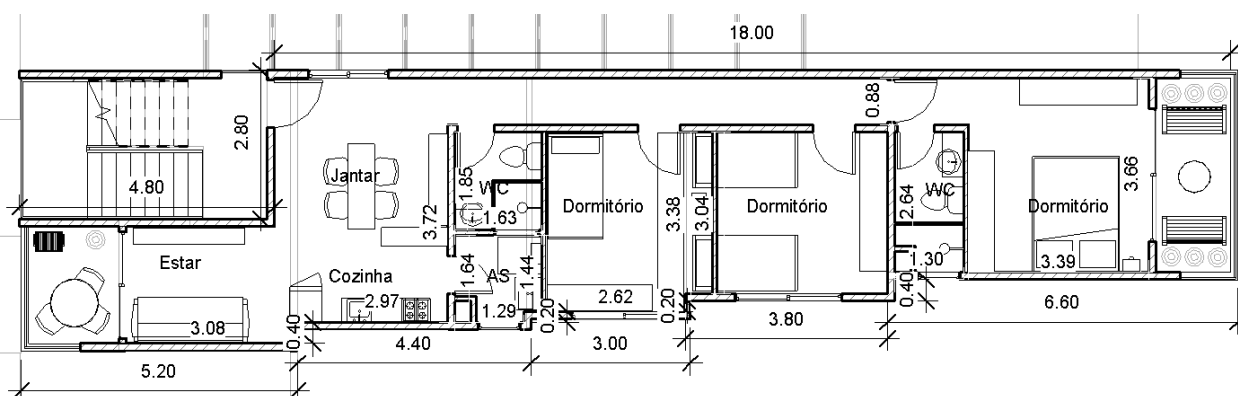


Figura 14: Modulação dos pavimentos superiores

Devido às características do terreno, a melhor forma encontrada para a circulação foi o uso de duas escadas independentes, uma para os pavimentos superiores e outra para os pavimentos inferiores. Tal configuração de escada também se mostrou adequada em relação às exigências do Corpo de Bombeiros de São Paulo, pois uma escada acima de 12 m necessita ser enclausurada protegida (EP), o que exigiria um espaço muito grande para colocação de sistemas de ventilação da escada, reduzindo a área disponível para as unidades e encarecendo a construção da edificação. A escada dos pavimentos superiores é interna ao edifício, ao passo que a escada que dá acesso aos pavimentos inferiores é externa, construída no recuo lateral (fato o qual contribuiu para não desperdiçar área construída dos apartamentos).

As escadas devem seguir as larguras mínimas preconizadas de 1,20 m para a escada interna e 1,50 m para a escada externa de acesso aos pavimentos inferiores (OSASCO, 1971). Vale ressaltar que tais medidas mínimas são larguras mínimas úteis, ou seja, de acordo com o código de obras municipal, não é a largura dos degraus das escadas, mas é a distância “*medida entre as faces internas dos*

corrimões ou das paredes que as limitam lateralmente". A Figura 15 e a Figura 16 ilustram o detalhe das escadas com suas respectivas larguras úteis.

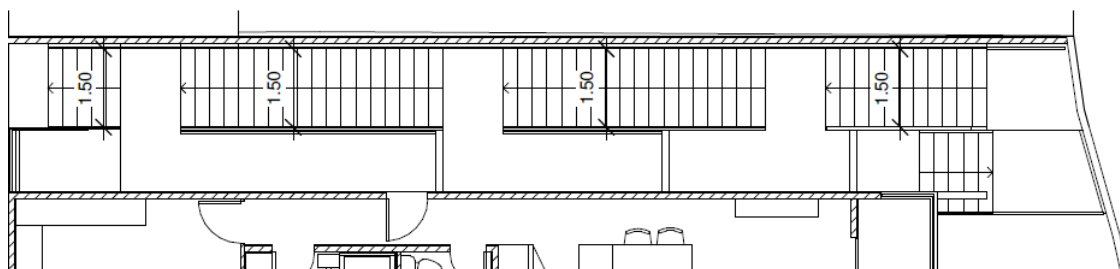


Figura 15: Escadas dos pavimentos inferiores

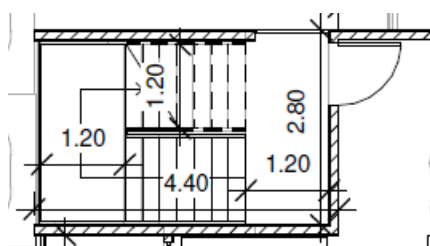


Figura 16: Escadas dos pavimentos superiores

As dimensões mínimas dos ambientes foram pesquisadas no código de obras de Osasco (Cap. VII – “Das edificações, da classificação e da forma de dimensionamento de seus compartimentos” (OSASCO, 1971)). Importante ressaltar a redução das dimensões mínimas exigidas pelo município, as quais se encontram na Lei Complementar Municipal 150/2006. Do código de obras original, datado de 1971, os cômodos tiveram suas dimensões mínimas sensivelmente reduzidas, demonstrando a tendência de aumento da densidade populacional nos centros urbanos, em especial na Grande São Paulo, e a prática das construtoras em se utilizar das medidas mínimas dos ambientes mesmo em imóveis de padrão médio. Na Tabela 1 constam as dimensões e áreas mínimas dos ambientes para um edifício de apartamentos, sendo feito uma comparação entre as dimensões do código de obras de 1971 e as alterações da Lei Complementar 150/2006, para ilustrar a redução dos ambientes. Há de se ressaltar que, no caso da alteração das dimensões mínimas, valem aquelas presentes na norma jurídica mais recente.

Tabela 8: Dimensões mínimas dos ambientes (Osasco, 1971 e Osasco, 2006)

Ambiente	Medida	Dimensões Mínimas	
		1971	2006
Corredor	Largura (m)	0,80	-
Sala	Área (m ²)	12,0	7,5
	Pé-direito (m)	2,5	-
Dormitórios	Área (m ²)	10,0 (8,0)	8,0 (7,0)
	Diâmetro do Círculo Inscrito (m)	2,50	-
	Pé-direito (m)	2,70	-
Cozinha	Área (m ²)	6,0	3,5
	Diâmetro do Círculo Inscrito (m)	2,0	1,5
	Pé-direito (m)	2,50	-
Banheiros	Área (m ²)	3,0	2,5
	Largura (m)	1,50	1,00
	Menor Dimensão do Boxe (m)	0,90	-
	Pé-direito (m)	2,50	-

Na Figura 17 e na Figura 18 estão representadas as áreas de projeto dos diversos ambientes internos dos dois tipos de apartamentos elaborados.

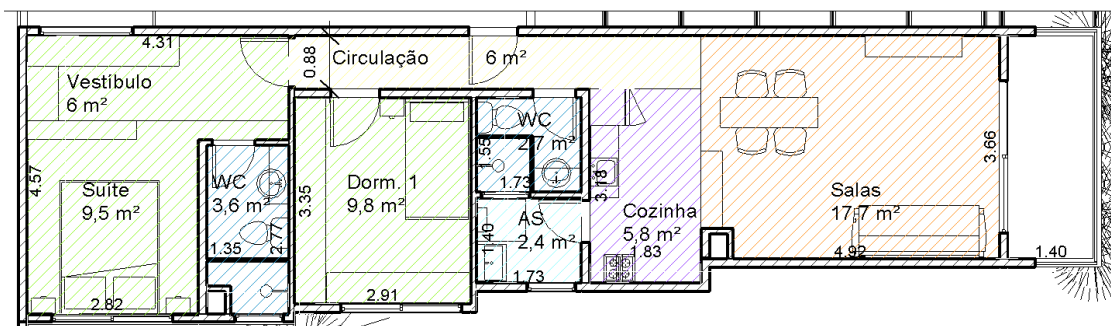


Figura 17: Áreas de projeto dos ambientes dos pavimentos inferiores

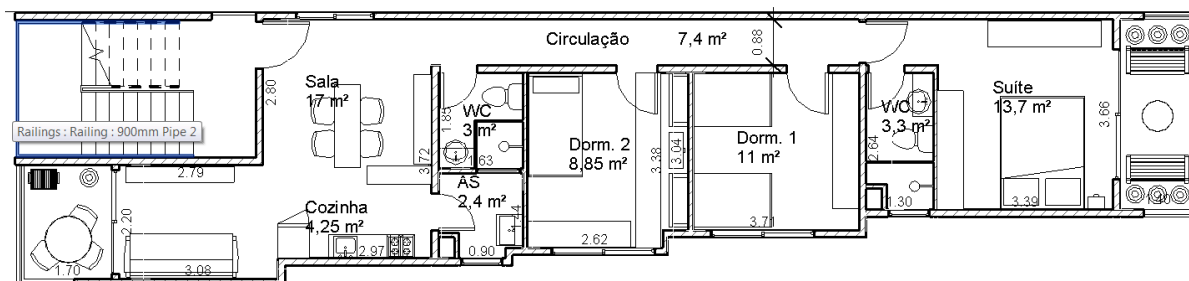


Figura 18: Áreas de projeto dos ambientes dos pavimentos superiores

No caso de haver mais de dois dormitórios, os demais poderão apresentar as áreas mínimas entre paredes (OSASCO, 1971, 2006), desde que atendam a

restrição da inscrição, no plano do piso, de um círculo de diâmetro mínimo de 2,50 m (tal restrição não foi alterada pela Lei Complementar 150/2006). Ainda em relação aos dormitórios, os mesmos foram concebidos de modo a permitir aos compradores a possibilidade de alocarem uma cama tamanho “*Queen Size*” (de dimensões em planta 1,58 x 1,98 m), com certa folga, para diferenciá-los da prática comum no mercado de apartamentos de médio padrão, nos quais tal cama não cabe sem haver prejuízo da circulação no dormitório e/ou prejudicar a instalação de armários. A Figura 19 e Figura 20 ilustram os detalhes dos dormitórios das duas plantas (dois e três dormitórios) com as respectivas dimensões.

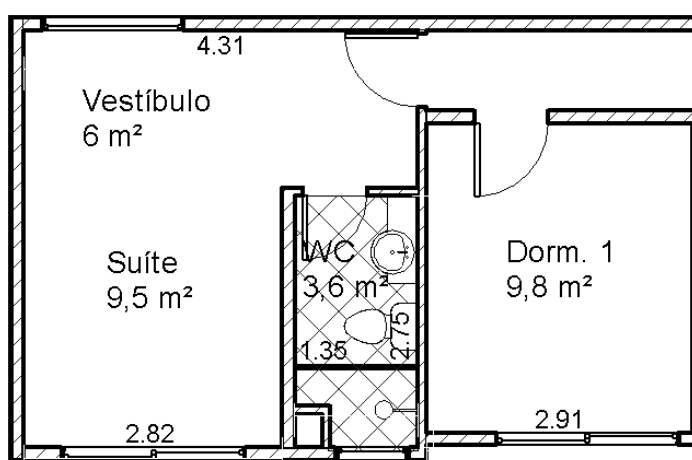


Figura 19: Dimensões dos dormitórios dos apartamentos inferiores

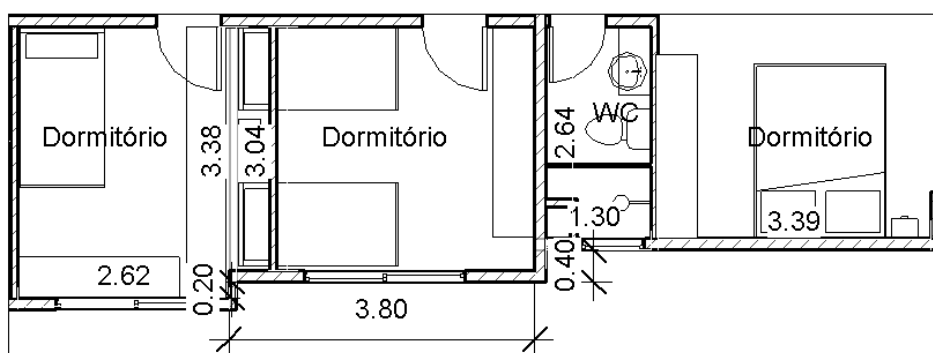


Figura 20: Dimensões dos dormitórios dos apartamentos superiores

Inicialmente, o projeto dos corredores foi feito considerando 1,00 m de largura, com o intuito de fornecer uma sensação de maior espaço aos moradores ao passar por ele. No entanto, como o terreno é estreito e os recuos laterais são grandes (em relação à largura do lote), optou-se por reduzir os corredores internos para 0,9 m de largura, a fim de ganhar mais espaço nos outros ambientes. Não foi utilizada a

largura mínima nos corredores, pois a intenção é instalar portas de 80 cm para maior conforto dos moradores ao transportar grandes volumes dentro dos apartamentos.

As salas foram os únicos ambientes nos quais não se conseguiu superar as medidas praticadas no mercado de imóveis deste padrão. Como a largura máxima da edificação é pequena (cerca de 5 m), e o acesso aos apartamentos superiores deve ser feito na porção frontal do edifício, uma das salas dos apartamentos superiores acabou por ficar com apenas 2,20 m de largura. Isso se deve ao fato de a escada de acesso ter uma largura útil de 1,20 m. A Figura 21 e a Figura 22 ilustram os ambientes das salas e as cozinhas, com as respectivas dimensões.

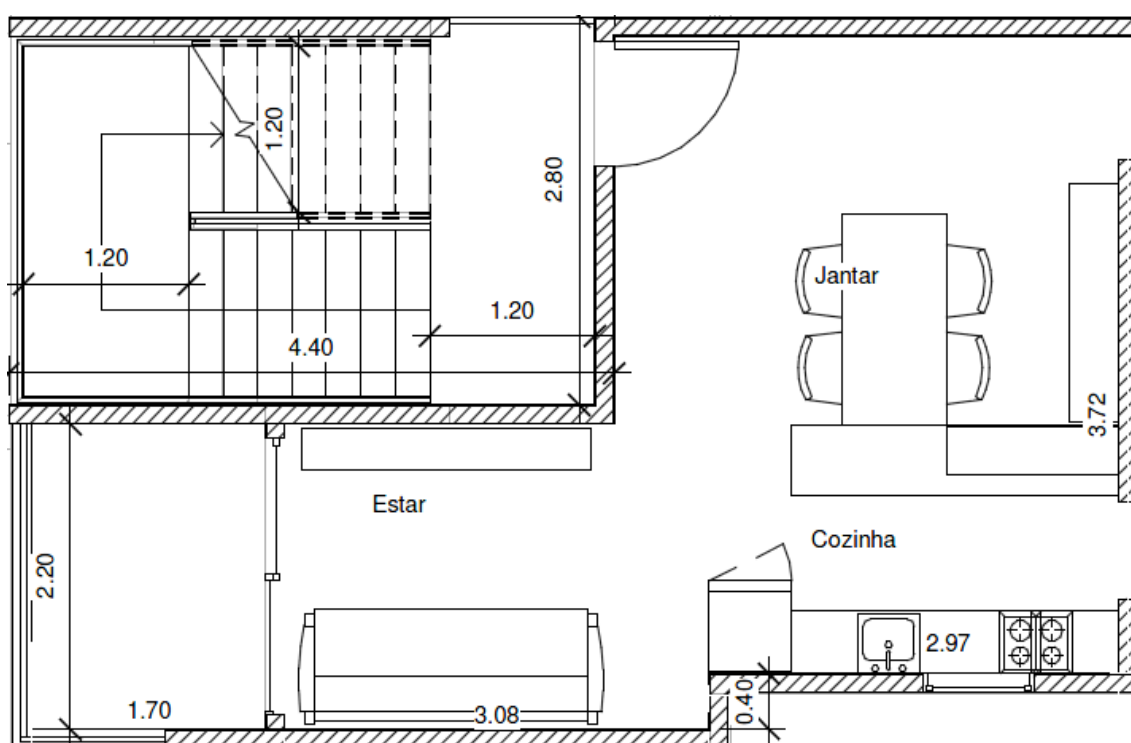


Figura 21: Sala e cozinha dos apartamentos superiores

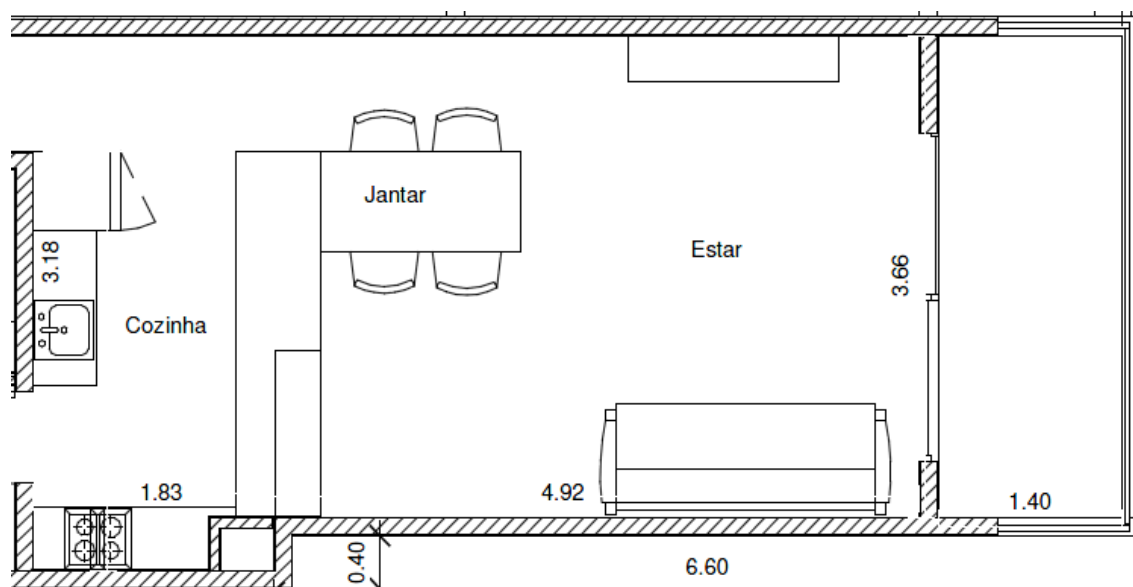


Figura 22: Sala e cozinha dos apartamentos inferiores

Como o código de obras de Osasco não exige a inscrição de um círculo de diâmetro mínimo na sala, a restrição de área mínima deste ambiente é atendida através da soma das áreas das salas de estar e jantar.

Em ambas as plantas projetadas os apartamentos dispõem-se de dois banheiros, dotados de chuveiro, bacia sanitária e lavatório. Foram atendidos todos os requisitos de dimensões mínimas exigidos no código de obras (presentes na Tabela 8). A única dimensão mínima adotada foi a do boxe do chuveiro com que ficou com 0,90 m de largura e comprimento. A disposição dos banheiros em planta foi possível graças a um instrumento do código de obras, o qual autoriza a ventilação dos banheiros por meio da área de serviço (OSASCO, 1978). As dimensões de ambos encontram-se nas figuras a seguir:

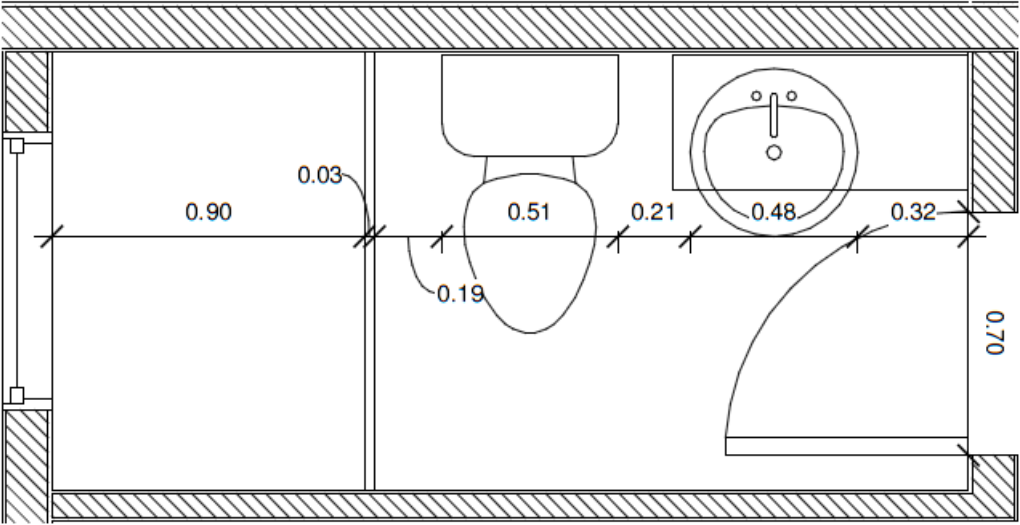


Figura 23: Banheiros das suítes: apartamentos superiores

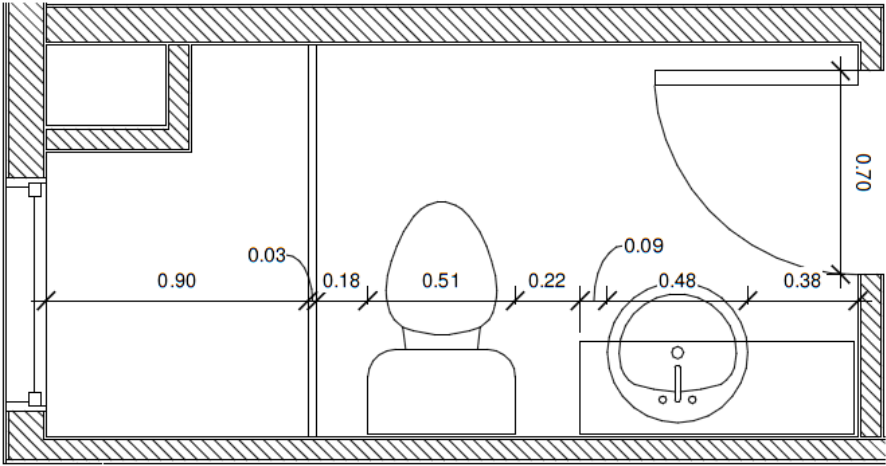


Figura 24: Banheiros das suítes: apartamentos inferiores

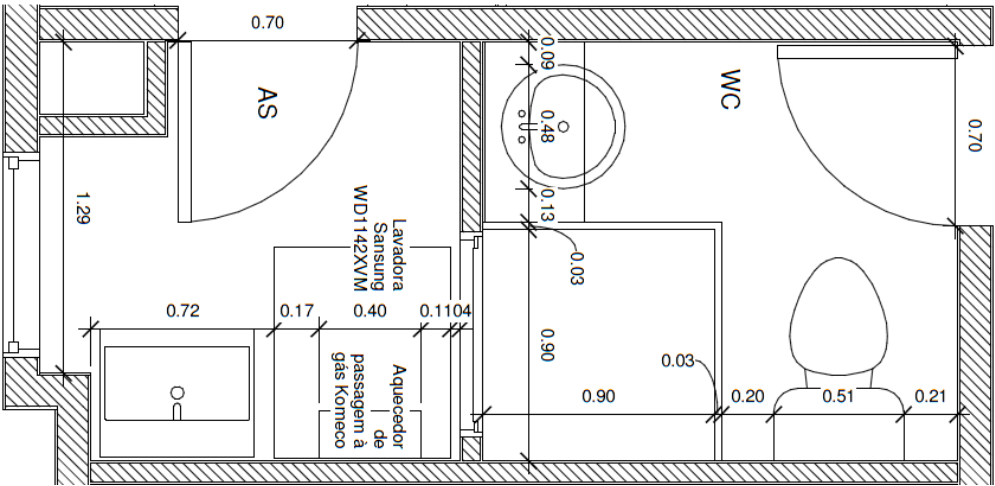


Figura 25: Banheiro e área de serviço apartamentos superiores

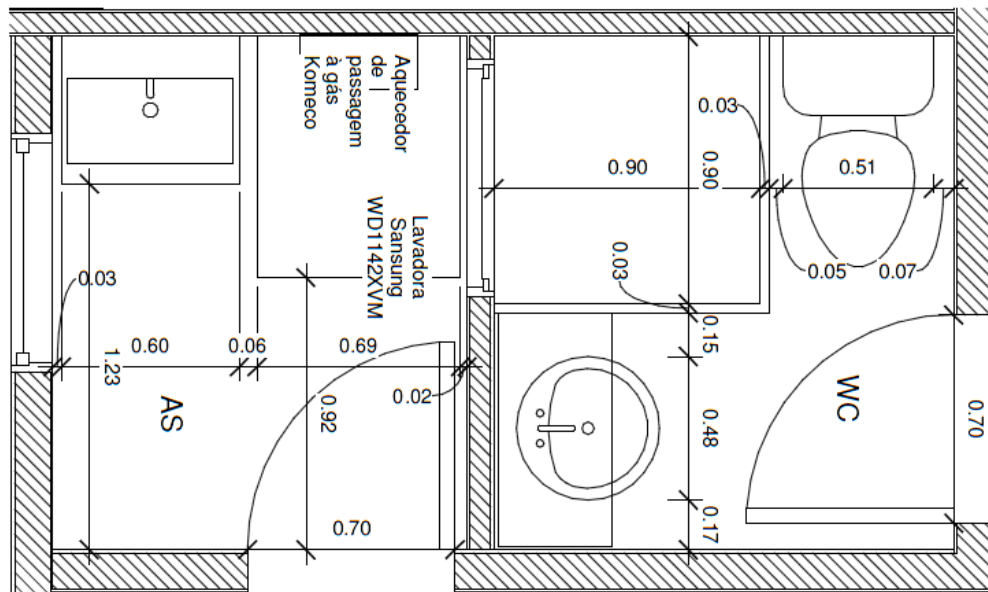


Figura 26: Banheiro e área de serviço apartamentos inferiores

As áreas de serviço foram concebidas de modo a acomodar um tanque e uma máquina de lavar roupas do tipo *lava e seca*, de grande porte, de dimensões em planta 82,3 x 68,6 cm (medidas baseadas no modelo WD1142XVM da marca “Samsung”), além de prever espaço para a possibilidade de instalação de um aquecedor de passagem de água (no caso, foram consideradas as medidas do aquecedor da marca “Komeco”), conforme a Figura 26.

Como o empreendimento é classificado como R.2.2 - Residencial Multifamiliar, com Habitações Agrupadas Verticalmente (OSASCO, 1988), há a exigência de área mínima de lazer (6 m² por apartamento – Tabela 2). A área de lazer adotada compreenderá todo o espaço livre compreendido na área de pilotis, no nível da viela (nos fundos do lote), conforme ilustrado na Figura 27 e na Figura 28.

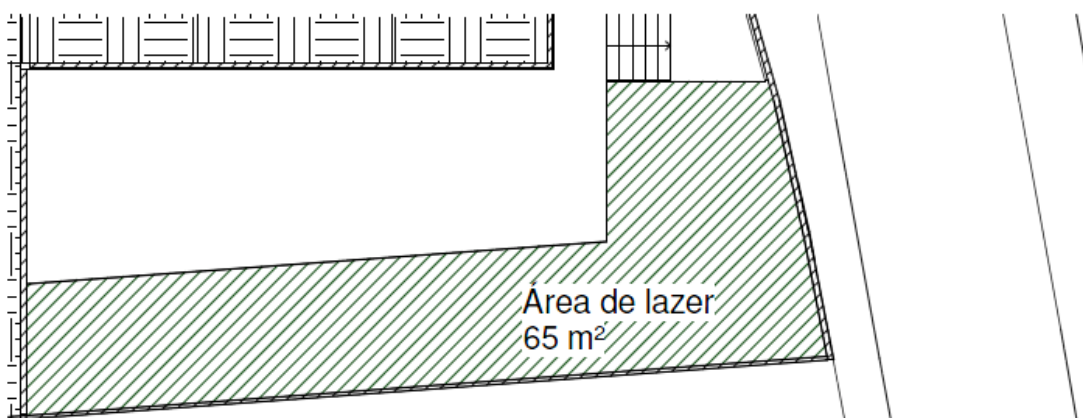


Figura 27: Área de lazer (planta)

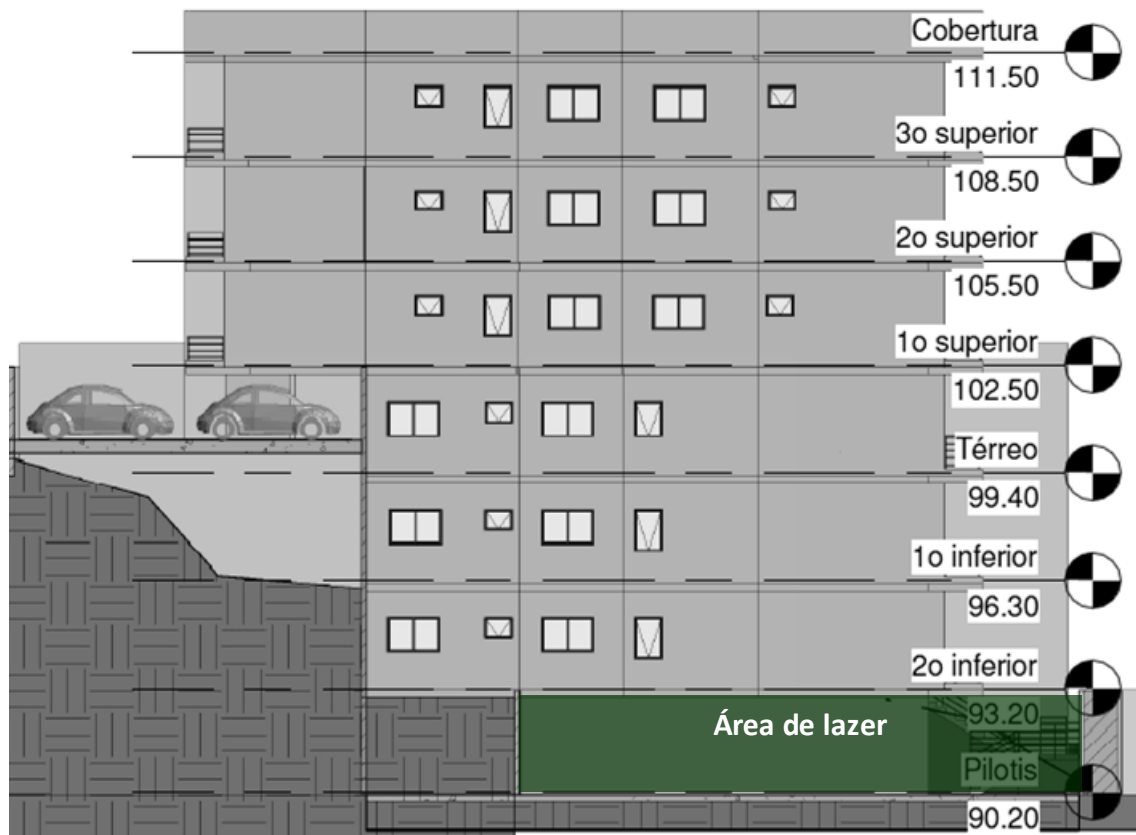


Figura 28: Área de lazer (elevação)

4.3.3 Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo

Outra etapa do processo de aprovação do edifício é a conformação do projeto com as instruções do corpo de bombeiros estadual, verificada por vistoria da edificação pelo corpo de bombeiros. Os itens de segurança aos quais as edificações devem atender constam no Decreto Estadual 58819/2011, o qual institui o regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no estado de São Paulo.

O referido decreto tem por objetivos *“proteger a vida dos ocupantes das edificações e áreas de risco, em caso de incêndio”, “dificultar a propagação do incêndio”, “proporcionar meios de controle e extinção do incêndio”,* fornecer *“condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros”* e *“proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações e áreas de risco”*. (SÃO PAULO, 2011). Assim sendo, todas as exigências constantes neste decreto e nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros (como, por exemplo, largura mínima nas escadas, dimensão dos degraus das escadas, compartimentação horizontal e vertical, necessidade de hidrantes/mangotinhos, reserva de incêndio, entre outras medidas) visam atender aos objetivos propostos.

O primeiro item a ser verificado para se obter as exigências para o empreendimento é a definição da altura da edificação. Para a verificação das exigências das medidas de segurança contra incêndio, a altura da edificação é considerada como sendo *“a medida em metros do piso mais baixo ocupado ao piso do último pavimento”* (SÃO PAULO, 2011). No entanto, para o dimensionamento das saídas de emergência, a altura da edificação é definida de modo diferente, como sendo *“a medida em metros entre o ponto que caracteriza a saída do nível de descarga ao piso do último pavimento podendo ser ascendente ou descendente”* (SÃO PAULO, 2011). Assim sendo, a primeira altura da edificação proposta é de 18,3 m, e a altura para determinação das saídas de emergência é de 10,4 m (no caso, a maior altura foi a descendente, entre o nível da área de lazer ao nível de descarga).

Tabela 9: Altura da edificação segundo as definições do Decreto Estadual 58819/2011

Altura da edificação para determinação das medidas contra incêndio	18,3 m
Altura da edificação para dimensionamento das saídas de emergência e segurança estrutural contra incêndio	10,4 m

Com as diferentes alturas definidas e a categoria de uso da edificação (uso residencial), procede-se à verificação das exigências das medidas de segurança contra incêndio previstas no decreto e detalhadas através das tabelas fornecidas pelo mesmo. O primeiro passo é determinar a classificação da edificação quanto à ocupação (Tabela 10).

Tabela 10: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação Unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais.
		A-2	Habitação Multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral.
		A-3	Habitação Coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 anos.
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel Assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats e hotéis residenciais).
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Artigos de metais, louças, artigos hospitalares e outros.
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armazéns, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros.
		C-3	Shoppings centers	Centro de compras em geral (Shoppings centers)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais e assemelhados).
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados.
		D-3	Serviços de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiro e outros.
		D-4	Laboratório	Laboratório de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos fotográficos e assemelhados.
E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados.
		E-2	Escola especial	Escolas de arte e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados.
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensaio e/ ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral.
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância.
		E-6	Escolas para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados.

Tabela 11: Classificação das edificações quanto à altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00 \text{ m}$
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00 \text{ m}$
IV	Edificação de Média Altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00 \text{ m}$
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Por fim, o cruzamento das informações das duas tabelas anteriores com a Tabela 12 fornece todas as medidas de segurança contra incêndios necessária à edificação.

Divisão	A-2, A-3 e Condomínios residenciais					
	Classificação quanto à altura (em metros)					
Medidas de segurança contra incêndio	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	12 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de viatura na edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança estrutural contra incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação vertical	-	-	-	X ²	X ²	X ²
Controle de materiais de acabamento	-	-	-	X	X	X
Saídas de emergência	X	X	X	X	X	X ¹
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de emergência	X	X	X	X	X	X
Alarme de incêndio	X ³	X ³	X ³	X ³	X ³	X
Sinalização de emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrantes e mangotinhos	X	X	X	X	X	X

NOTAS ESPECÍFICAS:

- 1- Deve haver elevador de emergência para altura maior que 80 m;
- 2- Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça somente nos átios;
- 3- Pode ser substituída pelo sistema de interfone, desde que cada apartamento possua um ramal ligado à central, que deve ficar numa portaria com vigilância humana 24 horas e tenha uma fonte autônoma, com duração mínima de 60 min.

NOTAS GERAIS:

- a- O pavimento superior da unidade duplex do último piso da edificação não será computado para a altura da edificação;
- b- As instalações elétricas e o SPDA devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais;
- c- Para subsolos ocupados ver tabela 7;
- d- Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas instruções técnicas.

FONTE: São Paulo, 2011

Da Tabela 12, são extraídas as exigências para as medidas de segurança contra incêndio da edificação do projeto. Cada medida conta com uma respectiva Instrução Técnica, de autoria do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, que definirá todos os aspectos pertinentes à medida (como dimensionamento, posicionamento, entre outros fatores). A Tabela 13 fornece a relação das medidas exigidas para a edificação proposta em conjunto com as respectivas Instruções Técnicas as quais orientarão seu projeto.

Tabela 13: Medidas de segurança contra incêndio e respectivas Instruções Técnicas

Medida de Segurança Contra Incêndio	Instrução Técnica Pertinente (ITCB)
Acesso de viatura na edificação	ITCB – 06-2011
Segurança Estrutural contra incêndio	ITCB – 08-2011
Compartimentação Vertical	ITCB – 09-2011
Controle de materiais de acabamento	ITCB – 10-2011
Saídas de Emergência	ITCB – 11-2011
Brigada de Incêndio	ITCB – 17-2011
Iluminação de Emergência	ITCB – 18-2011
Alarme de Incêndio	ITCB – 19-2011
Sinalização de Emergência	ITCB – 20-2011
Extintores	ITCB – 21-2011
Hidrante e Mangotinhos	ITCB – 22-2011
Projeto Técnico Simplificado (PTS)	ITCB – 42-2011

O acesso de viatura na edificação exige medidas mínimas para o portão de acesso e estipula que as vias de acesso à edificação (no caso, a laje da garagem) suportem a carga de uma viatura, de 25 toneladas, distribuídas em dois eixos (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011a). Tais exigências encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14: Exigências relativas ao acesso de viatura na edificação

Exigência	Dimensão
Altura do Portão de Acesso (em metros)	4,5
Largura do Portão de Acesso (em metros)	4,0
Carga da Viatura (distribuída em dois eixos, em toneladas)	25

A segurança estrutural contra incêndio tem por objetivo estabelecer os Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF), com o intuito de que, em uma situação de incêndio, ocorra à saída das pessoas e que haja acesso para as operações do corpo de bombeiros em tempo suficiente, antes do colapso estrutural (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011b).

As exigências em relação à segurança estrutural contra incêndio são feitas tomando a definição de altura da edificação (ou altura ascendente) conforme a ITCB – 03/2011, como sendo a medida em metros entre o ponto que caracteriza a “*saída ao nível de descarga ao piso do último pavimento*”; portanto, esta altura é de 10,4 m. Com esta altura, procede-se à determinação do TRRF para a edificação, conforme o anexo A da ITCB – 08/2011. O subsolo do edifício terá de atender a um TRRF de 90 minutos (pois está a uma profundidade superior a 10 metros em relação ao nível de descarga), ao passo que o restante da edificação é considerado isenta de verificação do TRRF, pois apresenta altura entre 6 e 12 metros e é do tipo residencial com área inferior a 750 m², portanto de classe P2 (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011b). Deste modo, a estrutura do subsolo terá de ser dimensionada para um TRRF de 90 minutos na etapa do projeto executivo.

A compartimentação vertical apresenta a função de “*impedir a propagação de incêndio no sentido vertical, ou seja, entre pavimentos elevados consecutivos*” (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011c). Os elementos construtivos os quais servem a esta função são: entrepisos corta-fogo; enclausuramento de escadas por meio de parede de compartimentação; enclausuramento de poços de elevador e de monta-carga por meio de parede de compartimentação; selos corta-fogo; elementos construtivos corta-fogo de separação vertical entre pavimentos consecutivos; selagem perimetral corta-fogo e cortina corta-fogo.

A compartimentação horizontal tem como função “*impedir a propagação de incêndio no pavimento de origem para outros ambientes no plano horizontal*” (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011c). Os elementos os quais compõem esta modalidade de compartimentação são: paredes corta-fogo; portas corta-fogo; vedadores corta-fogo; registros corta-fogo (*dampers*); selos corta-fogo; cortina corta-fogo e o afastamento horizontal entre aberturas.

De acordo com a ITCB – 09/2011, a edificação proposta não necessita de compartimentação horizontal, é uma edificação do tipo A (residencial). A compartimentação vertical será dada nas fachadas do edifício por meio da existência de elementos corta-fogo, no caso será dado pelo prolongamento dos entrepisos além do alinhamento da fachada (as lajes das varandas), pois seus comprimentos

são superiores ao comprimento mínimo de compartimentação requerido, de 0,90 m, conforme ilustrado na Figura 29.

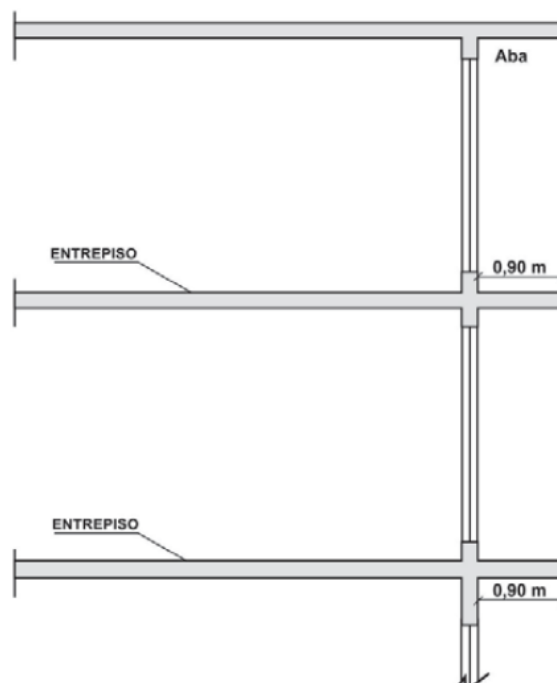


Figura 29: Compartimentação vertical por meio de abas

(FONTE: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 2011c)

O controle dos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, regido pela ITCB 10/2011, tem por objetivo de, na ocorrência de incêndio, restringir a propagação do fogo e a produção de fumaça. Esta verificação não necessita ser feita para a edificação em projeto, pois esta apresenta área inferior a 750 m² e altura menor a 12 m (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011d).

Sobre as saídas de emergências, estas apresentam a função de possibilitar o abandono da edificação por parte de sua população, em caso de incêndio ou pânico, com sua devida proteção em sua integridade física e, ao mesmo tempo, permitir o acesso dos bombeiros para a realização do combate ao incêndio ou a retirada de pessoas (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011e).

As saídas de emergência compreendem os seguintes itens: acessos; rotas de saída horizontais, escadas ou rampas e a descarga. A primeira etapa no seu dimensionamento é o cálculo da população, calculada através dos coeficientes contido no ITCB – 11/2011. Assim, a população para uma edificação do tipo A-2 é

calculada como sendo de duas pessoas por dormitório. Como existem duas saídas de emergência (uma para os pavimentos inferiores e outra para os pavimentos superiores, com duas escadas distintas), considera-se a população de apenas 3 apartamentos, totalizando, no pior caso (os apartamentos superiores com três dormitórios) uma população de 18 pessoas por saída de emergência. A largura das saídas é dada pela Equação 2:

Equação 2
$$N = \frac{P}{C}$$

Onde: N = Número de unidades de passagem, arredondado para o número inteiro imediatamente superior.

P = População, calculada conforme o ITCB 11/2011.

C = Capacidade da unidade de passagem do tipo de saída de emergência (acesso/descarga, escada/rampa ou porta).

Como a população da edificação é baixa, adotaram-se larguras das saídas de emergência com o valor mínimo de 1,2 m previsto na instrução.

Ainda em relação às saídas de emergência, de acordo com o ITCB 11/2011, as escadas da edificação devem ser do tipo NE (escada não enclausurada ou escada comum), não necessitando de alterações no projeto apresentado anteriormente.

A iluminação de emergência, regulamentada por meio da ITCB 18/2011, fixa *“as condições necessárias para o projeto e a instalação do sistema de iluminação de emergência em edificações e áreas de risco”* (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011f). Os equipamentos utilizados neste sistema devem ser certificados pelo Sistema Brasileiro de Certificação, pois isto pode ser exigido no ato da vistoria pelo Corpo de Bombeiros. Além disso, a distância máxima entre os pontos de iluminação de emergência não deve ser maior do que 15 m.

O sistema de detecção a alarme de incêndio é outra medida de segurança exigida pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. Seu projeto, regido pela ITCB 19/2011, prevê duas fontes de alimentação para o sistema: a alimentação principal, através da rede elétrica, e outra auxiliar, por meio de baterias (“nobreak” ou gerador), com autonomia mínima de 24 horas em regime de supervisão e, para o suprimento das indicações sonoras/visuais necessárias ao abandono da edificação, de no mínimo 15 minutos. Além disso, a distância máxima a ser percorrida por uma

pessoa, até o acionador manual mais próximo, dever ser de 30 metros e, como o edifício apresenta mais de um pavimento, deve ser prevista a instalação de ao menos um acionador manual em cada pavimento. Optou-se pelo sistema de detecção e alarme, pois, ao ser adotado, pode ser eliminada a portaria com vigilância humana 24 horas por dia conectada a todos os apartamentos por um sistema de interfone, o que gera redução no valor cobrado de condomínio aos moradores (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011g).

A sinalização de emergência necessária à edificação proposta consiste, essencialmente, da indicação das localizações dos extintores de incêndio, dos hidrantes/mangotinhos e das indicações referentes à rota de fuga (saídas de emergência). As recomendações para o posicionamento dos diversos tipos de sinalização se encontram na ITCB 20/2011. As figuras abaixo ilustram exemplos do posicionamento dos itens de sinalização a serem utilizados na edificação.

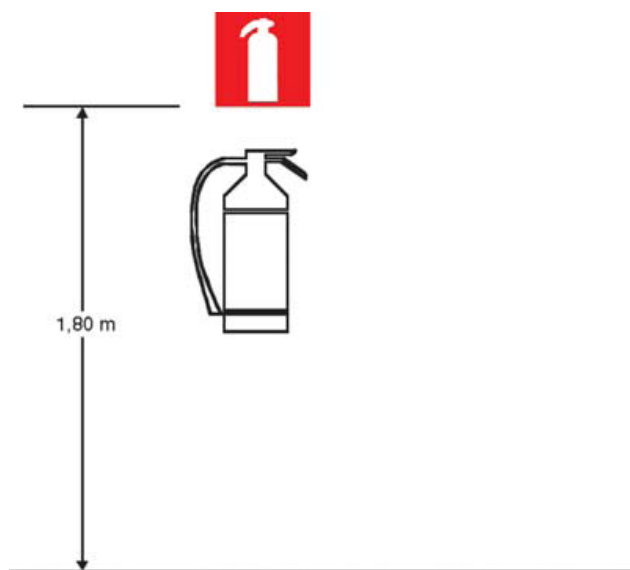


Figura 30: Sinalização de extintores

(FONTE: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 2011h)

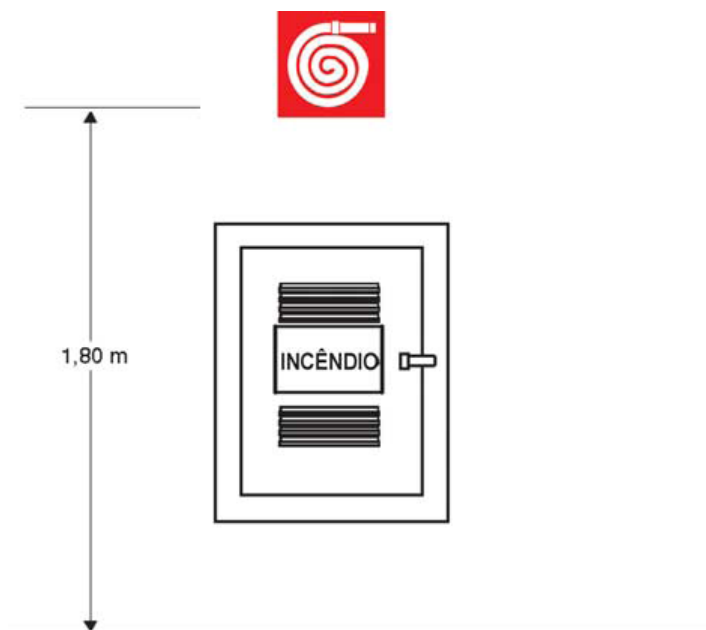


Figura 31: Sinalização de Hidrante/Mangotinho

(FONTE: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 2011h)



Figura 32: Sinalização de saída de emergência

(FONTE: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 2011h)

O uso de extintores de incêndio, regulado pela ITCB 21/2011, é outra medida de segurança contra incêndio exigida pelo Corpo de Bombeiros. Na edificação em projeto, deverão ser utilizados no mínimo dois extintores por pavimento, os quais podem ser um de classe A e outro de classe B:C, ou duas unidades de classe ABC, ressaltando que a classe de incêndio A se refere a materiais sólidos (madeira, papel, tecido, etc.), a classe B é formada por materiais combustíveis (óleo, gasolina, querosene, álcool, entre outros) e a classe C é composta por equipamentos elétricos energizados (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011i). Portanto, o uso de unidades extintoras do tipo ABC apresenta a vantagem de eliminar o risco do uso do extintor inadequado frente à classe de incêndio.

Os extintores deverão ser posicionados a não mais de 5 m da entrada principal da edificação e das escadas de cada pavimento; além disso, devem estar fixados a uma altura máxima de 1,60 m e mínima de 0,10 m, em lugar desobstruído e devidamente sinalizado (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO,

2011i). A fixação e a sinalização das unidades extintoras encontram-se representadas na Figura 33. Vale ressaltar que a sinalização dos extintores deve estar a 1,80 m de altura, como visto anteriormente.

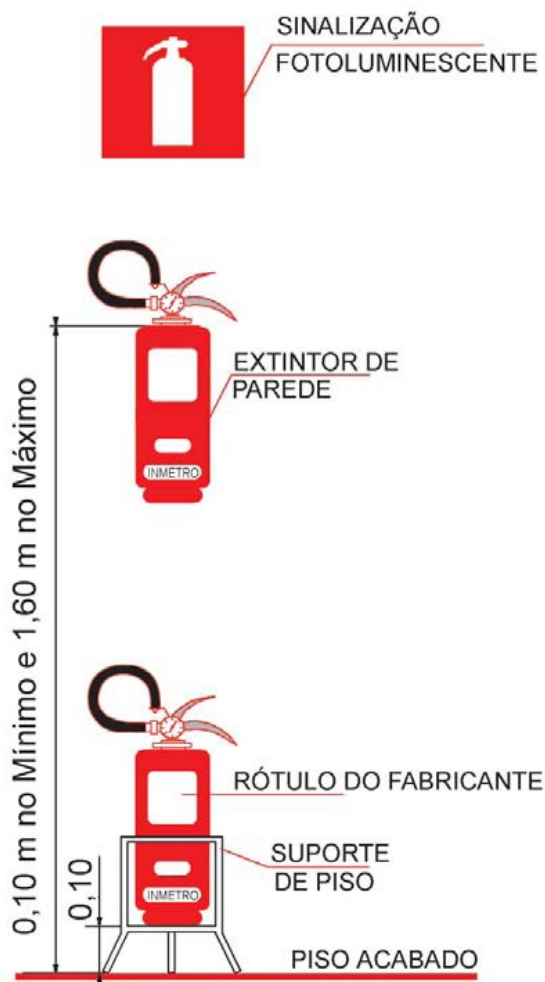


Figura 33: Representação da fixação e da sinalização de extintores

(FONTE: Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, 2011i)

Outra exigência em relação a medidas de segurança contra incêndio é o sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, cujo projeto é determinado pela ITCB 22/2011 (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011j). No entanto, após uma consulta ao corpo de bombeiros, verificou-se que não há necessidade de sistema de hidrantes/mangotinhos nesta edificação.

4.3.4 Decreto Federal 5296/2004 (acessibilidade às edificações)

As edificações devem seguir as orientações do Decreto Federal 5296/2004, o qual orienta, dentre outras coisas, a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Inicialmente, vale tomar conhecimento de duas definições do presente decreto. A primeira delas, “Acessibilidade”, representa a “condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida” (BRASIL, 2004).

A segunda, “Desenho Universal”, significa a “concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente TODAS as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma AUTÔNOMA, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade” (BRASIL, 2004).

De acordo com o decreto, a construção de edifícios de uso multifamiliar devem seguir os preceitos de acessibilidade na interligação das partes de uso comum. Portanto, conclui-se que o uso das áreas comuns pode ser feito de modo assistido, bastando seguir os preceitos das normas técnicas de acessibilidade da ABNT, não havendo a necessidade da instalação de elevadores ou plataformas para o deslocamento vertical na edificação, pois, com base no código de obras municipal, não é obrigatória a instalação de tais dispositivos.

Após consultas à prefeitura de Osasco, confirmou-se a não necessidade de utilização de dispositivos de transporte vertical, uma vez que a obra, pela própria legislação municipal, não torna obrigatória a instalação de elevadores.

5 ESTUDOS ECONÔMICOS INICIAIS

5.1 Pesquisa de mercado

Entre os dias 24 e 26 de abril de 2012 foi realizado um levantamento sobre os imóveis a venda na região da Vila Osasco. Depois de se fazer uma filtragem, a qual selecionou os imóveis com características semelhantes ao do empreendimento projetado, chegou-se à seguinte tabela:

Tabela 15: Pesquisa de mercado

Tipo	Preço	Área (m²)	Preço m²	Dorm	Suíte	Banheiro	Vagas na Garagem	Imobiliária
Apto	R\$ 340.000	70	R\$ 4.857	3	1	2	2	Oliver Marques
Apto	R\$ 340.000	70	R\$ 4.857	2	1	2	2	Oliver Marques
Apto	R\$ 350.000	76	R\$ 4.605	3	1	3	2	Oliver Marques
Apto	R\$ 260.000	77	R\$ 3.377	3	0	1	1	Oliver Marques
Apto	R\$ 280.000	70	R\$ 4.000	2	1	1	1	Oliver Marques
Apto	R\$ 260.000	70	R\$ 3.714	2	0	1	1	Oliver Marques
Apto	R\$ 350.000	70	R\$ 5.000	2	1		2	Ligue
Apto	R\$ 260.000	79,68	R\$ 3.263	2	0	1	1	Alvorada
Apto	R\$ 290.000	63	R\$ 4.603	2	0	1	1	Vida Nova
Apto	R\$ 365.000	95	R\$ 3.842	3	1	2	2	Vida Nova
Apto	R\$ 266.000	50	R\$ 5.320	2		1	1	Confiar
Apto	R\$ 215.000	62	R\$ 3.468	3		1	1	Confiar
Apto	R\$ 255.000	69	R\$ 3.696	2		1	1	Direções
Apto	R\$ 275.000	54	R\$ 5.093	2		1	1	Confiar
Apto	R\$ 340.000	70	R\$ 4.857	2	1	2	2	Oliver Marques
Apto	R\$ 255.000	80	R\$ 3.188	2		1	1	Confiar
Apto	R\$ 240.000	65	R\$ 3.692	2		1	1	Condessa
Apto	R\$ 310.000	77	R\$ 4.026	3	1			Century 21 West
Apto	R\$ 340.000	77	R\$ 4.416	3	1		2	Century 21 West
Apto	R\$ 318.000	70	R\$ 4.543	3		1	1	Century 21 West
Apto	R\$ 250.000	69	R\$ 3.623	2		1	1	Century 21 West
Apto	R\$ 280.000	75	R\$ 3.733	3		1	2	Century 21 West
Apto	R\$ 276.000	59	R\$ 4.678	2		1		Canadá
Apto	R\$ 289.000	58	R\$ 4.983	2		1	2	Canadá
Apto	R\$ 310.000	80	R\$ 3.875	3	1	1	1	Canadá
Apto	R\$ 350.000	56	R\$ 6.250	3			2	Direções
Apto	R\$ 250.000	58	R\$ 4.310	2				Century 21 West
Apto	R\$ 250.000	69	R\$ 3.623	2				Century 21 West
Apto	R\$ 255.000	69	R\$ 3.696	2			1	Direções
Casa	R\$ 430.000	260	R\$ 1.654	3	1	4	2	Oliver Marques
Casa	R\$ 456.000	125	R\$ 3.648	3	1	3	2	Confiar
Casa	R\$ 460.000	125	R\$ 3.680	3	1	3	2	Diagonal
Casa	R\$ 320.000	160	R\$ 2.000	2		1	1	Confiar
Casa	R\$ 380.000	94	R\$ 4.043	3	1	1	2	Exclusiva

Tipo	Preço	Área (m²)	Preço m²	Dorm	Suíte	Banheiro	Vagas na Garagem	Imobiliária
Casa	R\$ 370.000	125	R\$ 2.960	3	1	2	4	Exclusiva
Casa	R\$ 470.000	220	R\$ 2.136	3	1	3	4	Exclusiva

Preço médio dos imóveis: R\$ 3.980,79

Preço médio dos imóveis novos: R\$ 4.623,34

A Tabela 15 mostra valores muito díspares, pois os produtos possuem muitas variabilidades: ter suíte ou não, diversos tipos de áreas de lazer, custos de condomínios, quantidade de vagas na garagem e outros.

Com relação aos custos mensais de manutenção dos moradores, o produto concebido neste trabalho apresenta grandes vantagens, como não ter elevador e gastos salariais com porteiros. Com isso, a previsão é que o valor do condomínio seja de, aproximadamente, R\$ 150,00. Isto é um diferencial positivo do empreendimento em questão quando comparado com os prédios que possuem elevadores e guaritas, os quais apresentam valores médios de condomínio entre R\$ 350,00 e R\$ 450,00. Ou seja, para um proprietário que está pagando as prestações da aquisição do imóvel e concomitantemente paga o condomínio, a soma destes valores são bastante expressivos.

Quanto ao valor próprio do imóvel, depois da realização da pesquisa de mercado e ao se considerar um cenário estável, chegou-se ao valor de R\$4.623,24 por m². Mas devido às incertezas econômicas e adotando-se um coeficiente de segurança, decidiu-se adotar um valor de venda de R\$ 4.100,00 por m², que segundo os corretores da região é um valor líquido e compatível com os valores dos imóveis antigos que se encontram em bom estado de conservação.

5.2 Estudo de viabilidade econômica

Para a análise de viabilidade econômica, depois de se ter fechado um intervalo de preço de venda consistente, foi desenvolvido um modelo financeiro de Gastos versus Tempo e se chegou à taxa de lucratividade do empreendimento.

Para melhor compreensão da taxa em análise, optou-se por mostrar a taxa livre de Imposto de Renda, já que este incide diferentemente em cada área.

Verificou-se que o IR é de 6% sobre o VGV (Valor Geral de Vendas). Teoricamente ele é descontado no final do ano (janeiro), mas optou-se por ser

descontado na hora, para facilitar o estudo, e, sendo assim, estar a favor da segurança.

Outro dado interessante relatar é que no atual momento (jun/2012) a taxa Selic está em torno de 8% com uma tendência de ficar menor ao longo do ano, segundo expectativas do mercado.

Ao conversar com empreendedores do Mercado e professores da Escola Politécnica da USP, fixou-se uma taxa mínima de entrada em incorporações novas como sendo algo em torno de duas vezes a taxa Selic líquida, ou seja, para um horizonte de 2 anos temos $IR=15\%$ em aplicações financeiras, logo 2 vezes a Selic líquida é igual a 14% .

O parâmetro que será analisado é a TIR (ou IRR sigla em inglês) e supôs-se um custo de 1.250,00 R\$/m² já com o BDI.

Das análises dos cenários da TIR resultaram a Figura 34:

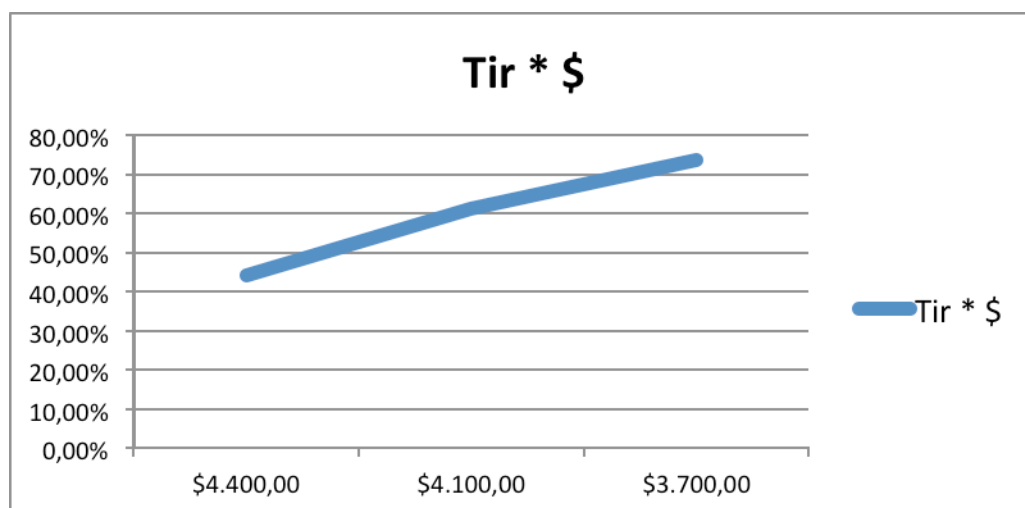


Figura 34: Gráfico da análise de mercado

Outra medida adotada nesta análise foi adotar seis meses depois da conclusão da obra como sendo o período de venda. Uma medida bastante conservativa, pois está se supondo que não haverá inserção de capital ao longo da obra, algo que potencializaria bastante a lucratividade do negócio.

A previsão é concluir o empreendimento em onze meses e no décimo segundo mês conseguir o habite-se e a aprovação do corpo de bombeiros. Essas duas aprovações podem vir a atrapalhar a previsão de entrega e venda, mas segundo pequenas empresas da região a prefeitura está dentro do possível mais rápida.

As TIR's resultantes se mostraram bastante boas, um dos motivos disto é que o custo fixo de escritório e de secretaria foram considerados como sendo zero, já

que será a primeira obra desta construtora e sua sede será a própria casa do engenheiro.

Mas também se deu por que neste momento Osasco está com uma grande demanda reprimida e o terreno foi muito bem comprado, provavelmente, se fosse comprado nesse exato momento a TIR seria bastante menor.

Cronograma médio de venda:

Tabela 16: Tabela média

Custo do M2 para venda	R\$ 4.100,00
VGV	R\$1.931.100,00
IR	-R\$111.231,36
Corretagem	-R\$ 77.244,00
Receita Líquida	R\$1.742.624,64

Tabela 17: Fluxo de caixa

Mês	Gastos	Receita	Fluxo
1	R\$ (457.274,85)		R\$ (457.274,85)
2	R\$ (68.763,85)		R\$ (68.763,85)
3	R\$ (77.516,35)		R\$ (77.516,35)
4	R\$ (79.339,79)		R\$ (79.339,79)
5	R\$ (85.928,48)		R\$ (85.928,48)
6	R\$ (97.311,59)		R\$ (97.311,59)
7	R\$ (89.288,47)		R\$ (89.288,47)
8	R\$ (65.494,63)		R\$ (65.494,63)
9	R\$ (109.654,24)		R\$ (109.654,24)
10	R\$ (107.611,99)		R\$ (107.611,99)
11	R\$ (70.644,02)		R\$ (70.644,02)
12	R\$ (13.671,73)		R\$ (13.671,73)
13		R\$ 290.437,44	R\$ 290.437,44
14		R\$ 290.437,44	R\$ 290.437,44
15		R\$ 290.437,44	R\$ 290.437,44
16		R\$ 290.437,44	R\$ 290.437,44
17		R\$ 290.437,44	R\$ 290.437,44
18		R\$ 290.437,44	R\$ 290.437,44

TIR ANUAL = 35,7%

TIR MENSAL = 2,57%

Entende-se este estudo como de viabilidade inicial, já que serve para determinar se o intervalo de TIR está dentro dos parâmetros de mercado, conclui-se que sim. Por isso o próximo passo é o detalhamento do orçamento para ver se estes valores adotados são reais.

Ao se colocar mais meses, até 18, viu que sempre a TIR se manteve acima de 20%, logo se considerou que o negócio é lucrativo, tomando os fatores normais de

mercado que poderiam influenciar. Obviamente sempre existiram cenários contrários, por isso mesmo é que o mercado de construção é considerado mais arriscado do que uma taxa pré-estabelecida de um Título do Governo.

6 CONCEPÇÃO DO PROJETO DE ARQUITETURA

A premissa do projeto surgiu da acentuada declividade do terreno escolhido. Tal declividade, associada à baixa coesão e elevado nível d'água encontrados no terreno, gera um custo tão alto de obras de contenção de fundações, que seria economicamente inviável construir um par de sobrados geminados para venda. A partir disso, surgiu a ideia de se fazer unidades independentes escalonadas (Figura 35), acompanhando a declividade do terreno, reduzindo consideravelmente os gastos com movimentação de terra.

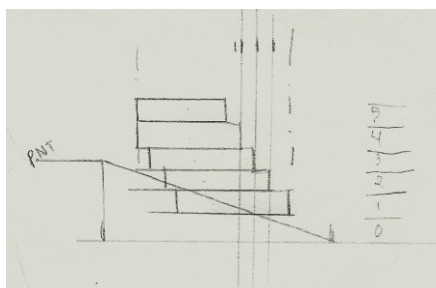


Figura 35: Ideia inicial de unidades sobrepostas verticalmente escalonadas horizontalmente - Corte

Ao começar o desenvolvimento da planta de cada uma das unidades independentes, que por serem sobrepostas verticalmente doravante serão chamadas "apartamentos", descobriu-se que a legislação de Osasco, município onde fica o terreno escolhido, exigia como áreas mínimas de cada um dos ambientes que compõem os apartamentos resultariam num tamanho de unidade tão grande que impossibilitaria seu escalonamento horizontal. Além disso, a área do terreno passível de ser edificada (terreno descontado os recuos mínimos) não permitiria mais de uma unidade por andar, levando-se em consideração a área mínima de cada unidade.

Decidiu-se, então, desenvolver duas plantas de metragens diferentes: uma menor, de dois dormitórios, e uma maior, de três dormitórios. A diferenciação destes dois tipos de plantas, mantida até o projeto final, possibilitou certo escalonamento necessário para diminuir gastos excessivos com movimentações de terra e contenções, além de abrir espaço para duas vagas de estacionamento e para o eixo de circulação vertical.

Como a área a ser construída em cada andar era maior do que a praticada na região metropolitana assumiu-se que isso deveria ser usado, da melhor forma possível, para criar um diferencial deste empreendimento em relação aos concorrentes e melhorar suas chances de rápida comercialização.

Os empreendimentos das demais construtoras da Zona Oeste produzem conjuntos residenciais com condomínios repletos de estruturas de lazer e com o conforto de 1 (um) elevador para no máximo 80 unidades. As unidades têm em média 54 m² para apartamentos de 2 dormitórios e 63 m² para unidades de 3 dormitórios.

Um dos diferenciais deste empreendimento é o baixo custo da chamada "taxa de condomínio" (valor mensal pago pelos proprietários de cada uma das unidades para arcar com as despesas vindas da manutenção de área comum), visto que ele não possui instalações de lazer e nem elevador. Outro aspecto favorável são as dimensões de cada um dos ambientes, sendo bem maiores do que as praticadas no mercado (especialmente os dormitórios). Esses diferenciais permitem que o empreendimento atenda uma fatia do mercado imobiliário residencial que está insatisfeita com as dimensões de seus apartamentos e que não tenha renda suficiente para financiar um apartamento de metragem semelhante.

O formato trapezoidal do terreno, mais largo em 2 m na frente (segundo a matrícula do terreno, sua frente é lindeira à Rua Cláudio Manoel da Costa), permitiu um escalonamento dos ambientes da planta, de forma a gerar ambientes cada vez mais amplos em direção à frente do lote. O escalonamento foi feito devido à premissa de que não era conveniente que se construísse uma parede que não estivesse em ângulo reto em relação às demais, pois traria dificuldades construtivas e na locação de mobílias.

O desenvolvimento interno dos ambientes dos apartamentos foi feito a partir da definição das áreas de circulação do prédio. Enquanto o acesso às unidades superiores (3 dormitórios) é feito através de uma escada de estrutura independente, construída dentro dos limites de recuos obrigatórios, que sai do estacionamento no térreo e chega até a cobertura, o acesso às unidades inferiores (2 dormitórios) é feito lateralmente, através de uma escadaria que originalmente estaria apoiada no próprio terreno que desce até o piso pilotis.

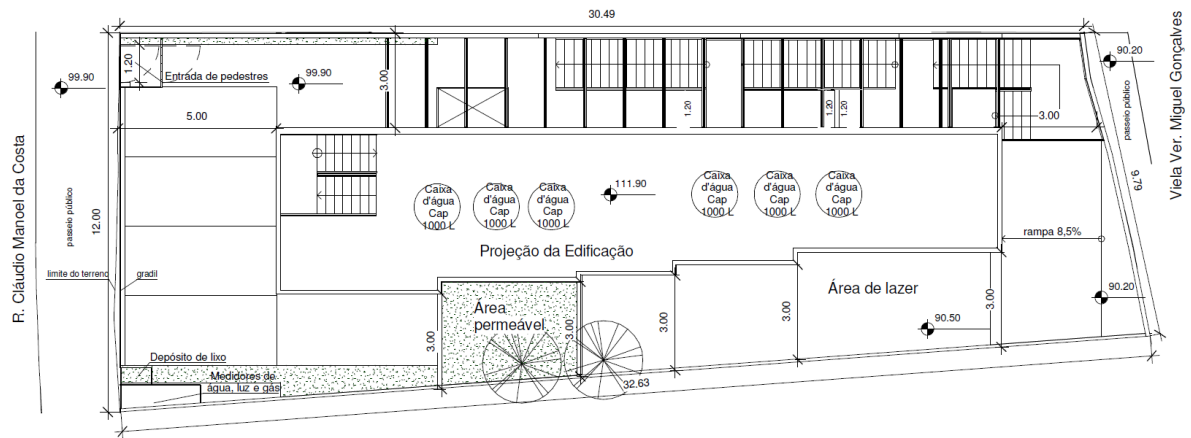


Figura 36: Implantação da edificação

Desta forma a área de uso coletivo dos apartamentos inferiores está voltada para a Viela Vereador Miguel Gonçalves, tanto porque a escadaria lateral permite o acesso das unidades apenas nesta porção de seu comprimento longitudinal quanto porque desta forma as áreas de uso coletivo do apartamento ficam voltadas para uma grande varanda com vista para a área de lazer pública instalada do outro lado da viela. Esta disposição possibilitou maior privacidade para os ambientes de uso privado e uma excelente vista para os ambientes de uso coletivo. Devido a esta circulação lateral não foram instaladas nesta fachada aberturas para iluminação natural, a fim de garantir a privacidade de seus usuários.

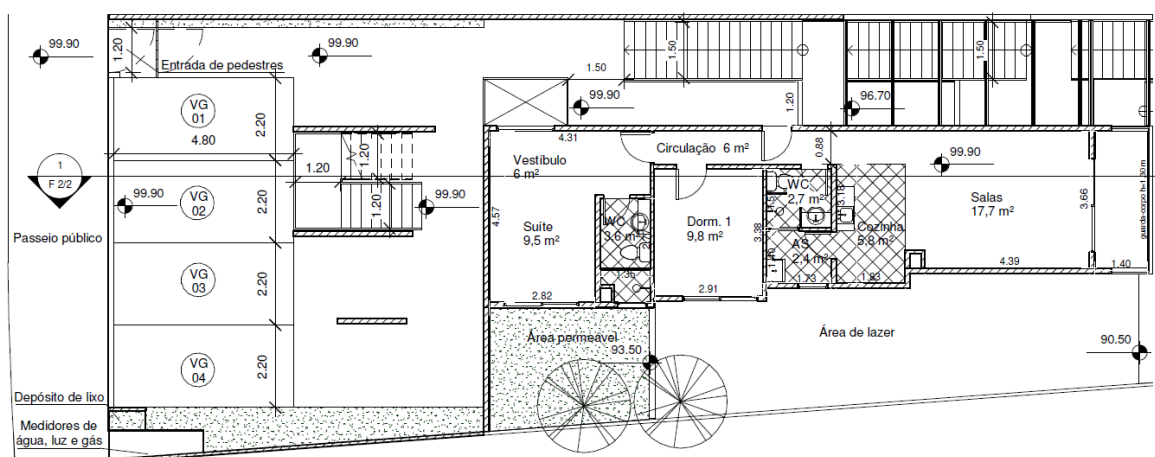


Figura 37: Planta do pavimento térreo

Como o acesso é feito pela lateral oeste dos apartamentos, o corredor de circulação também foi posto nesta posição, a fim de se reduzir a perda de espaços

internos com circulações em demasia. Pode-se notar inclusive, que por esta circulação ser tanto vertical quanto horizontal, o acesso a cada uma das unidades é feito num patamar diferente em cada um dos andares. No pavimento térreo, como pode ser observado na Figura 37, o acesso à unidade é feito na área de circulação interna ao invés da sala de estar.

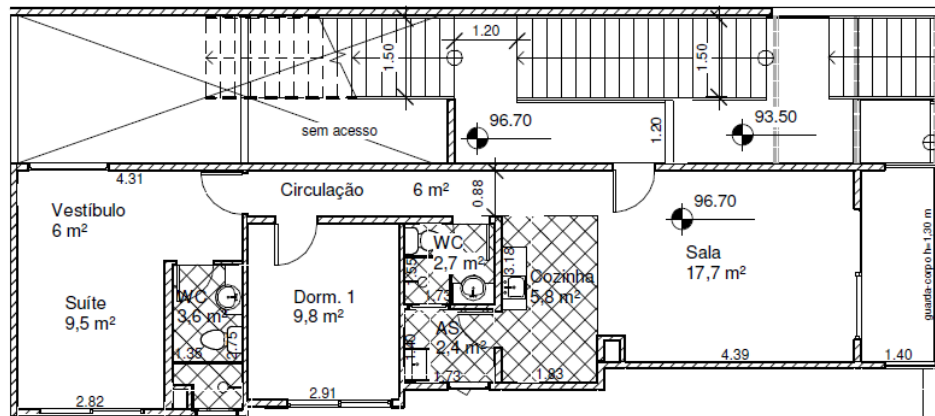


Figura 38: Planta do 1º subsolo

Na Figura 38, pode-se notar que o acesso ao 1º subsolo é feito próximo à divisa entre a área de estar e a cozinha, enquanto o acesso ao 2º subsolo é feito próximo à divisa entre a área de estar e a varanda, como pode ser verificado na Figura 39.

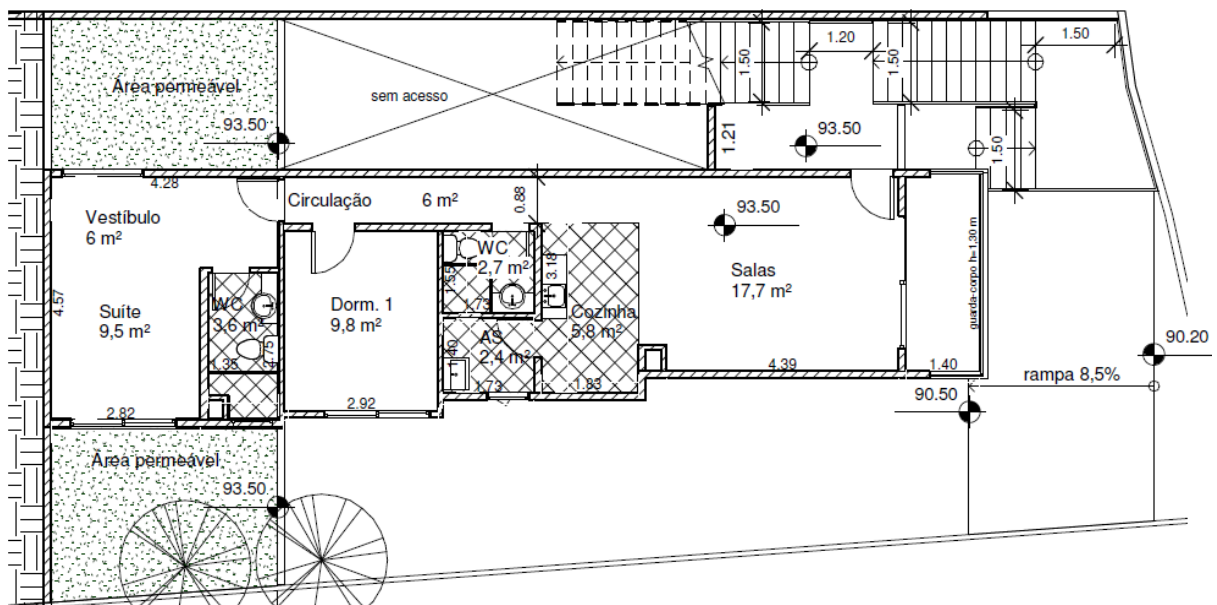


Figura 39: Planta do 2º subsolo

O acesso às unidades dos pavimentos superiores é feito por uma circulação vertical que nasce no pavimento térreo e morre na cobertura. Tal circulação,

concebida sob a forma de escada aberta, está mais próxima à Rua Cláudio Manoel da Costa, onde o pavimento térreo tem acesso ao nível do passeio público. Isso foi feito para que não houvesse a necessidade da instalação de elevadores, vindo a diminuir os custos de implantação e de manutenção.

Como o acesso é feito pela fachada da Rua Cláudio Manoel da Costa, toda e área coletiva dos apartamentos superiores estão igualmente voltadas para esta rua, diferentemente das unidades inferiores que se voltam para a viela. Como os ambientes das plantas dos pavimentos inferiores já haviam sido definidos (limitados principalmente pelo acesso às unidades e pelas áreas mínimas exigidas pela legislação municipal), na elaboração das plantas dos pavimentos inferiores determinou-se que a estrutura do prédio seria em alvenaria estrutural.

A planta tipo dos pavimentos superiores foi então desenvolvida em cima da estrutura já elaborada para os andares inferiores, com um acréscimo de área sobre parte do estacionamento, tanto quanto a legislação municipal permitisse. Alguns ajustes foram feitos, em relação à forma dos espaços internos dos apartamentos inferiores, de forma a permitir uma melhor distribuição dos ambientes.

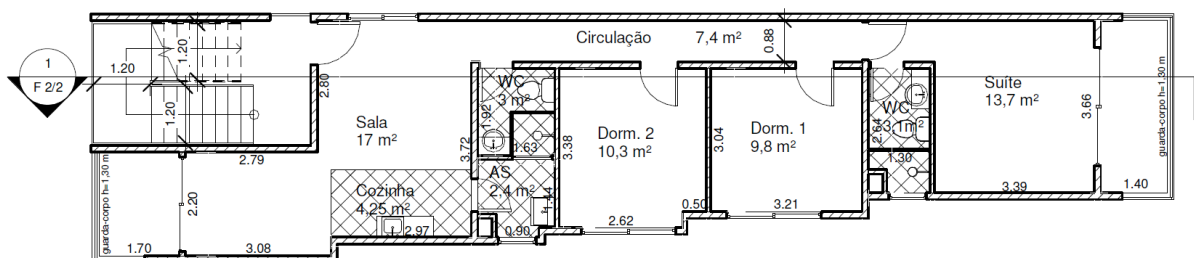


Figura 40: Planta do andar tipo dos apartamentos superiores

A posição das paredes não estruturais deixou de coincidir com as paredes estruturais perimetrais, criando "dentes" na área de serviço e no dormitório 2 e possibilitando que as áreas sociais do apartamento fossem um pouco mais amplas e atingissem área semelhante aos ambientes dos apartamentos inferiores. Ponderando esta solução, acredita-se que a melhoria causada nos ambientes sociais compensa o problema causado nas outras áreas.

Em relação à área de serviço, a única preocupação foi deixar espaço suficiente para instalação da janela, visto que esta é uma área de uso não constante. Já em relação ao Dormitório 2, é muito comum em empreendimentos na região o uso de

um dente de 50 cm no cômodo de forma a possibilitar a instalação de um armário embutido, então a solução não causará estranheza ou prejuízo aos usuários.

Os “shafts” para passagem de tubulação foram alocados pensando na melhor maneira possível de, ao mesmo tempo, não causar impacto na arquitetura e nem grandes áreas de forro para esconder a tubulação. Nos andares superiores eles se encontram no banheiro da suíte e na área de serviço, enquanto nos inferiores eles se encontram perto da cozinha e no banheiro da suíte. Desta forma também se conseguiu que eles atendessem a demandas exatamente idênticas: cada um deles atende a 6 banheiros, 3 cozinhas e 3 áreas de serviço.

Outra característica marcante destes apartamentos é a profundidade das varandas (1,40m as voltadas para a viela e 1,70m as voltadas para a Rua Cláudio), que possibilitam a instalação de equipamentos de lazer, churrasqueira móvel, bancos, mesas e vasos de plantas.

Devido ao formato do prédio (muito alongado) e as restrições da legislação municipal quanto à iluminação e a ventilação, utilizou-se a área que estava inutilizada para aumentar as dimensões das varandas e assim amenizar a necessidade de espaços ao ar livre, uma vez que o condomínio não apresenta áreas de lazer. As figuras a seguir ilustram as possibilidades de uso das varandas.

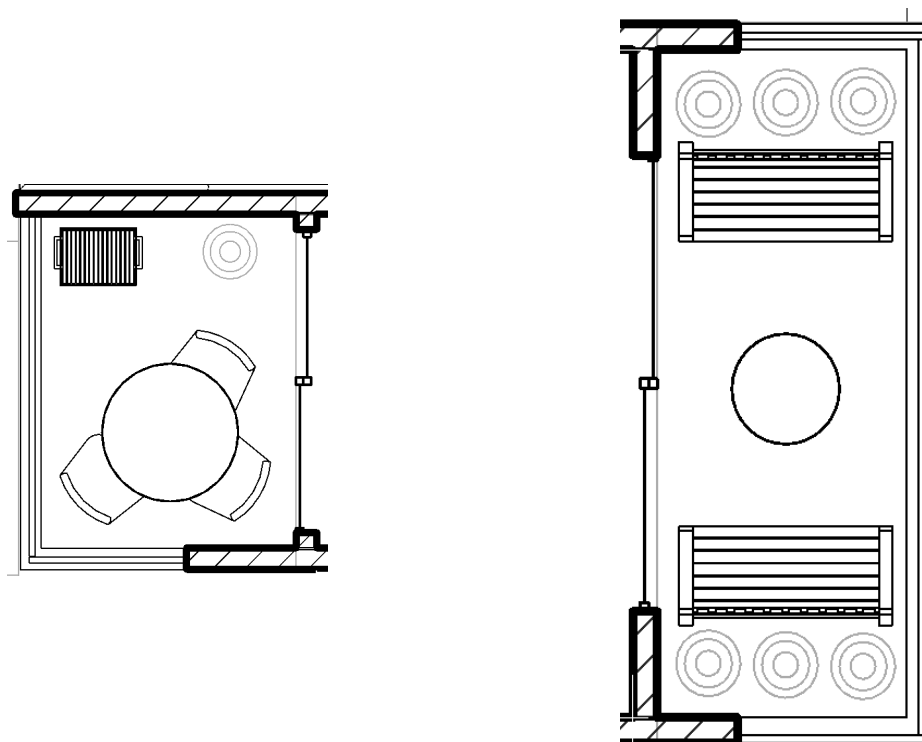


Figura 41: Sugestões de mobília para varandas



Figura 42: Perspectiva da varanda mobiliada (rua)



Figura 43: Perspectiva varanda mobiliada (viela)

7 CÁLCULO ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO

7.1 Parâmetros adotados

Para o cálculo estrutural da edificação, alguns parâmetros foram tomados como referência. São eles:

- peso específico do concreto armado: $\gamma_{\text{conc}} = 25 \text{ kN/m}^3$
- peso específico das paredes (incluindo acabamento): $\gamma_{\text{parede}} = 13 \text{ kN/m}^3$
- carga referente ao revestimento das lajes das áreas internas e de lazer: $1,0 \text{ kN/m}^2$
- carga referente ao revestimento das lajes do estacionamento: $1,5 \text{ kN/m}^2$
- carga referente à impermeabilização das lajes da cobertura: $2,0 \text{ kN/m}^2$
- sobrecarga das lajes da cobertura: $2,0 \text{ kN/m}^2$ (referente ao telhado)
- sobrecarga das lajes internas: $2,5 \text{ kN/m}^2$
- sobrecarga das lajes da área de lazer e do estacionamento: $4,0 \text{ kN/m}^2$
- tensão ideal estimada para os pilares de concreto armado: $1,0 \text{ kN/cm}^2$

7.2 Concepção da planta estrutural da edificação

Após se ter optado por utilizar alvenaria estrutural como método construtivo da edificação, o primeiro passo para se realizar o seu cálculo estrutural é conceber a sua planta estrutural, ou seja, definir quais das paredes terão função estrutural e quais terão apenas função de vedação. Para isto, leva-se em conta que as paredes estruturais deverão sustentar as lajes que nelas se apoiarem, formando assim o esqueleto do edifício e dando suporte a ele tanto vertical quanto horizontalmente. Desta forma, após algumas orientações com o Professor Doutor Luiz Sérgio Franco, que ministra a disciplina optativa referente à alvenaria estrutural na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, chegou-se às plantas estruturais mostradas nas figuras Figura 44 e Figura 45.

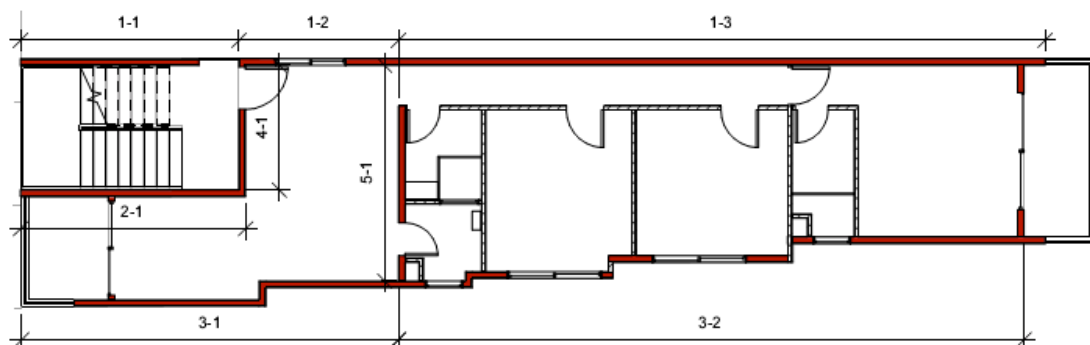


Figura 44: Planta estrutural dos pavimentos superiores

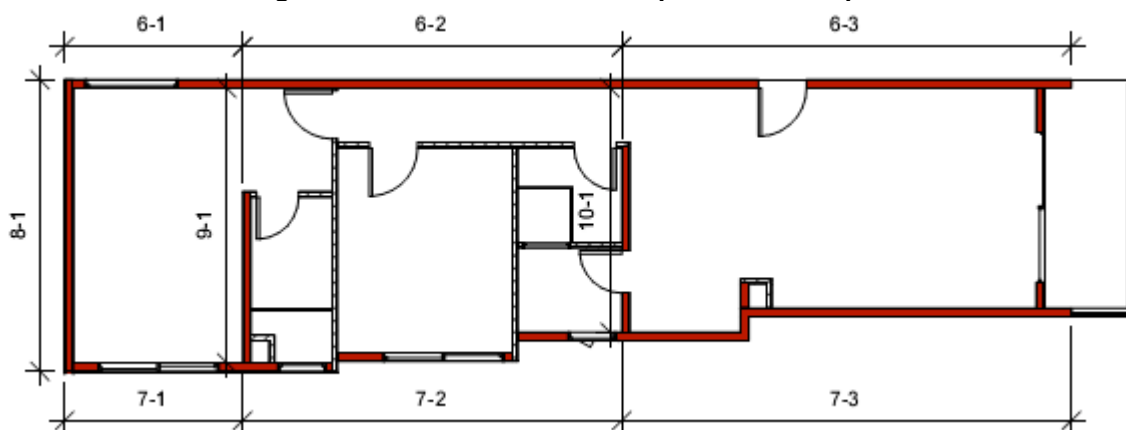


Figura 45: Planta estrutural dos pavimentos inferiores

7.3 Lajes

7.3.1 Concepção das plantas das lajes

Com a planta estrutural concebida, o próximo passo é a definição e cálculo das lajes. O primeiro passo para se realizar o cálculo das lajes é a escolha da disposição das lajes no edifício. Para isso, são levados em conta aspectos construtivos como os vãos máximos das lajes, sentido de apoio das lajes, facilidade de construção, tipo de laje utilizada, dentre outros. Para este projeto, foi decidido utilizar lajes treliçadas com lajotas EPS (isopor). Tal decisão foi tomada porque este tipo de laje apresenta maior facilidade de integração com a alvenaria estrutural, podendo ser utilizada também com o sistema estrutural mais usual de vigas e pilares. Além disso, este tipo de laje aumenta a produtividade da obra, uma vez que dispensa o uso de fôrmas e armação para a sua execução, e elas já vêm pré-moldadas da fábrica, bastando apenas posicionar as treliças sobre as paredes estruturais, colocar as lajotas de EPS entre as treliças e concretar. Nas lajes internas do edifício, optou-se por utilizar lajes unidirecionais (armadas em apenas uma direção), enquanto no estacionamento as lajes serão bidirecionais (armadas em duas direções). Com isso, chegou-se às plantas de lajes mostradas nas figuras Figura 46, Figura 47 e Figura 48.

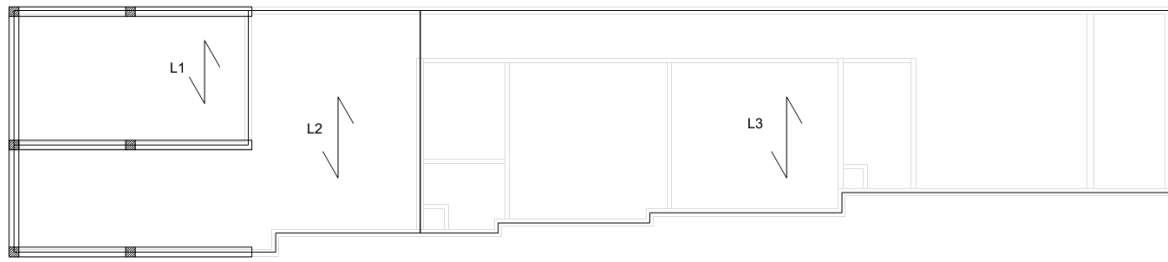


Figura 46: Planta de laje do 1º pavimento superior

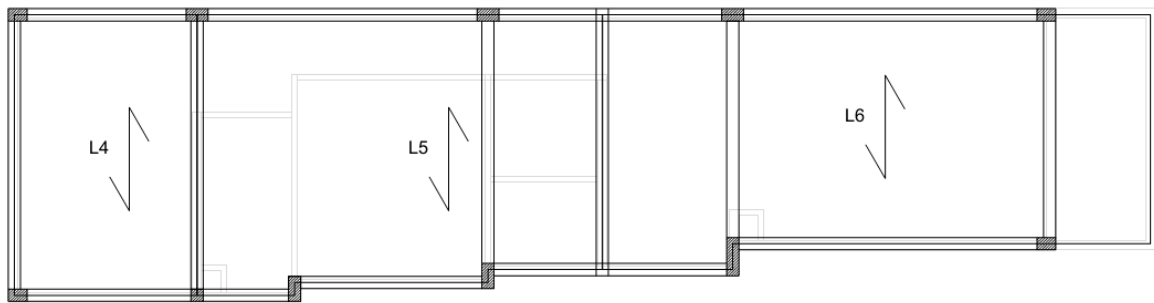


Figura 47: Planta de laje do 2º pavimentos inferior

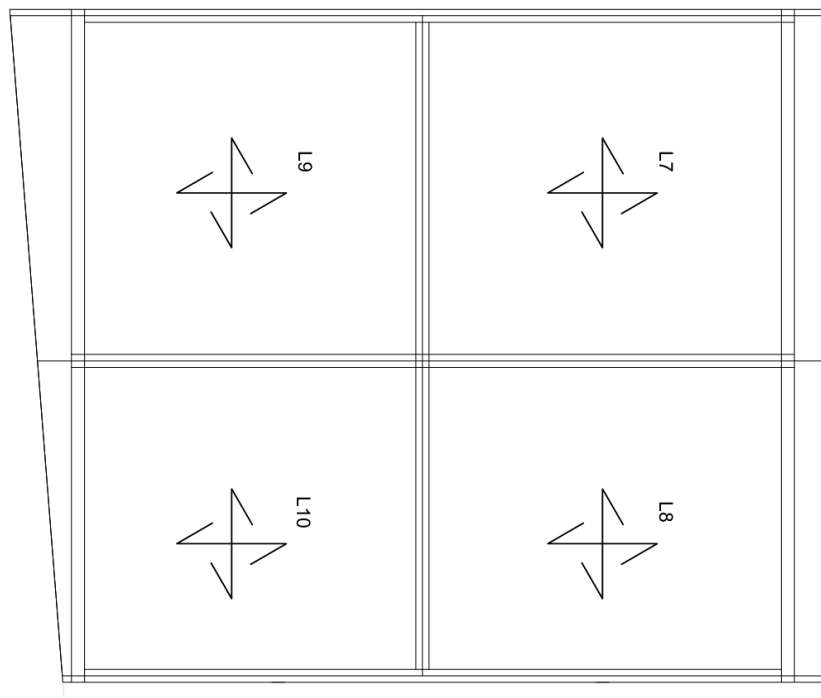


Figura 48: Planta de laje do estacionamento

7.3.2 Dimensionamento da altura das lajes

Com o tipo de laje escolhido, o próximo passo é verificar a altura das lajes. Isto é feito baseado em tabelas fornecidas pelos próprios fabricantes das lajes, levando

em conta os vãos máximos que cada laje deve vencer. A seguir estão transcritas as tabelas de alguns fabricantes.

Tabela 18: Lajes Paulista (unidirecionais)

Altura da laje (cm)	H+capa (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Sobrecarga (kgf/m ²) x Vão máximo (m)			
			100	250	350	500
12	7+5	170	5,00	4,55	3,90	3,60
17	12+5	198	6,80	6,10	5,60	4,90
21	16+5	220	8,00	7,40	7,00	6,20

Tabela 19: Lajes Salema (unidirecionais)

Altura da laje (cm)	H+capa (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Sobrecarga (kgf/m ²) x Vão máximo (m)		
			100	200	300
12	4	150	5,10	4,85	4,45
16	4	176	6,90	6,70	6,40
20	4	202	8,40	8,25	7,80

Tabela 20: Lajes Guerra (unidirecionais)

Altura da laje (cm)	H + capa (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Sobrecarga (kgf/m ²) x Vão máximo (m)			
			100	200	350	500
12	6+6	198	5,10	4,60	4,20	4,00
16	11+5	212	6,50	5,90	5,50	5,10
20	15+5	245	7,80	7,10	6,60	6,20

Tabela 21: Lajes Anhanguera (unidirecionais)

Altura da laje (cm)	H + capa (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Sobrecarga (kgf/m ²) x Vão máximo (m)		
			100	300	500
12	8+4	144	5,22	4,38	4,08
16	12+4	158	6,35	5,95	5,35
20	16+4	179	7,45	6,85	6,45

Tabela 22: Lajes Paulista (bidirecionais)

Altura da laje (cm)	H+capa (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Sobrecarga (kgf/m ²) x Vão máximo (m)			
			100	250	350	500
14	9+5	202	6,00	5,75	5,25	4,50
17	12+5	213	7,00	6,40	6,00	5,25
21	16+5	243	8,25	7,50	7,25	6,50

Tabela 23: Lajes Salema (bidirecionais)

Altura da laje (cm)	H+capa (cm)	Peso próprio (kgf/m ²)	Sobrecarga (kgf/m ²) x Vão máximo (m)		
			100	200	300
14	10+4	185	7,30	6,90	6,50
16	12+4	200	8,20	7,80	7,40
20	16+4	260	9,60	9,10	8,65

Tabela 24: Lajes

Pavimento	Laje	ℓ_x	ℓ_y
		(m)	(m)
Superior	L1	2,80	4,80
	L2	3,74	8,17
	L3	4,61	14,70
Inferior	L4	2,82	4,57
	L5	4,57	6,31
	L6	4,04	7,76
Estacionamento	L7	4,80	5,95
	L8	5,05	5,95
	L9	4,80	5,75

Tendo como base as tabelas dos fabricantes transcritas, foram adotados os seguintes valores para peso próprio das lajes treliçadas:

- laje treliçadaunidirecional com lajota EPS e altura total de 12cm: 170 kgf/m²
- laje treliçadaunidirecional com lajota EPS e altura total de 17cm: 213 kgf/m²

E tendo como base a norma NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, de novembro de 1980, os seguintes valores de sobrecarga foram adotados:

- sobrecarga das lajes da cobertura: 2,5kN/m² (referente ao telhado)
- sobrecarga das lajes internas: 2,5 kN/m²
- sobrecarga das lajes do estacionamento: 4,0 kN/m²

Com isso, analisando as tabelas dos fabricantes, vãos máximos das lajes e valores de sobrecarga, chega-se à Tabela 25, que mostra a altura das lajes.

Tabela 25: Lajes

Laje	ℓ_x	ℓ_y	Sobrecarga	H
	(m)	(m)	(kgf/m ²)	(cm)
L1	2,80	4,80	2,50	12
L2	3,74	8,17	2,50	12
L3	4,61	14,70	2,50	12
L4	2,82	4,57	2,50	12
L5	4,57	6,31	2,50	12
L6	4,04	7,76	2,50	12
L7	4,80	5,95	4,00	17
L8	5,05	5,95	4,00	17
L9	4,80	5,75	4,00	17
L10	5,05	5,40	4,00	17

7.3.3 Carregamento nas lajes

Conhecidas as alturas das lajes, o passo seguinte é calcular o carregamento ao qual cada laje está sujeita. Isto é feito levando-se em conta o carregamento relativo ao peso próprio da laje (g_{1k}), ao revestimento da laje (g_{2k}), ao peso de elementos construtivos que se apoiam sobre a laje (g_{3k}) e à sobrecarga à qual a laje está sujeita (q_k). Tais carregamentos são obtidos das seguintes maneiras:

- carregamento relativo ao peso próprio da laje (g_{1k}): fornecido pelo próprio fabricante;

- carregamento relativo ao revestimento da laje (g_{2k}): adotado como sendo igual a 1,0 kN/m² nas lajes internas; 1,5 kN/m² nas lajes da área de lazer e do estacionamento; e 2,0 kN/m² nas lajes da cobertura (devido à uma possível impermeabilização desta área);

- carregamento relativo ao peso de elementos construtivos que se apoiam sobre a laje (g_{3k}): obtido através da

Equação 3
$$g_{3k} = \frac{P}{A}$$

Onde: P = o peso total dos elementos construtivos que se apoiam na laje

A = área da laje.

Nas lajes internas o peso geralmente se refere às paredes de vedação apoiadas na laje, enquanto nas lajes da cobertura ele se refere ao peso das caixas d'água;

- carregamento relativo à sobrecarga à qual a laje está sujeita (q_k): depende da utilização da laje. No projeto em questão foram adotadas sobrecargas de utilização de 4,0 kN/m² para as lajes do estacionamento e de 2,5 kN/m² para as demais lajes.

Todas estas informações, bem como o carregamento total de cada laje podem ser mais bem visualizadas nas tabelas Tabela 26, Tabela 27 e Tabela 28. Lembrando que as lajes da cobertura recebem carregamentos diferenciados, pois elas servem somente de suporte para a estrutura do telhado e para as caixas d'água.

Tabela 26: Carregamento das lajes internas

Tipos de carga	L1	L2	L3	L4	L5	L6
	(kN/m ²)					
g_{1k}	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
g_{2k}	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
g_{3k}	0,00	0,00	1,11	0,00	1,66	0,00
g_k	2,70	2,70	3,81	2,70	4,36	2,70
q_k	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
$g_k + q_k$	5,20	5,20	6,31	5,20	6,86	5,20

Tabela 27: Carregamento das lajes da cobertura

Tipos de carga	L1	L2	L3
	(kN/m ²)		
g_{1k}	1,70	1,70	1,70
g_{2k}	2,00	2,00	2,00
g_{3k}	0,00	0,33	0,74
g_k	3,70	4,03	4,44
q_k	2,50	2,50	2,50
$g_k + q_k$	6,20	6,53	6,94

Tabela 28: Carregamento das lajes do estacionamento

Tipos de carga	L7	L8	L9	L10
	(kN/m ²)			
g_{1k}	2,13	2,13	2,13	2,13
g_{2k}	1,50	1,50	1,50	1,50
g_{3k}	0,00	0,00	0,00	0,00
g_k	3,63	3,63	3,63	3,63
q_k	4,00	4,00	4,00	4,00
$g_k + q_k$	7,63	7,63	7,63	7,63

Conhecidos os carregamentos das lajes, pode-se realizar o cálculo das cargas aos quais as paredes estruturais estão submetidas. Para isso é preciso conhecer como as cargas das lajes são distribuídas para as paredes estruturais e, então, somar as cargas começando do topo da edificação até chegar ao andar mais baixo, onde as cargas são as maiores e, portanto, críticas.

Para as cargas das lajes bidirecionais, foram consideradas as áreas de influência limitadas por linhas que partem dos vértices das lajes com um ângulo de 45°, conforme ilustra a Figura 49:

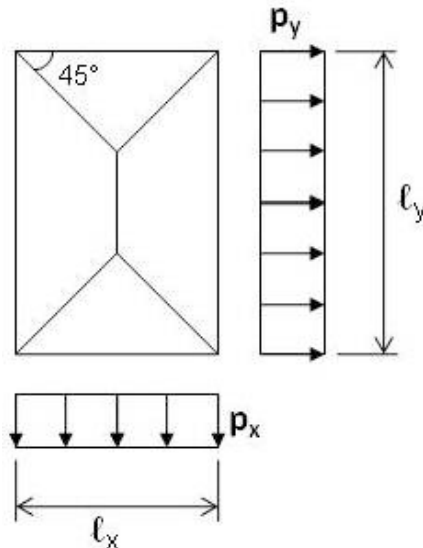


Figura 49: Distribuição das cargas nas lajes armadas bidirecionais

As cargas p_x e p_y são obtidas através da Equação 4 e da Equação 5

Equação 4

$$p_x = \frac{p \cdot \ell_x}{4}$$

Equação 5

$$p_y = p_x \cdot \left(2 - \frac{\ell_x}{\ell_y} \right)$$

Onde: $p = g_k + q_k$ = carregamento total da laje em questão;

ℓ_x = menor lado da laje;

ℓ_y = maior lado da laje.

Após a realização destes cálculos, chegou-se a Tabela 29, que apresenta os valores de p_x e p_y para todas as lajes bidirecionais.

Tabela 29: Carga das lajes bidirecionais

Laje	ℓ_x	ℓ_y	$g_k + q_k$	p_y	p_x
	(m)	(m)	(kN/m ²)	(kN/m)	(kN/m)
L7	4,80	5,95	7,63	10,93	9,16
L8	5,05	5,95	7,63	11,09	9,63
L9	4,80	5,75	7,63	10,67	9,16
L10	5,05	5,40	7,63	10,26	9,63

Já para as lajes unidirecionais, o cálculo é muito mais simples. Como estas lajes são armadas em apenas uma direção, considera-se que elas se apoiam em apenas duas paredes. Com isso, pode-se desprezar a carga que elas transmitem às paredes nas quais elas não se apoiam. Desta forma a carga transmitida por estas lajes é obtida pela Equação 6.

Equação 6

$$q = \frac{A \cdot (g_k + q_k)}{L}$$

Onde: q = carregamento que a laje transmite à parede (kN/m);

A = área da laje (m²);

$g_k + q_k$ = carregamento ao qual a laje está sujeita (kN/m²);

ℓ = comprimento do lado da laje que se apoia nas paredes (m).

Com isso, chega-se aos valores apresentados na Tabela 30:

Tabela 30: Cargas das lajes unidirecionais

Local	Laje	A	ℓ	$g_k + q_k$	q
		(m ²)	(m)	(kN/m ²)	(kN/m)
Pavimentos	L1	13,44	4,80	5,20	7,28
	L2	17,12	8,17	5,20	5,45
	L3	67,77	14,70	6,31	14,55
	L4	12,89	2,82	5,20	11,88
	L5	28,84	6,31	6,86	15,66
	L6	31,35	7,76	5,20	10,50
Cobertura	L1	13,44	4,80	6,20	8,68
	L2	17,12	8,17	6,53	6,84
	L3	67,77	14,70	6,94	15,99

Conhecidas as cargas que as lajes transmitem às paredes, o passo seguinte é a identificação dos trechos das paredes e posterior soma das cargas de cada trecho.

Tabela 31: Cargas nas paredes - Pavimentos Superiores

Parede	Trecho	Comprimento	Cobertura		3º superior		2º superior		1º superior	
			$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$	$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$	$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$	$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$
		(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	1	4,80	-	8,68	5,10	7,28	5,10	7,28	5,10	7,28
	2	3,30	-	6,84	5,10	5,45	5,10	5,45	5,10	5,45
	3	14,30	-	15,99	5,10	14,55	5,10	14,55	5,10	14,55
2	1	4,80	-	15,52	5,10	12,73	5,10	12,73	5,10	12,73
3	1	8,10	-	6,84	5,10	5,45	5,10	5,45	5,10	5,45
	2	14,30	-	15,99	5,10	14,55	5,10	14,55	5,10	14,55
4	1	2,80	-	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00
5	1	4,61	-	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00

Tabela 32: Cargas nas paredes - Pavimentos Inferiores

Parede	Trecho	Comprimento	Estacionamento	Térreo		1º inferior		2º inferior	
			$g_k + q_k$	$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$	$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$	$g_{k,parede}$	$g_k + q_k$
		(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
6	1	2,82	0,00	11,88	5,10	11,88	5,10	11,88	5,10
	2	6,31	0,00	15,66	5,10	15,66	5,10	15,66	5,10
	3	7,36	0,00	10,50	5,10	10,50	5,10	10,50	5,10
7	1	2,82	0,00	11,88	5,10	11,88	5,10	11,88	5,10
	2	6,31	0,00	15,66	5,10	15,66	5,10	15,66	5,10
	3	7,36	0,00	10,50	5,10	10,50	5,10	10,50	5,10
8	1	4,57	11,09	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00	5,10
9	1	4,57	0,00	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00	5,10
10	1	4,04	0,00	0,00	5,10	0,00	5,10	0,00	5,10

Tabela 33: Cargas máximas nas paredes

Parede	Trecho	Total
		(kN/m)
1	1	45,81
	2	38,47
	3	74,93
2	1	68,99
3	1	38,47
	2	74,93
4	1	15,29
5	1	15,29
6	1	89,40
	2	137,21
	3	121,73
7	1	89,40
	2	137,21
	3	121,73
8	1	41,67
9	1	30,58
10	1	15,29

7.4 Vigas e pilares

Para o cálculo das cargas nos pilares é preciso conhecer as cargas dos elementos que neles se apoiam. No caso da edificação em questão, os pilares sustentarão todo o peso da mesma. Tal peso será transferido das lajes para as paredes estruturais, e destas para as vigas que, por sua vez, transferirão as cargas para os pilares. Portanto é necessário conhecer as cargas que as lajes transferem para as paredes estruturais e as cargas que as paredes estruturais transferem para as vigas, como visto anteriormente no item 7.3.3. Conhecidos estes dados, pode-se calcular a carga que as vigas recebem e, com isso, as cargas que cada pilar precisará sustentar.

Para a melhor compreensão, as figuras Figura 50, Figura 51 e Figura 52 mostram a disposição das vigas e dos pilares, juntamente com as dimensões destes elementos, os quais terão seus cálculos detalhados na sequência.

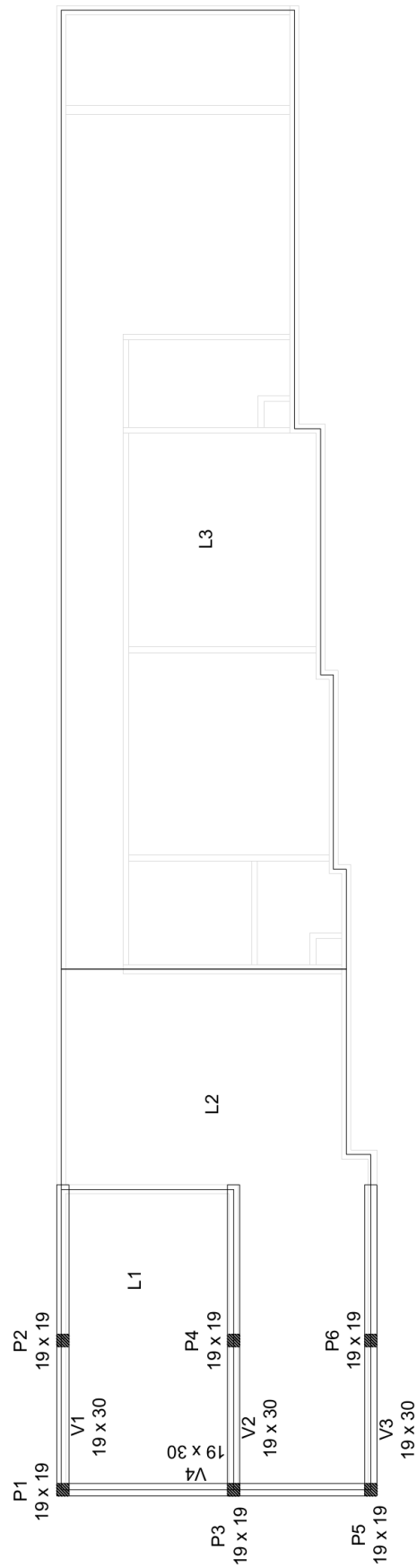


Figura 50: Planta das vigas e dos pilares do 1º pavimento superior

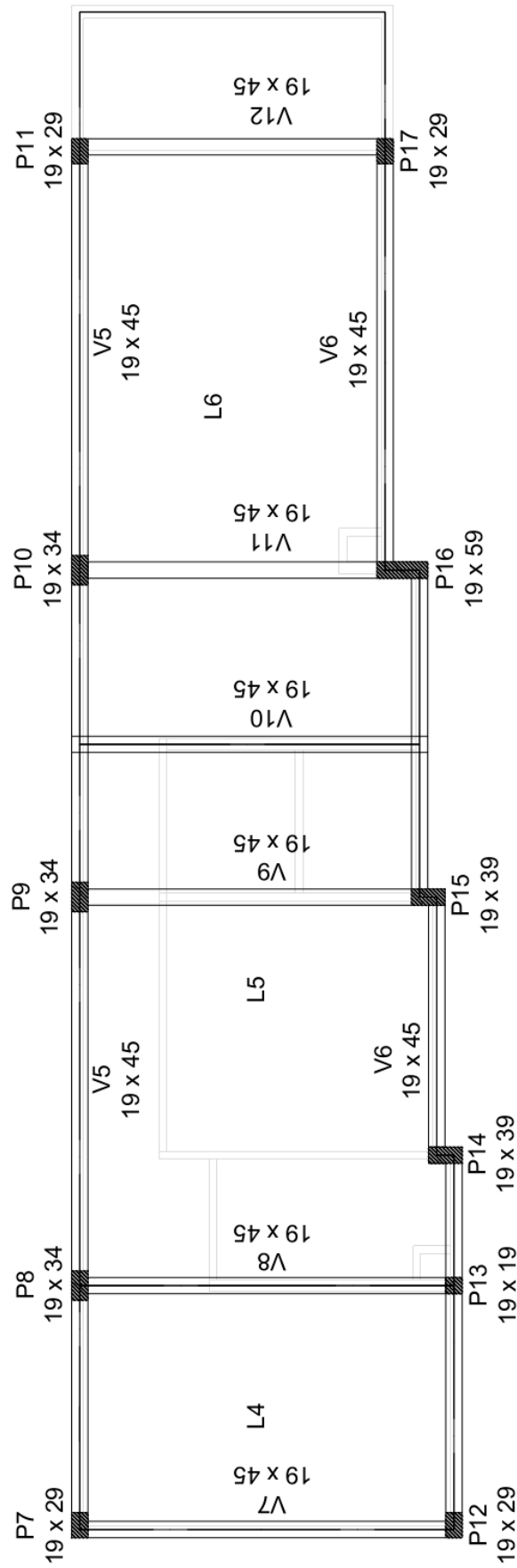


Figura 51: Planta das vigas e dos pilares do 2º pavimento inferior

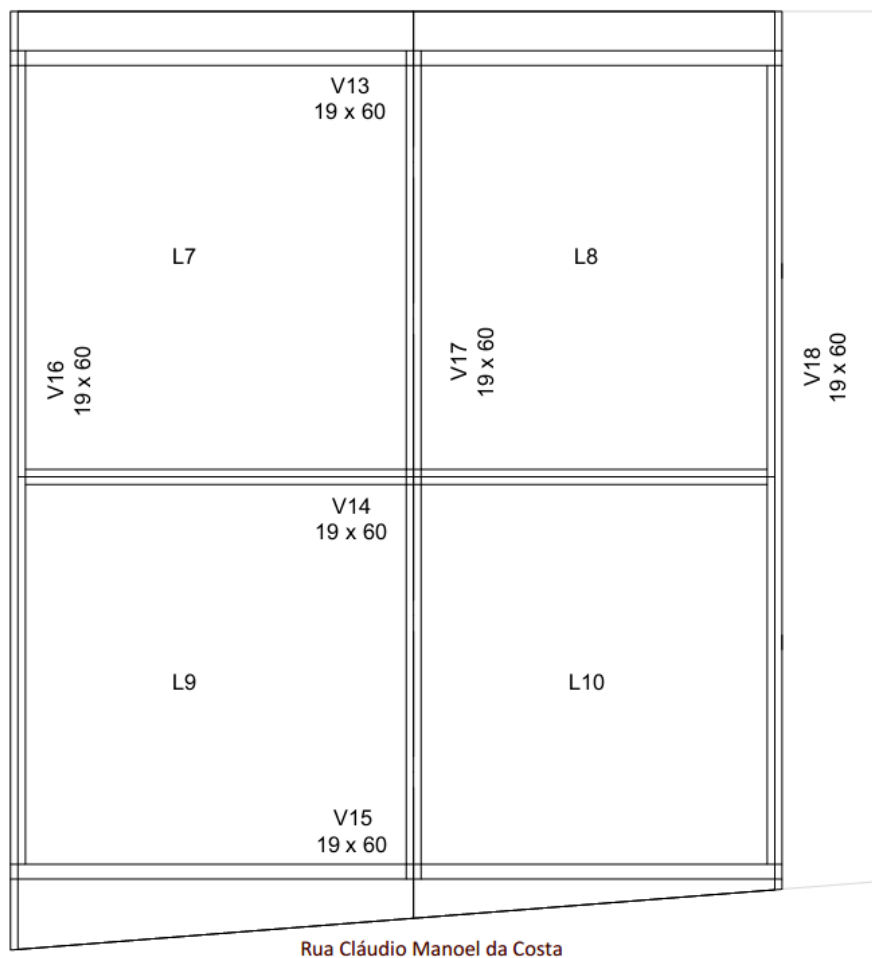


Figura 52: Planta das vigas do estacionamento

O primeiro passo é fazer a identificação das vigas e, em seguida, a distribuição das cargas que nelas atuam. Cada trecho de viga deverá sustentar ao menos um trecho de parede estrutural ou uma laje, além de seu peso próprio. Estas cargas foram calculadas anteriormente, bastando apenas identificar quais cargas são suportadas por cada trecho de viga. Tal identificação fica mais clara observando-se a Tabela 34.

Tabela 34: Cargas nas vigas

Viga	Trecho	Vão máximo	b_{viga}	h_{viga}	h_{viga} adotado	$g_{k,\text{viga}}$	$g_k + q_k$
		(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(kN/m)
1	A	2,40	0,19	24,0	30	1,43	47,23
	B	2,40	0,19	24,0	30	1,43	47,23
2	A	2,40	0,19	24,0	30	1,43	70,41
	B	2,40	0,19	24,0	30	1,43	70,41
3	A	2,40	0,19	24,0	30	1,43	39,89
	B	2,40	0,19	24,0	30	1,43	39,89

Viga	Trecho	Vão máximo	b_{viga}	h_{viga}	h_{viga} adotado	$g_{k,viga}$	$g_k + q_k$
		(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m)	(kN/m)
4	A	2,80	0,19	28,0	30	1,43	1,43
	B	2,20	0,19	22,0	30	1,43	1,43
5	A	2,82	0,19	28,2	45	2,14	91,54
	B	4,26	0,19	42,6	45	2,14	139,35
	C	3,64	0,19	36,4	45	2,14	139,35
	D	4,39	0,19	43,9	45	2,14	123,87
6	A	2,82	0,19	28,2	45	2,14	91,54
	B	1,35	0,19	13,5	45	2,14	139,35
	C	2,91	0,19	29,1	45	2,14	139,35
	D	3,64	0,19	36,4	45	2,14	139,35
	E	4,39	0,19	43,9	45	2,14	123,87
7	-	4,57	0,19	45,7	45	2,14	43,80
8	-	4,57	0,19	45,7	45	2,14	32,71
9	-	4,04	0,19	40,4	45	2,14	2,14
10	-	4,04	0,19	40,4	45	2,14	17,43
11	-	3,66	0,19	36,6	45	2,14	2,14
12	-	3,66	0,19	36,6	45	2,14	2,14
13	A	4,80	0,19	48,0	60	2,85	12,01
	B	5,05	0,19	50,5	60	2,85	12,48
14	A	4,80	0,19	48,0	60	2,85	21,16
	B	5,05	0,19	50,5	60	2,85	22,12
15	A	5,75	0,19	57,5	60	2,85	12,01
	B	5,40	0,19	54,0	60	2,85	12,48
16	A	5,95	0,19	59,5	60	2,85	13,78
	B	5,75	0,19	57,5	60	2,85	13,52
17	A	5,95	0,19	59,5	60	2,85	24,87
	B	5,40	0,19	54,0	60	2,85	23,78
18	A	5,95	0,19	59,5	60	2,85	13,94
	B	5,05	0,19	50,5	60	2,85	13,11

Conhecidas as cargas que cada trecho de viga recebe, pode-se calcular a carga que estas transferem para os pilares. O posicionamento dos pilares foi feito colocando um pilar em cada vértice da edificação e no encontro entre as vigas.

As cargas dos pilares foram calculadas levando em conta as cargas que as vigas transmitem para os mesmos, e suas áreas foram obtidas a partir da Equação 7:

Equação 7

$$A_{\text{pilar}} = \frac{P}{\sigma_{\text{ideal}}}$$

Onde: A_{pilar} = a área do pilar

P = carga que o pilar recebe

σ_{ideal} = tensão ideal do concreto armado que, no caso, foi estimada em 1,0 kN/cm².

Com isso, pode-se calcular a área mínima necessária de cada pilar e, assim, chegar às dimensões de cada pilar. Tais dimensões precisam respeitar a área mínima do pilar e também a largura dos blocos estruturais. Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 35.

Tabela 35: Dimensionamento dos pilares

Pilar	Carga	A_{pilar}	B_{pilar}	ℓ_{pilar}	$\ell_{\text{pilar adotado}}$	Dimensões adotadas	$g_{k,\text{pilar}}$
	(kN)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm) x (cm)	(kN)
P1	58,67	58,67	19	3,1	19	19 x 19	2,71
P2	113,36	113,36	19	6,0	19	19 x 19	2,71
P3	88,06	88,06	19	4,6	19	19 x 19	2,71
P4	168,99	168,99	19	8,9	19	19 x 19	2,71
P5	49,44	49,44	19	2,6	19	19 x 19	2,71
P6	95,74	95,74	19	5,0	19	19 x 19	2,71
P7	328,08	328,08	19	17,3	29	19 x 29	4,13
P8	500,64	500,64	19	26,3	34	19 x 34	4,85
P9	572,35	572,35	19	30,1	34	19 x 34	4,85
P10	547,03	547,03	19	28,8	34	19 x 34	4,85
P11	275,81	275,81	19	14,5	29	19 x 29	4,13
P12	284,27	284,27	19	15,0	29	19 x 29	4,13
P13	297,88	297,88	19	15,7	19	19 x 19	2,71
P14	296,82	296,82	19	15,6	19	19 x 19	2,71
P15	478,29	478,29	19	25,2	34	19 x 34	4,85
P16	547,03	547,03	19	28,8	34	19 x 34	4,85
P17	275,81	275,81	19	14,5	29	19 x 29	4,13

7.5 Cargas das fundações

Conhecidas as cargas das vigas e dos pilares, assim como o peso próprio de cada pilar, é possível realizar o cálculo das cargas das fundações. Para isso, é

necessário somar as cargas que cada estaca recebe. Algumas recebem somente a carga do pilar que nela se apoia, enquanto outras recebem apenas a carga das vigas que nela se apoiam. E ainda há as estacas que recebem um carregamento tanto das vigas quanto dos pilares que nelas se apoiam. Desta forma, após todos os cálculos realizados, chega-se aos resultados mostrados na Tabela 36.

Tabela 36: Cargas nas fundações

Fundação	Carga (kN)	Carga (tf)
F01	69,80	6,98
F02	134,31	13,43
F03	72,99	7,30
F04	61,38	6,14
F05	116,07	11,61
F06	431,14	43,11
F07	505,48	50,55
F08	577,20	57,72
F09	551,87	55,19
F10	279,94	27,99
F11	130,64	13,06
F12	335,56	33,56
F13	171,69	17,17
F14	52,14	5,21
F15	98,45	9,84
F16	378,52	37,85
F17	300,59	30,06
F18	299,53	29,95
F19	483,14	48,31
F20	551,87	55,19
F21	279,94	27,99
F22	73,38	7,34
F23	132,42	13,24
F24	66,80	6,68

Estes podem ser mais bem visualizados na Figura 53, que mostram a posição das estacas e a carga que cada uma suporta.

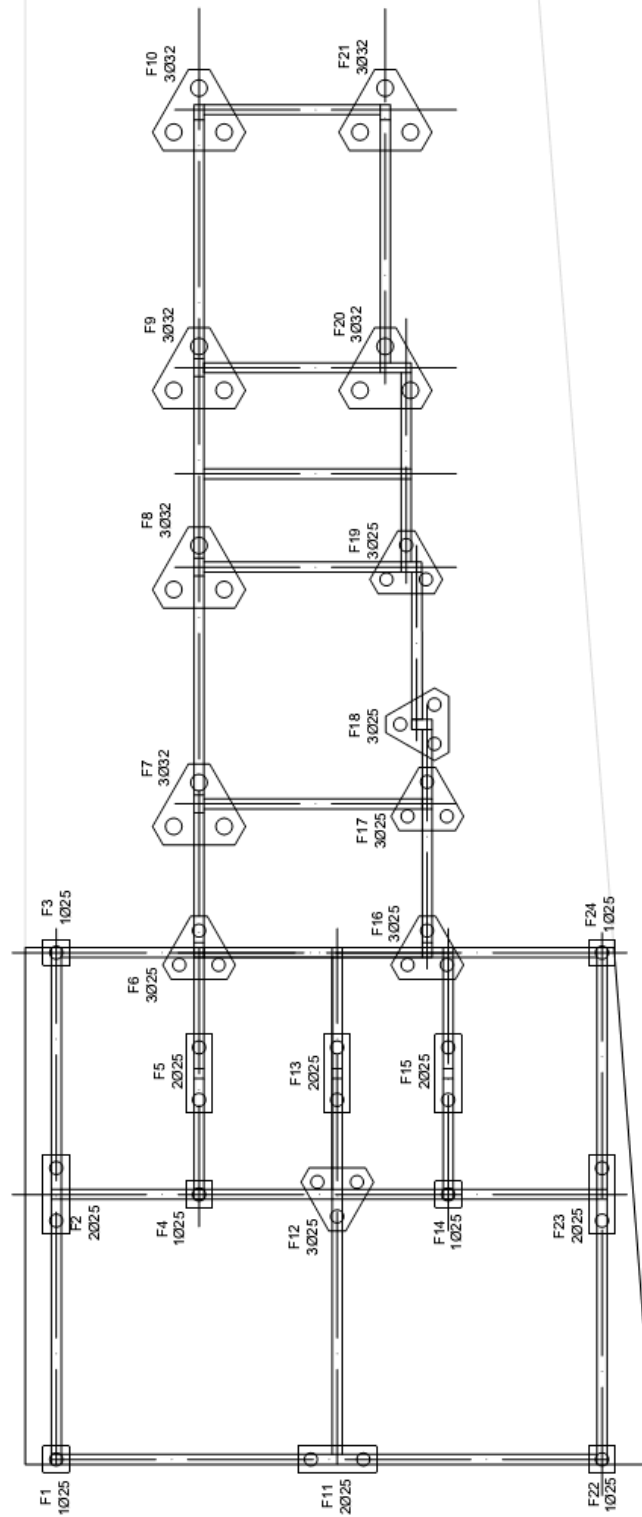


Figura 53: Planta de Fundações

8 FUNDAÇÃO

8.1 Escolha da fundação

A primeira etapa do projeto de fundação é fazer a escolha do tipo de tecnologia a ser adotada na obra, a qual é feita através de comparações entre os diversos tipos de fundação junto às restrições impostas pelo ambiente, vindo, assim, a eliminar aquelas que não são possíveis de serem feitas e restringindo a escolha.

A Tabela 37 e a Tabela 38 mostram as características dos diversos tipos de fundação disponíveis no mercado, as quais servirão como base para a escolha da fundação.

Tabela 37: Características das fundações superficiais

Tipo	Quando utilizar	Custo	Características executivas
Bloco	- Utilizado quando o solo apresenta alta resistência, não havendo restrição ao emprego de cargas elevadas.	Baixo	- Simples execução
Sapata	- Utilizada quando o solo apresenta alta resistência, não havendo restrição ao emprego de cargas elevadas.	Baixo, porém maior que o bloco para cargas reduzidas.	- Simples execução - Pode assumir diversas formas geométricas, para facilitar o apoio de pilares com formatos excêntricos.
Radier	- Utilizado quando as sapatas se aproximam umas das outras ou se sobrepõem - Utilizada quando se deseja uniformizar os recalques	Alto	- Prazo alto, devido à necessidade de deixar toda a área a ser executada desimpedida antes de iniciar o serviço.

FONTE: ABCP

Tabela 38: Características das fundações profundas

Tipo	Produtividade	Capacidade de carga	Profundidade máxima	Vibrações causadas
Estaca metálica	50 m diários, ocorrendo variações em função das características do solo, profundidade da fundação, condições do terreno e distância entre estacas.	20 a 200 tf	- Não possui limitação de profundidade. - A estaca possui aproximadamente 12 m, podendo ser emendadas.	- Apresenta problemas de barulho durante a cravação. - Podem ser cravadas sem causar grandes vibrações
Estaca pré-moldada de concreto	50 m diários, ocorrendo variações em função das características do solo, profundidade da fundação, condições do terreno e distância entre	25 a 170 tf	- Depende do tipo de estaca, variando de 8 a 12 m. - Podem ser emendadas.	- Apresenta problemas de barulho e vibrações durante a cravação.

	estacas.			
Tipo	Produtividade	Capacidade de carga	Profundidade máxima	Vibrações causadas
Estaca Strauss	30 m diários	20 a 100 tf	20 a 25 m	- Ausência de trepidações e vibrações em prédios vizinhos
Estaca Barrete	50 m por dia, para uma espessura de 40 cm. Além disso, a produtividade varia em função do tipo de solo e condições do terreno.	500 a 1250 tf	Superior a 50 m	
Estaca Franki	40 m diários	60 a 400 tf	Até 36 m	- Provoca vibração e ruídos intensos durante a execução
Estaca Raiz	30 m diários	10 a 180 tf		- Ausência de vibrações
Estaca em Hélice Contínua	150 a 400 m por dia, dependendo da profundidade da estaca, do diâmetro da hélice, do tipo e resistência do terreno e do torque do equipamento.	25 a 390 tf	20 a 24 m, existindo alguns equipamentos que chegam a 30 m.	- Não produz distúrbio, vibrações e descompressão.
Tubulão a céu aberto	4,0 m³ de escavação manual para tubulões até 10 m de profundidade 80 m³ de escavação mecânica para tubulões até 15 m de profundidade.	150 a 1.000 tf	Limitada pelo nível d'água	- Ausência de trepidações e vibrações em prédios vizinhos
Tubulão a ar comprimido	Variável, pois depende muito do tipo de solo.	800 a 1.000 tf	34 m abaixo do nível d'água	- Ausência de trepidações e vibrações em prédios vizinhos

FONTE: ABCP

De acordo com a Tabela 36, a fundação escolhida deverá suportar uma carga mínima de 5,21 tf e uma carga máxima de 57,72 tf.

O relatório de sondagem (anexo E), de modo geral, mostrou que o nível d'água se encontra entre 5,0 m e 6,5 m abaixo da superfície do terreno, o qual é composto basicamente por uma camada de argila arenosa nos primeiros 6 m de profundidade e com SPT menor que cinco nos primeiros 5 m de profundidade.

Através da Tabela 37, da Tabela 38 e das constatações obtidas no relatório de sondagem é possível elencar os tipos de fundação que são impossíveis de serem feitas por motivos de inviabilidade técnica. São elas:

- Bloco: impossível porque o solo da obra tem baixa capacidade de resistência;

- Sapata: impossível porque o solo da obra tem baixa capacidade de resistência;

- Radier: impossível porque o solo da obra tem baixa capacidade de resistência;

- Tubulão a céu aberto e tubulão a ar comprimido: a existência de nível d'água elevado e a baixa capacidade de resistência do solo dificultam bastante sua execução, pois há riscos reais de desmoronamento;

- Broca: apesar de não estar descrita na Tabela 38, a estaca tipo broca será descartada devido à baixa capacidade de resistência do solo. Além deste motivo, ela também será rejeitada por possuir baixa capacidade de resistir às cargas, algo entre 4 tf e 5 tf (conforme obtido na apostila de fundações da disciplina PCC 2435 – Tecnologia da Construção de Edifícios 1).

Além das fundações excluídas por inviabilidade técnica, também deverão ser eliminadas àquelas que possuem inviabilidade construtiva, ou seja, aquelas que não poderão ser adotadas devido às dimensões do terreno e da topografia. São elas:

- Radier: construção impossível de ser realizada em terreno inclinado;

- Estaca Metálica: o equipamento de cravação apresenta grandes dimensões perante o tamanho do terreno;

- Estaca Pré-moldada de Concreto: o equipamento de cravação apresenta grandes dimensões perante o tamanho do terreno, conforme mostra a Figura 54:

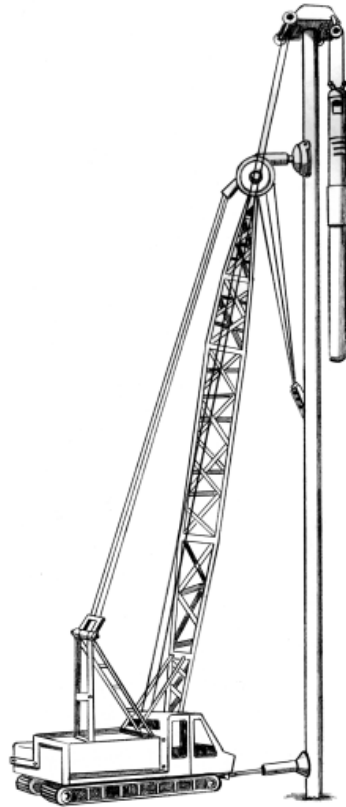


Figura 54: Equipamento de bate-estaca

- Estaca Hélice Contínua: segundo o livro “Fundações Teoria e Prática” publicado pela Editora PINI e escrito por diversos autores, esta estaca exige áreas de trabalho planas e de fácil movimentação, pois requer equipamentos de grande porte e isto a impossibilita de ser executada em terrenos inclinados.

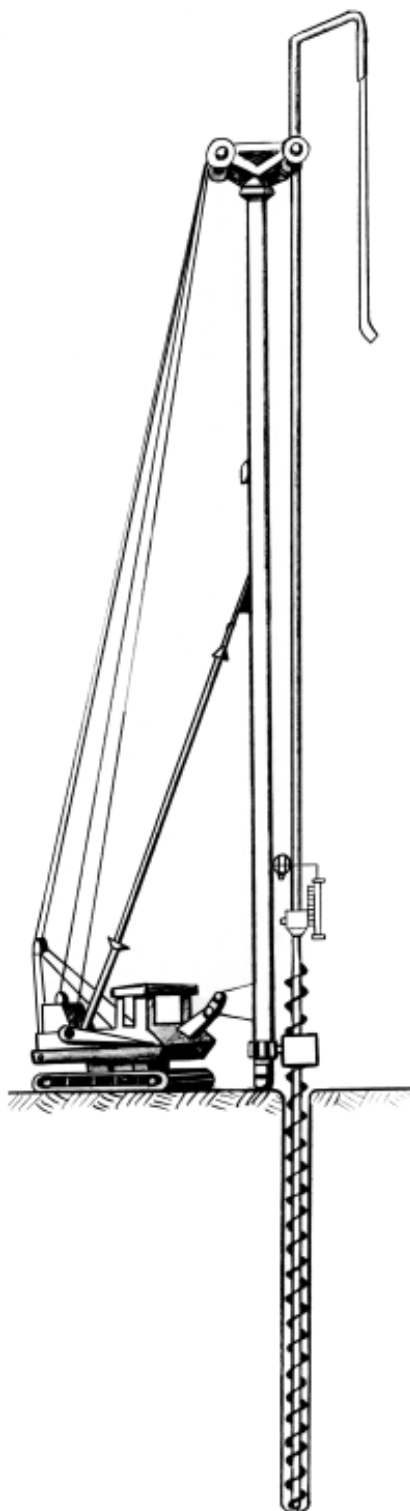


Figura 55: Equipamento de execução da estaca em Hélice Contínua

Excluídas as fundações devido às inviabilidades técnica e construtiva, deve-se escolher a fundação através de outros critérios que a princípio não eram tão relevantes:

- Existência de vibrações e de barulho: para evitar problemas com a vizinhança, uma vez que o terreno é cercado de moradias unifamiliares de pequeno porte, deverá ser excluído qualquer tipo de fundação que cause barulho e vibrações, ou seja, as estacas metálica, pré-moldada de concreto (que já foram excluídas devido à inviabilidade construtiva) e Franki;

- Elevada capacidade de carga: fundações capazes de suportar elevadas cargas, em geral, apresentam alto custo de execução e, para o porte da obra, não há a necessidade de utilizar um tipo de fundação que aumente consideravelmente os custos da obra. Sendo assim, será descartada a opção da estaca barrete.

Diante deste cenário, restaram apenas as estacas Strauss e Raiz, as quais não possuem diferenças técnicas capazes de selecionar aquela que seria a mais viável. Buscou-se então fazer a seleção do tipo de fundação através do critério de preço de mercado, vindo a obter a Tabela 39:

Tabela 39: Comparação de preço entre as estacas Raiz e Strauss

Tipo de Estaca	Carga admissível	Preço por metro linear	Preço de mobilização
	(tf)	(R\$/m)	(R\$)
Raiz	35	167,64	14.375,00
Strauss	30	32,12	1.830,00

FONTE: Guia da Construção – Setembro/2012 – Ed. PINI

Como pode ser observado na Tabela 39, a estaca Strauss apresenta custo bem mais baixo que a estaca raiz, deste modo será utilizada a estaca Strauss como fundação do edifício objeto deste trabalho.

A Tabela 40 resume os critérios para a escolha da fundação, assinalando os respectivos motivos das exclusões.

Tabela 40: Resumo dos critérios de escolha das fundações

Tipo de	Motivo da exclusão
---------	--------------------

fundação	Inviabilidade técnica	Inviabilidade construtiva	Barulho e vibrações	Exagerada capacidade de carga	Preço
Bloco	X				
Sapata	X				
Radier	X	X			
Broca	X				
Metálica		X	X		
Pré-moldada de concreto		X	X		
Strauss					
Barrete				X	
Franki			X		
Raiz					X
Hélice contínua		X			
Tubulão a céu aberto	X				
Tubulão a ar comprimido	X				

8.2 Estaca Strauss

Para melhor definição da estaca Strauss, foi extraído o trecho a seguir do Anexo G da NBR 6122/2010, o qual apresenta as principais características deste tipo de fundação:

“A estaca Strauss é uma estaca de concreto moldada in loco, executada através da escavação, mediante emprego de uma sonda (também denominada piteira), com a simultânea introdução de revestimento metálico em segmentos rosqueados, até que se atinja a profundidade projetada.

A concretagem é realizada lançando-se o concreto e retirando-se gradativamente o revestimento com o simultâneo apiloamento do concreto.

O revestimento integral assegura a estabilidade da perfuração e garante as condições para que não ocorra a mistura do concreto com o solo ou o estrangulamento do fuste da estaca.”

Este mesmo trecho da norma faz referência às condições geológicas do terreno, o qual permitirá ou não executar este tipo de estaca. A seguir é transcrito estas restrições:

“Este tipo de estaca não deve ser utilizado em areias submersas ou em argilas muito moles saturadas.

A ponta da estaca deve estar em material de baixa permeabilidade para permitir as condições necessárias para limpeza e concretagem.”

De modo geral, o relatório de sondagem apresentado no anexo E mostra que os primeiros metros de profundidade (até aproximadamente a cota 3 m), há argila arenosa com característica muito mole a mole, após esta camada as argilas existentes possuem consistência dura e pouco plástica a não plástica. As camadas de areias existentes são, em geral, areias argilosas com características não plásticas.

Conforme menciona a norma, as estacas não deverão ser utilizadas em argilas moles como é observado nos primeiros 3 metros de profundidade, no entanto esta camada, próxima à superfície, será removida na escavação e assim não causará problemas ao fazer a fundação. Já a ponta das estacas, após o dimensionamento e a determinação do comprimento, deverá ser ajustada para que esta seja apoiada em uma superfície condizente com a restrição imposta pela norma.

8.3 Processo de execução

Apesar do item 8.2 apresentar resumidamente o processo de execução da estaca Strauss, preferiu-se fazer uma descrição detalhada, a qual é mostrada a seguir:

I) abre-se um furo no terreno, com profundidade entre 1 m e 2 m, e coloca-se a coroa (tubo dentado na extremidade inferior);

II) segue-se aprofundando o furo através de golpes sucessivos da sonda de percussão e retirando-se o solo abaixo da coroa (caso necessário, é rosqueado mais tubos metálicos até que a estaca atinja a profundidade especificada em projeto);

III) utilizando água, realiza-se a limpeza no interior do tubo;

IV) lança-se concreto no tubo até obter uma coluna de aproximadamente 1 m;

V) apilou-se o concreto com um soquete, de modo que se obtenha uma base alargada (um bulbo);

VI) para a formação do fuste, lança-se o concreto na tubulação e apiloa-o, em seguida, retira-se a tubulação metálica;

VII) Concreta-se até um pouco acima da cota de arrasamento e colocam-se as barras de aço que servirão como “arranque”;

VIII) Utilizando ponteiros metálicos, remove-se o concreto excedente na cabeça da estaca.

A Figura 56 mostra resumidamente o procedimento de execução de uma estaca Strauss:

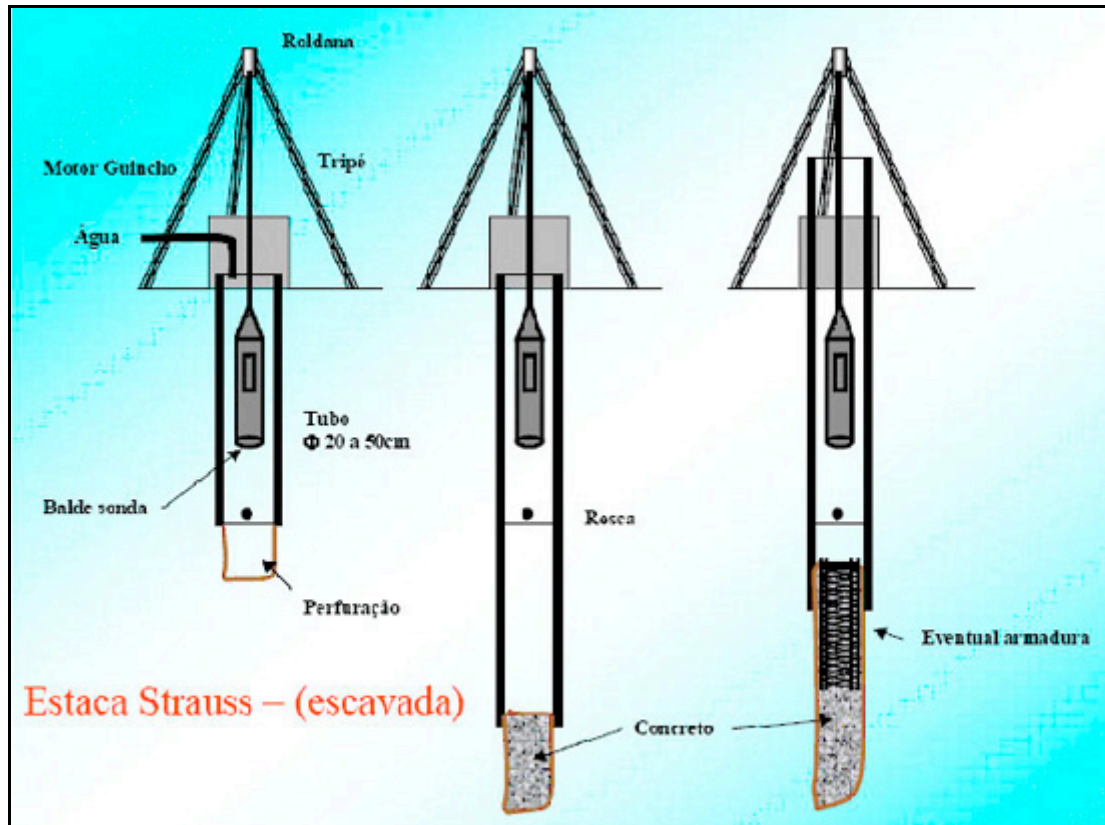


Figura 56: Processo de execução da Estaca Strauss

8.4 Método de dimensionamento e parâmetros

Existem vários métodos para fazer o dimensionamento das estacas, os quais podem ser divididos em basicamente dois grupos: métodos semi-empíricos que utilizam o CPT e métodos semi-empíricos que utilizam o SPT.

Devido os dados obtidos na sondagem, decidiu-se utilizar um dos métodos formulados a partir do SPT, mais especificamente o método de Décourt-Quaresma na versão mais atual (Décourt e Quaresma, 1982), o qual é descrito nos itens a seguir.

8.4.1 Resistência de ponta

A resistência da ponta da estaca é dada pela Equação 8:

$$\text{Equação 8} \quad q_{\text{ponta}} = C \times N$$

Onde: q_{ponta} = resistência de ponta em tf/m^2

N = média do SPT obtido entre o valor correspondente à ponta da estaca, o imediatamente anterior e o imediatamente posterior

C = coeficiente dado pela Tabela 41

Tabela 41: Valores de C (Décourt e Quaresma, 1978)

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

FONTE: Dirceu Velloso (2002)

8.4.2 Resistência lateral

A resistência lateral da estaca é dada pela Equação 9:

Equação 9
$$q_{\text{lateral}} = \frac{\bar{N}}{3} + 1$$

Onde: q_{lateral} = resistência de ponta em tf/m²

$\bar{N}$ = média dos SPT's ao longo do fuste (quando o SPT for menor que 3, deve-se adotar SPT = 3; já quando o SPT for maior que 50, adota-se SPT = 50)

8.4.3 Carga admissível na estaca

A carga admissível na estaca será dada pela Equação 10:

Equação 10
$$Q_{\text{adm}} = \frac{q_{\text{ponta}}}{4,0} + \frac{q_{\text{lateral}}}{1,3}$$

8.4.4 Parâmetros de dimensionamento

No item 8.6.3 da NBR 6122/2010 é apresentado o dimensionamento estrutural das estacas de concreto moldadas *in loco*, o qual indica os principais parâmetros a serem utilizados no dimensionamento destas estacas através da Tabela 42:

Tabela 42: Estacas moldadas *in loco*: parâmetros para dimensionamento

Tipo de Estaca	$F_{ck}^{(d)}$ máximo de projeto	γ_f	γ_c	γ_s	Comprimento útil mínimo (incluindo trecho de ligação com o bloco) e % de armadura mínima		Tensão média atuante abaixo da qual não é
					Armadura	Comprimento	

							necessário armar (exceto ligação com o bloco)
	MPa				%	m	MPa
Hélice / hélice de deslocamento ^(a)	20	1,4	1,8	1,15	0,5	4,0	6,0
Escavadas sem fluido	15	1,4	1,9	1,15	0,5	2,0	5,0
Escavadas com fluido	20	1,4	1,8	1,15	0,5	4,0	6,0
Strauss ^(b)	15	1,4	1,9	1,15	0,5	2,0	5,0
Franki ^(b)	20	1,4	1,8	1,15	0,5	Armadura integral	-
Tubulões não encamisados	20	1,4	1,8	1,15	0,5	3,0	5,0
Raiz ^{(b)(c)}	20	1,4	1,8	1,15	0,5	Armadura integral	-
Microestacas ^{(b)(c)}	20	1,4	1,8	1,15	0,5	Armadura integral	-
Estaca trado vazado segmentado	20	1,4	1,8	1,15	0,5	Armadura integral	-

^(a) Neste tipo de estaca o comprimento da armadura é limitado devido ao processo executivo.

^(b) Neste tipo de estaca o diâmetro a ser considerado no dimensionamento é o diâmetro externo do revestimento.

^(c) No caso destas estacas, deve-se observar que quando for utilizado aço com resistência até 500 MPa e a porcentagem de aço for $\leq 6\%$ da seção da estaca, a estaca deve ser dimensionada como pilar de concreto armado. Quando for utilizado aço com resistência ≥ 500 MPa ou a porcentagem de aço for $\geq 6\%$ da seção real, toda carga deve ser revestida pelo aço. Esta limitação está relacionada com a garantia de preenchimento pleno do furo com argamassa ou calda de cimento.

^(d) O f_{ck} máximo de projeto desta tabela é aquele que deve ser empregado no dimensionamento estrutural da peça.

FONTE: NBR 6122/2010

A norma também faz referência a quando devem ser utilizadas as armaduras nas fundações e quando estas podem ser suprimidas, conforme pode ser observado no trecho transcrito a seguir:

“As estacas ou tubulões, quando solicitados a cargas de compressão e tensões limitadas aos valores da Tabela 4, podem ser executados em concreto não armado, exceto quanto à armadura de ligação com o bloco. Estacas ou tubulões com solicitações que resultem em tensões superiores às indicadas na Tabela 4 devem ser dotadas de armadura que deve ser dimensionada de acordo com a ABNT NBR6118.”

Observação: A tabela 4 da norma é a Tabela 42.

8.5 Dimensionamento

Diante do método de cálculo apresentado no item 8.4, elaborou-se a Tabela 43, a qual apresenta o dimensionamento de todas as estacas a serem utilizadas:

Tabela 43: Dimensionamento

Estaca	Carga	Carga	Quantidade	Diâmetro	Profundidade	Volume
	(kN)	(tf)		(cm)	(m)	(m³)
P1	69,80	7,1	1	25	6	0,29
P2	134,31	13,7	2	25	6	0,59
P3	73,00	7,4	1	25	6	0,29
P4	61,38	6,3	1	25	6	0,29
P5	117,00	11,9	2	25	6	0,59
P6	431,20	44,0	3	25	8	1,18
P7	505,50	51,5	3	32	8	1,93
P8	577,20	58,8	3	32	9	2,17
P9	552,00	56,3	3	32	10	2,41
P10	280,00	28,5	3	32	8	1,93
P11	130,10	13,3	2	25	6	0,59
P12	336,00	34,3	3	25	7	1,03
P13	172,00	17,5	2	25	6	0,59
P14	52,20	5,3	1	25	6	0,29
P15	98,50	10,0	2	25	6	0,59
P16	379,00	38,6	3	25	8	1,18
P17	301,00	30,7	3	25	8	1,18
P18	300,00	30,6	3	25	8	1,18
P19	483,10	49,2	3	25	9	1,32
P20	552,00	56,3	3	32	10	2,41
P21	280,00	28,5	3	32	8	1,93
P22	73,40	7,5	1	25	6	0,29
P23	134,50	13,7	2	25	6	0,59
P24	70,00	7,1	1	25	6	0,29

9 ORGANIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA

A obra em questão apresenta diversos desafios relacionados à organização do canteiro de obras, em grande parte devido à grande declividade do terreno, conforme representado na Figura 57 (o terreno apresenta um desnível de 10 m entre a frente e os fundos). Conforme consulta à prefeitura de Osasco, o empreendimento poderá ter acesso pelos fundos (através da Viala Manuel Gonçalves), e, conseqüentemente, os materiais poderão ser descarregados por este acesso. Isso facilita a movimentação dos materiais dentro do canteiro, uma vez que a construção da edificação será iniciada pelo nível da rua dos fundos. Como o terreno necessita de grandes intervenções para a construção da edificação, a organização do canteiro de obras dependerá da execução da terraplenagem do terreno.

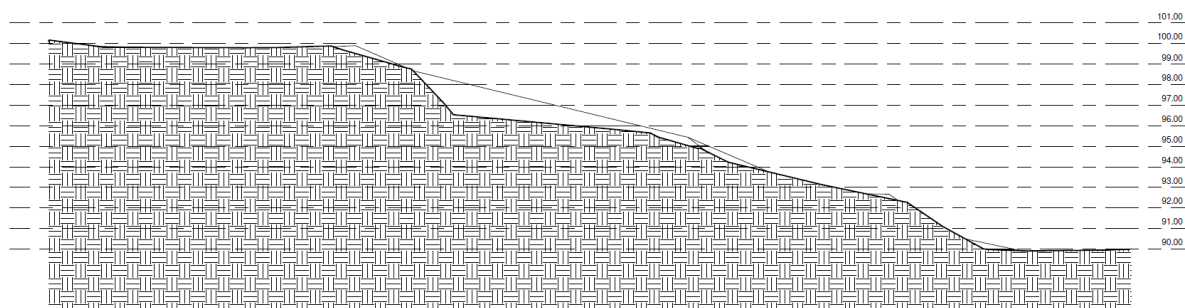


Figura 57: Perfil natural do terreno

Mesmo considerando uma implantação a qual reduzisse o volume de material escavado, as quantidades de solo escavado serão grandes. Assim sendo, propõe-se a seguir um plano de movimentação de terra, com vista em garantir as plataformas para implantação da edificação (uma para a área de pilotis que servirá como garagem de dois veículos, e a outra para a implantação dos apartamentos dos níveis térreo, 1º e 2º subsolo) e permitir a execução dos muros de arrimo. O terreno deve ser preparado antes do início da construção.

A primeira etapa do plano é a realização da demolição das edificações existentes e a posterior limpeza do terreno (Figura 58). Ambas as etapas já foram realizadas, e os custos associados a estas atividades encontram-se listados no orçamento (anexo K). Logo após a demolição das edificações e a limpeza do terreno, foram colocados tapumes para impedir a entrada de estranhos no terreno.



Figura 58: Demolição e limpeza do terreno

A próxima etapa é a execução da primeira etapa de corte do terreno (Figura 59). Esta etapa visa a obtenção do nível de cota mais baixa do projeto (a área de estacionamento de dois veículos, com acesso pela Viela Ver. Miguel Gonçalves), além de permitir a execução dos muros de arrimo. A porção de terra escavada encontra-se na região hachurada de cor vermelha.

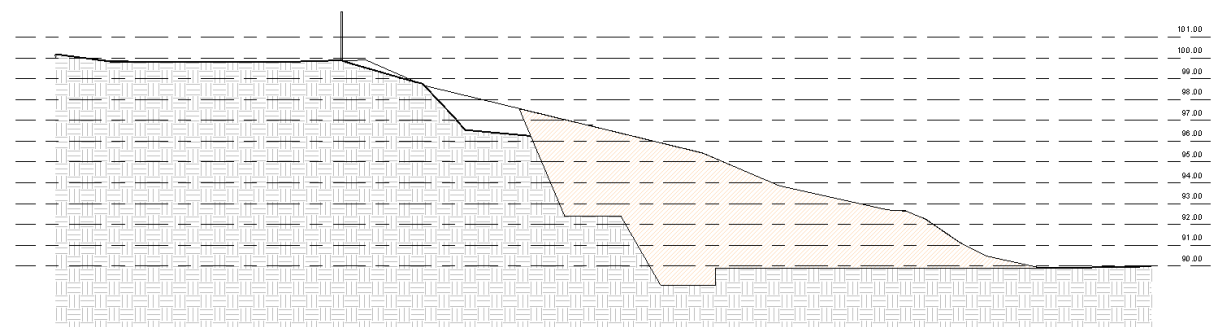


Figura 59: Escavação da primeira etapa da terraplenagem (região em vermelho)

A etapa seguinte consiste na execução do muro de arrimo de cota mais baixa e o posterior reaterro para conclusão de sua execução, conforme a Figura 60. Os muros de arrimo são representados, de modo esquemático, em preto, e a região de reaterro desta etapa é representada pela região hachurada na cor verde.

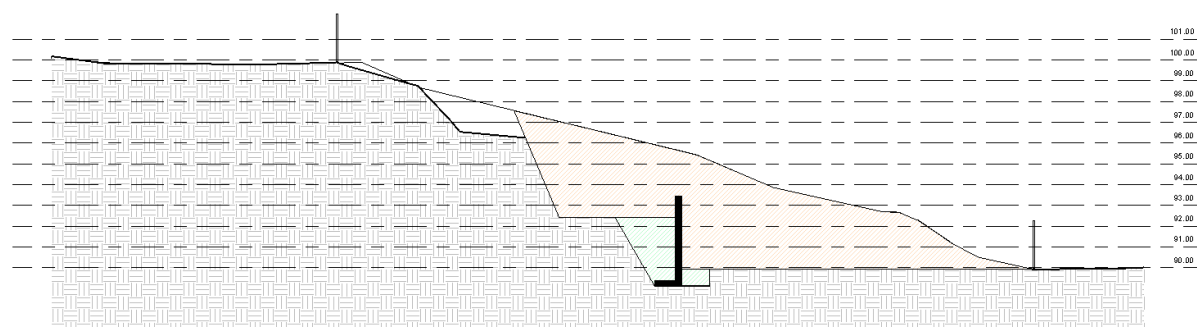


Figura 60: Execução do primeiro muro de arrimo e reaterro (região em verde)

A etapa final do plano de movimentação de terra consiste na execução do segundo muro de arrimo e do posterior reaterro para conclusão deste muro de arrimo e para a obtenção da plataforma de implantação dos apartamentos de níveis térreo e inferiores (região hachurada na cor violeta), conforme representado na Figura 61.

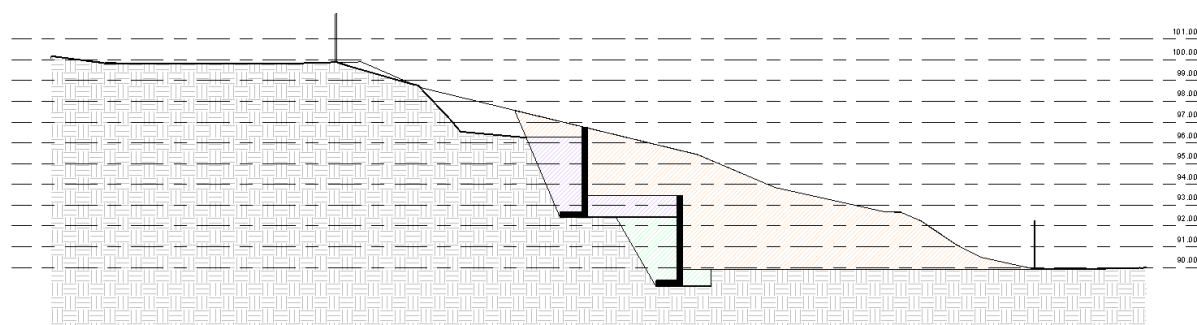


Figura 61: Execução do segundo muro de arrimo e reaterro final (região em violeta)

Com a etapa de terraplenagem concluída, torna-se possível a execução de um plano para instalação do canteiro de obras. Devido ao pequeno porte da obra, as principais necessidades em relação ao canteiro se referem à descarga de material, abrigo para ferramentas, área de estoque de material e transporte vertical de materiais, além de uma pequena central de corte e dobra.

Como a edificação apresentará dois acessos, com diferença entre cotas de cerca de 10 m, o canteiro terá de possuir uma característica "dinâmica"; o mesmo deverá se adaptar à conformação do terreno (lidar com a declividade e a estreita largura, de no máximo 12 m de frente para a rua principal, no nível térreo), e ao projeto da edificação (o que implica em praticamente duas etapas distintas na construção: uma para os apartamentos abaixo do térreo, e outra referente à

construção da laje do térreo, a qual servirá de garagem, e a construção dos apartamentos acima do térreo).

Diante disso, propor-se-á a seguir uma proposta de canteiro de obras, visando adaptá-lo às duas etapas acima citadas: a construção dos apartamentos abaixo do nível térreo e o próprio térreo, e a construção da laje do térreo e os três apartamentos superiores.

Estudou-se a possibilidade do uso de um contêiner de obra para abrigo e almoxarifado, com a finalidade de guardar ferramentas e alguns materiais de maior custo. No entanto, como a obra apresenta duas fases, o contêiner teria de ser deslocado do piso de pilotis para a laje do piso térreo, depois de pronta, para facilitar a logística da obra, ao ser instalado nesta etapa no meio do caminho entre o andar da cobertura e o nível de cota mais baixa da obra. Esse deslocamento teria de ser feito por caminhão próprio para isso, o que representaria um custo a mais. Além disso, a forma do contêiner é praticamente fixa e, durante a construção dos andares mais baixos e da estrutura que os suportará, a forma e as dimensões do contêiner poderia interferir na logística de concretagem nestes andares, além de interferir no escoramento das lajes e das vigas da estrutura que suportará o edifício. Assim sendo, este abrigo deverá ter um tamanho reduzido, e para facilitar o transporte para o piso térreo, ele será feito de madeira, pelo empreiteiro responsável pela obra (a mão de obra para construção do abrigo está inclusa no valor apresentado no orçamento). O abrigo em uma primeira etapa deverá ser posicionado fora da projeção da edificação, para não interferir no escoramento das lajes e vigas. Materiais de maior tamanho (como tubos de PVC, tubos para água quente, sacos de cimento e argamassa, e areia) poderão ser acondicionados em um segundo almoxarifado, embaixo da laje na projeção da edificação, protegidos das águas de chuva, e assim não há a necessidade de construção de um teto para este segundo abrigo. A central de corte e dobra, nesta primeira etapa, também deve ser instalada fora da área de projeção do edifício, para processar os vergalhões sem contar com a interferência dos escoramentos. Os vergalhões poderão ser acondicionados apoiados sobre o chão, sob a projeção do edifício. Não necessitam de abrigo fechado pois apresentam massa elevada, o que dificulta o roubo destes itens.

O transporte vertical, em ambas as etapas, será realizado por meio de mini grua. Este equipamento foi escolhido por apresentar um custo pequeno em sua locação mensal, por não necessitar de operador especializado e por aumentar a

produtividade, se comparado com o método de transporte manual comumente encontrado em obras de pequeno porte. A mini grua será posicionada nas lajes dos apartamentos, próximo aos fundos da edificação. A Figura 62 ilustra o arranjo aproximado destes espaços e equipamentos.

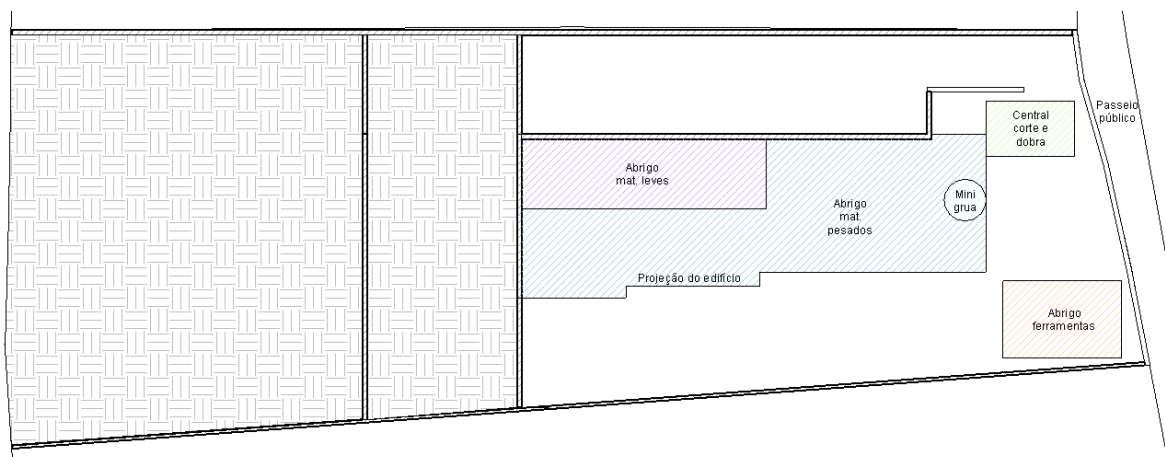


Figura 62: Organização do canteiro na primeira etapa

Com a construção do apartamento do nível térreo, e a laje de estacionamento de veículos, com acesso pela Rua Cláudio Manoel da Costa, o canteiro pode sofrer alterações de modo a agilizar o movimento de trabalhadores, ferramentas e materiais. O abrigo de ferramentas e materiais menores e/ou mais leves (como tubos de PVC) será realocado para a laje do térreo; deste modo, esta laje não sofre o risco de sofrer uma sobrecarga devido ao acondicionamento de itens de grande massa, como argamassas, cimento, areia e brita. Estes materiais, em conjunto com os blocos, continuarão acondicionados no nível mais baixo, pois serão transportados pela mini grua. Como item adicional de segurança em relação a materiais e componentes de maior custo e menor tamanho empregados na obra (como componentes do sistema elétrico, equipamentos hidráulicos como torneiras e registros, entre outros itens), um ou mais dormitórios poderão ser utilizados para acondicioná-los, após a instalação da porta destes dormitórios e das fechaduras. Após o expediente, o responsável pela obra pode trancar estas portas e levar consigo as chaves, evitando roubos quando não há atividade na obra. A central de corte e dobra será mantida no piso inferior, pois os vergalhões processados poderão ser transportados pela mini grua. A configuração a ser utilizada nesta segunda etapa é mostrada na Figura 63 e Figura 64.

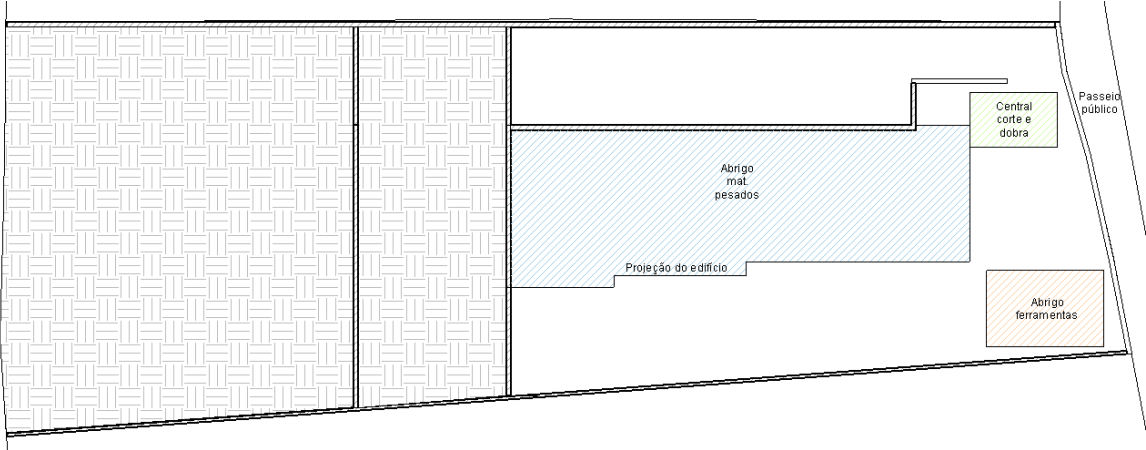


Figura 63: Organização do canteiro na segunda etapa (Pilotis)

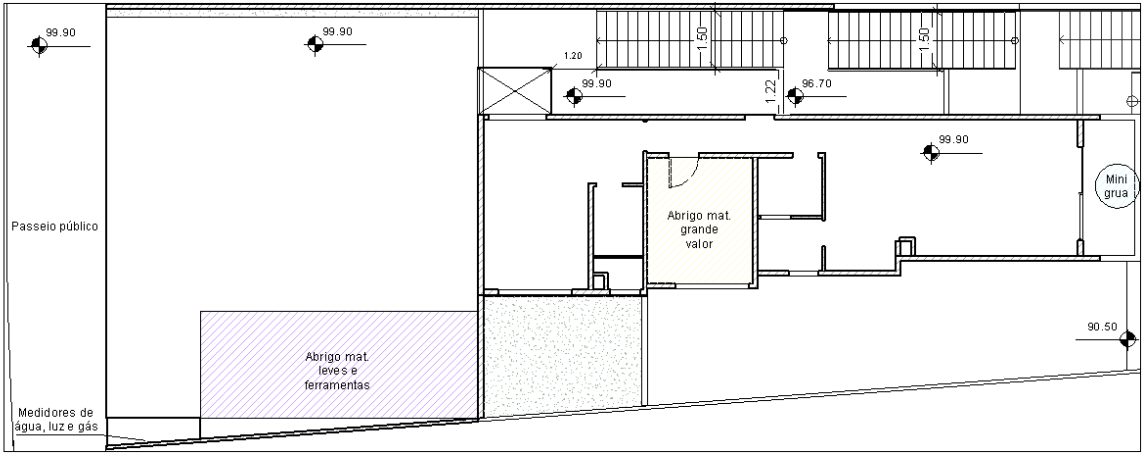


Figura 64: Organização do canteiro na segunda etapa (Térreo)

10 PROJETOS DOS SISTEMAS PREDIAIS

10.1 Sistema predial de água fria

10.1.1 Componentes de um sistema predial de água fria

O sistema a ser utilizado no projeto será o Sistema Indireto com Reservatórios Inferior e Superior (SI-G-RS/RI) com medição individualizada. A Figura 65 mostra um esquema genérico deste sistema e o nome das respectivas partes numeradas:

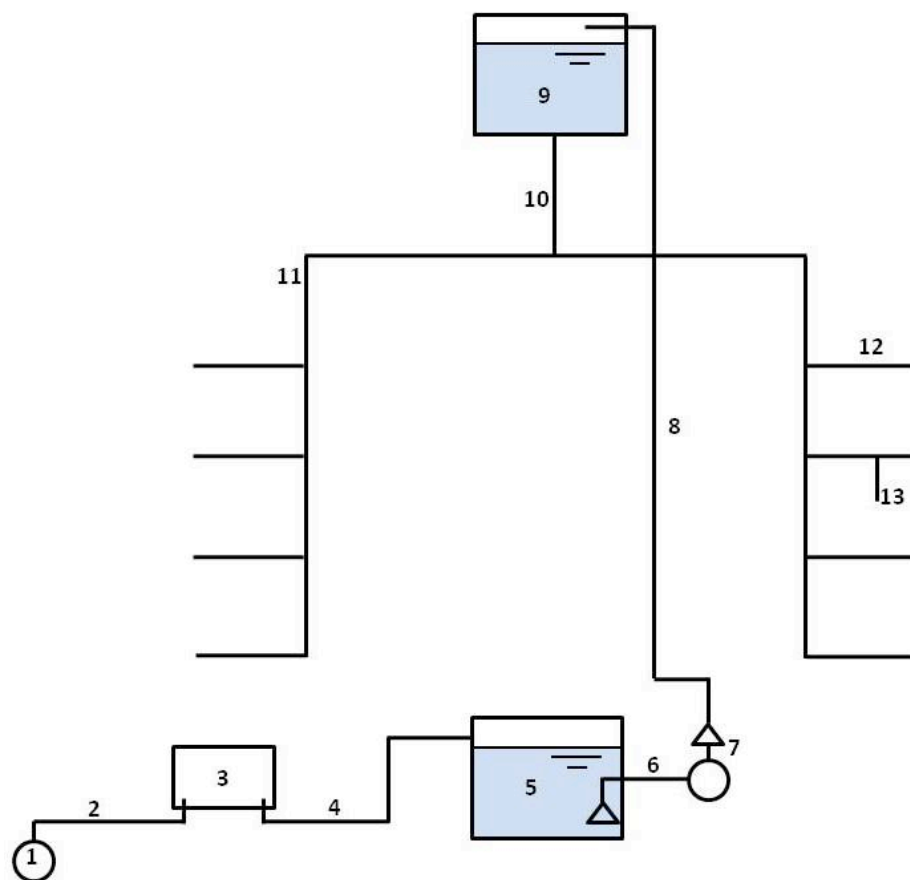


Figura 65: Componentes de um sistema indireto com reservatórios inferior e superior

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Rede de distribuição pública de água | 8. Tubulação de recalque |
| 2. Ramal predial | 9. Reservatório superior |
| 3. Cavalete / Hidrômetro | 10. Barrilete |
| 4. Alimentador predial | 11. Coluna de distribuição |
| 5. Reservatório inferior | 12. Ramal |
| 6. Tubulação de sucção | 13. Sub-ramal |
| 7. Estação elevatória (Bomba-motor) | |

10.1.2 Dimensionamento do sistema de alimentação

10.1.2.1 Estimativa do consumo diário

A estimativa do consumo diário total (C_D) é feita utilizando a Equação 11:

$$\text{Equação 11} \quad C_D = C \times P \times N$$

Onde: C = Consumo predial médio diário

P = população

N = número de apartamentos

A estimativa de consumo médio diário de um edifício residencial é obtida utilizando a Tabela 44, extraída da Norma Técnica da Sabesp.

Tabela 44: Estimativa de consumo predial médio diário

Edifício	Consumo (L/dia)
Alojamentos provisórios	80 "per capita"
Ambulatórios	25 "per capita"
Apartamentos	200 "per capita"
Casas populares ou rurais	120 "per capita"
Cavalariças	100 por cavalo
Cinema e teatro	2 por lugar
Creches	50 "per capita"
Edifícios públicos e comerciais.	50 "per capita"
Escola - internato	150 "per capita"
Escola - por período (até 3)	50 "per capita"
Escritórios	50 "per capita"
Estações ferroviárias, rodoviárias e metroviárias	25 por passageiro
Garagens	50 por automóvel
Hotéis com cozinha e lavanderia	300 por hóspede
Hotéis sem cozinha e lavanderia	120 por hóspede
Jardins	1,5 por m ²
Lava rápidos automáticos de veículos	250 por veículo
Lavanderias	30 por kg de roupa
Matadouros - Animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - Animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Mercado	5 por m ² de área
Oficinas de costura	50 per capita
Oficinas de reparo de automóveis	300 per capita
Orfanatos - Asilos - Berçários	150 per capita
Postos de abastecimento e serviço automotivos	150 por veículo
Presídios	300 por preso
Quartéis	150 "per capita"
Residências	150 "per capita"
Residências de luxo	300 "per capita"
Restaurante e similares	25 por refeição
Templos	2 por lugar

Sendo assim, os dados de entrada da equação são:

$C = 200 \text{ L/dia}$

$P = 5 \text{ pessoas por apartamento}$

$N = 6 \text{ unidades}$

O consumo diário total será:

$$C_D = 200 \times 5 \times 6 = 6.000 \text{ L/dia} = 6 \text{ m}^3/\text{dia}$$

10.1.2.2 Ramal predial, cavalete e hidrômetro

O ramal predial, o cavalete e o hidrômetro serão dimensionados conforme a orientação da Norma Técnica da Sabesp – NTS 181, a qual permite que se determine estes componentes através da Tabela 45, sendo que o dado de entrada será o consumo provável mensal.

Tabela 45: Dimensionamento de ligações, hidrômetro e cavalete

Consumo Provável (m³ / mês)	Hidrômetro		Ligação			Cavalete	
	Capacidade (m³/h)	DN (mm)	L (m)	DN (mm)	Material	DN (mm)	Material
2,9 – 180	1,5	20	1-20	20	PE	20	PVC, PP ou Ferro Galvanizado
3,6 – 360	3,0	20	1-20	20	PE	20	PVC, PP ou Ferro Galvanizado
9,0 – 900	5,0	20	1-20	20 ou 32	PE	20 ou 25	PVC, PP ou Ferro Galvanizado
12,6 – 1.260	7,0	25	1-20	32	PE	25	Ferro Galvanizado
18,0 – 1.800	10,0	25	1-20	32	PE	25	Ferro Galvanizado
36,0 – 3.600	20,0	40	1-20	32	PE	40	Ferro Galvanizado
54,0 – 5.400	30,0	50	1-20	50	PE ou PVC	50	Ferro Galvanizado
32,4 – 5.400	300,0	50	1-20	50	PE ou PVC	50	Ferro Galvanizado
86,4 – 10.800	1.100,0	80	1-20	80	FoFo	80	Ferro Galvanizado
				75	PVC		
129,6 – 18.000	1.800,0	100	1-20	100	FoFo ou PVC	100	Ferro Galvanizado
324,0 – 54.000	4.000,0	150	1-20	150	FoFo ou PVC	150	Ferro Galvanizado
540,0 – 90.000	6.500,0	200	1-20	200	FoFo ou PVC	200	Ferro Galvanizado

FONTE: Norma Técnica da Sabesp 181

Conforme visto no item 10.1.2.1, o consumo diário do edifício será de 6 m³, isto significa que, considerando um mês de 30 dias, o consumo mensal será de 180 m³.

Sendo assim, deverá ser utilizado um hidrômetro com capacidade de 1,5 m³/h e com diâmetro nominal igual a 20 mm, as ligações serão feitas com tubulações de polietileno (PE) de diâmetro nominal de 20 mm, e o cavalete pode ser de PVC, polipropileno (PP) ou de ferro galvanizado com diâmetro nominal de 20 mm.

10.1.2.3 Alimentador predial

A vazão a ser considerada para o dimensionamento do alimentador predial é a que satisfaça a condição da Equação 12:

$$\text{Equação 12} \quad Q_{ap} \geq \frac{C_D}{86.400}$$

Substituindo o valor do consumo diário total (em L/s), tem-se:

$$Q_{ap} \geq \frac{6.000}{86.400} \Rightarrow Q_{ap} \geq 0,0695 \text{ L/s}$$

O diâmetro do alimentador predial é dado, por sua vez, pela Equação 13:

$$\text{Equação 13} \quad D_{ap} \geq \sqrt{\frac{4 \times Q_{ap}}{\pi \times V_{ap}}}$$

Onde: D_{AP} = diâmetro do alimentador predial (em m);

V_{AP} = velocidade no alimentador predial ($0,6 \text{ m/s} \leq V_{AP} \leq 1 \text{ m/s}$)

Adotando $Q_{AP} = Q_{\text{mínimo}} = 0,0695 \text{ L/s}$ e $V_{AP} = V_{\text{mínimo}} = 0,6 \text{ m/s}$, tem-se:

$$D_{ap} \geq \sqrt{\frac{4 \times 6,95 \times 10^{-3}}{\pi \times 0,6}} \Rightarrow D_{ap} \geq 12,1 \text{ mm}$$

Se os cálculos forem feitos ao contrário (ou seja, partir do diâmetro das tubulações comerciais e das velocidades mínima e máxima e com isso determinar o consumo diário) é possível montar a Tabela 46, a qual pode ser usada no dimensionamento do alimentador predial.

Tabela 46: Dimensionamento do alimentador predial

Velocidade (m/s)	Diâmetro Nominal (mm)									
	20	25	32	40	50	60	75	85	110	150
	Consumo Diário (m³)									
0,6	16,3	25,4	41,7	65,1	101,8	146,6	229,0	294,1	492,6	916,1
1,0	27,1	42,4	69,5	108,6	169,6	244,3	381,7	490,3	821,1	1.526,8

Sendo assim, o diâmetro nominal do alimentador predial será 20 mm.

10.1.2.4 Sistema de reservação

O sistema de reservação de água é dimensionado conforme a necessidade do edifício e através da Equação 14 (reservatório inferior) e da Equação 15 (reservatório superior):

$$\text{Equação 14} \quad V_{RI} = (0,6 \times C_D) + (N_D \times C_D) + V_{CIS} + V_{AC}$$

$$\text{Equação 15} \quad V_{RS} = (0,4 \times C_D) + V_{CII} + V_{AC}$$

Onde: V_{CIH} = volume para combate a incêndio com hidrantes (mangotinhos)

N_D = número de dias onde ocorre falta de água

V_{CIS} = volume para o combate a incêndio com sprinklers

V_{AC} = volume necessário para o sistema de ar condicionado

Para o prédio em questão, os dados de entrada das equações apresentam os seguintes valores:

$$V_{CIH} = 0 \text{ L}$$

$$N_D = 1 \text{ dia}$$

$$V_{CIS} = 0 \text{ L}$$

$$V_{AC} = 0 \text{ L}$$

Sendo assim, o volume do reservatório inferior (V_{RI}) será:

$$V_{RI} = (0,6 \times 6.000) + (1 \times 6.000) + 0 + 0$$

$$V_{RI} = 9.600 \text{ L}$$

E o volume do reservatório superior (V_{RS}) será:

$$V_{RS} = (0,4 \times 6.000) + 0 + 0$$

$$V_{RS} = 2.400 \text{ L}$$

Apesar dos cálculos mostrarem que o volume armazenado no reservatório superior deverá ser de 2.400 L, decidiu-se armazenar 6.000 L (seis caixas d'água de 1.000 L distribuídas de modo que não venham a sobrecarregar a estrutura em um determinado local), pois assim será possível evitar a utilização ociosa da bomba e não irá representar um valor significativo de carga sobre a estrutura.

Mesmo com o acréscimo no volume do reservatório superior, o reservatório inferior manterá o armazenamento de 9.600 L, que por motivos de disponibilidade de produto no mercado o valor passará a ser 10.000 L, ou seja, duas caixas de 5.000 L.

Apenas como referência (sem levar em consideração os valores de venda no mercado), foram obtidas a Figura 66 e a Tabela 47 junto ao manual da FortLev para caixas d'água de polietileno.

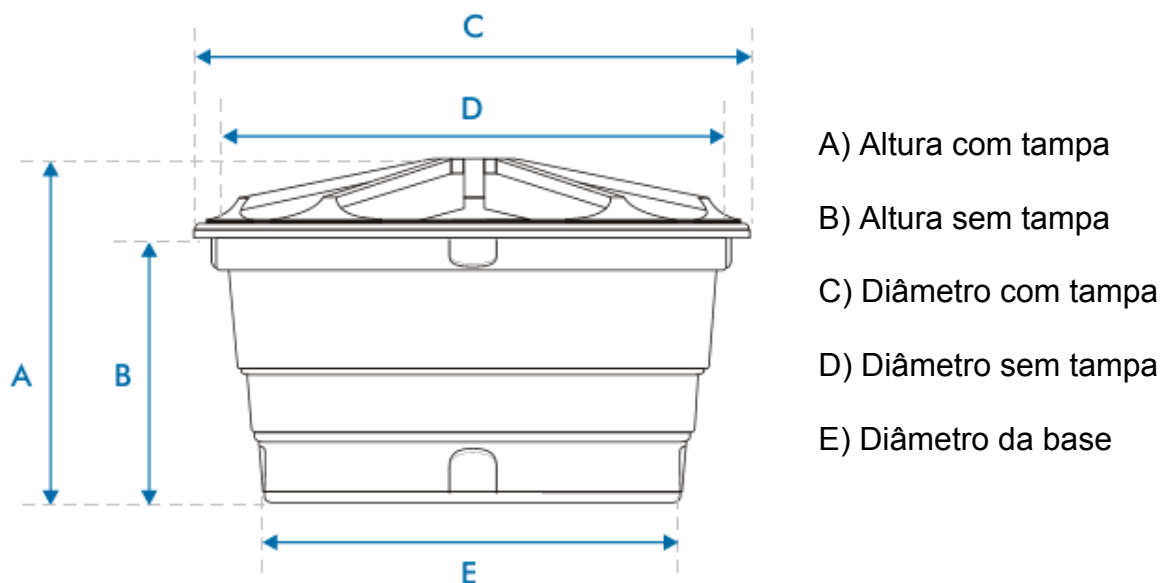


Figura 66: Dimensões da caixa d'água

Tabela 47: Dimensões dos diversos volumes de caixas d'água

Capacidade (L)	Dimensão (m)					Peso (kg)	
	A	B	C	D	E	Caixa vazia	Caixa cheia
100	0,51	0,41	0,75	0,73	0,54	3,80	103,80
150	0,55	0,43	0,88	0,87	0,61	4,50	154,50
250	0,68	0,53	1,00	0,98	0,74	6,00	256,00
310	0,69	0,54	1,05	1,04	0,75	7,50	317,00
500	0,72	0,58	1,24	1,22	0,95	10,50	510,50
750	0,86	0,73	1,37	1,35	1,00	14,50	764,50
1.000	0,94	0,72	1,52	1,51	1,21	18,00	1.018,00
1.500	1,05	0,83	1,77	1,75	1,43	26,00	1.526,00
2.000	1,10	0,90	1,89	1,88	1,55	36,00	2.036,00
3.000	1,38	1,16	2,11	2,09	1,71	55,00	3.055,00
5.000	2,00	1,63	2,45	2,37	1,85	90,00	5.090,00

10.1.2.5 Sistema de recalque

a) Tubulação de recalque:

O diâmetro da tubulação de recalque pode ser determinado a partir da Fórmula de Forchheimer apresentada na Equação 16:

Equação 16
$$D_{rec} = 1,3 \times \sqrt[4]{Q_{rec} \times X}$$

Onde: D_{rec} = diâmetro da tubulação de recalque (m);

Q_{rec} = vazão de recalque (m³/s);

A vazão de recalque é dada por:

Equação 17
$$Q_{rec} = \frac{C_D}{N_F}$$

Onde: N_F = número de horas de funcionamento da bomba no período de 24 horas;

X = relação entre o número de horas de funcionamento da bomba e o número de horas do dia, ou seja:

Equação 18
$$X = \frac{N_F}{24}$$

Assim, podemos determinar D_{rec} em função do consumo diário (C_D) e de N_F , conforme apresentado a seguir na sequência de cálculos:

$$D_{rec} = 1,3 \times \sqrt[4]{Q_{rec} \times V \times X} \quad \Rightarrow \quad D_{rec} = 1,3 \times \sqrt[4]{\frac{C_D}{N_F} \times \frac{1}{24}}$$

$$C_D = \frac{D_{rec}^2 \times N_F \times 3600}{1,3^2 \times \sqrt[4]{\frac{1}{24}}} \quad \Rightarrow \quad C_D = \frac{D_{rec}^2 \times \sqrt[4]{N_F} \times 3600}{1,69 \times \sqrt[4]{\frac{1}{24}}}$$

Equação 19 $C_D = 10435,69 \times D_{rec}^2 \times \sqrt[4]{N_F}$

Para poder entrar com D_{rec} em mm, divide-se a Equação 19 por 10^{-6} :

Equação 20 $C_D = 0,0104356 \times D_{rec}^2 \times \sqrt[4]{N_F}$

Através da Equação 20 e utilizando valores comerciais de tubulações, pode-se montar a Tabela 48:

Tabela 48: Dimensionamento da tubulação de recalque

Número de horas de funcionamento da bomba	Diâmetro Nominal (mm)					
	20	25	32	40	50	60
	Consumo Diário (m³/dia)					
2,5	6,6	10,3	16,9	26,4	41,2	59,4
3	7,2	11,3	18,5	28,9	45,1	65,0
4	8,3	13,0	21,3	33,3	52,1	75,1
5	9,3	14,5	23,8	37,3	58,3	84,0
6	10,2	15,9	26,1	40,9	63,9	92,0

Sabendo-se que o consumo diário do edifício é igual a 6 m³/dia, pode-se extrair da Tabela 48 que será utilizado uma tubulação de recalque com diâmetro nominal igual a 20 mm e durante 2,5 horas por dia.

b) Tubulação de sucção:

Para a tubulação de sucção, adota-se um diâmetro igual ou imediatamente superior ao da tubulação de recalque, ou seja, o diâmetro nominal da tubulação de recalque deverá ser 20 mm ou 25 mm.

c) Conjunto bomba-motor:

• Altura manométrica:

A altura manométrica é dada pela Equação 21:

$$\text{Equação 21} \quad H_{\text{man}} = H_g + \Delta H$$

Onde: H_{man} = altura manométrica;

H_g = altura geométrica (diferença de cota entre a entrada da sucção e a saída do recalque);

ΔH = perda de carga total (perdas de carga distribuídas e localizadas)

No caso em questão, tem-se que H_g é dado pela Equação 22:

$$\text{Equação 22} \quad H_g = (Z_{\text{cobertura}} - Z_{1^{\circ} \text{ subsolo}}) + H_{\text{elevação}} + H_{\text{caixa d'água}}$$

Substituindo os valores correspondentes, tem-se:

$$H_g = (111,9 - 96,7) + 2,0 + 0,72$$

$$H_g = 17,92 \text{ m}$$

Já o ΔH será determinado somando as perdas de carga localizadas (obtidas através de comprimento equivalente) com as perdas de carga distribuídas.

As perdas de carga podem ser determinadas multiplicando o comprimento equivalente total dos tubos pela a perda de carga unitária (J) obtida através da equação de Fair-Whipple-Hsiao para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre):

$$\text{Equação 23} \quad J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75}$$

Onde: J = perda de carga unitária, em kPa/m

Q = vazão estimada na seção considerada, em L/s

D= diâmetro interno do tubo, em mm

A vazão estimada de recalque é obtida através da Equação 24:

Equação 24
$$Q = \frac{\text{volume recalado}}{\text{tempo de funcionamento da bor}}$$

Considerando um caso extremo, no qual o reservatório superior está completamente vazio, tem-se que a vazão será:

$$Q = \frac{6.000}{2,5 \times 3600} = 0,667 \text{ L/s}$$

Já o diâmetro é o mesmo determinado anteriormente para a tubulação de recalque, ou seja, 20 mm.

Sendo assim, a perda de carga unitária será:

$$J = 8,69 \times 10^6 \times 0,667^{1,75} \times 20^{-4,75} = 2,83 \text{ kPa/m}$$

Estima-se que o comprimento total da tubulação (sucção e recalque) será em torno de 20 m e que as perdas localizadas correspondem a 10% do comprimento da tubulação (2 m). Sendo assim, o comprimento equivalente total será de 22 m e a perda de carga será igual a 62,26 kPa ou 6,23 m.c.a.

Agora, pode-se determinar a altura manométrica:

$$H_{\text{man}} = 17,92 + 6,23 = 24,15 \text{ mca}$$

• *Potência mínima a fornecer a água:*

A potência necessária fornecer a água é dada pela Equação 25:

Equação 25
$$N = Q \times H_{\text{man}}$$

Onde: N = potência necessária para elevar a água de uma altura H;

Q = vazão da bomba, em m³/s;

H_{man} = altura manométrica, em kgf/m².

Para o caso em questão, os dados de entrada possuem os seguintes valores:

$$H_{\text{man}} = 24,15 \text{ m.c.a.} = 24.150 \text{ kgf/m}^2$$

$$Q = 6,67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N = 24.150 \times 6,67 \times 10^{-4} = 16,11 \text{ kgf. m/s}$$

$$N = 158 \text{ W} = 0,215 \text{ CV}$$

• *Potência mínima da bomba:*

A potência da bomba é dada pela Equação 26:

Equação 26
$$P_B = \frac{N}{\eta_B}$$

Onde: P_B = potência da bomba

η_B = rendimento da bomba, usualmente entre 0,5 a 0,7

Considerando um rendimento de 60%, tem-se:

$$P_B = \frac{158}{0,6}$$

$$P_B = 263,3 \text{ W} = 0,36 \text{ CV}$$

• *Potência mínima do motor:*

A potência do motor é dada pela Equação 27:

Equação 27
$$P_M = \frac{N}{\eta_M}$$

Onde: P_M = potência do motor elétrico

η_M = rendimento do motor, entre 0,9e 0,95

Considerando um rendimento de 90%, tem-se:

$$P_M = \frac{158}{0,9}$$

$$P_M = 175,6 \text{ W} = 0,24 \text{ CV}$$

• *Verificação das condições de funcionamento da instalação:*

Para o perfeito funcionamento de um sistema de recalque, deve-se verificar se a bomba não sofrerá com o fenômeno da cavitação. Este é um fenômeno que ocorre em algum lugar do sistema, ao qual a água passa do estado líquido para o gasoso e, com grande liberação de energia, volta rapidamente ao estado líquido. Essa liberação de energia provoca danos consideráveis nas paredes da bomba ou na tubulação.

Para evitar a cavitação, deve ser obedecida a relação da Equação 28:

Equação 28

$$NPSH_d > NPSH_r$$

Onde: $NPSH_d$ = altura líquida de pressão de sucção disponível

$NPSH_r$ = altura líquida de pressão de sucção requerida

O $NPSH_d$ para a condição de uma instalação afogada é dado pela Equação 29

Equação 29

$$NPSH_d = P_{atm} - P_{vapor} + z - \Delta H$$

Onde: P_{atm} = pressão atmosférica (em mca)

P_{vapor} = pressão de vapor da água (em mca)

z = diferença de altura entre a superfície da água e o eixo da bomba

ΔH = perdas de cargas distribuída e localizada na tubulação

A cidade de Osasco tem uma altitude média próxima de 800 m em relação ao nível do mar, sendo assim a pressão atmosférica local é de 9,38mca.

Para uma temperatura de 25°C (temperatura ambiente), a pressão de vapor da água é de 0,32 mca.

Considerando que a diferença de altura existente entre a superfície da água e o eixo do motor seja de 1,6 m e que as perdas de carga na tubulação de sucção sejam praticamente desprezíveis (devido ao pequeno comprimento de tubulação), tem-se que:

$$NPSH_d = 9,38 - 0,32 + 1,60 - 0 = 10,66 \text{ mca}$$

Já o $NPSH_r$ é uma característica da bomba e, portanto, é um dado fornecido pelo fabricante, que geralmente informa através de um gráfico.

• *Escolha da bomba:*

Apenas como referência (sem levar em consideração os valores de venda no mercado), foi obtido junto à fabricante KSB o manual de curvas características e assim determinado o modelo de bomba a ser utilizado.

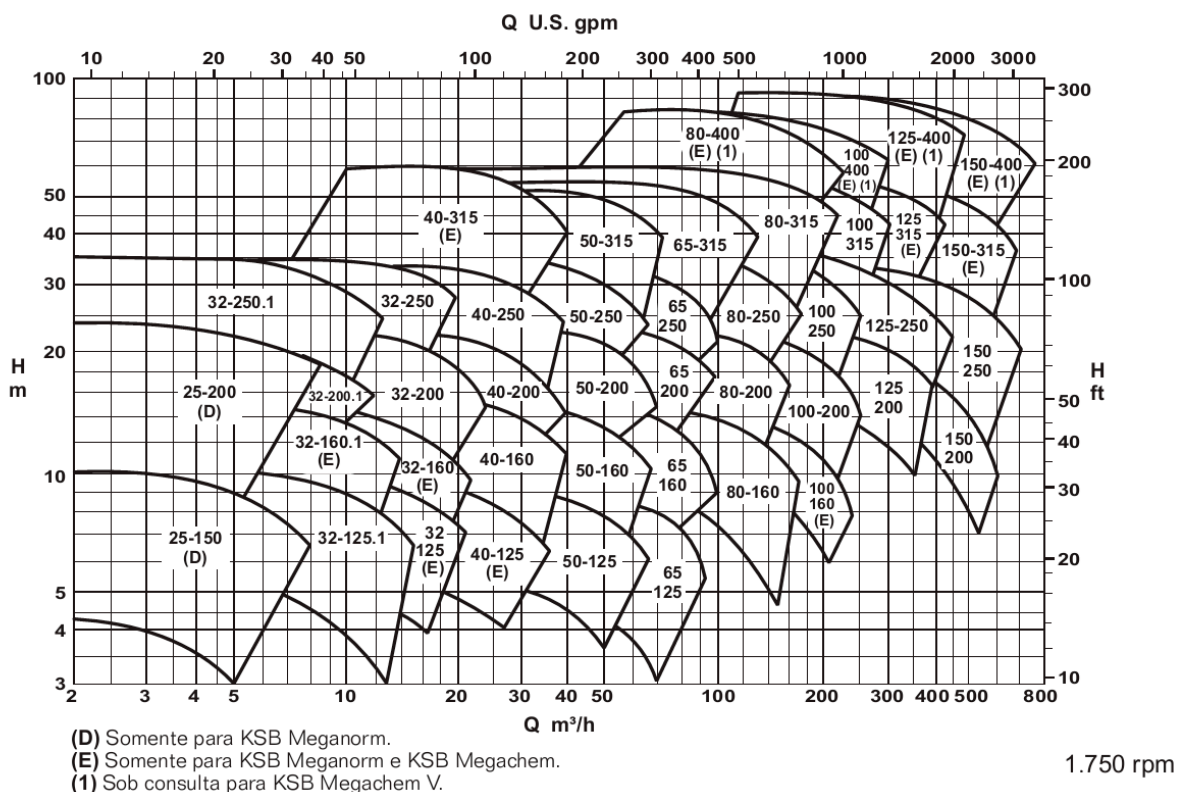


Figura 67: Escolha do modelo de bomba

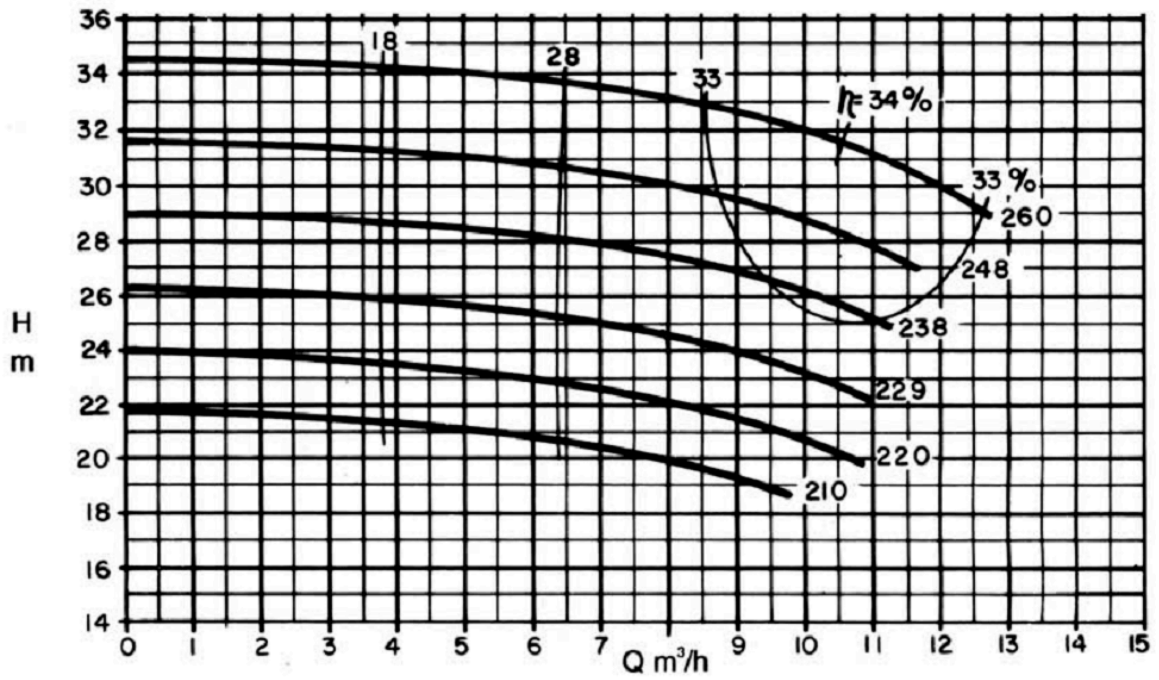
Através dos valores calculados de vazão (0,667 L/s ou 2,4 m³/h) e de altura manométrica (24,15 m), obtém-se na Figura 67 o modelo de bomba a ser utilizado. No entanto, observa-se que o ponto encontrado está localizado sobre a linha de divisa entre as bombas 25-200 e 32-250.1, que por motivo de segurança (já que foram feitas algumas estimativas ao realizar os cálculos) será adotado a bomba 32-250.1.

Observa-se na Figura 68-B que o $NPSH_r$ é bem inferior ao $NPSH_d$ calculado (10,66 m), portanto é satisfeita a condição de $NPSH_d > NPSH_r$.

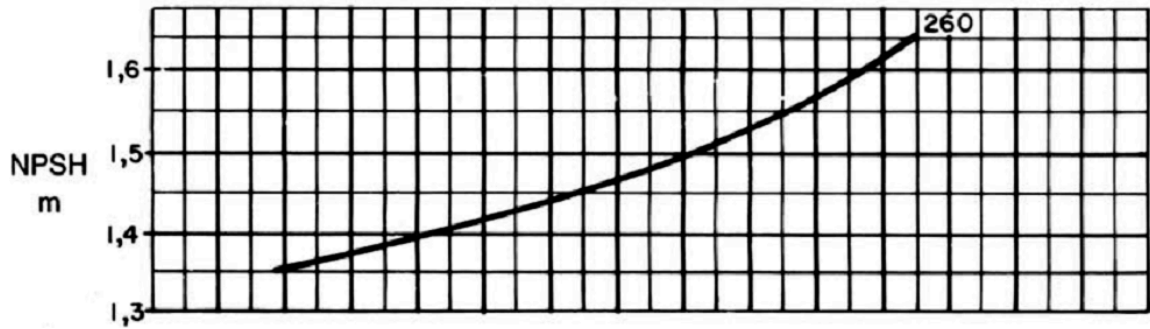
Considerando 2,5 h de operação da bomba e uma altura de recalque de 24 m, a Figura 68-A fornece o valor de 220 mm como sendo o diâmetro do rotor, tendo uma eficiência menor que 18%. Para melhorar a eficiência do sistema, poderia reduzir o tempo máximo de operação da bomba para 0,75 h e, conseqüentemente, a vazão passaria a ser de 9 m³/h. Sendo assim, será utilizado um rotor de 229 mm com eficiência entre 28% e 33%.

Com este tipo de rotor, a Figura 68-C informa que deverá ser usado um motor de potência aproximadamente igual 2,5 HP ou 1.865 W.

A)



B)



C)

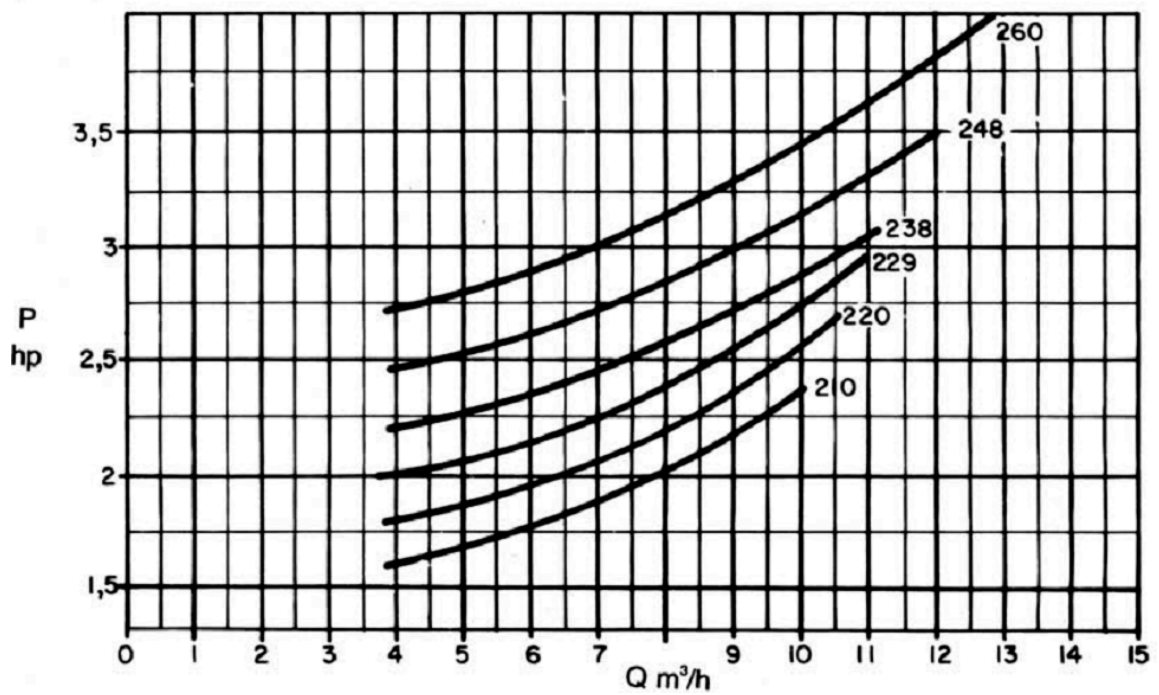


Figura 68: Curvas características da bomba 32-250.1

10.1.3 Dimensionamento do sistema de distribuição

Diferentemente do procedimento adotado item 10.1.2, no qual foi descrito o componente e em seguida foi feito o seu dimensionamento, para o sistema de distribuição serão descritas todas as etapas do cálculo e somente no item 10.1.4 que serão mostrados os valores de cálculo do diâmetro das tubulações através da Tabela 55 e da Tabela 56. Esta metodologia foi adotada devido a grande quantidade de tubulações a serem dimensionadas.

10.1.3.1 Vazão

Conforme a NBR 5626/1998, a determinação da vazão de projeto será determinada incorporando à vazão máxima de projeto fatores que representem a probabilidade de ocorrência de uso simultâneo de diferentes pontos do sistema (vazão máxima provável).

Tabela 49: Vazão e pesos relativos nos pontos de utilização em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho Sanitário		Peça de utilização	Vazão (L/s)	Peso relativo
Bacia Sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32,0
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro Elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório Cerâmico	Com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	Sem sifão integrado	Caixa, válvula de descarga ou registro de pressão	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
		Torneira Elétrica	0,10	0,1
Tanque		Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou de lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4

FONTE: NBR 5626/1998

Sendo assim, a vazão de projeto é dada pela Equação 30:

Equação 30
$$Q_{projeto} = 0,3 \times \sqrt{\sum P}$$

Onde: P = peso relativo do aparelho

Os valores de vazão de todas as tubulações estão no anexo G, mas, como exemplo, é feito, a seguir, o cálculo da vazão de projeto da tubulação de entrada de um apartamento qualquer do edifício (saída do hidrômetro individual):

Tabela 50: Cálculo da vazão de projeto de um apartamento

Aparelho	Vazão	Peso relativo	N _i	N _i × P _i
Bacia Sanitária (BS)	0,15	0,3	2	0,6
Lavatório (Lv)	0,15	0,3	2	0,6
Chuveiro (Ch)	0,2	0,4	2	0,8
Pia (P)	0,25	0,7	1	0,7
Máquina de lavar roupa (MLR)	0,3	1	1	1,0
Tanque (Tq)	0,25	0,7	1	0,7
Somatório				4,4

$$Q_{Apartamento} = 0,3 \times \sqrt{\sum P} = 0,3 \times \sqrt{4,4}$$

$$Q_{Apartamento} = 0,63 \text{ L/s}$$

10.1.3.2 Velocidade

A velocidade do escoamento é limitada em função do ruído, da possibilidade de corrosão e também para controlar o golpe de aríete.

A NBR 5626 diz: “As tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s”.

10.1.3.3 Pré-dimensionamento

Considerando-se a velocidade máxima de 3m/s e conhecendo-se as vazões de projeto nos diferentes trechos do sistema, pode-se efetuar o pré-dimensionamento dos mesmos através da equação da continuidade Equação 31:

Equação 31

$$Q_P = A_{\min} \times V_{\max}$$

Rearranjando a equação acima e escrevendo a área em função do diâmetro da tubulação, tem-se:

$$A_{\min} = \frac{Q_P}{V_{\max}} \quad \Rightarrow \quad D_{\min} = \sqrt{4 \times \frac{Q_P}{\pi \times V_{\max}}}$$

Onde: Q_P = vazão de projeto (m^3/s);

$A_{\min}$ = área mínima da seção transversal do tubo (m^2);

$V_{\max}$ = limite superior admitido para a velocidade média;

$D_{\min}$ = diâmetro interno mínimo (m).

A fim de escolher tubulações disponíveis no mercado, foi elaborada a Tabela 51, a qual fornece o diâmetro em função da somatória máxima dos pesos relativos e da vazão máxima:

Tabela 51: Velocidades e vazões máximas (PVC soldável)

Diâmetro Nominal	$V_{\max}(m/s)$	$\Sigma P_{\max}$	$Q_{\max}(L/s)$
20	3,00	5	0,68
25	3,00	13	1,10
32	3,00	37	1,82
40	3,00	95	2,92
50	3,00	231	4,56
60	3,00	501	6,72
75	3,00	1213	10,45
85	3,00	2014	13,47

10.1.3.4 Pressão

O item 5.3.5 da NBR5626 trata do assunto “Pressões mínimas e máximas” e este item está transcrito na sequência:

“5.3.5.1 Em condições dinâmicas (com escoamento), a pressão da água nos pontos de utilização deve ser estabelecida de modo a garantir a vazão de projeto indicada na tabela 1 e o bom funcionamento da peça de utilização e de aparelho sanitário. Em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 kPa, com exceção

do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que este valor, até um mínimo de 5 kPa, e do ponto da válvula de descarga para bacia sanitária onde a pressão não deve ser inferior a 15 kPa.

5.3.5.2 Em qualquer ponto da rede predial de distribuição, a pressão da água em condições dinâmicas (com escoamento) não deve ser inferior a 5 kPa.

5.3.5.3 Em condições estáticas (sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição não deve ser superior a 400 kPa.

5.3.5.4 A ocorrência de sobrepressões devidas a transientes hidráulicos deve ser considerada no dimensionamento das tubulações. Tais sobrepressões são admitidas, desde que não superem o valor de 200 kPa.”

Observação: A Tabela 1 da norma é Tabela 49.

10.1.3.5 Perda de carga

O Anexo A (item A.2.1) da NBR5626 aborda a perda de carga em tubulações conforme transcrito abaixo:

“A perda de carga ao longo de um tubo depende do seu comprimento e diâmetro interno, da rugosidade da sua superfície interna e da vazão. Para calcular o valor da perda de carga nos tubos, recomenda-se utilizar a equação universal, obtendo-se os valores das rugosidades junto aos fabricantes dos tubos. Na falta dessa informação, podem ser utilizadas as expressões de Fair-Whipple-Hsiao.”

- Para tubos rugosos (tubos de aço-carbono, galvanizado ou não)

Equação 32
$$J = 20,2 \times 10^6 \times Q^{1,88} \times D^{-4,88}$$

- Para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre)

Equação 33
$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75}$$

Onde: J = perda de carga unitária, em kPa/m

Q = vazão estimada na seção considerada, em L/s

D = diâmetro interno do tubo, em mm

10.1.3.6 Perda de carga no hidrômetro

Segundo a norma a perda de carga em hidrômetro pode ser estimada empregando-se a Equação 34:

Equação 34
$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

Onde: Δh = perda de carga no hidrômetro (em kPa);

Q = vazão estimada na seção considerada (em L/s);

$Q_{\max}$ = vazão máxima especificada para o hidrômetro (em m³/h)

A vazão máxima para o hidrômetro é dada pela Tabela 52:

Tabela 52: Valor da vazão máxima em hidrômetros

Q _{máx} (m ³ /h)	Diâmetro nominal do hidrômetro
1,5	15 e 20
3	15 e 20
5	20
7	25
10	25
20	40
30	50

10.1.3.7 Verificação das pressões mínimas necessárias

O item A.3.1 do Anexo A da NBR5626 diz que:

“A pressão disponível residual no ponto de utilização é obtida subtraindo-se da pressão inicial os valores de perda de carga determinados para os tubos, conexões, registros e outras singularidades.

Se a pressão residual for negativa ou menor que a pressão requerida para o ponto, ou ainda se tubos de diâmetros impraticáveis forem determinados, os diâmetros dos tubos dos trechos antecedentes devem ser majorados e a rotina de cálculo repetida.”

10.1.4 Resultados obtidos

A Figura 69 apresenta o desenho esquemático do sistema predial de água fria e a Tabela 53 apresenta o resumo do dimensionamento:

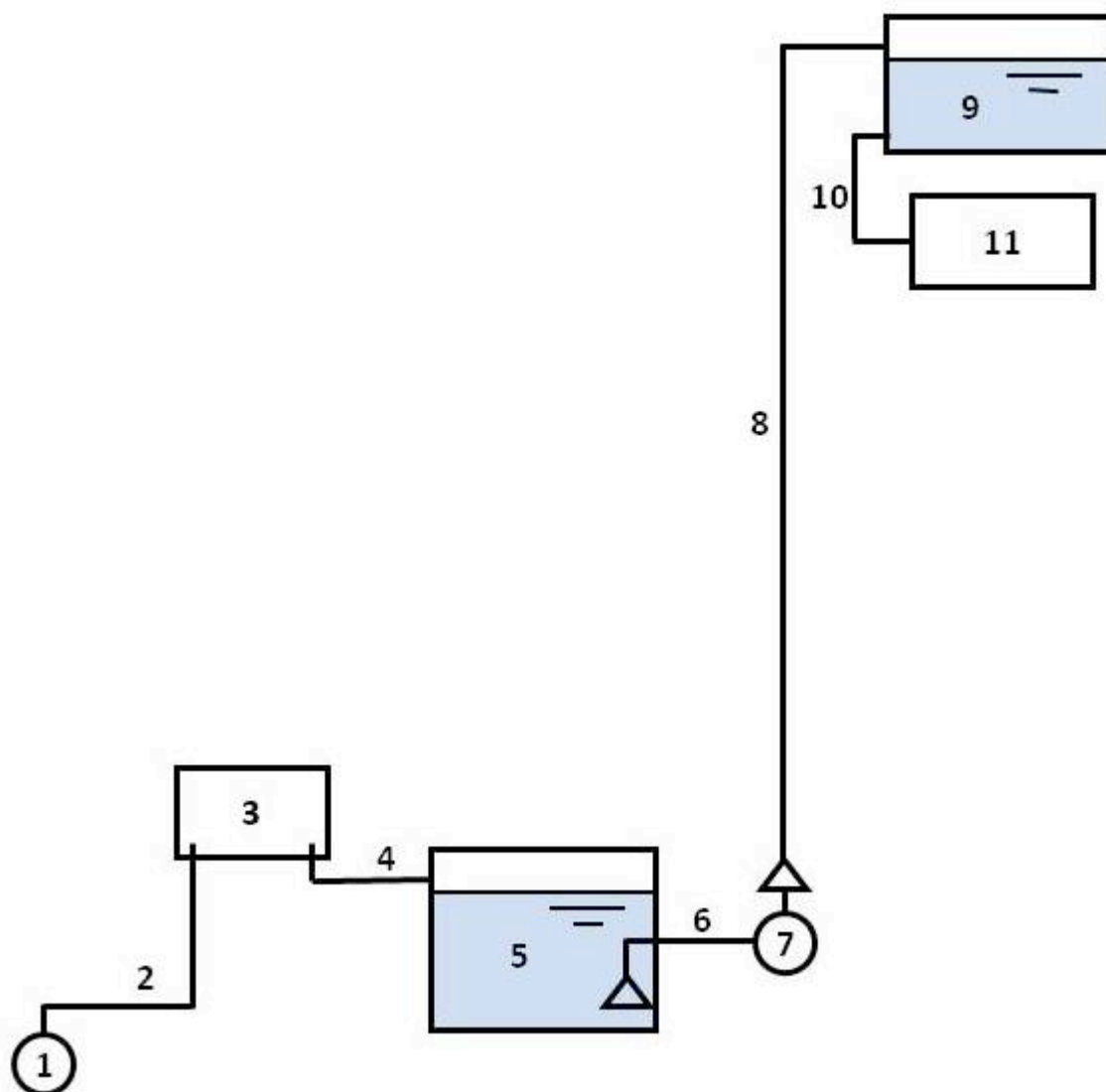


Figura 69: Desenho esquemático do sistema de alimentação e barrilete

Observação:

Em 11 (na cobertura), localizam-se os hidrômetros individualizados.

Tabela 53: Resumo do dimensionamento do sistema de alimentação

Componente	Característica
3. Cavalete	Material: PVC, polipropileno (PP) ou de ferro galvanizado Diâmetro Nominal: 20 mm
3. Ligação	Material: Polietileno (PE) Diâmetro Nominal: 20 mm
3. Hidrômetro de entrada	Capacidade: 1,5 m³/h Diâmetro Nominal: 20 mm
4. Alimentador predial	Diâmetro Nominal: 20 mm
5. Reservatório inferior	Volume armazenado: 10.000 L (2 caixas d'água de 5.000 L)
6. Tubulação de sucção	Diâmetro Nominal: 20 mm ou 25 mm
7. Estação elevatória	Diâmetro nominal do rotor: 229 mm Potência do motor: 2,5 HP ou 1.865 W
8. Tubulação de recalque	Diâmetro Nominal: 20 mm
9. Reservatório superior	Volume armazenado: 6.000 L (6 caixas d'água de 1.000 L)

Para o dimensionamento do sistema de distribuição dos pavimentos superiores, será considerado o desenho esquemático representado pela Figura 70.

Para evitar a passagem de tubulações por entre as lajes e para aproveitar as aberturas existentes na alvenaria estrutural, o sistema de distribuição foi concebido de modo que as tubulações horizontais sejam dispostas na cobertura do edifício e as verticais desçam exatamente no vão da alvenaria que conduz ao aparelho.

A Tabela 54 mostra as alturas de saída adotadas para cada um dos aparelhos sanitários dimensionados:

Tabela 54: Altura dos pontos

Aparelho	Altura em relação ao piso (m)
Bacia Sanitária (BS)	0,20
Chuveiro (Ch)	2,20
Lavatório (Lv)	0,60
Máquina de Lavar Roupa (MLR)	1,10
Pia	1,05
Tanque	1,10

Tabela 55: Sistema de distribuição dos pavimentos superiores

Trecho	Diâmetro Nominal (mm)	Comprimento da Tubulação Horizontal (m)
H - G	32	1,40
G - F	32	1,69
F - D	32	1,35
D - E	32	0,64
D - B	32	7,96
B - A	32	0,72
G - Pia	20	1,63
F - Lv (1)	20	2,31
D - C	20	0,57
C - Ch (1)	20	
C - BS (1)	20	0,98
E - MLR	20	
E - Tanque	20	0,42
B - Ch (2)	20	0,27
A - Lv (2)	20	0,73
A - BS (2)	20	

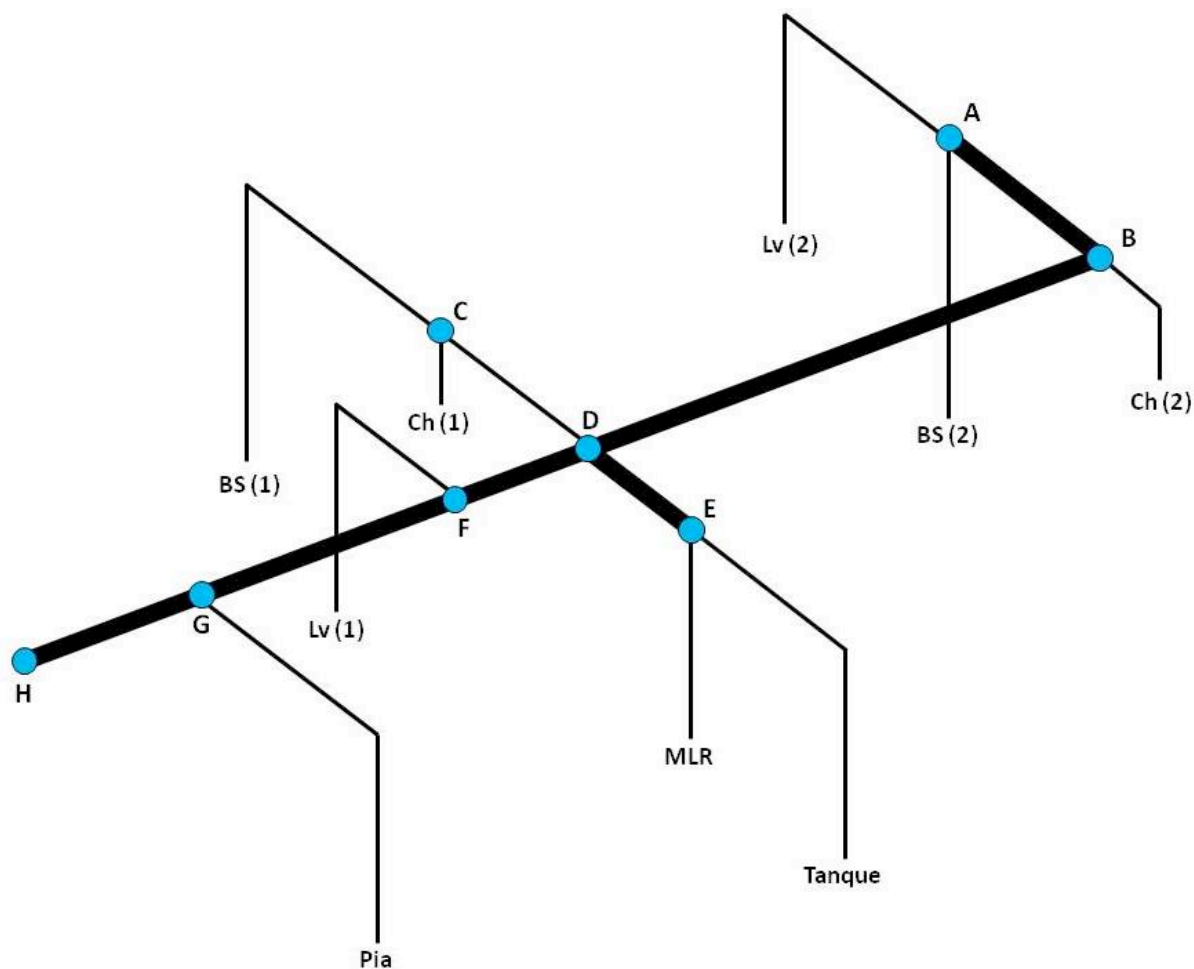
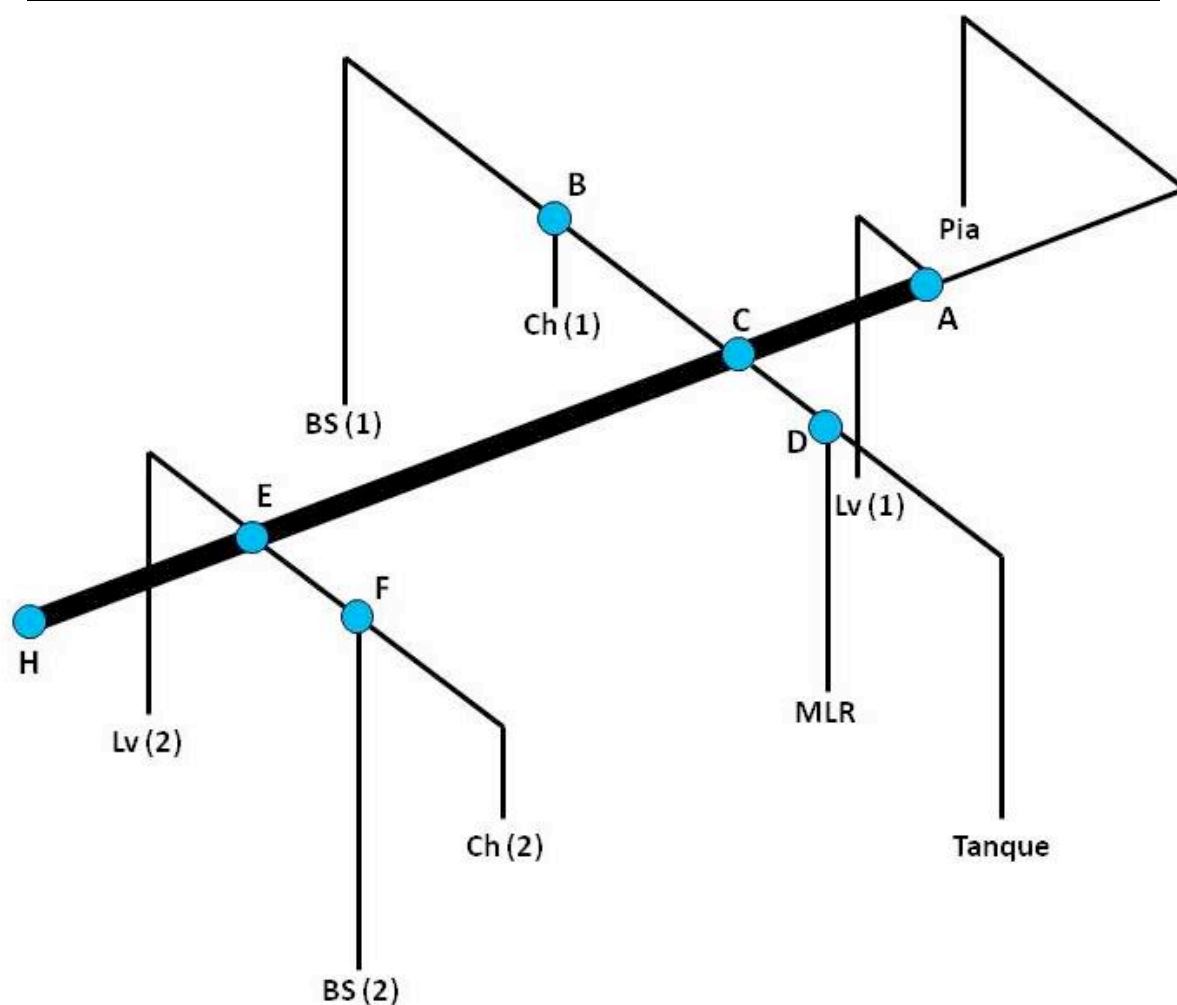
**Figura 70: Desenho esquemático do sistema de distribuição dos pavimentos superiores (vista isométrica)**

Tabela 56: Sistema de distribuição dos pavimentos inferiores

Trecho	Diâmetro Nominal(mm)	Comprimento da Tubulação Horizontal (m)
H - E	32	1,80
E - C	32	3,00
C - A	32	1,36
E - F	20	0,47
C - D	20	0,51
C - B	20	0,70
A - Pia	20	1,02
A - Lv (1)	20	0,18
B - Ch (1)	20	
B - BS (1)	20	0,74
D - Tanque	20	0,41
D - MLR	20	
F - Ch (2)	20	0,99
F - BS (2)	20	
E - Lv (2)	20	0,37

**Figura 71: Desenho esquemático do sistema de distribuição dos pavimentos inferiores (vista isométrica)**

Observações:

I) A tabela com o cálculo detalhado do dimensionamento do sistema de distribuição encontra-se no anexo G.

II) Por causa da locação espacial, as tubulações horizontais apresentam comprimentos diferentes, no entanto esta variação é pequena, de modo que não ocorre grandes alterações nos valores mostrados na Tabela 55 e na Tabela 56.

III) As medidas de comprimento das tubulações verticais são apresentadas na Tabela 57:

Tabela 57: Comprimento das tubulações verticais

Aparelho	Comprimento das tubulações verticais (m)					
	3º andar	2º andar	1º andar	Térreo	1º Subsolo	2º Subsolo
Bacia Sanitária	2,60	5,40	8,20	11,00	13,80	16,60
Chuveiro	0,60	3,40	6,20	9,00	11,80	14,60
Lavatório	2,20	5,00	7,80	10,60	13,40	16,20
Máquina de lavar roupa	1,70	4,50	7,30	10,10	12,90	15,70
Pia	1,75	4,55	7,35	10,15	12,95	15,75
Tanque	1,70	4,50	7,30	10,10	12,90	15,70

IV) Nos desenhos esquemáticos do sistema de distribuição, o índice 1 representa banheiro social e o índice 2 representa banheiro da suíte

V) Nos desenhos esquemáticos, os pontos representados pela letra 'H' simbolizam o hidrômetro de medição individual de cada apartamento, os quais estão localizados na cobertura do edifício.

10.2 Sistema predial de esgoto

10.2.1 Componentes de um sistema predial de esgoto

O sistema a ser utilizado no projeto será o Sistema de Coluna Única, a Figura 72 mostra um esquema genérico deste sistema e o nome das respectivas partes numeradas:

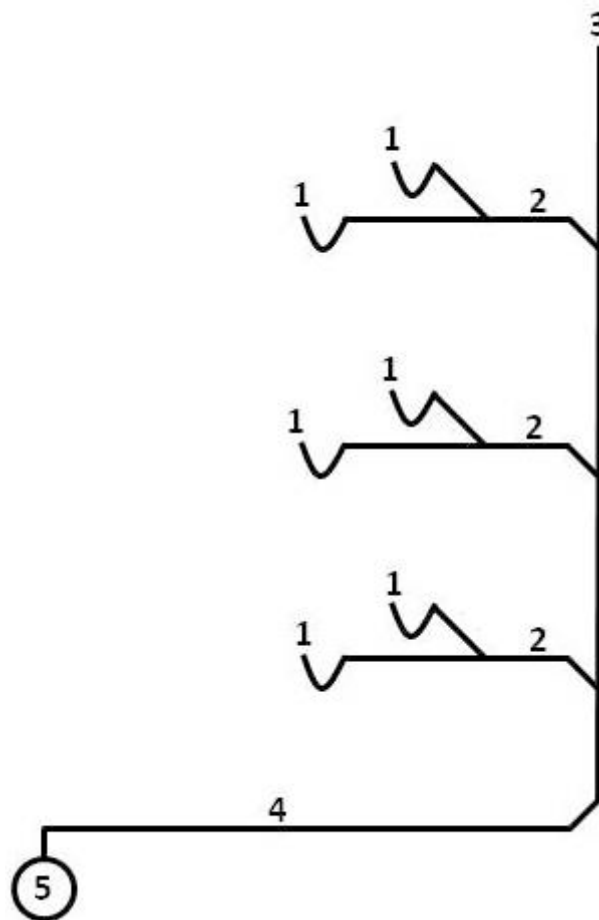


Figura 72: Componentes de um sistema predial de esgoto

1. Ramal de descarga
2. Ramal de esgoto
3. Tubo de queda e de ventilação primária
4. Coletor predial
5. Coletor público

A Figura 73: Detalhamento do esgoto de um banheiro. A Figura 73 mostra o detalhamento do sistema de coleta de esgoto no banheiro, podendo ser observado os ramais de descarga, o ramal de esgoto e o tubo de queda.

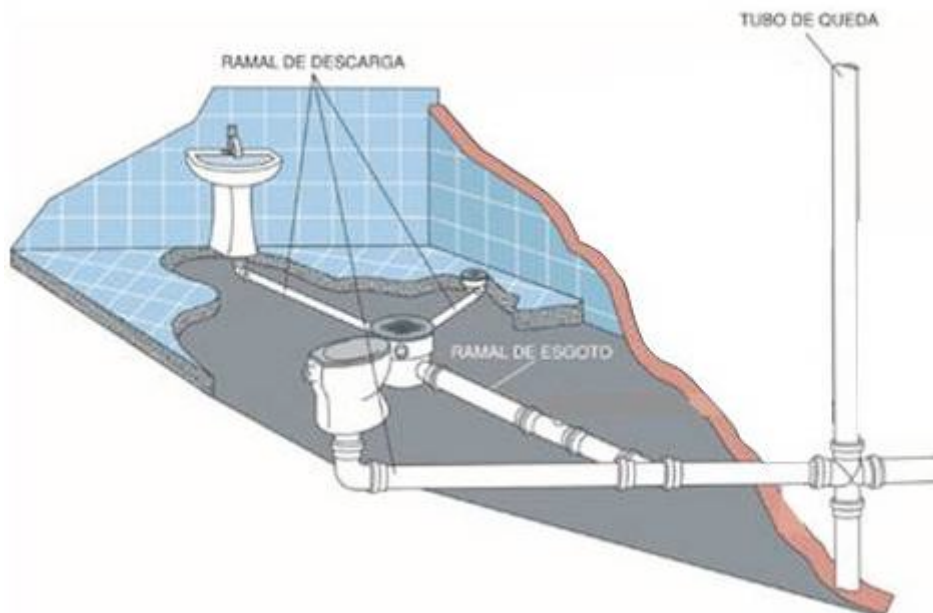


Figura 73: Detalhamento do esgoto de um banheiro

10.2.2 Critérios de dimensionamento

O projeto de esgoto foi feito conforme a NBR 8160 / 1999, vindo a seguir as condições mínimas exigidas e seguindo o procedimento de dimensionamento proposto pela referida norma, o qual é descrito na sequência.

10.2.2.1 Diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga

No item 5.1, a NBR 8160 orienta como deve ser realizado o dimensionamento do subsistema de coleta e transporte de esgoto, fazendo a ressalva que os diâmetros nominais mínimos, mostrados na Tabela 58, devem ser sempre obedecidos.

Tabela 58: Unidade de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
Bacia sanitária	6	100 ¹⁾
Banheira de residência	2	40

Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ²⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ²⁾
¹⁾ O diâmetro nominal DN _{mínimo} para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para DN 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de DN 75, sem necessidade de peça especial de adaptação ²⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.			

FONTE: NBR 8160/1999

10.2.2.2 Desconectores

O item 5.1.1.1 da norma diz:

“Todo desconector deve satisfazer às seguintes condições:

- a) ter fecho hídrico com altura mínima de 0,05 m;*
- b) apresentar orifício de saída com diâmetro igual ou superior ao do ramal de descarga a ele conectado.”*

O item 5.1.1.2 da norma diz:

“As caixas sifonadas devem ter as seguintes características mínimas:

- a) ser de DN100, quando receberem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 6 UHC;*
- b) ser de DN125, quando receberem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 10 UHC;*
- c) ser de DN150, quando receberem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 15 UHC.”*

10.2.2.3 Ramais de descarga e de esgoto

Para os ramais de descarga deverão ser adotados, no mínimo, os diâmetros apresentados na Tabela 58.

O ramal de esgoto deve ser dimensionado conforme indicado na Tabela 59.

Tabela 59: Unidades de Hunter de contribuição para ramal de esgoto

Diâmetro nominal mínimo	Número máximo de Unidades de Hunter de Contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

FONTE: NBR 8160/1999

10.2.2.4 Tubos de queda

Os tubos de queda podem ser dimensionados pela somatória das UHC, conforme valores apresentado na Tabela 60.

Tabela 60: Dimensionamento dos tubos de queda

Diâmetro Nominal do Tubo DN (mm)	Nº Máximo de Unidades de Hunter de Contribuição	
	Prédio de até 3 pavimentos	Prédio com mais de 3 pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1.900
200	2.200	3.600
250	3.800	5.600
300	6.000	8.400

FONTE: NBR 8160/1999

10.2.2.5 Coletor predial e subcoletores

O coletor predial e os subcoletores podem ser dimensionados pela somatória das UHC conforme os valores apresentados na Tabela 61.

Há de se ressaltar que o coletor predial deverá ter, no mínimo, um diâmetro nominal de 100 mm.

Tabela 61: Dimensionamento dos subcoletores e do coletor predial

Diâmetro nominal do tubo	Número máximo de Unidades Hunter de Contribuição em função das declividades mínimas – %			
	0,5	1	2	4
DN 100	---	180	216	250
150	---	700	840	1.000
200	1.400	1.600	1.920	2.300
250	2.500	2.900	3.500	4.200
300	3.900	4.600	5.600	6.700
400	7.000	8.300	10.000	12.000

FONTE: NBR 8160/1999

O item 5.1.4.2 da norma diz:

“No dimensionamento do coletor predial e dos subcoletores em prédios residenciais, deve ser considerado apenas o aparelho de maior descarga de cada banheiro para a somatória do número de unidades de Hunter de contribuição. Nos demais casos, devem ser considerados todos os aparelhos contribuintes para o cálculo do número de UHC.”

10.2.3 Dimensionamento

10.2.3.1 Bloco principal dos pavimentos superiores

O bloco principal dos pavimentos superiores é composto pela cozinha, pela área de serviço e pelo banheiro social.

Tabela 62: Dimensionamento do bloco principal dos pavimentos superiores

Aparelho ou Tubulação	Tipo de tubulação	UHC	DN (mm)
Bacia Sanitária	Ramal de descarga	6	100
Chuveiro	Ramal de descarga	2	40
Lavatório	Ramal de descarga	1	40
T1	Ramal de esgoto	3	40
T2	Ramal de esgoto	9	100
1	Tubo de queda	9	
Máquina Lavar Roupas	Ramal de descarga	3	50
Tanque	Ramal de descarga	3	40
T3	Ramal de esgoto	6	50
Pia	Ramal de descarga	3	50
2	Tubo de queda	9	

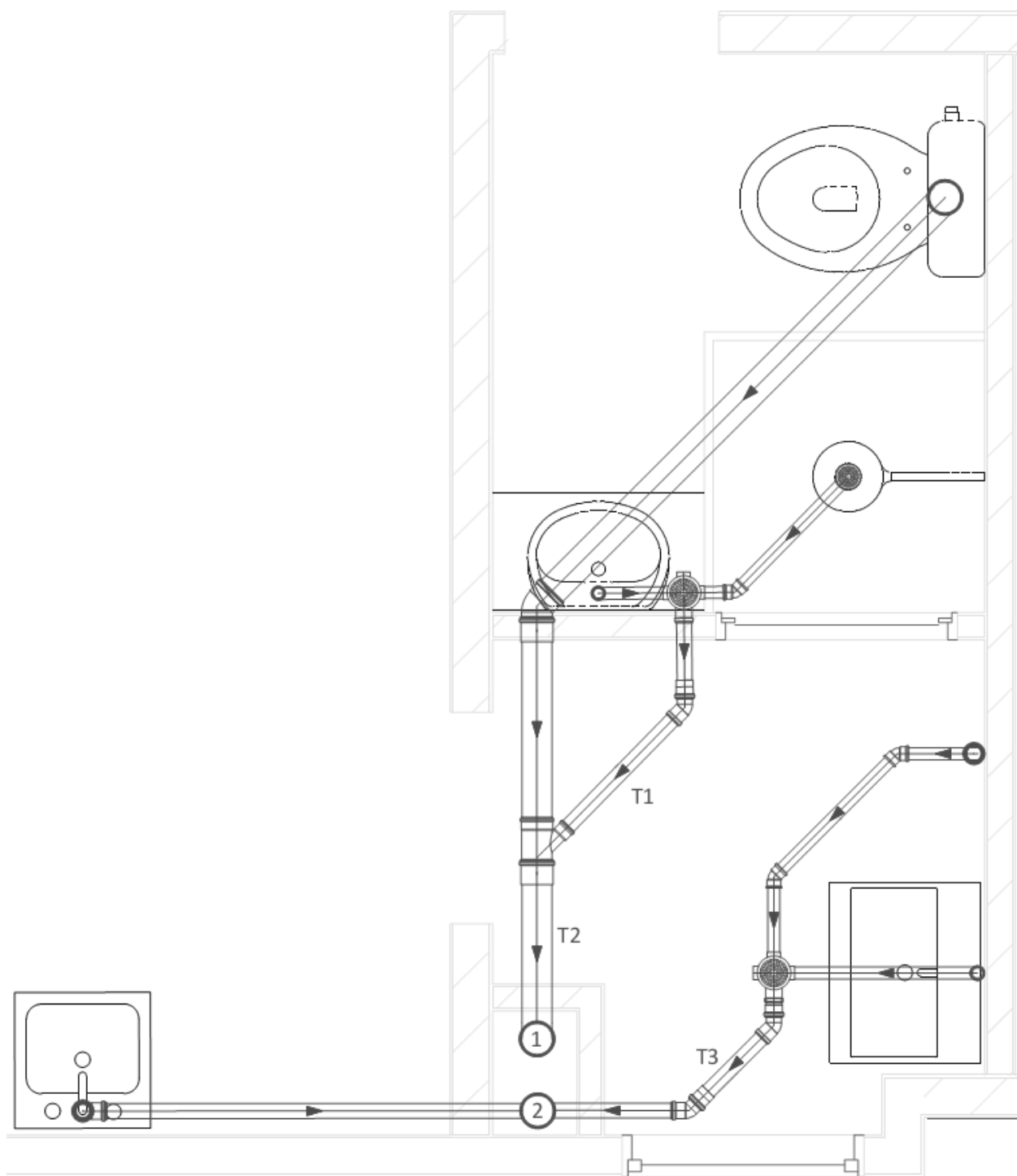


Figura 74: Ligação da tubulação do bloco principal dos pavimentos superiores

10.2.3.2 **Bloco principal dos pavimentos inferiores**

O bloco principal dos pavimentos inferiores é composto pela cozinha, pela área de serviço e pelo banheiro social.

Tabela 63: Dimensionamento do bloco principal dos pavimentos inferiores

Aparelho ou Tubulação	Tipo de tubulação	UHC	DN (mm)
Bacia Sanitária	Ramal de descarga	6	100
Chuveiro	Ramal de descarga	2	40
Lavatório	Ramal de descarga	1	40
T6	Ramal de esgoto	3	40
Pia	Ramal de descarga	3	50
T7	Ramal de esgoto	6	50
T8	Ramal de esgoto	12	100
3	Tubo de queda	12	
Máquina Lavar Roupa	Ramal de descarga	3	50
Tanque	Ramal de descarga	3	40
T9	Ramal de esgoto	6	50
4	Tubo de queda	6	

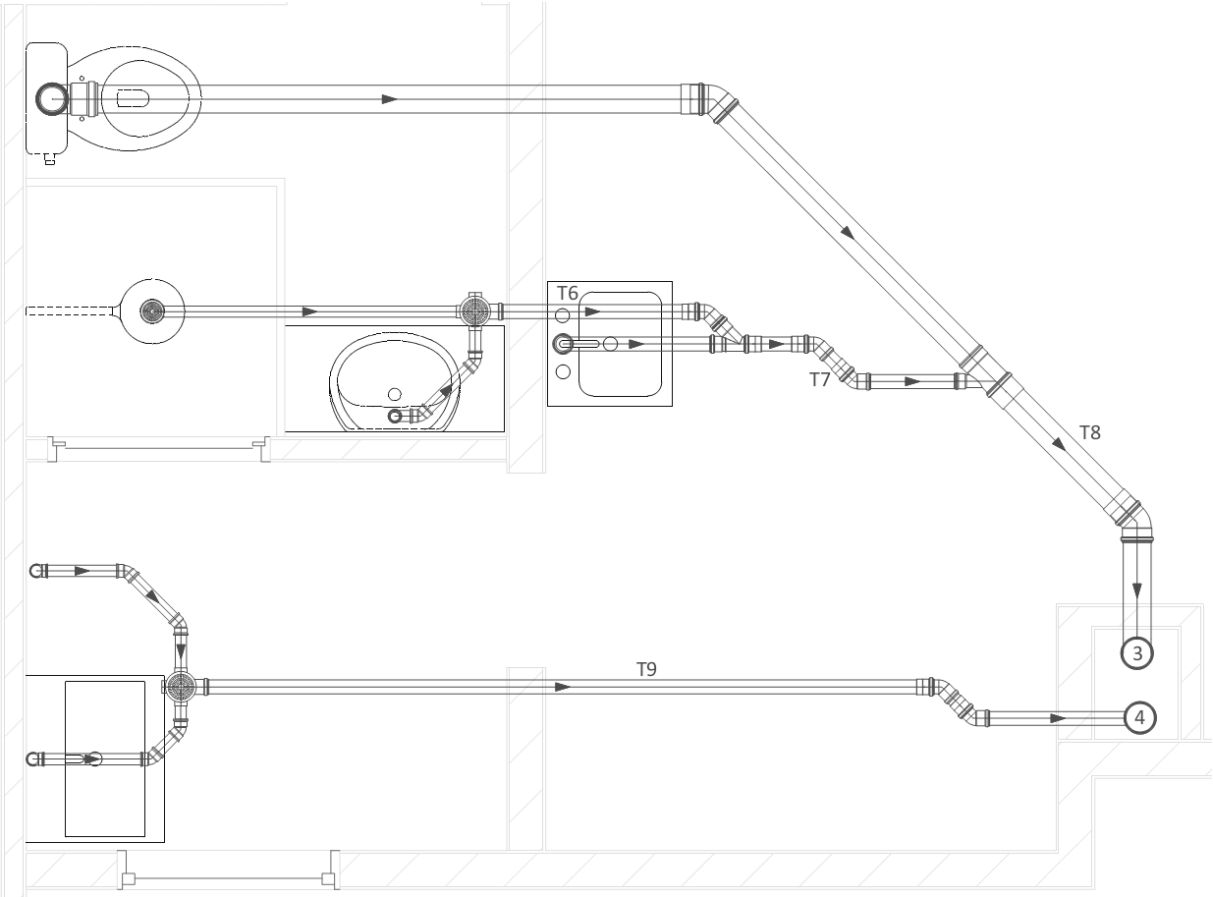


Figura 75: Ligação da tubulação do bloco principal dos pavimentos inferiores

10.2.3.3 Banheiros das suítes

Os banheiros das suítes possuem a mesma configuração mudando apenas alguns comprimentos das tubulações e o tubo de queda em que será lançado o esgoto (1 nos apartamentos inferiores e 3 no apartamentos superiores). A Figura 76 apresenta a configuração do banheiro da suíte dos apartamentos superiores:

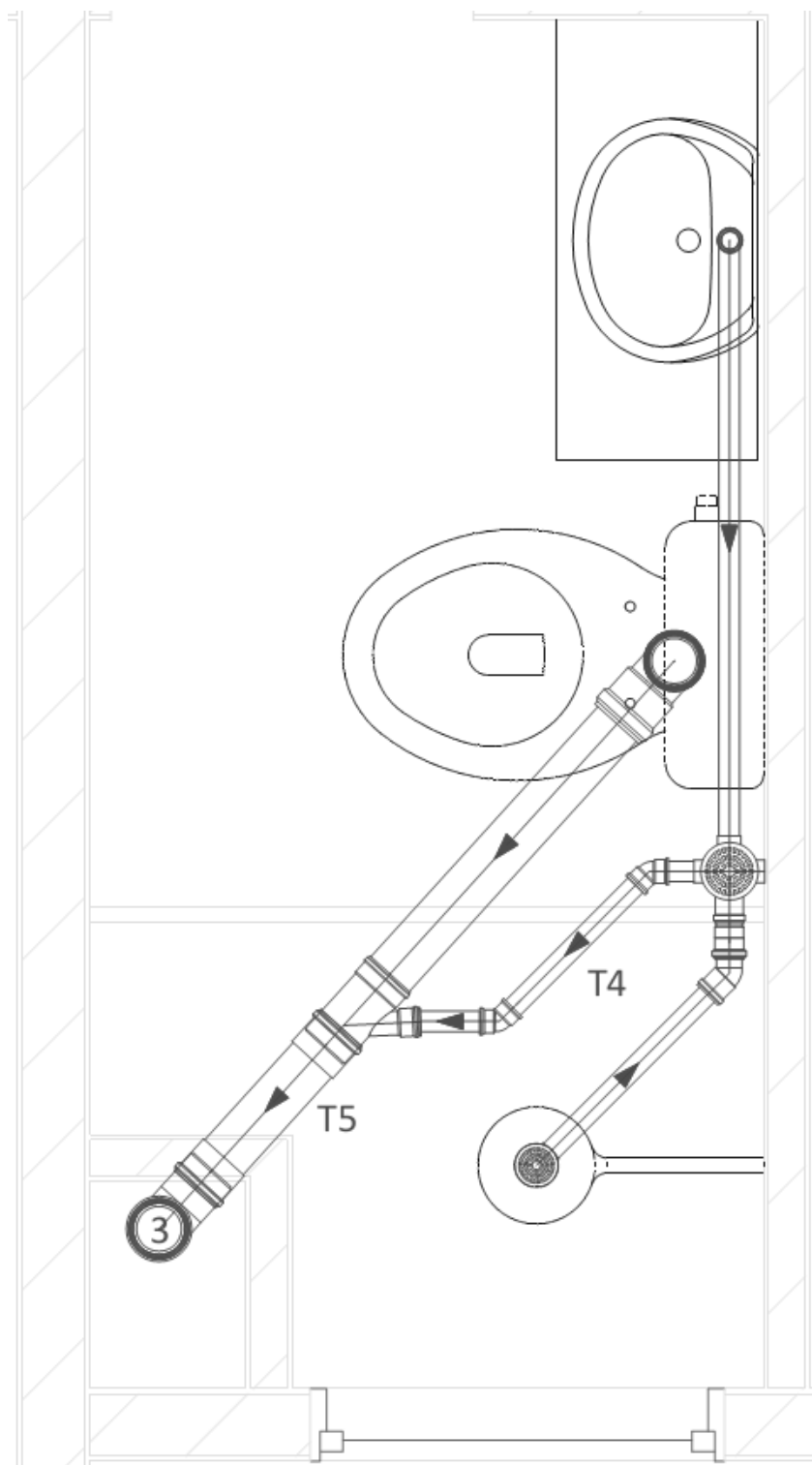


Figura 76: Ligação da tubulação dos banheiros das suítes

Tabela 64: Dimensionamento dos banheiros das suítes

Aparelho ou Tubulação	Tipo de tubulação	UHC	DN (mm)
Lavatório	Ramal de descarga	1	40
Chuveiro	Ramal de descarga	2	40
T4	Ramal de esgoto	3	40
Bacia Sanitária	Ramal de descarga	6	100
T5	Ramal de esgoto	9	100
3	Tubo de queda	9	

10.2.3.4 Tubos de queda e de ventilação

O “shaft” localizado à frente do edifício recebe o esgoto do bloco principal dos apartamentos superiores e o esgoto do banheiro das suítes dos apartamentos inferiores, sendo assim, a Tabela 65 mostra os UHC’s de cada pavimento e o somatório destes:

Tabela 65: Dimensionamento dos tubos de queda e de ventilação do “shaft” da frente

Pavimento	UHC	
	Tubo de queda 1	Tubo de queda 2
3º andar	9	9
2º andar	9	9
1º andar	9	9
Térreo	9	0
1º subsolo	9	0
2º subsolo	9	0
TOTAL	54	27

Conforme a Tabela 60, o tubo de queda 1 recebe mais de 24 UHC e menos de 70 UHC, sendo assim ele deverá ter diâmetro mínimo de 75 mm. No entanto, este tubo será utilizado como tubo de ventilação para esgotos provenientes dos banheiros e, por este motivo, será adotado tubo de 100 mm de diâmetro.

Já o tubo de queda 2 recebe os esgotos provenientes da lavanderia e da cozinha, e será adotado tubo com 75 mm de diâmetro.

O “shaft” localizado nos fundos do edifício recebe o esgoto do banheiro das suítes dos apartamentos superiores e o esgoto do bloco principal dos apartamentos inferiores, sendo assim, a Tabela 66 mostra os UHC’s de cada pavimento e o somatório destes:

Tabela 66: Dimensionamento dos tubos de queda e de ventilação do “shaft” dos fundos

Pavimento	UHC	
	Tubo de queda 3	Tubo de queda 4
3º andar	9	0
2º andar	9	0
1º andar	9	0
Térreo	12	6
1º subsolo	12	6
2º subsolo	12	6
TOTAL	63	18

Conforme a Tabela 60, o tubo de queda 3 recebe mais de 24 UHC e menos de 70 UHC, sendo assim ele deverá ter diâmetro mínimo de 75 mm. No entanto, pelo mesmo motivo relatado no dimensionamento do tubo de queda 1, será adotado tubo de 100 mm de diâmetro.

Já o tubo de queda 4 recebe menos de 24 UHC de esgotos provenientes da lavanderia e da cozinha, com isso será adotado um tubo de 50 mm de diâmetro.

Tabela 67: Dimensionamento dos tubos de queda

Tubo de queda	DN adotado (mm)
1	100
2	75
3	100
4	50

10.2.3.5 Coletor predial

Somando as UHC's dos quatro tubos de queda, tem-se que o coletor predial terá UHC igual a 162, sendo assim, pode-se adotar coletor predial de diâmetro nominal igual a 100 mm com declividade de 1%.

10.3 Sistema predial de instalações elétricas

10.3.1 Critérios de dimensionamento

O projeto de instalação elétrica foi feito conforme a NBR 5410 / 2004, vindo a seguir as condições mínimas exigidas pela referida norma e sofrendo alguns ajustes para se adequar a realidade do edifício.

A seguir são apresentados os principais itens da norma que foram utilizados no projeto de instalações elétricas.

10.3.1.1 Iluminação

O item 9.5.2.1 da norma diz:

“Em cada cômodo ou dependência deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, comandado por interruptor.

Na determinação das cargas de iluminação pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;*
- b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.”*

10.3.1.2 Pontos de tomada

Em relação à quantidade de pontos de tomada, o item 9.5.2.2 da norma diz:

“O número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser aí utilizados, observando-se no mínimo os seguintes critérios:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório;*
- b) em cozinhas, copas, copas/cozinhas, áreas de serviço, cozinha/área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da*

pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;

c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:

- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;

- um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m²;

- um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível”

Em relação à potência atribuída aos pontos de tomada, o item 9.5.2.2 da norma diz:

“A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar e não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.”

10.3.1.3 Divisão dos circuitos da instalação

Sobre este assunto, a norma apresenta dois itens distintos e que envolvem situações que vão além do porte do edifício residencial em questão, por este motivo, foram selecionados e transcritos apenas os itens pertinentes ao trabalho.

Item 4.2.5.1:

“A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.”

Item 4.2.5.5:

“Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para pontos de iluminação e para pontos de tomada.”

Item 9.5.3.1:

“Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente.”

Item 9.5.3.2:

“Os pontos de tomada de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos devem ser atendidos por circuitos exclusivamente destinados à alimentação de tomadas desses locais.”

10.3.2 Conceitos básicos de potência

Para a determinação do tipo de instalação que deve ser solicitada junto à concessionária de energia elétrica, é necessário saber qual será a potência requerida pela unidade consumidora, no entanto o cálculo desta potência envolve etapas que possuem nomes específicos que são descritos a seguir:

- Potência ativa ou potência real (unidade de medida W): é a potência que foi utilizada para converter energia elétrica em trabalho no equipamento.
- Potência reativa (unidade de medida VAR): é a potência que produziu os campos elétrico e magnético necessários para o funcionamento de motores elétricos e equipamentos cujo o princípio de funcionamento está na indução eletromagnética.
- Potência aparente (unidade de medida VA): trata-se da soma da potência ativa com a potência reativa, ou seja, pode-se dizer que é a potência total fornecida

pela concessionária de energia elétrica sem descontar as perdas devido aos efeitos eletromagnéticos.

- Fator de potência (adimensional): grandeza que relaciona a potência ativa com a potência aparente a fim de mensurar o aproveitamento do circuito elétrico em relação à energia fornecida pela concessionária.

$$\text{Equação 35} \quad \text{FP} = \frac{\text{Potência Ativa}}{\text{Potência Aparente}}$$

10.3.3 Dimensionamento

10.3.3.1 Pavimentos superiores

Utilizando as restrições impostas pela norma e descritas no item 10.3.1.1, foi elaborada a Tabela 68 para o dimensionamento dos pontos de iluminação de uma unidade dos apartamentos superiores (1º andar, 2º andar e 3º andar).

Tabela 68: Determinação das potências da iluminação dos pavimentos superiores

Cômodo	Área (m²)	Potência Mínima de Iluminação (VA)	Potência de iluminação adotada (VA)
Salas de estar e jantar	17,00	220	300
Cozinha	4,25	100	100
Banheiro Social	3,00	100	100
Área de serviço	2,40	100	100
Circulação	7,40	100	100
Dormitório 1	9,80	100	100
Dormitório 2	10,30	160	200
Dormitório da Suíte	13,70	160	200
Banheiro da Suíte	3,30	100	100
Varanda Sala			100
Varanda Suíte			100
TOTAL		1.140	1.500

Utilizando as restrições impostas pela norma e descritas no item 10.3.1.2, foi elaborada a Tabela 69 para o dimensionamento dos pontos de tomada de uma unidade dos apartamentos superiores.

Tabela 69: Determinação das potências das tomadas dos pavimentos superiores

Cômodo	Área (m²)	Perímetro (m)	Nº Mínimo de TUG's	Nº de TUG's adotado	Potência das TUG's (VA)	Potência das TUE's (W)
--------	-----------	---------------	--------------------	---------------------	-------------------------	------------------------

Salas de estar e jantar	17,00	22,00	5	8	800	0
Cômodo	Área (m²)	Perímetro (m)	Nº Mínimo de TUG's	Nº de TUG's adotado	Potência das TUG's (VA)	Potência das TUE's (W)
Cozinha	4,25	8,80	3	3	1.800	1.500
Banheiro Social	3,00	6,96	1	1	600	5.600
Área de serviço	2,40	6,54	1	1	600	1.000
Circulação	7,40	18,36	4	2	200	
Dormitório 1	9,80	12,50	3	4	400	
Dormitório 2	10,30	13,00	3	3	300	
Dormitório da Suíte	13,70	16,86	4	4	400	
Banheiro da Suíte	3,30	7,80	1	1	600	
Varanda Sala				1	100	
Varanda Suíte				1	100	
Campainha				1	100	
TOTAL				29	6.000	8.100

As tomadas de uso específico (TUE's) foram determinadas considerando a potência dos seguintes equipamentos:

- Forno micro-ondas ou forno elétrico na cozinha;
- Chuveiro elétrico no banheiro social;
- Máquina de lavar roupa na área de serviço.

Observação: O banheiro da suíte não terá chuveiro elétrico, pois, apesar de não constar na relação de projetos desenvolvidos neste trabalho, o projeto completo prevê que haverá um sistema de aquecimento a gás que possibilitará a opção de escolha do usuário no banheiro social (chuveiro elétrico ou aquecimento a gás) e será único no banheiro da suíte.

10.3.3.2 Pavimentos inferiores

Utilizando as restrições impostas pela norma e descritas no item 10.3.1.1, foi elaborada a Tabela 70 para o dimensionamento dos pontos de iluminação de uma unidade dos apartamentos inferiores (térreo, 1º subsolo e 2º subsolo).

Tabela 70: Determinação das potências da iluminação dos pavimentos inferiores

Cômodo	Área (m²)	Potência Mínima de Iluminação (VA)	Potência de iluminação adotada (VA)
Salas de estar e jantar	17,70	220	300
Cozinha	5,80	100	100
Banheiro Social	2,70	100	100
Área de serviço	2,40	100	100

Circulação	6,00	100	100
Cômodo	Área (m²)	Potência Mínima de Iluminação (VA)	Potência de iluminação adotada (VA)
Dormitório 1	9,80	100	100
Dormitório da Suíte	15,55	220	300
Banheiro da Suíte	3,60	100	100
Varanda			100
TOTAL		1.040	1.300

Utilizando as restrições impostas pela norma e descritas no item 10.3.1.2, foi elaborada a Tabela 71 para o dimensionamento dos pontos de tomada de uma unidade dos apartamentos inferiores.

Tabela 71: Determinação das potências das tomadas dos pavimentos inferiores

Cômodo	Área (m²)	Perímetro (m)	Nº Mín. de TUG's	Nº de TUG's adotado	Potência das TUG's (VA)	Potência das TUE's (W)
Salas de estar e jantar	17,70	17,16	4	6	600	
Cozinha	5,80	10,02	3	4	1.900	1.500
Banheiro Social	2,70	6,56	1	1	600	5.600
Área de Serviço	2,40	6,26	1	1	600	1.000
Circulação	6,00	15,88	1	1	100	
Dormitório 1	9,80	12,52	3	4	400	
Dormitório da Suíte	15,55	17,83	4	4	400	
Banheiro da Suíte	3,60	8,28	1	1	600	
Varanda				1	100	
Campainha				1	100	
TOTAL				23	5.400	8.100

As considerações feitas sobre as TUE's no item 10.3.3.1 também são válidas para a Tabela 71.

10.3.3.3 Áreas comuns do edifício

A NBR 5410 não faz menção sobre a iluminação e os pontos de tomadas nas áreas comuns do edifício, no entanto sabe-se que há necessidade de se considerar tais pontos e que estes seriam contabilizados como consumo do condomínio.

Utilizando-se de aspectos físicos de iluminação e de bom senso em relação ao uso de tomadas gerais, elaborou-se a Tabela 72.

Tabela 72: Determinação das potências nas áreas comuns do edifício

Local	Potência de iluminação adotada (VA)	Nº de TUG's adotado	Potência das TUG's (VA)
Hall de entrada dos apartamentos	600	6	600
Escadas dos andares superiores	800	0	0
Ambientes externos (garagem e área aberta)	1.200	6	600
Cobertura	300	3	300
TOTAL	2.900	15	1.500

Além da iluminação e das tomadas de uso geral, também será contabilizado o consumo de energia da bomba utilizada para elevar a água do reservatório inferior para o reservatório superior, a qual possui 1.865 W e será computada como tomada de uso específico.

10.3.4 Potência requerida junto à concessionária

A potência que deverá ser requerida junto à concessionária de energia elétrica será o somatório de todas as potências ativas do edifício.

Tabela 73: Potência ativa dos apartamentos

Pavimentos	Item	1 apartamento			3 apartamentos
		Potência Aparente (VA)	Fator de Potência	Potência Ativa (W)	Potência Ativa (W)
Superiores	Iluminação	1.500	1,00	1.500	43.200
	TUG's	6.000	0,80	4.800	
	TUE's			8.100	
Inferiores	Iluminação	1.300	1,00	1.300	41.160
	TUG's	5.400	0,80	4.320	
	TUE's			8.100	

Tabela 74: Potência ativa das áreas comuns

Item	Potência Aparente (VA)	Fator de Potência	Potência Ativa (W)
Iluminação	2.900	1,00	2.900
TUG's	1.500	0,80	1.200
Bomba			1.865
TOTAL			5.965

Através da Tabela 73 e da Tabela 74, pode-se dizer que a potência ativa total é de 90.325 W.

A concessionária de energia da região é a AES Eletropaulo e, em seu “Livro de instruções gerais – Baixa tensão”, ela informa os tipos de sistemas de distribuição disponibilizados para instalação, conforme pode ser observado na Figura 77:

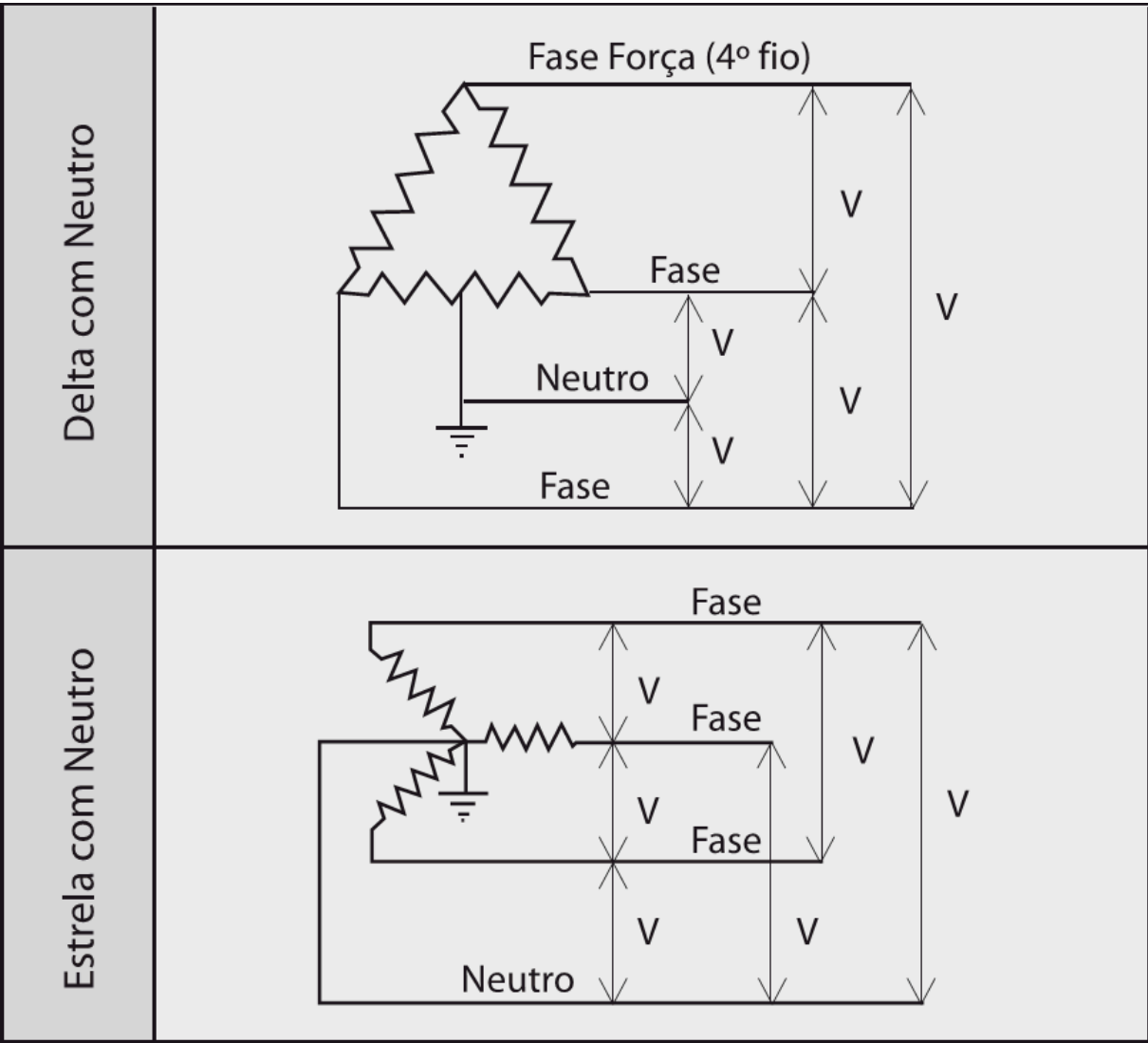


Figura 77: Sistemas de distribuição

Ainda no seu manual de instruções, a AES Eletropaulo estabelece três modalidades de fornecimento de energia, conforme descrito a seguir:

Modalidade A: Uma fase e neutro (2 fios)

- Potência total instalada:
- até 5kW no sistema delta;
 - até 12kW no sistema estrela;

Potência máxima individual para motores: 1CV

Modalidade B: Duas fases e neutro (3 fios)

Potência total instalada: - até 20kW no sistema estrela;
- acima de 5kW no sistema delta;

Potência máxima individual para motores: - 1CV (entre fase e neutro);
- 3 CV (entre fase e fase);

Potência máxima individual para equipamentos: 5kW (entre fase e neutro);

Potência total para motores: 15 CV.

Modalidade C: Três fases e neutro (4 fios)

Potência total instalada: - acima de 20kW no sistema estrela aéreo ou subterrâneo;
- no sistema delta, somente quando houver equipamento trifásico, motores ou aparelhos.

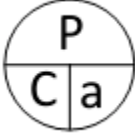
De acordo com os cálculos, o edifício necessitará de 90 kW e este valor faz com que ele se enquadre na modalidade B com ligação no sistema delta.

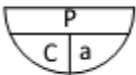
10.3.5 Projeto

10.3.5.1 Simbologia

A seguir é apresentada a lista de símbolos que serão utilizados no projeto de instalação elétrica dos dois tipos de pavimentos.

Tabela 75: Lista de símbolos utilizados no projeto de instalações elétricas

Símbolo	Significado
	Ponto de luz no teto Sendo que as letras significam: P = potência da iluminação em W C = número do circuito a = nome do interruptor de acionamento

	Ponto de luz na parede A representação interna é igual ao ponto de luz no teto
Símbolo	Significado
	Interruptor simples A letra relaciona o interruptor com a luz a ser acesa
	Interruptor paralelo A letra relaciona o interruptor com a luz a ser acesa
	Ponto de tomada (TUG) baixa monofásica com terra
	Ponto de tomada (TUG) média monofásica com terra
	Caixa de saída média bifásica com terra (TUE a média altura)
	Caixa de saída alta bifásica com terra (TUE alta)
	Campainha
	Botão de campainha
	Quadro de distribuição
	Os fios (da esquerda para direita) representam: - Fase - Neutro - Proteção (terra) - Retorno

10.3.5.2 Diagrama unifilar dos pavimentos superiores

Para atender as exigências da norma expostas no item 10.3.1.3, foram feitas as divisões de circuito conforme mostra a Tabela 76.

Tabela 76: Divisão dos circuitos dos pavimentos superiores

Circuito	Tipo	Cômodos abrangentes
1	Iluminação	Varanda da sala, salas e circulação
2	Iluminação	Cozinha, área de serviço e banheiro social
3	Iluminação	Dormitórios 1 e 2 e suíte (Banheiro, dormitório e varanda)
4	Tomada	Varanda da sala, salas, circulação e campainha
5	Tomada	Cozinha, área de serviço e banheiro social
6	Tomada	Dormitórios 1 e 2 e suíte (Banheiro, dormitório e varanda)
7	TUE	Banheiro (Chuveiro elétrico)
8	TUE	Área de Serviço (Máquina de lavar roupa)
9	TUE	Cozinha (Forno micro ondas ou forno elétrico)

Apesar de a norma dizer que os pontos de tomada da copa (sala de jantar) devam ser alocados em um circuito exclusivo, neste projeto foi colocado no mesmo circuito as tomadas da sala de estar com as da sala de jantar, pois a escolha de utilização dos ambientes ficará a critério do morador.

A Tabela 77 relaciona os circuitos, as letras dos acionamentos de iluminação e o cômodo em questão.

Tabela 77: Divisão dos circuitos dos pavimentos superiores

Circuito	Cômodo	Acionamento
1	Sala de Estar	a
1	Sala de Jantar	b
1	Varanda da sala	c
1	Circulação	d
2	Cozinha	e
2	Área de Serviço	f
2	Banheiro Social	g
2	Banheiro Social (lateral)	h
3	Dormitório 2	i
3	Dormitório 1	j
3	Banheiro Suíte	l
3	Banheiro Suíte (lateral)	m
3	Dormitório Suíte	n
3	Varanda da Suíte	o

Para dimensionar os disjuntores, será necessário calcular a corrente mínima de cada circuito através da Equação 36:

Equação 36
$$i_{calculada} = \frac{\text{Potência}}{\text{Tensão da rede}}$$

A Tabela 78 mostra os valores de corrente mínima dos disjuntores de cada circuito.

Tabela 78: Dimensionamento dos disjuntores dos pavimentos superiores

Circuito	Tipo	Potência (VA)	Corrente calculada (A)	Corrente mínima do disjuntor (A)
1	Iluminação	500	4,55	5
2	Iluminação	300	2,73	3
3	Iluminação	700	6,36	7
4	Tomada	1200	10,91	11
5	Tomada	3000	27,27	28
6	Tomada	1800	16,36	17
7	TUE	5600	50,91	51
8	TUE	1000	9,09	10
9	TUE	1500	13,64	14

O projeto elétrico unifilar dos pavimentos superiores encontra-se no anexo I.

10.3.5.3 Diagrama unifilar dos pavimentos inferiores

Para atender as exigências da norma expostas no item 10.3.1.3, foram feitas as divisões de circuito conforme mostra a Tabela 79.

Tabela 79: Divisão dos circuitos dos pavimentos inferiores

Divisão dos circuitos		
Circuito	Tipo	Cômodos abrangentes
1	Iluminação	Varanda, salas e circulação
2	Iluminação	Cozinha, área de serviço e banheiro social
3	Iluminação	Dormitório e suíte (Banheiro e dormitório)
4	Tomada	Varanda, salas, circulação e campainha
5	Tomada	Cozinha, área de serviço e banheiro social
6	Tomada	Dormitório e suíte (Banheiro e dormitório)
7	TUE	Banheiro (Chuveiro elétrico)
8	TUE	Área de Serviço (Máquina de lavar roupa)
9	TUE	Cozinha (Forno micro ondas ou forno elétrico)

A Tabela 80 relaciona os circuitos, as letras dos acionamentos de iluminação e o cômodo em questão.

Tabela 80: Divisão dos circuitos dos pavimentos superiores

Iluminação		
Setor	Cômodo	Acionamento
1	Sala de Jantar	a
1	Sala de Estar	b
1	Varanda	c
1	Circulação	d
2	Cozinha	e
2	Lavanderia	f
2	Banheiro Social	g
2	Banheiro Social (lateral)	h
3	Dormitório	i
3	Banheiro Suíte	j
3	Banheiro Suíte (lateral)	l
3	Dormitório Suíte	m
3	Dormitório Suíte (Closet)	n

Para dimensionar os disjuntores, será necessário calcular a corrente mínima de cada circuito conforme a Equação 36.

A Tabela 81 mostra os valores de corrente mínima dos disjuntores de cada circuito.

Tabela 81: Dimensionamento dos disjuntores dos pavimentos inferiores

Circuito	Tipo	Potência	Corrente calculada (A)	Corrente mínima do disjuntor (A)
1	Iluminação	500	4,55	5
2	Iluminação	300	2,73	3
3	Iluminação	500	4,55	5
4	Tomada	900	8,18	9
5	Tomada	3100	28,18	29
6	Tomada	1400	12,73	13
7	TUE	5600	50,91	51
8	TUE	1000	9,09	10
9	TUE	1500	13,64	14

O projeto elétrico unifilar dos pavimentos inferiores encontra-se no anexo J.

11 ORÇAMENTO

O desenvolvimento deste orçamento foi feito a partir de duas fontes: a primeira foi através de pesquisas de campo (lojas de construção, via “internet”, telefonemas e “e-mails” a fornecedores); a segunda fonte foi a tabela TCPO4 por meio do software da Pini “Volare”, tendo como base a tabela de preços de dezembro de 2012 .

Após conversar com algumas fontes seguras do mercado da construção, como o Professor da Escola Politécnica da USP Dr. Luiz Sérgio Franco (orientador deste trabalho), chegou-se a uma aceitação de que os índices usados na tabela são um pouco superiores aos reais. Isto ocorre devido aos aspectos ignorados na elaboração destes modelos de cálculo, como a não diferenciação do valor versus quantidade. O Volare e o TCPO não distinguem o valor por unidade como, por exemplo, quando se compra um metro cúbico de concreto e quando se compra um milhão de metros cúbicos, o que logicamente não corresponde à realidade, pois é possível diluir os custos fixos e assim abaixar as margens nos pedidos “grandes”.

Outra questão relevante é que os itens são orçados com base nos valores brutos, logo se pode inferir que durante uma negociação o comprador consiga obter descontos junto ao fornecedor dos materiais. Alguns itens do orçamento foram extraídos de uma dupla pesquisa, constatando-se que os do TCPO alcançaram um sobrevalor de até 15% em relação ao preço obtido no mercado, nestes casos, optou-se por adotar os valores obtidos na pesquisa de campo.

Na análise de viabilidade econômica do empreendimento serão desprezados os eventuais descontos e as demais hipóteses adotadas visam uma situação a favor da segurança físico financeira da obra. Os itens relevantes nesta análise são:

- a taxas trabalhistas de 100% sobre o valor da TCPO, incluindo férias, 13º salário, demais encargos e benefícios.
- uma taxa de BDI de 10%;
- custo variável de 10% acima do indicado, para contemplar eventuais itens não orçados.

A obra foi orçada em um valor de aproximadamente R\$ 780.000,00. O orçamento detalhado da obra encontra-se no anexo K.

12 REVISÃO DA ANÁLISE DE VIABILIDADE

Após o desenvolvimento dos projetos, torna-se necessária a revisão do estudo de viabilidade feito no item 5.2, a fim de confirmar ou não a rentabilidade desejada para o empreendimento. De posse do orçamento mais detalhado, confrontam-se os novos valores com aqueles apresentados no estudo de viabilidade inicial.

Com o intuito de analisar os valores macros, adotaram-se várias simplificações, as quais são expostas a seguir:

- Venda dos imóveis após conclusão da obra: apesar desta hipótese não ser comum no mercado, optou-se por uma postura conservadora devido à posição da empresa perante o mercado da construção civil, ou seja, uma pequena incorporadora /construtora não possui mercado consolidado e por isso encontra dificuldades para vender seus empreendimentos antes ou durante a construção;

- Custos lineares: sabe-se que os custos de uma obra tendem a se comportar como uma curva Gaussiana, mas tendo em vista o tempo de obra (12 meses), as possibilidades de faturamento das contas, os itens parcelados, e a majoração no orçamento, acredita-se que não haverá problema em distribuir os R\$ 780.000,00 igualmente nos 12 meses do cronograma de construção;

- Valores de venda: após desenvolver uma extensa pesquisa imobiliária na região do empreendimento, conclui-se que o valor de 4.100 R\$/m² é conservador. Sendo assim, não foi indexado aos custos um valor de inflação, como também não foi indexado o valor destes no VGV (Valor Geral de Venda).

Para confirmar a última hipótese adotada, foi considerado a relevância do levantamento feito em outubro de 2012 pelo Sr. Claudio Bernardes (Presidente do Secovi-SP), o qual disponibilizou seus estudos animadores em relação ao futuro do mercado da construção civil.

VARIAÇÃO ACUMULADA DE PREÇO X INFLAÇÃO



Preço* m² de Área Útil de Imóveis Novos Verticais do Município de São Paulo

Base 100 em Dez/2002

Preço M² de Ago/12 = R\$ 6.927 (Embraesp)

Var% Nominal Acumulada do Preço m² = 181%

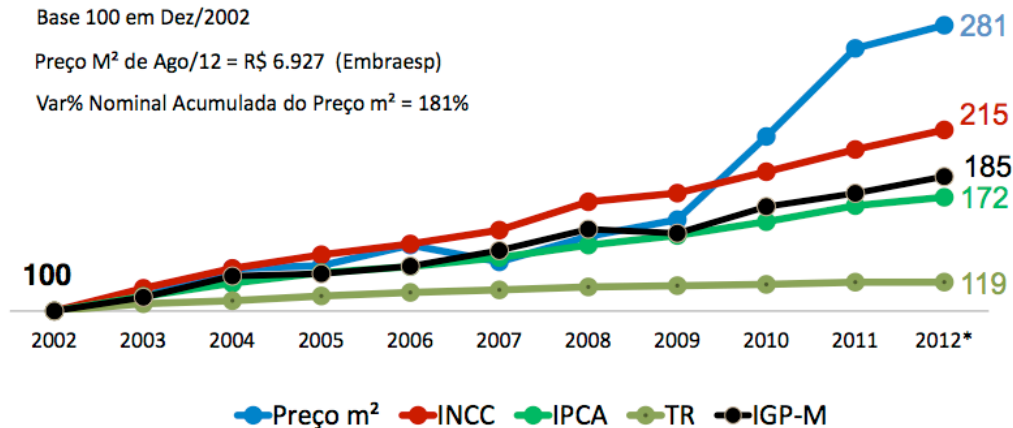


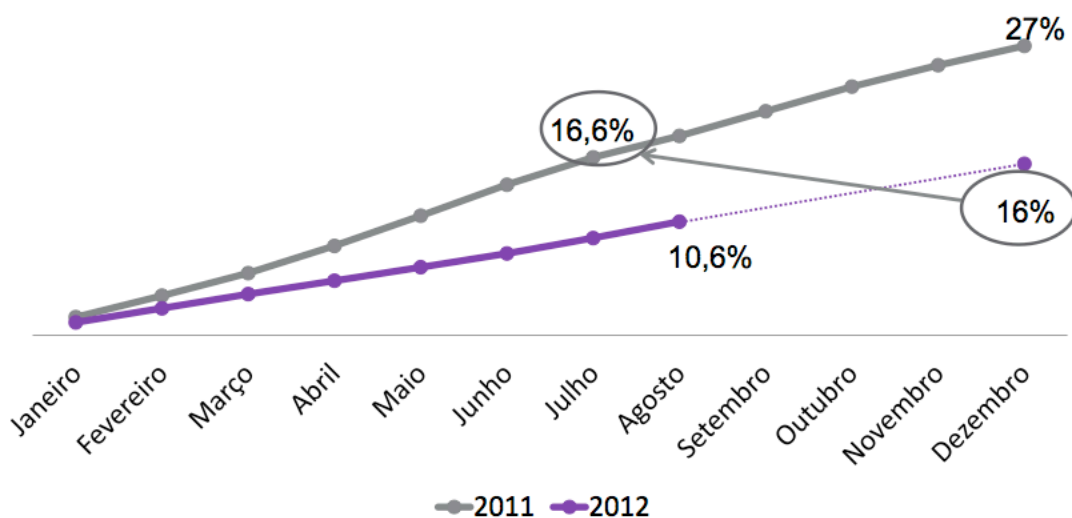
Figura 78: Comparação entre os indexadores

(FONTE: SECOVI-SP)

COMPARATIVO ÍNDICE 2011 COM 2012



VARIAÇÃO% ACUMULADA - ÍNDICE FIPE/ZAP - SÃO PAULO

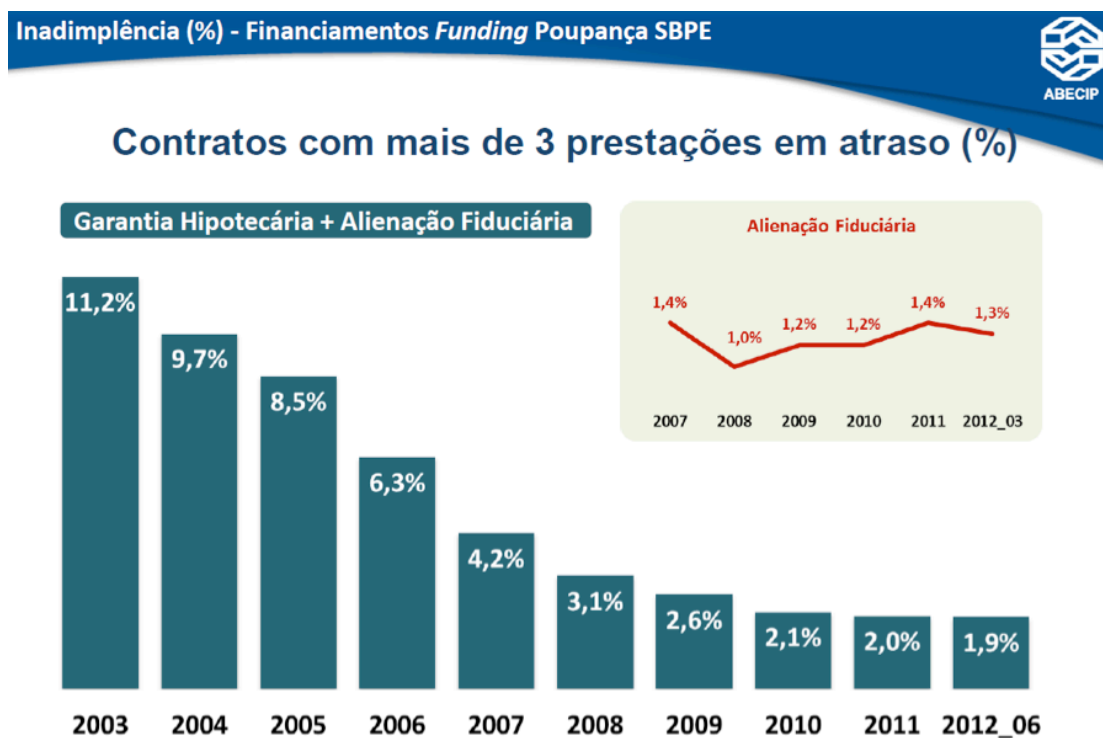


Estimativa: Secovi-SP

Figura 79: Variação acumulada para o índice FIPE (2011 e 2012), para São Paulo

(FONTE: SECOVI-SP)

A Figura 79 indica a comparação entre os valores dos índices, indicando que estes estão bem acima do CDI (7,25%, atualmente) e qualquer outro indexador vigente, o que ratifica a posição de segurança em não indexar os custos e os valores de venda.



Fonte: Abecip e Banco Central

Figura 80: Variação anual no índice de inadimplência para o mercado imobiliário

(FONTE: Abecip e Banco Central)

Os dados dispostos na Figura 80 confirmam a posição do produto como algo sólido, em um mercado no qual os compradores têm se mostrado com capacidade financeira de honrar as dívidas de seus imóveis.

Os dados da Figura 81 mostram à extrema solides de um crédito imobiliário baseado na poupança, ou seja, pouco alavancado.

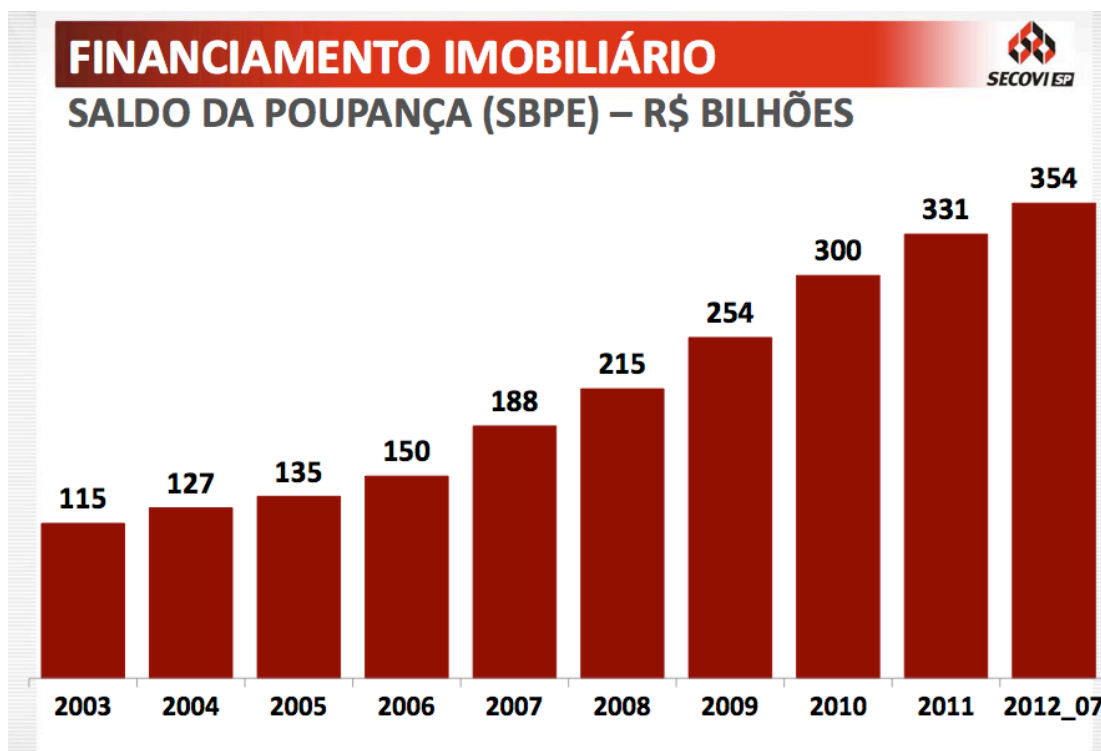


Figura 81: Evolução do saldo da poupança no Brasil

(FONTE: SECOVI-SP)

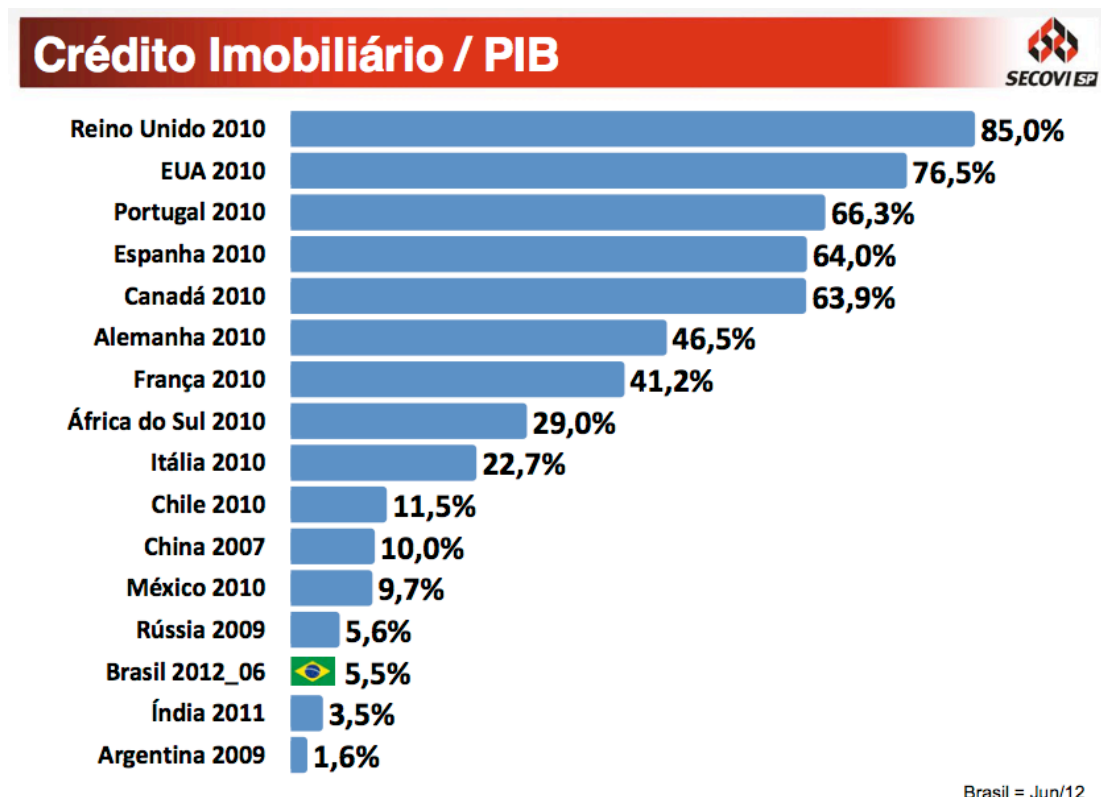


Figura 82: Crédito imobiliário em relação ao PIB, entre vários países.

(FONTE: SECOVI-SP)

A Figura 82 revela uma segurança do mercado imobiliário brasileiro, devido a sua baixa “alavancagem” se comparado aos demais países do mundo.

Após a finalização da tabela de orçamento, um novo cenário de taxas de retorno foi obtido, o qual se mostrou consideravelmente promissor.

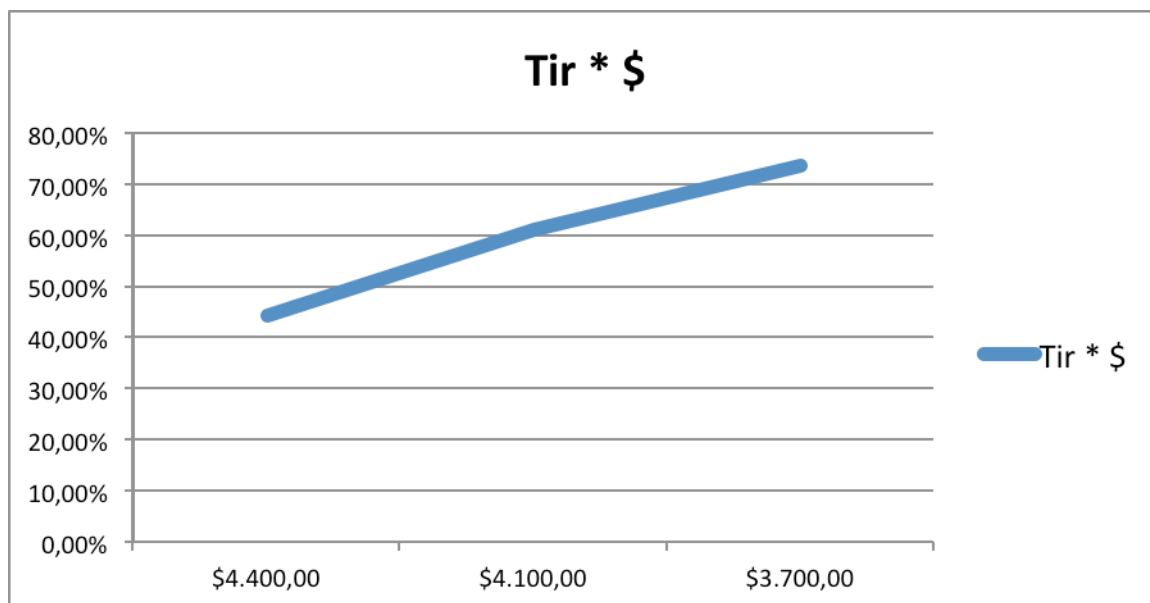


Figura 83: Gráfico da nova análise de mercado

Os valores obtidos a partir da análise foram muito acima dos 15% praticados pelas grandes construtoras e dos 20% praticados pelas empresas de médio porte. Tal situação ocorre, dentre outros motivos, pelo fato de suprimir os custos fixos na equação de cálculo (como custos de escritórios, pagamentos de engenheiros, etc.) e os outros encargos que são omitidos quando a construção é feita pelo próprio proprietário. Além disso, devido ao porte da obra, diversos itens custosos foram evitados (como sistema de hidrantes, elevadores, escadas pressurizadas, entre outros), o que contribuiu para uma redução nos custos de produção.

Os valores de TIR ficaram entre 41% e 71%, índices com uma boa margem de segurança, se as premissas se mantiverem.

Tabela 82: Construção em 12 meses e venda em 6 meses

Custo do M2 para venda	R\$ 4.100,00
VGv	R\$ 1.742.700,00
IR	R\$ 104.562,00
Corretagem	R\$ 69.708,00
Receita Líquida	R\$ 1.916.970,00

Mês	Gastos	Receita	Fluxo
1	R\$ (414.976,57)		R\$ (414.976,57)
2	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
3	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
4	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
5	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
6	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
7	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
8	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
9	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
10	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
11	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
12	R\$ (64.976,57)		R\$ (64.976,57)
13		R\$ 262.102,08	R\$ 262.102,08
14		R\$ 262.102,08	R\$ 262.102,08
15		R\$ 262.102,08	R\$ 262.102,08
16		R\$ 262.102,08	R\$ 262.102,08
17		R\$ 262.102,08	R\$ 262.102,08
18		R\$ 262.102,08	R\$ 262.102,08

TIR ANUAL	44.0%
TIR MENSAL	3.09%

Tabela 83: Construção em 18 meses e venda em 9 meses

Custo do M2 para venda	R\$ 3.700,00
VGv	R\$ 1.742.700,00
IR	R\$ 104.562,00
Corretagem	R\$ 69.708,00
Receita Líquida	R\$ 1.916.970,00

Mês	Gastos	Receita	Fluxo
1	R\$ (393.317,71)		R\$ (393.317,71)
2	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
3	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
4	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
5	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
6	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
7	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
8	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
9	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
10	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
11	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
12	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
13	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
14	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
15	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
16	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
17	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
18	R\$ (43.317,71)		R\$ (43.317,71)
19		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
20		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
21		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
22		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
23		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
24		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
25		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
26		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72
27		R\$ 174.734,72	R\$ 174.734,72

TIR ANUAL	27.4%
TIR MENSAL	2.04%

Há de salientar a alta dos valores dos imóveis localizados na cidade de São Paulo, o que consequentemente pressionou os valores imobiliários em Osasco e contribuíram para a possibilidade de obter maiores taxas de retorno em empreendimentos na região.

Depois das análises de tempo de venda e de tempo de construção constatou-se que dadas às condições de estabilidades encontradas no Brasil neste momento, conclui-se que o desenvolvimento financeiro deste empreendimento é extremamente sólido, melhor que muitos indicadores das grandes construtoras atuais.

13 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento de um trabalho que abordasse a concepção e a confecção dos projetos envolvidos em uma obra de um edifício residencial completa o aprendizado adquirido ao longo do curso de graduação, vindo a suprir as eventuais falhas curriculares que não preveem disciplinas obrigatórias que abordam puramente a execução e integração dos projetos de uma edificação.

A ausência de disciplinas específicas de projeto na grade curricular do curso de Engenharia Civil fez surgir várias dificuldades para o desenvolvimento deste trabalho, sendo que a maior delas foi fazer a integração dos diversos sistemas que ao longo do curso foram vistos separadamente.

14 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OSASCO. Lei nº 1485, de 12 de outubro de 1978. Dispõe sobre o parcelamento, zoneamento e ocupação do solo em todo o Município de Osasco. Osasco, 1978.

OSASCO. Lei nº 2070, de 08 de novembro de 1988. Altera dispositivos da Lei nº 1485/1978. Osasco, 1988.

OSASCO. Lei nº 1025, de 05 de julho de 1971. Dispõe sobre as edificações no Município de Osasco. Osasco, 1971.

OSASCO. Lei Complementar nº 150, de 27 de setembro de 2006. Altera dispositivos da Lei nº 1.025, de 05 de julho de 1971.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 56.819, de 10 de março de 2011. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências. São Paulo (Município), 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 06/2011 – Acesso de viatura na edificação e áreas de risco. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 08/2011 – Resistência ao fogo dos elementos de construção. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 09/2011 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 10/2011 – Controle de materiais de acabamento e de revestimento. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 11/2011 – Saídas de emergência. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 17/2011 – Brigada de incêndio. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 18/2011 – Iluminação de emergência. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 19/2011 – Sistema de detecção e alarme de incêndio. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 20/2011 – Sinalização de emergência. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 21/2011 – Sistema de proteção por extintores de incêndio. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 22/2011 –Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. São Paulo, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica 42/2011 –Projeto Técnico Simplificado (PTS). São Paulo, 2011.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2004.

ABNT, NBR 6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.

ABNT, NBR 6122:2010 – Projeto e execução de fundações.

ABNT, NBR 5629:1998 – Instalação predial de água fria.

ABNT, NBR 8160:1999 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

ABNT, NBR 5410:2004 – Instalações elétrica de baixa tensão.

SABESP, NTS 181 – Norma Técnica Sabesp – Dimensionamento de ramal predial de água e do hidrômetro – Primeira ligação.

FORTLEV, Catálogo técnico– Caixa d' água em polietileno.

KSB, Manual de curvas características.

EPUSP, Fundações – Notas de aula, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, disciplina PCC2435: Tecnologia da Construção de Edifícios 1, São Paulo, Março/2002.

Velloso, D. A., Lopes, F. R., 2002, Fundações - Vol. 2 - Fundações Profundas, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro.

PINI, Diversos autores, 1996, Fundações: Teoria e Prática, São Paulo.

Sites:

Prefeitura Municipal de Osasco: www.osasco.sp.gov.br

Câmara Municipal de Osasco: www.camaraosasco.sp.gov.br

Fundação Seade: www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php

Secretaria dos Transportes Metropolitanos: www.stm.sp.gov.br

Banco Mundial: www.worldbank.org

Banco Central: www.bc.gov.br

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: www.ibge.gov.br/home

Câmara Brasileira da Indústria da Construção: www.cbic.org.br

Lajes Paulista: www.lajespaulista.com.br

Lajes Salema: www.lajesalema.com.br

Lajes anhanguera: www.anhanguera.com.br

Anexo A

Propaganda de outro empreendimento em implantação na região

ANEXO B

Certidão de uso do solo

ANEXO C

Cópia do IPTU do terreno

ANEXO D

Projeto de prefeitura

ANEXO E

Relatório de sondagem

ANEXO F

Diagramas das vigas V1 a V8

ANEXO G

Cargas nas paredes estruturais

ANEXO H

Tabela de dimensionamento do sistema de distribuição de água fria

ANEXO I

Projeto unifilar das instalações elétricas dos Pavimentos Superiores

ANEXO J

Projeto unifilar das instalações elétricas dos Pavimentos Inferiores

ANEXO K

Orçamento detalhado

ANEXO L

Cronograma Físico-Financeiro

ANEXO M

Plantas adicionais