Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Projeto de Graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz, Profa. Elaine Garrido Vasquez, Leandro Torres Di Gregório

Rio de Janeiro,
Outubro de 2020

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO "RECREIO GARDEN" LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Junho de 2020

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz, Profa. Elaine Garrido Vasquez, Leandro Torres Di Gregório

O empreendimento "Recreio Garden" consiste em uma edificação residencial multifamiliar localizada no Bairro Recreio dos Bandeirantes. O bairro está em expansão demográfica, constando em uma macrozona condicionada, podendo ser progressivamente ampliados com o aporte de recursos privados. O desenvolvimento do mesmo depende da elaboração de um projeto completo que envolve diversas áreas da engenharia civil, principalmente construção civil e estruturas, valendo-se de ferramentas computacionais para cálculo (AUTODESK ROBOT 2021) e detalhamento (AUTODESK AUTOCAD 2021 e AUTODESK AUTOCAD 2021). O presente trabalho tem por objetivo a elaboração dos projetos e documentos pertinentes ao empreendimento, dentre eles: o estudo de viabilidade, o estudo de massa, projeto de arquitetura, projeto estrutural (fundação, pilares, vigas e lajes), projetos de instalações prediais (hidráulicas, águas pluviais, esgotamento sanitário, combate a incêndio, gás natural, elétricas, SPDA, telefone, interfone, antena e câmeras), especificação dos materiais, orçamento, cronograma de construção e manuais de garantia do síndico e do proprietário. Contempla também uma proposta de uso para água de chuva . A metodologia utilizada consta da aplicação das normas pertinentes a cada componente do projeto.

Palavras-chave: Projeto; Edificação Multifamiliar; Concreto Armado; Sistemas Prediais; Uso de água de chuva

AGRADECIMENTOS

(RAFAEL)

Ao meu pai, Luis Carlos Ravelli

AGRADECIMENTOS

(FELIPE)

Aos meus pais, Linda e Jairo e meu avós Wilma e Manoel

SUMÁRIO

1. VIABILIDADE INICIAL - INTRODUÇÃO 8
1.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 8
1.2. TERRENO 10
1.2.1. FORMA DE AQUISIÇÃO 10
1.2.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS 10
1.2.3. ACESSO E TRANSPORTE 12
1.3. PESQUISA DE MERCADO 14
1.3.1. Análise das ofertas concorrentes 14
1.3.2. ANÁLISE DA RELAÇÃO PREÇO - METRO QUADRADO DOS CONCORRENTES 20
1.3.3. ANÁLISE DA DEMANDA 20
1.3.4. ANÁLISE DO AMBIENTE 23
Shoppings e centros comerciais 23
Lazer 23
Natureza 24
1.4. DEFINIÇÃO DO PRODUTO 24
1.4.1. PARÂMETROS 24
1.4.2. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO 24
1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 25
2. PROJETO 25
2.1. PROJETO ARQUITETÔNICO 25
2.2. PROJETO ESTRUTURAL 26
3. BIBLIOGRAFIA 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Terreno no Mapa (2) 8
Figura 2 - Macrozoneamento do Município do Rio de Janeiro (3) 9
Figura 3 - Área de Planejamento 4 (AP-4) (4) 9
Figura 4 - Subzona A-21a (Zona Especial nº5) (5) 10
Figura 5 - Área Delimitada do Terreno (2) 11
Figura 6 – Principais acessos viários ao Recreio (2) 13
Figura 7 - Zona amarela, Vetor de Desenvolvimento da malha de transportes públicos (BRT, METRÔ, Ônibus) (3) 14
Figura 8 - Proximidade do empreendimento ao Aeroporto de Jacarepaguá (2) 14
Figura 9 - Fachada do Edifício Home Ways Residence 15
Figura 10 - Planta do PUC do Edifício Home Ways Residence 15
Figura 11 - Entrada do Edifício Conde do Recreio 16
Figura 12 - Localização do Edifício Conde do Recreio em relação ao Recreio Garden (em amarelo) (Google Maps) 17
Figura 13 - Imagem do Condomínio Luau do Recreio 18
Figura 14 - Planta de um apartamento de 4 quartos do Luau do Recreio 18
Figura 15 - Imagem do Condomínio Up Life Recreio 19
Figura 16 - Planta do apartamento 3 quartos 20
Figura 17 - Reportagem da Veja sobre atratividade do Recreio e Barra 22
Figura 18 - Faixa Etária da População do Recreio (FONTE) 22
Figura 19 - Planta-baixa base 26
Figura 20 - Planta-baixa final 26
Figura 21 - Lançamento preliminar da estrutura 27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos para Edificação Subzona A21a (ZE-5) (7) 10
Tabela 2 - Dimensões do Terreno 11
Tabela 3 - Informações do Edifício Barra Bonita Home Ways Residence 16
Tabela 4 - Informações do Edifício Conde do Recreio 17
Tabela 5 - Informações do Edifício Luau do Recreio 19
Tabela 6 - Informações do *Edifício Up Life Recreio* 20
Tabela 7 – Valor médio do metro quadrado 20
Tabela 8 – Rendimento Nominal Médio Domiciliar dos Bairros no Rio de Janeiro 23
Tabela 9 – Visão Geral do Projeto 25
Tabela 10 – Indicadores Econômicos 25

1. VIABILIDADE INICIAL - INTRODUÇÃO

A Schwartz-Ravelli Empreendimentos é uma incorporadora de alto padrão com atuação nas principais capitais brasileiras. Aqui no Rio de Janeiro está voltada para a execução de edifícios multifamiliares principalmente nas regiões do Recreio, Barra da Tijuca e Jacarepaguá.

O estudo de viabilidade econômica inicial de um empreendimento imobiliário é uma etapa crucial do seu ciclo de vida, pois permite a elaboração de um produto que seja o mais adequado possível às características socioeconômicas e ambientais da área onde será localizado. É importante que este estudo prévio apresente informações relevantes para a prevenção de riscos inerentes ao edifício, levando em conta a oferta da concorrência, a demanda do mercado e o ambiente ao qual estará inserido.

Baseando-se nestes aspectos, será apresentado a seguir um estudo de viabilidade inicial do condomínio "Recreio Garden", um novo empreendimento no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste do Rio de Janeiro.

1.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A escolha do local para o novo empreendimento foi motivada pela gradual recuperação do mercado imobiliário na região da Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes. Antes da crise, estas foram as regiões com maior número de lançamentos e, hoje, possuem um estoque extensivo de unidades à venda. Ainda que lenta, as vendas estão retomando e, à medida em que isto acontece, novos lançamentos começam a surgir. Isto indica que esses bairros tem o potencial de retornarem ao centro deste mercado que parece estar se reaquecendo no Rio de Janeiro. (1)

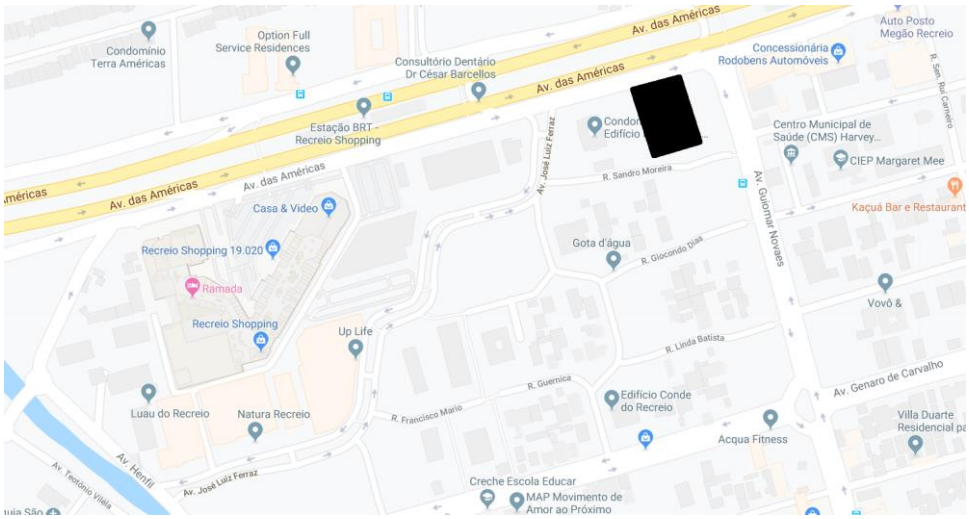


Figura 1-1 - Localização do Terreno no Mapa *(2)*

O terreno escolhido se localiza na esquina da Avenida das Américas com a Avenida Guiomar Novaes, no bairro do Recreio dos Bandeirantes, que pertence a uma macrozona de

expansão urbana condicionada (Figura *1-2*), isto é, aquela que aporta recursos da iniciativa privada para expansão. Norteia-se para estes centros de comércio e serviços, equipamentos urbanos e fortalecimento das atividades econômicas. O adensamento populacional justifica a construção de novas edificações residenciais.

Figura 1-2 - Macrozoneamento do Município do Rio de Janeiro *(3)*

O bairro em questão, por sua vez, se situa na Zona do Plano Piloto da Baixada de Jacarepaguá (ZPP), dentro da Área de Planejamento Nº4 (AP-4) do município do Rio de Janeiro. Essa divisão leva em conta critérios socioeconômicos e diretrizes urbanísticas específicas. Consultando a Legislação Bairro a Bairro no site da Prefeitura do Rio, verifica-se que o terreno se situa na Subzona A-21-a da Zona Especial nº5. Os critérios para edificação nesta subzona estão descritos na lei de ocupação do solo definida e delimitada pelo Decreto nº 322, de 03/03/1976. (4)

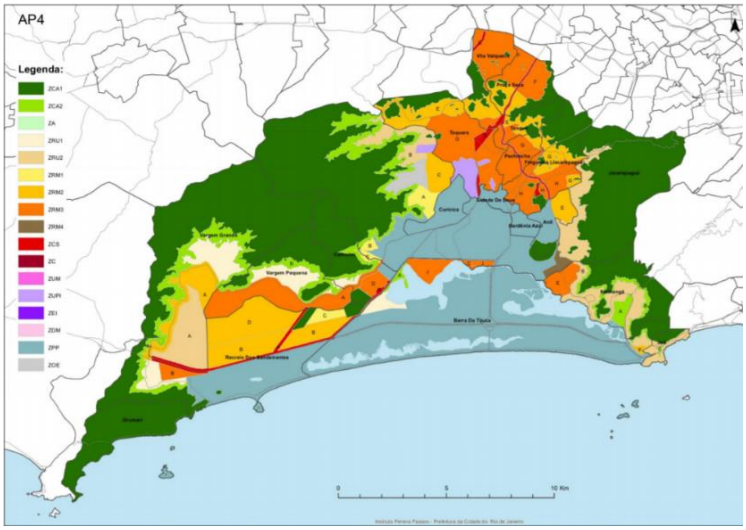


Figura 1-3 - Área de Planejamento 4 (AP-4) *(4)*

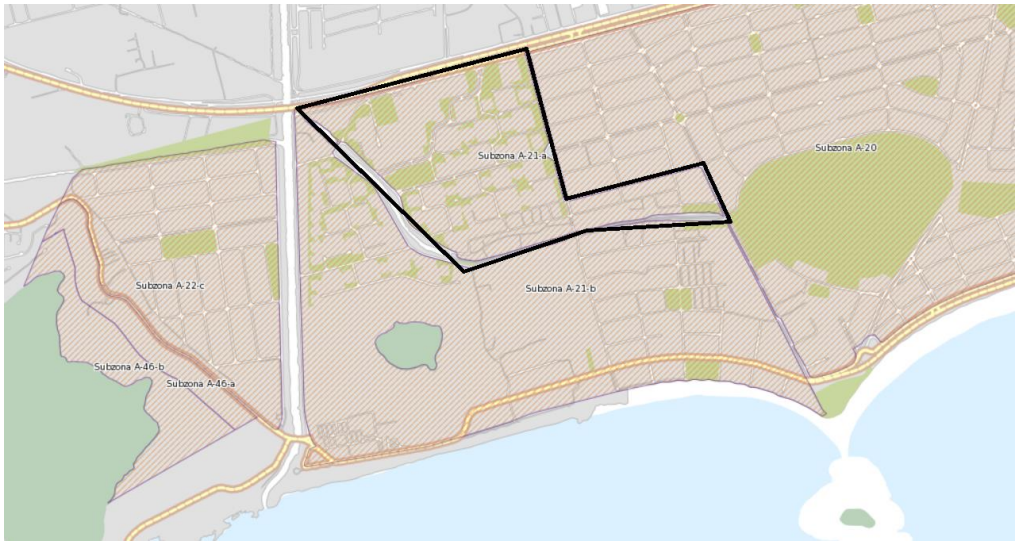


Figura 1-4 - Subzona A-21a (Zona Especial nº5) *(5)*

1.2. TERRENO

1.2.1. FORMA DE AQUISIÇÃO

O terreno está sendo anunciado para venda no site da imobiliária PHD por R$ 9 990 000,00 (6) Ele será adquirido pela empresa através de uma permuta de 4 a 6 apartamentos. Este sistema é eficiente pois diminui o aporte inicial para início da construção. Levando em conta que o terreno, em média, representa 40% do custo total do empreendimento.

1.2.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projeto do empreendimento deverá ser guiado pelos seguintes parâmetros:

Testada mínima	40m
Uso	Múltiplo
Gabarito mínimo	8 pavimentos
Gabarito máximo	12 pavimentos
Embasamento	2 pavimentos garagem e PUC
I.A.A (excluído o embasamento)	4
I.A.A embasamento	1.2
Taxa de Ocupação Máxima (lâmina)	40%
Taxa de Ocupação Máxima (embasamento)	75%
Afastamento com divisa comum	isento

Tabela 1 - Requisitos para Edificação Subzona A21a (ZE-5) *(7)*

O terreno se localiza de frente para uma rua projetada, no centro do lote 2, com divisa para demais terrenos nas laterais e nos fundos.

Figura 1-5 - Área Delimitada do Terreno *(2)*

Área do Lote	1200 m²
Testada	40m
Largura	30m
Referência de Nível	5m

Tabela 2 - Dimensões do Terreno

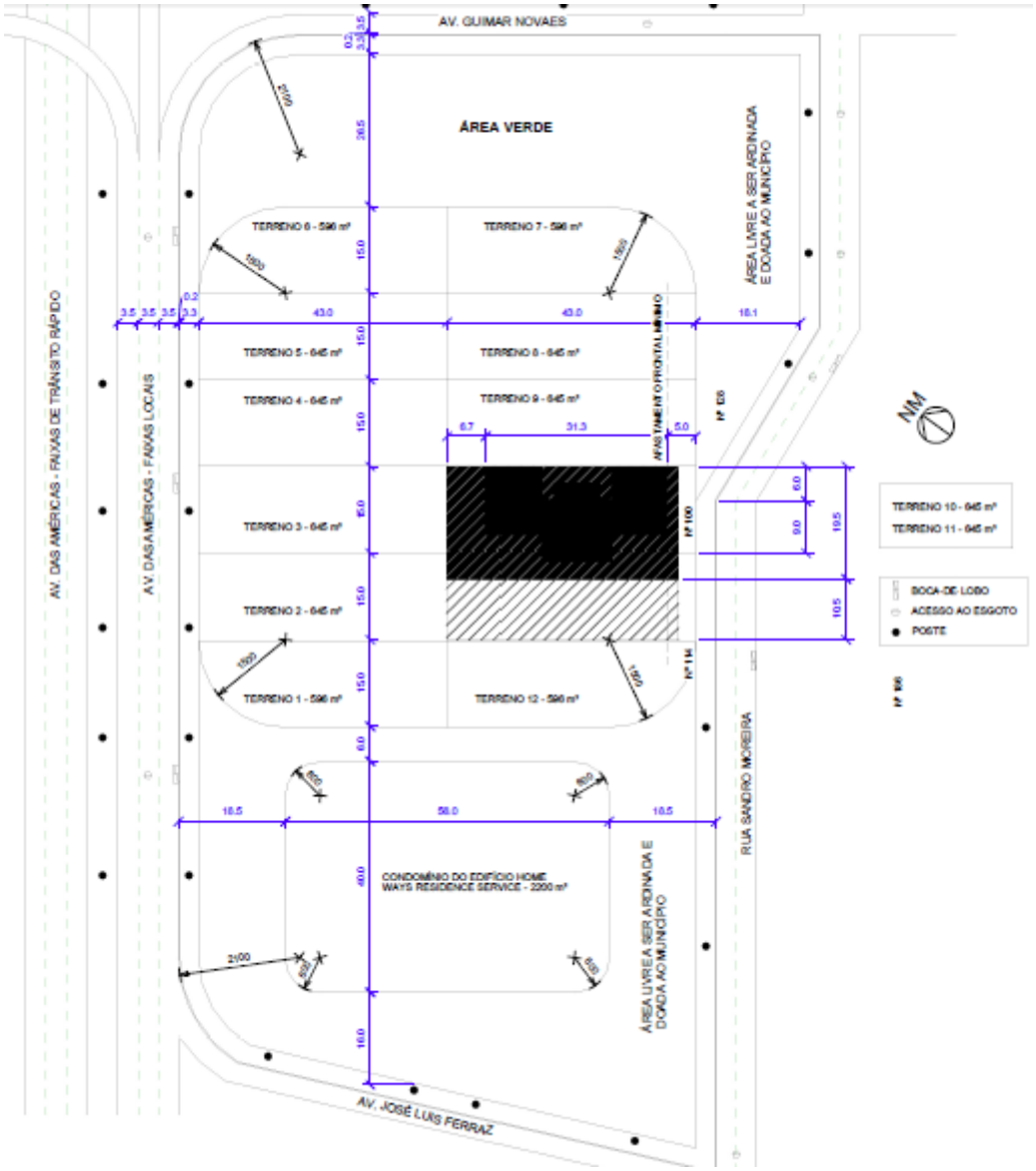


Figura 1-6 – Planta de Situação do Edifício Recreio Garden

1.2.3. ACESSO E TRANSPORTE

Dada a característica residencial do bairro, os habitantes estão sujeitos a viagens diárias para realizar atividades rotineiras (trabalho, estudo, lazer, entre outros) que, devido à distância do bairro aos locais de desejo de viagem, tornam o transporte uma das questões mais importantes do aspecto urbano da região. As principais ligações do bairro são realizadas através da Avenida das Américas, passando pelo bairro da Barra da Tijuca, onde se pode acessar a Auto-Estrada Lagoa Barra, o Alto da Boa Vista e a Linha Amarela. Também é possível acessar a Linha Amarela através da Avenida Salvador Allende e Avenida Abelardo Bueno, passando pelo bairro de Camorim (Figura *1-7*)

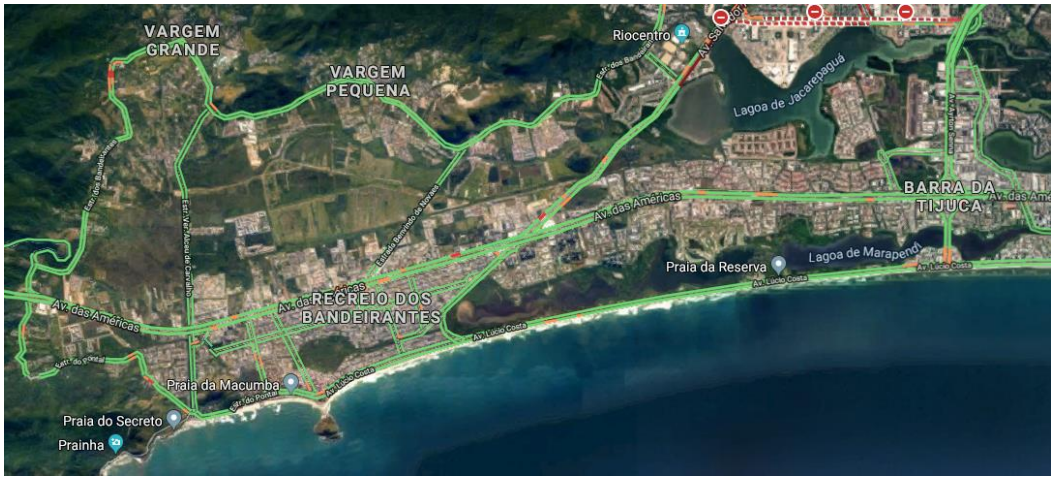


Figura 1-7 – Principais acessos viários ao Recreio *(2)*

O sistema de transportes que atende a população foi incrementado com a implantação do sistema de BRT – Bus Rapid Transit (ônibus que operam em faixas exclusivas) –, ligando o Recreio dos Bandeirantes à estação de metrô do Jardim Oceânico, na Barra da Tijuca, e também aos bairros de Santa Cruz, Campo Grande e ao Aeroporto Internacional (Figura *1-8*). Outra obra de grande vulto, inaugurada em 2012, é o Túnel Vice-Presidente da República José Alencar, mais conhecido como Túnel da Grota Funda, que abriu caminho entre o Recreio e a baixada de Guaratiba.

A partir de outubro de 2019, a população do Recreio ganhou uma nova alternativa para viajar para São Paulo sem ter que enfrentar o trânsito até o Santos Dumont ou o Galeão. A empresa aérea de médio porte, *Twoflex*, obteve junto a ANAC autorização para uma ponte aérea entre o Aeroporto de Jacarepaguá (Figura *1-9*) e o de Congonhas, oferecendo mais uma comodidade ao bairro e toda a região da Barra da Tijuca.

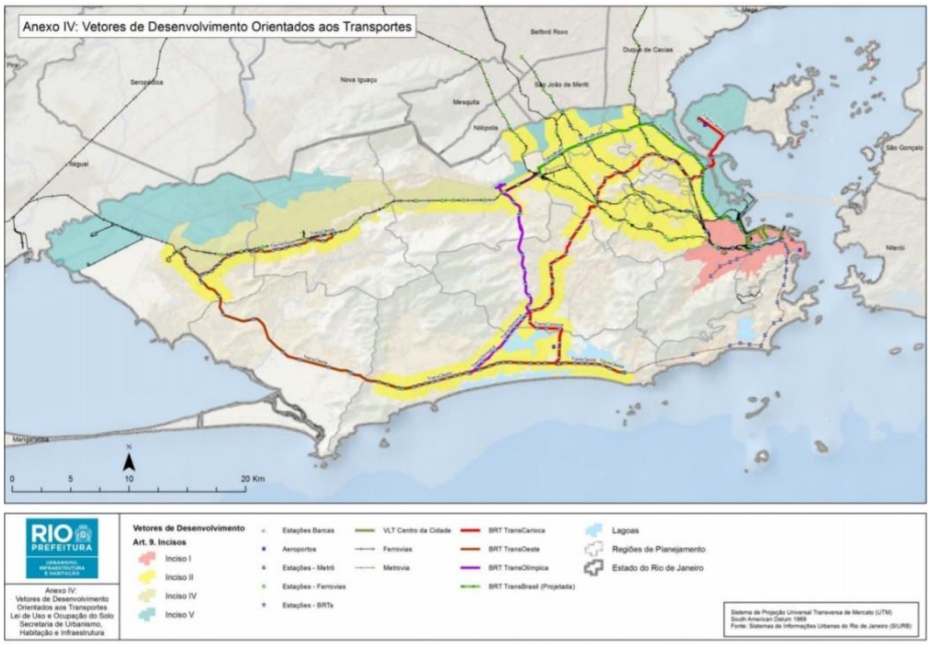


Figura 1-8 - Zona amarela, Vetor de Desenvolvimento da malha de transportes públicos (BRT, METRÔ, Ônibus) *(3)*

Toda essa infraestrutura de transporte variada, contribui para tornar o bairro do Recreio uma região atraente, seja para quem possui automóvel próprio, ou para aqueles que utilizam o transporte público.

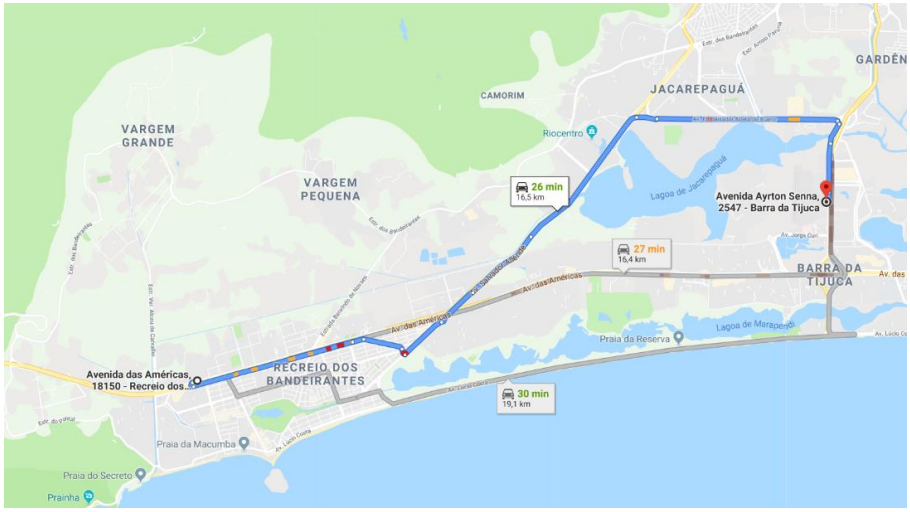


Figura 1-9 - Proximidade do empreendimento ao Aeroporto de Jacarepaguá *(2)*

1.3. PESQUISA DE MERCADO

1.3.1. Análise das ofertas concorrentes

Para entender as tendências da região, optou-se por realizar uma breve pesquisa de ofertas da concorrência. Essa análise permite tomar as melhores decisões com relação à tipologia das unidades, estruturas de lazer , garagem e o preço médio do metro quadrado. A seguir, estão alguns exemplos de produtos de alto padrão disponíveis atualmente nas proximidades do futuro empreendimento.

Edifício Barra Bonita Home Ways Residence (Figura *1-10***)**

Figura 1-10 - Fachada do Edifício Home Ways Residence

Este condomínio se situa ao lado do terreno onde ficará o empreendimento e está sujeito aos mesmos requisitos urbanísticos. Além disso, possui uma área de terreno similar a do adquirido. A Tabela 3 apresenta as características relevantes do edifício em questão. Abaixo da torre, há um pavimento de uso comum (Figura 1-11) com estruturas de lazer para os moradores, o que é uma tendência na região.

Figura 1-11 - Planta do PUC do Edifício Home Ways Residence

Endereço	Descrição	Produto	Preço médio (R$/ m²)	Vagas de garagem	Lazer
Avenida José Luiz Ferraz 55	Uma torre de 10 andares, com 4 apartamentos por andar, total de 40 unidades.	Apartamentos de 3 e 4 quartos, (2 suítes), de 90 a 99m².	6100,00	2	Churrasqueira, piscina, sauna, hidromassagem, academia, salão de festas e playground

Tabela 3 - Informações do Edifício Barra Bonita Home Ways Residence

Edifício Conde Do Recreio (Figura *1-12***)**

Este edifício possui características semelhantes ao anterior: ampla área de lazer, mesmo número de andares e preço médio próximo, além de estar localizado nas proximidades (Figura 1-13). A Tabela 4 apresenta as características relevantes do edifício em questão.

Figura 1-12 - Entrada do Edifício Conde do Recreio

Figura 1-13 - Localização do Edifício Conde do Recreio em relação ao Recreio Garden (em amarelo) (Google Maps)

Endereço	**Descrição**	**Produto**	**Preço médio (R$/ m²)**	**Vagas de garagem**	**Lazer**
Avenida Alfredo Volpi 50	Uma torre de 10 andares, com 8 apartamentos por andar, total de 40 unidades.	Apartamentos de 3 quartos, (2 suítes), de 97m².	6500,00	2	Churrasqueira, piscina, sauna, academia, salão de festas e playground, 2 quadras poliesportivas e campo de futebol

Tabela 4 - Informações do Edifício Conde do Recreio

Luau do Recreio (Figura *1-14***)**

Construído em 2012, este condomínio apresenta um diferencial em relação aos anteriores, é composto de duas torres e possui uma área de lazer maior. O valor de venda é um pouco mais elevado. A Tabela 5 apresenta as características relevantes do edifício em questão. Os apartamentos variam de 3 a 4 quartos (Tabela 5), podendo chegar até 124 m².

Figura 1-14 - Imagem do Condomínio Luau do Recreio

Figura 1-15 - Planta de um apartamento de 4 quartos do Luau do Recreio

Endereço	Descrição	Produto	Preço médio (R$/ m²)	Vagas de garagem	Lazer

Av. Henfil, 65 e 101	2 blocos com 20 andares. 8 unidades por pavimento	3 e 4 quartos - 91 a 124m²	R$9000,00	1 ou 2	Piscina, Salão Gourmet, Churrasqueiras, Spa, Sauna, Salão de Festas, Lan House, Brinquedoteca, Fitness, Quadra poliesportiva, Salão de jogos, Home Cinema .

Tabela 5 - Informações do Edifício Luau do Recreio

Up Life Recreio

Este é um dos empreendimentos mais famosos do conjunto Barra Bonita, próximo ao Shopping Recreio, por ter uma área construída extensa, contando com 440 unidades de até 3 quartos (16), em um terreno de 7097m². A Tabela 6 apresenta as características relevantes do edifício em questão.

Figura 1-16 - Imagem do Condomínio Up Life Recreio

Figura 1-17 - Planta do apartamento 3 quartos

Endereço	**Descrição**	**Produto**	**Preço médio (R$/ m²)**	**Vagas de garagem**	**Lazer**
Av. José Luiz Ferraz 400	2 blocos com 21 andares de até 11 apartamentos cada	até 3 quartos - 68 a 116m²	R$8500,00	Até 3	Piscinas, salão gourmet, spa, sauna, home cinema, salão de festas, lan house, brinquedoteca, salão de jogos, home cinema, 2 quadras poliesportiva, campo de futebol e churrasqueiras.

Tabela 6 - Informações do *Edifício Up Life Recreio*

1.3.2. ANÁLISE DA RELAÇÃO PREÇO - METRO QUADRADO DOS CONCORRENTES

A fim de melhor situar o empreendimento *Recreio Garden* dentre as opções existentes na proximidade (Item 1.4.1) foi calculada a média dos preços encontrados. A média é dada por:

Preços	**R$ / m²**
1	6100,00
2	6500,00
3	9000,00
4	8500,00
Média	7525,00

Tabela 7 – Valor médio do metro quadrado

1.3.3. ANÁLISE DA DEMANDA

Localizado a oeste do bairro da Barra da Tijuca e a leste de Guaratiba, o Recreio é o bairro do Rio de Janeiro que tem crescido mais rapidamente nos últimos anos. Em 1980 tinha 5.276 habitantes, e em 1991, tinha 14.344 habitantes. Sofreu uma explosão populacional a partir da década de 2000, passando de 37.572 habitantes em 2000 para 82.240 habitantes em 2010. É dos bairros que mais se valorizam na cidade, atraindo as classes média alta e alta, vindas de bairros nobres já saturados, e a classe média emergente, vinda de bairros mais humildes.

De acordo com reportagem recente da revista Veja (

Cidades

Barra e Recreio são os bairros mais procurados para morar

O dado faz parte de um levantamento que também apontou desvalorização do metro quadrado em quase toda a ciade

Por Fábio Codeço
6 jan 2017, 19h10 - Publicado em 6 jan 2017, 19h00

Vista aérea do Recreio: bairro foi o mais procurado para comprar e alugar no último trimestre (Divulgação/)

Figura *1-18*), os bairros vizinhos, Barra e Recreio, foram os mais procurados da cidade no último trimestre de 2016, tanto para compra quanto para aluguel. O mesmo estudo mediu o valor do metro quadrado na cidade e registrou queda em todas as regiões, a única exceção foi a Ilha do Governador, que teve alta de 0,2% – neste período o metro quadrado no bairro estava sendo vendido a R$ 5.445,00.

Uma questão que diferencia o Recreio dos Bandeirantes de bairros da Zona Norte, fazendo com que as pessoas mais apegadas a isso não tenham tanto interesse em se mudar, é a carência de casas de rua. Assim como na Zona Sul, essas moradias deram lugar à construção de prédios. Porém, há bastante condomínios de casas. Alguns, inclusive, são muito completos, com opções de mercados e lojas, além de piscinas, quadras e academia. São quase 'clubes'. Ideal para famílias com crianças.Segundo censo de 2010 do IBGE, o bairro do Recreio é o 17º com maior renda nominal média mensal no Rio de Janeiro (R$6925,00) - Tabela 8. A população do bairro foi a que mais avançou no IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) passando de 0,794 em 1991 para 0,894 em 2000 e atualmente está na 30ª posição do município.

Cidades

Barra e Recreio são os bairros mais procurados para morar

O dado faz parte de um levantamento que também apontou desvalorização do metro quadrado em quase toda a ciade

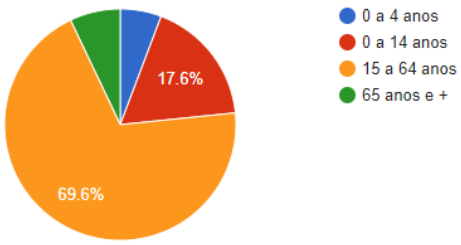
Por Fábio Codeço

6 jan 2017, 19h10 - Publicado em 6 jan 2017, 19h00

Vista aérea do Recreio: bairro foi o mais procurado para comprar e alugar no último trimestre (Divulgação/)

Figura 1-18 - Reportagem da Veja sobre atratividade do Recreio e Barra

Estão inseridos nesse contexto a análise de dados sobre a faixa etária da população do bairro do Recreio dos Bandeirantes (figura 18).



Faixa Hetária	População	Porcentagem
0 a 4 anos	5017	6.1%
0 a 14 anos	15379	18.7%
15 a 64 anos	60693	73.8%
65 anos e +	6168	7.5%

*Número aproximados devido cálculos de porcentagem

Figura 1-19 - Faixa Etária da População do Recreio (FONTE)

	Bairros do Rio de Janeiro	Rendimento nominal médio domiciliar (R$ - exclui sem rendimento)
1º	Joá	17 537
2º	Lagoa	14 707
3º	São Conrado	13 473
4º	Barra da Tijuca	12 113
5º	Leblon	11 633
6º	Ipanema	10 979
7º	Jardim Botânico	10 565
8º	Gávea	9 338
9º	Urca	9 247
10º	Humaitá	8 350
11º	Cosme Velho	8 077
12º	Laranjeiras	8 068
13º	Flamengo	7 819
14º	Leme	7 442
15º	Botafogo	7 381
16º	Copacabana	6 990
17º	Recreio dos Bandeirantes	6 925

Tabela 8 – Rendimento Nominal Médio Domiciliar dos Bairros no Rio de Janeiro

Este estudo sobre a população do bairro leva a concluir que ainda há um grande potencial para novos empreendimentos de alto padrão nesta região. A idade relativamente jovem da população e o alto poder aquisitivo são fatores que garantem uma continuidade e uma segurança para investimentos nesse local. A busca por moradia para futuras famílias, em um local próximo da praia, meios de transporte e estruturas de lazer torna o bairro atrativo. O valor do metro quadrado estando de acordo com a média local, indica que o empreendimento será aceito de maneira semelhante pelos futuros clientes do Recreio Garden.

1.3.4. ANÁLISE DO AMBIENTE

Shoppings e centros comerciais

A região de Recreio possui shoppings próprios, como o Recreio Shopping e o Américas Shopping, que oferecem inúmeras opções de lojas de grande a pequeno porte, além de salas de cinema, restaurantes e alguns serviços, os quais também podem ser encontrados pelas lojas espalhadas pelas ruas do bairro. O supermercado Pão de Açúcar e outras grandes casas marcam presença na área, assim como diversas agências bancárias e farmácias, por exemplo. Outro shopping localizado a poucos minutos da área central do Recreio é o Barra World Shopping, um polo comercial temático que oferece lojas, restaurantes e até uma universidade.

Lazer

O calçadão do bairro possui aparelhos de ginástica dispersos pela orla, diversos quiosques, uma ciclovia que incentiva a prática de skate, patins e ciclismo. A região comporta restaurantes variados (pizzarias, churrascarias, restaurantes japoneses, etc), bares como o Planeta Chopp, o Buteco e o Baixo Recreio. Já na parte da vida noturna, algumas opções de boates, baladas e clubes também aparecem para os jovens moradores do bairro que procuram diversão, agito e música.

Natureza

Por conta de suas reservas ambientais e vegetação de restinga, existem muitas áreas verdes na região: praças, bosques, o Parque Marapendi, Parque Municipal da Prainha e o Parque Chico Mendes, que tem uma lagoa no meio e está localizado no centro do bairro. O Recreio dos Bandeirantes é contemplado por quatros praias: Praia do Recreio, Praia do Pontal, Praia da Macumba e Prainha, as quais são reconhecidas pela sua limpeza, água clara própria para banho e sua enorme beleza.

1.4. DEFINIÇÃO DO PRODUTO

1.4.1. PARÂMETROS

O empreendimento busca a classe média-alta, com renda familiar a partir de R$ 12 000,00 por mês. São apartamentos grandes (apartir de 130 m²) com 3 ou 4 quartos tendo 2 ou 3 vagas de garagem e área comum servida de infraestrutura de serviços (Academia, sauna, churrasqueira, espaço de coworking, piscina e churrasqueira)

Planta Preliminar do Apartamento Tipo:

1.4.2. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

Venda prevista conforme cronograma a seguir Tabela 9. SEMPRE com parcelas iguais desde o momento da venda até o fim da obra.

Visão Geral do Projeto																								
Etapa do Projeto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Terreno	x		x		x		x																	
Projetos	x	x																						
Despesas Administrativas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Custo da Construção					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Comercialização e Vendas									x						x									
Comunicação e *Marketing*					x	x	x						x	x										
Impostos e Taxas									x						x									
Assistência Técnica																						x		
Despesas Jurídicas e Registro da Incorporação	x																							
Estudos Preliminares	x																							
Venda da Unidade 01 (3QT)								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda da Unidade 02 (3QT)														x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda da Unidade 03 (3QT COB)																					x	x	x	x
Venda da Unidade 04 (4QT)								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda da Unidade 05 (4QT)														x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Venda da Unidade 06 (4QT COB)																		x	x	x	x	x	x	x

Tabela 9 – Visão Geral do Projeto

1.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

CARACTERÍSTICAS DO PADRÃO DA CONSTRUÇÃO E EXPECTATIVA DA M²

Indicadores Econômicos			
Descrição	Taxa (a.a.)	Taxa (a.m.)	Taxa Efetiva (a.a.)
SELIC	6,84%	0,5529%	2,54%
CDI	6,83%	0,5521%	2,53%
Inflação nos últimos 12 meses (até AGO/2018)	4,19%		
Multiplicador	2		
Taxa de Oportunidade sobre o CDI	13,66%	1,0727%	9,09%
Taxa de Oportunidade sobre a SELIC	13,68%	1,0742%	9,11%
VPL	**R$215.735,74**		
TIR	**20,88%**	**1,59%**	

Tabela 10 – Indicadores Econômicos

2. PROJETO

2.1. PROJETO ARQUITETÔNICO

A empresa PRUMUS CONSTRUÇÕES E EMPREENDIMENTOS LTDA, a partir do Engenheiro Civil Renato de Oliveira Souza - CREA-GO 4094/D forneceu gratuitamente uma planta-baixa arquitetônica, que serviu de base para o projeto (2019). Houve o redimensionamento de alguns cômodos de modo a adequar-se às limitações do terreno. A concepção arquitetônica manteve-se.

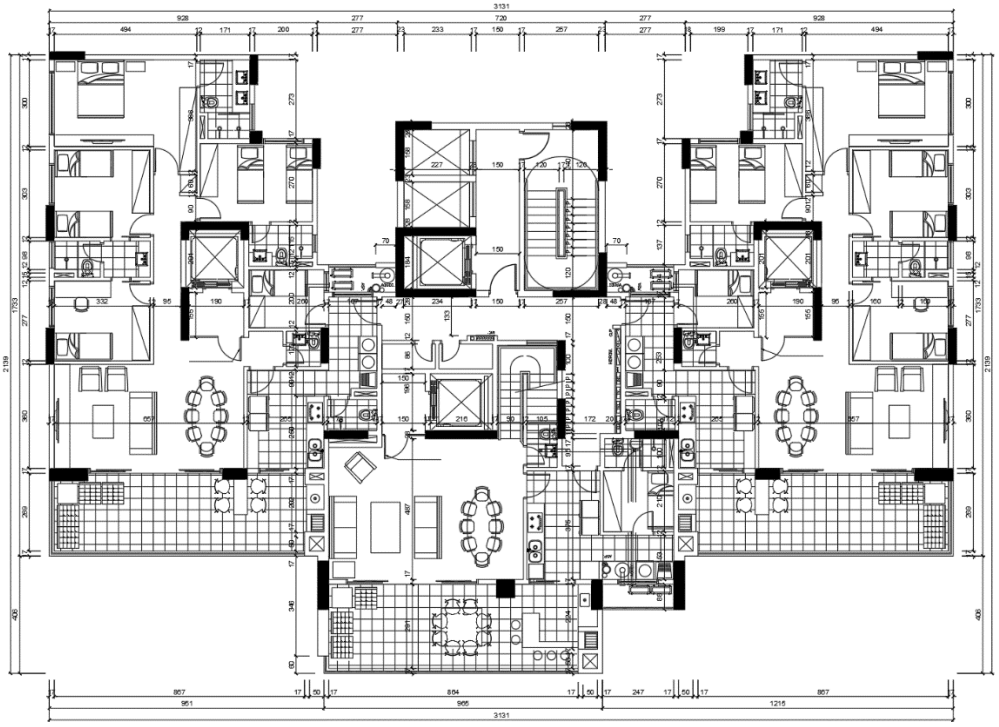


Figura 2-1 - Planta-baixa base

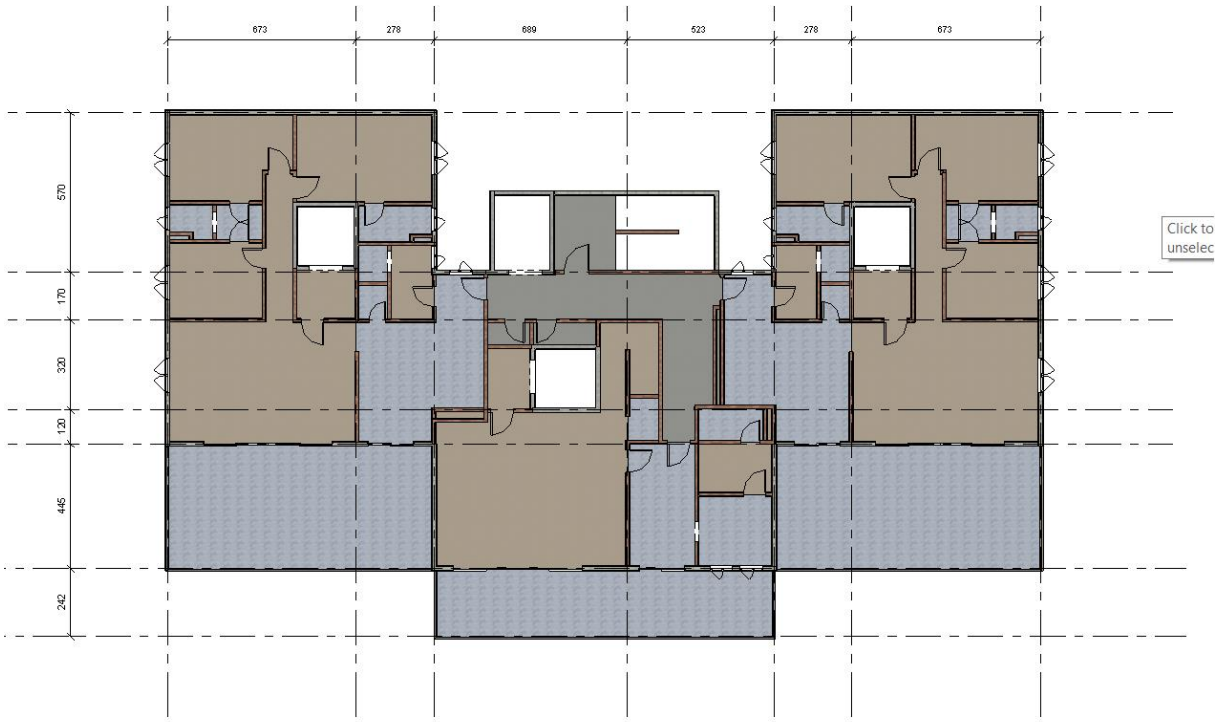


Figura 2-2 - Planta-baixa final

2.2. PROJETO ESTRUTURAL

Como parâmentro inicial a estrutura em concreto armado foi imaginada com lajes de 12 cm, pilares de 20 x 60 cm e vigas de 20 x 40.

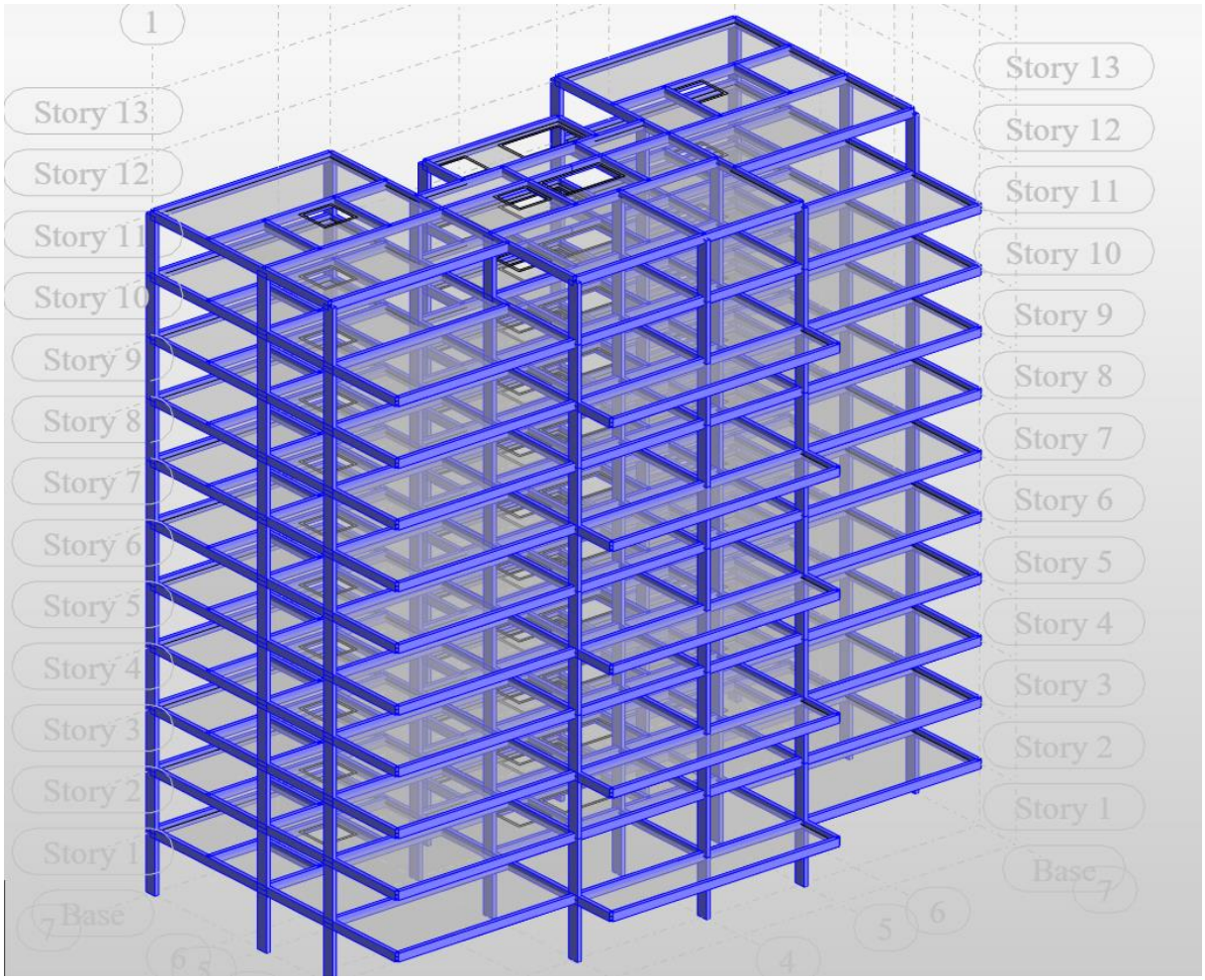


Figura 2-3 - Lançamento preliminar da estrutura

3. BIBLIOGRAFIA

Raphaela Ribas. Tempo de Equilíbrio - Novidades na Zona Oeste. *O Globo.* 20 de 10 de 2019. Disponível em http://www.ademi.org.br/article.php3?id_article=78144. Acessado em 27/10/2020

Secretaria Municipal de Urbanismo. *Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro : s.n., 2011. Disponível em https://www.rio.rj.gov.br/web/smu/plano-diretor1 . Acessado em 27/10/2020.

Lei de Uso e Ocupação do Solo. 2017. Disponível em http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6438610/4221811/74LUOSPLC572017.pdf. Acessado em 27/10/2020

Anúncio de Venda do Terreno. ***PHD Imobiliária.*** Disponível em **http://phdimobiliaria.com.br/website/imovel.php?id=1097.** Acessado em 27/10/2020.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Estudo de Massa

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz,
Profa. Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro
Junho de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5
2. MEMORIAL DESCRITIVO 5
2.1. SUBSOLO 5
2.2. PAVIMENTO DE USO COMUM 6
2.3. PAVIMENTO-TIPO SIMPLES 6
2.4. PAVIMENTO-TIPO DUPLEX 6
2.5. TELHADO 6
3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 6
4. MEMORIAL DE CÁLCULO 9
4.1. LOCALIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO LOTE 9
4.1.1. Macrozona de Ocupação 9
4.1.2. Zoneamento e uso adequado do lote 11
4.2. CONDIÇÕES VOLUMÉTRICAS E EXTERNAS DA EDIFICAÇÃO 12
4.2.1. Área do Lote 12
4.2.2. Referência de Nível Local 14
4.2.3. Cota da soleira da edificação 15
4.2.4. Número de edificações no lote 15
4.2.5. Gabarito vertical e horizontal da edificação 15
4.2.6. Embasamento 15
4.2.7. Afastamentos e Divisas 17
4.2.8. Corte e poda da vegetação existente no terreno 17
4.2.9. Prismas 19
4.2.10. Varandas 20
4.3. ÁREA LIVRE DO LOTE 20
4.4. TAXA DE OCUPAÇÃO 21
4.5. CÁLCULO DA ÁREA TOTAL DA EDIFICAÇÃO (ATE) 21
4.6. NÚMERO DE UNIDADES 22
4.7. ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS 22
4.8. ABASTECIMENTO DE ÁGUA 23
4.8.1. Consumo Diário (CD) 23
4.8.2. Compartimentos Habitáveis 23

4.8.3. Vagas 23
4.8.4. Piscina 24
4.8.5. Cálculo do consumo diário total 24
4.8.6. Reserva Técnica de Incêndio (RTI) 24
4.8.7. Reservatório Superior (RS) 26
4.8.8. Reservatório Inferior (RI) 26
4.8.9. Volume de lixo 26
4.9. DIMENSIONAMENTO DE ELEVADORES 28
4.9.1. Cálculo da População Total 28
4.9.2. Apartamento-tipo 29
4.9.3. Porcentagem mínima a ser transportada em 5 minutos 29
4.9.4. Cálculo do número de paradas possíveis 30
4.9.5. Tempo de viagem total 31
4.9.6. Intervalo de tráfego 33
4.9.7. Intervalo máximo de tráfego admissível 34
4.9.8. Capacidades de Transporte 34
4.9.9. Capacidade de tráfego 35
4.9.10. Dimensionamento dos elevadores 35
4.10. QUADRO DE ÁREAS 37
4.11. ESTIMATIVA DO CUSTO TOTAL DA OBRA 39
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 40
6. ANEXOS 40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Macrozonas de Ocupação - Anexo II da Lei Complementar n°111. (Lei Complementar n°111) 10
Figura 2 - Planta de situação do lote 2 (Projeto Aprovado de Loteamento 'PAL' 34291) 13
Figura 3 - Vista aérea por satélite do Lote 2 (Google Maps) 13
Figura 4 – Plata de Situação do Terreno escolhido em relação ao Lote 2 (Revit 2020). 14
Figura 5 - Trecho da planta aerofotogramétrica nº 309-A-I-5 (Legislação Bairro a Bairro) 14
Figura 6 - Arranjo sem permitir o giro de cadeira de rodas (NBR 13994) 36
Figura 7 - Croqui Elevadores Sociais (Projeto ARCHITECTURE – Recreio Garden) . 37
Figura 8 - Croqui Elevador de Serviço (Projeto ARCHITECTURE – Recreio Garden) 37

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Trecho do Anexo I da Lei Complementar n°111 referente à Áreas de Planejamento (Lei Complementar n°111) 10

Tabela 2 – Fatores de Correção para Cálculo de Medidas Compensatórias (Resolução SMAC Nº567) 18

Quadro 3 – Estimativa do Consumo Diário de Água por utilização (pág. 20 do Guia do Usuário CEDAE de 2018) 23

Quadro 4 – Exigências ao RTI (COSCIP) 24

Quadro 5 – Quadro auxiliar para o cálculo do RTI (Nota Técnica2-02) 25

Quadro 6 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto ao risco de incêndio (Anexo B – Nota Técnica nº1-04) 25

Quadro 7 – Quadro auxiliar para o dimensionamento de volume de lixo em tipos (COMLURB) 27

Quadro 8 – Quadro auxiliar para o dimensionamento de volume em classes (COMLURB) 27

Quadro 9 – Fórmula para cálculo de paradas móveis (NBR 5665 - Cálculo de Tráfego nos Elevadores) 30

Quadro 10 – Tempo de aceleração e retardamento (NBR 5665 - Cálculo de Tráfego nos Elevadores) 32

Quadro 11 – Tempo de abertura de portas (NBR 5665 – Cálculo de Tráfego nos Elevadores) 32

Quadro 12 – Tempo de entrada e saída de passageiros (NBR 5665 – Cálculo de Tráfegos nos Elevadores) 33

Quadro 13 – Intervalo de tráfego (NBR 5665 – Cálculo de Tráfego nos Elevadores) ... 34

Quadro 14 - Arranjos-padrão mínimos para transporte de PNE (NBR 13994) 36

Quadro 15 – Cálculo de Área Equivalente e CUB 38

Quadro 16 - Exemplos de custos de construção (Fonte: Habitíssimo) 39

1. INTRODUÇÃO

O estudo de massa é uma etapa crucial para a elaboração do projeto, pois pode alterar a concepção do produto prevista no estudo de viabilidade inicial. Serão abordados aspectos relacionados a legislação vigente para a região onde o terreno se situa, entre outros elementos normativos que a edificação deve atender. Esta análise busca adaptar o projeto para que seja aprovado na Prefeitura, além de trazer o conforto desejado para os futuros usurários.

Para tanto esse documento está baseada nas principais legislações conformes referentes ao uso e loteamento do solo na cidade do Rio de Janeiro, onde será construído o empreendimento RECREIO GARDEN. Partindo desde as Macrozonas de Ocupação da Lei Complementar nº111, o parcelamento e uso de solo previstas no Decreto nº322 de 1976, as proposições sobre parâmetros e limitações construtivas do COES – Lei Complementar nº198 de 2019, até legislações que visam aspectos geotécnicos (Decreto nº33354). As recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estão referências nos projetos de instalações prediais observadas nesse documento, como os nos cálculos de estacionamento e elevadores e normas do Corpo de Bombeiros e o Código de Obras para cálculo de consumo de água e reservatórios para incêndio.

Segue, portanto, o estudo de massa aplicado ao empreendimento RECREIO GARDEN a ser construído no Bairro Recreio dos Bandeirantes.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

2.1. SUBSOLO

O subsolo destina 760 m² para a área de estacionamento, comportando 15 vagas de carros destinadas ao moradores e 25 vagas para bicicletas. Também possui 50 m² de área comum, com elevadores, hall de elevador, escada de emergência e local para disposição de carrinhos de compra; ainda, conta com uma área técnica destinada à casa de bomba para o

recalque de água do reservatório inferior no primeiro pavimento, de capacidade de 80.000 litros.

2.2. PAVIMENTO DE USO COMUM

O pavimento térreo conta com 411 m2 de area comum, englobando lobby, circulação, elevador, hall de elevador, escada de emergência, depósito de lixo, hidrômetro, área de recreação, banheiro social, cozinha de festas, salão de festas, estacionamento para 16 vagas de carros. Possui também uma vaga de uso especial para carga e descarga possuindo 5 x 7 metros. A área livre do lote possui 7 destas vagas de estacionamento citadas e 8 árvores plantadas.

2.3. PAVIMENTO-TIPO SIMPLES

Os pavimentos tipo possuem 40 m² de area comum, com circulação comum, elevador, hall de elevador, escada de emergência, lixeira e hidrômetro. No que diz respeito à suas areas privativas, cada pavimento situa 2 apartamentos com 146 m² e compreendem àrea de serviço, quarto de empregada, cozinha, banheiro social, circulação, sala, 3 quartos (1 suíte e uma suíte canadense).

2.4. PAVIMENTO-TIPO DUPLEX

Cada apartamento-tipo duplex possui 160 m² distribuídos nos dois andares. O primeiro andar possui 94 m². O segundo andar possui 66 m². Compreendem área de serviço, quarto de empregada, cozinha, banheiro social, circulação, sala, 3 quartos suítes.

2.5. TELHADO

O telhado apresenta 113 m² de área comum, compreendendo circulação, escada de emergência, área técnica destinada à casa de máquina para cada elevador e da bomba de incêndio, bem como ao reservatório superior de capacidade de 62.000 litros.

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Mediante análise da legislação vigente relacionada no Relatório de Informações Urbanísticas (RIU) do lote onde o edifício RECREIO GARDEN será construído, emitido pela Secretaria Municipal de Urbanismo da cidade do Rio de Janeiro, define-se as condições volumétricas e externas da sua geometria, assim como a de seus elementos internos.

Este presente estudo de massa assegura que as características construtivas do empreendimento RECREIO GARDEN respeitem todas as disposições legais referentes:

- aos seus afastamentos mínimos com relação às divisas e testadas do lote;

- a eventuais prismas de ventilação e iluminação (PVI) e prismas de ventilação (PV) a serem inseridos no seu projeto;
- ao número máximo permitido de edificações no mesmo lote;
- ao seu máximo gabarito vertical e horizontal;
- à sua taxa de ocupação (TO) do lote;
- à sua area total edificável (ATE);
- ao dimensionamento das suas unidades residenciais;
- à ventilação e iluminação de seus compartimentos;
- ao dimensionamento de suas partes comuns;
- ao dimensionamento de estacionamento e guarda de veículos;
- ao dimensionamento dos reservatórios de abastecimento de água e de coleta de lixo;
- ao dimensionamento dos elevadores.

Para tal aplicação, abaixo encontram-se listados os instrumentos legais consultados e as principais informações deles obtidas:

- LEI COMPLEMENTAR n°111, de 11 de fevereiro de 2011 – "Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.";
  - Discorre sobre a delimitação e definição das Macrozonas de Ocupação em território municipal;
    - (Título I – Da Política Urbana e Ambiental / Capítulo II – Do Macrozoneamento / Seção I – Das Macrozonas de Ocupação / Artigos: 31° e 32°).
  - Discorre sobre os Índices de Aproveitamento de Terreno (IAT) em território municipal.
    - (Título III – Dos Instrumentos da Política Urbana / Capítulo I – Dos Instrumentos Gerais de Regulação Urbanística, Edílica e Ambiental / Artigo 38°).
- DECRETO n°322, de 3 de março de 1976 – "Aprova o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro.";
  - Discorre sobre a divisão e delimitação de zonas em território municipal;
    - Capítulo II – Divisão e Delimitação de Zonas / Artigo 4°.
  - Discorre sobre o uso e atividades adequados e tolerados nos lotes;
    - Capítulo IV – Uso e Atividades / Artigo 22°.
  - Discorre sobre os requisitos geométricos das edificações.

- Capítulo VI – Condições das Edificações / Artigos: 77°, 78°, 79°, 88°, 91°, 97°, 100°, 117°, 118°, 119°, 123°;
- Capítulo VIII – Estacionamento e Guarda de Veículos / Artigos: 145°, 147°, 148°, 149°, 152°, 156° e 161°;
- Capítulo XII – Disposições Gerais / Artigos: 222° e 225°.

- COES - Lei Complementar Nº 198, de 14 de janeiro de 2019 – "Esta Lei Complementar aprova o Código de Obras e Edificações Simplificado - COES do Município do Rio de Janeiro, que disciplina a elaboração de projetos, construção e modificação de edificações no território Municipal, por agente particular ou público.";
  - Discorre sobre os requisitos geométricos das edificações.
    - Capítulo I – Das Disposições Gerais / Artigo 3°;
    - Capítulo II – Das Condições Volumétricas e Externas das Edificações;
      - Seção I – Afastamentos e Prismas / Artigos: 4° e 5°;
      - Seção II – Varandas, Sacadas e Marquises / Artigos: 8° e 9°;
      - Seção III – Demais Elementos Externos / Artigo 10°.
    - Capítulo III – Dos Elementos Internos das Edificações;
      - Seção I - Unidades Residenciais e seus Compartimentos / Artigos: 11°,12° e 13°;
      - Seção III – Ventilação e Iluminação dos Compartimentos / Artigos: 17° e 18°;
      - Seção IV – Partes Comuns / Artigos: 19°, 21°, 22°, 23° e 25°;
      - Seção VI – Estacionamento de Veículos / Artigos: 28°, 29° e 30°.
- Decreto n.º 33534, de 23 de março de 2011 – "Estabelece procedimentos especiais para o licenciamento de obras em áreas de risco com base nos princípios e diretrizes da Política Urbana expressos no Art. 318 da Lei Complementar nº111 de 1º de fevereiro de 2011.".
  - Discorre sobre a delimitação de áreas consideradas de alta suscetibilidade a acidentes geológico-geotécnicos para efeito de aplicação do decreto.
    - Artigo 2°.
- Decreto n.º 3046, de 27 de abril de 1981 – "Consolida as Instruções Normativas e os demais atos complementares baixados para disciplinar a ocupação do solo na área da Zona Especial 5 (ZE-5), definida e delimitada pelo Decreto nº 322, de 03/03/1976.".
  - Discorre sobre o uso e atividades adequados e tolerados nos lotes;
  - Capítulo III – Artigo 22°.
- Decreto n.º 10426, de 06 de setembro de 1991 – "Simplifica formalidades no processo de licenciamento de edificações e dá outras providências..".

- Discorre sobre estacionamento e guarda de veículos;
- Anexo 2 – 2.2 - Relativos às unidades residenciais.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. LOCALIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO LOTE

4.1.1. Macrozona de Ocupação

De acordo com os Artigos 31° e 32° da Lei Complementar n° 111, que dissertam sobre a delimitação e definição das Macrozonas de Ocupação em território municipal, tem-se:

*"**Art. 31°.** O Município fica subdividido em Macrozonas de Ocupação, definidas a partir da avaliação de fatores espaciais, culturais, econômicos, sociais, ambientais e de infraestrutura urbana em função das grandes áreas diferenciadas da Cidade, conforme estabelecido nos Anexos I e II.*

§ 1º As áreas de restrição à ocupação urbana estão incluídas nas macrozonas, respeitadas as suas características e os seus condicionantes.

§ 2º O objetivo do macrozoneamento é estabelecer a referência territorial básica para orientar o controle das densidades, da intensidade e da expansão da ocupação urbana, na regulamentação e aplicação dos instrumentos da política urbana e indicar as prioridades na distribuição dos investimentos públicos e privados.

§ 3º A implementação de planos, programas e projetos, o estabelecimento de prioridades de intervenção, a aplicação dos instrumentos da política urbana e a elaboração de normas observarão o disposto para as Macrozonas de Ocupação e para áreas sujeitas à intervenção.

Seção I - Das Macrozonas de Ocupação

Art. 32. As Macrozonas de Ocupação são:

(...)

(Inciso) III - Macrozona de Ocupação Condicionada, onde o adensamento populacional, a intensidade construtiva e a instalação das atividades econômicas serão restringidos de acordo com a capacidade das redes de infraestrutura e subordinados à proteção ambiental e paisagística, podendo ser progressivamente ampliados com o aporte de recursos privados;

(...)"

Considerando que o terreno do RECREIO GARDEN se localiza na Área de Planejamento 4.2, Região Administrativa XXIV – Barra da Tijuca, ele se enquadra na Macrozona de Ocupação Condicionada. A Tabela 01 expõe as principais Regiões Administrativas próximas à escolhida e a Figura 01 dispõe as Macrozonas de Ocupação.

Quadro 1 - Trecho do Anexo I da Lei Complementar n°111 referente à Áreas de Planejamento (Lei Complementar n°111)

ÁREA DE PLANEJAMENTO		REGIÃO ADMINISTRATIVA	BAIRRO
AP 4	AP 4.1 - Jacarepaguá	XVI - Jacarepaguá	Jacarepaguá
			Anil
			Gardênia Azul
			Curicica
			Freguesia
			Pechincha
			Taquara
			Tanque
			Praça Seca
			Vila Valqueire
		XXXIV - Cidade de Deus	Cidade de Deus
	AP 4.2 - Barra da Tijuca	XXIV - Barra da Tijuca	Joá
			Itanhangá
			Barra da Tijuca
			Camorim
			Vargem Pequena
			Vargem Grande
			Recreio dos Bandeirantes
			Grumari

Figura 1 - Macrozonas de Ocupação - Anexo II da Lei Complementar n°111. (Lei Complementar n°111)

4.1.2. Zoneamento e uso adequado do lote

De acordo com os Artigos 4° e 194° do Decreto nº 322, que aprova o regulamento de zoneamento do município do Rio de Janeiro, tem-se:

*"**Art. 4º.** Para os fins deste Regulamento o Município do Rio de Janeiro fica dividido nas seguintes zonas, com as delimitações adiante referidas:*

(...)

VIII - Zonas Especiais (ZE) que são:

1- *ZE-1 - Zona de Reserva Florestal, de que trata o art.157;*
2- *ZE-2 - Ilha de Paquetá, compreendendo a XXI Região Administrativa;*
3- *ZE-3 - Santa Tereza, delimitada no anexo 15;*
4- *ZE-4 - Guaratiba, delimitada no anexo 16;*
5- *ZE-5 - Barra da Tijuca, delimitada no anexo 17;*
6- *ZE-6 - Grumari, delimitada no anexo 18;*
7- *ZE-7 - Áreas de Administração e Governo, compreendendo aquelas sob jurisdição militar;*
8- *ZE-8 - Área delimitada no P.A. 9.362 - 31.591 (Cidade Nova).*
9- *ZE-9 - (acrescentada pelo Decreto 1271, de 27-10-1977 e revogada pelo Decreto 13177, de 26-8-1994)*
10- *ZE-10 - de recuperação urbana de áreas já consolidadas, constituídas por aglomerações de habitações subnormais, consideradas de interesse social, delimitado no Anexo 21.*

(...)

*"**Art. 194º** – A Zona Especial 5 (ZE-5), objeto do Plano Piloto da Baixada de Jacarepaguá, descrita e delimitada no Anexo 17, tem sua utilização disciplinada pelas Instruções Normativas que forem aprovadas por decreto específico.*

(Artigo 194 com redação dada pelo Decreto 3046, de 27-4-1981)

De acordo com o Decreto nº 3046, que consolida as instruções normativas e os demais atos complementares baixados para disciplinar a ocupação do solo na área da Zona Especial 5 (ZE-5), definida e delimitada pelo decreto 322, tem-se:

"(...)

Art. 2 *– Para os efeitos do disposto no art. 1º deste decreto, a Zona Especial 5 (ZE-5), objeto do Plano Piloto da Baixada de Jacarepaguá, fica dividida em 46 (quarenta e seis) subzona, delimitadas e caracterizadas no Capítulo III das presentes instruções normativas.*

(...)

Subzona A-21

I - DELIMITAÇÃO

A Subzona A-21, compreendida entre a orla marítima e a Avenida das Américas, é limitada a leste pela Avenida Gilka Machado e pela Rua 10 e a Avenida "B" da Gleba "C" do Recreio dos Bandeirantes e, a oeste, pela Avenida Vereador Alceu de Carvalho.

A Subzona A-21 é constituída por duas (2) áreas:

a) área do PAL 34.291 (Centro de Sernambetiba)
b) área denominada Gleba Finch.

(...)

2.2 *- para o lote 2:*

– *uso múltiplo*

(...)"

Conclui-se, então, que o empreendimento RECREIO GARDEN, situado na Rua Projetada n° 143, encontra-se na Subzona A-21 da ZE-5 conforme consta do seu RIU, e que, por estar em uma zona de uso múltiplo, é adequado para unidades residenciais de edificação multifamiliar.

4.2. CONDIÇÕES VOLUMÉTRICAS E EXTERNAS DA EDIFICAÇÃO

4.2.1. Área do Lote

De acordo com o Artigo 2º do Decreto nº 3046, tem-se:

"(...)

- área mínima do lote: 1.800,00m2 (mil e oitocentos metros quadrados)

- testada mínima do lote: 40,00m (quarenta metros)

(...)"

Foi encontrado um terreno pertencente a esse lote com área de 1.200 m² sendo vendido pela Imobiliária PHD por R$ 9.990.000,00. O terreno possui dimensão de 30m por 40m e corresponde às frações 8 e 9 do lote original. Esse terreno será usado como referência no projeto. A Figura 02 dispõe um recorte do Projeto Aprovado de Loteamento (PAL) que mostra

o Lote 2 e a Figura 03 mostra uma vista área por satélite do lote para maior compreensão do contexto de inserção do empreendimento. A Figura 04 localiza o terreno onde a construção será feita dentro do Lote 2. O terreno possuirá acesso a pé ou por carros à Rua Sandro Moreira.

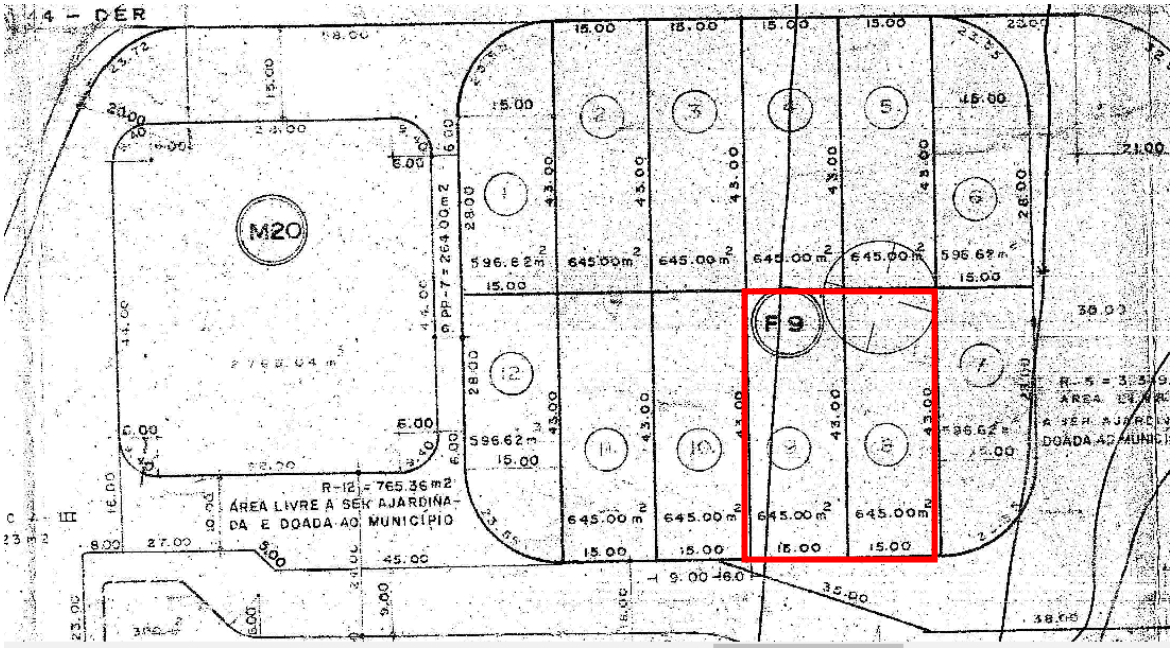


Figura 2 - Planta de situação do lote 2 (Projeto Aprovado de Loteamento ’PAL’ 34291)

ao

Figura 3 - Vista aérea por satélite do Lote 2 (Google Maps)

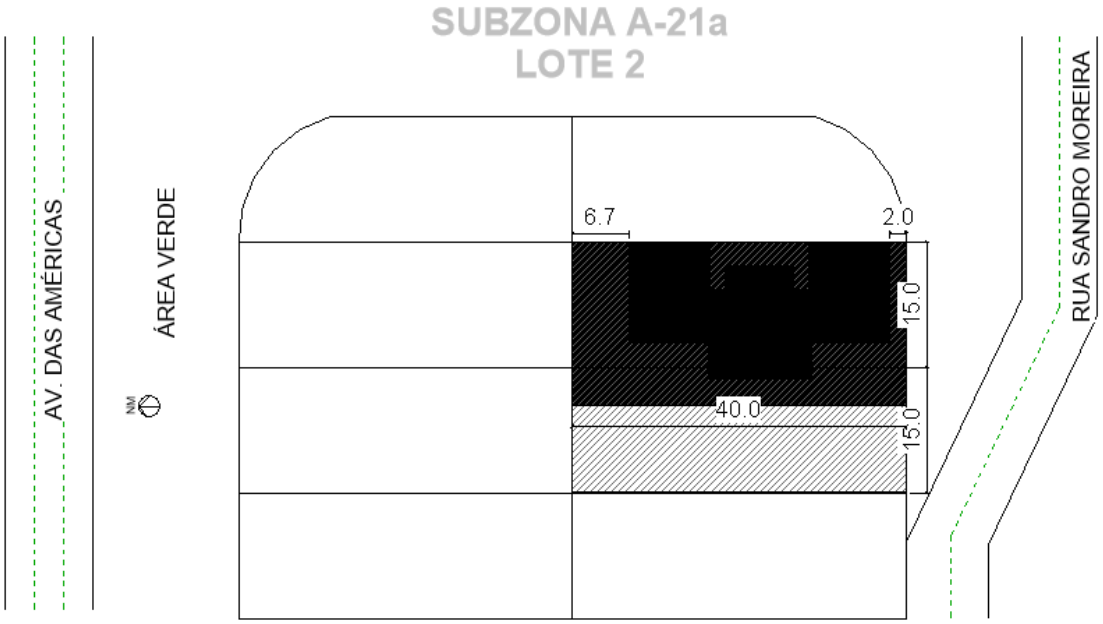


Figura 4 – Plata de Situação do Terreno escolhido em relação ao Lote 2 (Revit 2020)

4.2.2. Referência de Nível Local

Consultando a planta aerofotogramétrica cadastral do lote e também o site Google Maps obtemos que a referência de nível do terreno é de 5,90 metros em relação ao nível do mar na Rua Sandro Moreira.

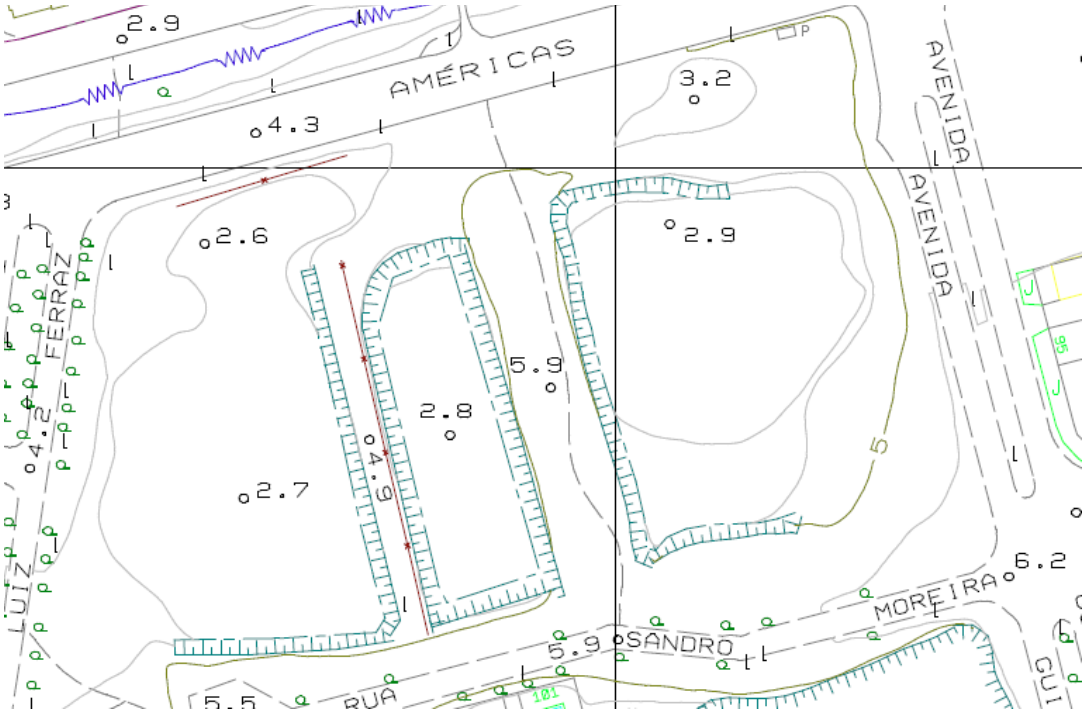


Figura 5 - Trecho da planta aerofotogramétrica nº 309-A-I-5 (Legislação Bairro a Bairro)

4.2.3. Cota da soleira da edificação

A cota da soleira do empreendimento será a mesma apresentada pelo meio-fio da Rua Sandro Moreira n° 100, o equivalente a 5,90 metros.

4.2.4. Número de edificações no lote

Mediante o Artigo 123° do Decreto n°322, que disserta sobre o número de edificações permitido por lote, tem-se:

*"**Art. 123°.** O número de edificações não afastadas das divisas, no mesmo lote, nos casos de edificações unifamiliares, multifamiliares, mistas, comerciais (lojas e/ou salas comerciais) e edifícios-garagens, ressalvado o disposto no artigo seguinte e excetuados os casos previstos neste Regulamento, observará as seguintes condições:*

1- Duas edificações unifamiliares;

2- Uma edificação multifamiliar, mista, comercial ou edifício-garagem."

De acordo com o artigo apresentado, o empreendimento Recreio Garden possuirá apenas uma torre sobre o embasamento.

4.2.5. Gabarito vertical e horizontal da edificação

De acordo com o Capítulo III do decreto nº 3046, que consolida as instruções normativas e os demais atos complementares baixados para disciplinar a ocupação do solo na área da Subzona A21 da Zona Especial 5 (ZE-5), tem-se:

"(...)

- gabarito: máximo 12 (doze) pavimentos, mínimo 08 (oito) pavimentos, mais um embasamento com 2 (dois) pavimentos-garagem. O pavimento de uso comum, se for projetado, ficará logo acima do embasamento;

(...)"

4.2.6. Embasamento

De acordo com o Capítulo II do Decreto nº 3046, que cita as disposições gerais referentes a todas as subzonas dentro da Zona Especial 5 (ZE-5), tem-se:

"(...)

XVII – O pavimento de uso comum, diversamente do que dispõe o Art. 132 do "Regulamento de Construções e Edificações" aprovado pelo Decreto "E" nº 3800, de 20 de abril de 1970, obedecerá às seguintes condições:

a) pé direito mínimo, livre, de 2,20m (dois metros e vinte centímetros) e máximo de 3,00m (três metros);

b) área fechada igual ou inferior a 1/3 (um terço) da área do pavimento imediatamente superior.

XVIII – O pavimento de uso comum será obrigatório em edificação residencial multifamiliar com mais de 3 (três) pavimentos residenciais, sem aproveitamento da cobertura, e ficará situado ao nível do meio-fio ou do terreno.

XXI – O dimensionamento de áreas para estacionamento ou guarda de veículos será feito de acordo com o disposto para a área "B-1" do Quadro VII do Regulamento de Zoneamento, exceto nas edificações de uso industrial e para armazenagem, em que será exigido um número de vagas na proporção de 1 (uma) vaga para cada 100,00m² (cem metros quadrados) de área total de edificação (A.T.E.) e 1 (uma) vaga adicional com as dimensões mínimas de 5,00m (cinco metros) x 7,00m (sete metros) para carga e descarga.

Nos loteamentos e nos grupamentos de edificações deverão ser previstas vagas suplementares de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros) por 5,00m (cinco metros), não vinculadas às unidades, na proporção de 1 (uma) vaga para cada 5 (cinco) unidades residenciais.

XXIII – Os locais cobertos para estacionamento ou guarda de veículos somente serão permitidos:

a) em subsolo constituindo 1 (um) ou mais pavimentos enterrados, podendo ocupar toda a área do terreno, com exclusão das áreas de afastamento mínimo frontal obrigatório exigido para o local. O primeiro pavimento de subsolo poderá emergir em relação ao nível do logradouro, e neste caso, o piso do pavimento imediatamente superior (térreo) não poderá ficar acima da cota + 1,50m (mais de um metro e cinquenta centímetros) em relação ao ponto mais baixo do meio fio

do logradouro correspondente à testada do lote;

b) nas edificações com até 3 (três) pavimentos residenciais, sem aproveitamento da cobertura, constituindo 1 (um) pavimento-garagem, obedecendo as seguintes condições:

- ficar limitado à projeção dos pavimentos superiores;

- ser aberto e nele poder se localizar o compartimento destinado à administração, a área de recreação e as dependências do zelador;

- área fechada não podendo ser superior a 1/3 (um terço) da área do pavimento imediatamente superior;

- a área de recreação deverá ficar completamente isolada da área de estacionamento ou guarda de veículos.

(...)"

Seguindo as deliberações do Decreto , o empreendimento RECREIO GARDEN terá 3,00 metros de pé direito estrutural e 2,80 de pé direito arquitetônico. A área PUC é menor que 33% (1/3) da área do pavimento imadiatamente superior na proporção exata 22%. (vinte e dois por cento) A área útil do PUC contém 105 m² e a área do pavimento 464 m². Também terá um subsolo seguindo recomendações de afastamentos e cotas.

4.2.7. Afastamentos e Divisas

De acordo com o Capítulo III do decreto nº 3046, verifica-se os afastamentos mínimos do lote 2 na Subzona A21 da Zona Especial 5 (ZE-5):

"(...)

- *afastamentos mínimos:*
  - *da divisa com Área Verde 2, voltada para a Av das Américas – 15,00 (quinze metros)*
  - *das demais divisas para áreas verdes – 10,00m (dez metros);*
  - *da divisa comum, no caso de parcelamento em dois lotes – isento;*
  - *embasamento – os mesmos afastamentos exigidos para as edificações.*
  - *subsolo – da divisa com a Área Verde 2, voltada para a Av. das Américas, 5,00m (cinco metros), e das demais divisas – isento;*

    (...)"

O terreno onde será instalado o empreendimento RECREIO GARDEN não possui divisas com áreas verdes e também não faz divisa com a Área Verde 2, logo não há a necessidade de afastamentos obrigatórios.

4.2.8. Corte e poda da vegetação existente no terreno

De acordo com o Artigo 2 da Resolução SMAC Nº 567, de 22 de agosto de 2014, os serviços de derrubada de árvores dos limites do terreno somente poderão ser efetuados mediante prévia autorização do órgão competente e sob sua orientação. Já o Artigo 13 consta da aplicação de medidas compensatórias como o replantio de mudas em proporção pré-estabelecida:

"(...)

Art. 2º A Autorização para remoção de vegetação será submetida à aprovação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC) ou da Fundação Parques e Jardins (FPJ);

§ 1º Caberá à SMAC avaliar as solicitações de remoção de vegetação motivadas por demolição, construção, modificação com acréscimo, parcelamento do solo, agricultura/silvicultura e extração mineral nas seguintes condições:

I - áreas particulares em todas as situações;

(...)

Art. 13. O quantitativo de mudas a serem plantadas como Medida Compensatória deverá ser indicado no parecer técnico conclusivo, depois de calculado conforme critérios descritos no Anexo I, (...)

(...)

ANEXO I - CÁLCULO DA MEDIDA COMPENSATÓRIA (MC):

MC = QB x FCA x FCB onde:

QB = QUANTITATIVO BÁSICO

FCA = FATOR DE CORREÇÃO A - Com relação ao espécime

FCB = FATOR DE CORREÇÃO B - Com relação às políticas municipais.

CÁLCULO DO QUANTITATIVO BÁSICO (QB):

Remoção de cobertura vegetal por área

QB = 2/1 = plantio 2 (dois) m2 para cada 1 (um) m2 de vegetação removida.

(...)

MC -= 1/1 = plantio 1 (uma) muda para cada 1 (um) espécime removido.

Tabela 2 – Fatores de Correção para Cálculo de Medidas Compensatórias (Resolução SMAC Nº567)

FCA – Com relação ao espécime	
5	Remoção de espécies ameaçadas; Reprovação de transplantio de espécies ameaçadas; Espécies não identificadas;
4	Espécies de origem nativa, não ameaçadas, pertencentes ao Bioma Mata Atlântica, formando dossel, com porte excepcional destacado e/ou função ecológica no contexto paisagístico local, assim caracterizadas em relatório de vistoria com foto e Parecer Técnico fundamentado;
2	Espécies de origem exótica ou nativa que apresentem porte excepcional, destacado no contexto paisagístico local, assim caracterizadas em relatório de vistoria com foto e Parecer Técnico fundamentado;
1	Espécime não enquadrada nos casos acima.

FCB – Com relação às políticas municipais	
1,5	Arborização pública, não enquadrada na alínea "a" do item II do Art. 13;
0,5	Casos enquadrados na alínea "a" do item II do Art. 13;
0	Nos casos enquadrados no item I do art. 13;
1	Espécime não enquadrada nos casos acima.

(...)"

No empreendimentto RECREIO GARDEN foi suposto a existência de 1200 m² de cobertura vegetal e 30 árvores de espécies autóctones, levando o cálculo da medida compensatória obrigatória para o que segue:

$$MC1 = 2400 * 2 * 1 = 4800\ m^2$$

$$MC2 = 30\ mudas$$

Logo deverá ser executado o replantio de 4800 m² de cobertura vegetal e 30 mudas.

Os Artigos 14 e 17 da Resolução SMAC Nº 567, de 22 de agosto de 2014, define o local do plantio dos itens referentes às medidas compensatórias:

"(...)

Art. 14. O quantitativo de mudas calculado como Medida Compensatória deverá ser plantado prioritariamente no próprio local da remoção.

(...)

Art. 17. Fica delegada competência à SMAC e à FPJ para gerir a implantação das Medidas Compensatórias decorrentes desta Resolução, inclusive definição do local e dos critérios técnicos de sua implantação, bem como a escolha da modalidade de sua conversão.

(...)"

No empreendimento RECREIO GARDEN optou-se por instalar 10 mudas no próprio terreno e as outras, junto ao replantio de cobertura vegetal a serem definidos das autoridades competentes supracitadas.

4.2.9. Prismas

De acordo com o Capítulo II do decreto nº 3046, que cita as disposições gerais referentes a todas as subzonas dentro da Zona Especial 5 (ZE-5), tem-se as seguintes orientações para os prismas:

"(...)

XXVI – As cozinhas, as áreas de serviço e os quartos de empregados das unidades residenciais serão iluminados e ventilados por meio do P.I.V. – Prisma de

Iluminação e Ventilação, definido no Regulamento de Construções e Edificações, admitindo-se que as aberturas de vãos previstas no § 1º do art. 141 do referido Regulamento sejam localizadas em qualquer lado do retângulo.

(...)"

Serão instalados dois prismas de ventilação que deverão atender as cozinhas e áreas de serviço dois apartamentos-tipo simples. Para estes, os banheiros da empregrada e lavabo serão ventilados com outro sistema que será um sitema elétrico.

Um prisma medirá 2,00 x 0,30 m e o outro 1,50 x 0,3 m de modo a ficarem compatibilizados com a arquitetura. Quanto aos apartamentos-tipo duplex, possuirão ventilação elétrica para os banheiros da empregada e de uma suíte, além do lavabo.

4.2.10. Varandas

De acordo com o Artigo 8º do Novo Código de Obras do Rio, de 14 de janeiro de 2019, não há restrições para o tamanho proporcional da varanda em relação ao apartamento.

O RECREIO GARDEN possui 43 m² de varanda que representa 29% (vinte e nove por cento) da área útil total (146 m²). Já os apartamentos-tipo suítes possuem 29 m² de área útil nas varandas, o que corresponde a 18% (dezoito por cento) da área útil total (160 m²).

4.3. ÁREA LIVRE DO LOTE

De acordo com o Decreto nº 3046, que cita as disposições gerais referentes a todas as subzonas dentro da Zona Especial 5 (ZE-5), não há uma orientação específica de porcentagem de área livre mínima obrigatória para os lotes da subzona A21. Portanto serão utilizadas como áreas livres a porcentagem do terreno não ocupada pelo embasamento. No Capítulo II consta a seguinte orientação:

"(...)

XXII – Será permitida a utilização da área livre do lote para estacionamento ou guarda de veículos, mesmo ao nível do pavimento de uso comum, excetuada aquela do afastamento frontal mínimo obrigatório, desde que seja efetivado o plantio de, no mínimo 1 (uma) árvore por vaga.

(...)"

No empreendimento RECREIO GARDEN serão posicionadas na área livre do lote 5 vagas para uso de visitantes, sendo duas dessas com acessibilidade para portadores de necessidades especiais. Essas vagas excedem a quantidade obrigatória de vagas para os proprietários. Portanto haverá 5 árvores a serem plantadas. Foi optado pelo uso de árvores da

espécie Magnólia que possuem porte médio (até 5 metros de altura quando adultas) e estão adaptadas ao clima temperado da região.

4.4. TAXA DE OCUPAÇÃO

De acordo com o Capítulo III do Decreto nº 3046, verifica-se os as taxas de ocupação máximas do lote 2 na Subzona A21 da Zona Especial 5 (ZE-5):

"(...)

- *taxa de ocupação máxima:*
  - *75% para o embasamento e 40% para a lâmina*

(...)"

De acordo com a taxa de ocupação máxima do embasamento, pode-se determinar a área a ser ocupada pelo terreno, e a área livre.

$$\text{Area de ocupação máxima} = \ 900{,}00\ \text{m}^2$$

$$\text{Area livre} = \ 300{,}00\ \text{m}^2$$

4.5. CÁLCULO DA ÁREA TOTAL DA EDIFICAÇÃO (ATE)

De acordo com o Capítulo III do Decreto nº 3046, verifica-se os índices máximos de aproveitamento da área do lote 2 na Subzona A21 da Zona Especial 5 (ZE-5):

- *I.A.A.:*
  - *4,00 – excluído o embasamento*
  - *1,20 – para o embasamento*

$$\text{Área total máxima sem embasamento} = \ 1200\ \text{m}^2 \times 4 = 4800\text{m}^2$$

Para verificar se projeto atende essas especificações, basta multiplicar a área das duas tipologias por 5 (totalizando 10 pavimentos).

$$836\ \text{m}^2 \times 5 + 118 = 4298 \leq 4800 \text{ (ok)}$$

$$\text{Área do embasamento} = \ 1200\ \text{m}^2 \times 1{,}2 = 1440\text{m}^2$$

Para verificar se projeto atende essas especificações, basta somar as áreas referentes ao pavimento de embasamento, que corresponde ao PUC. Área comum (estacionamento, piscina, salão e circulação), área de funcionários e prismas)

$$396 + 15 + 2 = 413 \leq 1440 \text{ (ok)}$$

Assim, se confirma que o projeto atende os requisitos de I.A.A.

4.6. NÚMERO DE UNIDADES

O empreendimento é constituído por 10 pavimentos-tipo, com 2 unidades lineares por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, totalizando 30 unidades residenciais.

4.7. ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS

De acordo com o Artigo 28 do Covo Código de Obras, de 14 de janeiro de 2019, é exigida apenas uma vaga por apartamento-tipo, como segue:
"(...)

(inciso) 6º As edificações situadas em um raio de distância de até oitocentos metros de estação metroviária, ferroviária, de Bus Rapid Transit - BRT ou de Veículo Leve sobre Trilhos - VLT, deverão obedecer à proporção de uma vaga para cada quatro unidades, desprezada a fração.

(...)

O empreendimento RECREIO GARDEN está há menos de 200 metros do transporte BRT o que o enquadra nesse contexto. Mesmo assim devido ao alto padrão optou-se por projetar para os apartamentos-tipo duplex duas vagas por unidade. Tem-se portanto 30 vagas de uso restrito, sendo 15 no térreo e 15 no subsolo. Além disso, na área livre existem 1 vaga de uso para visitantes. sendo uma acessível para pessoas portadoras de necessidades especiais. Totalizam 32 vagas para carros.

De acordo com o Anexo 2 do Decreto n° 10.426, de 06 de setembro de 1991, tem-se:

"2.3.8.2 - Vagas – Dimensionamento

Dimensões das Vagas - deverão ocupar um retângulo, desenhado em planta, de 2,50m x 5.00m ou 2,50m x 6,00m conforme o caso.

Faixa de Circulação de Veículos - Deverá ter largura constante (nos trechos) calculada segundo o maior ângulo encontrado para as vagas correspondentes, formado entre o eixo longitudinal das mesmas com o eixo da faixa de circulação:

Ângulos até 30° = 3 metros;

Ângulos entre 30° a 45° = 4 metros;

Ângulos acima de 45° = 5 metros,

As vagas de 2,50m x 6,00m serão utilizadas quando forem paralelas ao eixo da circulação. Nos demais casos serão utilizadas vagas com 2,50m x 5,00m no mínimo. [...]"

Mediante o exposto, considerando uma área mínima de 12,50 m² por vaga, tem-se:

$$\text{Área mínima de vagas de estacionamento} = 32 \text{ vagas x } 12{,}50 \text{ m}^2 = 400{,}00 \text{ m}^2$$

4.8. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

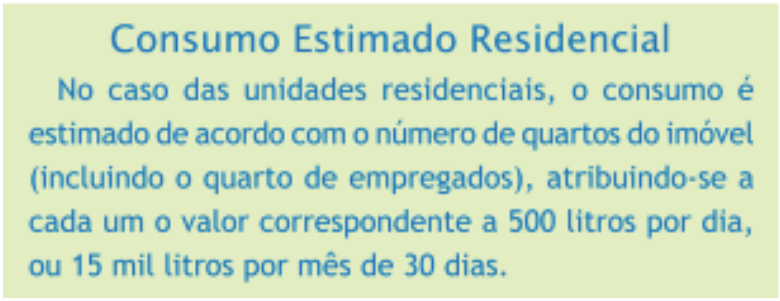
4.8.1. Consumo Diário (CD)

O cálculo do Consumo Diário de Água (CD) deve estar alinhado com a NBR 5626 que trata de instalações prediais de água fria e os valores estimados pela concessionária local:

Alguns requisitos devem ser respeitados:

- O volume do reservatório deve prever funcionamento por pelo menos 24 horas de consumo doméstico normal da edificação, sem considerar a reserva de incêndio.
- É indicado que o reservatório tenha no mínimo 500 litros.
- O volume máximo deve ser tal que não prejudique a qualidade da água em função do tempo de armazenamento ou volume determinado pela concessionária.
- Reservatórios com maior capacidade devem ser divididos em dois ou mais compartimentos para que possa ser feita manutenção sem interrupção do abastecimento.

Quadro 3 – Estimativa do Consumo Diário de Água por utilização (pág. 20 do Guia do Usuário CEDAE de 2018)



Segundo a NBR-5626, obtemos os consumos estimados para a garagem e a piscina:

- Garagens e postos de serviços = 100 litros por automóvel
- Piscinas domiciliares = 2 cm de lâmina de água por área

4.8.2. Compartimentos Habitáveis

Pavimento tipo:

$$Nº(\text{QUARTOS}) = (4 \text{ quartos}) \text{ x } 25 \text{ unidades} = 100$$

4.8.3. Vagas

$$N º(\text{vagas}) = 31$$

4.8.4. Piscina

O consumo diário é estimado multiplicando-se a área da piscina pela lâmina de 2cm.

$$6{,}58m^2 \text{ X } 0{,}02m = 0{,}13m^3 \text{ (130 litros)}$$

4.8.5. Cálculo do consumo diário total

Sendo assim, o consumo diário de água é:

$$CD = 500 \text{ X } 100 + 100 \text{ X } 30 + 130 = 53.130 \text{ l/dia} = 53{,}13m^3/dia$$

4.8.6. Reserva Técnica de Incêndio (RTI)

A existência de uma reserva técnica de incêndio é exigida pelo Decreto n° 42, de 17 de dezembro de 2018 que regulamenta o Decreto-Lei nº 247, de 21 de julho de 1975, dispondo sobre o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro. As exigências ao RTI estão demonstradas no Quadro 4 a seguir, do mesmo decreto:

Quadro 4 – Exigências ao RTI (COSCIP)

Tipo de edificação	Dispositivos
Com 3 pavimentos e área total até 900 m²	Isenta de dispositivos preventivos fixos contra incêndio.
Com 3 pavimentos e área total superior a 900 m²	Canalização preventiva contra incêndio.
Com 4 ou mais pavimentos	Canalização preventiva contra incêndio, porta corta-fogo e escada enclausurada.

A reserva técnica de incêndio (RTI) será calculada de acordo com o procedimento descrito na Nota Técnica 2-02 do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro:

"(...)

RTI = [60 + (nº hid. x ω)] x Qsistema

Onde:

- *60 = autonomia de água para incêndios, em minutos;*
- *nº. hid.= número total de hidrantes na edificação;*
- *ω = constante atribuída para majoração e manutenção do volume da água de incêndio no(s) reservatório(s) igual a 2 min;*
- *Qsistema = vazão do sistema de incêndio, obtido através da Tabela 1.*

Quadro 5 – Quadro auxiliar para o cálculo do RTI (Nota Técnica2-02)

Classificação de Risco	Esguicho		Mangueira			Hidrantes	Pressão de Trabalho (mca)	Vazão (L/min)
	Tipo	Diâmetro (mm)	Diâmetro (mm)	Comp. Máx. (m)	Tipo			
Risco Pequeno - Mangotinho	Regulável	25	25	30	Semi-rígida	1	58	100
Risco Pequeno	Regulável	38	38	30	Flexível	1	10	100
Risco Médio 1	Regulável	38	38	30	Flexível	1	35	200
Risco Médio 2	Regulável	38	63	30	Flexível	2	35	400
Risco Grande	Regulável	63	63	30	Flexível	2	40	1000

De acordo com o anexo B da Nota Técnica nº 1-04 de 2019 podemos determinar o risco de incêndio de uma edificação segundo seu tipo.

Quadro 6 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto ao risco de incêndio (Anexo B – Nota Técnica nº1-04)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Risco
A	Residencial	**A-1**	Residencial privativa unifamiliar	**PEQUENO**
		A-2	Residencial privativa multifamiliar	**PEQUENO**
		A-3	Residencial coletiva	**MÉDIO 1**
		A-4	Agrupamento residencial privativo unifamiliar	**PEQUENO**
		A-5	Agrupamento residencial privativo multifamiliar	**PEQUENO**
		A-6	Mista (ver item 5.9)	**MÉDIO 1**
B	Serviço de hospedagem	**B-1**	Hotel e assemelhados	**MÉDIO 1**
		B-2	Hotel residencial	

De acordo com as tabelas apresentadas, temos que a vazão a ser utilizada deve se referir a ocupação residencial privativa multifamiliar, que está classificada como risco pequeno. O valor será 100 L/min.

Sobre a instalação de hidrantes a Norma Técnica nº1-4 de 2019 explica:

"(...)

***5.6** Da instalação dos hidrantes e/ou mangotinhos*

***5.6.1** Os hidrantes serão distribuídos nas edificações obedecendo aos seguintes critérios:*

a) a altura do registro do hidrante será, no mínimo, de 1 m e no máximo de 1,5 m do piso;

b) o número de hidrantes será determinado segundo a extensão da área a proteger de modo que qualquer ponto do risco seja alcançado por uma linha de mangueira. O comprimento das linhas de mangueiras não poderá ultrapassar 30 m, o que será calculado medindo-se a distância de percurso compreendida entre o hidrante e o ponto mais distante a proteger.

(...)"

O pavimento tipo possui largura de 20m e comprimento de 30m e os hidrantes serão posicionados no hall de serviço, que fica na área central deste. Logo, é possível atingir todos os locais com apenas uma mangueira de comprimento máximo de 30m.

O PUC possui dimensões de aproximadamente 20m por 40m. Posicionando o hidrante centralizado, o comprimento máximo da linha da mangueira é suficiente para cobrir toda a área. O mesmo para os Subsolos.

Desta forma, cada pavimento tipo terá um hidrante, com mais um hidrante no PUC, um em cada subsolo e um na cobertura:

$$\text{Total de hidrantes} = 1 \text{ x } 10 + 1 + 2 + 1 = 14 \text{ hidrantes}$$

RTI = [60min + (14 min x 2)] x 100l/min = 8.800 l

4.8.7. Reservatório Superior (RS)

Deve comportar o volume calculado para a reserva técnica de incêndio e o consumo diário. Sendo assim, calcula-se:

$$\text{RS} = \text{CD} + \text{RTI} = 53130 + 8400 = 61530 \text{ l} = 61{,}53 \text{ m}^3$$

Será adotado então um reservatório superior com capacidade de aproximadamente 62 m³ de dimensões externas de ,2 por 5,0 metros com altura de 2,0 metros, havendo uma separação interna dividindo-a em duas partes iguais para que a limpeza de uma metade do reservatório possa ser feita enquanto a outra permanecerá suprindo o edifício.

4.8.8. Reservatório Inferior (RI)

Deve comportar o volume calculado para o consumo diário acrescido de 50% deste valor.

$$\text{RI} = 1{,}5 \text{ x CD} = 1{,}5 \text{ x } 53130 = 79695 \text{ l} = 79{,}7 \text{ m}^3$$

Portanto, será adotado um reservatório inferior de 80000 litros de capacidade e dimensões externas de 8,0 por 5,0 metros com altura de 2,0 metros, havendo uma separação interna dividindo-a em duas partes iguais para que a limpeza de uma metade do reservatório possa ser feita enquanto a outra permanecerá suprindo o edifício.

4.8.9. Volume de lixo

O dimensionamento do volume de lixo foi estudado de acordo com as tabelas do Sistema de Documentação COMLURB – Série Documentação Técnica - Sistema de Manuseio do Lixo Domiciliar em Edificações - Especificações Técnicas, demonstrada nos Quadros 7 e 8.

Quadro 7 – Quadro auxiliar para o dimensionamento de volume de lixo em tipos (COMLURB)

Tipo	Características	Quantidade Mínima de Contêineres
A	Com até 8 unidades residenciais ou com até 600 m² de área privativa, por pavimento	2 Contêineres de 120 litros
B	Acima de 8 unidades residenciais ou acima de 600 m² de área privativa, por pavimento	2 Contêineres de 240 L ou 4 Contêineres de 120 L

Quadro 8 – Quadro auxiliar para o dimensionamento de volume em classes (COMLURB)

Tipo de Construção	Classe de Geração	Geração de Lixo (litros / m²)
Garagens Fechadas e Estacionamentos	Baixa	0,10
Residências de Padrão Médio e Populares	Normal	0,30
Bares, Restaurantes, Lanchonetes e Similares	Muito Alta	1,00
Jardins, Parques, Gramados e Áreas de Lazer	Baixa	0,10

De acordo com as leis mostradas, as edificações residenciais são tipo A quando existem até oito unidades residenciais ou abaixo de 600 m² de área privativa por pavimento. Temos que:

$$\text{Área privativa por pavimento} = 105\text{m}^2 \text{ x } 2 \text{ apartamentos} + 68\text{m}^2 \text{ x } 1 \text{ apartamentos}$$

$$= 278\text{m}^2$$

Assim, a quantidade adotada será:

$$\text{Quantidade minima} = \text{ 2 contêineres de 120 litros em cada pavimento tipo}$$

Conforme visto na tabela X, os apartamentos de padrão médio ou populares tem classe de geração normal e previsão de geração por dia de lixo de 0,3 litros/m2.

As áreas produtoras de lixo são os apartamentos, a área de lazer comum, o salão de festas e os estacionamentos:

Apartamentos (geração de lixo = 0,30 litros/m²; classe normal)

$$Área\ geradora_{útil} = Área\ [apt.linear] \times 20 + Área\ [apt.duplex] \times 5$$

$$= 146\ x\ 20 + 160\ x\ 5 = 2920 + 800 = 3720\ m^2$$

$$Volume\ diário\ previsto = 3720\ m^2\ x\ 0{,}3\ l/m^2 = 1116{,}0\ litros$$

Estacionamento (geração de lixo = 0,10 litros/m²; classe baixa)

$$Área\ geradora_{útil} = Área\ [subsolo] + Área\ [térreo] = 760 + 411 = 1171{,}0\ m^2$$

$$Volume\ diário\ previsto = 1171{,}0\ m^2\ x\ 0{,}1\ l/m^2 = 117{,}1\ litros$$

Área de lazer (geração de lixo = 0,10 litros/m²; classe baixa)

$$Área\ geradora_{útil} = Área\ da\ piscina + Áreas\ livres = 48 + 17 + 12 = 77m^2$$

$$Volume\ diário\ previsto = 77{,}0\ m^2 x\ 0{,}1\ l/m^2 = 7{,}7\ litros$$

Salão de festas (geração de lixo = 1,00 litros/m²; classe muito alta)

$$Área\ geradora_{útil} = área\ salão + área\ cozinha + área\ banheiros = 50m^2$$

$$Volume\ diário\ previsto = 50{,}0\ m^2 x\ 1{,}0\ l/m^2 = 50\ litros$$

Sendo assim, supondo que a coleta de lixo ocorra a cada 2 dias, o volume total de lixo gerado será:

$$Volume\ total = (1116{,}0 + 117{,}1 + 7{,}7 + 50{,}0)\ x\ 2 = 2582{,}2\ litros$$

Assim, o volume total será dado por:

$$\frac{2582{,}2}{120} = 21{,}5\ contêineres\ de\ 120\ litros.$$

O prédio precisará de 22 contêineres de 120 litros para atender a demanda. Optou-se por 24 contêineres dispostos da seguinte forma: 1 contêiner no subsolo, 2 contêineres no PUC (1 na área de lazer e um no salão de festas), 2 contêiners por andar tipo e 1 na cobertura. Na área livre do pavimento de uso comum haverá um depósito coberto para acúmulo de lixo até as coletas programadas. Esse depósito está dimensionado com área de 50 m².

4.9. DIMENSIONAMENTO DE ELEVADORES

O número de elevadores necessários para um adequado fluxo vertical de pessoas foi dimensionado de acordo com a NBR 5665 – Cálculo de Tráfego nos Elevadores.

Levando em conta a arquitetura de alto padrão do empreendimento, optou-se por posicionar elevadores sociais de uso restrito para cada coluna de apartamentos. Assim, o cálculo de elevadores sociais será realizado primeiramente para as colunas laterais, que possuem 10 apartamentos cada, e, depois, para a coluna central, que conta com 5 unidades duplex.

No caso dos elevadores de serviço, será efetuado o cálculo levando em conta a população total do edifício, já que haverá um único hall por pavimento, dando acesso a todas as unidades.

4.9.1. Cálculo da População Total

No cálculo da população, considera-se a população de cada andar excluindo-se o térreo, onde não há necessidade do morador usar o elevador, e considerando-se apenas 50% da população do 1º andar, devido a proximidade do térreo e a maior possibilidade desses moradores utilizarem as escadas.

A população de um edifício é calculada com base nas seguintes relações (conforme item 5.1 da NBR- 5665):

2 pessoas por 1 dormitório

4 pessoas por 2 dormitórios

5 pessoas por 3 dormitórios

6 pessoas por 4 dormitórios ou mais

1 pessoa por dormitório de serviço

4.9.2. Apartamento-tipo

- Apartamento linear → 20 unidades com 3 dormitórios + 1 de serviço
- Sendo 2 apartamentos lineares no primeiro andar
- Apartamento duplex → 5 unidades com 3 dormitórios + 1 de serviço
- Sendo 1 apartamento duplex no primeiro andar

TOTAL POPULAÇÃO

O número de pessoas a ser considerado por apartamento é 6, pois todas as unidades possuem 4 dormitórios. Logo, basta multiplicar o número de apartamentos por 6, considerando apenas metade para os que estão no primeiro pavimento.

Para os elevadores de serviço:

$$\text{Total} = (18 \times 6 + 4 \times 6) + 0{,}5 \times (2 \times 6 + 1 \times 6) = 141 \text{ pessoas}$$

No caso dos elevadores sociais não serão descontados os 50% dos apartamentos no primeiro pavimento, pois não haverá escadas neste hall.

$$\text{Coluna lateral} = 10 \times 6 = 60 \text{ pessoas}$$

$$\text{Coluna central} = 5 \times 6 = 30 \text{ pessoas}$$

4.9.3. Porcentagem mínima a ser transportada em 5 minutos

A instalação deverá ser capaz de transportar em 5 minutos pelo menos 10% da população em tipologias de edifícios

Serviço:

Capacidade de tráfego mínima = 10% de 141 = 14,1

Capacidade de tráfego mínima = **15 pessoas**

Social Lateral:

Capacidade de tráfego mínima = 10% de 60 = 6

Capacidade de tráfego mínima = **6 pessoas**

Social Central:

Capacidade de tráfego mínima = 10% de 30 = 3

Capacidade de tráfego mínima = **3 pessoas**

Para efeito do cálculo de tráfego, os elevadores com comando em grupo devem ter: (Conforme item 5.2.3 da NBR-5665)

- As mesmas paradas;
- As entradas do mesmo hall;
- Somente um pavimento principal de acesso definido em projeto;
- A mesma destinação de uso

4.9.4. Cálculo do número de paradas possíveis

O número de paradas do elevador é a quantidade de pavimentos que o elevador atenderá, como o RECREIO GARDEN possui 1 subsolo, PUC e pavimentos tipo

- Serviço: 12 paradas.
- Social lateral: 12 paradas.
- Social central: 6 paradas.

Quadro 9 – Fórmula para cálculo de paradas móveis (NBR 5665 - Cálculo de Tráfego nos Elevadores)

O número de paradas prováveis (ver Tabela 5) deve ser calculado pela fórmula:

$$N = p - (p-1)\left(\frac{p-2}{p-1}\right)^{c}$$

Onde:

N = número de paradas prováveis

P = número de paradas do elevador

C = lotação da cabina, excluindo o ascensorista

Para o elevador de serviço será considerada uma capacidade de cabina de 12 pessoas

$$N = 12 - (12-1) * \left(\frac{12-2}{12-1}\right)^{8} = 6{,}8$$

Para os elevadors sociais laterais será considerada uma capacidade de cabina de 8 pessoas

$$N = 12 - (12-1) * \left(\frac{12-2}{12-1}\right)^{8} = 6{,}8$$

Para o elevador social central será considerada uma capacidade de cabina de 8 pessoas

$$N = 6 - (6 - 1) * \left(\frac{6 - 2}{6 - 1}\right)^{8} = 5{,}0$$

4.9.5. Tempo de viagem total

Para se calcular o tempo total de viagem, a seguinte fórmula deve ser aplicada:

$$Ttotal = T1 + T2 + 1{,}1 * (T3 + T4)$$

Onde:

- T1 = Tempo do percurso
- T2 = Tempo de aceleração e retardamento
- T3 = Tempo de abertura e fechamento de portas
- T4 = Tempo de entrada e saída de passageiros

Tempo T1

O percurso é a distância, em metros, percorrida pelo carro na ida e na volta, do piso acabado da primeira parada ao piso acabado da última parada (não inclui, portanto, o espaço livre superior e o Poço). No Recreio Garden, esse comprimento do subsolo até o piso do 10º pavimento é de 33,00 metros. Portanto, o percurso ide e volta é de **66,0 metros**.

O T1 será o tempo gasto pela cabina para percorrer o percurso, de ida e volta, sem parar em nenhum pavimento. Sendo S o percurso (em metros) e V a velocidade do elevador (em metros por segundo), teremos para todos os tipos de elevador:

T1 = S/V = tempo de percurso total

T1 = 66/5 = 13,20 segundos

Tempo T2

É o tempo gasto para acelerar e desacelerar o elevador, em cada viagem. É obtido em função da velocidade adotada para o elevador.

Quadro 10 – Tempo de aceleração e retardamento (NBR 5665 - Cálculo de Tráfego nos Elevadores)

Velocidade (m/s)	Tempo (s)
0,63	2,50
0,75	2,50
1,00	3,00
1,25	3,00
1,50	3,50
1,75	4,00
2,00	4,50
2,50	5,50
Acima de 2,50	6,00

Nota: Para qualquer velocidade não constante na Tabela, o(s) tempo(s) poderá(ão) ser determinado(s) por interpelação.

Como adotamos uma velocidade de 1,0 m/s, o tempo de aceleração e retardamento é de **6 segundos**.

O tempo T2 é a metade do resultado obtido pela multiplicação do "número de paradas prováveis" pelo tempo de aceleração e retardamento de cada parada.

T2 (serviço) = (6,8 X 6) / 2 **= 20,4 segundos**

T2 (social lateral) = (6,8 X 6) / 2 **= 20,4 segundos**

T2 (social central) = (5,0 X 6) / 2 **= 15,0 segundos**

Tempo T3

É o tempo gasto para a abertura e fechamento das portas do elevador em cada parada.

Quadro 11 – Tempo de abertura de portas (NBR 5665 – Cálculo de Tráfego nos Elevadores)

Tipo de porta	Tempo (s)
Abertura central (AC)	3,9
Abertura lateral (AL)	5,5
Eixo vertical (EV)	6

Como o tipo de porta adotado é de abertura lateral (AC), adotamos o tempo de abertura e fechamento de portas de **3,9 segundos.**

É obtido pela multiplicação do "número de paradas prováveis" pelo tempo de abertura e fechamento das portas de cada parada.

T3 (Serviço) = 6,8 * 3,9 = **26,5 segundos**

T3 (Social Lateral) = 6,8 * 3,9 = **26,5 segundos**

T3 (Social Central) = 5,0 * 3,9 = **19,5 segundos**

Tempo T4

É o tempo gasto para a entrada e saída de passageiros da cabina, em cada parada.

Quadro 12 – Tempo de entrada e saída de passageiros (NBR 5665 – Cálculo de Tráfegos nos Elevadores)

Tabela 4 - Tempo de entrada e saída de passageiros

Abertura da porta (m)	Tempo (s)
Menor que 1,10	2,4
Maior ou igual a 1,10	2,0

Adotamos a abertura livre mior que 1,1 metros, sendo assim, o tempo de entrada e saída de passageiros é de **2,0 segundos**.

O tempo T4 é obtido pela multiplicação do valor correspondente à capacidade da cabina (excluído o ascensorista) pelo tempo de entrada e saída de cada passageiro.

T4 = 8*2,0 = **16,0 segundos**

Tempo Total:

Portanto o tempo total de viagem será

T (Serviço) = 13,2 + 20,4 + 1,1 (26,5 + 16,0) = **80 segundos**

T (Social Lateral) = 13,2 + 20,4 + 1,1 (26,5 + 16,0) = **80 segundos**

T (Social Central) = 13,2 + 15 + 1,1 (19,50 + 16,0) = **67 segundos**

4.9.6. Intervalo de tráfego

É o Tempo Total de Viagem, dividido pelo número de carros ou seja:

I = T/n

onde:

– I = intervalo de tráfego

– T = tempo total de viagem, em segundos
– n = número de elevadores do grupo

Conceitualmente, I é o tempo máximo que um passageiro pode esperar pelo carro, ou seja, é o máximo tempo de espera que ocorre entre a partida de um elevador e a chegada de outro.

I (Serviço) = 80 / 1 **= 80 segundos**

I (Social Lateral) = 80 / 1 **= 80 segundos**

I (Social Central) = 67 / 1 **= 67 segundos**

4.9.7. Intervalo máximo de tráfego admissível

Considerando 1 elevador em cada hall, o intervalo de tráfego máximo é de 80 segundos. Os limites podem ser observados no Quadro 13.

Quadro 13 – Intervalo de tráfego (NBR 5665 – Cálculo de Tráfego nos Elevadores)

Número de elevadores	Finalidade do prédio	Intervalo de tráfego máximo (s)
1	Geral	80
2	Geral	60
3	Geral	50
	Escritórios de entidade única	40
	Escritórios em geral e consultório	40
	Hospitais	45
4 ou mais	Hotéis	45
	Escolas	45
	Lojas	45
	Garagens	45
	Restaurantes	45

Comparando esse valor com os resultados obtidos, 1 elevador em cada hall atende o intervalo máximo de tráfego admissível segundo a norma.

4.9.8. Capacidades de Transporte

C_T (Serviço) = (300 x C)/T = (300 x 8)/80 = 30 pessoas em 5 minutos

C_T (Social Lateral) = (300 x C)/T = (300 x 8)/80 = 30 pessoas em 5 minutos

C_T (Social Central) = (300 x C)/T = (300 x 8)/67 = 18,46 ~ 35 pessoas em 5 minutos

4.9.9. Capacidade de tráfego

A capacidade de tráfego (CT), será a soma das capacidades de transporte de cada elevador, ou seja, será a quantidade de pessoas transportadas em 5 minutos por toda a bateria de elevadores.

CT = Ct1 + Ct2 + . . . + Ctn

Como os elevadores se encontram em halls distintos, então a capacidade de tráfego deve ser calculada separadamente e será equivalente à capacidade de transporte.

CT (Serviço) = 30 passageiros

CT (Social Lateral) = 30 passageiros

CT (Social Central) = 30 passageiros

O valor da capacidade de tráfego CT deve ser maior ou igual a 10% da população, para atender aos preceitos da NBR-5665 quanto ao transporte em 5 minutos.

Hall de Serviço:

$$10\%\ 141\ \cong 15 \rightarrow 30 \geq 15$$

Hall Social Lateral:

$$10\%\ 60\ \cong 15 \rightarrow 30 \geq 6$$

Hall Social Central:

$$10\%\ 30\ \cong 15 \rightarrow 35 \geq 3$$

4.9.10. Dimensionamento dos elevadores

Segundo a NBR 13994 que trata de elevadores de passageiros, serão dimensionados os 4 elevadores do empreendimento.

Quadro 14 - Arranjos-padrão mínimos para transporte de PNE (NBR 13994)

Carga útil Kg	Largura interna mínima da cabina Mm	Profundidade interna mínima da cabina mm	Abertura lateral mínima da porta mm	Abertura central mínima da porta mm
600[1)] (8 passageiros)	1 100	1 400	800	800
975[2)] (13 passageiros)	1 725	1 300	900	-
1 200 (16 passageiros)	2 100	1 300	1 100[3)]	1 100[4)]

[1)] Não permite o giro da cadeira de rodas (ver figura 4).
[2)] Permite o giro da cadeira de rodas (ver figura 5).
[3)] Permite o giro da cadeira de rodas (ver figura 6).
[4)] Permite o giro, em três pontos, da cadeira de rodas (ver figura 6).

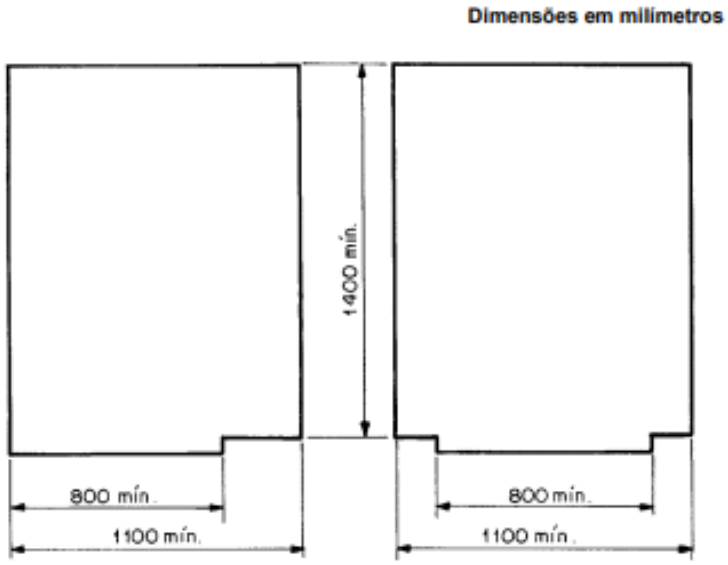


Figura 6 - Arranjo sem permitir o giro de cadeira de rodas (NBR 13994)

Para atender o requisito de dimensões mínimas da cabina para o transporte de pessoas portadoras de deficiências, os 3 elevadores sociais terão as seguintes dimensões:

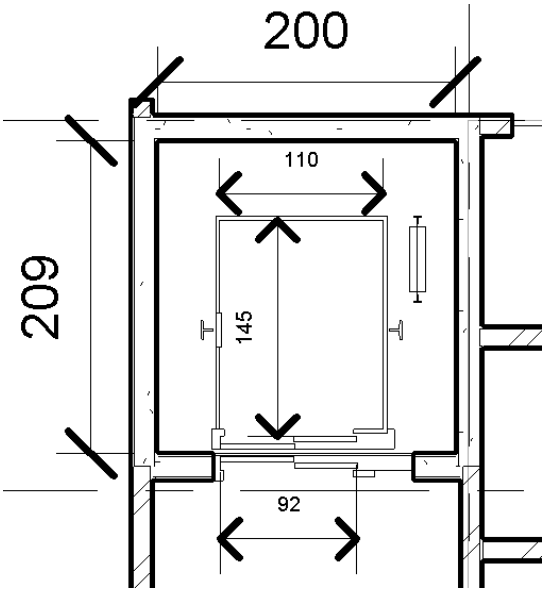


Figura 7 - Croqui Elevadores Sociais (Projeto ARCHITECTURE – Recreio Garden)

Já para o elevador de serviço, optou-se por um tamanho maior, já que será utilizado para mudança, entregas, outros tipos de carga.

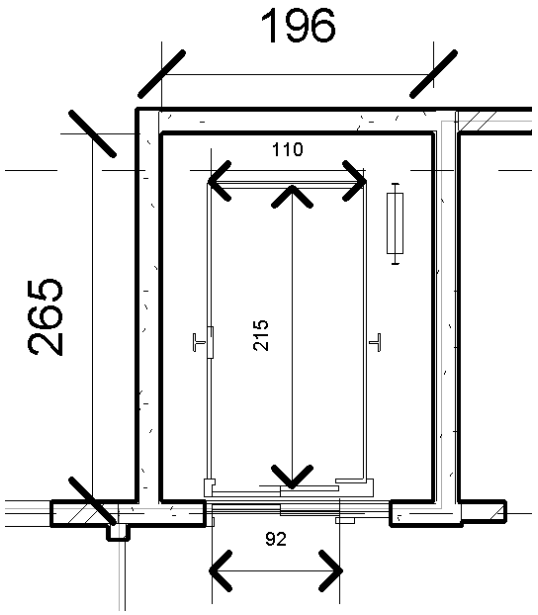


Figura 8 - Croqui Elevador de Serviço (Projeto ARCHITECTURE – Recreio Garden)

4.10. QUADRO DE ÁREAS

A partir da análise proposta pelo Quadro de Áreas é possível calcular a área equivalente dos ambientes internos da edificação. O Quadro 14 dispõe os valores respectivos.

Quadro 15 – Cálculo de Área Equivalente e CUB

QUADRO DE ÁREAS						
IDENTIFICAÇÃO		ÁREA ÚTIL (m²)	CUSTO DA CONST.	ÁREA EQUIV. (m²)	CUB/m² (R$)	Custo (R$)
SUBSOLO 1	ESTACIONAMENTO	708	50%	354	1968.55	696866.7
	ÁREA COMUM	50	100%	50	1968.55	98427.5
	ÁREA TÉCNICA	0	100%	0	1968.55	0
	PRISMA	2	25%	0.5	1968.55	984.275
TOTAL		760		404.5	1968.55	796278.475
PUC	ÁREA COMUM	396	100%	396	1968.55	779545.8
	ÁREA FUNCIONÁRIOS	15	100%	15	1968.55	29528.25
	PRISMA	2	25%	0.5	1968.55	984.275
TOTAL		413		411.5	1968.55	810058.325
PAVIMENTOS TIPO 1º ANDAR	ÁREA COMUM	40	100%	40	1968.55	78742
	ÁREA PRIVATIVA (SEM VARANDA)	271	100%	271	1968.55	533477.05
	VARANDA	115	50%	57.5	1968.55	113191.625
	PRISMAS	6	25%	1.5	1968.55	2952.825
TOTAL		2160		1850	1968.55	3641817.5
PAVIMENTOS-TIPO 2º ANDAR	ÁREA COMUM	40	100%	40	1968.55	78742
	ÁREA PRIVATIVA (SEM VARANDA)	272	100%	272	1968.55	535445.6
	VARANDA	86	50%	43	1968.55	84647.65
	PRISMAS	6	25%	1.5	1968.55	2952.825
TOTAL		2020		1782.5	1968.55	3508940.375
TELHADO	ÁREA COMUM	84	100%	84	1968.55	165358.2
	ÁREA TÉCNICA	28	100%	28	1968.55	55119.4
	TELHADO	256	50%	128	1968.55	251974.4
	PRISMA	6	25%	1.5	1968.55	2952.825
TOTAL		374		241.5	1968.55	475404.825
TOTAL EMPREENDIMENTO		5727		4690	1968.55	9232499.5

Com base no CUB fevereiro de 2020 – Padrão Alto R16 = 1968,55

Na formação do CUB não foram levados em conta na determinação dos preços por metro quadrado de construção, de acordo com o estabelecido no projeto e especificações correspondentes ao caso particular:

– Fundações

- Submuramentos
- Paredes Diafragma
- Tirantes
- Rebaixamento de lençol freático
- Elevadores
- Playgroung
- Urbanização
- Recreação (piscinas)
- Ajardinamento
- Impostos
- Taxas
- Projetos
- Remunerações

4.11. ESTIMATIVA DO CUSTO TOTAL DA OBRA

Quadro 16 - Exemplos de custos de construção (Fonte: Habitíssimo)

Tamanho do prédio	Preços	Características
Construção de prédio comercial	R$32.400.000,00	10 andares lajes livres de 300 m² cada laje
Construir prédio com piscina	R$22.930.000,00	16 andares, 2 aptos por andar com piscina no térreo
Construção de prédio grande	R$22.440.000,00	16 andares e 2 aptos por andar
Construção de prédio comercial com salas	R$16.800.000,00	10 andares e 6 salas comerciais por andar

Tomando como base o empreendimento de 16 andares e realizando uma simples regra de 3, obtemos o equivalente a um prédio com 12 andares (foi considerado 1 pavimento a mais por conta do subsolo):

16 andares → 22939000

12 andares → **17204250**

Agora comparando o valor estimado com o VGV (valor geral de venda) potencial do empreendimento, é possível analisar se este custo está coerente com a região. Portanto, levando

em conta o preço de metro quadrado da avenida próxima ao empreendimento:

Avenida Das Américas	**-0.12%**	R$ 8.224	R$ 2.817.031

R$/m^2 = R$8224,00

Calculando o VGV do empreendimento:

Apartamento simples = 146 X 20 X (8224,00) = 24.014.080,00

Apartamento duplex = 160 X 5 X (8224,00) = 6.579.200,00

Total = 30.593.280,00

Logo, conclui-se que:

VGV [30.593.280,00] – (Terreno[9.900.000,00] + Construção [17.204.250,00]) = LUCRO

Lucro estimado = R$3.489.030,00

(Terreno + Lucro)/Total = 13.389.030/30.593.280 = 44%

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cumpre-se assim rigorosamente as disposições legais mais recentes referentes às disposições construtivas de edificações multifamiliares para o município do Rio de Janeiro, especificamente no Bairro do Recreio dos Bandeirantes. O empreendimento RECREIO GARDEN está adequado ao contexto e pleiteia o documento Habite-se.

6. ANEXOS

Desenhos técnicos de arquitetura para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 a 11.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lei Complementar n°111 - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro, 11 de fevereiro de 2011, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=178079 . Acesso em: 28 de março de 2020..

Lei Complementar Nº 198, Código de Obras e Edificações Simplificado - COES do Município do Rio de Janeiro, 14 de janeiro de 2019, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=373951 . Acesso em: 28 de março de 2020.

Decreto n.º 33534, de 23 de março de 2011, Rio de Janeiro, RJ; Disponívl em: http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/36598Dec%2033534_2011.pdf . Acesso em 28 de março de 2020.

Decreto n.º 3046, de 27 de abril de 1981, Rio de Janeiro, RJ; Disponivel em: http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D3046M.PDF . Acesso em 28 de março de 2020.

Decreto n.º 10426, de 06 de setembro de 1991, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a1/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/1991/1043/10426/decreto-n-10426-1991-simplifica-formalidades-no-processo-de-licenciamento-de-edificacoes-e-da-outras-providencias-1991-09-06-versao-original . Acesso em 28 de março de 2020.

PHD Imobiliária. Disponível em http://phdimobiliaria.com.br/website/imovel.php?id=1097. Acesso em 28 de março de 2020.

Projeto Aprovado de Loteamento (PAL) 34291, dezembro de 1988, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: http://www2.rio.rj.gov.br/smu/acervoimagens/GEP/1/69/PAA/00901.jpg . Acesso em 28 de março de 2020.

Google Maps. Disponível em: https://www.google.com/maps/@-23.0199459,-43.4850086,415m/data=!3m1!1e3 . Acesso em 28 de março de 2020.

Legislação Bairro a Bairro; Disponível em: http://mapas.rio.rj.gov.br/app2.2/ci.php?id=60951&x=655377.133142&y=7453613.413144&extent=655167.744945+7453467.93542+655624.591921+7453701.82696# . Acesso em 28 de março de 2020.

Código de Obras do Município do Rio de Janeiro, décima terceira edição; Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: http://www.pixfolio.com.br/arq/1408993542.pdf . Acesso em 22 de março de 200.

Decreto nº 42 - Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=372879 . Acesso em 28 de março de 2020.

Nota Técnica 2-02 do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: http://www.cbmerj.rj.gov.br/pdfs/notas-tecnicas/NT%202-02%20-%20Sistemas%20de%20hidrantes%20e%20de%20mangotinhos%20para%20combate%20a.pdf . Acesso em 28 de março d 2020.

Nota Técnica nº 1-04 do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio de Janeiro, 2019, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: http://www.cbmerj.rj.gov.br/pdfs/notas-tecnicas/NT%201-04%20-%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20das%20edifica%C3%A7%C3%B5es%20e%20%C3%A1reas%20de%20risco%20quanto%20ao%20risco%20de%20inc%C3%AAndio.pdf . Acesso em 28 de março de 2020.

Sistema de Documentação COMLURB – Série Documentação Técnica, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/1017211/DLFE-238906.pdf/sistema_manuseio.pdf . Acesso em 28 de maro de 2020.

NBR 5665 – Cálculo de Tráfego nos Elevadores; Disponível em: https://idoc.pub/download/nbr-5665-nb-596-calculo-do-trafego-nos-elevadores-zpnx5wjvwe4v . Acesso em 28 de março de 2020.

Lei Complementar nº198 - Institui o Código de Obras e Edificações Simplificado do Município do Rio de Janeiro - COES, 14 de janeiro de 2019, Rio de Janeiro, RJ; Disponível em: http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/57738Lei%20Compl%20198_2019.pdf . Acesso em: 31 de março de 2020.

CUB Rio de Janeiro Fevereiro 2020 – Custo Unitário Básico Sinduscon RIo https://www.sinduscon-rio.com.br/wp/cub-fev-2020/?utm_campaign=informe_diario_-_qua04mar&utm_medium=email&utm_source=RD+Station Acesso em: 31 de março de 2020

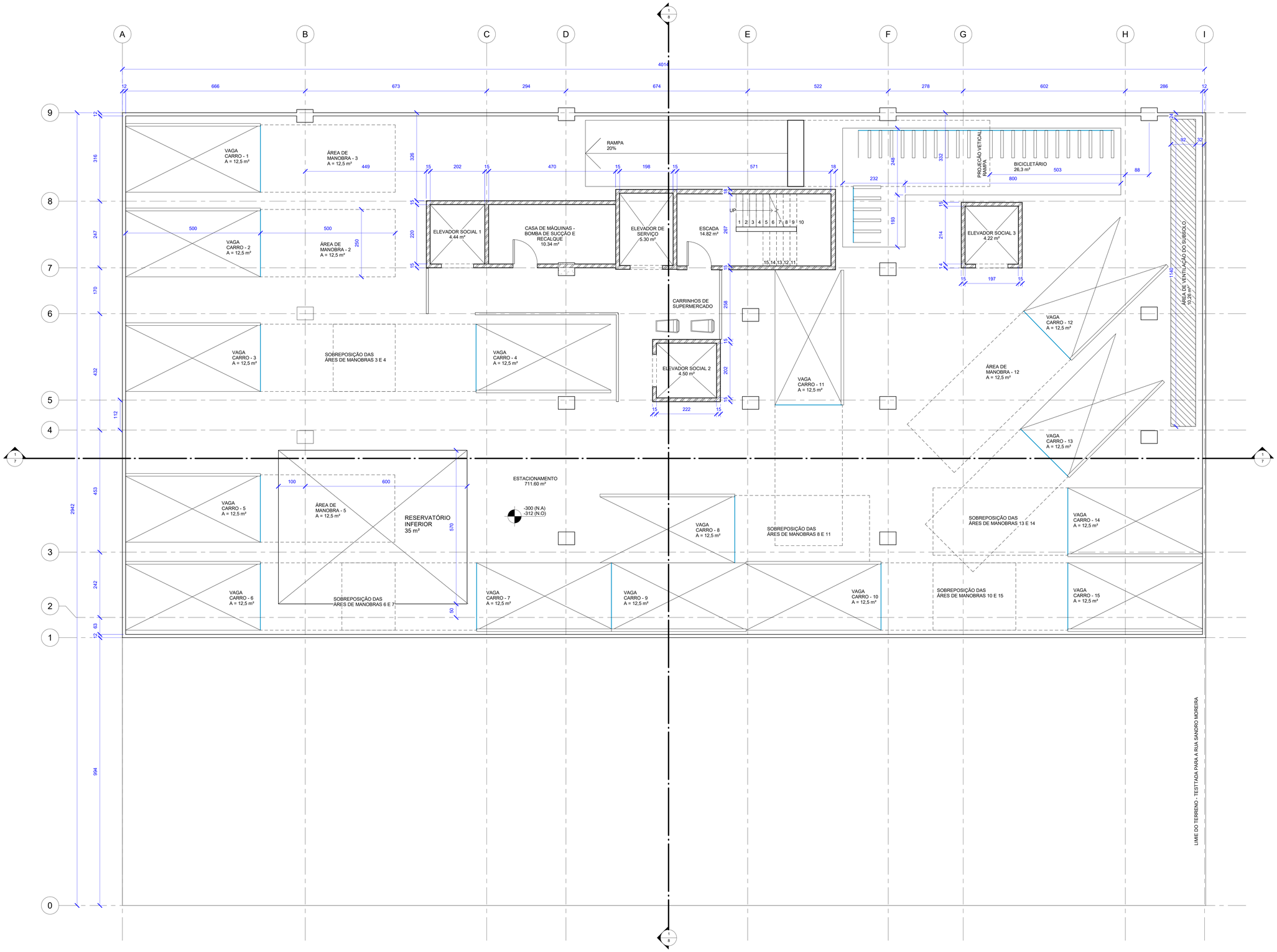
Resolução SMAC Nº 567, de 22 de agosto de 2014, Rio de janeiro, RJ; Disponível em : https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=274025 . Acesso em 01 de março de 2020.

Crono Share – *Quanto custa construir um prédio residencial?* ; Disponível em: https://www.cronoshare.com.br/quanto-custa/construir-predio-residencial . Acesso em: 01 de abril de 2020.

Habitíssimo - *Construção de edifícios: Preços e Orçamentos ; Disponível em:* https://www.habitissimo.com.br/orcamentos/construcao-de-edificios . Acesso em: 01 de abril de 2020.

NBR-5626 – Instalação predial de água fria ; Disponível em: https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-05626-1998-instalac3a7c3a3o-predial-de-c3a1gua-fria.pdf . Acesso em 01 de abril de 2020.

NBR-13994 – Elevadores de passageiros – Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência. Disponível em: http://www.crea-sc.org.br/portal/arquivosSGC/NBR%2013994.pdf . Acesso em 01 de abril de 2020.



1 SUBSOLO
1 : 50

PORTAS SUBSOLO			
Marca	Comentários	Largura	Altura
P6	SUBSOLO	90	203
P6	SUBSOLO	90	203

Total geral: 2

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

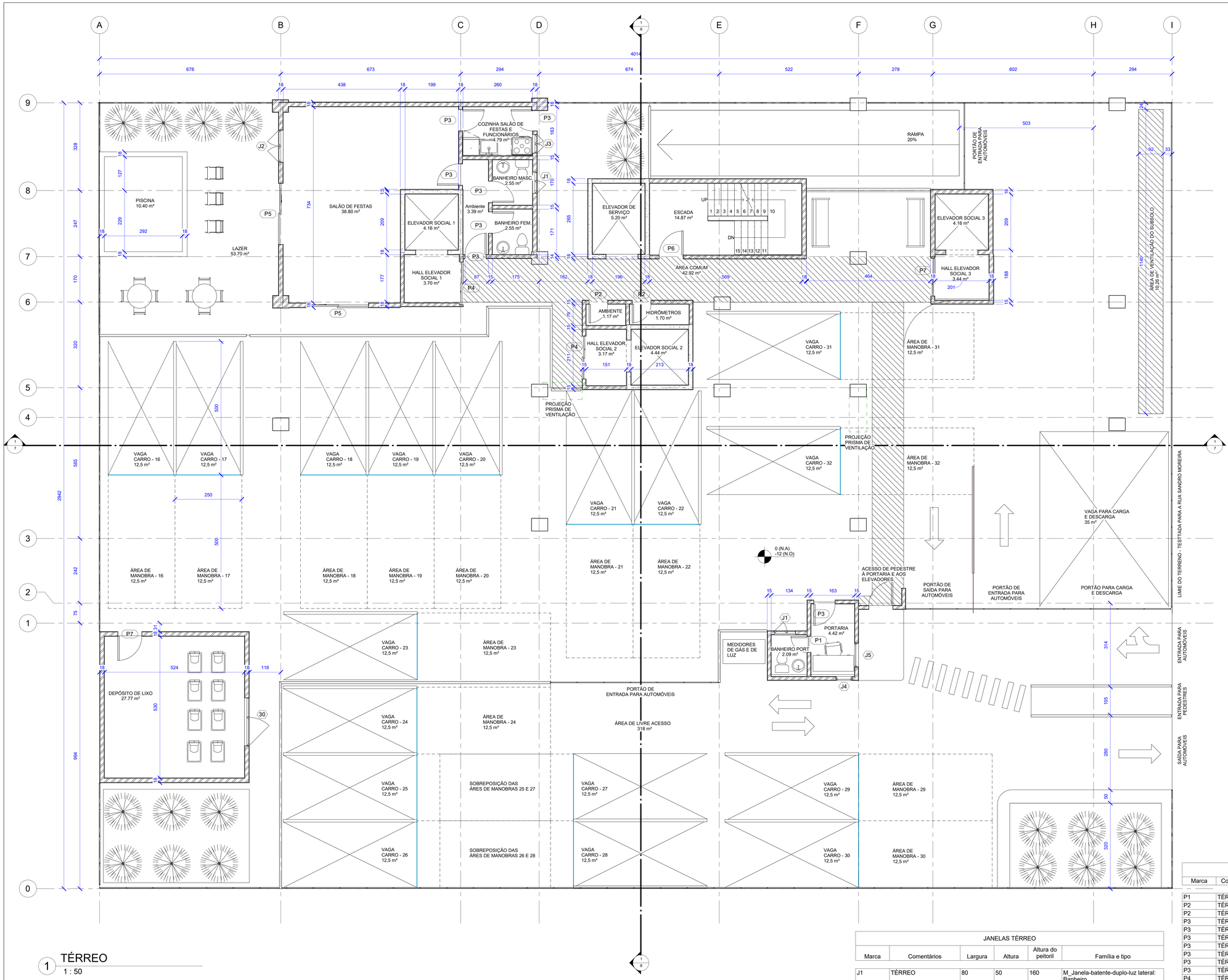
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: SUBSOLO

Prancha: 1

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:36:22



1 TÉRREO
1 : 50

JANELAS TÉRREO					
Marca	Comentários	Largura	Altura	Altura do peitoril	Família e tipo
J1	TÉRREO	80	50	160	M_Janela-batente-duplo-luz lateral: Banheiro
J1	TÉRREO	80	50	160	M_Janela-batente-duplo-luz lateral: Banheiro
J2	TÉRREO	120	110	90	M_Janela-Batente-Duplo: 1200 x 1100mm
J3	TÉRREO	70	110	90	M_Janela-Batente-Duplo: Coz salão
J4	TÉRREO	61	183	31	M_Fixo: 0610 x 1830mm
J5	TÉRREO	92	183	31	M_Fixo: 0915 x 1830mm

Total geral: 6

PORTAS TÉRREO			
Marca	Comentários	Largura	Altura
P1	TÉRREO	60	203
P2	TÉRREO	70	203
P2	TÉRREO	70	203
P3	TÉRREO	80	203
P3	TÉRREO	80	203
P3	TÉRREO	80	203
P3	TÉRREO	80	203
P3	TÉRREO	80	203
P3	TÉRREO	80	203
P3	TÉRREO	80	203
P4	TÉRREO	161	200
P4	TÉRREO	161	200
P5	TÉRREO	229	200
P5	TÉRREO	229	200
P6	TÉRREO	90	203
P7	TÉRREO	0	0
P7	TÉRREO	141	200
P7	TÉRREO	90	203

Total geral: 18

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

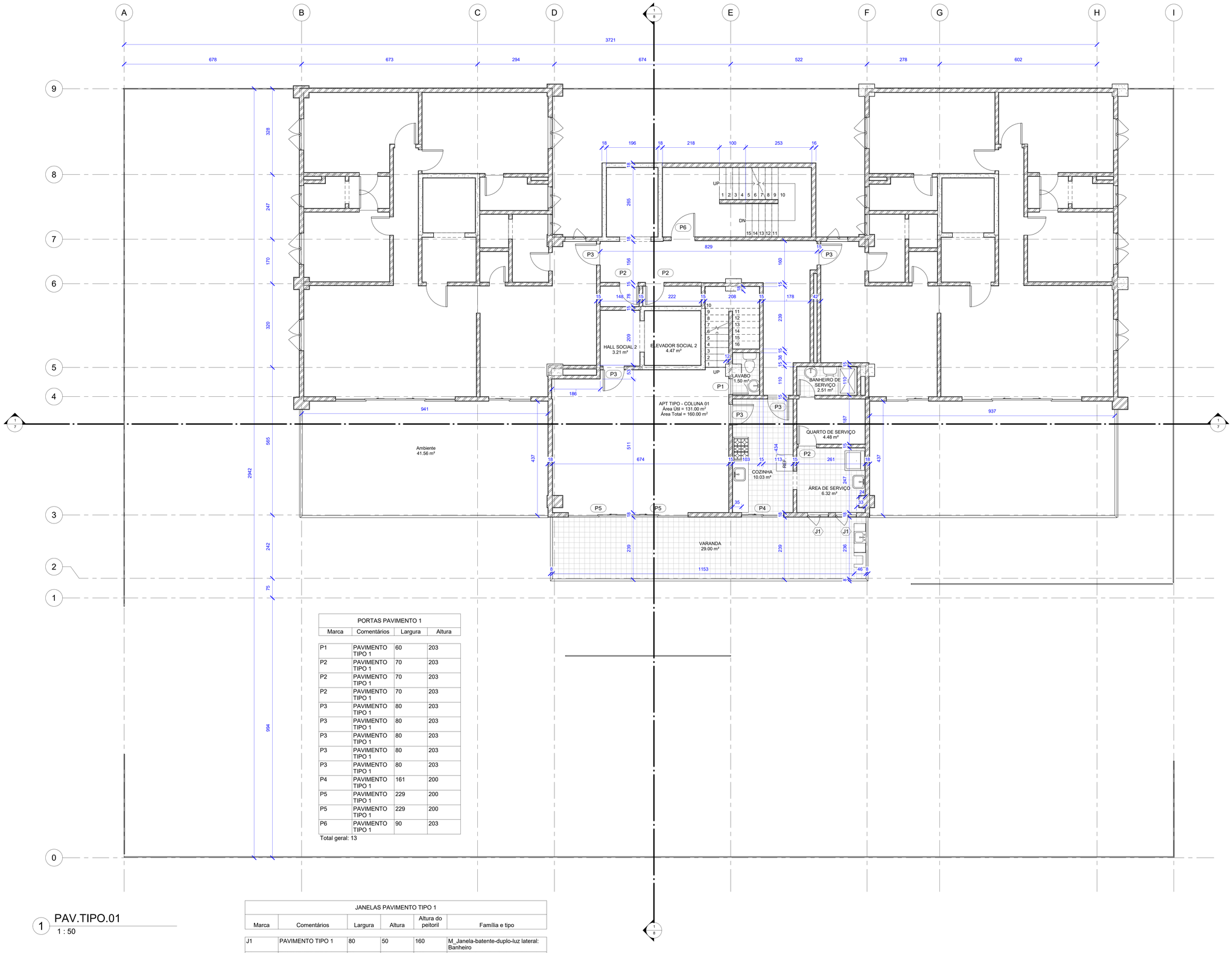
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: TÉRREO

Prancha: 2

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:37:16



PORTAS PAVIMENTO 1			
Marca	Comentários	Largura	Altura
P1	PAVIMENTO TIPO 1	60	203
P2	PAVIMENTO TIPO 1	70	203
P2	PAVIMENTO TIPO 1	70	203
P2	PAVIMENTO TIPO 1	70	203
P3	PAVIMENTO TIPO 1	80	203
P3	PAVIMENTO TIPO 1	80	203
P3	PAVIMENTO TIPO 1	80	203
P3	PAVIMENTO TIPO 1	80	203
P3	PAVIMENTO TIPO 1	80	203
P4	PAVIMENTO TIPO 1	161	200
P5	PAVIMENTO TIPO 1	229	200
P5	PAVIMENTO TIPO 1	229	200
P6	PAVIMENTO TIPO 1	90	203

Total geral: 13

JANELAS PAVIMENTO TIPO 1					
Marca	Comentários	Largura	Altura	Altura do peitoril	Família e tipo
J1	PAVIMENTO TIPO 1	80	50	160	M_Janela-batente-duplo-luz lateral: Banheiro
J1	PAVIMENTO TIPO 1	80	50	160	M_Janela-batente-duplo-luz lateral: Banheiro

Total geral: 2

1 PAV.TIPO.01
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

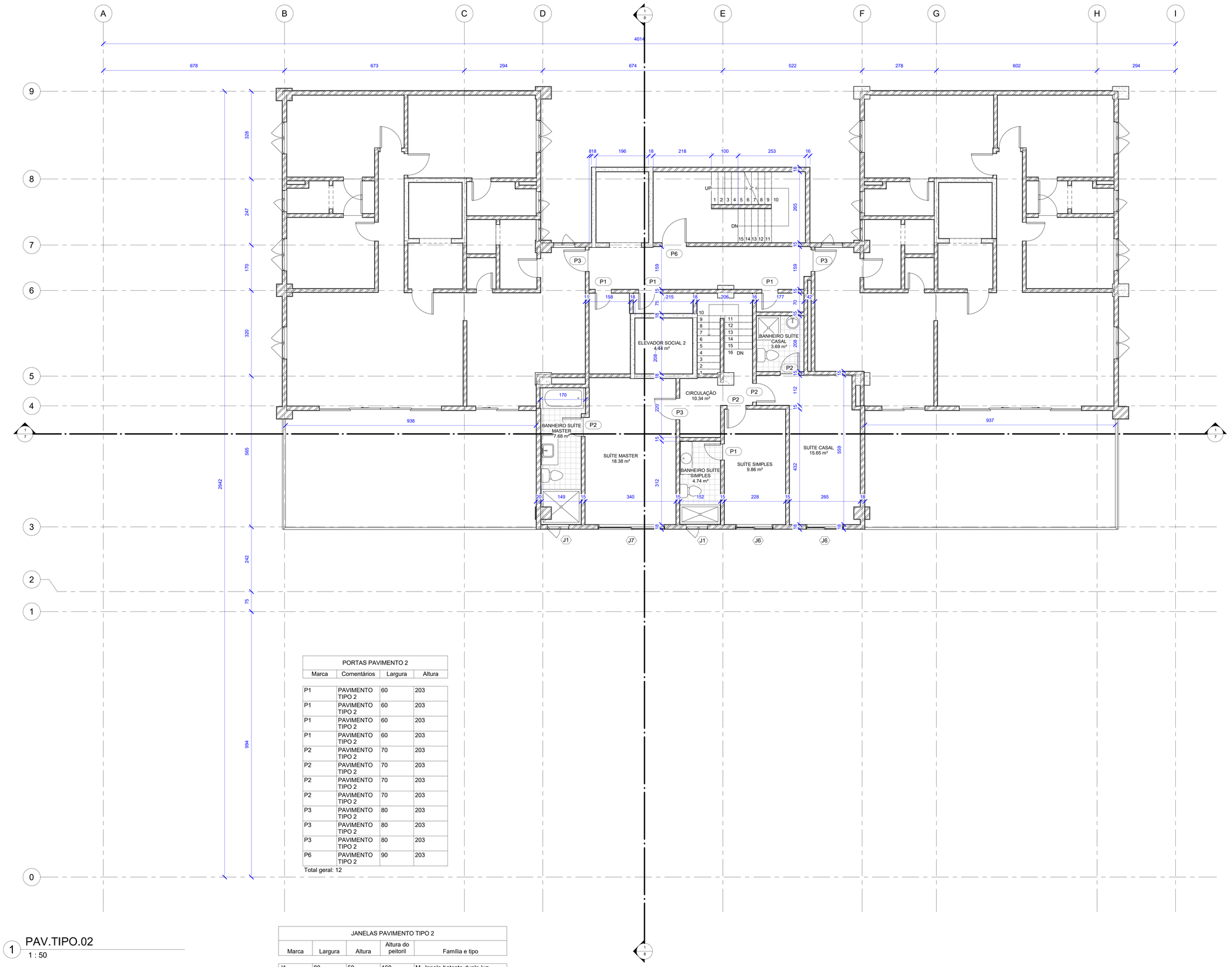
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: PAV. TIPO 1

Prancha: 3

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:37:46



1 PAV.TIPO.02
1 : 50

PORTAS PAVIMENTO 2			
Marca	Comentários	Largura	Altura
P1	PAVIMENTO TIPO 2	60	203
P1	PAVIMENTO TIPO 2	60	203
P1	PAVIMENTO TIPO 2	60	203
P1	PAVIMENTO TIPO 2	60	203
P2	PAVIMENTO TIPO 2	70	203
P2	PAVIMENTO TIPO 2	70	203
P2	PAVIMENTO TIPO 2	70	203
P2	PAVIMENTO TIPO 2	70	203
P3	PAVIMENTO TIPO 2	80	203
P3	PAVIMENTO TIPO 2	80	203
P3	PAVIMENTO TIPO 2	80	203
P6	PAVIMENTO TIPO 2	90	203

Total geral: 12

JANELAS PAVIMENTO TIPO 2				
Marca	Largura	Altura	Altura do peitoril	Família e tipo
J1	80	50	160	M_Janela-batente-duplo-luz lateral: Banheiro
J1	80	50	160	M_Janela-batente-duplo-luz lateral: Banheiro
J6	140	120	90	Sliding_Window_9296: 1400 x 1200
J6	140	120	90	Sliding_Window_9296: 1400 x 1200
J7	250	120	90	Sliding_Window_9296: 2500 x 1200

Grand total: 5

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

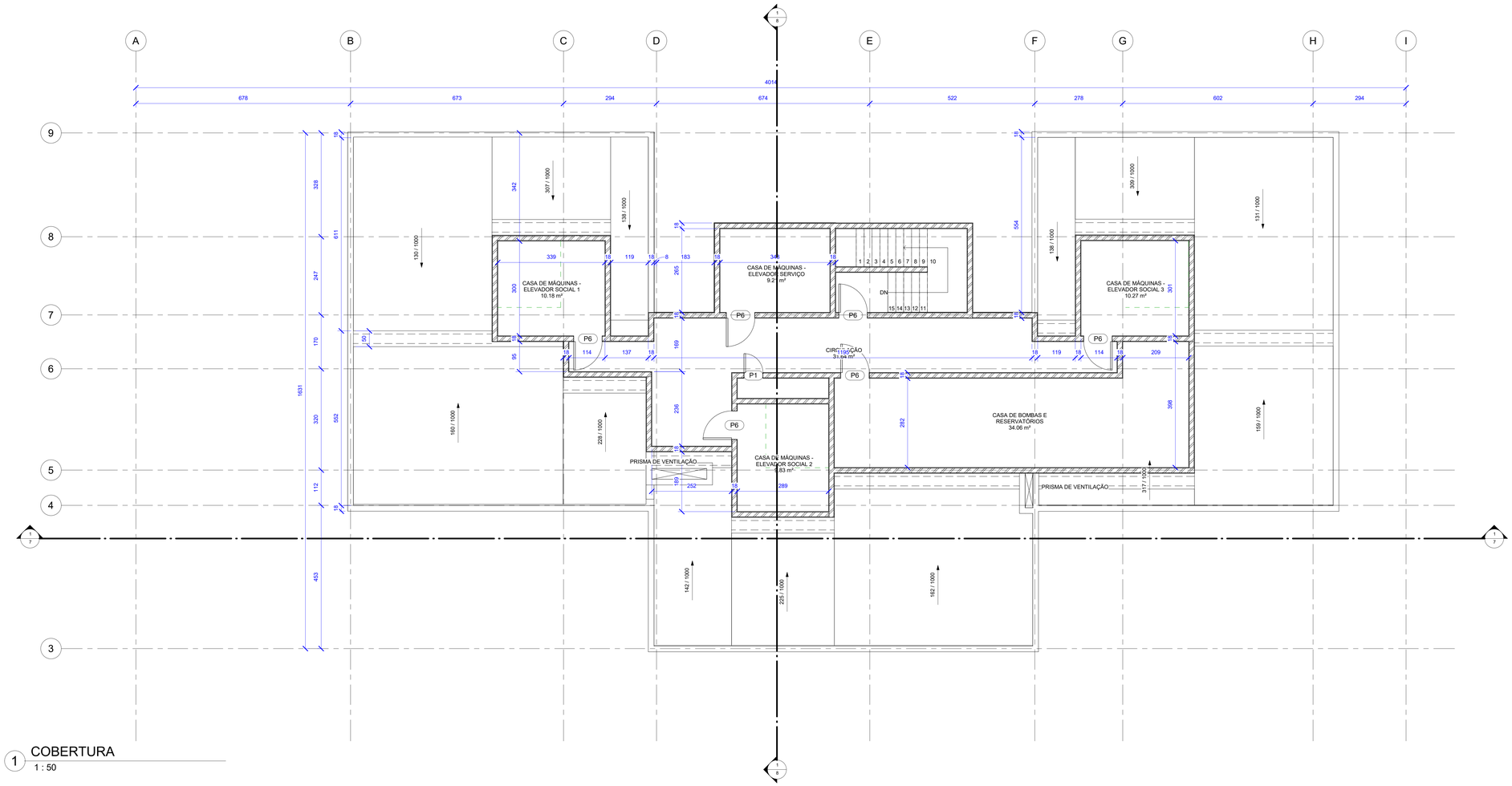
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: PAV. TIPO 2

Prancha: 4

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:38:16



1 COBERTURA
1 : 50

PORTAS COBERTURA			
Marca	Comentários	Largura	Altura
P1	COBERTURA	60	203
P6	COBERTURA	90	203
P6	COBERTURA	90	203
P6	COBERTURA	90	203
P6	COBERTURA	90	203
P6	COBERTURA	90	203
P6	COBERTURA	90	203

Total geral: 7

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

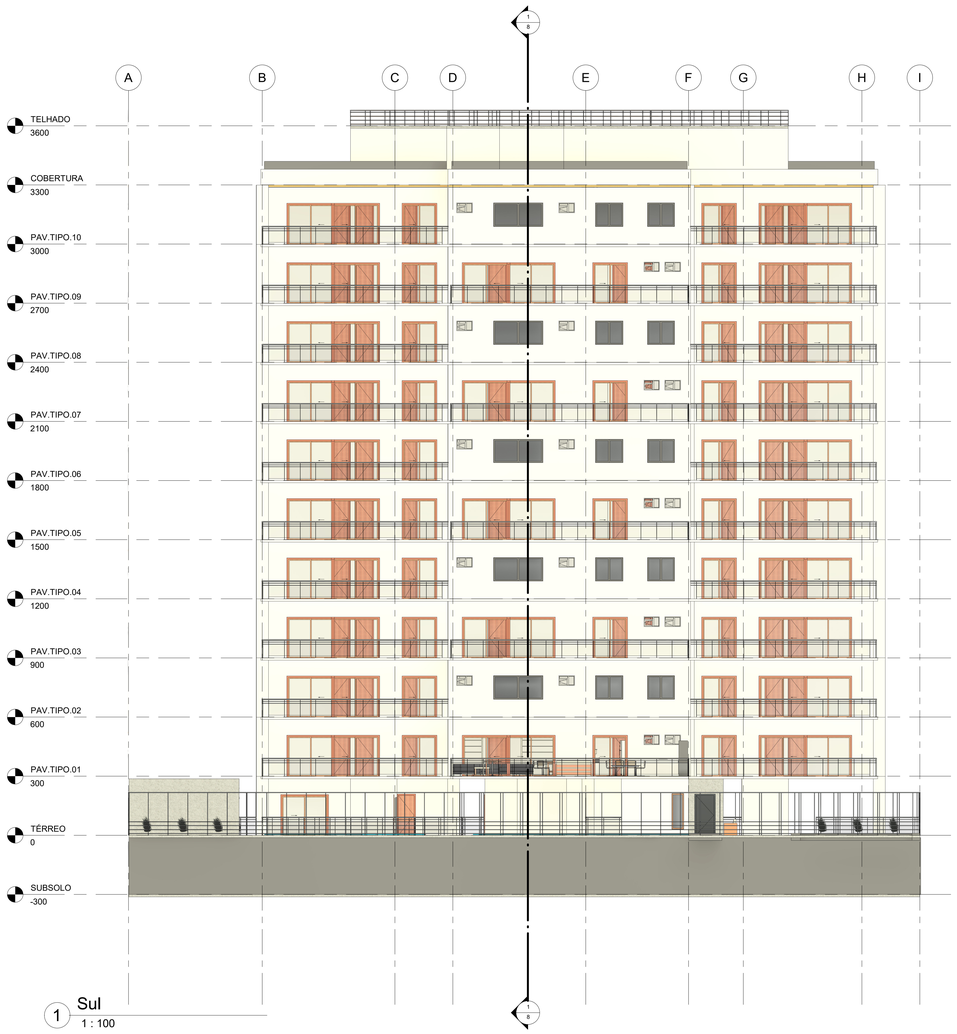
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: COBERTURA

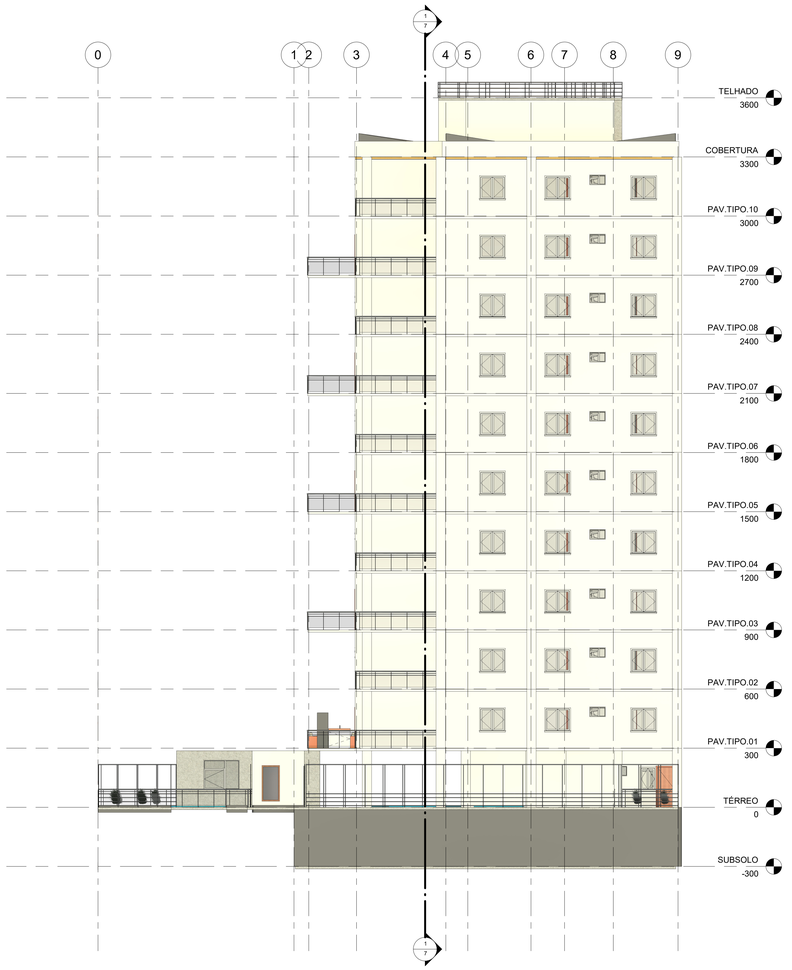
Prancha: 5

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:41:57



1 Sul
1 : 100



2 Leste
1 : 100

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Título do Desenho: FACHADA

Prancha: 6

Escala 1 : 100

27/04/2020 17:45:24

1 Corte AA
1 : 75

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

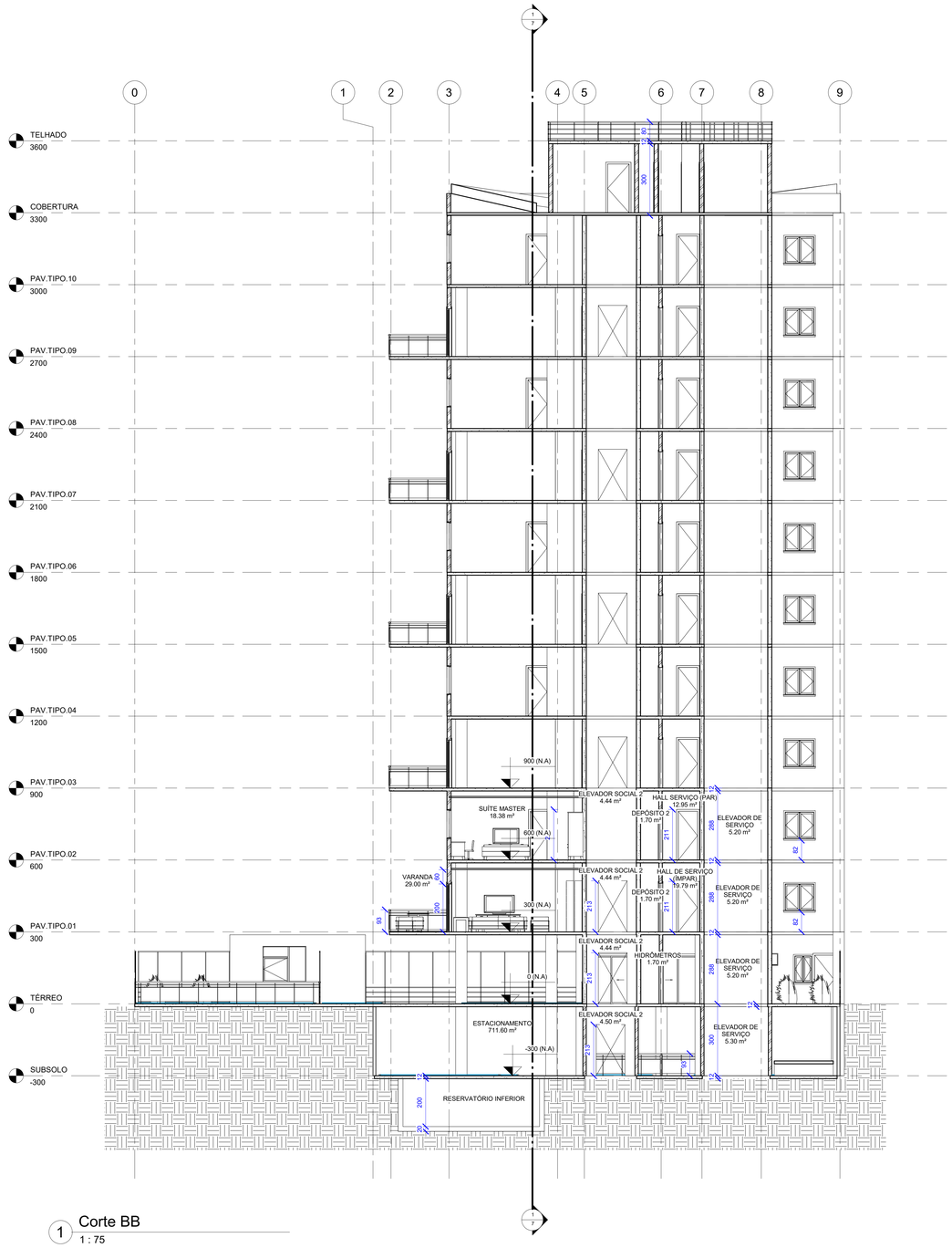
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: CORTE AA

Prancha: 7

Escala 1 : 75

27/04/2020 17:46:05



1 Corte BB
1 : 75

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

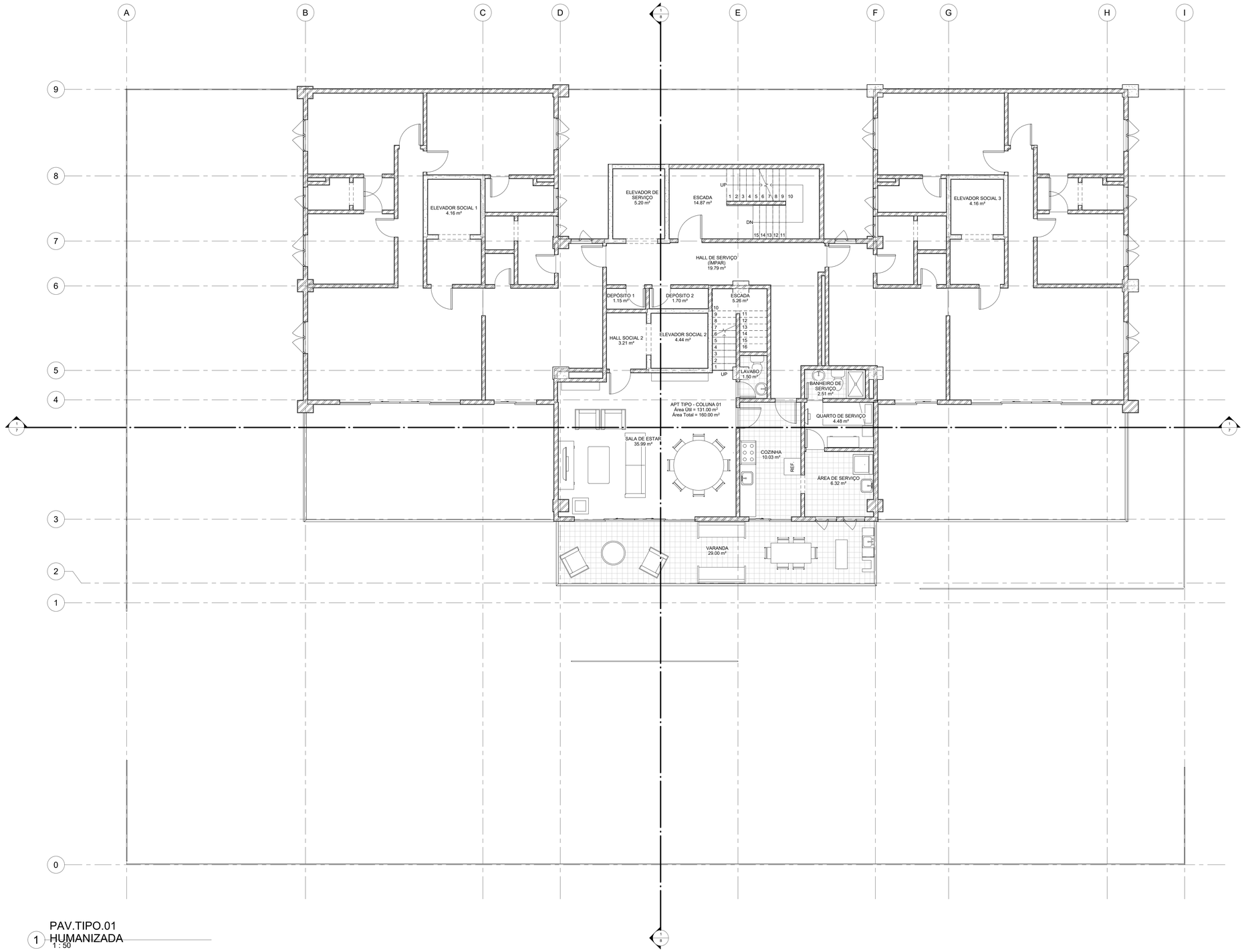
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: CORTE BB

Prancha: 8

Escala 1 : 75

27/04/2020 17:46:27



PAV.TIPO.01
1 HUMANIZADA
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

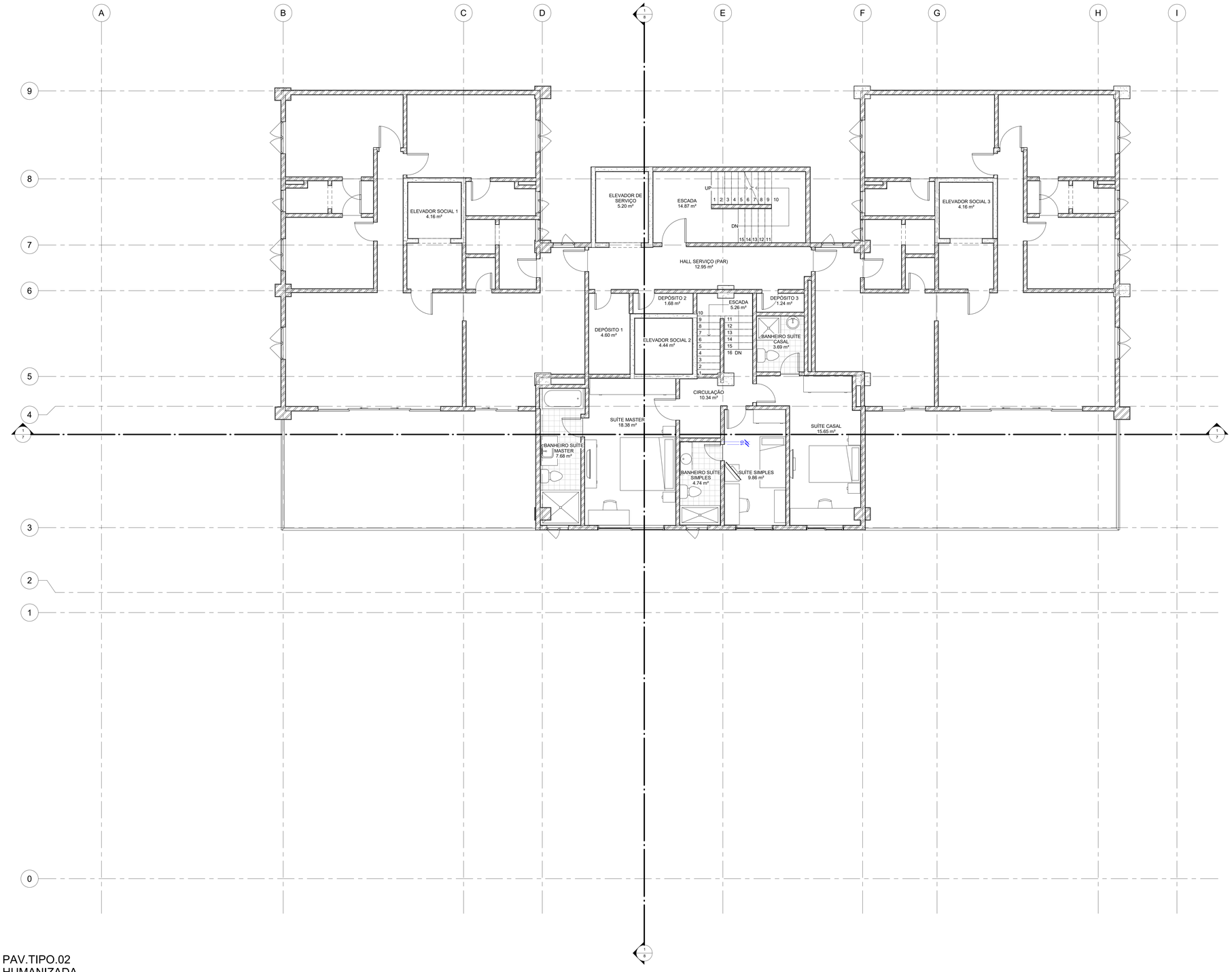
Orientador(a): Checker

Título do Desenho: PLANTA HUMANIZADA 1

Prancha: 9

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:46:48



1 PAV.TIPO.02 HUMANIZADA
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

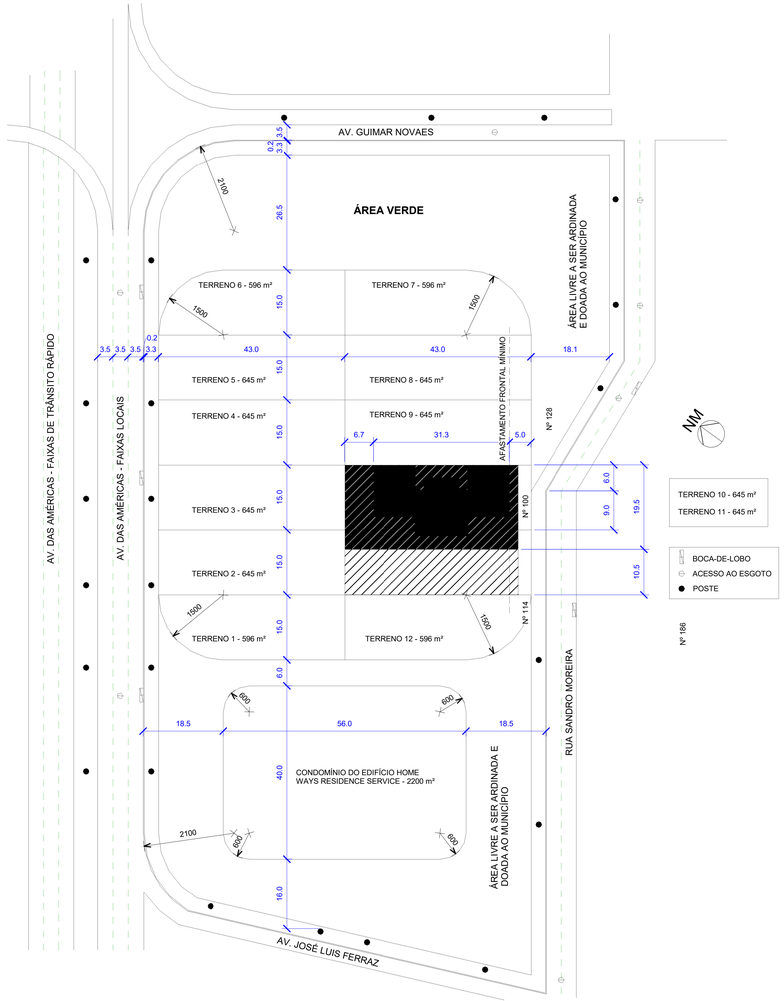
Orientador(a): Verificador

Título do Desenho: PLANTA HUMANIZADA 2

Prancha: 10

Escala 1 : 50

27/04/2020 17:47:02



1 SITUAÇÃO
1 : 500

MEMÓRIA DESCRITIVA:

1. **AREA DO LOTE:** 1200,00 m² (PAL 34.291)
2. **REFERÊNCIA DE NIVEL LOCAL (M):** + 6,20 - RUA SANDRO MOREIRA | + 3,20 - AV. DAS AMÉRICAS
3. **COTA DA SOLEIRA DA EDIFICAÇÃO (M):** +5,90
4. **NÚMERO DE PAVIMENTOS:** 11 PAVIMENTOS ACIMA DO NÍVEL DO TERRENO (1 PUC + 10 PAVIMENTOS TIPO + COBERTURA) + 1 EMBASAMENTO
5. **ÁREA TOTAL EDIFICADA (ATE):** PERMITIDA: 4800,00 m² / PROJETADA: 4554,00 M²
6. **AFASTAMENTOS FRONTAIS MÍNIMOS:** PERMITIDOS: 5,00 M / PROJETADOS: 5,00 M (TESTADA RUA SANDRO MOREIRA)
7. **AFASTAMENTOS DAS DIVISAS:** EDIFICAÇÃO NÃO AFASTADA DAS DIVISAS
8. **NÚMERO DE VAGAS:** EXIGIDAS: 25 VAGAS / PROJETADAS: 32 VAGAS, SENDO 15 NO SUBSOLO E 17 NO PUC
9. **NÚMERO DE UNIDADES:** 3 UNIDADES POR PAVIMENTO-TIPO 1 E 2 UNIDADES POR PAVIMENTO-TIPO 2, TOTALIZANDO 25 UNIDADES COM 100 COMPARTIMENTOS HABITÁVEIS
10. **RESERVATÓRIO DE ÁGUA:** RESERVATÓRIO SUPERIOR: 62,00 M³ / RESERVATÓRIO INFERIOR: 80,00 M³
11. **LIXO:** EXIGIDO: 22 CONTÊINERES DE 120 L / PROJETADO: 24 CONTÊINERES DE 120 L
12. **AREA LIVRE:** MÍNIMA: 25% / PROJETADA: 26,00%
13. **TAXA DE OCUPAÇÃO:** MÁXIMA: 75% - 900 m² / PROJETADA: 779,20 m²

QUADRO DE ÁREAS COMPUTÁVEIS		
IDENTIFICAÇÃO		ÁREA (m²)
PAV. TIPO 1º ANDAR	ÁREA COMUM	40
	ÁREA PRIVATIVA (SEM VARANDA)	271
	TOTAL	1555
PAV. TIPO 2º ANDAR	ÁREA COMUM	40
	ÁREA PRIVATIVA (SEM VARANDA)	272
	TOTAL	1560
COBERTURA	ÁREA COMUM	84
	TOTAL	84
	TOTAL SEM EMBASAMENTO	3199
TÉRREO/PUC	ÁREA COMUM	66,22
	ÁREA SALÃO	38,9
	ÁREA FUNCIONÁRIOS	4,8
	ESTACIONAMENTO	566
	DEPÓSITO DE LIXO	42
	ÁREA DE LAZER	53,6
	TOTAL	771,52
	TOTAL EMBASAMENTO	771,52

DIMENSÕES	LARGURA (m)	COMP. (m)	ÁREA (m²)
TERRENO	30	40	1200

TAXA DE OCUPAÇÃO		MÁXIMA	ADOTADA
EMBASAMENTO	TO	75%	74%
	Área (m²)	900	882
LÂMINA	TO	40%	32%
	Área (m²)	480	385

ÍNDICE DE APROV.		MÁXIMO	ADOTADO
EMBASAMENTO	IAT	1,2	0,64
	Área (m²)	1440	771,52
LÂMINA	IAT	4	2,67
	Área (m²)	4800	3199

ÁREAS GERAIS (m²)	
ÁREA LIVRE	318
COBERTURA	385
SUBSOLO	760
PISCINA	10,4
DEP. DE LIXO	27,8
TELHADO	374

ÁREAS VARANDAS (m²)		PAV. TIPO 1	PAV. TIPO 2	TOTAL
LATERAL	41	82	82	820
CENTRAL	29	29	0	145
SOMA		111	82	965

AUTODESK.
www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 11/04/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

Orientador(a): Checker

Título do Desenho: SITUAÇÃO

Prancha: 11

Escala 1 : 500

27/04/2020 17:35:44

ESCOLA POLITÉCNICA DA UFRJ

PROJETO DE ESTRUTURAS

Edifício Garden

Trabalho de Conclusão de Curso

Rafael Dainese Ravelli – DRE: 114125449

Felipe Bezerra Leite Schwartz– DRE: 112216870

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz Silva Filho

2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8
2. MEMORIAL DESCRITIVO 8
3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 8
4. MEMORIAL DE CÁLCULO 9
4.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — INTRODUÇÃO 9
4.2 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — VIGAS 12
4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — LAJES 13
4.4 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — PILAR 15
4.5 DIMENSIONAMENTO — VIGA 21
4.5.1 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL 23
4.5.2 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL 24
4.5.3 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DE SUSPENSÃO 27
4.5.4 DISTRIBUIÇÃO DA ARMADURA NA SEÇÃO 27
4.5.5 DISTRIBUIÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINALMENTE 28
4.5.6 DECALAGEM DO DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES 30
4.5.7 DESENHO TÉCNICO DO DETALHAMENTO DA ARMADURA 31
4.5.8 VERIFICAÇÃO DA FLECHA 31
4.6 DIMENSIONAMENTO - LAJE 32
4.6.1 CÁLCULO DO COBRIMENTO PARA LAJES 32
4.6.2 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL 33
4.6.3 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DE CISALHAMENTO 36
4.6.4 DETALHAMENTO DA ARMADURA DA LAJE 37
4.6.5 VERIFICAÇÃO DA FLECHA DA LAJE L6 37
4.6.6 VERIFICAÇÃO DA FLECHA DA LAJE L13 40
4.6.7 VERIFICAÇÃO DA FLECHA DA LAJE L6 e L13 A PARTIR DO ROBOT 2021 41

4.7 DIMENSIONAMENTO PILAR 42
4.7.1 DIMENSIONAMENTO PILAR - SEÇÃO 30x80 cm 42
4.7.2 ÍNDICES DE ESBELTEZ 42
4.7.3 λ_x 43
4.7.4 λ_y 43
4.7.5 MOMENTOS MÍNIMOS DE 1ª ORDEM 43
4.7.6 MOMENTOS DE ENGASTAMENTO A PARTIR DO SOFTWARE ROBOT 2021 43
4.8 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO X 44
4.8.1 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO Y 45
4.8.2 ÁREA DE ARMADURA NECESSÁRIA 45
4.8.3 VERIFICAÇÃO DA ARMADURA DIMENSIONADA 46
4.8.4 VERIFICAÇÃO DA FLEXÃO COMPOSTA OBLÍQUA 48
4.8.5 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL 49
4.9 DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL 50
4.9.1 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL 50
4.9.2 DIMENSIONAMENTO PILAR - SEÇÃO 19x50 cm 51
4.9.3 ÍNDICES DE ESBELTEZ 51
4.9.4 λ_x 52
4.9.5 λ_y 52
4.9.6 MOMENTOS MÍNIMOS DE 1ª ORDEM 53
4.9.7 MOMENTOS DE ENGASTAMENTO A PARTIR DO SOFTWARE ROBOT 2021 53
4.9.8 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL 54
4.9.9 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO X 54
4.9.10 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO Y 55
4.9.11 ÁREA DE ARMADURA NECESSÁRIA 55
4.9.12 VERIFICAÇÃO DA ARMADURA DIMENSIONADA 56

4.9.13 VERIFICAÇÃO DA FLEXÃO COMPOSTA OBLÍQUA 57
4.9.14 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL..... 58
4.9.15 DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL 59
4.9.16 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL..... 59
5. FUNDAÇÕES 60
5.1 DEFINIÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE CARGAS NA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA 60
5.2 DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS 61
5.3 MÉTODO DE DÉCOURT - QUARESMA (1996) 62
5.4 DIMENSIONAMENTO DA ESTACA HÉLICE 64
5.4.1 DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS LONGITUDINAIS E TRANVERSAIS66
5.4.2 DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL..... 67
5.4.3 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL..... 67
6. ANEXOS..... 68
7. BIBLIOGRAFIA..... 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Detalhe arquitetônico (REVIT2021) 10
Figura 2 - Pré-dimensionamento estrutural (ROBOT 2021)..... 10
Figura 3 - Aplicação de cargas de parede e revestimento (ROBOT 2021)..... 11
Figura 4 - Aplicação de cargas de uso e ocupação (ROBOT 2021)..... 11
Figura 5 – Modelo para análise do esforço compressivo nos pilares (ROBOT 2021) ... 17
Figura 6 - Posição inicial P1 em planta (ROBOT 2021) 20
Figura 7 - Posição final P1 em planta (ROBOT 2021)..... 21
Figura 8 - Diagramas de Momento fletor e Cortante para ELU na Viga 15, em kNm e kN respectivamente (ROBOT 2021) 22
Figura 9 - Diagramas de Momento fletor e Cortante para ELS na Viga 15, em kNm e kN 22
Figura 10 - Seções para análise de momentos e cortantess da Viga 15 (ROBOT 2021) 23
Figura 11 - Representação fora de escala dos efeitos da decalagem - desolocamento do gráfico de momentos fletores (ROBOT 2021) 31
Figura 12 - Deformada vertical máxima observada na Viga 15 (ROBOT 2021) 31
Figura 14 - Momentos fletores em relação ao eixo xx (ROBOT 2021) 34
Figura 15 - Momentos fletores em relação ao eixo yy (ROBOT 2021) 34
Figura 16 - deflexões verticais (flechas) das lajes L6 e L13 (ROBOT 2021)..... 41
Figura 17 – Momentos de engastamento do Pilar P28 no pavimento Subsolo para os eixos x e y, respectivamente (ROBOT 2021)..... 44
Figura 18 - Curva de interação Nd x Md na direção do eixo x (LEGENDA) 47
Figura 19 - Curva de interação Nd x Md na direção do eixo y 48
Figura 20 - Verificação da flexão composta oblíqua (OBLÍQUA) 49
Figura 21 - Proteção contra flambagem das barras longitunais. (NBR 6118:2014)..... 50
Figura 22 - Momentos de engastamento do Pilar P28 no pavimento Subsolo para os eixos x e y, respectivamente (ROBOT 2021)..... 54
Figura 238 - Verificação da flexão composta oblíqua 58
Figura 24 - Método Décourt-Quaresma - Capacidade de carga do solo (Ensaio SPT). . 64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Pré-dimensionamento das vigas 13
Tabela 2 - Dimensões das lajes L6 e L13 14
Tabela 3 - Resumo do pré-dimensionamento das lajes 15
Tabela 4 – Cargas de compressão nos pilares 18
Tabela 5 - Pré-dimensionamento dos pilares 19
Tabela 6 - Cálculo da armadura longitudinal 24
Tabela 7 - Esforço cortante solicitante (ROBOT 2021) 25
Tabela 8 - Número máximo de barras permitidas por camada 28
Tabela 9 - Comprimento de ancoragem básico para fck = 30 [MPa] e φ = 10 [mm] e 16 [mm]. (NBR 6118:2014) 29
Tabela 10 - Comprimentos de ancoragem mínima calculados 29
Tabela 11 - Comprimentos de ancoragem necessários calculados 30
Tabela 12 - Comprimentos de ancoragem adotados 30
Tabela 13 - Classes de agressividade ambiental (CAA). (NBR 6118:2014) 32
Tabela 14 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm. (NBR 6118:2014) 33
Tabela 15 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x 46
Tabela 16 - Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x 46
Tabela 17 - Tabela 15 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y 47
Tabela 18 - Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y 47
Tabela 19 - Armadura por camadas 50
Tabela 20 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x 56
Tabela 21 - Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x 56
Tabela 22 - Tabela 15 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y 56

Tabela 23 -Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y..... 57
Tabela 242 - Distribuição da armadura..... 59
Tabela 253 - Valores de α e β. (Décourt-Quaresma)..... 63
Tabela 264 - Valores de C. (Décourt-Quaresma)..... 63
Tabela 275 - Quantitativo de estacas hélices contínuas por pilar..... 65
Tabela 286 - Dimensionamento de bloco de coroamento. (Franki)..... 66

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o lançamento estrutural, o pré-dimensionamento das lajes, vigas e pilar para o EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, a ser edificado no Bairro Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da Cidade do Rio de Janeiro. Em seguida é apresentado o detalhamento de armadura de um elemento de viga, duas lajes (sem e com balanço) e um pilar dos constituintes.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5).

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de garagem, 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia compostas por 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia composta por 3 quartos (3 suítes).

A estrutura do empreendimento RECREIO GARDEN é de concreto armado e seus materiais componentes estão abaixo relacionados:

- Concreto C30: $f_{ck} = 30\ [MPa]$ para a supraestrutura;
- Concreto C20: $f_{ck} = 20\ [MPa]$ para a infraestrutura;
- Aço CA-50:$f_{yk} = 500\ [MPa]$.
- Rocha matriz da brita empregada: $\propto_E = 1{,}0$ (Granito e Gnaisse);

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base as seguintes normas brasileiras técnicas:

- NBR-6118 (2014) – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR-6120 (2019) – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR-6122 (2010) – Projeto e Execução de Fundações.

Também foram utilizadas como referência as notas de aula e apostilas dos professores Henrique Innecco Longo, Sérgio Hampshire de Carvalho Santos, José Luiz Couto de Souza e Júlio Jerônimo Holtz seguintes disciplinas:

- Fundamentos de Concreto Armado 1 e 2;
- Estruturas de Concreto Armado 1 e 2;
- Problemas Especiais em Fundações e Obras Subterrâneas;

- Complementos de Fundações.

Inicialmente, a estrutura do Edifício RECREIO GARDEN foi lançada de forma a manter vãos na faixa de 4 a 8 metros entre pilares, o que promove melhor distribuição de esforços nos elementos estruturais (lajes, vigas e pilares), evitando assim elementos com grande seção transversal (dimensões elevadas).

Além do mais, o vigamento foi concebido de forma a embutir o máximo possível na alvenaria as vigas. Quando não foi possível seguir essa lógica, preferiu-se encaminhar as vigas cruzando os cômodos de permanência transitória, cujo pé-direito exigido pelo COES: 2019 (Código de Obras e Edificações Simplificado) é de no mínimo 2,20 metros, enquanto o mínimo dos compartimentos de permanência prolongada é de 2,50 metros.

A escolha do tipo de fundação do empreendimento foi feita analisando a capacidade de carga da sondagem mais crítica do terreno. Optou-se pelo uso de fundações profundas escavadas, em especifico pelo uso de estacas hélice contínuas, dimensionadas segundo o método de Décourt-Quaresma (1996).

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — INTRODUÇÃO

O pré-dimensionamento foi feito a partir modelo gráfico produzido pelo software AUTODESK ROBOT 2021. Para tanto é inserida as dimensões arquitetônicas aprovadas previamente que podem ser consultadas na Figura 1. Para o detalhamento arquitetônico utilizou-se o software AUTODESK REVIT 2021 que trabalha em conjunto com o software de cálculo estrutural AUTODESK ROBOT 2021.

A modelagem computacional pôde ser observada na Figura 2, onde para critérios de pré-dimensionamento foram adotadas vigas com armadura, pilares com armadura genérica e lajes com armadura genérica. Foram consideradas a carga de peso própria genérica, cargas lineares de paredes de alvenaria definida na NBR 6120 de 2,25 kN/m², carga de revestimento de 1,00 kN/m² e cargas de uso e ocupação definidas também na NBR 6120 de 1,5 kN/m² para dormitórios e 2 kN/m² para dispensa, área de serviço e lavanderia.

Para a avaliação dos esforços nas vigas e nas lajes, a análise estrutural considerou apenas dois pavimentos. Adotou-se o método de isolar o estudo de vigas e lajes para um módulo de andar-tipo, constituido de dois pavimentos sucessivos, também possíveis de serem observados na Figura 2. Essa adoção exclui em primeiro momento a análise do prédio com todos os pavimentos. Para a análise dos esforços nos pilares, será apresentado a seguir uma segunda modelagem considerando todos os pavimentos.

As Figuras 3 e 4 mostram a aplicação das *Superimposed Dead Load*, sobrecargas das paredes e revestimento e *Live Load*, cargas de uso e ocupação, respectivamente.

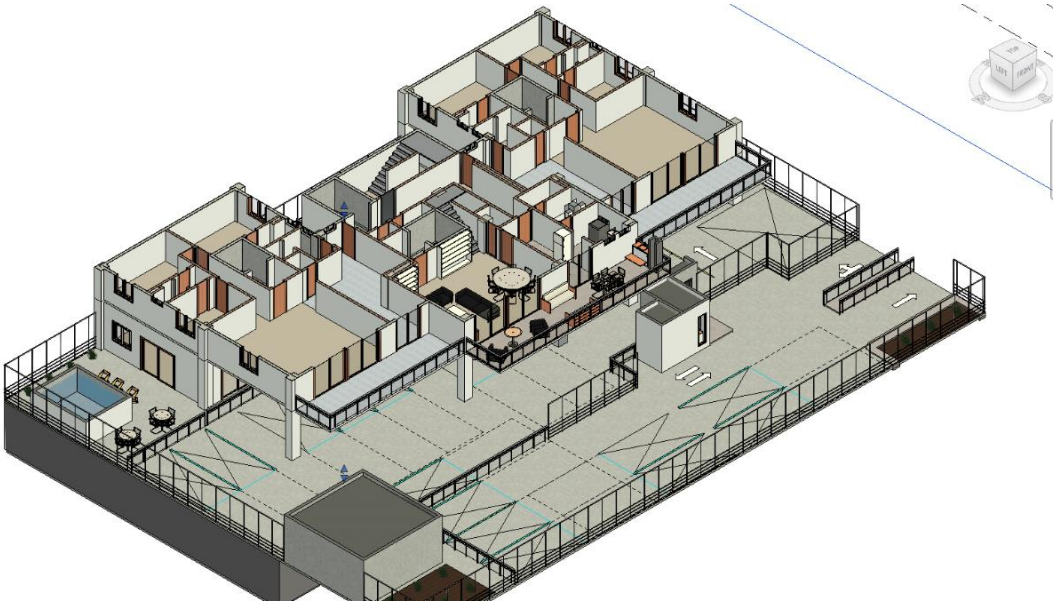


Figura 1 - Detalhe arquitetônico (REVIT2021)

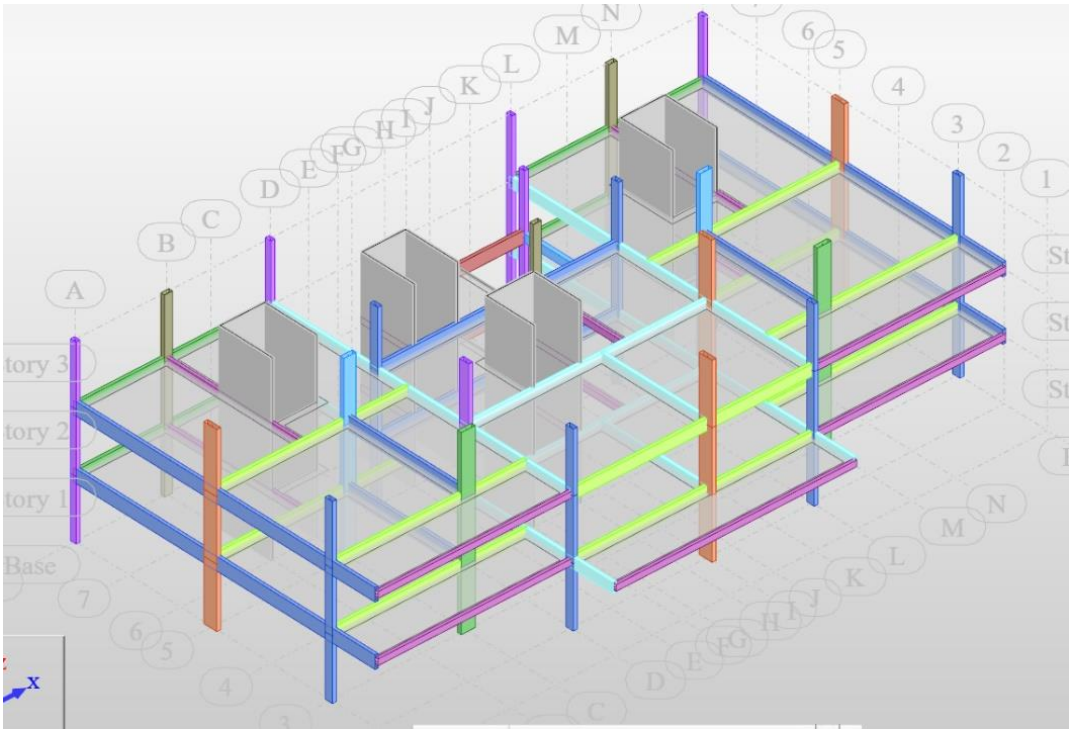


Figura 2 - Pré-dimensionamento estrutural (ROBOT 2021)

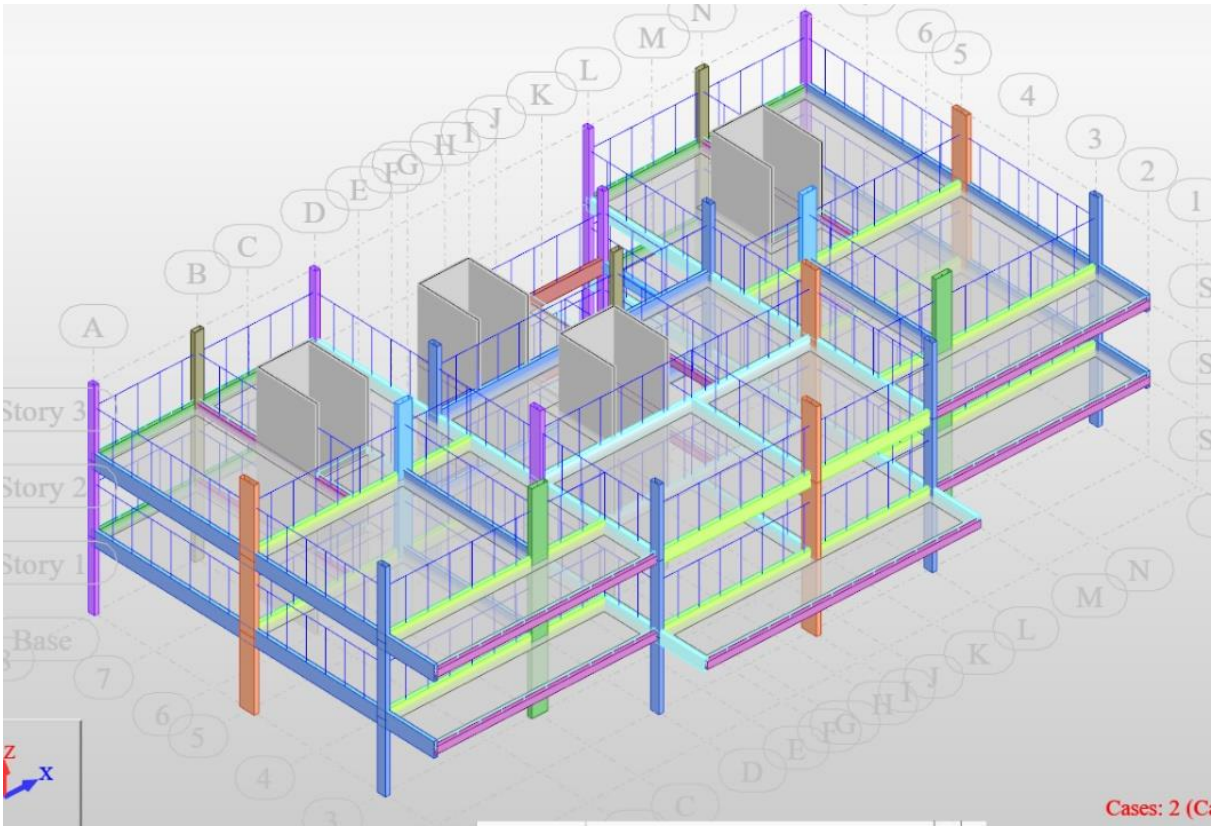


Figura 3 - Aplicação de cargas de parede e revestimento (ROBOT 2021)

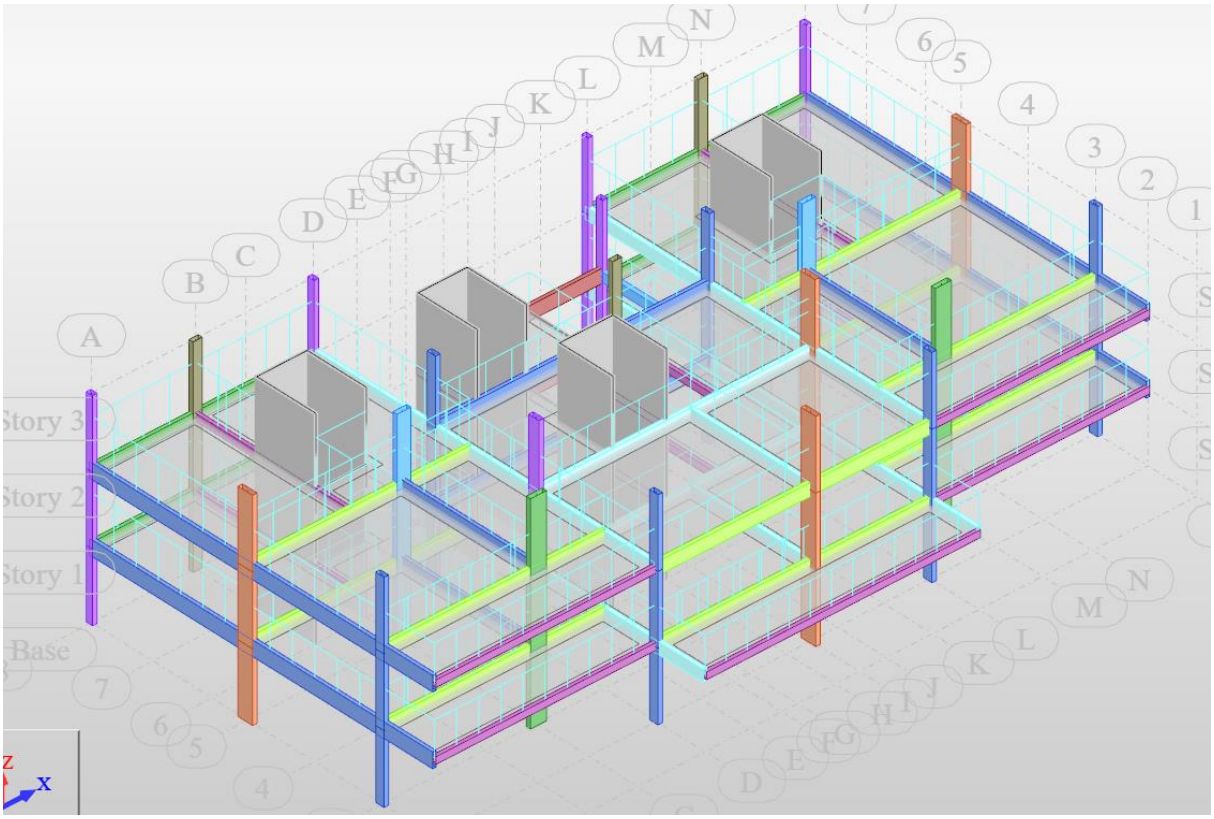


Figura 4 - Aplicação de cargas de uso e ocupação (ROBOT 2021)

A análise das cargas variáveis de vento foi desconsiderada para simplificar os cálculos.

A combinações de ações consideradas em Estado Limite Último (ELU) dadas pela NBR 6118 para combinações últimas normais em açoes desfavoráveis está representado a seguir:

$$F_d = 1{,}4 * F_g + 1{,}4 * F_q$$

A combinação de ações considerada no Estado Limite de Serviço (ELS) para verificação de deformação excessiva (ELS-DEF), foi a combinação quase permanente, indicada abaixo:

$$F_d = 1{,}0 * F_g + 0{,}3 * F_q$$

Onde F_g representa todas as ações permanentes diretas e F_q representa as ações variáveis diretas.

4.2 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — VIGAS

As vigas do modelo foram numeradas segundo parâmetros independentes pelo software AUTODESK ROBOT 2021 e podem ser observadas nas no Anexo 1. A altura das vigas foi pré-dimensionada considerando-se as seguintes relações:

$$h \cong \frac{l_{maior\ vão}}{10} \geq 30\ [cm]\ \ para\ vigas\ biapoiadas$$

$$h \cong \frac{l_{maior\ vão}}{12} \geq 30\ [cm]\ \ para\ vigas\ contínuas$$

O pré-dimensionamento das vigas está apresentado na Tabela 1. Foram considerados multiplos de 5 cm para a adoção das alturas devido à eficiência construtiva. com limite proposto de 65 cm. Para a largura das vigas, adotou-se 15 cm.

Tabela 1 - Pré-dimensionamento das vigas

VIGA (PAV ACESSO)	$l_{maior\ vão}$ (cm)	Altura adotada (cm)		VIGA (PAV SUPERIOR)	$l_{maior\ vão}$ (cm)	Altura adotada (cm)
16	745	65		15	745	65
15	250	30		14	250	30
17	330	30		16	330	30
18	645	65		17	645	65
19	575	50		18	575	50
20	250	30		---	--	--
21	250	30		19	250	30
22	280	30		20	280	30
23	510	50		21	510	50
24	320	30		22	320	30
25	250	30		23	250	30
27	575	50		24	575	50
26	250	30		--	--	--
28	645	65		25	645	65
29	330	30		26	330	30
31	745	65		28	745	65
30	250	30		27	250	30
1	450	40		1	450	40
2	450	40		2	450	40
3	590	60		3	590	60
4	780	65		4	780	65
5	670	55		5	670	55
6	210	30		6	210	30
7	670	55		7	670	55
8	620	50		8	620	50
9	670	55		9	670	55
10	670	55		10	670	55
11	Varanda	30		11	Varanda	30
13	Varanda	30		13	Varanda	30
12	675	55		12	675	55
14	Varanda	30		-	-	-

4.3 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — LAJES

O Anexo 1 apresenta a numeração das lajes do primeiro pavimento do módulo-tipo, considerado mais esforçado que o segundo pavimento dado à laje adicional da varanda do apartamento duplex.

O pré-dimensionamento das lajes foi feito a partir do elementos estrutural mais solicitados da edificação, neste caso sendo avaliado pela laje com maiores vãos. A laje do pavimento-tipo que melhor se adequa à proposta é a L6. Para o dimensionamento da laje em balanço, foi feito um cálculo em separado a seguir. Neste exemplo optou-se pela L13.

A Tabela 2 apresente as dimensões das lajes consideradas, assim como a razão entre o maior e menor vão, respectivamente lx e ly.

Tabela 2 - Dimensões das lajes L6 e L13

Laje	lx (m)	ly (m)	ly/lx
L6	6,75	5,11	1,32
L13	9,45	2,50	3,78

Como a razão ly/lx da laje L6 é menor que 2, tem-se que ela é armada em 2 direções.

Para a laje L13, a razão ly/lx é maior que 2, tem-se que ela é armada em 1 direção.

LONGO (2019) sugere que a espessura das lajes armadas em 2 direções e sem bordos livre respeite a seguinte relação:

$$h \cong \frac{l_{menor\ vão}}{40} \geq 8cm$$

$$h_{L6} = \frac{5{,}11}{40} = 0{,}127 = 0{,}13\ m = 13\ cm$$

$$h_{L13} = \frac{2{,}50}{40} = 6{,}25\ cm \rightarrow\ h_{L13} = 8\ cm$$

De acordo a NBR-6118 (2014), as espessuras mínimas das lajes maciças de concreto armado são:

• 7 cm para lajes de cobertura não em balanço;

• 8 cm para lajes de piso não em balanço;

• 10 cm para lajes em balanço;

• 10 cm para lajes que suportem veículos de peso total menor ou igual a 30 kN

• 12 cm para lajes que suportem veículos de peso total maior que 30 kN;

Assim, o pré-dimensionamento da laje L6 está adequado e o pré-dimensionamento da laje L13 deve ter espessura mínima de 10 cm, embora tenha sido optado por 12 cm.

Para o pré-dimensionamento da lajes, a modelagem do software ROBOT 2021 considerou o mesmo estudo para definir a respectiva espessura. Todas as lajes pertencentes aos pavimentos-módulo estão apresentadas na Tabela 3. A espessura máxima das lajes foi definida em 13 cm.

Tabela 3 - Resumo do pré-dimensionamento das lajes

LAJE (PAV ACESSO)	$l_{menor\ vão}$ (cm)	Altura adotada (cm)		LAJE (PAV SUPERIOR)	$l_{maior\ vão}$ (cm)	Altura adotada (cm)
1	460	12		1	460	12
2	500	12		2	500	12
6	670	13		6	670	13
7	280	8		7	280	8
13	Balanço	12		13	Balanço	12
8	490	12		8	490	12
3	280	8		3	280	8
9	200	8		9	200	8
10	410	12		10	410	12
14	570	13		14	570	13
15	530	13		15	530	13
17	Balanço	12		-	-	-
4	500	12		4	500	12
5	460	12		5	460	12
11	280	8		11	280	8
12	670	13		12	670	13
16	Balanço	12		16	Balanço	12

4.4 PRÉ-DIMENSIONAMENTO — PILAR

Para o pré-dimensionamento dos pilares, foram determinadas para cada pavimento as áreas de influência e assim determinadas as cargas de compressão atuantes em cada um dos pilares do edifício. Estas áreas são determinadas por linhas entre os vãos vizinhos do pilar considerado, sendo que:

- Linhas traçadas a 60% do vão do pilar interno e externo, mais afastada do interno;
- Linhas traçadas a 50% do vão entre dois pilares internos.

O Anexo 1 dispõe a localização dos pilares em relação ao modelo.

Os valores das cargas nos pilares são aproximadas, uma vez que a transferência de esforços para o pilar em questão pode levar em conta o efeito de carregamentos fora da sua área de influência. Sendo assim, cada pilar recebe, por andar, as seguintes cargas de compressão, segundo o método das áreas de influência, apresentadas na Tabela 4. O procedimento de análise dos valores pré-dimensionados inseridos no softwares foram feitos primeiramente a partir das medidas encontradas pelo método de carga por Área de Influência, os valores depois são ajustados com as cargas a partir do software.

A consideração foi feita em relação ao pavimento-tipo 9 e não ao décimo, devido à carga excedente devido à varanda.

Simbolicamente, equaciona-se as cargas atuantes na laje conforme se segue:

$$p = \sum g_i + q + \epsilon$$

Onde g_i representa a carga permanente devido a própria laje ($i = p$), ao seu revestimento ($i = r$) e à alvenaria sobreposta ($i = a$). A parcela 'q' refere-se a carga variável e $'\epsilon'$ à carga devida a deformações próprias e impostas (esta última não foi considerada nesta análise). Sendo assim, com base na *Tabela 1 – Peso especifico dos materiais de construção* (NBR-6120: 1980), determina-se:

Peso próprio da laje:

$$g_{p\,L6} = (h_{adotado} = 0{,}12\ [m]) * 25\ \left[{kN}/{m^3}\right] = 3{,}00\ \left[{kN}/{m^2}\right];$$

Peso próprio do revestimento — Cerâmico:

$$g_{r_{cerâmico}} = 1{,}0\ [{kN}/{m^2}];$$

Peso próprio das paredes:

$$g_{r_{paredes}} = 3{,}0\ [{kN}/{m^2}];$$

Peso próprio das vigas e pilares:

$$g_{r_{paredes}} = 1{,}0\ [{kN}/{m^2}];$$

Sobrecarga — dispensa, área de serviço e lavanderia:

$$q = 1{,}5\ a\ 2{,}0\ \left[{kN}/{m^2}\right];$$

Total de cargas nesta análise:

$$p = 10\left[{kN}/{m^2}\right]$$

Também na Tabela 4 estão apresentados os resultados observados no softawe AUTODESK ROBOT 2021, estes serão utilizados nas análises subsequentes. A convenção de sinais para esforços compressivos do software é positiva.

A Figura 5 mostra o modelo com todos os andares existentes para análise e determinação das cargas de compressão atuantes nos pilares.

A partir do pré-dimensionamento por Áreas de Influência, pôde-se chegar aos valores a serem aplicados no software AUTODESK ROBOT 2021. Foi um processo interativo que envolveu a análise das cargas.

Para o pré-dimensionamento dos pilares foi considerada a estimativa de carga total na base dos pilares que chegarão ao subsolos, apresentadas na Tabela 4. Nota-se que o pilar P28 é o mais carregado para o caso de cargas avaliadas por áreas de influência, com 3320 [kN] de carga de compressão.

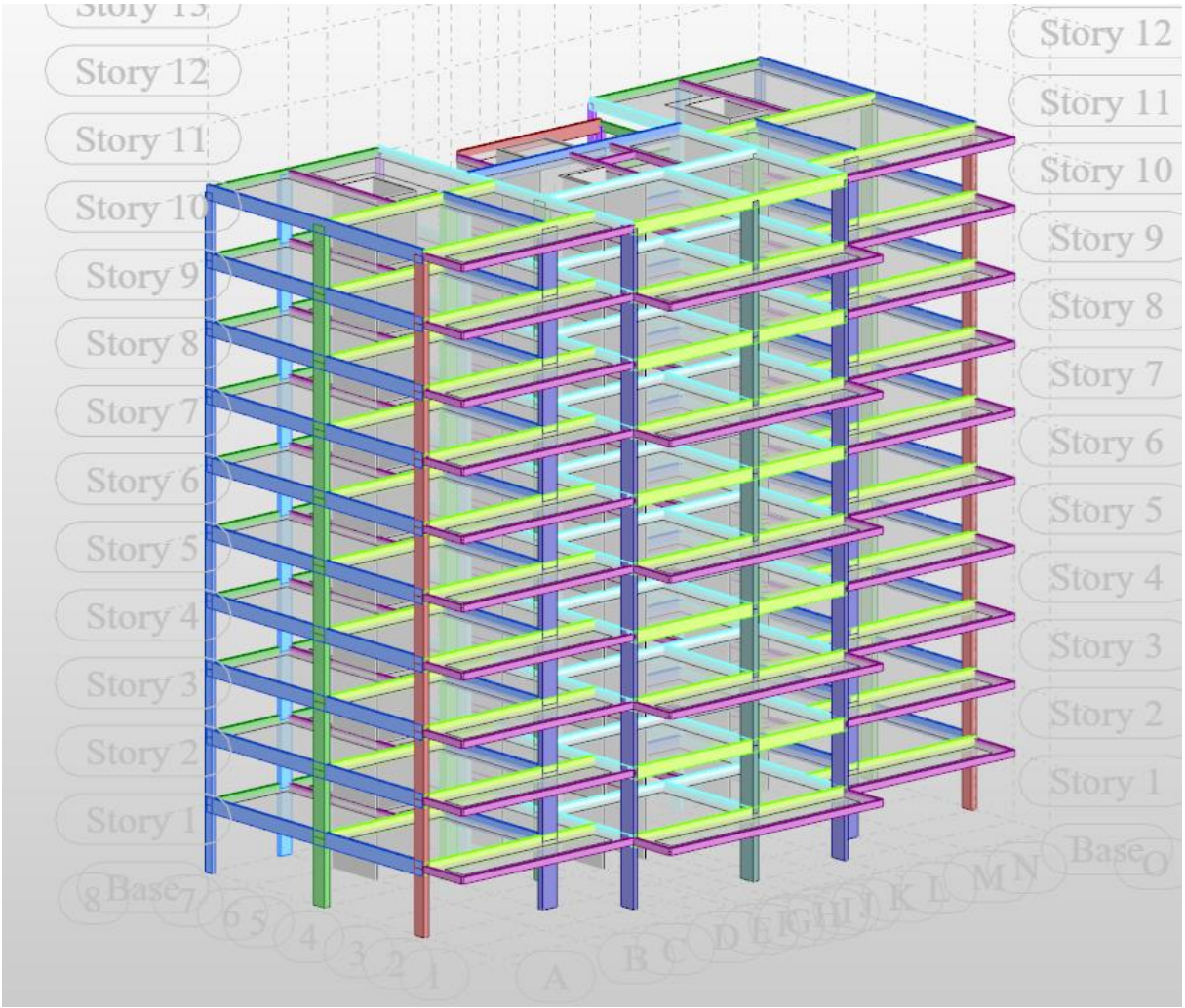


Figura 5 – Modelo para análise do esforço compressivo nos pilares (ROBOT 2021)

Tabela 4 – Cargas de compressão de cálculo nos pilares

		9º Pavimento-tipo		Pavimento de Subsolo	
Pilar	Área de influência (m^2)	Carga por Área de Influência (kN)	Carga a partir do Software (kN)	Carga por Área de Influência (kN)	Carga a partir do Software (kN)
P2	8,4	84	127	840	776
P3	18,0	180	156	1800	801
P4	9,5	95	95	950	532
P5	9,5	95	92	950	521
P6	18,0	180	142	1800	795
P7	8,4	84	119	840	772
P9	5,0	50	18	500	200
P10	3,9	39	160	390	799
P11	4,0	40	195	400	982
P12	3,9	39	189	390	1115
P14	31,5	315	317	3150	2129
P15	28,2	282	334	2820	2057
P16	28,2	282	317	2820	2086
P17	31,5	315	317	3150	2135
P19	16,5	165	277	1650	1998
P20	16,5	165	380	1650	2534
P22	26,3	263	263	2630	2088
P23	24,7	247	417	2470	3079
P24	24,7	247	409	2470	3060
P25	26,3	263	265	2630	2100
P27	24,9	249	212	2490	1976
P28	33,2	332	320	3320	2853
P29	24,9	249	189	2490	1779
	TOTAL	**4260**	**5310**	**42600**	**37167**

LONGO (2019) sugere que, para pilares com concreto C30, aço CA-50, taxa de armadura igual a 2% e altura da seção transversal mínima igual a 30 [cm], a sua área de concreto pode ser aproximada por:

$$A_c[m^2] \cong \frac{N_{TOTAL}[kN]}{15000}$$

Logo, para o pilar mais esforçado observado nas duas análises teremos:

$$A_c = \frac{3320}{15000} = 0{,}22\ [m^2] \rightarrow A_c = 2200\ [cm^2]$$

Considerando que as exigências dimensionais de pilares, tem-se:

$$a \geq 20\ [cm]\ e\ b \geq a$$

$$a = 30\ [cm]\ e\ b = 80\ [cm] \rightarrow A_c = 2400\ [cm^2]$$

O mesmo procedimento foi executado para os outros pilares e o resultado encontra-se nas Tabela 6. Foram considerados multiplos de 10 cm para as alturas dos pilares. Pilares acima de 1700 kN liveram a sua largura definidas por 30 cm.

Tabela 5 - Pré-dimensionamento dos pilares

PILAR	MEDIDAS POR ÁREA DE INFLUÊNCIA (cm)	MEDIDAS PELO SOFTWARE (cm)
P2	20 X 30	20 X 40
P3	20 X 60	20 X 60
P4	20 X 30	20 X 30
P5	20 X 30	20 X 30
P6	20 X 60	20 X 60
P7	20 X 30	20 X 40
P9	20 X 30	20 X 30
P10	20 X 30	20 X 60
P11	20 X 30	20 X 60
P12	20 X 30	20 X 60
P14	30 X 70	30 X 70
P15	30 X 70	30 X 70
P16	30 X 70	30 X 70

P17	30 X 70	30 X 70
P19	20 X 60	30 X 70
P20	20 X 60	30 X 70
P22	30 X 60	30 X 60
P23	20 X 80	30 X 80
P24	20 X 80	30 X 80
P25	30 X 60	30 X 60
P27	20 X 80	20 X 80
P28	30 X 80	30 X 80
P29	20 X 80	20 X 80

Para que a modelagem da estrutura represente a situação real de contato entre os pilares e vigas, foram aplicados *offsets* nos pilares para correção do seu posicionamento. As Figuras 10 e 11 mostram o método sendo executado no P1. O procedimento consta no descolamento horizontal de 2,5 cm e deslocamento vertical -7,5 cm; tais valores estão relacionados ao eixo global. O procedimento foi repetido para os demais pilares de modo a compatibilizar com a arquitetura.

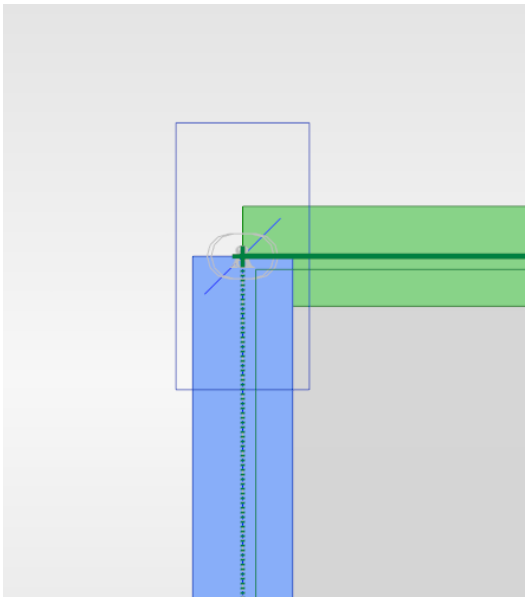


Figura 6 - Posição inicial P1 em planta (ROBOT 2021)

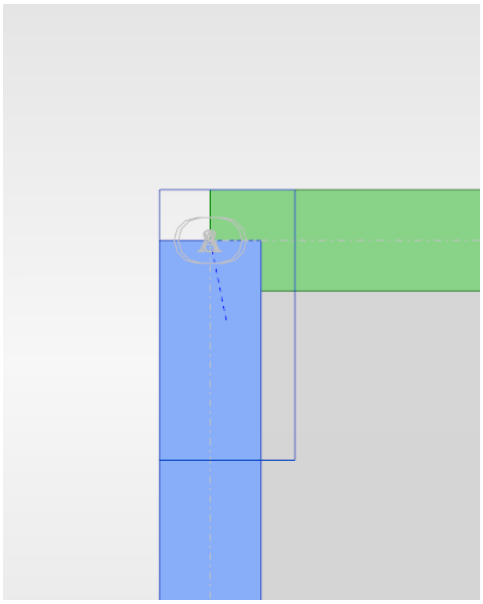


Figura 7 - Posição final P1 em planta (ROBOT 2021)

4.5 DIMENSIONAMENTO — VIGA

Tendo os parâmetros aplicados, os resultados podem ser observados para cada uma das barra. O procedimento de dimensionamento das vigas será executado para uma viga escolhida arbitrariemente (Viga 211). Para o dimensionamento de armaduras, serão necessários os valores de Momento Fletor em relação ao eixo de maior inércia e os valores de Cortantes máximos. O software AUTODESK ROBOT 2021 disponibiliza essas informações que estão expressas nas Figuras 8 e 9 para a Viga 15.

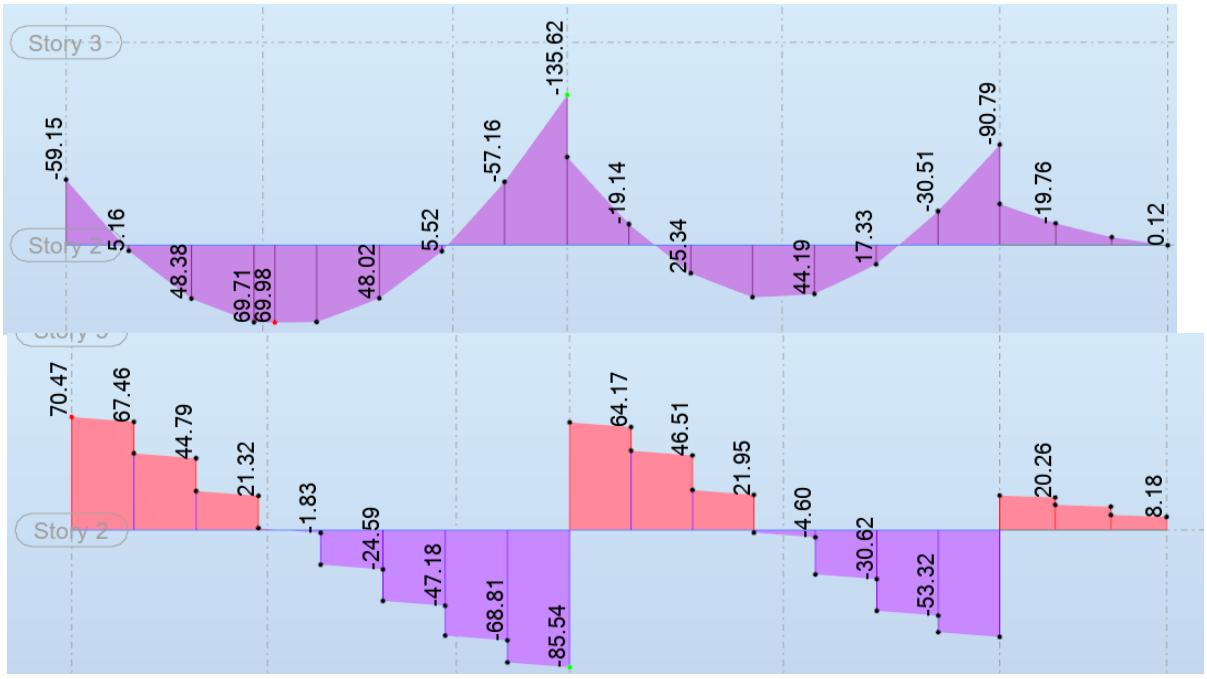


Figura 8 - Diagramas de Momento fletor e Cortante para ELU na Viga 15, em kNm e kN respectivamente (ROBOT 2021)

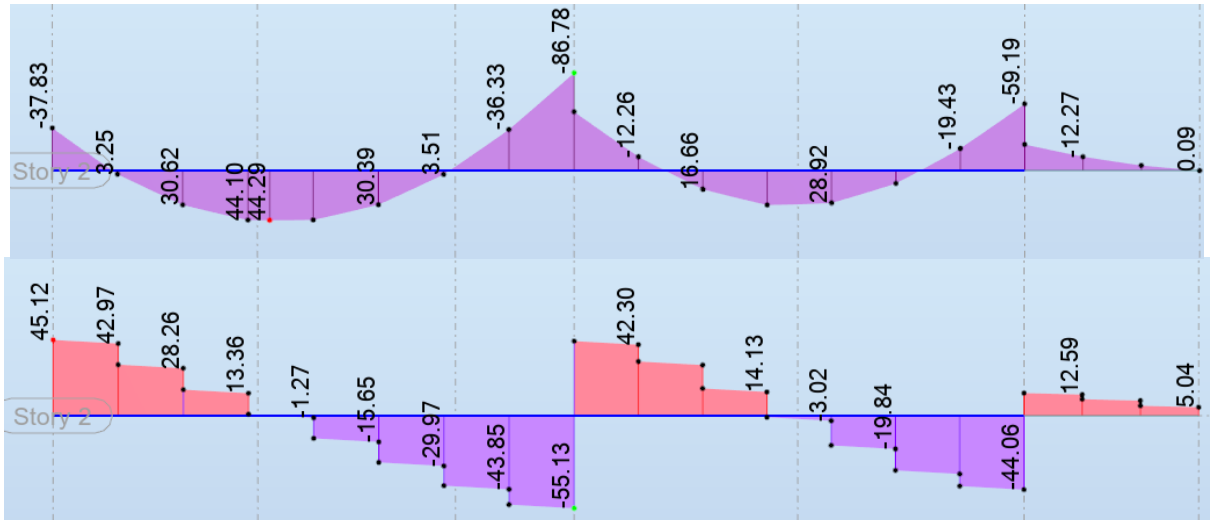


Figura 9 - Diagramas de Momento fletor e Cortante para ELS na Viga 15, em kNm e kN respectivamente (ROBOT 2021)

4.5.1 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL

O dimensionamento de armadura longitudinal é feito nas seções onde ocorrem os esforços máximos. A seguir apresenta-se o dimensionamento da Viga 15 e Viga 16 no ELU, respeitando as áreas mínimas e máxima de armadura negativa e positiva determinada pela NBR-6118 (2014). Para concreto C30:

$$A_{s\,min} = 0{,}15\% * (b = 15\ cm) * (h = 65\ cm) = 1{,}46\ cm^2$$

$A_{s\,max} \leq 4\% * A_c$, fora da zona de emendas, onde A_C é a área bruta de concreto da seção.

$$A_{s\,max} \leq 4\% * A_c \leq 4\% * 975\ cm^2 \leq 39 cm^2$$

As seções analisadas da Viga 15 e Viga 16 estão apresentadas na Figura 10.

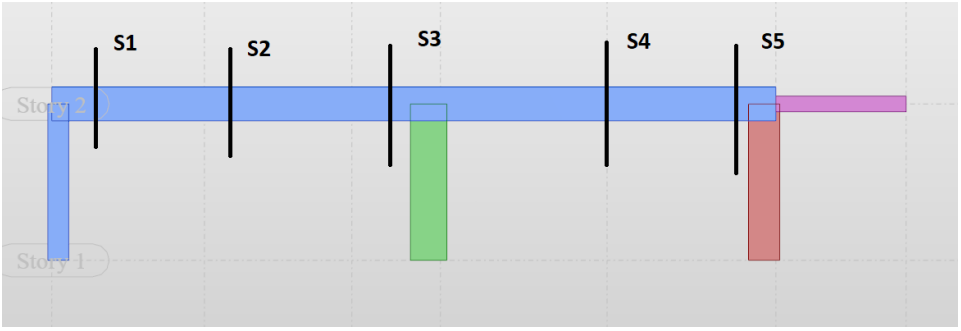


Figura 10 - Seções para análise de momentos e cortantess da Viga 15 (ROBOT 2021)

Análise da seção 1 (S1), a partir da Tabela de Dimensionamento à Flexão Simples (HAMPSHIRE,2013):

$$k_{md} = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{-59{,}15\ [kNm]}{0{,}15\ [m] * (0{,}65 - 0{,}05)^2\ [m^2] * \left(\frac{30.000}{1{,}4}\right)[kPa]} = 0{,}051$$

$$k_{mdMAX} = 0{,}251$$

$$k_{md} < k_{mdMAX} \rightarrow Armadura\ de\ compressão\ desnecessária!$$

Logo, a área da armadura de tração exigida dependerá dos parâmetros:

- $\lambda = 0{,}8$, para concretos com $f_{ck} < 50MPa$
- $\alpha_c = 0{,}85$, para concretos com $f_{ck} < 50MPa$
- k_x e k_z

$$k_x = \frac{1 - \sqrt{1 - 2k_{md}/\alpha_c}}{\lambda} = \frac{1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}051/0{,}85}}{0{,}8} = 0{,}078$$

$$k_z = 1 - 0{,}5 * \lambda * k_x = 1 - 0{,}5 * 0{,}8 * 0{,}078 = 0{,}97$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z * d * f_{yd}} = \frac{59{,}15\ [kNm]}{0{,}97 * 0{,}60\ [m] * \left(\frac{50}{1{,}15}\right)[kN/cm^2]} = 2.33\ cm^2 > A_{s\,min}$$

Adotando barras de bitola $\varphi = 12{,}5\ [mm]$, cuja seção tem $área_{\varphi} = 1{,}25\ [cm^2]$, tem-se:

$$A_s \rightarrow n°\ de\ barras = \frac{2{,}33\ [cm^2]}{1{,}25\ [cm^2]} = \rightarrow 2\emptyset 12{,}5\ [mm] \therefore A_{s,ef} = 2{,}50\ [cm^2]$$

Foi adotado um nº de barras par.

A taxa de armadura da seção equivale a:

$$\rho_{A_s} = \frac{A_{s,ef}}{A - (A_{s,ef})} = \frac{2{,}5}{975 - 2{,}5} = 0{,}40\% < 4\% \rightarrow Norma\ atendida!$$

Seguindo o mesmo procedimento, teremos para as próximas seções S2, S3, S4 e S5 os resultados apresentados na Tabela 5.

Tabela 6 - Cálculo da armadura longitudinal

Seção	Md (kN.m)	Kmd	As (cm²)	Número de barras	Asef (cm²)	Taxa de Armadura	Asmin (cm²)
S2	69,9	0,060	2,78	4Ø10,0	3,14	0,32% - ok	1,46
S3	135,6	0,117	5,61	6Ø12,5	7,50	1,13% - ok	1,46
S4	44,19	0,040	1,84	4Ø10,0	3,14	0,32% - ok	1,46
S5	90,79	0,078	3,65	4Ø12,5	5,00	0,84% - ok	1,46

4.5.2 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL

A resistência da viga ao esforço cortante em uma determinada seção transversal deve ser considerada satisfatória quando verificadas simultaneamente as seguintes condições:

- $V_{Sd} \leq V_{Rd2}$, para evitar a ruptura do concreto à compressão;
- $V_{Sd} \leq V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$, para evitar a ruptura do concreto por tração.

Onde:

V_{Rd2}: força cortante resistente de cálculo, relativa à ruína das diagonais comprimidas do concreto;

V_{Rd3}: força cortante resistente de cálculo, relativa à ruina por tração da diagonal.

V_{Sd}: força cortante solicitante de cálculo, observada nas seções consideradas pelo software AUTODESK ROBOT 2021.

A Tabela 7 apresenta os esforços cortantes para a Viga 15 considerada:

Tabela 7 - Esforço cortante solicitante (ROBOT 2021)

Seção	V_{Sd} (kN)
S1	70,5
S2	0,37
S3	-85,5
S4	3,00
S5	-53,3

Para o Modelo de Cálculo I (diagonais de compressão inclinadas de $\theta = 45°$ e $V_c = constante$), teremos:

Verificação da compressão diagonal do concreto:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = 0{,}27 * \alpha_{v2} * f_{cd} * b_w * d \text{ , onde } \alpha_{v2} = 1 - \frac{f_{ck}\,[MPa]}{250}$$

Logo:

$$\alpha_{v2} = 1 - \frac{30\,[MPa]}{250} = 0{,}88$$

$$V_{Rd2} = 0{,}27 * 0{,}88 * \frac{30000}{1{,}4}\,[kPa] * (0{,}15)[m] * (0{,}65 - 0{,}05)\,[m] = 496{,}4\,kN$$

Logo está confirmado que $V_{Sd} \leq V_{Rd2}$

Cálculo da armadura transversal:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd3} = V_c + V_{sw}$$

Para $\theta = 45°$ e $\alpha = 90°$, temos:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Sd} - V_c}{0{,}9 * d * f_{ywd}}$$

Onde:

$V_c = 0{,}6 * f_{ctd} * b_w * d$ — na flexão simples,

$f_{ctd} = 0{,}15 f_{ck}^{2/3}\,[MPa]$ — corresponde a resistência à tração do concreto

$f_{ywd} = f_{yd} \leq 435\,[MPa]$ — no caso de estribos

Sendo assim:

$$f_{ctd} = 0{,}15 * 30^{\frac{2}{3}}\,[MPa] = 1{,}45\,[MPa] = 1450\,kPa$$

$$V_c = 0{,}6 * 1450\,[kPa] * 0{,}15\,[m] * (0{,}65 - 0{,}05)\,[m] = 84{,}82\,kN$$

Verificação da taxa de armadura transversal mínima:

$$\rho_{wmín_{\%}} = 0{,}2\,\frac{f_{ctm}}{f_{ywk}}$$

$$\frac{A_{sw\,mín}}{s} = \rho_{wmín_{\%}}\, b_w$$

Onde: $f_{ctm} = 0{,}30 f_{ck}^{2/3}$[MPa] corresponde à resistência média à tração do concreto, $f_{ywk} = f_{yk} = 500\ MPa$ e 1 $[cm] = 100\ [^{cm^2}/_{m}]$. Sendo assim:

$$f_{ctm} = 0{,}30 * 30^{\frac{2}{3}}\ [MPa] = 2{,}90\ MPa$$

$$\rho_{wmín_{\%}} = 0{,}2 * \frac{2{,}90}{500} = 0{,}116\%$$

$$\frac{A_{sw\,mín}}{s} = 0{,}116\% * 15\ [cm] = 1{,}74\ [\frac{cm^2}{m}]$$

Segundo a NBR 6118:2014, em seu item 18.3.3.2, o espaçamento máximo dos estribos deve respeitar a seguinte relação:

- Se $V_{Sd} \leq 0{,}67 * V_{Rd2}$:

$$s_{máx} = 0{,}6 * d \leq 30cm \rightarrow s_{máx} = 0{,}6 * (0{,}65 - 0{,}05)\ [m] = 0{,}36\ [m] \rightarrow s_{máx} = 30\ [cm]$$

Essa é a situação da Viga 15 em estudo uma vez que:

$$\mathrm{V_{Sd}} \leq 0{,}67 * \mathrm{V_{Rd2}} \rightarrow 85{,}5 \leq 0{,}67 * 496{,}4 = 332{,}6\ kN$$

Considerando 2 ramos para cada estribo com bitola $\varphi = 8{,}0\ [mm]$, cuja seção tem $área_{\varphi=8{,}0mm} = 0{,}503\ [cm^2]$, o dimensionamento da armadura mínima resulta em:

$$\frac{A_{sw\,mín}}{s} = 1{,}74\ \left[\frac{cm^2}{m}\right] = \frac{A_{sw\,mín}}{2 * s} = 0{,}87\ \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

$$n°\ de\ barras = \frac{0{,}87}{0{,}503} = 1{,}73 = 2\ [^{barras}/_{m}]$$

$$s = \frac{100\ [cm]}{2} = 50\ [cm] > s_{máx} = 30\ [cm] \rightarrow Adotar\ s_{máx} = 30\ cm$$

Logo a armadura transversal mínima é $\boldsymbol{\emptyset 8, 0c.30}$

Verificação do cortante mínimo:

$$\frac{A_{sw\,mín}}{s} = \frac{1{,}4 * V_{Sk\,mín} - V_c}{0{,}9 * d * f_{ywd}} \rightarrow V_{Sk\,mín} = (\frac{A_{sw\,mín} * (0{,}9 * d * f_{ywd})}{s} + V_c)/1{,}4$$

$$V_{Sk\,mín} = \left(\{1{,}74\ \left[^{cm^2}/_{m}\right] * 0{,}9 * (0{,}65 - 0{,}05)\ [m] * \left(\frac{50}{1{,}15}\right)\left[^{kN}/_{cm^2}\right]\} + 84{,}8\ [kN]\right)/1{,}4$$

$$V_{Sk\,mín} = 89{,}2\ [kN]$$

Logo, prosseguiu-se com o cálculo da armadura transversal para os cortantes localizados nos apoios da Viga 15 e nos pontos de descontinuidade em seus vãos livres.

Para a Viga 15, nenhuma seção apresenta valores maiores que $V_{Sk\ mín}$

Temos:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Sd} - V_c}{0{,}9 * d * f_{ywd}} \rightarrow \frac{85{,}5 - 84{,}8}{0{,}9 * (0{,}65 - 0{,}05)\ [m] * \left(\frac{50}{1{,}15}\right) \left[{kN}/{cm^2}\right]} = 0{,}03 \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

$$< 0{,}87 \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

Logo será necessária apenas a armadura transversal mínima de $\emptyset \mathbf{8{,}0} \boldsymbol{c.30}$

4.5.3 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DE SUSPENSÃO

A região da Viga 15 e Viga 16 não suporta nenhuma viga fora de seus encontros com pilares, portanto não é necessário o cálculo de armaduras de suspensão.

4.5.4 DISTRIBUIÇÃO DA ARMADURA NA SEÇÃO

Em seu item 18.3.2.2, a NBR 6118:2014 discorre sobre os espaçamentos verticais e horizontais entra as faces das barras longitudinais, medidos no plano da seção transversal, devendo ser no mínimo o maior dos valores que seguem:

a) na direção horizontal (a_h):

- 20 [mm];
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
- 1,2 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo;

b) na direção vertical (a_v):

- 20 [mm];
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
- 0,5 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo.

O espaçamento horizontal para uma dada seção respeita o seguinte equacionamento:

$$e_h = \frac{b - n * \emptyset - 2 * (c + \emptyset_e)}{n - 1} \geq e_{h\ min}$$

$$e_{h\ min} = max(20; \emptyset; 1{,}2 * D_{\max\ caract} = 30) = 30\ [mm]$$

Onde:

- b: largura da seção [mm]
- n: número de barras longitudinais por camada
- $\emptyset$: diâmetro da barra longitudinal [mm]
- $\emptyset_e$: diâmetro do estribo [mm]
- c: cobrimento [mm] = 3cm

- $D_{\max\, caract}$: dimensão máxima característica do agregado graúdo, suposta igual a 25 [mm]

Dessa forma, é possível determinar o número máximo de barras longitudinais por camada em função da armadura já dimensionada para uma determinada seção a partir da fórmula:

$$n_{max} \leq \frac{b - 2 * (c + \emptyset_e) + e_{h\,min}}{\emptyset + e_{h\,min}}$$

Os valores de barras distribuídas por camas à Viga 15 e Viga 16 podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 8 - Número máximo de barras permitidas por camada

Seção	Md	Armadura calculada	$e_{h\,min}$ (mm)	$\emptyset$ (mm)	$\emptyset_e$ (mm)	n_{max}	n (primeira camada)	n (segunda camada)	n (terceira camada)
S1	59,15	2φ12,5	30	12,5	6,3	2,53	2	0	0
S2	69,9	4φ12,5	30	12,5	6,3	2,53	2	2	0
S3	135,6	6φ12,5	30	12,5	6,3	2,53	2	2	2
S4	44,19	2φ12,5	30	12,5	6,3	2,53	2	0	0
S5	90,79	4φ12,5	30	12,5	6,3	2,53	2	2	0

4.5.5 DISTRIBUIÇÃO DA ARMADURA LONGITUDINALMENTE

O comprimento de ancoragem básico de barras tracionadas é função do seu diâmetro, tensão de escoamento do aço e da resistência de aderência de cálculo entre armadura e concreto.

Para barras nervuradas de diâmetro inferior a 32 [mm], na zona de boa e má aderência, com e sem ganchos e f_{ck} = 30 [MPa], tem-se os seguinte comprimentos básicos de ancoragem l_b dispostos na Tabela 7. A zona de boa aderência é definida até 30 cm da face inferior da seção da viga, sendo válida essa regra para vigas com altura até 60 cm.

No exemplo são usadas barras de 12,5 mm portanto, optou-se pela relação referente à medida 16 mm da Norma.

Tabela 9 - Comprimento de ancoragem básico para fck = 30 [MPa] e φ = 10 [mm] e 16 [mm]. (NBR 6118:2014)

		Boa aderência		Má aderência	
fck (MPa)	φ (mm)	Sem gancho (cm)	Com gancho (cm)	Sem gancho (cm)	Com gancho (cm)
30	16	52,8	36,8	76,8	52,8
	10	33,0	23,0	48,0	33,0

A NBR 6118:2014, em seu item 9.4.2.5, define que o comprimento de ancoragem necessário para armaduras passivas por aderência deve ser:

$$l_{b,nec} = \alpha l_b \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,mín} = \max(0{,}3 * l_b; 10 * \emptyset; 10)\ [cm]$$

Onde:

- αl_b: comprimento básico de ancoragem; onde $\alpha = 1$ para barras sem gancho e $\alpha = 0{,}7$ para barras tracionadas com gancho, com cobrimento no plano normal ao gancho ≥ 3 φ;
- $A_{s,calc}$: área de armadura calculada;
- $A_{s,ef}$: área de armadura efetiva;
- $l_{b,mín}$: comprimento de ancoragem mínima.

Os comprimentos mínimos e necessários para as armaduras passivas da viga 1064 estão calculados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente. Os comprimentos adotados podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Comprimentos de ancoragem mínima calculados

Mmax (kNm)	∅ (mm)	Zona de Aderência	Gancho	l_b (cm)	0,3*l_b (cm)	10 *∅	10 (cm)	l_b mínimo (cm)
59,15	12,5	Má	Com	52,8	15,84	12,5	10,0	15,84
69,90	12,5	Boa	Sem	52,8	15,84	12,5	10,0	15,84
131,31	12,5	Má	Com	52,8	15,84	12,5	10,0	15,84
46,91	12,5	Boa	Sem	52,8	15,84	12,5	10,0	15,84
83,25	12,5	Má	Com	52,8	15,84	12,5	10,0	15,84

Tabela 11 - Comprimentos de ancoragem necessários calculados

			l_b (cm)					$l_{b,necessário\ calculado}$ (cm)	
M (kNm)	φ (mm)	Zona de aderência	Sem gancho	Com gancho	comprimento do gancho (=8 ∅; 90°)	$A_{s,calc}$ (cm^2)	$A_{s,ef}$ (cm^2)	Sem gancho	Com gancho
59,15	12,5	Má		52,8	10	2,33	2,50		34,5
69,9	12,5	Boa	52,8		10	2,78	5,00	27,4	
135,6	12,5	Má		52,8	10	5,45	7,50		26,85
44,19	12,5	Boa	33,0		10	1,84	2,50	27,1	
90,79	12,5	Má		52,8	10	4,60	5,00		28,19

Tabela 12 - Comprimentos de ancoragem adotados

Seção	Comprimento de ancoragem adotado (cm)
1	52,8
2	52,8
3	52,8
4	52,8
5	52,8

4.5.6 DECALAGEM DO DIAGRAMA DE MOMENTOS FLETORES

O cálculo do deslocamento do diagrama de momentos fletores para a viga apresentada seguiu as recomendações do Item 17.4.2.2 da NBR 6118-2014, que considera o Modelo 1 de cálculo, que considera o ângulo das diagonais de compressão inclinadas de $\theta = 45º$. Tal informação é valiosa para o dimensionamento do comprimento das armaduras e pode ser observado na Figura 16, onde é possível ver o diagrama deslocado.

$$a_l = 0{,}5 * d = 0{,}5 * 0{,}60 = 0{,}30\ m$$

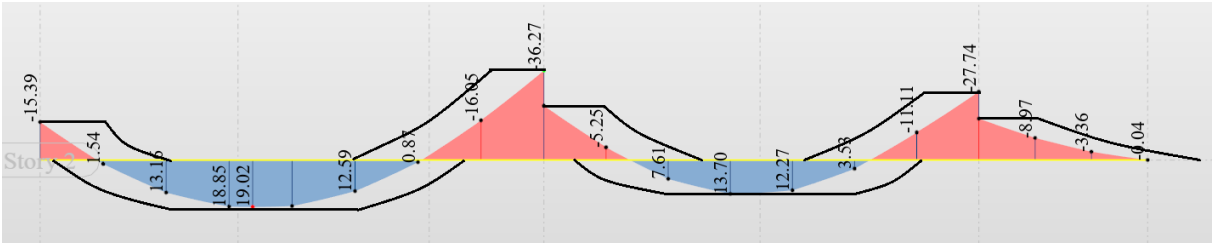


Figura 11 - Representação fora de escala dos efeitos da decalagem - desolocamento do gráfico de momentos fletores (ROBOT 2021)

4.5.7 DESENHO TÉCNICO DO DETALHAMENTO DA ARMADURA

O conjunto de plantas técnicas da armadura da Viga 15 e Viga 16 encontra-se no Anexo 1.

4.5.8 VERIFICAÇÃO DA FLECHA

Mediante a análise da deformada das vigas V15 para os carregamentos de ELS, o carregamento da viga se deve às cargas permanentes e acidentais das suas lajes de influência, será analisado o limite de flecha $f = \frac{l}{250}$ referente à combinação permanente das cargas de longa duração (medida a favor da segurança).

É verificado o **Estado limite de deformações excessivas** (ELS-DEF), no qual as deformações atingem os limites estabelecidos para a utilização normal da NBR-6118 (2014). Para tanto são consideradas as combinações de ações quase permanentes de serviço (CQP):

$$F_d = 1{,}0 * F_g + 0{,}3 * F_q$$

O software AUTODESK ROBOT 2021 disponibiliza as informações referentes às flechas em ELS-DEF, ou deformações verticais máximas, que estão expressas nas Figura 12.

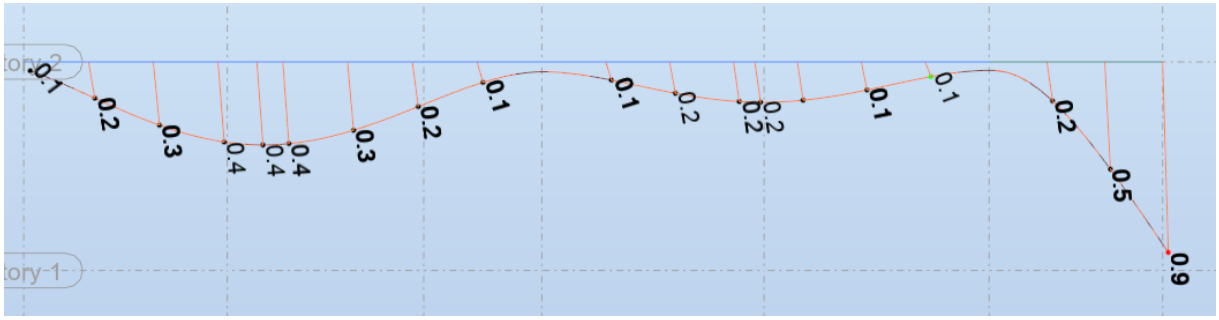


Figura 12 - Deformada vertical máxima observada na Viga 15 (ROBOT 2021)

O efeito de fluência do concreto pode ser considerado, de maneira aproximada, multiplicando a flecha por 2,5 (LONGO, 2019). Este é um componente que avalia as deformações que a flecha apresentará ao longo de 30 anos de manutenção da estrutura.

Essa consideração será verificada para o vão de maior flecha observada na viga desconsiderando o balanço. Para o primeiro vão, o de maior flecha, teremos:

$$F_{permitida} = \frac{745}{250} cm = 2{,}98\ cm$$

$$F_{observada} = 2{,}5 * 0{,}4\ cm = 1{,}00\ cm$$

Ou seja, a verificação da flecha para as dimensões estabelecidas atende à exigência da norma.

4.6 DIMENSIONAMENTO - LAJE

4.6.1 CÁLCULO DO COBRIMENTO PARA LAJES

De acordo com as Tabelas 6.1 e 7.2 da NBR 6118:2014, pode-se inferir o cobrimento nominal ideal de elementos estruturais, conforme a classe de agressividade ambiental no qual estão inseridos.

Tabela 13 - Classes de agressividade ambiental (CAA). (NBR 6118:2014)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana (a, b)	Pequeno

Obs. (a): Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura); (b): Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

Tabela 14 - Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm. (NBR 6118:2014)

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV (c)
		Cobrimento nominal (mm)			
Concreto Armado	Laje (b)	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo	30		40	50

Obs. (b): Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm; (c): Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV; (d): No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Pode-se inferir que o Empreendimento RECREIO GARDEN está inserido num ambiente de Classe I de agressividade e que o cobrimento de 2 cm para lajes é ideal.

4.6.2 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL

O mapa de momentos foi dado pelo software AUTODESK ROBOT 2012 e pode ser observado nas Figuras 17 e 18 para os momentos nas lajes em relação aos eixos xx e yy, respectivamente. Os sinais apresentados pelos softwares estão na convenção norte-americana, que é contrária à brasileira.

O dimensionamento de armadura é função de cada momento resultante da Laje L6, respeitando as áreas mínimas de armadura negativa e positiva determinada pela NBR-6118 (2014). Para concreto C30:

$$A_{s\,min}^{-} = 0{,}15\% * (b_w = 100\,[cm]) * (h = 12\,[cm]) = 1{,}80\,\left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

$$A_{s\,min}^{+} = \frac{2}{3} * A_{s\,min}^{-} = 1{,}20\,\left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

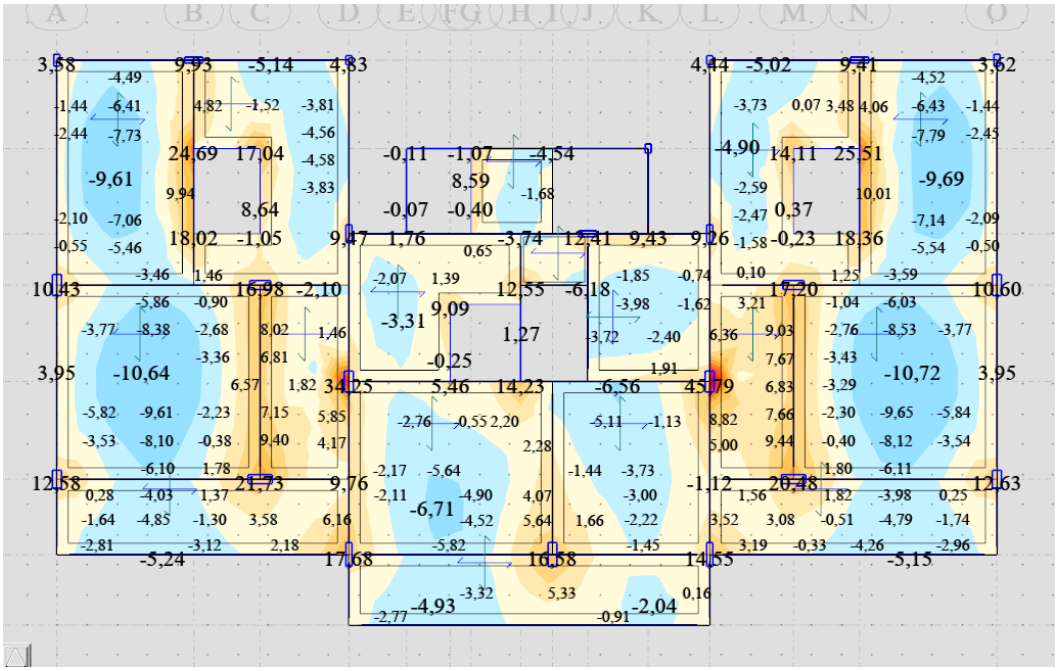


Figura 13 - Momentos fletores em relação ao eixo xx (ROBOT 2021)

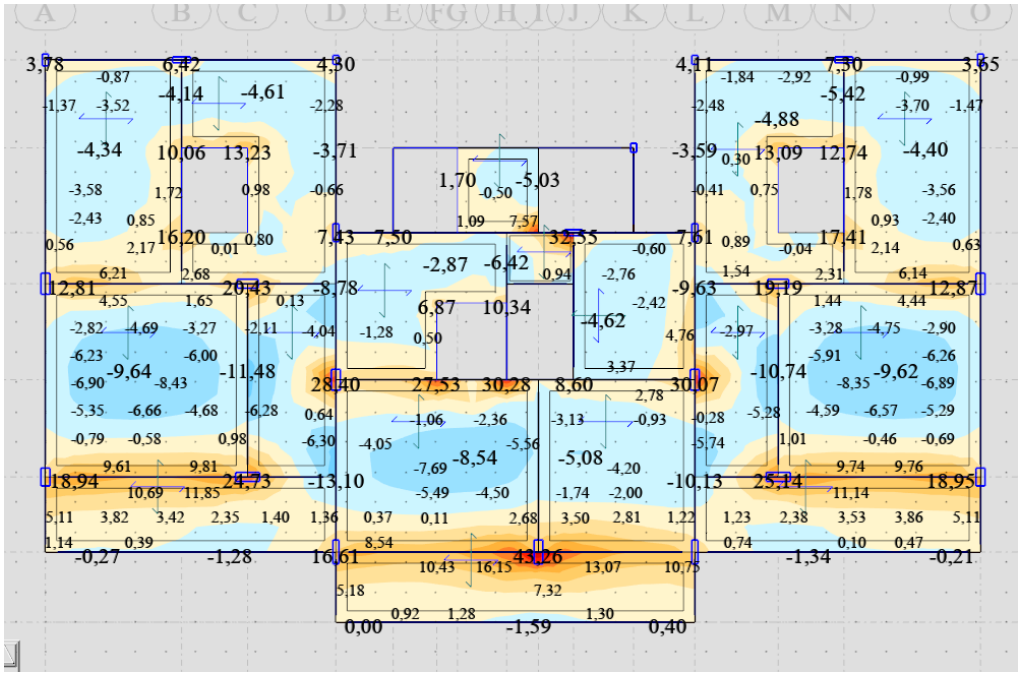


Figura 14 - Momentos fletores em relação ao eixo yy (ROBOT 2021)

A área da **armadura de tração positiva em relação ao eixo xx** pode ser calculada conforme se segue para a Laje L6:

$$k_{md} = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{10{,}64\ [kNm]}{1\ [m] * (0{,}13 - 0{,}03)^2\ [m^2] * \left(\frac{30.000}{1{,}4}\right)[kPa]} = 0{,}042$$

$$0{,}042 \leq 0{,}251 = k_{mdMAX}$$

Considerando que:

λ: coeficiente de redução aplicado à x (linha neutra), igual a 0,8 para $f_{ck} \leq 50.000\ kN/m^2$;

α_c: coeficiente de redução aplicado à $\sigma_{máx}$ de compressão no concreto, igual a 0,85 para $f_{ck} \leq 50.000\ kN/m^2$.

Temos:

$$k_x = \frac{1 - \sqrt{1 - 2k_{md}/\alpha_c}}{\lambda} = 0{,}07 \rightarrow k_z = 1 - 0{,}5\lambda k_x = 0{,}97$$

Logo:

$$A_s = \frac{M_d}{k_z d f_{yd}} = \frac{10{,}64\ \left[\frac{kNm}{m}\right]}{0{,}97 * (0{,}13 - 0{,}03)[m] * \left(\frac{50}{1{,}15}\right)\left[\frac{kN}{cm^2}\right]} = 2{,}60\ \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

$$2{,}60\ \left[\frac{cm^2}{m}\right] > A^+_{s\,min}$$

Adotando barras de bitola $\varphi = 8{,}0\ mm$, cuja seção tem $area_{\varphi=8{,}0mm} = 0{,}50\ cm^2$, tem-se:

$$espaçamento = \frac{0{,}50\ [cm^2]}{2{,}60\ [cm^2/m]} = 19\ [cm] \rightarrow 15[cm]$$

$$\boldsymbol{\varphi 8{,}0\ c.15\ [cm]}$$

De forma análoga chegaremos ao valor para a armadura de **tração positiva em relação ao eixo yy:**

$$\boldsymbol{\varphi 8{,}0\ c.15\ [cm]}$$

De forma análoga chegaremos ao valor para a armadura de **tração negativa em relação ao eixo xx:**

Obtemos o valor de $A_s < A^-_{s\,min}$ logo será adotado $A^-_{s\,min}$.

$$\boldsymbol{\varphi 6{,}3\ c.15\ [cm]}$$

De forma análoga chegaremos ao valor para a armadura de **tração negativa em relação ao eixo yy:**

$$\boldsymbol{\varphi 6{,}3\ c.10\ [cm]}$$

A Laje L13 está em balanço e também será dimensionada, seguindo os mesmos critérios. Como a laje em questão tem a medida do comprimento maior que o dobro da medida da largura, ela será armada em apenas um sentido. Será adotado um fator $\gamma = 1{,}35$ de segurança devido a laje ser em balanço. Para a Laje 13 temos:

$$k_{md} = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{1{,}35 * 24{,}73\ [kNm]}{1\ [m] * (0{,}12 - 0{,}03)^2\ [m^2] * \left(\frac{30.000}{1{,}4}\right)[kPa]} = 0{,}192$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z d f_{yd}} = \frac{1{,}35 * 24{,}73\ \left[\frac{kNm}{m}\right]}{0{,}87 * (0{,}12 - 0{,}03)[m] * \left(\frac{50}{1{,}15}\right)\left[\frac{kN}{cm^2}\right]} = 9{,}80\ \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

$$9{,}80\ \left[\frac{cm^2}{m}\right] > A^+_{s\,min}$$

Adotando barras de bitola $\varphi = 12{,}5\ mm$, cuja seção tem $area_{\varphi=8{,}0mm} = 1{,}25\ cm^2$, tem-se:

$$espaçamento = \frac{1{,}25\ [cm^2]}{9{,}80\ [cm^2/m]} = 0{,}127\ [cm] \rightarrow 10[cm]$$

$$\boldsymbol{\varphi 12{,}5\ c.10\ [cm]}$$

A armadura positiva será a mínima para a laje L13 em balanço.

$$A^+_{s\,min} = 1{,}40\ \rightarrow\ \boldsymbol{\varphi 8{,}0\ c.30\ [cm]}$$

4.6.3 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA DE CISALHAMENTO

De acordo com o item 19.4.1 da NBR-6118 (2014), a armadura de cisalhamento pode ser dispensada se as solicitações cisalhantes de cálculo forem menores que a resistência de projeto ao cisalhamento:

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1}$$

Onde:

- $V_{Rd1} = \tau_{Rd} * k * (1{,}2 + 40\rho_1) b_w d$;
  - $\tau_{Rd} = 0{,}25 f_{ctd} \rightarrow f_{ctd} = {}^{f_{ctk,inf}}/_{\gamma_c} \rightarrow f_{ctk,inf} = 0{,}7 f_{ct,m} \rightarrow f_{ct,m} = 0{,}3 {f_{ck}}^{\frac{2}{3}}$
  - $\rho_1 = {}^{A_{s1}}/_{b_w * d} \leq |0{,}02|$;
    - A_{s1} é a area da armadura positiva que chega até o apoio;
    - k é um coeficiente que tem os seguintes valores:
      - $k = |1|$ para elementos onde 50% da armadura inferior não chega ao apoio;
      - $k = |1{,}6 - d| \geq |1|$, com d em metros, para os demais casos.

Logo:

$$f_{ct,m} = 0{,}3(f_{ck} = 30\ MPa)^{\frac{2}{3}} = 2{,}89\ MPa \rightarrow f_{ctk,inf} = 0{,}7(f_{ct,m} = 2{,}89\ MPa) = 2{,}03\ MPa$$

$$f_{ctd} = \left(f_{ctk,inf} = 2{,}03MPa\right) \Big/ (\gamma_c = 1{,}4) = 1{,}45\ MPa$$

$$\tau_{Rd} = 0{,}25(f_{ctd} = 1{,}45\ MPa) = 0{,}36\ MPa$$

Para a Laje L6, a área da armadura positiva que chega ao apoio com maior reação cisalhante equivale a $2{,}36\ \left[cm^2/m\right]$. Logo:

$$\rho_1 = \left(A_{s1} = 2{,}36\ [\tfrac{cm^2}{m}]\right) \Big/ (b_w = 100\ [cm] * d = 10\ [cm]) = 0{,}0018\ [m^{-1}] \leq |0{,}02|$$

$$k = |1{,}6 - 0{,}10| = 1{,}6 \geq |1|$$

$$V_{Rd1} = (\tau_{Rd} = 0{,}36\ [MPa]) * (k = 1{,}47) * (1{,}2 + 40(\rho_1 = 0{,}0018\ [m^{-1}])) * (b_w * d = 1 * 0{,}10\ [m^2]) = 99{,}85\ [kN/m]$$

Então:

$$V_{Sd} = 10{,}64\ \left[\frac{kN}{m}\right] \leq V_{Rd1} = 99{,}85\ \left[\frac{kN}{m}\right] \rightarrow Armadura\ dispensada!$$

Para a Laje L13, a área da armadura negativa que chega ao apoio com maior reação cisalhante equivale a $1{,}40\ \left[cm^2/m\right]$. Logo:

$$\rho_1 = \left(A_{s1} = 1{,}40\ [\tfrac{cm^2}{m}]\right) \Big/ (b_w = 100\ [cm] * d = 09\ [cm]) = 0{,}009\ [m^{-1}] \leq |0{,}02|$$

$$k = |1{,}6 - 0{,}09| = 1{,}51 \geq |1|$$

$$V_{Rd1} = (\tau_{Rd} = 0{,}36\ [MPa]) * (k = 1{,}47) * (1{,}2 + 40(\rho_1 = 0{,}001\ [m^{-1}])) * (b_w * d = 1 * 0{,}09\ [m^2]) = 92{,}16\ [kN/m]$$

Então:

$$V_{Sd} = 10{,}69\ \left[\frac{kN}{m}\right] \leq V_{Rd1} = 92{,}16\ \left[\frac{kN}{m}\right] \rightarrow Armadura\ dispensada!$$

4.6.4 DETALHAMENTO DA ARMADURA DA LAJE

O desenho técnico da armadura da Laje L6 encontra-se no Anexo 1.

Na borda da laje L6 sem continuidade com suas lajes vizinhas (aresta simplesmente apoiada) deve ser disposta uma armadura negativa mínima, correspondente a 2/3 da armadura mínima básica, calculada a seguir:

$$A^-_{s\ mín\ lateral} = \frac{2}{3} * A^-_{s\ mín} = \frac{2}{3} * 1{,}95 = 1{,}30\ \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

$$\boldsymbol{\varphi 6, 3\ c.20\ [cm]}$$

4.6.5 VERIFICAÇÃO DA FLECHA DA LAJE L6

A NBR-6118 (2014) estabelece deslocamentos limites a serem respeitados na apuração do estado limite de deformações excessivas em uma estrutura, a fim de assegurar o seu bom uso com respeito a:

- Aceitabilidade visual;
- Vibrações devidas a cargas acidentais;
- Planaridade estrutural;
- Proteção a eventuais danos em elementos não estruturais.

Em edifícios, estes deslocamentos limites equivalem a:

- $^{vão}/_{250}$, considerando todas as ações (cargas de longa duração);
- $^{vão}/_{350}$, considerando somente cargas acidentais.

Onde, quando se há balanço, o vão efetivo a ser considerado deve ser igual ao dobro do real.

Ainda, em edifícios residenciais, a combinação de cargas para a análise de flechas pode ser "quase-permanente", considerando 30% do valor das cargas acidentais. Logo:

$$p_{QP} = \sum g_k + \sum q_k * (\psi_2 = 0{,}3)$$

Onde:

- $g_k =$ cargas permanentes;
- $q_k =$ cargas acidentais;
- $\psi_2 =$ coeficiente de ponderação das cargas acidentais.

Já para cargas acidentais:

$$p_q = \sum q_k$$

O efeito de fluência da estrutura pode ser considerado simplificadamente ao se multiplicar as flechas determinadas elasticamente por 3 (no caso de cargas aplicada antes de transcorrerem 4 meses de construção) e 2 (no caso de cargas aplicada depois de transcorrerem 4 meses de construção).

Para lajes armadas em 2 direções, tem-se a seguinte equação para a determinação da flecha:

$$f = \frac{\alpha p l_x^4}{E_{cs} h^3}, onde\ E_{CS} = \alpha_i * E_{ci}$$

Onde:

- α =coeficientes fornecidos nas tabelas de Czerny;
- p = combinação quase-permanente de cargas / cargas acidentais;
- l_x = menor vão da laje;
- E_{sc} = módulo de elasticidade secante do concreto;
- E_{ci} = módulo de elasticidade inicial do concreto;
- α_i = coeficiente de proporção entre E_{CS} e E_{ci};
- h = espessura total da laje.

Dessa forma, considerando todas as ações (cargas de longa duração), tem-se que:

$$\frac{l_y}{l_x} = 1{,}32 \rightarrow Tabela\ de\ Czerny\ tipo\ 6: \alpha = 0{,}041$$

$$p_{QP} = (g_p = 3{,}00) + (g_r = 1{,}00) + (q = 1{,}50) * (\psi_2 = 0{,}30) = \ 4{,}45\ [{}^{kN}/_{m^2}]$$

$$E_{ci} = (\alpha_E = 1{,}0) * 5600\sqrt{(f_{ck} = 30\ MPa)} = 30672{,}46\ [MPa]$$

$$\alpha_i = 0{,}8 + 0{,}2 * \frac{(f_{ck} = 30)}{80} = 0{,}875 \rightarrow E_{CS} = 0{,}875 * 30672{,}46 = \ 26.838{,}41\ [kPa]$$

Logo, a flecha calculada elasticamente equivale a:

$$f_{p_{QP}} = \frac{(\alpha = 0{,}041) * (p_{QP} = 4{,}45\ [{}^{kN}/_{m^2}]) * (l_x^4 = 5{,}11^4\ [m^4])}{(E_{cs} = 26838{,}41 * 10^3\ [kPa]) * (h^3 = 0{,}12^3 [m^3])} = 2{,}68\ [mm]$$

Considerando o efeito de fluência na situação mais desfavorável (aplicação de cargas na laje antes de 4 meses de sua construção):

$$2{,}5 * \left(f_{p_{QP}} = 2{,}83\ [mm]\right) = 6{,}70\ [mm] < \frac{5{,}11 * 10^3\ [mm]}{250} = 20{,}44[mm]$$

$$\rightarrow Verificação\ atendida!$$

Considerando somente cargas acidentais., tem-se que:

$$f_q = \frac{(\alpha = 0{,}041) * (q = 1{,}50\ [{}^{kN}/_{m^2}]) * (l_x^4 = 5{,}11^4\ [m^4])}{(E_{cs} = 26838{,}41 * 10^3\ [kPa]) * (h^3 = 0{,}12^3 [m^3])} = 0{,}62\ [mm]$$

Considerando o efeito de fluência na situação mais desfavorável (aplicação de cargas na laje antes de 4 meses de sua construção):

$$2{,}5 * \left(f_q = 0{,}62\ [mm]\right) = 1{,}55\ [mm] < \frac{5{,}11 * 10^3\ [mm]}{350} = 14{,}60[mm]$$

$$\rightarrow Verificação\ atendida!$$

4.6.6 VERIFICAÇÃO DA FLECHA DA LAJE L13

Para lajes armadas em 1 direção, a equação de determinação de sua flecha elástica é a mesma para vigas, consideradas com largura de 1 metro, mesma altura da sua laje equivalente e idênticas condições de apoio e carregamento. Visto que a laje L13 está em balanço e possui dois tipos de carregamento (distribuído e concentrado na sua extremidade livre), a flecha resultante corresponde à soma daquelas determinadas para cada caso. Sendo assim:

- Flecha devido ao carregamento distribuído:

$$f_p = \frac{p l_x^4}{8 E_{cs} I_x}, onde\ E_{CS} = \alpha_i * E_{ci}$$

Onde:

- $p =$ combinação quase-permanente de cargas / cargas acidentais;
- $l_x =$ menor vão da laje;
- $E_{sc} =$ módulo de elasticidade secante do concreto;
- $E_{ci} =$ módulo de elasticidade inicial do concreto;
- $\alpha_i =$ coeficiente de proporção entre $E_{CS}\ e\ E_{ci}$;
- $I_x =$ momento de inércia da laje sobre o eixo da linha neutra.

Dessa forma, considerando todas as ações (cargas de longa duração), tem-se que:

$$p_{QP} = (g_p = 3{,}00) + (g_r = 1{,}00) + (q = 1{,}50) * (\psi_2 = 0{,}30) = \ 4{,}45\ [{}^{kN}/_{m^2}]$$

$$E_{ci} = (\alpha_E = 1{,}0) * 5600\sqrt{(f_{ck} = 30\ MPa)} = 30672{,}46\ [MPa]$$

$$\alpha_i = 0{,}8 + 0{,}2 * \frac{(f_{ck} = 30)}{80} = 0{,}875 \rightarrow E_{CS} = 0{,}875 * 30672{,}46 = \ 26838{,}41\ [MPa]$$

Logo, a flecha calculada elasticamente equivale a:

$$f_{p_{QP}} = \frac{(p_{QP} = 4{,}45\ \left[{}^{kN}/_{m^2}\right] * 1\ [m]) * (l_x^4 = 2{,}50^4\ [m^4])}{8 * (E_{cs} = 26838{,}41 * 10^3\ [kPa]) * (I_x = \frac{1*0{,}12^3}{12}[m^4])} = 5{,}6\ [mm]$$

Considerando o efeito de fluência na situação mais desfavorável (aplicação de cargas na laje antes de 4 meses de sua construção) e duplicando o valor limite da flecha devido ao balanço da laje:

$$2{,}5 * \left(f_{R_{QP}} = 5{,}6\ [mm]\right) = 14{,}0\ [mm] < \frac{2 * 2{,}50 * 10^3\ [mm]}{250} = 20{,}00[mm]$$

$$\rightarrow Verificação\ atendida!$$

Considerando somente cargas acidentais., tem-se que:

$$f_q = \frac{(q = 1{,}50\ \left[{}^{kN}/_{m^2}\right] * 1[m]) * (l_x^4 = 2{,}50^4\ [m^4])}{8 * (E_{cs} = 26838{,}41 * 10^3\ [kPa]) * (I_x = \frac{1*0{,}12^3}{12}[m^4])} = 0{,}18\ [mm]$$

Considerando o efeito de fluência na situação mais desfavorável (aplicação de cargas na laje antes de 4 meses de sua construção):

$$3 * \left(f_q = 0{,}18\ [mm]\right) = 0{,}54\ [mm] < \frac{2 * 2{,}50 * 10^3\ [mm]}{350} = 14{,}28[mm]$$

$$\rightarrow Verificação\ atendida!$$

4.6.7 VERIFICAÇÃO DA FLECHA DA LAJE L6 e L13 A PARTIR DO ROBOT 2021

A partir da entrada de dados no software AUTODESK ROBOT 2021, foram encontradas as deflexões verticais (flechas) das lajes L6 e L13 e podem ser vistas na Figura 16.

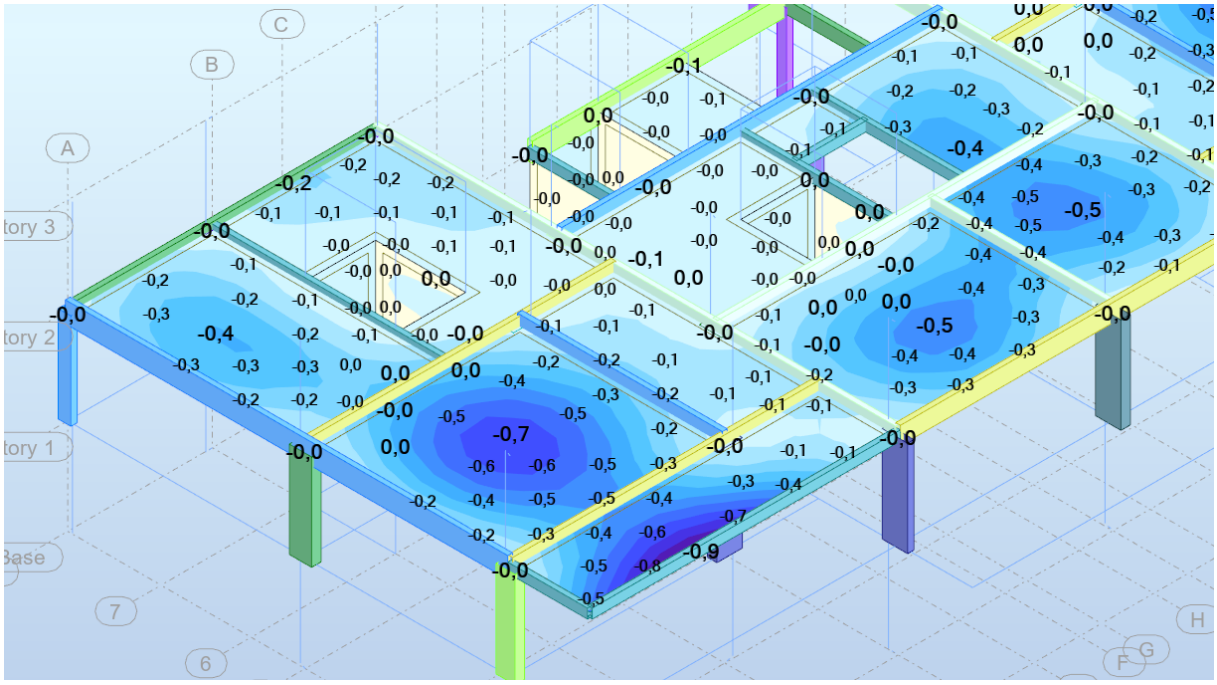


Figura 15 - deflexões verticais (flechas) das lajes L6 e L13 (ROBOT 2021)

Para a Laje L6, considerando o efeito de fluência na situação mais desfavorável (aplicação de cargas na laje antes de 4 meses de sua construção):

$$2{,}5 * \left(f_{p_{QP}} = 7\ [mm]\right) = 17{,}50\ [mm] < \frac{5{,}11 * 10^3\ [mm]}{250} = 20{,}44[mm]$$

$$\rightarrow Verificação\ atendida!$$

Para a Laje L13, considerando o efeito de fluência na situação mais desfavorável (aplicação de cargas na laje antes de 4 meses de sua construção):

$$2{,}5 * \left(f_{p_{QP}} = 0{,}9\ [mm]\right) = 22{,}50\ [mm] < \frac{5{,}11 * 10^3\ [mm]}{250} = 20{,}44[mm]$$

$$\rightarrow \boldsymbol{Verifica}\text{ção }\boldsymbol{n}\text{ão }\boldsymbol{atendida}!$$

Sugere-se então que sejam especificados valores de contra-flecha para a Laje L13 respeitando os valores indicados na Tabela 13.3 da NBR 6118.

4.7 DIMENSIONAMENTO PILAR

Foram consideradas duas seções de pilares devido a difereça de cargas ao longo dos andares. Do pavimento Subsolo até o quinto andar será considerada a seção de 30x80 cm e a partir daí seção de 20x60 cm. Os cálculos estão dispostos a seguir.

4.7.1 DIMENSIONAMENTO PILAR - SEÇÃO 30x80 cm

O pilar P28 é o mais solicitado da edificação. Conforme determinado pelo software AUTODESK ROBOT 2021, sua carga de compressão de cálculo equivale a $N_d = 2853\ [kN]$ no pavimento Subsolo e seu comprimento livre (sem contenção lateral) $l_o = 3{,}0 - (h_{viga} = 0{,}55)\ [m] = 2{,}45\ [m]$.

Visto que a razão entre seu maior e menor lado equivale a $\frac{h}{b} = \frac{0{,}80}{0{,}30} = 2{,}7 < 5$, este pilar não é considerado como pilar-parede. Ainda, como $b = 30\ [cm] > 19[cm]$, o coeficiente de majoração da carga compressora característica não necessita sofrer um acréscimo de 5%, conforme disposto na NBR 6118:2014.

4.7.2 ÍNDICES DE ESBELTEZ

A fim de se determinar se é necessário ou não considerar os efeitos de 2ª ordem no seu dimensionamento, procede-se à avaliação dos índices de esbeltez nas direções x e y, conforme se segue:

$$\lambda_j = \frac{l_{ej}}{i_j} \rightarrow l_{ej} = \min\left(l_o + a_{P28 \perp eixo\ j}; l_o + h_{viga}\right)\ \&\ i_j = \sqrt{\frac{I_j}{A}} = \frac{a_{P28 \perp eixo\ jj}}{\sqrt{12}}$$

$$\lambda_j = \frac{l_{ej} * \sqrt{12}}{a_{P28 \perp eixo\ j}}$$

Onde :

- λ_j: índice de esbeltez com relação ao eixo j;
- l_{ej}: comprimento efetivo do pilar com relação ao eixo j;
- l_o: comprimento livre do pilar;

- $a_{P22 \perp eixo\ j}$: lado do pilar P28 perpendicular ao eixo j;
- h_{viga} : altura das vigas que se apoiam no pilar, igual a 45 cm;
- i_j: raio de giração da seção com relação ao eixo j;
- I_j: momento de inércia da seção com relação ao eixo j;
- A: área da seção do pilar

4.7.3 λ_x

$$l_{ex} = \min(l_o + b; l_o + h_{viga}) \rightarrow l_{ex} = \min(2{,}75; 3{,}00) = 2{,}75\ [m]$$

$$\lambda_x = \frac{(l_{ex} = 2{,}75\ [m]) * \sqrt{12}}{a_{P28 \perp eixo\ x} = b = 0{,}30\ [m]} = 31{,}75 < 35 \rightarrow Pilar\ muito\ curto$$

Logo, nenhuma verificação de 2ª ordem deve ser feita na direção do eixo x.

4.7.4 λ_y

$$l_{ey} = \min(l_o + h; l_o + h_{viga}) \rightarrow l_{ey} = \min(3{,}25; 3{,}00) = 3{,}00\ [m]$$

$$\lambda_y = \frac{(l_{ey} = 3{,}00\ [m]) * \sqrt{12}}{a_{P28 \perp eixo\ y} = h = 0{,}80\ [m]} = 12{,}9 < 35 \rightarrow Pilar\ muito\ curto$$

Logo, nenhuma verificação de 2ª ordem deve ser feita na direção do eixo y.

4.7.5 MOMENTOS MÍNIMOS DE 1ª ORDEM

A avaliação dos momentos mínimos de 1ª ordem nas direções x e y é feita através da equação:

$$M_{1d,min,jj} = |N_d| * (0{,}015 + 0{,}03 * a_{P28 \perp eixo\ j})$$

Onde :

- $M_{1d,min,jj}$: momento mínimo de 1ª ordem com relação ao eixo j;
- N_d: força de compressão de cálculo;
- $a_{P22 \perp eixo\ j}$: lado do pilar P28 perpendicular ao eixo j;

$$M_{1d,min,xx} = |N_d = 2853\ [kN]| * (0{,}015 + 0{,}03 * a_{P28 \perp eixo\ x} = b = 0{,}30\ [m]) = 68{,}4\ [kNm]$$

$$M_{1d,min,yy} = |N_d = 2853\ [kN]| * (0{,}015 + 0{,}03 * a_{P28 \perp eixo\ y} = h = 0{,}80\ [m]) = 111{,}15[kNm]$$

4.7.6 MOMENTOS DE ENGASTAMENTO A PARTIR DO SOFTWARE ROBOT 2021

Foram avaliados os momentos de engastamento calculados a partir do software AUTODESK ROBOT 2021 e o valores encontrados encontram-se na Figura 18. Como os valores encontrados foram menores que os momentos mínimos de 1ª ordem (Item 4.7.5), optoui-se por utilizar os momentos mínimos de primeira ordem para dimensionamento da armadura longitudinal.

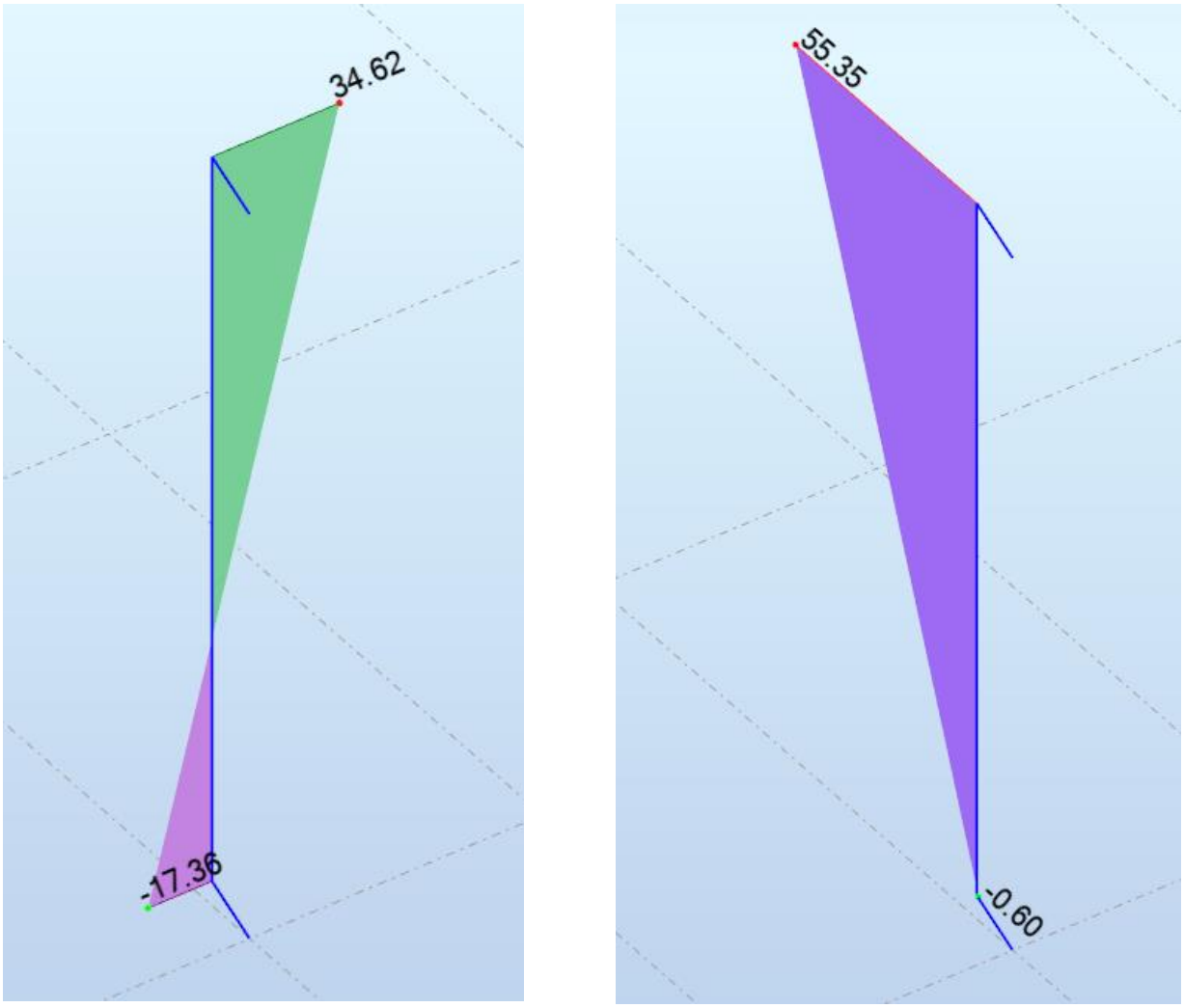


Figura 16 – Momentos de engastamento do Pilar P28 no pavimento Subsolo para os eixos x e y, respectivamente (ROBOT 2021)

DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL

Em função das solicitações de cálculo acima determinadas, propriedades geométricas da seção e dos materiais empregados, o dimensionamento das armaduras é feito separadamente para cada direção (eixo x e y) por meio de termos adimensionais abaixo definidos e sua relação em ábacos de dimensionamento (consultados diretamente na apostila de Fundamentos de Concreto Armado 2: 2019 – Sérgio Hampshire de Carvalho Santos).

4.8 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO X

Seção do Tipo 1 - C50, $\frac{d'}{b} = \frac{0{,}05}{0{,}3} = 0{,}17 \therefore Ábaco\ adimensional\ n° 3$

$$\eta = \frac{N_d}{A * f_{cd}} = \frac{-2853\ [kN]}{(0{,}30 * 0{,}80)\ [m^2] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = -0{,}6$$

$$\mu = \frac{M_d}{A * h * f_{cd}} = \frac{68{,}4\ [kNm]}{(0{,}30 * 0{,}80)\ [m^2] * 0{,}30\ [m] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = 0{,}03$$

$$\omega = 0{,}05\ (Ábaco\ adimensional\ n° 3)$$

$$\omega\ encontrado\ menor\ que\ o\ mínimo\ logo\ foi\ considerado\ \omega = 0{,}05$$

4.8.1 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO Y

Seção do Tipo 3, C50, $\frac{d'}{b} = \frac{0{,}05}{0{,}8} = 0{,}0625 \rightarrow 0{,}10 \therefore Ábaco\ adimensional\ n° 11$

$$\eta = \frac{N_d}{A * f_{cd}} = \frac{-2853\ [kN]}{(0{,}30 * 0{,}80)\ [m^2] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = -0{,}6$$

$$\mu = \frac{M_d}{A * f_{cd}} = \frac{111{,}2\ [kNm]}{(0{,}30 * 0{,}80)\ [m^2] * 0{,}80\ [m] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = 0{,}05$$

$$\omega = 0{,}15\ (Ábaco\ adimensional\ n° 11)$$

4.8.2 ÁREA DE ARMADURA NECESSÁRIA

A área de armadura necessária mediante o termo adimensional ω é avaliada da seguinte maneira:

$$A_s = \frac{\omega * b * h * f_{cd}}{f_{yd}}$$

Logo, adotando o maior valor de ω encontrado acima ($\omega = 0{,}15$) tem-se:

$$A_s = \frac{(\omega = 0{,}15) * (0{,}30 * 0{,}80)\ [m^2] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]}{\frac{50}{1{,}15}\ [{}^{kN}/_{cm^2}]} = 17{,}70\ [cm^2]$$

Adotando barras de bitola $\varphi = 16{,}0\ mm$, cuja seção tem $area_{\varphi=16{,}0mm} = 2{,}00\ cm^2$, tem-se:

$$\boldsymbol{A_s \rightarrow n° de\ barras = \frac{17{,}70\ [cm^2]}{2{,}00\ [cm^2]} = 8{,}5\ \rightarrow 10\emptyset 16{,}0\ [mm] \therefore A_{s,ef} = 20{,}00\ [cm^2]}$$

Escolhido um valor par de barras para facilitar a execução.

Segundo a NBR 6118:2014, em seu item 17.3.5.3, que discorre sobre os valores mínimos e máximos de armadura para armaduras longitudinais de pilares, tem-se:

$$A_{s,min} = \left(0{,}15\frac{|N_d|}{f_{yd}}\right) \geq 0{,}4\%(A_c = A - (A_{s,ef}))$$

$$A_{s,min} = \left(0{,}15 * \frac{|2850\ [kN]|}{\frac{50}{1{,}15}\ [kN/cm^2]}\right) = 9{,}85\ [cm^2] \geq 0{,}4\%\big((30 * 80)\ [cm^2] - 20{,}00\ [cm^2]\big)$$

$$= 9{,}58\ [cm^2]$$

$$A_{s,max} = 4\%\left(A_c = A - \left(A_{s,ef}\right)\right) = 4\%\big((30 * 80)\ [cm^2] - 20{,}00\ [cm^2]\big) = 95{,}80\ [cm^2]$$

Então:

$$A_{s,min} = 9{,}58\ [cm^2] \leq A_{s,ef} = 18{,}00\ [cm^2] \leq A_{s,max} = 95{,}80\ [cm^2]$$

$$\rightarrow \boldsymbol{Norma\ atendida}!$$

4.8.3 VERIFICAÇÃO DA ARMADURA DIMENSIONADA

A partir dos valores efetivos de armadura dimensionada, procede-se à avaliação das curvas de interação entre o momento e carga de compressão de cálculo para a direção do eixo x e y.

DIREÇÃO DO EIXO X

Tabela 15 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x

Seção Transversal				Concreto		Aço - CA50A	
b (m)	0,80	d'(m)	0,05	f_{ck} (MPa)	30	f_{yk} (kN/cm^2)	50
h (m)	0,30	d''(m)	0,05	f_{cd} (kN/m^2)	21429	Es (kN/cm^2)	21000
		d(m)	0,25			ε_{yd} (‰)	2,070
						f_{yd} (kN/cm^2)	43,48

Tabela 16 - Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x

Disposição das Armaduras				
Camadas	Barras	Bitola (mm)	A_{si} (cm^2)	d_i (m)
1	5	16	10	0,05
2	5	16	10	0,250

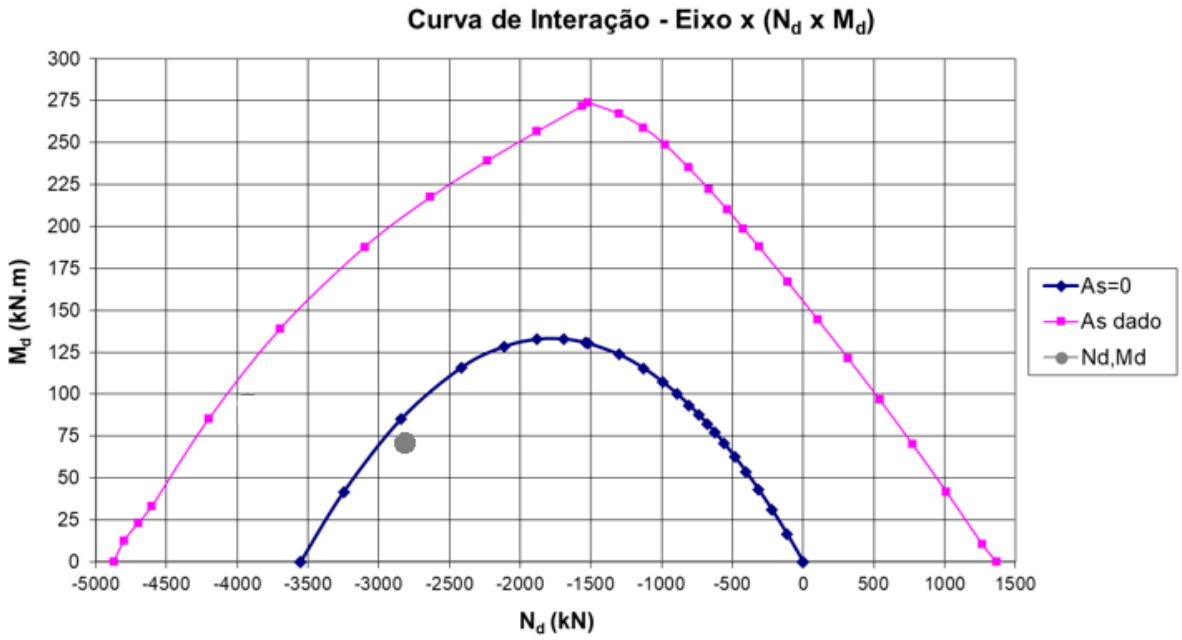


Figura 17 - Curva de interação Nd x Md na direção do eixo x (LEGENDA)

DIREÇÃO DO EIXO Y

Tabela 17 - Tabela 15 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y

Seção Transversal				Concreto		Aço - CA50A	
b (m)	0,30	d'(m)	0,05	f_{ck} (MPa)	30	f_{yk} (kN/cm^2)	50
h (m)	0,80	d''(m)	0,05	f_{cd} (kN/m^2)	21429	Es (kN/cm^2)	21000
		d(m)	0,75			ε_{yd} (‰)	2,070
						f_{yd} (kN/cm^2)	43,48

Tabela 18 - Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y

Disposição das Armaduras				
Camadas	Barras	Bitola	A_{si} (cm^2)	d_i (m)
1	2	16	4	0,05
2	2	16	4	0,225
3	2	16	4	0,400
4	2	16	4	0,575
5	2	16	4	0,750

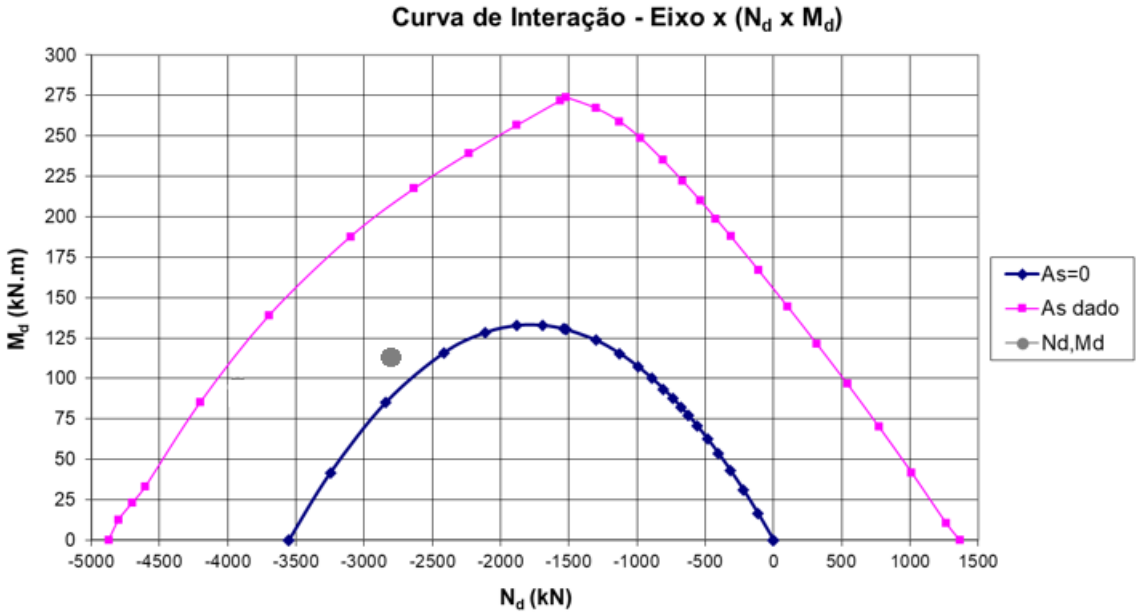


Figura 18 - Curva de interação Nd x Md na direção do eixo y

4.8.4 VERIFICAÇÃO DA FLEXÃO COMPOSTA OBLÍQUA

A NBR 6118:2014, em seu item 17.2.5, define o processo aproximado para o dimensionamento à flexão composta oblíqua através da seguinte equação de interação:

$$\left[\frac{M_{Rd,x}}{M_{Rd,xx}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{Rd,y}}{M_{Rd,yy}}\right]^{\alpha} = 1$$

"Onde:

- *$M_{Rd,x}$ e $M_{Rd,y}$: são as componentes do momento resistente de cálculo em flexão oblíqua composta, segundo os dois eixos principais de inércia x e y, da seção bruta, com um esforço normal resistente de cálculo N_{Rd} igual à normal solicitante N_{Sd}.*
- *$M_{Rd,xx}$ e $M_{Rd,yy}$: são os momentos resistentes de cálculo segundo cada um dos referidos eixos em flexão composta normal, com o mesmo valor de N_{Rd}. Esses valores são calculados a partir do arranjo e da quantidade de armadura em estudo;*
- *α: é um expoente cujo valor depende de vários fatores, entre eles o valor da força normal, a forma da seção, o arranjo da armadura e de suas porcentagens. Em geral pode ser adotado $\alpha = 1$, a favor da segurança. No caso de seções retangulares, pode-se adotar $\alpha = 1,2$."*

No estado limite último, a equação acima definida deve ser verificada para ≤ 1, (condição de segurança). Com o auxílio do programa Oblíqua 1.0, essa análise é imediata:

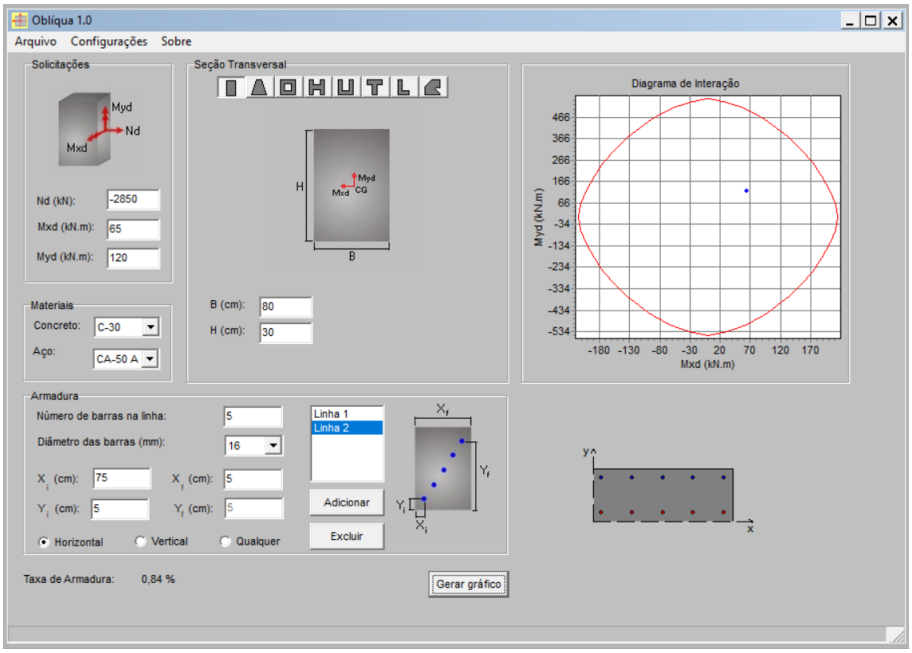


Figura 19 - Verificação da flexão composta oblíqua (OBLÍQUA)

Logo, conclui-se que essa verificação é atendida, uma vez que o par ordenado $(M_{Rd,x}\ , M_{Rd,y})$ encontra-se dentro da região delimitada em vermelho.

4.8.5 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL

A NBR 6118 determina que o diâmetro dos estribos seja o maior dentre os dois valores abaixo mostrado:

$$\emptyset_e = max\left(5\ ; \frac{1}{4} * \emptyset_{longitudinal}\right)[mm] \rightarrow \emptyset_e = \max(5; 0{,}25 * 16) = 5\ [mm]$$

E o seu espaçamento máximo deve ser o menor dentre os seguintes valores:

$$s_{max}\ = min(20\ ; menor\ dimensão\ da\ seção\ ; 12 * \emptyset_{longitudinal})[cm] \rightarrow s_{max} = min(20\ ; b = 30\ ; 19{,}2) = 20\ [cm]$$

Além de proteger as barras longitudinais dos cantos contra a flambagem, os estribos protegem mais duas barras em cada face do pilar desde que estas estejam a no máximo $20 * \emptyset_e$ do canto do estribo. Caso esse limite seja ultrapassado, deve-se implementar novos estribos até que essa condição seja respeitada ou utilizar grampos suplementares. No caso do pilar P28, sua maior dimensão é de 80 cm enquanto $20 * \emptyset_e = 5\ [cm]$, logo serão utilizados grampos suplementares envolvendo todas as barras não envolvidas.

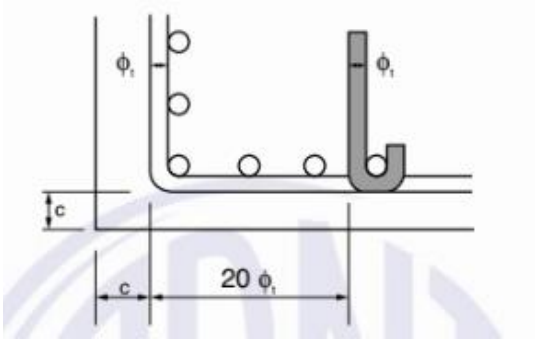


Figura 20 - Proteção contra flambagem das barras longitunais. (NBR 6118:2014)

4.9 DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL

Conforme exposto anteriormente no item 4.3.6.1 deste memorial, determina-se o número máximo de barras longitudinais por camada em função da armadura já dimensionada, conforme se segue:

Tabela 19 - Armadura por camadas

As				
Armadura dimensionada (todas as 2 camadas)	n_{max} por camada	φ (mm)	φ_e (mm)	eh min (mm)
10φ16,0	11,6	16	5	30

Logo, a seguinte distribuição transversal será executada para as seções calculadas, considerando o espaçamento vertical mínimo abaixo calculado:

$$e_{v\,min} = max(20; \emptyset; 0{,}5 * D_{\max\,caract} = 12{,}5) = 20\ [mm]$$

- $A_s \rightarrow 10\emptyset 20{,}0\ [mm]$;
  - 1ª camada $\rightarrow 5\emptyset 16{,}0\ [mm]$;
  - 2ª camada $\rightarrow 5\emptyset 16{,}0\ [mm]$.

4.9.1 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL

As barras comprimidas podem ser emendadas em uma única seção e seu comprimento de traspasse, segundo a NBR 6118:2014, em seu item 9.5.2.3, deve equivaler a:

$$l_{oC} = l_{b,nec} \geq l_{oC\,min} = \max(0{,}6 * l_b; 15\emptyset; 20)\ [cm]$$

$$l_{b,nec} = \alpha l_b \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,mín} = \max(0{,}3 l_b; 10\emptyset; 10\ [cm]) \rightarrow l_b = \frac{\emptyset f_{yd}}{4 f_{bd}} \geq 25\emptyset$$

Onde:

$$f_{bd} = \eta_1\eta_2\eta_3\, f_{ctd} \therefore f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf} = 0{,}7 * (0{,}3{f_{ck}}^{2/3})}{\gamma_c}$$

Sendo $\eta_1 = 2{,}25\ (barras\ nervuradas), \eta_2 = 1{,}0\ (zona\ de\ boa\ aderência), \eta_3 = 1{,}0\ (\emptyset < 32\ [mm])$ e $f_{ctd} = \frac{0{,}7*(0{,}3*30^{2/3})}{\gamma_c=1{,}4} = 1{,}45\ [MPa]$, então:

$$f_{bd} = 2{,}25 * 1{,}45 = 3{,}26\ [MPa] \rightarrow l_b = \frac{(\emptyset = 1{,}6\ [cm])\frac{50}{1{,}15}\ [MPa]}{4 * 3{,}26\ [MPa]} = 53{,}34\ [cm]$$

$$\geq 25 * (\emptyset = 1{,}6\ [cm]) = 40\ [cm]$$

Adotando $l_b = 53{,}0\ [cm]$, tem-se:

$$l_{b,nec} = (\alpha = 1{,}0) * 53{,}0\ [cm]\frac{17{,}70\ [cm^2]}{20{,}00\ [cm^2]} = 46{,}90\ [cm] \geq l_{b,mín}$$

$$= \max(0{,}3 * 53{,}0 = 15{,}9; 10 * 1{,}6 = 16; 10) = 16\ [cm]$$

$$l_{oC} = l_{b,nec} = 46{,}90\ [cm] \geq l_{oC\ min}$$

$$= \max(0{,}6 * 53{,}0 = 31{,}8; 15 * 1{,}6 = 24; 20) = 31{,}8\ [cm]$$

O que indica que o comprimento da emenda de traspasse deve ser de $l_{oC} = l_{b,nec} = 46{,}9\ [cm]$.

Para efeito de preticidade de execução o comprimento da emenda de traspasse será 50 [cm].

4.9.2 DIMENSIONAMENTO PILAR - SEÇÃO 19x50 cm

O pilar P28 é o mais solicitado da edificação. Conforme determinado pelo software AUTODESK ROBOT, sua carga de compressão de cálculo equivale a $N_d = 1270{,}89 \cong 1300\ [kN]$ no quinto pavimento e seu comprimento livre (sem contenção lateral) $l_o = 3{,}0 - (h_{viga} = 0{,}55)\ [m] = 2{,}45\ [m]$.

Visto que a razão entre seu maior e menor lado equivale a $\frac{h}{b} = \frac{0{,}50}{0{,}19} = 2{,}6 < 5$, este pilar não é considerado como pilar-parede. Ainda, como $b = \geq 19[cm]$, o coeficiente de majoração da carga compressora característica não necessita sofrer um acréscimo de 5%, conforme disposto na NBR 6118:2014.

4.9.3 ÍNDICES DE ESBELTEZ

A fim de se determinar se é necessário ou não considerar os efeitos de 2ª ordem no seu dimensionamento, procede-se à avaliação dos índices de esbeltez nas direções x e y, conforme se segue:

$$\lambda_j = \frac{l_{ej}}{i_j} \rightarrow l_{ej} = \min\left(l_o + a_{P22 \perp eixo\ j}; l_o + h_{viga}\right)\ \&\ i_j = \sqrt{\frac{I_j}{A}} = \frac{a_{P28 \perp eixo\ jj}}{\sqrt{12}}$$

$$\lambda_j = \frac{l_{ej} * \sqrt{12}}{a_{P28 \perp eixo\ j}}$$

Onde :

- λ_j: índice de esbeltez com relação ao eixo j;
- l_{ej}: comprimento efetivo do pilar com relação ao eixo j;
- l_o: comprimento livre do pilar;
- $a_{P22 \perp eixo\ j}$: lado do pilar P28 perpendicular ao eixo j;
- h_{viga} : altura das vigas que se apoiam no pilar, igual a 45 cm;
- i_j: raio de giração da seção com relação ao eixo j;
- I_j: momento de inércia da seção com relação ao eixo j;
- A: area da seção do pilar

4.9.4 λ_x

$$l_{ex} = \min\left(l_o + b; l_o + h_{viga}\right) \rightarrow l_{ex} = \min(2{,}64; 3{,}00) = 2{,}64\ [m]$$

$$\lambda_x = \frac{(l_{ex} = 2{,}64\ [m]) * \sqrt{12}}{a_{P28 \perp eixo\ x} = b = 0{,}19\ [m]} = 48{,}13 < 35 \rightarrow Pilar\ medianamente\ esbelto$$

$$\lambda_1 = \frac{25 + 12{,}5 * \frac{e}{h}}{\alpha_b} = \frac{25 + 12{,}5 * \frac{\frac{28}{1300}}{0{,}5}}{0{,}6 + 0{,}4 * \left(\frac{28}{18}\right)} = 20{,}9 \rightarrow Pilar\ medianamente\ esbelto$$

Logo, é necessária a verificação de 2ª ordem na direção do eixo x.

Método do Pilar-Padrão com curvatura aproximada

A NBR 6118 considera, neste método, um momento de segunda ordem igual a $M_{seg} = N_d * y_{max}$. O momento total máximo no pilar pode ser calculado pela expressão:

$$\nu = N_d/(A_c * F_{cd}) = \frac{1300}{0{,}19*0{,}5*21{,}4*1000} = 0{,}64\ .$$

$$\frac{1}{r} = \frac{0{,}005}{r} < \frac{0{,}005}{h(\nu + 0{,}5)} = \frac{0{,}005}{0{,}57} = 0{,}01$$

$$M_{seg} = \alpha_b * M_a + N_d * \frac{l_{ex}^2}{10} * \frac{1}{r} = 1{,}2 * 30 + 1300 * \frac{2{,}65^2}{10} * 0{,}01 = 39{,}2\ kNm$$

4.9.5 λ_y

$$l_{ey} = \min\left(l_o + h; l_o + h_{viga}\right) \rightarrow l_{ey} = \min(2{,}95; 3{,}00) = 2{,}95\ [m]$$

$$\lambda_y = \frac{(l_{ey} = 2{,}95\ [m]) * \sqrt{12}}{a_{P28 \perp eixo\ y} = h = 0{,}50\ [m]} = 20{,}4 < 35 \rightarrow Pilar\ muito\ curto$$

Logo, nenhuma verificação de 2ª ordem deve ser feita na direção do eixo y.

4.9.6 MOMENTOS MÍNIMOS DE 1ª ORDEM

A avaliação dos momentos mínimos de 1ª ordem nas direções x e y é feita através da equação:

$$M_{1d,min,jj} = |N_d| * (0{,}015 + 0{,}03 * a_{P22 \perp eixo\ j})$$

Onde :

- $M_{1d,min,jj}$: momento mínimo de 1ª ordem com relação ao eixo j;
- N_d: força de compressão de cálculo;
- $a_{P22 \perp eixo\ j}$: lado do pilar P28 perpendicular ao eixo j;

$$M_{1d,min,xx} = |N_d = 1300\ [kN]| * (0{,}015 + 0{,}03 * a_{P22 \perp eixo\ x} = b = 0{,}19\ [m]) = 27{,}3\ [kNm] < M_{seg}$$

$$M_{1d,min,yy} = |N_d = 1300\ [kN]| * \left(0{,}015 + 0{,}03 * a_{P22 \perp eixo\ y} = h = 0{,}60\ [m]\right) = 42{,}9[kNm]$$

4.9.7 MOMENTOS DE ENGASTAMENTO A PARTIR DO SOFTWARE ROBOT 2021

Foram avaliados os momentos de engastamento calculados a partir do software AUTODESK ROBOT 2021 e o valores encontrados encontram-se na Figura 22. Como os valores encontrados foram menores que os momentos mínimos de 1ª ordem (Item 4.9.6), optoui-se por utilizar os momentos mínimos de primeira ordem para dimensionamento da armadura longitudinal.

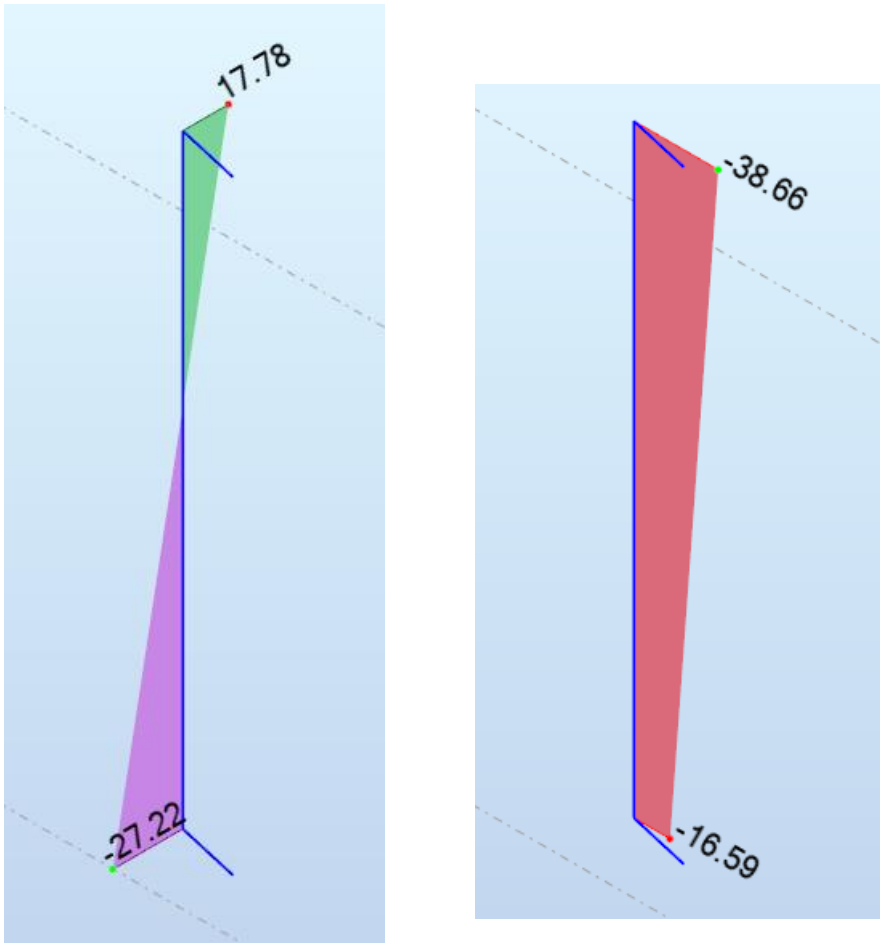


Figura 21 - Momentos de engastamento do Pilar P28 no pavimento Subsolo para os eixos x e y, respectivamente (ROBOT 2021)

4.9.8 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA LONGITUDINAL

Em função das solicitações de cálculo acima determinadas, propriedades geométricas da seção e dos materiais empregados, o dimensionamento das armaduras é feito separadamente para cada direção (eixo x e y) por meio de termos adimensionais abaixo definidos e sua relação em ábacos de dimensionamento (consultados diretamente na apostila de Fundamentos de Concreto Armado 2: 2019 – Sérgio Hampshire de Carvalho Santos).

4.9.9 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO X

Seção do Tipo 1 - C50, $\frac{d'}{b} = \frac{0{,}05}{0{,}19} = 0{,}25 \therefore \acute{A}baco\ adimensional\ n° 5$

$$\eta = \frac{N_d}{A * f_{cd}} = \frac{-1300\ [kN]}{(0{,}19 * 0{,}50)\ [m^2] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = -0{,}63$$

$$\mu = \frac{M_d}{A * h * f_{cd}} = \frac{39{,}4\ [kNm]}{(0{,}19 * 0{,}50)\ [m^2] * 0{,}19\ [m] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = 0{,}10$$

$$\omega = 0{,}10\ (Ábaco\ adimensional\ n° 5)$$

4.9.10 TERMOS ADIMENSIONAIS - DIREÇÃO DO EIXO Y

Seção do Tipo 3, C50, $\frac{d'}{b} = \frac{0{,}05}{0{,}5} = 0{,}10 \therefore Ábaco\ adimensional\ n° 11$

$$\eta\eta = \frac{N_d}{A * f_{cd}} = \frac{-1300\ [kN]}{(0{,}19 * 0{,}50)\ [m^2] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = -0{,}63$$

$$\mu = \frac{M_d}{A * h * f_{cd}} = \frac{42{,}9\ [kNm]}{(0{,}19 * 0{,}50)\ [m^2] * 0{,}50\ [m] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]} = 0{,}05$$

$$\omega = 0{,}05\ (Ábaco\ adimensional\ n° 11)$$

$$\omega\ encontrado\ menor\ que\ o\ mínimo\ logo\ foi\ considerado\ \omega = 0{,}05$$

4.9.11 ÁREA DE ARMADURA NECESSÁRIA

A área de armadura necessária mediante o termo adimensional ω é avaliada da seguinte maneira:

$$A_s = \frac{\omega * b * h * f_{cd}}{f_{yd}}$$

Logo, adotando o maior valor de ω encontrado acima ($\omega = 0{,}05$) tem-se:

$$A_s = \frac{(\omega = 0{,}10) * (0{,}19 * 0{,}50)\ [m^2] * \frac{30000}{1{,}4}\ [kPa]}{\frac{50}{1{,}15}\ [^{kN}/_{cm^2}]} = 4{,}68\ [cm^2]$$

Adotando barras de bitola $\varphi = 10{,}0\ mm$, cuja seção tem $area_{\varphi=16{,}0mm} = 0{,}80\ cm^2$, tem-se:

$$\boldsymbol{A_s \rightarrow n° \ de\ barras = \frac{4{,}68\ [cm^2]}{0{,}80\ [cm^2]} = 5{,}85\ \rightarrow 6\emptyset 10{,}0\ [mm] \therefore A_{s,ef} = 4{,}80\ [cm^2]}$$

Segundo a NBR 6118:2014, em seu item 17.3.5.3, que discorre sobre os valores mínimos e máximos de armadura para armaduras longitudinais de pilares, tem-se:

$$A_{s,min} = \left(0{,}15\frac{|N_d|}{f_{yd}}\right) \geq 0{,}4\%(A_c = A - (A_{s,ef}))$$

$$A_{s,min} = \left(0{,}15 * \frac{|1300\ [kN]|}{\frac{50}{1{,}15}\ [^{kN}/_{cm^2}]}\right) = 4{,}49\ [cm^2] \geq 0{,}4\%\big((19 * 50)\ [cm^2] - 4{,}80\ [cm^2]\big)$$

$$= 3{,}78\ [cm^2]$$

$$A_{s,max} = 4\%\left(A_c = A - \left(A_{s,ef}\right)\right) = 4\%\left((19 * 50)\ [cm^2] - 4{,}80\ [cm^2]\right) = 37{,}80\ \ [cm^2]$$

Então:

$$A_{s,min} = 3{,}78\ [cm^2] \leq A_{s,ef} = 4{,}80\ [cm^2] \leq A_{s,max} = 37{,}80\ \ [cm^2]$$

$$\rightarrow \boldsymbol{Norma\ atendida}!$$

4.9.12 VERIFICAÇÃO DA ARMADURA DIMENSIONADA

A partir dos valores efetivos de armadura dimensionada, procede-se à avaliação das curvas de interação entre o momento e carga de compressão de cálculo para a direção do eixo x e y.

DIREÇÃO DO EIXO X

Tabela 20 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x

Seção Transversal				Concreto		Aço - CA50A	
b (m)	0,50	d'(m)	0,05	f_{ck} (MPa)	30	f_{yk} (kN/cm^2)	50
h (m)	0,19	d''(m)	0,05	f_{cd} (kN/m^2)	21429	Es (kN/cm^2)	21000
		d(m)	0,14			ε_{yd} (‰)	2,070
						f_{yd} (kN/cm^2)	43,48

Tabela 21 - Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo x

Disposição das Armaduras				
Camadas	Barras	Bitola (mm)	A_{si} (cm^2)	d_i (m)
1	3	10	2,4	0,05
2	3	10	2,4	0,05

DIREÇÃO DO EIXO Y

Tabela 22 - Tabela 15 - Dados da seção, concreto e aço para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y

Seção Transversal				Concreto		Aço - CA50A	
b (m)	0,19	d'(m)	0,05	f_{ck} (MPa)	30	f_{yk} (kN/cm^2)	50
h (m)	0,50	d''(m)	0,05	f_{cd} (kN/m^2)	21429	Es (kN/cm^2)	21000
		d(m)	0,45			ε_{yd} (‰)	2,070
						f_{yd} (kN/cm^2)	43,48

Tabela 23 -Dados da disposição das armaduras para a curva de interação Nd x Md na direção do eixo y

Disposição das Armaduras				
Camadas	Barras	Bitola (mm)	A_{si} (cm^2)	d_i (m)
1	2	10	1,6	0,05
2	2	10	1,6	0,05
3	2	10	1,6	0,05

4.9.13 VERIFICAÇÃO DA FLEXÃO COMPOSTA OBLÍQUA

A NBR 6118:2014, em seu item 17.2.5, define o processo aproximado para o dimensionamento à flexão composta oblíqua através da seguinte equação de interação:

$$\left[\frac{M_{Rd,x}}{M_{Rd,xx}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{Rd,y}}{M_{Rd,yy}}\right]^{\alpha} = 1$$

"Onde:

- *$M_{Rd,x}$ e $M_{Rd,y}$: são as componentes do momento resistente de cálculo em flexão oblíqua composta, segundo os dois eixos principais de inércia x e y, da seção bruta, com um esforço normal resistente de cálculo N_{Rd} igual à normal solicitante N_{Sd}.*
- *$M_{Rd,xx}$ e $M_{Rd,yy}$: são os momentos resistentes de cálculo segundo cada um dos referidos eixos em flexão composta normal, com o mesmo valor de N_{Rd}. Esses valores são calculados a partir do arranjo e da quantidade de armadura em estudo;*
- *α: é um expoente cujo valor depende de vários fatores, entre eles o valor da força normal, a forma da seção, o arranjo da armadura e de suas porcentagens. Em geral pode ser adotado $\alpha = 1$, a favor da segurança. No caso de seções retangulares, pode-se adotar $\alpha = 1,2$."*

No estado limite último, a equação acima definida deve ser verificada para ≤ 1, (condição de segurança). Com o auxílio do programa Oblíqua 1.0, essa análise é imediata:

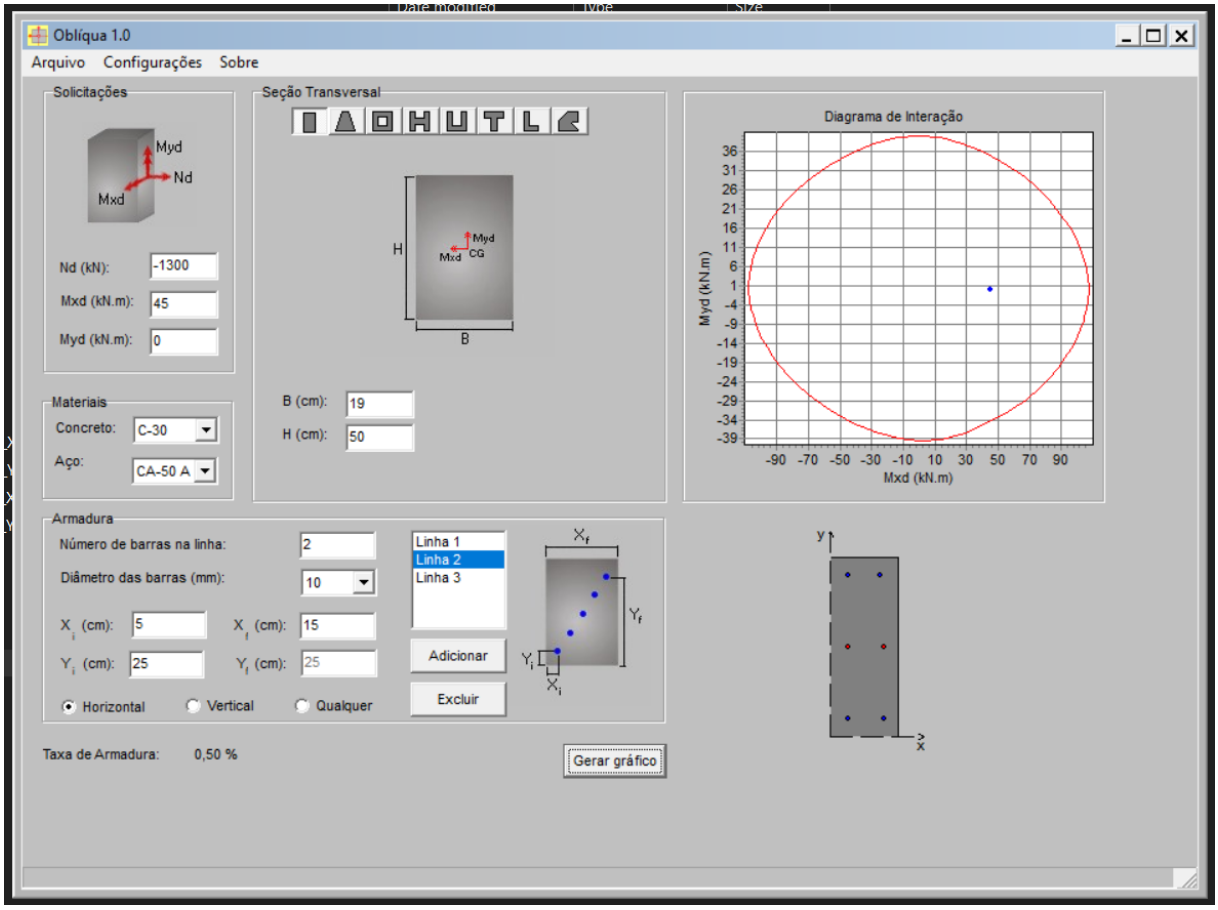


Figura 228 - Verificação da flexão composta oblíqua

Logo, conclui-se que essa verificação é atendida, uma vez que o par ordenado $(M_{Rd,x}\,, M_{Rd,y})$ encontra-se dentro da região delimitada em vermelho.

4.9.14 DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA TRANSVERSAL

A NBR 6118 determina que o diâmetro dos estribos seja o maior dentre os dois valores abaixo mostrado:

$$\emptyset_e = max\left(5\,; \frac{1}{4} * \emptyset_{longitudinal}\right)[mm] \rightarrow \emptyset_e = \max(5; 0{,}25 * 16) = 5\,[mm]$$

E o seu espaçamento máximo deve ser o menor dentre os seguintes valores:

$$s_{max} = min\left(20\,; menor\ dimensão\ da\ seção\,; 12 * \emptyset_{longitudinal}\right)[cm] \rightarrow s_{max}$$
$$= min(20\,; b = 20\,; 19{,}2) = 20\,[cm]$$

Além de proteger as barras longitudinais dos cantos contra a flambagem, os estribos protegem mais duas barras em cada face do pilar desde que estas estejam a no máximo $20 * \emptyset_e$ do canto do estribo. Caso esse limite seja ultrapassado, deve-se implementar novos estribos até que essa condição seja respeitada ou utilizar grampos suplementares. No caso do pilar P28, sua

maior dimensão é de 20 cm enquanto $20 * \emptyset_e = 5\,[cm]$, logo serão utilizados grampos suplementares envolvendo todas as barras não envolvidas.

4.9.15 DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL

Conforme exposto anteriormente no item 4.3.6.1 deste memorial, determina-se o número máximo de barras longitudinais por camada em função da armadura já dimensionada, conforme se segue:

Tabela 242 - Distribuição da armadura

As				
Armadura dimensionada (todas as 2 camadas)	n_{max} por camada	φ (mm)	φ_e (mm)	eh min (mm)
4φ10,0	11,6	10	5	30

Logo, a seguinte distribuição transversal será executada para as seções calculadas, considerando o espaçamento vertical mínimo abaixo calculado:

$$e_{v\,min} = max(20; \emptyset; 0{,}5 * D_{\max\,caract} = 12{,}5) = 20\,[mm]$$

- $A_s \rightarrow 4\emptyset 16{,}0\,[mm]$;
  - 1ª camada $\rightarrow 2\emptyset 10{,}0\,[mm]$;
  - 2ª camada $\rightarrow 2\emptyset 10{,}0\,[mm]$.

4.9.16 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL

As barras comprimidas podem ser emendadas em uma única seção e seu comprimento de traspasse, segundo a NBR 6118:2014, em seu item 9.5.2.3, deve equivaler a:

$$l_{oC} = l_{b,nec} \geq l_{oC\,min} = \max(0{,}6 * l_b; 15\emptyset; 20)\,[cm]$$

$$l_{b,nec} = \alpha l_b \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,mín} = \max(0{,}3 l_b; 10\emptyset; 10\,[cm]) \rightarrow l_b = \frac{\emptyset f_{yd}}{4 f_{bd}} \geq 25\emptyset$$

Onde:

$$f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3\, f_{ctd} \therefore f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf} = 0{,}7 * (0{,}3 {f_{ck}}^{2/3})}{\gamma_c}$$

Sendo $\eta_1 = 2{,}25\,(barras\ nervuradas), \eta_2 = 1{,}0\,(zona\ de\ boa\ aderência), \eta_3 = 1{,}0\,(\emptyset < 32\,[mm])$ e $f_{ctd} = \frac{0{,}7*(0{,}3*30^{2/3})}{\gamma_c = 1{,}4} = 1{,}45\,[MPa]$, então:

$$f_{bd} = 2{,}25 * 1{,}45 = 3{,}26\,[MPa] \rightarrow l_b = \frac{(\emptyset = 1{,}6\,[cm])\frac{50}{1{,}15}\,[MPa]}{4 * 3{,}26\,[MPa]} = 53{,}34\,[cm]$$

$$\geq 25 * (\emptyset = 1{,}6\,[cm]) = 40\,[cm]$$

Adotando $l_b = 53{,}0\,[cm]$, tem-se:

$$l_{b,nec} = (\alpha = 1{,}0) * 53{,}0\,[cm]\frac{8{,}00\,[cm^2]}{4{,}00\,[cm^2]} = 106{,}0\,[cm] \geq l_{b,mín}$$

$$= \max(0{,}3 * 53{,}0 = 15{,}9; 10 * 1{,}6 = 16; 10) = 16\,[cm]$$

$$l_{oC} = l_{b,nec} = 106{,}0\,[cm] \geq l_{oC\,min}$$

$$= \max(0{,}6 * 53{,}0 = 31{,}8; 15 * 1{,}6 = 24; 20) = 31{,}8\,[cm]$$

O que indica que o comprimento da emenda de traspasse deve ser de $l_{oC} = l_{b,nec} = 106{,}0\,[cm]$.

Para efeito de preticidade de execução o comprimento da emenda de traspasse será 100 [cm].

5. FUNDAÇÕES

Para o Estudo da fundação do Empreendimento RECREIO GARDEN foi utilizada a sondagem realizada em um terreno adjacente localizado na Rua Natividade. A distância entre os terrenos é de 5km e está adequada ao propósito do cálculo deste memorial.

Um dos testes do tipo SPT com retirada de amostras que foi localizado no terreno próximo pode ser encontrado no Anexo 2.

5.1 DEFINIÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE CARGAS NA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

A transmissão de esforços ao terreno por meio dos elementos de fundação deve respeitar as exigências de segurança contra a ruptura do solo, os recalques compatíveis com a estrutura do empreendimento e a segurança estrutural dos próprios elementos de fundação. Sob essa ótica, os conceitos de carga de ruptura, de segurança, admissível e de trabalho devem ser bem definidos para o correto dimensionamento das fundações.

Sendo assim:

- Carga de Ruptura (Q_{rup}): é a carga que rompe o terreno de fundação;
- Carga de Segurança (Q_{seg}): é a carga de ruptura minorada por um fator de segurança (FS);

- $Q_{seg} = Q_{rup}/FS$, onde FS mínimo é igual a 3 para fundações superficiais e 2 para fundações profundas (NBR 6122:2010).

- Carga Admissível (Q_{adm}): é a carga que se admite aplicar ao terreno de fundação cujo recalque seja suportado pela estrutura, ou seja, que nela não implique aumento de esforços solicitantes além dos limites exigidos por norma;
  - Naturalmente, se o recalque causado por Q_{seg} for menor ou igual ao admissível pela estrutura, tem-se: $Q_{adm} = Q_{seg}$. Caso contrário, $Q_{adm} < Q_{seg}$.
- Carga de Trabalho (Q_{trab}): é a carga que realmente atua no terreno de fundação.

Portanto: $Q_{trab} \leq Q_{adm} \leq Q_{seg} = \frac{Q_{rup}}{2}$

5.2 DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS

Optou-se a utilização de fundações profundas escavadas, em específico o uso de estacas hélices contínuas, devido às grandes cargas atuantes. Para o emprego de estacas como elementos de fundação, valendo-se de fórmulas estáticas e métodos empíricos, a carga de ruptura pode ser expressa por:

$$Q_{rup} = Q_{rup\ AL} + Q_{rup\ P}$$

Onde: $Q_{rup\ AL}$ = carga de ruptura (resistência) de atrito lateral e $Q_{rup\ P}$ = carga ruptura (resistência) de ponta.

A carga de atrito lateral corresponde ao somatório, para todo o comprimento enterrado da estaca, do produto entre a área lateral desta num determinado trecho considerado pelo seu respectivo atrito lateral unitário. Ou seja:

$$Q_{rup\ AL} = U * \sum_{cota\ da\ ponta}^{cota\ de\ arrasamento} (r_L * \Delta_L)$$

Onde:

- U = perímetro da estaca;
- r_L = máximo atrito lateral unitário no segmento considerado;
- Δ_L = segmento da estaca.

Já a carga de ponta corresponde ao produto entre a resistência de ponta unitária pela area da base da estaca. Logo:

$$Q_{rup\ P} = r_P * A_P$$

Onde:

- r_P = máxima resistência de ponta unitária;

A_P = area da base da estaca.

Diversos são os métodos de dimensionamento de fundações profundas, sendo o escolhido para essa analise o método de Décourt - Quaresma (1996).

5.3 MÉTODO DE DÉCOURT - QUARESMA (1996)

De acordo com este método, as parcelas $Q_{rup\ AL}$ e $Q_{rup\ P}$ são equivalentes a:

$$Q_{rup\ AL} = \beta r_L UL \qquad \text{e} \qquad Q_{rup\ P} = \alpha r_P A_P$$

Para o cálculo do atrito lateral unitário r_L, tem-se:

$$r_L = \frac{N_L}{3} + 1 \qquad [\text{tf/m}^2]$$

Enquanto a resistência de ponta unitária r_P corresponde a:

$$r_p = C N_p$$

Onde:

- $\propto$ e β = fatores segundo o tipo de solo e estaca (Tabela 18);
- N_L = valor médio do índice de resistência a penetração ao longo do fuste, de comprimento L;
    - Quando $N_L < 3$, considerar $N_L = 3$;
    - Quando $N_L < 50$, considerar $N_L = 50$.
        - Para estacas Strauss e tubulões, o limite superior de N deve ser igual a 15.
- N_p= valor médio do índice de resistência a penetração da cota da ponta da estaca, da imediatamente anterior e posterior;
- C = coeficiente característico do solo (Tabela 19).

Tabela 253 - Valores de α e β. (Décourt-Quaresma)

Estaca	Cravada (estaca padrão)		Escavada (em geral)		Escavada (c/ bentonita)		Hélice Contínua		Raiz		Injetada	
Solo	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
Argila	1,00*	1,00*	0,85	0,80	0,85	0,90*	0,30*	1,00*	0,85*	1,50*	1,00*	3,00*
Solos intermediários	1,00*	1,00*	0,60	0,65	0,60	0,75*	0,30*	1,00*	0,60*	1,50*	1,00*	3,00*
Areias	1,00*	1,00*	0,50	0,50	0,50	0,60*	0,30*	1,00*	0,50*	1,50*	1,00*	3,00*

Obs. Valores apenas indicativos diante do reduzido número de dados disponíveis.

Tabela 264 - Valores de C. (Décourt-Quaresma)

Tipo de Solo	C (tf/m2)
Argilas	12
Siltes argilosos (alteração de rocha)	20
Siltes arenosos (alteração de rocha)	25
Areias	40

Obs. 1 tf/m^2 = 10 kN/m^2

Sendo assim, a carga de ruptura equivale a:

$$Q_{rup} = \left(\frac{N_L}{3} + 1\right) UL + CN_P A_P$$

Ainda, o coeficiente de segurança global F pode ser escrito da seguinte forma:

$$F = F_P F_f F_d F_w$$

Onde:

- F_P = Coeficiente de segurança relativo aos parâmetros do solo;
  - 1,1 para o atrito lateral e 1,35 para a resistência de ponta.
- F_f = Coeficiente de segurança relativo à formulação adotada (=1,0);
- F_d = Coeficiente de segurança para evitar recalques excessivos;
  - 1,0 para o atrito lateral e 2,5 para a resistência de ponta.
- F_w = Coeficiente de segurança relativo à carga de trabalho da estaca (=1,2).

Portanto, $F_{AL} = 1{,}1 * 1{,}0 * 1{,}0 * 1{,}2 \approx 1{,}3$ e $F_P = 1{,}35 * 1{,}0 * 2{,}5 * 1{,}2 \approx 4{,}0$. Logo, a carga de segurança da estaca corresponde a:

$$Q_{seg} = \frac{Q_{rup\ AL}}{F_{AL} = 1{,}3} + \frac{Q_{rup\ P}}{F_P = 4{,}0}$$

5.4 DIMENSIONAMENTO DA ESTACA HÉLICE

A estaca hélice contínua terá 70 centímetros de diâmetro e seu concreto $f_{ck} = 20\ [MPa]$. A carga de cada estaca será majorada de 5% para se considerar seu peso próprio e esse resultado de 20% para efeito de segurança, correspondendo ao total de 26% de majoração do valor característico obtida no pré-dimensionamento.

Ainda, intenta-se arrasar o topo das estacas a 2 metros abaixo da base do subsolo, considerando assim a espessura da sua laje (15 [cm]), cintas (35 [cm]), espaçamento entre cintas e bloco de coroamento (15 [cm]) e a altura do próprio bloco em si (suposta 135 [cm]). Dessa forma, a capacidade de carga do solo para a referida estaca será determinada a partir da profundidade de 4 metros da sondagem SP.

Em anexo se encontra a tabela cálculo detalhada do dimensionamento da estaca hélice para o carregamento do pilar P28. Abaixo são representadas as capacidades de carga do solo (ruptura e admissível) em função da profundidade de assentamento da estaca.

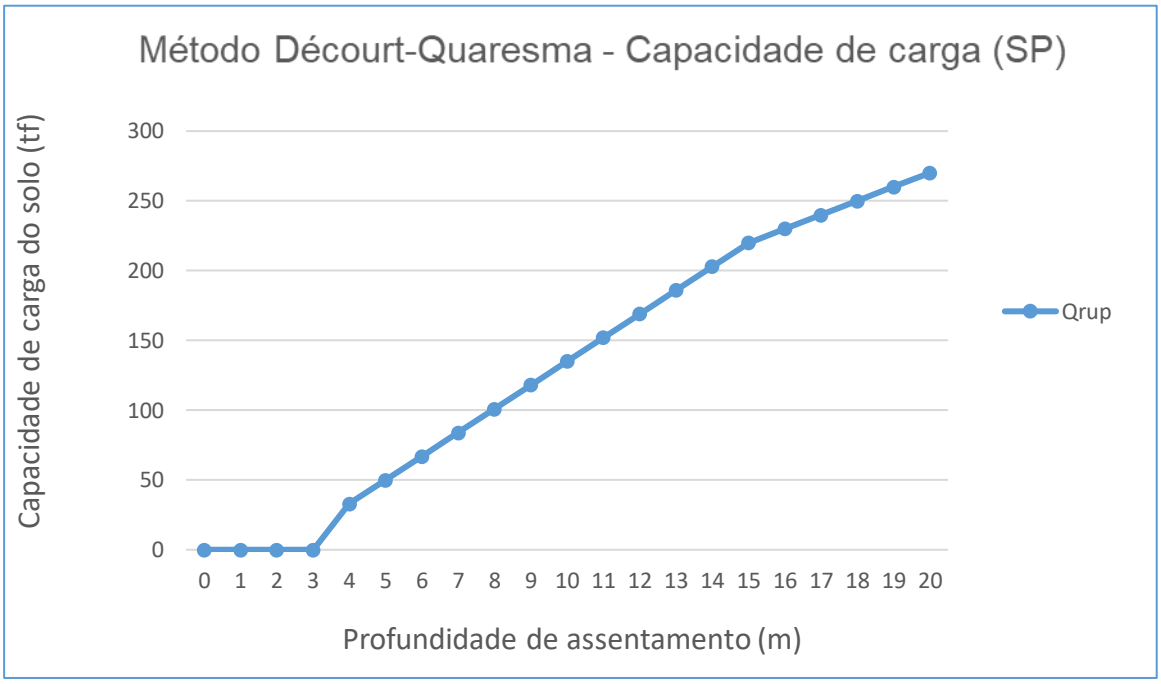


Figura 23 - Método Décourt-Quaresma - Capacidade de carga do solo (Ensaio SPT).

Considerando a carga de trabalho mais crítica (Pilar P18) $Q_k = 285{,}3\ [tf]$ e um fator de segurança igual a 1,26, temos que a carga de cálculo aplicada na estaca equivale a $Qd = 285{,}3\ [tf] * 1{,}26 = 360{,}0\ [tf]$. Pode-se inferir que o número de estacas necessárias para este carregamento é função da profundidade de assentamento $Z(m)$ da estaca, ou seja: $n°\ estacas\ (Z) = Q_d / Q_{adm}(Z)$.

Quanto à determinação da carga admissível estrutural da estaca hélice contínua, foi adotado um fator de segurança $FS = 3{,}5$ para o concreto C20. Dessa forma:

$$N_{adm} = \frac{f_{ck}}{FS} * \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{20000\ [kPa]}{3{,}5} * \frac{\{\pi * (0{,}70^2\ [m^2])\}}{4} = 2199{,}1\ [kN] = 219{,}9\ [tf]$$

Dessa forma, optou-se por adotar a profundidade de assentamento igual a 14 m, o que se traduz na necessidade de execução de 2 estacas (cujo topo está a 4 metros de profundidade) unidas por um bloco de ancoragem.

Tabela 275 - Quantitativo de estacas hélices contínuas por pilar.

PILAR	Carga de cálculo (kN)	Profundidade de assentamento (m)	N° de estacas necessárias
P2	776	14	1
P3	801	14	1
P4	532	14	1
P5	521	14	1
P6	795	14	1
P7	772	14	1
P9	200	14	1
P10	799	14	1
P11	982	14	1
P12	1115	14	1
P14	2129	14	1
P15	2057	14	1
P16	2086	14	1
P17	2135	14	1
P19	1998	14	2
P20	2534	14	2
P22	2088	14	1
P23	3079	14	2
P24	3060	14	2
P25	2100	14	1
P27	1976	14	1
P28	2853	14	2
P29	1779	14	1
P1-8-13-18-21-30-35*	1000	14	1

* os pilares não foram dimensionados e terão carga mínima de 1000 kN adotados

Essa profundidade de assentamento será a mesma para os demais pilares, sendo o número de estacas necessárias variável para cada carregamento.

A fim de se definir a forma dos blocos de coroamento de $f_{ck} \geq 18$ $[MPa]$, consultou-se o manual da "FRANKI", cuja tabela de dimensionamento está abaixo representada:

Tabela 286 - Dimensionamento de bloco de coroamento. (Franki)

Bloco sobre uma estaca		
Diâmetro (mm)		700
Pilar	Carga Máxima (kN)	2600
	Menor dimensão H (m)	0,20
Bloco	Comprimento C (m)	0,90
	Largura L (m)	0,90
	Altura h (m)	0,90
Volume de concreto (m^3)		0,71
Area de forma (m^2)		3,24
Peso do Bloco (kN)		1,77
Bloco sobre duas estacas		
Diâmetro (mm)		700
Pilar	Carga Máxima (kN)	5200
	Menor dimensão H (m)	0,40
Bloco	Comprimento C (m)	3,00
	Largura L (m)	0,90
	Altura h (m)	1,15
	Espaçamento e (m)	2,00
	a (m)	0,50
Volume de concreto (m^3)		3,07
Area de forma (m^2)		8,97
Peso do Bloco (kN)		76,70

Mediante a tabela 4.33, infere-se que todas as estacas trabalham abaixo da sua carga admissível estrutural.

5.4.1 DIMENSIONAMENTO DAS ARMADURAS LONGITUDINAIS E TRANVERSAIS

Opta-se por armar o topo das estacas em seus primeiros 4 metros de comprimento, a fim de a engastar no bloco de coroamento e melhorar as condições de segurança para a sua integridade (eventuais sinistros, como o desenvolvimento de momentos consideráveis em seu topo podem causar a ruptura brusca do concreto não armado).

Valendo-se dos valores mínimos supracitados de armadura longitudinal de pilares, analisando o carregamento mais crítico (P28) dividido em 2 estacas, tem-se, por estaca:

$$A_{s,min} = \left(0{,}15 \frac{|N_d|/2}{f_{yd}} \right) \geq 0{,}4\% (A_c = A - (A_{s,ef}))$$

$$A_{s,min} = \left(0{,}15 * \frac{\left|2850\ [kN]/2\right|}{\frac{50}{1{,}15}\ [kN/cm^2]} \right) = 4{,}91\ [cm^2] \geq 0{,}4\% \left(\left(\pi * 0{,}7^2/4 \right)\ [cm^2] - 0\ [cm^2] \right)$$

$$= 1{,}54 * 10^{-3}\ [cm^2]$$

Adotando barras de bitola $\varphi = 12{,}5\ mm$, cuja seção tem $area_{\varphi=12{,}5mm} = 1{,}23\ cm^2$, tem-se:

$$\boldsymbol{A_s \rightarrow n^{\circ}\ de\ barras = \frac{4{,}91\ [cm^2]}{1{,}23\ [cm^2]} = 3{,}99\ \rightarrow 4\emptyset 12{,}5\ [mm] \therefore A_{s,ef} = 4{,}92\ [cm^2]}$$

O diâmetro dos estribos segue a mesma metodologia de dimensionamento para pilares e são determinados como se segue:

$$\emptyset_e = max\left(5\ ; \frac{1}{4} * \emptyset_{longitudinal}\right)[mm] \rightarrow \emptyset_e = \max(5; 0{,}25 * 12{,}5) = 5\ [mm]$$

E o seu espaçamento máximo deve ser o menor dentre os seguintes valores:

$$s_{max} = min(20\ ; menor\ dimensão\ da\ seção\ ; 12 * \emptyset_{longitudinal})[cm] \rightarrow s_{max} = min(20\ ; D = 70\ ; 15) = 15\ [cm]$$

5.4.2 DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL

O espaçamento angular entre as barras será determinado à imagem do espaçamento horizontal acima exposto. Sendo assim:

a) na direção angular ($a_{angular}$):

- 20 [mm];
- diâmetro da barra, do feixe ou da luva;
- 1,2 vez a dimensão máxima característica do agregado graúdo.

Logo, o espaçamento angular mínimo corresponde a 30 [mm].

5.4.3 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL

Conforme antes exposto para pilares::

$$l_{oC} = l_{b,nec} \geq l_{oC\ min} = \max(0{,}6 * l_b; 15\emptyset; 20)\ [cm]$$

Onde:

$$l_{b,nec} = \alpha l_b \frac{A_{s,calc}}{A_{s,ef}} \geq l_{b,mín} = \max(0{,}3l_b; 10\emptyset; 10\ [cm]) \rightarrow l_b = \frac{\emptyset f_{yd}}{4 f_{bd}} \geq 25\emptyset$$

$$f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3\ f_{ctd} \therefore f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf} = 0{,}7 * (0{,}3 {f_{ck}}^{2/3})}{\gamma_c}$$

Sendo $\eta_1 = 2{,}25\ (barras\ nervuradas), \eta_2 = 1{,}0\ (zona\ de\ boa\ aderência), \eta_3 = 1{,}0\ (\emptyset < 32\ [mm])$ e $f_{ctd} = \frac{0{,}7*(0{,}3*30^{2/3})}{\gamma_c=1{,}4} = 1{,}45\ [MPa]$, então:

$$f_{bd} = 2{,}25 * 1{,}45 = 3{,}26\ [MPa] \rightarrow l_b = \frac{(\emptyset = 1{,}25\ [cm])\frac{500}{1{,}15}\ [MPa]}{4 * 3{,}26\ [MPa]} = 41{,}68\ [cm]$$

$$\geq 25 * (\emptyset = 1{,}25\ [cm]) = 31{,}25\ [cm]$$

Adotando $l_b = 42{,}0\ [cm]$, tem-se:

$$l_{b,nec} = (\alpha = 1{,}0) * 42{,}0\ [cm] \frac{6{,}77\ [cm^2]}{7{,}38\ [cm^2]} = 38{,}53\ [cm] \geq l_{b,mín}$$

$$= \max(0{,}3 * 42{,}0 = 12{,}6; 10 * 1{,}25 = 12{,}5; 10) = 12{,}6\ [cm]$$

$$l_{oC} = l_{b,nec} = 39\ [cm] \geq l_{oC\ min}$$

$$= \max(0{,}6 * 42{,}0 = 25{,}2; 15 * 1{,}25 = 18{,}75; 20) = 39\ [cm]$$

O que indica que o comprimento da emenda de traspasse deve ser de $l_{oC} = l_{b,nec} = 39\ [cm]$.

6. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 a 7.

7. BIBLIOGRAFIA

NBR-6118 (2014) – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, 29 de maio de 2014;

NBR-6120 (1980) – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações, 30 de novembro de 1980;

NBR-6122 (2010) – Projeto e Execução de Fundações, 20 de outubro de 2010.

Fundamentos de Concreto Armado 1: 2019 – Henrique Innecco Longo;

Fundamentos de Concreto Armado 2: 2019 – Sérgio Hampshire de Carvalho Santos;

Estruturas de Concreto Armado 1: 2019 - Henrique Innecco Longo;

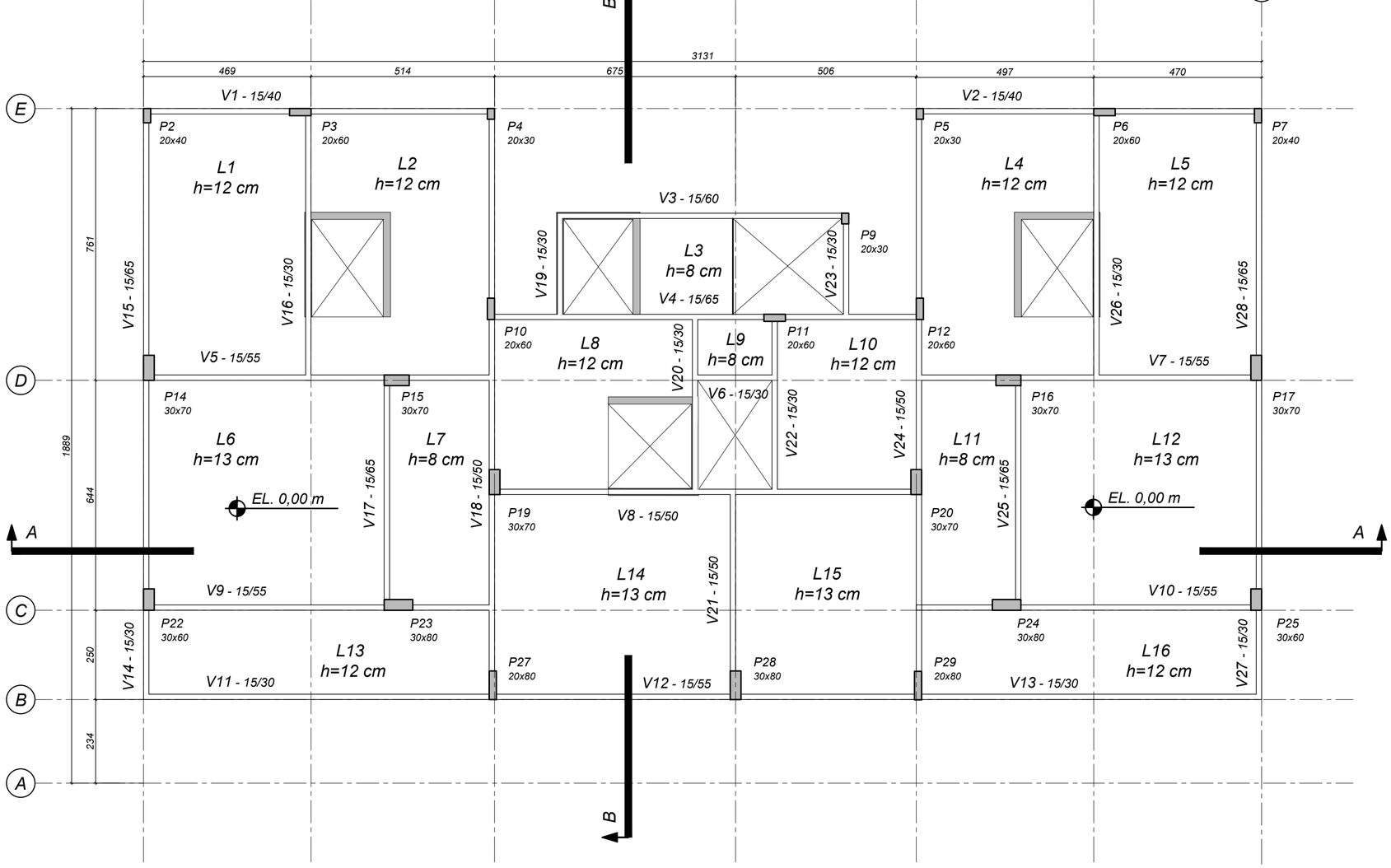
Complementos de Fundações: 2019 - José Luiz Couto de Souza;

Problemas Especiais em Fundações e Obras Subterrâneas: 2019 - José Luiz Couto de Souza.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PAVIMENTO-TIPO - ACESSO - PLANTA DE FORMA

PLANTA REFLETIDA - ESC. 1:100



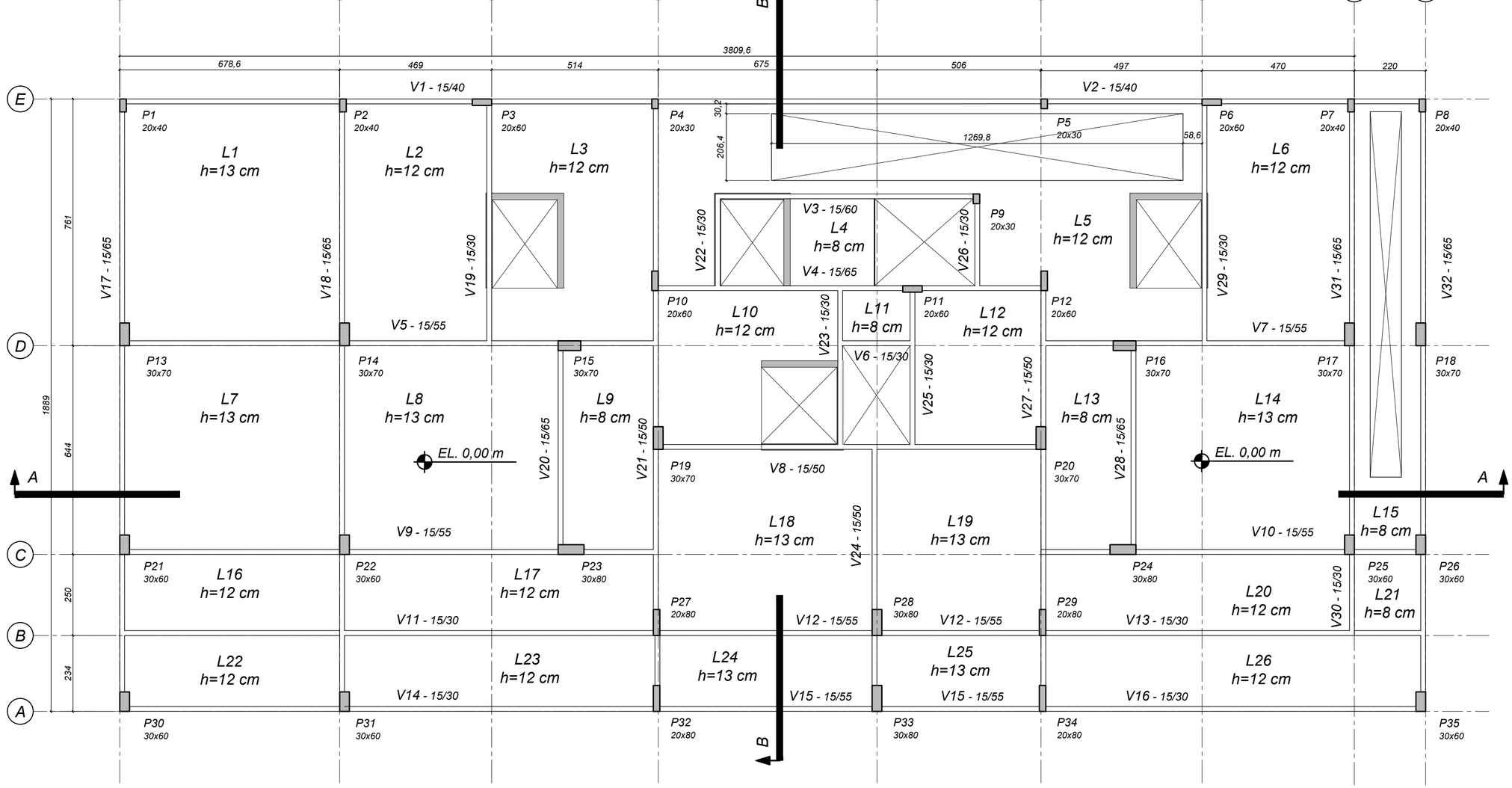
DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz CREA: ASSINATURA:	PLANTA REFLETIDA LANÇAMENTO ESTRUTURAL - 2 DE 7 ESCALA: 1:100 DATA: 29/07/20

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

SUBSOLO - PLANTA DE FORMA

PLANTA REFLETIDA - ESC. 1:100



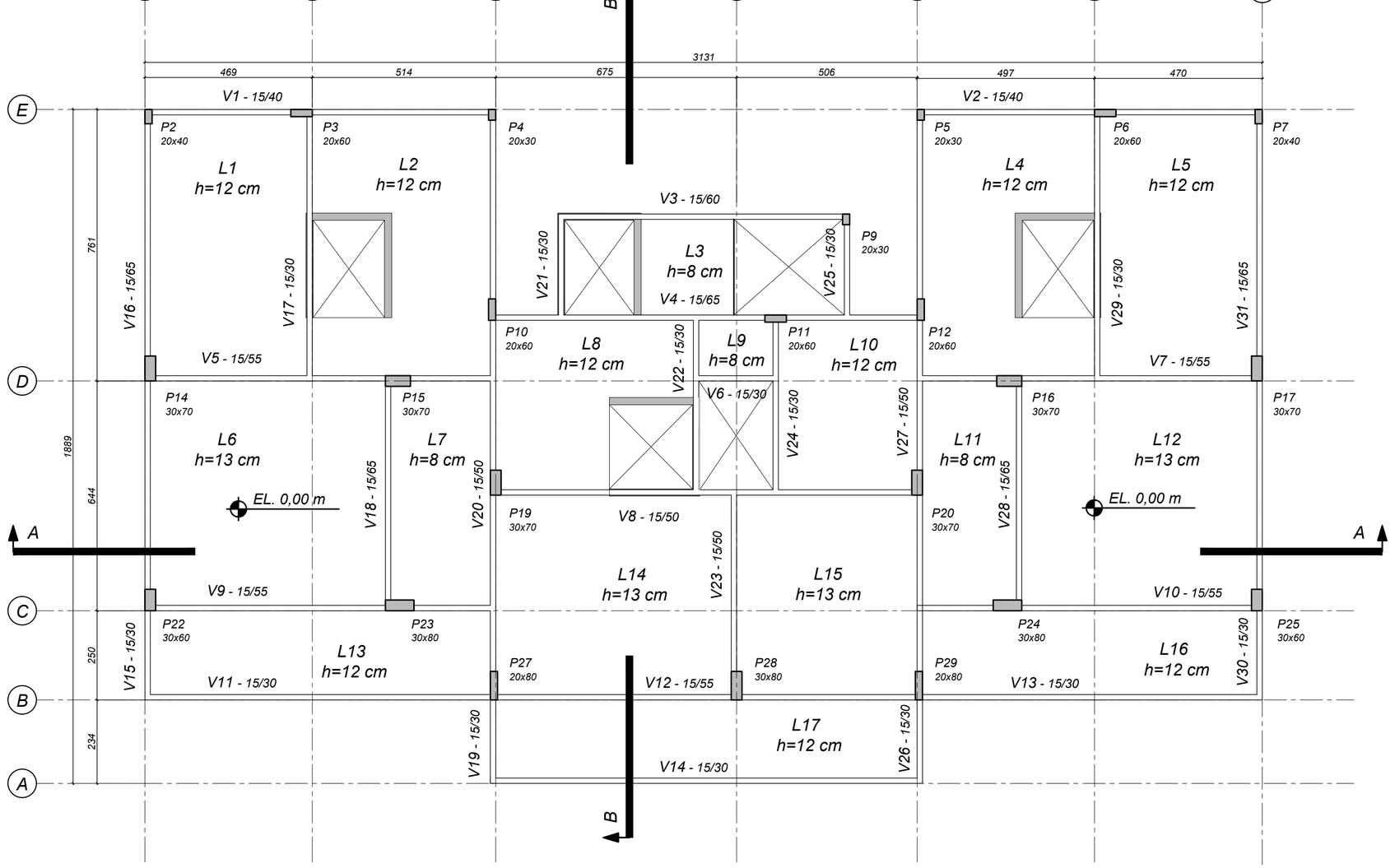
DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz CREA: ASSINATURA:	PLANTA REFLETIDA LANÇAMENTO ESTRUTURAL - 1 DE 7 ESCALA: 1:100 DATA: 29/07/20

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PAVIMENTO-TIPO - PAVIMENTO SUPERIOR - PLANTA DE FORMA

PLANTA REFLETIDA - ESC. 1:100



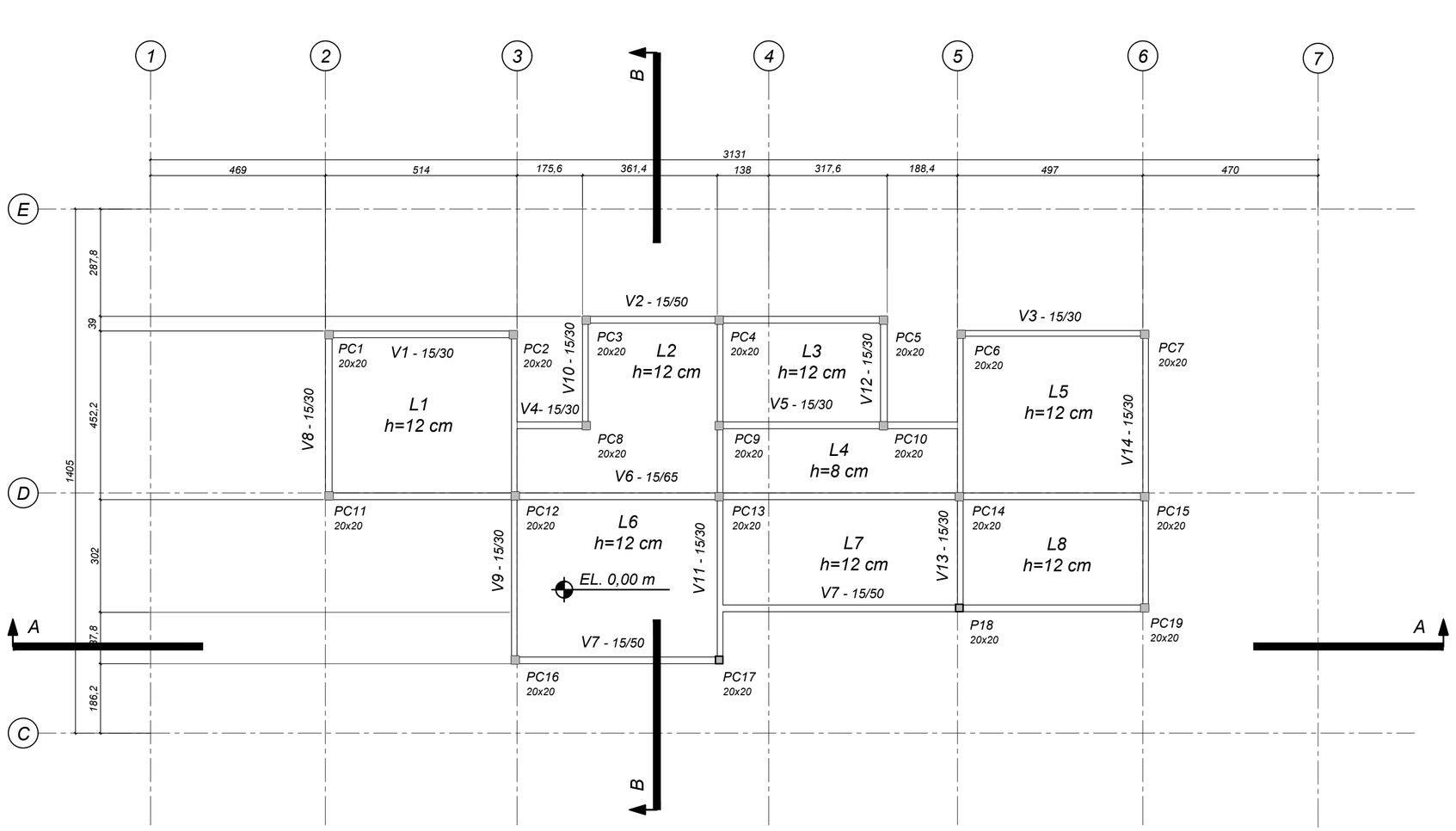
DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz	PLANTA REFLETIDA LANÇAMENTO ESTRUTURAL - 3 DE 7
	CREA:	
	ASSINATURA:	ESCALA: 1:100 / DATA: 29/07/20

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

COBERTURA - PLANTA DE FORMA

PLANTA REFLETIDA - ESC. 1:100



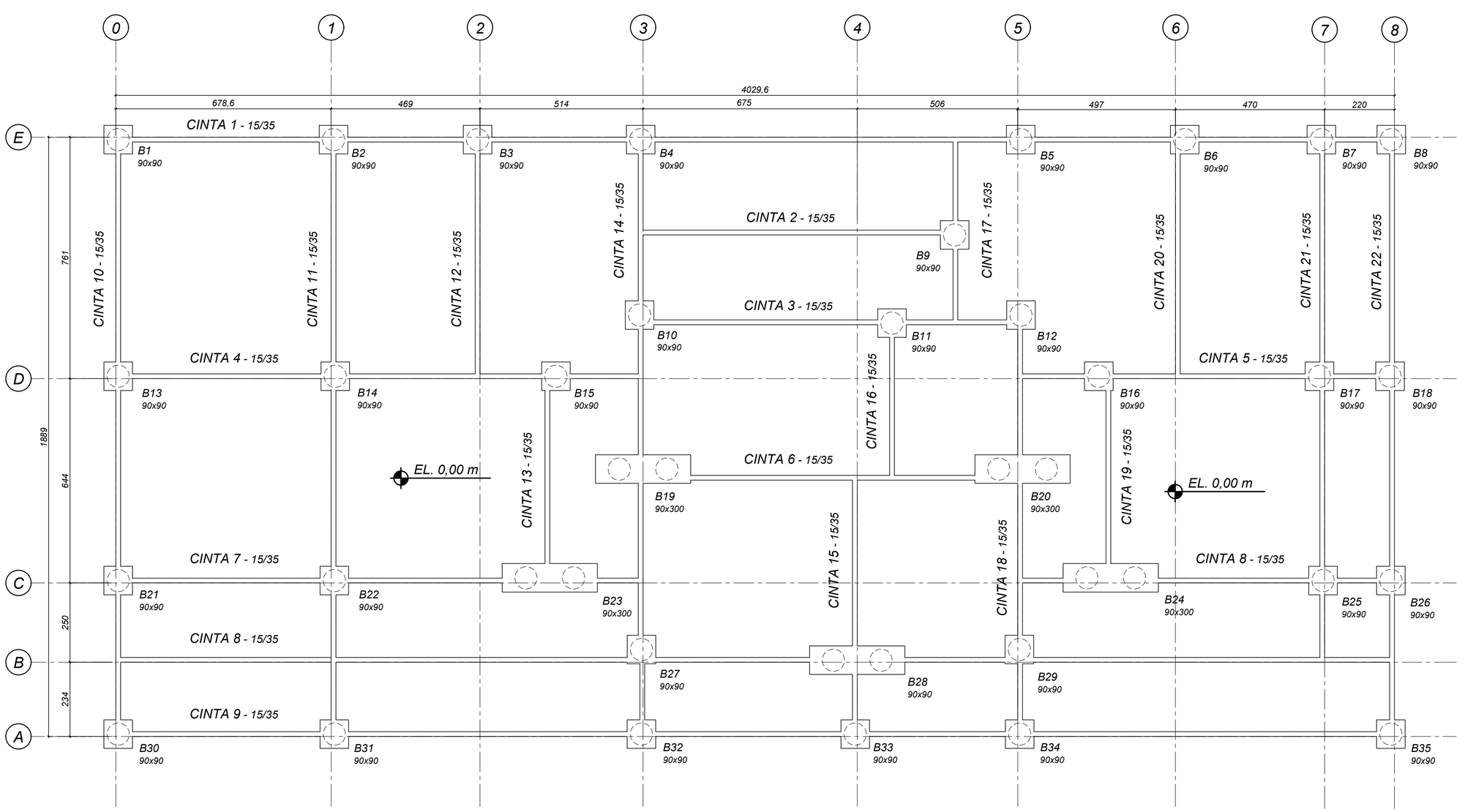
DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz	PLANTA REFLETIDA LANÇAMENTO ESTRUTURAL - 4 DE 7	
	CREA:		
	ASSINATURA:	ESCALA: 1:100	DATA: 29/07/20

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

FUNDAÇÃO - CINTAS E BLOCOS DE COROAMENTOS

PLANTA - ESC. 1:100

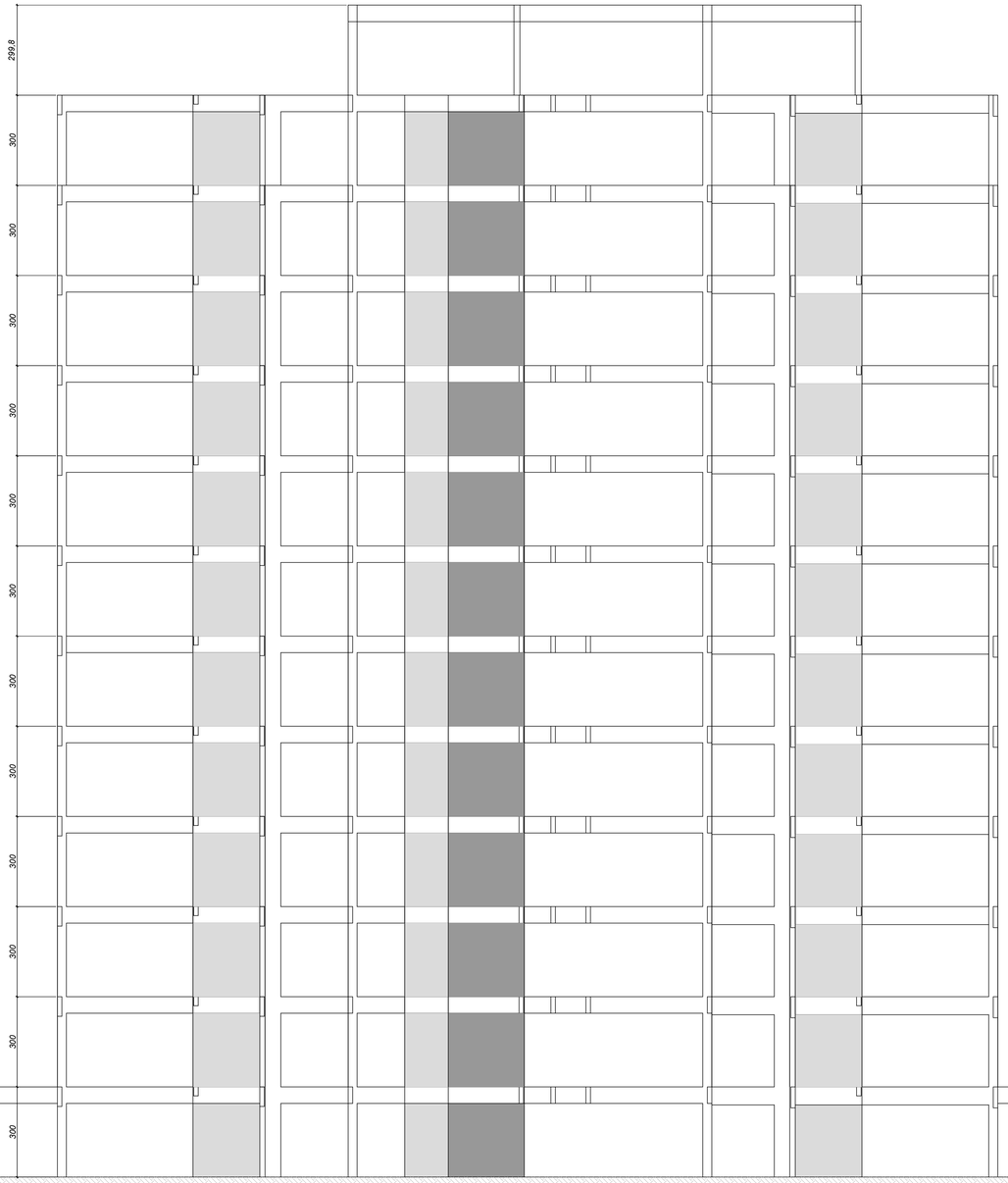


DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz	PLANTA REFLETIDA LANÇAMENTO ESTRUTURAL - 5 DE 7
	CREA:	
	ASSINATURA:	ESCALA: 1:100 / DATA: 29/07/20

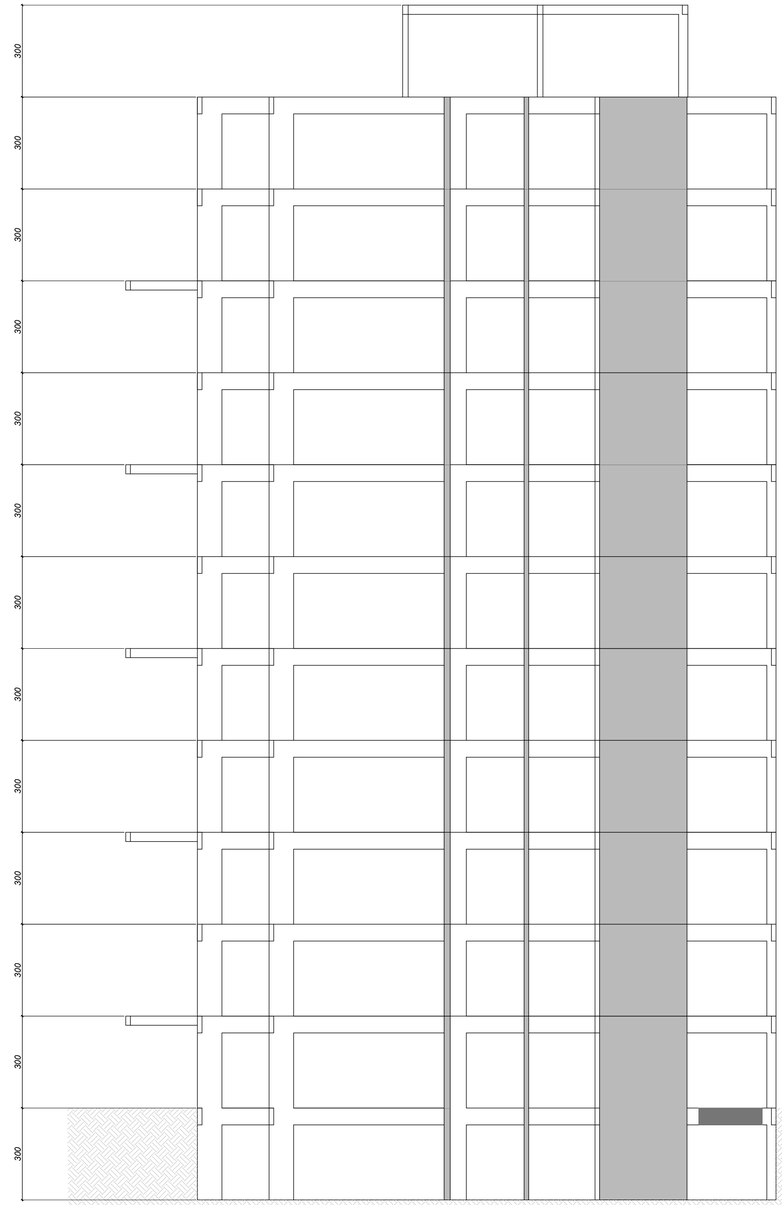
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

CORTE AA
ESC. 1:100



CORTE BB
ESC. 1:100

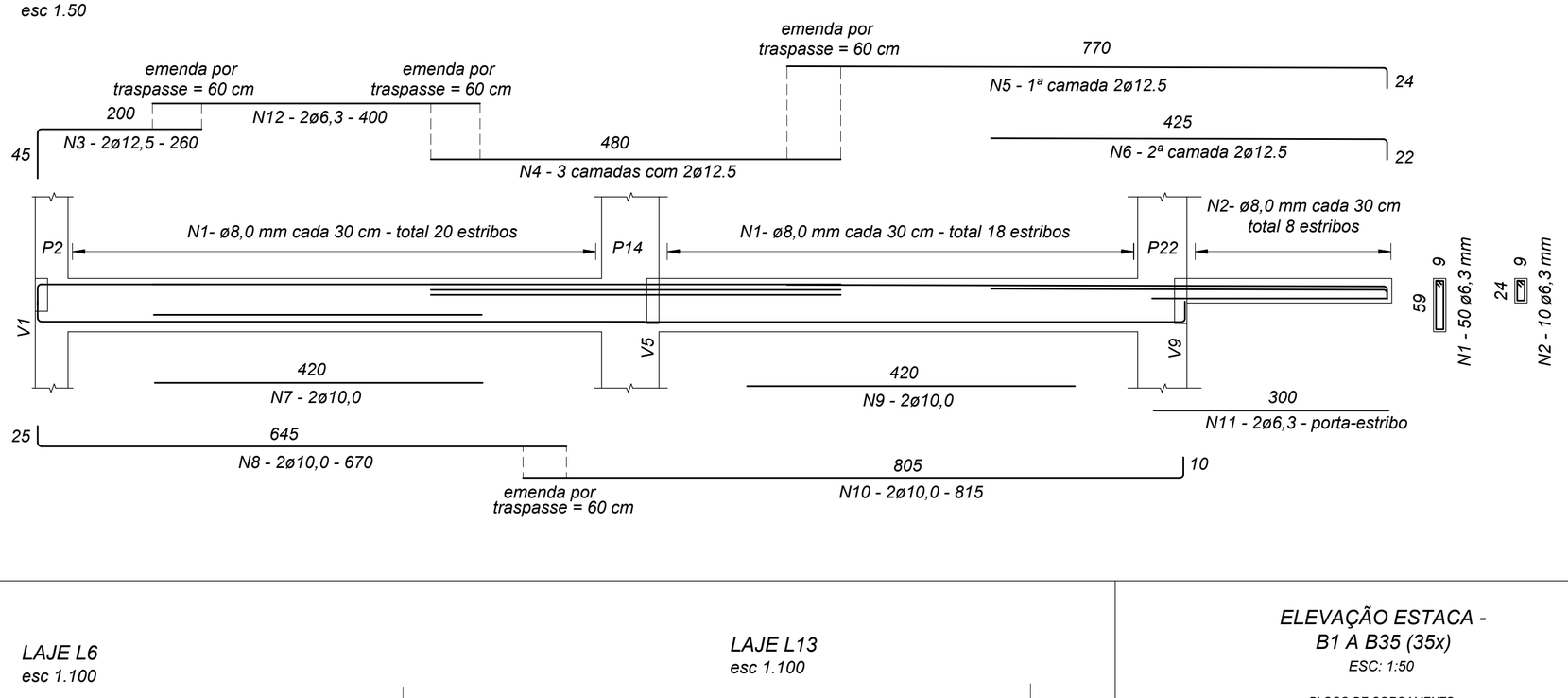


DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz	PLANTA REFLETIDA LANÇAMENTO ESTRUTURAL - 6 DE 7	
	CREA:		
	ASSINATURA:	ESCALA: 1:100	DATA: 29/07/20

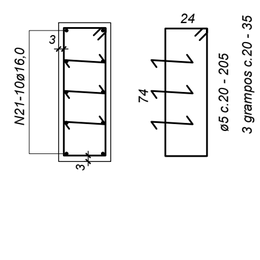
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

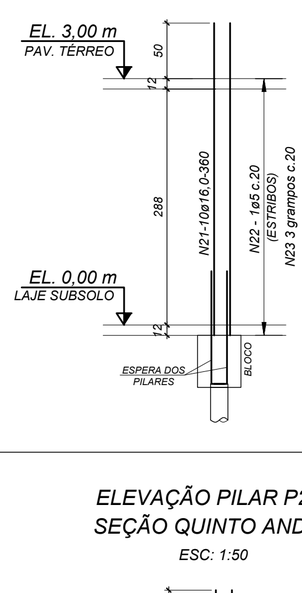
V15 - 15 / 60 -- V16 - 15 / 30
esc 1.50



PILAR P22 - SEÇÃO SUBSOLO
(30x80)
ESC: 1:25

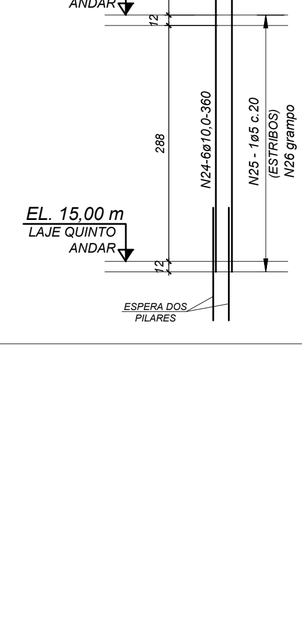


ELEVAÇÃO PILAR P22 - SEÇÃO SUBSOLO
ESC: 1:50

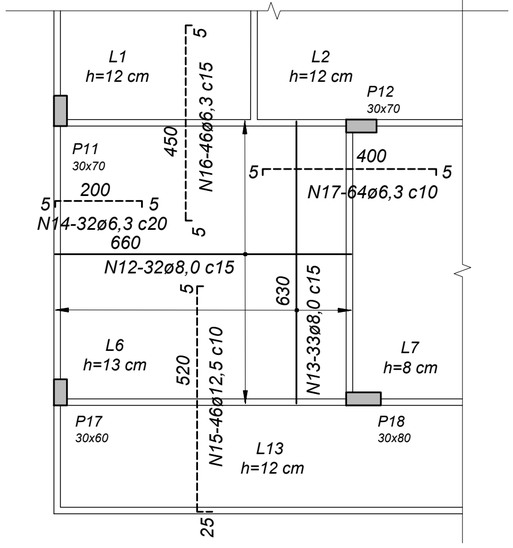


PILAR P22 - SEÇÃO QUINTO ANDAR
(19x50)
ESC: 1:25

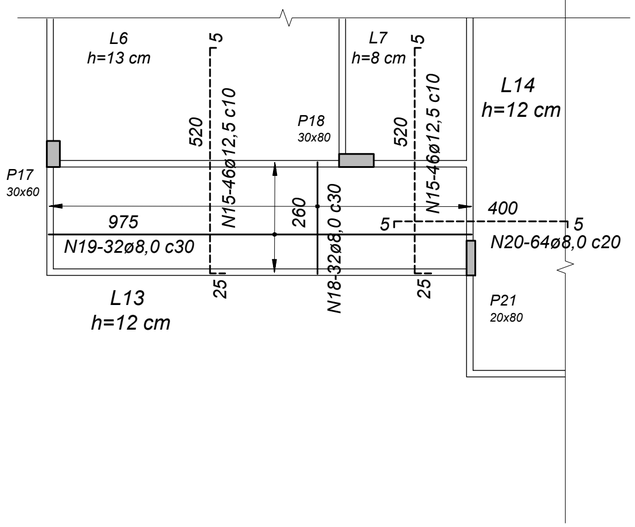
ELEVAÇÃO PILAR P22 - SEÇÃO QUINTO ANDAR
ESC: 1:50



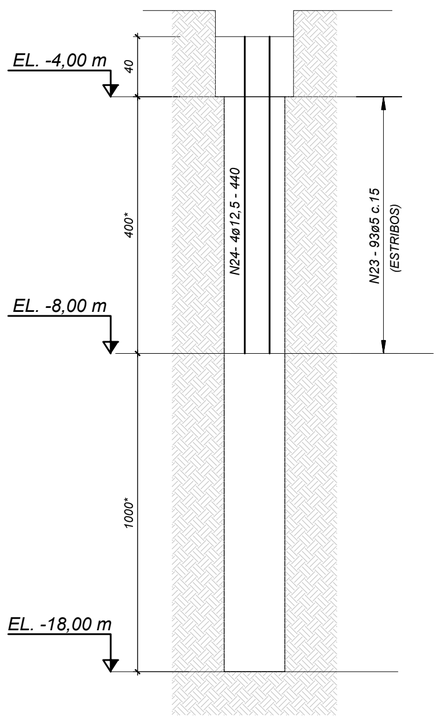
LAJE L6
esc 1.100



LAJE L13
esc 1.100



ELEVAÇÃO ESTACA - B1 A B35 (35x)
ESC: 1:50



*COTA FORA DE ESCALA

DES DCC POLI UFRJ	RESPONSÁVEL TÉCNICO: Rafael Ravelli, Felipe Bezerra, Júlio Holtz	PLANTA REFLETIDA DETALHAMENTO ESTRUTURAL - 7 DE 7	
	CREA:		
	ASSINATURA:	ESCALA: INDICADA	DATA: 21/11/20

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ESCOLA POLITÉCNICA DA UFRJ

INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E ÁGUA QUENTE

Edifício Recreio Garden

Trabalho de Conclusão de Curso

Rafael Dainese Ravelli – DRE: 114125449

Felipe Bezerra Leite Schwartz– DRE: 112216870

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5
2. MEMORIAL DESCRITIVO 5
3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 6
4. MEMORIAL DE CÁLCULO 6
4.1. CONSUMO DIÁRIO (CD) 6
4.2. RAMAL PREDIAL 6
4.3. ALIMENTADOR PREDIAL 7
4.4. RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (RTI) 8
4.5. RESERVATÓRIO SUPERIOR (RS) 9
4.6. RESERVATÓRIO INFERIOR (RI) 10
4.7. INSTALAÇÃO ELEVATÓRIA 10
4.7.1. TUBULAÇÃO DE RECALQUE 10
4.7.2. TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO 11
4.7.3. VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE 11
4.7.4. DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO MOTOBOMBA 12
4.8. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO 15
4.8.1. DIMENSIONAMENTO 16
4.8.2. BARRILETE 17
4.8.3. RAMAIS E SUB RAMAIS 21
4.8.4. ÁGUA FRIA 21
4.8.5. PERDAS DE CARGA ESPECIAIS 29
4.8.6. ÁGUA QUENTE 35
5. ANEXOS 39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Isométrico da instalação elevatória (Revit 2021) 15
Figura 2 - Tubulação do barrilete na cobertura (REVIT2021) 18
Figura 3 - Isométrico do barrilete (Revit 2021) 21
Figura 4 - Isométrico água fria do 1° pavimento tipo (Revit 2021) 24
Figura 5 - Isométrico água quente do 1° pavimento tipo (Revit 2021) 36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ramal de abastecimento - Pressão > 13 m.c.a. (CEDAE, 2015)..... 6
Tabela 2 - Dimensões mínimas da caixa de proteção do hidrômetro (CEDAE, 2015).. 7
Tabela 3 - Acréscimo de potência sobre o valor calculado 13
Tabela 4 – Perdas de carga do sistema de recalque e sucção..... 13
Tabela 5 - Cálculo do peso por trecho 18
Tabela 6 - Cálculo da vazão estimada e diâmetro. 19
Tabela 7 - Quantidade de conexões por trecho e comprimento da tubulação..... 19
Tabela 8 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões. 20
Tabela 9 - Cálculo do peso por trecho – Água Fria. 21
Tabela 10 - Cálculo da vazão estimada e diâmetro - Água Fria. 24
Tabela 11 - Quantidade de conexões por trecho e comprimentos das tubulações - Água Fria. 26
Tabela 14 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões. 30
Tabela 15 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões após a colocação da válvula redutora de pressão 32
Tabela 17 - Cálculo do peso por trecho – Água Quente. 36
Tabela 18 - Cálculo da vazão estimada, diâmetros e velocidade – Água Quente. 37
Tabela 19 - Quantidade de conexões por trecho e comprimentos das tubulações – Água Quente. 38
Tabela 4.19 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões - Água Quente. 39

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o dimensionamento das instalações de abastecimento de água fria e quente do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5).

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de garagem, 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia compostas por 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia composta por 3 quartos (3 suítes).

O pavimento cobertura abriga o reservatório superior de água de capacidade de 58.400 litros, e 1 subsolo, que abriga um reservatório inferior de água de capacidade de 75.000 litros.

Os materiais e equipamentos empregados nas instalações hidráulicas do empreendimento estão abaixo relacionados:

- Tubulações (PVC para as instalações de água fria e CPVC para instalações de água quente):
    - Tubo PVC de 20 mm, 25 mm, 32 mm, 40 mm, 50 mm;
    - Tubo CPVC de 22 mm, 28 mm, 35 mm.
- Aparelhos e acessórios sanitários:
    - Registro de gaveta de 25 mm;
    - Registro de pressão de 20 mm;
    - Válvula de pé e crivo;
    - Válvula de retenção;
- Equipamentos:
    - Bomba centrífuga de 1/2 HP;

O sistema de medição implementado é do tipo individualizado com medidores nos pavimentos tipo.

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base as seguintes normas brasileiras técnicas:

- NBR-5626 (1998) – Instalação Predial de Água Fria;
- NBR-1798 (1993) - Instalações Prediais de Água Quente.

Também são utilizadas como referência as seguintes bibliografias:

- Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez - 2019);
- Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis (Aline Pires Vérol, Elaine Garrido Vazquez e Marcelo Gomes Miguez).

O sistema de recalque escolhido é o indireto Reservatório Inferior – Reservatório Superior (RI-RS) com bombeamento.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. CONSUMO DIÁRIO (CD)

*"**Guia do usuário / CEDAE – Consumo e Cobrança.** No caso de unidades residenciais, o consumo é estimado de acordo com o número de quartos do imóvel (incluindo o quarto dos empregados), atribuindo-se a cada um o valor correspondente a 500 litros por dia, ou 15 mil litros por mês de 30 dias."*

Sendo assim, o consumo diário de água é:

$$Consumo\ Diário = 500_{litros} * 25_{unidades} * 4_{quartos} = 50.000\ litros/dia$$

$$= 50{,}0\ m^3/dia$$

4.2. RAMAL PREDIAL

***"NBR 5626 - 3.32.** Ramal predial: tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial ou de rede predial de distribuição. O ponto onde termina o ramal predial deve ser definido pela concessionária."*

O Ramal predial, a caixa de proteção e o hidrômetro são dimensionados conforme a Tabela 1 fornecida pela CEDAE.

Tabela 1 - Ramal de abastecimento - Pressão > 13 m.c.a. (CEDAE, 2015).

Diâmetro (mm)	Caixa de proteção	Consumo (m³/dia)	Economia P	Economia G	Hidrômetro
15	A	5	Até 5	Até 3	3 m³/h
20	A	10	6 a 10	4 a 7	5 m³/h
25	B	22	11 a 23	8 a 16	10 m³/h
40	C	60	24 a 60	17 a 42	20 m³/h

50	D	140	61 a 180	43 a 130	W-50
75	E	300	181 a 360	131 a 260	W-80

Considerando as seguintes informações do edifício Hiver:

- Diferença de nível RI/RS: 30,2 m > 13 m.c.a.
- Apartamento com 4 quartos: Economia G
- Consumo diário: 50 m³/dia

Portanto, o diâmetro mínimo do ramal predial deverá ser de 40 mm, a caixa de proteção deverá ser a de tipo "B" e o hidrômetro terá vazão de 20 m³/h.

As dimensões mínimas da caixa de proteção do hidrômetro são mostradas na tabela a seguir fornecida pela concessionária:

Tabela 2 - Dimensões mínimas da caixa de proteção do hidrômetro (CEDAE, 2015)

Dimensões internas da caixa (m)				Dimensões da porta (m)		Posição do alimentador e do ramal predial (m)			
Hidrômetro DN (mm)	Comprimento	Largura	Altura	Comprimento	Altura	B	P	E	X
15 a 20	0,80	0,40	0,50	0,70	0,40	0,30	0,10	0,10	0,10
25	0,90	0,50	0,60	0,80	0,50	0,30	0,15	0,10	0,30
40	1,00	0,60	0,70	1,00	0,60	0,50	0,20	0,20	0,50

Como o diâmetro do hidrômetro do edifício é de 25 mm, a caixa deverá ter no mínimo 0,9 x 0,5 x 0,6m de dimensões internas, 0,80 x 0,50 de dimensões da porta, 0,30 m de "B", 0,15 de "P", 0,10 de "E" e 0,30 de "X". Onde "B" é a distância da parede lateral da caixa até a tubulação do hidrômetro, "P" é a profundidade da tubulação, "E" é a distância da tubulação do diâmetro até o teto da caixa e "X" é a distância da parede do fundo da caixa até a tubulação do hidrômetro.

4.3. ALIMENTADOR PREDIAL

O Alimentador predial é a tubulação que liga o hidrômetro até o reservatório inferior. A Cedae, concessionária do Rio de Janeiro indica que o diâmetro mínimo do alimentador deve ser de 20 mm.

O diâmetro do alimentador predial é obtido a partir do consumo diário através da seguinte fórmula:

$$Q_{ap} \geq \frac{CD}{24 * 60 * 60}$$

Onde:

- Q_{ap}: Vazão mínima a ser considerada no alimentador predial em m³/s;

- CD: Consumo diário em m³/dia.

$$Q_{ap} \geq \frac{50}{24 * 60 * 60} = 0{,}00058 \frac{m^3}{s}$$

Com a vazão do alimentador determinamos o diâmetro do mesmo por meio da equação:

$$D \geq \sqrt{4 * Q_{ap} / \pi * v}$$

Onde:

- D: Diâmetro do alimentador predial em m;
- Q_{ap}: Vazão do alimentador predial em m³/s;
- v: Velocidade no alimentador predial variando entre 0,6 m/s e 1,0 m/s.

Considerando a velocidade de 1,0 m/s no alimentador predial, temos:

$$D \geq \sqrt{4 * 0{,}00058 / \pi x 1} = 0{,}027\ m$$

Portando, o diâmetro nominal do alimentador predial adotado será de 32 mm.

4.4. RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (RTI)

Conforme consta na NT 2-02:

(...)

"5.9.1 A reserva técnica de incêndio (RTI) será calculada da seguinte forma:

$$\text{RTI} = [60 + (\text{nº hid.} \times \omega)] \times \text{Qsistema}$$

Onde:

60 = autonomia de água para incêndios, em minutos;

nº. hid. = número total de hidrantes na edificação;

ω = constante atribuída para majoração e manutenção do volume da água de incêndio no(s) reservatório(s) igual a 2 min;

$Q_{sistema}$ = vazão do sistema de incêndio, obtido através da Tabela 1."

(...)

*"**5.10.13** Para os casos em que o reservatório de abastecimento não for exclusivo para incêndio, a(s) tomada(s) de água desse(s) deve(m) ser instalada(s) de modo a garantir o volume mínimo da reserva técnica de incêndio para o combate.*

***5.10.14** Para efeito de cumprimento da exigência prevista em 5.10.13, a(s) tomada(s) de água deverá(ão) estar localizada(s) no fundo dos reservatórios."*

(...)

Como o terreno do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN tem comprimento de 40 m e largura

de 30 m e os hidrantes por andar estão aproximadamente posicionados na sua área central, o comprimento das linhas de mangueira não ultrapassa 30 m. Assim, cada pavimento tipo, o PUC e o subsolo comportam 1 hidrante cada, totalizando 12 para o empreendimento. Logo, a RTI deve equivaler a:

$$\text{RTI} = [60min\ +\ (12.\text{x}\ 2\text{m}in)]\ \text{x}\ \frac{100\text{l}}{min} = 8.400l$$

$$\text{RTI} = 8.400\ \text{litros} = 8{,}4\ \text{m}^3$$

4.5. RESERVATÓRIO SUPERIOR (RS)

Conforme os artigos 27°, 33°, 34° e 36° do COSCIP, que dissertam sobre o reservatório a ser usado para o abastecimento da Rede Preventiva, seu tipo de distribuição e a necessidade de incorporação de bomba elétrica ao sistema, tem-se:

*"**Art. 36°.** Deverá ser usado para incêndio o mesmo reservatório destinado ao consumo normal, assegurando-se a reserva técnica para incêndio (Fig. 13), prevista nesta Seção. "*

*"**Art. 33°.** O abastecimento da Rede Preventiva será feito, de preferenciam pelo reservatório elevado, admitindo-se, porém, o reservatório subterrâneo ou baixo, facilmente utilizável pelas bombas do Corpo de Bombeiros, em substituição só primeiro. "*

*"**Art. 34°.** A distribuição será feita por gravidade, no caso do reservatório elevado e, para o conjunto de bombas de partida automática, no caso do reservatório subterrâneo ou baixo (Figs. 10, 11 e 12). "*

*"**Art. 27°.** A pressão d'água exigida em qualquer dos hidrantes será, no mínimo, de 1kgf/cm2 (um quilo por centímetro quadrado), e, no máximo, de 4kgf/cm2 (quatro quilos por centímetro quadrado).*

⇒Ver anexo II à Resolução SEDEC 109/93.

Parágrafo único - Para atender à pressão mínima exigida no presente artigo, admite-se a instalação de bomba elétrica, de partida automática, com ligação de alimentação independente da rede elétrica geral.

⇒Ver Seção III do Capítulo III da Resol. SEDEC 142/94 e anexo I à Resolução SEDEC 124/93. "

O volume calculado para o reservatório superior é igual a soma da RTI e do consumo diário, conforme se segue:

$$\text{RS} = \text{CD} + \text{RTI} = 50.000\ \text{litros} + 8.400\ \text{litros} = 58.400\ \text{litros} = 58{,}4\ \text{m}^3$$

O reservatório superior tem dimensões externas de 8,00 metros de comprimento, 5,00 metros de largura e 2,15 metros de altura (desconsiderando a sua base comum à laje da escada

protegida), com paredes verticais de 10 centímetros de espessura e base de 15 centímetros de espessura e topo de 10 centímetros. Ainda, é dimensionado internamente para comportar a água a um nível de 1,50 metros em uma projeção horizontal líquida de 40 metros quadrados, totalizando aproximadamente 60 metros cúbicos. Considerando o serviço de limpeza periódica dos reservatórios, deve-se dividir internamente e igualmente o reservatório superior a fim de garantir o suprimento contínuo de água ao edifício durante essa manutenção.

Sendo o desnível entre o hidrante do 3° pavimento tipo e a base do reservatório superior menor que 10 metros de altura, a pressão mínima de 1kgf/cm2 na Rede Preventiva não está assegurada e se faz necessária a instalação de bomba elétrica, de partida automática, com ligação de alimentação independente da rede elétrica geral.

4.6. RESERVATÓRIO INFERIOR (RI)

O volume calculado para o reservatório inferior é igual ao consumo diário, conforme se segue:

$$\text{RI} = 1{,}5 \text{ x CD} = 1{,}5 \text{ x } 50.000 \text{ litros} = 75.000 \text{ litros} = 75{,}0 \text{ m}^3$$

O reservatório inferior tem dimensões externas de 8,00 metros de comprimento, 6,25 metros de largura e 2,00 metros de altura, com paredes verticais e base de 15 centímetros de espessura e topo de 10 centímetros. Também, é dimensionado internamente para comportar a água a um nível de 1,60 metro em uma projeção horizontal líquida aproximada de 50,00 metros quadrados, totalizando por volta de 80,00 metros cúbicos. Considerando o serviço de limpeza periódica dos reservatórios, deve-se dividir internamente e igualmente o reservatório superior a fim de garantir o suprimento contínuo de água ao edifício durante essa manutenção.

4.7. INSTALAÇÃO ELEVATÓRIA

A instalação elevatória, no caso do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, é composta por dois conjuntos motobombas que elevam a pressão da água do reservatório inferior até o reservatório superior. Além das tubulações de sucção e recalque. A NBR5626:1998 sugere que existam dois conjuntos motobombas, pois caso um falhe, o abastecimento de água ainda estará garantido.

4.7.1. TUBULAÇÃO DE RECALQUE

Nos pontos de suprimento dos reservatórios, a vazão de projeto é calculada dividindo-se o volume do reservatório pelo tempo para o encher. O tempo de enchimento do reservatório do edifício será de 6h.

O diâmetro de recalque será obtido utilizando-se a fórmula de Forchheimer:

$$\text{D}_{\text{rec}} = 1{,}3 * \sqrt{\text{Q}_{\text{rec}}} * \sqrt[4]{\text{X}}$$

Onde:

- D_{rec} = Diâmetro interno da tubulação de recalque em m;
- Q_{rec} = Vazão de recalque em m³/s;
- X = Relação entre o número de horas de funcionamento da bomba e o número de horas do dia.

Para se obter a vazão de recalque, devemos relacionar o consumo diário e o número de horas de funcionamento da bomba através da fórmula:

$$Q_{rec} = \frac{CD}{N_F}$$

Onde:

- CD = Consumo diário em m³/dia;
- N_F = Número de horas de funcionamento da bomba no período de 24 horas.

E o X é obtido através da fórmula:

$$X = \frac{N_F}{24}$$

Como no edifício Hiver o CD = 50,0 m³/dia e o N_F = 6 horas, temos:

$$X = \frac{6}{24} = 0{,}25 \qquad Q_{rec} = \frac{50}{6*60*60} = 0{,}0023\ \frac{m^3}{s}$$

$$D_{rec} = 1{,}3 * \sqrt{0{,}0023} * \sqrt[4]{0{,}25} = 0{,}043\ m$$

$$D_{rec}\ adotado = 50\ mm$$

4.7.2. TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO

De acordo com as diretrizes da NBR 5626:1998 o diâmetro de sucção deve ser igual ou imediatamente superior ao da tubulação de recalque. Adotaremos então para o diâmetro de sucção o mesmo diâmetro do recalque, 50 mm (diâmetro interno de 44 mm).

4.7.3. VERIFICAÇÃO DA VELOCIDADE

Para confirmar os diâmetros de ambas as tubulações, devemos verificar a velocidade máxima em qualquer trecho da tubulação. Velocidades altas podem gerar ruídos, portanto devemos dimensionar as tubulações para que a água não ultrapasse a velocidade de 3 m/s, para isso, utilizaremos a Equação da Continuidade.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi.D^2}{4}} = \frac{0{,}0023}{\frac{\pi.0{,}044^2}{4}} = 1{,}51\ \frac{m}{s}$$

$$v_{rec} = 1{,}51\ \frac{m}{s} < 3\ \frac{m}{s}$$

4.7.4. DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO MOTOBOMBA

As bombas utilizadas no edifício Hiver serão centrífugas acionadas por motores elétricos. Para o dimensionamento destas, é necessário que se calcule a potência através da equação:

$$P = \frac{\gamma * Q_{rec} * H_{man}}{75 * \eta}$$

Onde:

- P = Potência em CV;
- γ = Peso específico do líquido;
- Q_{rec} = Vazão em m³/s;
- H_{man} = Altura manométrica em m;
- η = Rendimento total.

A altura manométrica é calculada através da seguinte fórmula:

$$H_{man} = H_{man,suc} + H_{man,rec}$$

Sendo:

$$H_{man,suc} = H_{suc} + \Delta H_{suc}$$

$$\Delta H_{suc} = H_{perdas,suc} = L_v * J_{suc}$$

$$H_{man,rec} = H_{rec} + \Delta H_{rec}$$

$$\Delta H_{rec} = H_{perdas,rec} = L_v * J_{rec}$$

$$J = 0{,}00085 * \frac{Q^{1,75}}{Di^{4,75}} \text{ (PVC)}$$

Onde:

- $H_{man,suc}$ = altura manométrica de sucção em m.c.a.;
- $H_{man,rec}$ = altura manométrica de recalque em m.c.a.;
- H_{suc} = altura estática (vertical) de sucção em m.c.a.;
- ΔH_{suc} = altura dinâmica (perda de carga) de sucção em m.c.a.
- H_{rec} = altura estática (vertical) de recalque em m.c.a.;
- ΔH_{rec} = altura dinâmica (perda de carga) de recalque em m.c.a.;
- L_v = comprimento real da tubulação no pior caminho mais os comprimentos equivalentes das conexões em m;
- J = Perda de carga em m/m.

Após o cálculo da potência através das fórmulas acima, deve-se acrescentar o percentual, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Acréscimo de potência sobre o valor calculado

Potência calculada (CV)	Acréscimo (%)
Até 2	50
2-5	30
5-10	20
10-20	15
20	10

Na Tabela 4 estão listadas todas as conexões usadas no trecho que compreende o sistema de recalque e sucção, assim como suas respectivas perdas de carga.

Com os comprimentos reais das tubulações e suas perdas de carga, calculamos o L_v:

$$L_{v,suc} = 13{,}6 + 37{,}7 = 51{,}3\ m$$

$$L_{v,rec} = 52{,}5 + 32{,}3 = 84{,}8\ m$$

Calculo da perda de carga unitária:

$$J_{suc} = 8{,}69 * 10^6 * \frac{\mathrm{Q}^{1{,}75}}{\mathrm{Di}^{4{,}75}} = 8{,}69 * 10^6 * \frac{2{,}30^{1{,}75}}{44^{4{,}75}} = 0{,}58 \frac{\mathrm{kPa}}{\mathrm{m}} = \frac{0{,}058\ \mathrm{m}}{\mathrm{m}}$$

$$J_{rec} = 8{,}69 * 10^6 * \frac{\mathrm{Q}^{1{,}75}}{\mathrm{Di}^{4{,}75}} = 8{,}69 * 10^6 * \frac{2{,}30^{1{,}75}}{44^{4{,}75}} = 0{,}58 \frac{\mathrm{kPa}}{\mathrm{m}} = \frac{0{,}058\ \mathrm{m}}{\mathrm{m}}$$

Com a perda de carga, calculamos as alturas dinâmicas de recalque e sucção:

$$\Delta H_{suc} = H_{perdassuc} = L_{vsuc} * J_{suc} = 51{,}30 * 0{,}058 = 2{,}97\ m$$

$$\Delta H_{rec} = H_{perdasrec} = L_{v,rec}\ x\ J_{rec} = 84{,}80 * 0{,}058 = 4{,}91\ m$$

Tabela 4 – Perdas de carga do sistema de recalque e sucção

Tubulação	Diâmetro (DN) mm	Peça	Quantidade	Perda de carga
Sucção	50	Válvula de pé e crivo	1	23,7
		Registro de Gaveta	2	1,6
		Curva de 90º	6	7,8
		Tê de passagem direta	2	4,6
Comprimento equivalente total:				37,7

Recalque	50	Entrada de borda normal	1	2,8
		Válvula de retenção pesada	1	10,8
		Junction	1	1
		Curva de 90º	6	7,8
		Registro de Gaveta	1	0,8
		Curva de 45º	1	1,5
		Tê de passagem de lado	1	7,6
Comprimento equivalente total:				32,3

Em seguida determinamos as alturas estáticas (H_{rec} e H_{suc}), medidas no corte.

$$H_{suc} = 1{,}4\ m$$

$$H_{rec} = 38{,}6\ m$$

$$H_{man,suc} = H_{suc} + \Delta H_{suc} = 1{,}40 + 2{,}97 = 4{,}37\ m$$

$$H_{man,rec} = H_{rec} + \Delta H_{rec} = 38{,}60 + 4{,}91 = 43{,}51\ m$$

Por fim, calculamos a altura manométrica.

$$H_{man} = H_{mansuc} + H_{manrec} = 47{,}88\ m$$

Cálculo da potência da bomba, sendo o rendimento da bomba de 60%:

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{Q_{rec}} * \mathrm{H_{man}}}{75 * 0{,}60} = \frac{2{,}3 * 47{,}88}{75 * 0{,}60} = 2{,}45\ \mathrm{CV} = 2{,}45\ \mathrm{HP}$$

Com o acréscimo de 30% teremos:

$$\mathrm{P} = 1{,}3 * 2{,}45 = 3{,}20\ \mathrm{HP}$$

Logo serão adotadas duas bombas de P = 2 HP.

Um desenho isométrico do sistema de instalação elevatória pode ser visto na Figura 1. Neste estão apresentador a tubulação do ramal predial, do alimentador predial, de sucção e de recalque. No Anexo 1 existem os desenhos técnicos pertinentes a este dimensionamento.

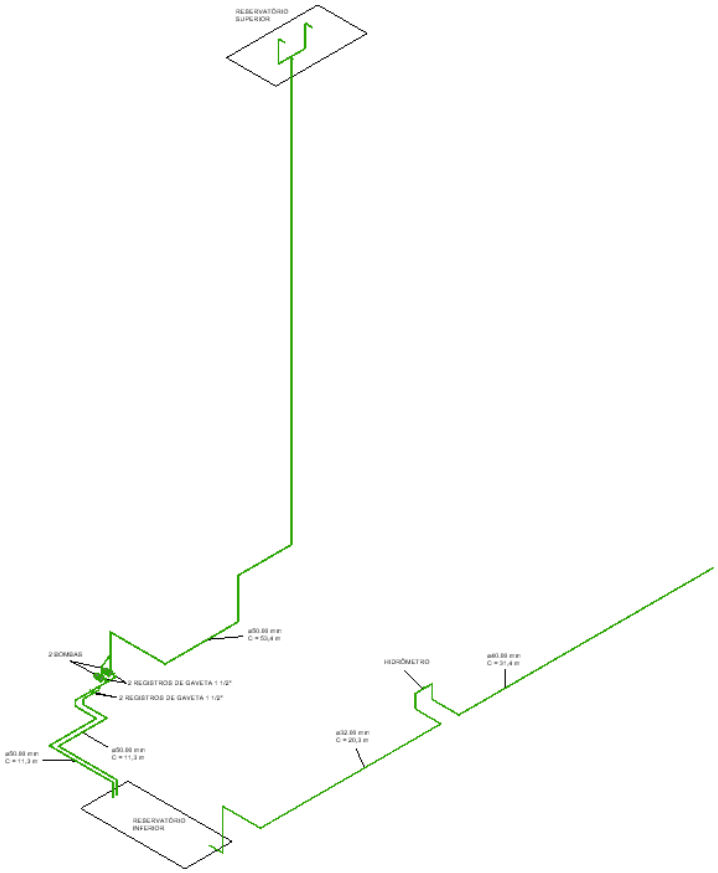


Figura 1 – Isométrico da instalação elevatória (Revit 2021)

4.8. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

O sistema de distribuição do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, que adota a medição individualizada e possui reservatório inferior e superior, é composto pelas seguintes tubulações:

- Barrilete: Ele começa no reservatório superior e abastece as colunas de distribuição.
- Coluna de distribuição (CD): Tubulação entre o barrilete e os ramais de alimentação.
- Ramal de alimentação (RA): Trecho que liga os ramais de alimentação aos hidrômetros individuais (nos pavimentos tipo) ou aos ramais de distribuição principal do pavimento de uso comum.
- Ramal de distribuição principal (RDP): É o ramal que abastece cada área molhada dos apartamentos, eles terminam nos registros de gaveta de cada uma destas.
- Ramal de distribuição secundário (RDS): Trecho que alimenta dois ou mais pontos de utilização. Sua origem é o registro de gaveta de cada área molhada.

- Sub-ramal (SR): Tubulação que alimenta um único ponto de utilização.

4.8.1. DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento de todas as tubulações, é necessário que a seguinte rotina seja seguida:

- 1º passo: Fazer o esquema isométrico da rede a partir do reservatório superior e numerar cada ponto de utilização ou nó;
- 2º passo: Fazer o somatório dos pesos relativos de cada trecho, de jusante para montante;
- 3º passo: Calcular a vazão de cada trecho a partir do somatório dos pesos, utilizando a seguinte equação:

$$Q = 0{,}30 * \sqrt{\sum P}$$

Onde:

Q: Vazão estimada na sessão em L/s;

$\sum P$: Soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

- 4º passo: Arbitrar a bitola de cada trecho;
- 5º passo: Calcular a velocidade de cada trecho pela equação da continuidade (Q=V.a), impedindo que a velocidade seja maior que 3 m/s;
- 6º passo: Inserir na tabela o comprimento da tubulação de cada trecho, em metros;
- 7º passo: Calcular o comprimento equivalente de cada trecho da tubulação, considerando que a última conexão de cada trecho deve ser contada apenas no trecho seguinte;
- 8º passo: Calcular o comprimento total de cada trecho, somando-se os comprimentos real e equivalente;
- 9º passo: Calcular a perda de carga unitária, em kPa/m, pela equação de *Fair-Whipple-Hsiao.*

$$J = 8{,}69 * 10^6 * \frac{Q^{1{,}75}}{DI^{4{,}75}}$$

Onde:

J: Perda de carga unitária, em kPa/m;

Vazão em L/s;

DI: Diâmetro interno em mm.

- 10º passo: Calcular a perda de cada especial, provocada pelos hidrômetros

individuais ou registros de pressão, em kPa;

- 11º passo: Calcular a perda de carga total, que é definida da seguinte forma: perda de carga unitária x comprimento total + perda de cada especial;
- 12º passo: Inserir na tabela os desníveis geométricos entre o nó a montante e o nó a jusante em cada trecho, em m. Observando que caso o ponto a jusante estiver mais elevado que o ponto a montante, o desnível será negativo;
- 13º passo: Definir a pressão dinâmica a montante ou disponível;
- 14º passo: Calcular a pressão dinâmica a jusante ou residual, somando a pressão dinâmica a montante com o desnível e subtraindo a perda de carga total;
- 15º passo: Definir a pressão estática a montante ou disponível;
- 16º passo: Calcular a pressão estática a jusante ou residual, somando a pressão dinâmica a montante com o desnível e subtraindo a perda de carga total;
- 17º passo: Fazer o ajuste dos diâmetros para que nenhum trecho tenha pressão dinâmica < 0.5 m.c.a. e nenhum ponto de utilização tenha pressão dinâmica < 1.0 m.c.a.; nenhum trecho tenha pressão estática > 40 m.c.a. (caso isto ocorra, deve ser inserida uma válvula redutora de pressão com regulagem para 10 m.c.a.).

4.8.2. BARRILETE

O dimensionamento do barrilete que alimenta os apartamentos-tipo duplex, o PUC e o subsolo.

Considerações a respeito do último pavimento: o de ligação da caixa d'água até o trecho 1 do barrilete. A Figura 2 ilustra a tubulação.

As Tabelas 5 até 8 apontam os cálculos referentes à pressão estática e dinâmica do barrilete.

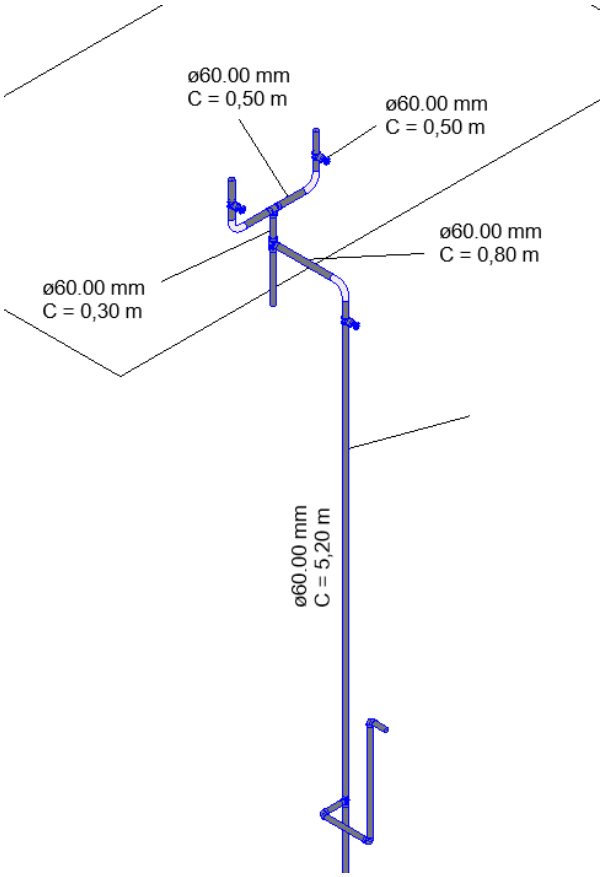


Figura 2 - Tubulação do barrilete na cobertura (REVIT2021)

Tabela 5 - Cálculo do peso por trecho

Pavimento	Trecho		BS (un)	CH (un)	MLR (un)	LAV (un)	PIA (un)	DH (un)	TANQUE (un)	TORNEIRA (un)	Peso Total
B – 10º	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	47,5
9° e 10º Pavimento	2	3	28	20	5	28	11	25	5	10	47,5
7° e 8º Pavimento	3	4	23	16	4	23	9	20	4	8	38,5
5° e 6º Pavimento	4	5	18	12	3	18	7	15	3	6	29,5
3° e 4º Pavimento	5	6	13	8	2	13	5	10	2	4	20,5
1° e 2º Pavimento	6	7	8	4	1	8	3	5	1	2	11,5
PUC	7	8	3	0	0	3	1	0	0	0	2,5

Tabela 6 - Cálculo da vazão estimada e diâmetro.

Pavimento	Trecho		Peso Total	Vazão Estimada (L/s)	Diâmetro Externo – DE (mm)	Diâmetro Interno – DI (mm)	Diâmetro Nominal – DN (mm)
B – 10º	1	2	47,5	2,067607	60	53,4	50
9° e 10º Pavimento	2	3	47,5	2,067607	60	53,4	50
7° e 8º Pavimento	3	4	38,5	1,861451	50	44	40
5° e 6º Pavimento	4	5	29,5	1,629417	50	44	40
3° e 4º Pavimento	5	6	20,5	1,358308	50	44	40
1° e 2º Pavimento	6	7	11,5	1,017349	40	35,2	32
PUC	7	8	2,5	0,474342	32	27,8	25

Tabela 7 - Quantidade de conexões por trecho e comprimento da tubulação.

			Conexões						Comprimento da Tubulação (m)		
Trecho		Desnível (m)	Joelho 90°	Curva 90°	Tê 90 Passagem direta	Tê 90 Saída de Lado	Saída de Canalização	Registro de Gaveta	Real	Equivalente	Total
1	2	7,00	0	2	0	1	1	1	7,30	6,1	13,50
2	3	4,55	0	0	1	0	0	0	4,55	2,3	6,85
3	4	4,55	0	0	1	0	0	0	4,55	2,3	6,85
4	5	4,55	0	0	1	0	0	0	4,55	2,3	6,85
5	6	4,55	0	0	1	0	0	0	4,55	2,3	6,85
6	7	4,55	0	0	1	0	0	0	4,55	2,3	6,85
7	8	3,00	0	0	1	0	0	0	3,00	2,2	5,20

Tabela 8 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões.

Trecho		Desnível (m)	Perda de Carga			Dinâmica		Estática	
			Unitária (m/m)	Especial (m.c.a)	Total (m/m)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)
1	2	6,00	0,018	0	0,254684	0	5,745316	1,6	7,6
2	3	4,55	0,018	0	0,554	5,745316	10,16609	7,6	12,15
3	4	4,55	0,039	0	0,273	10,16609	14,44635	12,15	16,7
4	5	4,55	0,031	0	0,213	14,44635	18,78266	16,7	21,25
5	6	4,55	0,022	0	0,155	18,78266	23,17726	21,25	25,8
6	7	4,55	0,040	0	0,277	23,17726	27,44938	25,8	30,35
7	8	3,00	0,031	0	0,165	27,44938	30,28366	30,35	33,35

Nenhum trecho considerado possui pressão maior que 40 metros de coluna de água (m.c.a), logo não será necessária a utilização de válvulas redutoras de pressão.

Um desenho isométrico do barrilete pode ser visto na Figura 3. No Anexo 1 existem os desenhos técnicos pertinentes a este dimensionamento.

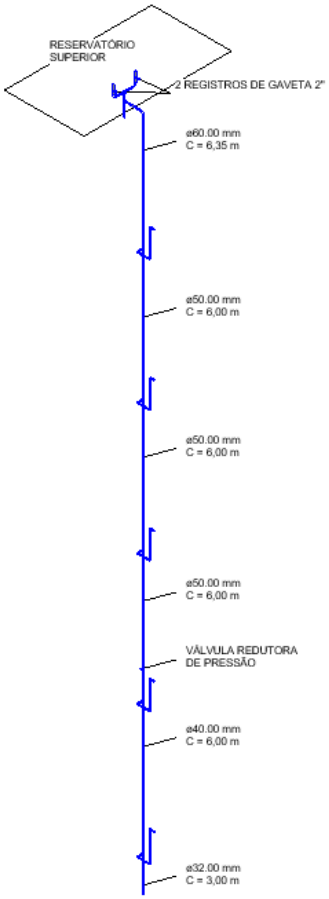


Figura 3 - Isométrico do barrilete (Revit 2021)

4.8.3. RAMAIS E SUB RAMAIS

O dimensionamento dos ramais e sub ramais se dará nas Tabelas XXXX

4.8.4. ÁGUA FRIA

Tabela 9 - Cálculo do peso por trecho – Água Fria.

Trecho		BS (un)	CH (un)	MLR (un)	LAV (un)	PIA (un)	DH (un)	TANQUE (un)	TOR (un)	BAN (un)	Peso Total
1	2	5	8	1	9	2	5	1	2	2	13,8
2	3	4	3	0	4	0	4	0	0	1	5,0
3	4	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0,7
4	Sub-ramal	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3

4	5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0,4
5	Sub-ramal	-	-	-	1	-	1	-	-	-	0,4
3	6	3	3	0	3	0	3	0	0	1	4,3
6	7	1	1	0	1	0	1	0	0	-	1,1
7	Sub-ramal	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
7	8	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0,8
8	Sub-ramal	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0,1
8	9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,7
9	Sub-ramal	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0,7
6	10	2	2	0	2	0	2	0	0	1	3,2
10	11	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1,1
11	Sub-ramal	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,3
11	12	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,8
12	Sub-ramal	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0,1
12	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,7
13	Sub-ramal	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0,7
10	14	1	1	0	1	0	1	0	0	1	2,1
14	Sub-ramal	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
14	15	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1,1
15	Sub-ramal	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,3
15	16	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,8
16	Sub-ramal	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0,1

16	17	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,7
17	Sub-ramal	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0,7
2	18	1	5	1	5	2	1	1	2	1	8,8
18	19	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1,1
19	Sub-ramal	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,3
19	20	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0,8
20	Sub-ramal	-	-	-	-	-	1	-	-	-	0,1
20	21	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,7
21	Sub-ramal	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0,7
18	22	0	4	1	4	2	0	1	2	1	7,7
22	25	0	0	1	0	1	0	1	1	0	2,8
25	Sub-ramal	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
25	26	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1,8
26	Sub-ramal	-	-	-	-	-	-	1	-	-	0,7
26	27	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1,1
27	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1,1
22	23	0	4	0	4	1	0	0	1	1	4,9
23	24	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1,1
24	Sub-ramal	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1,1
23	Sub-ramal	-	4	-	4	-	-	-	-	1	3,8

Um desenho isométrico dos ramais de água fria podem ser vistos na Figura 4. No Anexo 1 existem os desenhos técnicos pertinentes a este dimensionamento.

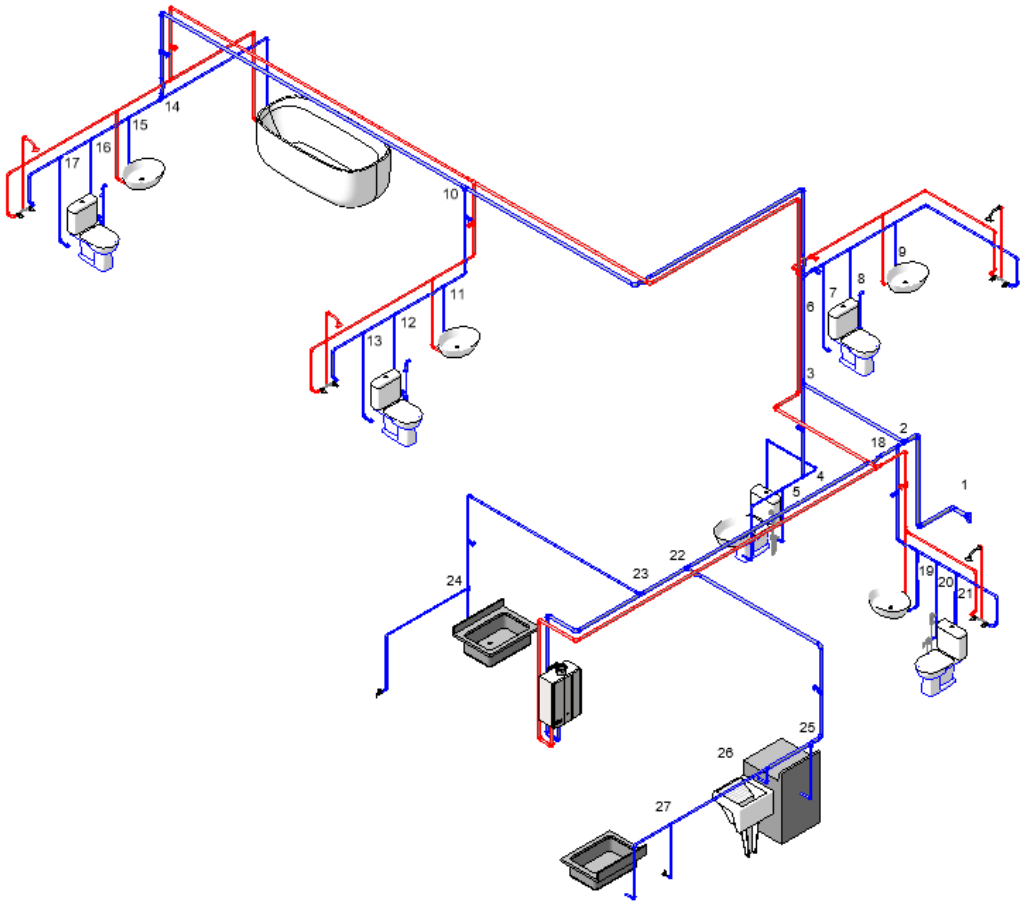


Figura 4 - Isométrico água fria do 1° pavimento tipo (Revit 2021)

Tabela 10 - Cálculo da vazão estimada e diâmetro - Água Fria.

Trecho		Peso Total	Vazão Estimada (L/s)	Diâmetro Nominal – DN (mm)	Diâmetro Externo – DE (mm)	Diâmetro Interno – DI (mm)
1	2	13,8	1,114450537	40	50	44
2	3	5,0	0,670820393	32	40	35,2
3	4	0,7	0,250998008	20	25	21,6
4	Sub-ramal	0,3	0,164316767	15	20	17,0

4	5	0,4	0,18973666	15	20	17,0
5	Sub-ramal	0,4	0,18973666	15	20	17,0
3	6	4,3	0,622093241	32	40	35,2
6	7	1,1	0,314642654	20	25	21,6
7	Sub-ramal	0,3	0,164316767	15	20	17,0
7	8	0,8	0,268328157	20	25	21,6
8	Sub-ramal	0,1	0,09486833	15	20	17,0
8	9	0,7	0,250998008	20	25	21,6
9	Sub-ramal	0,7	0,250998008	20	25	21,6
6	10	3,2	0,536656315	32	40	35,2
10	11	1,1	0,314642654	20	25	21,6
11	Sub-ramal	0,3	0,164316767	15	20	17,0
11	12	0,8	0,268328157	20	25	21,6
12	Sub-ramal	0,1	0,09486833	15	20	17,0
12	13	0,7	0,250998008	20	25	21,6
13	Sub-ramal	0,7	0,250998008	20	25	21,6
10	14	2,1	0,434741302	32	40	35,2
14	Sub-ramal	1	0,3	20	25	21,6
14	15	1,1	0,314642654	20	25	21,6
15	Sub-ramal	0,3	0,164316767	15	20	17,0
15	16	0,8	0,268328157	20	25	21,6
16	Sub-ramal	0,1	0,09486833	15	20	17,0

16	17	0,7	0,250998008	20	25	21,6
17	Sub-ramal	0,7	0,250998008	20	25	21,6
2	18	8,8	0,889943818	32	40	35,2
18	19	1,1	0,314642654	20	25	21,6
19	Sub-ramal	0,3	0,164316767	15	20	17,0
19	20	0,8	0,268328157	20	25	21,6
20	Sub-ramal	0,1	0,09486833	15	20	17,0
20	21	0,7	0,250998008	20	25	21,6
21	Sub-ramal	0,7	0,250998008	20	25	21,6
18	22	7,7	0,832466216	32	40	35,2
22	25	2,8	0,501996016	32	40	35,2
25	Sub-ramal	1	0,3	20	25	21,6
25	26	1,8	0,402492236	32	40	35,2
26	Sub-ramal	0,7	0,250998008	20	25	21,6
26	27	1,1	0,314642654	20	25	21,6
27	Sub-ramal	1,1	0,314642654	20	25	21,6
22	23	4,9	0,664078309	32	40	35,2
23	24	1,1	0,314642654	20	25	21,6
24	Sub-ramal	1,1	0,314642654	20	25	21,6
23	Sub-ramal	3,8	0,584807661	32	40	35,2

Tabela 11 - Quantidade de conexões por trecho e comprimentos das tubulações - Água Fria.

Trecho		Conexões						Comprimento da Tubulação (m)		
		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Tê 90° Passagem Direta	Tê 90° Saída de Lado	Registro de Gaveta	Real	Equivalente	Total
1	2	5	-	-	-	1	-	3,50	23,2	26,7
2	3	-	-	-	-	1	-	1,70	4,60	6,3
3	4	-	-	-	-	1	1	1,30	2,60	3,9
4	Sub-ramal	2	-	-	-	1	-	2,20	4,50	6,7
4	5	-	-	-	-	1	-	0,30	2,30	2,6
5	Sub-ramal	1	-	-	-	1	-	1,90	3,40	5,3
3	6	-	-	-	-	1	-	1,50	4,60	6,1
6	7	-	-	-	-	-	1	0,30	0,30	0,6
7	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	0,85	3,10	3,95
7	8	-	-	-	1	-	-	0,40	3,10	3,5
8	Sub-ramal	-	-	-	1	-	-	0,75	3,10	3,85
8	9	-	-	-	1	-	-	0,60	3,10	3,7
9	Sub-ramal	3	-	-	-	-	-	0,80	4,50	5,3
6	10	2	-	-	-	1	-	5,40	5,50	10,9
10	11	1	-	-	-	1	1	1,60	3,80	5,4
11	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	0,80	2,30	3,1
11	12	-	-	-	1	-	-	0,70	0,80	1,5
12	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	1,10	2,30	3,4
12	13	-	-	-	1	-	-	0,50	0,80	1,3
13	Sub-ramal	1	-	-	-	1	-	2,00	2,00	4

10	14	1	-	-	-	1	1	6,50	3,90	10,4
14	Sub-ramal	1	-	-	-	1	-	2,50	3,60	6,1
14	15	-	-	-	-	1	-	0,50	2,40	2,9
15	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	0,80	2,30	3,1
15	16	-	-	-	-	1	-	0,50	2,40	2,9
16	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	1,10	2,30	3,4
16	17	-	-	-	-	1	-	0,50	2,40	2,9
17	Sub-ramal	1	-	-	1	-	-	2,50	2,00	4,5
2	18	-	-	-	1	-	-	0,10	1,50	1,6
18	19	1	-	-	-	1	1	1,70	3,80	5,5
19	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	0,80	2,40	3,2
19	20	-	-	-	1	-	-	0,30	0,80	1,1
20	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	1,10	2,40	3,5
20	21	-	-	-	1	-	-	0,30	0,80	1,1
21	Sub-ramal	2	-	-	-	1	-	2,50	3,20	5,7
18	22	-	-	-	1	-	-	3,30	1,50	4,8
22	25	2	-	-	-	1	1	3,50	9,0	12,5
25	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	0,80	2,40	3,2
25	26	-	-	-	1	-	-	0,70	1,50	2,2
26	Sub-ramal	-	-	-	-	1	-	0,20	2,40	2,6
26	27	-	-	-	1	-	-	1,60	0,8	2,4
27	Sub-ramal	1	-	-	-	1	-	2,20	3,60	5,8

22	23	-	-	-	1	-	-	0,70	1,50	2,2
23	24	1	-	-	-	1	1	4,10	3,80	7,9
24	Sub-ramal	1	-	-	-	1	-	3,10	3,60	6,7
23	Sub-ramal	4	-	-	1	-	-	3,30	5,60	8,9

4.8.5. PERDAS DE CARGA ESPECIAIS

O cálculo da perda de carga dos hidrômetros individuais, segundo a NBR 5626:1998 (ABNT,1998) é feito através da seguinte equação:

$$\Delta h = (36 * Q)^2 * (\mathrm{Q_{max}})^{-2}$$

Onde:

- Δh: Perda de carga no hidrômetro em kPa;
- Q: Vazão no trecho considerado em L/s:
- $\mathrm{Q_{max}}$: Vazão máxima para o hidrômetro, em m³/h, atribuída a cada diâmetro nominal (DN), apresentado na tabela a seguir.

Tabela 12 - Valor da vazão máxima ($\mathrm{Q_{max}}$). (ABNT,1998)

Qmax (m³/h)	DN (mm)
1,5	15 e 20
3,0	15 e 20
5,0	20
7,0	25
10,0	25
20,0	40
30,0	50

O trecho 1-2, onde se encontra o hidrômetro individual, tem diâmetro nominal de 40 mm, por isso usaremos Qmax = 20m³/h. Com esse dado calcula-se a perda de carga:

$$\Delta h = (36 * 0{,}684)^2 * (20{,}0)^{-2}$$

$$\Delta h = 1{,}6\ kPa$$

O cálculo da perda de carga dos registros de pressão, segundo a NBR 5626:1998 (ABNT,1998) é feito através da seguinte equação:

$$\Delta h = 8 * 10^6 * K * Q^2 * \pi^{-2} * \mathrm{DI}^{-4}$$

Onde:

- Δh: Perda de carga no registro em kPa;
- Q: Vazão no trecho considerado em L/s;
- K: Coeficiente de perda de carga, apresentado na tabela abaixo;
- DI: Diâmetro interno da tubulação em mm.

Tabela 13 - Valor do coeficiente K. (ABNT,1998)

Diâmetro nominal - DN (mm)	Diâmetro externo - DE (mm)	Valores de K	Faixa de vazão para determinação de K (L/s)
15	20	45	0,25±0,05
20	25	40	0,50±0,10
25	32	32	0,85±0,25

Como a vazão no trecho é 0,2 L/s, utilizaremos K = 45. Logo:

$$\Delta h = 8 * 10^6 * 45 * 0{,}2^2 * \pi^{-2} * 21{,}6^{-4}$$

$$\Delta h = 1{,}70\ kPa$$

Tabela 124 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões.

			Perda de Carga			Dinâmica		Estática	
Trecho		Desnível (m)	Unitária (m/m)	Especial (m.c.a)	Total (m/m)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)
1	2	-1,40	0,016046	0,16	0,588436	27,674	25,68556	27,674	26,274
2	3	0,00	0,019573	0	0,12331	25,68556	25,56225	26,274	26,274
3	4	1,40	0,034689	0	0,135285	25,56225	26,82697	26,274	27,674
4	Sub-ramal	1,20	0,05155	0	0,345386	26,82697	27,68158	27,674	28,874
4	5	0,00	0,066306	0	0,172395	27,68158	27,50919	28,874	28,874
5	Sub-ramal	1,10	0,066306	0	0,351421	27,50919	28,25777	28,874	29,974
3	6	-1,50	0,017153	0	0,104634	28,25777	26,65313	29,974	28,474
6	7	0,00	0,051516	0	0,03091	26,65313	26,62222	28,474	28,474
7	Sub-ramal	1,20	0,05155	0	0,203623	26,62222	27,6186	28,474	29,674
7	8	0,00	0,038988	0	0,136458	27,6186	27,48214	29,674	29,674
8	Sub-ramal	1,10	0,019713	0	0,075894	27,48214	28,50625	29,674	30,774

8	9	0,00	0,034689	0	0,128348	28,50625	28,3779	30,774	30,774
9	Sub-ramal	0,40	0,034689	0,17	0,35385	28,3779	28,42405	30,774	31,174
6	10	-1,00	0,013245	0	0,144375	28,42405	27,27968	31,174	30,174
10	11	1,00	0,051516	0	0,278188	27,27968	28,00149	30,174	31,174
11	Sub-ramal	0,80	0,05155	0	0,159805	28,00149	28,64168	31,174	31,974
11	12	0,00	0,038988	0	0,058482	28,64168	28,5832	31,974	31,974
12	Sub-ramal	1,10	0,019713	0	0,067024	28,5832	29,61618	31,974	33,074
12	13	0,00	0,034689	0	0,045095	29,61618	29,57108	33,074	33,074
13	Sub-ramal	1,20	0,034689	0,17	0,308754	29,57108	30,46233	33,074	34,274
10	14	1,00	0,009162	0	0,095287	30,46233	31,36704	34,274	35,274
14	Sub-ramal	1,10	0,047394	0	0,289105	31,36704	32,17794	35,274	36,374
14	15	0,00	0,051516	0	0,149397	32,17794	32,02854	36,374	36,374
15	Sub-ramal	0,80	0,05155	0	0,159805	32,02854	32,66873	36,374	37,174
15	16	0,00	0,038988	0	0,113065	32,66873	32,55567	37,174	37,174
16	Sub-ramal	1,10	0,019713	0	0,067024	32,55567	33,58865	37,174	38,274
16	17	0,00	0,034689	0	0,100597	33,58865	33,48805	38,274	38,274
17	Sub-ramal	1,20	0,034689	0,17	0,326099	33,48805	34,36195	38,274	39,474
2	18	0,00	0,032098	0	0,051357	34,36195	34,31059	39,474	39,474
18	19	1,40	0,051516	0	0,283339	34,31059	35,42725	39,474	40,874
19	Sub-ramal	0,80	0,05155	0	0,16496	35,42725	36,06229	40,874	41,674
19	20	0,00	0,038988	0	0,042887	36,06229	36,01941	41,674	41,674
20	Sub-ramal	1,10	0,019713	0	0,068995	36,01941	37,05041	41,674	42,774

20	21	0,00	0,034689	0	0,038157	37,05041	37,01225	42,774	42,774
21	Sub-ramal	1,20	0,034689	0,17	0,367725	37,01225	37,84453	42,774	43,974
18	22	0,00	0,028559	0	0,137081	37,84453	37,70745	43,974	43,974
22	25	1,40	0,011785	0	0,14731	37,70745	38,96014	43,974	45,374
25	Sub-ramal	0,80	0,047394	0	0,151662	38,96014	39,60848	45,374	46,174
25	26	0,00	0,008006	0	0,017613	39,60848	39,59086	46,174	46,174
26	Sub-ramal	0,20	0,034689	0	0,09019	39,59086	39,70067	46,174	46,374
26	27	0,00	0,051516	0	0,123639	39,70067	39,57703	46,374	46,374
27	Sub-ramal	0,80	0,051516	0	0,298794	39,57703	40,07824	46,374	47,174
22	23	0,00	0,01923	0	0,042306	40,07824	40,03593	47,174	47,174
23	24	1,40	0,051516	0	0,406979	40,03593	41,02895	47,174	48,574
24	Sub-ramal	0,8	0,051516	0	0,345159	41,02895	41,4838	48,574	49,374
23	Sub-ramal	1,70	0,015395	0	0,137012	41,4838	43,04678	49,374	51,074

Para o cálculo da Tabela 14, foi considerado o apartamento-tipo duplex do primeiro andar, que seria o caso com maior presão de coluna de água acumalada. Como a pressão estática encontrada superou os 40 metro de coluna de água (m.c.a) será necessária a inserção de uma válvula redutora de pressão regulada para 10 m.c.a. A Tabela 15 aponta os resultados observados após a colocação da válvula. Desta forma, o limite de pressão foi respeitado.

Tabela 135 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões após a colocação da válvula redutora de pressão

	Dinâmica		Estática	
Trecho	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)

1	2	10	8,011564	0	-1,4
2	3	8,011564	7,888254	-1,4	-1,4
3	4	7,888254	9,152968	-1,4	0
4	Sub-ramal	9,152968	10,00758	0	1,2
4	5	10,00758	9,835188	1,2	1,2
5	Sub-ramal	9,835188	10,58377	1,2	2,3
3	6	10,58377	8,979133	2,3	0,8
6	7	8,979133	8,948223	0,8	0,8
7	Sub-ramal	8,948223	9,9446	0,8	2
7	8	9,9446	9,808143	2	2
8	Sub-ramal	9,808143	10,83225	2	3,1
8	9	10,83225	10,7039	3,1	3,1
9	Sub-ramal	10,7039	10,75005	3,1	3,5
6	10	10,75005	9,605677	3,5	2,5
10	11	9,605677	10,32749	2,5	3,5
11	Sub-ramal	10,32749	10,96768	3,5	4,3
11	12	10,96768	10,9092	4,3	4,3
12	Sub-ramal	10,9092	11,94218	4,3	5,4
12	13	11,94218	11,89708	5,4	5,4
13	Sub-ramal	11,89708	12,78833	5,4	6,6
10	14	12,78833	13,69304	6,6	7,6
14	Sub-ramal	13,69304	14,50394	7,6	8,7

14	15	14,50394	14,35454	8,7	8,7
15	Sub-ramal	14,35454	14,99473	8,7	9,5
15	16	14,99473	14,88167	9,5	9,5
16	Sub-ramal	14,88167	15,91465	9,5	10,6
16	17	15,91465	15,81405	10,6	10,6
17	Sub-ramal	15,81405	16,68795	10,6	11,8
2	18	16,68795	16,63659	11,8	11,8
18	19	16,63659	17,75325	11,8	13,2
19	Sub-ramal	17,75325	18,38829	13,2	14
19	20	18,38829	18,34541	14	14
20	Sub-ramal	18,34541	19,37641	14	15,1
20	21	19,37641	19,33825	15,1	15,1
21	Sub-ramal	19,33825	20,17053	15,1	16,3
18	22	20,17053	20,03345	16,3	16,3
22	25	20,03345	21,28614	16,3	17,7
25	Sub-ramal	21,28614	21,93448	17,7	18,5
25	26	21,93448	21,91686	18,5	18,5
26	Sub-ramal	21,91686	22,02667	18,5	18,7
26	27	22,02667	21,90303	18,7	18,7
27	Sub-ramal	21,90303	22,40424	18,7	19,5
22	23	22,40424	22,36193	19,5	19,5
23	24	22,36193	23,35495	19,5	20,9

24	Sub-ramal	23,35495	23,8098	20,9	21,7
23	Sub-ramal	23,8098	25,37278	21,7	23,4

A partir da colocação da válvula redutora de pressão, a Tabela 8 será refeita e o resultado é visto na Tabela 16.

Tabela 16 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões.

			Perda de Carga			Dinâmica		Estática	
Trecho		Desnível (m)	Unitária (m/m)	Especial (m.c.a)	Total (m/m)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)	Montante (m.c.a)	Jusante (m.c.a)
1	2	6,00	0,018	0	0,254684	0	5,745316	1,6	7,6
2	3	4,55	0,018	0	0,554	5,745316489	10,16609	7,6	12,15
3	4	4,55	0,039	0	0,273	10,16608819	14,44635	12,15	16,7
4	5	4,55	0,031	0	0,213	14,44634554	18,78266	16,7	21,25
5	6	4,55	0,022	0	0,155	18,78266462	23,17726	21,25	25,8
6	7	4,55	0,040	0	0,277	10	14,27212	0	4,55
7	8	3,00	0,031	0	0,165	14,27211885	17,1064	4,55	7,55

4.8.6. ÁGUA QUENTE

O sistema de aquecimento de água é o sistema central privado, os aparelhos usados para esquentar a água serão os aquecedores de passagem e o material utilizado nas tubulações é o CPVC.

Para o dimensionamento das tubulações de água quente, a mesma rotina utilizada na rede de água fria será utilizada, com apenas algumas modificações, referente a mudança de material.

A perda de carga para os tubos de CPVC será calculada com a seguinte equação:

$$J = 10{,}643 * Q^{1{,}85} * C^{-1{,}85} * DI^{-4{,}87}$$

Onde:

- J: Perda de carga, em m/m;
- Q: Vazão em m³/s;

- C = 150;
- DI: Diâmetro interno do tubo em m.

Um desenho isométrico dos ramais de água fria podem ser vistos na Figura 5. No Anexo 1 existem os desenhos técnicos pertinentes a este dimensionamento.

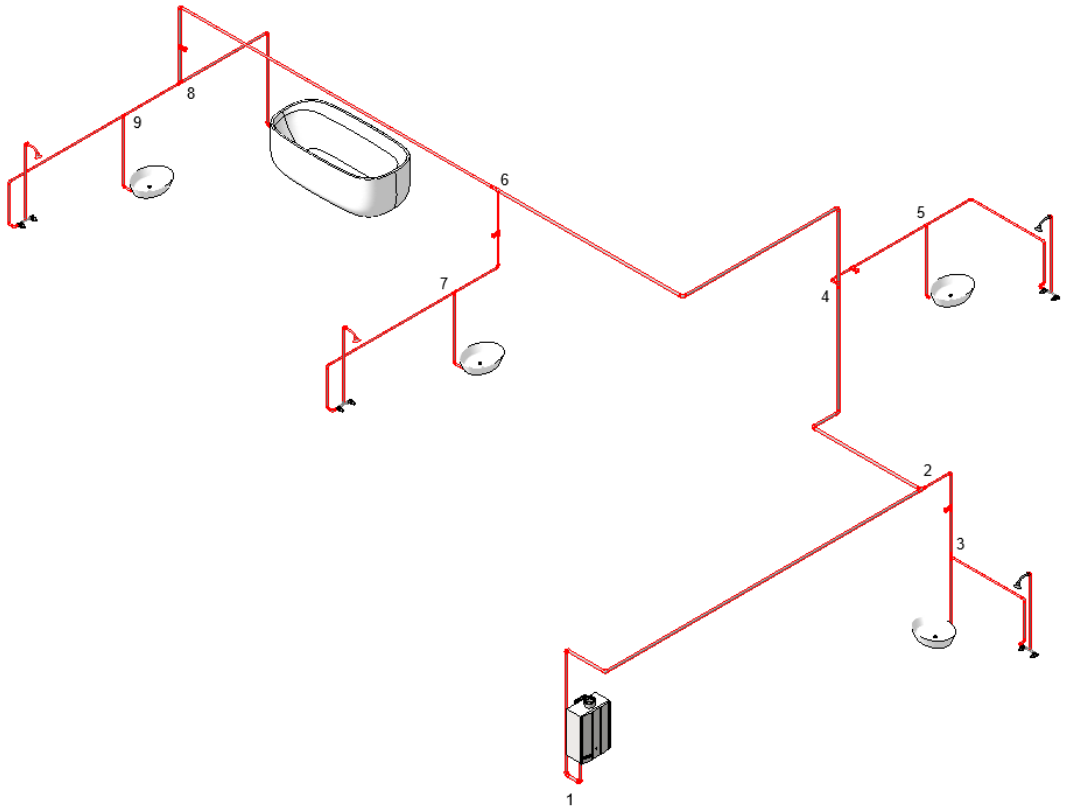


Figura 5 - Isométrico água quente do 1° pavimento tipo (Revit 2021)

Tabela 14 - Cálculo do peso por trecho – Água Quente.

Trecho		CH (un)	LAV (un)	BAN (un)	Peso Total
1	2	4	4	1	3,8
2	3	1	1	0	0,7
3	Sub-Ramal	1	1	-	0,7
2	4	3	3	1	3,1
4	5	1	1	0	0,7
5	Sub-Ramal	1	1	-	0,7

4	6	2	2	1	2,4
6	7	1	1	0	0,7
7	Sub-Ramal	1	1	-	0,7
6	8	1	1	1	1,7
8	Sub-Ramal	-	-	1	1,0
8	9	1	1	0	0,7
9	Sub-Ramal	1	1	-	0,7

Tabela 158 - Cálculo da vazão estimada, diâmetros e velocidade – Água Quente.

Trecho		Vazão Estimada (L/s)	Diâmetro Interno – DI (mm)	Diâmetro Externo – DE (mm)	Diâmetro Nominal – DN (mm)	Velocidade (m/s)
1	2	0,584808	28,4	35	35	0,9502269
2	3	0,250998	18,0	22	22	0,98686
3	Sub-Ramal	0,250998	18,0	22	22	0,98686
2	4	0,528205	28,4	35	35	0,8582551
4	5	0,250998	18,0	22	22	0,98686
5	Sub-Ramal	0,250998	18,0	22	22	0,98686
4	6	0,464758	28,4	35	35	0,7551638
6	7	0,250998	18,0	22	22	0,98686
7	Sub-Ramal	0,250998	18,0	22	22	0,98686
6	8	0,391152	23,1	28,1	28	0,933796193
8	Sub-Ramal	0,3	23,1	28,1	28	0,716188987
8	9	0,250998	18,0	22	22	0,98686
9	Sub-Ramal	0,250998	18,0	22	22	0,98686

Tabela 169 - Quantidade de conexões por trecho e comprimentos das tubulações – Água Quente.

Trecho		Conexões				Comprimento da Tubulação (m)		
		Joelho 90°	Tê 90° Passagem Direta	Tê 90° Saída de Lado	Registro de Gaveta	Real	Equivalente	Total
1	2	4	0	0	0	7,90	8,40	16,3
2	3	1	1	0	1	1,40	2,20	3,6
3	Sub-Ramal	1	0	1	0	2,35	3,60	5,95
2	4	2	0	1	0	3,80	8,60	12,4
4	5	1	0	1	0	1,60	3,60	5,2
5	Sub-Ramal	3	0	1	0	4,60	7,00	11,6
4	6	2	1	0	0	6,5	5,50	12
6	7	1	0	1	1	1,40	3,80	5,2
7	Sub-Ramal	2	0	1	0	3,60	4,80	8,4
6	8	1	1	0	1	6,0	3,90	9,9
8	Sub-Ramal	1	0	1	0	2,60	6,60	9,2
8	9	0	1	0	0	0,90	0,80	1,7
9	Sub-Ramal	1	0	1	0	3,40	3,60	7

Tabela 4.17 - Desnível e cálculo da perda de carga e pressões - Água Quente.

Trecho		Desnível (m)	Perda de Carga			Dinâmica		Estática	
			Perda de Carga Unitária (m/m)	Especial (m.c.a)	Total (m/m)	Montante (kPa)	Jusante (kPa)	Montante (kPa)	Jusante (kPa)
1	2	-1,70	0,044432	0	0,724234	10	7,575766309	10	7,575766309
2	3	1,00	0,08247	0	0,296893	7,575766	8,278873275	7,575766	8,278873275
3	Sub-Ramal	1,00	0,08247	1,80	0,670698	8,278873	8,608175066	8,278873	8,608175066
2	4	-1,80	0,037181	0	0,461045	8,608175	6,347129723	8,608175	6,347129723
4	5	0,00	0,08247	0	0,428845	6,34713	5,918284229	6,34713	5,918284229
5	Sub-Ramal	1,00	0,08247	1,80	1,136655	5,918284	5,781628897	5,918284	5,781628897
4	6	-1,00	0,029721	0	0,356654	5,781629	4,424975344	5,781629	4,424975344
6	7	1,00	0,08247	0	0,428845	4,424975	4,99612985	4,424975	4,99612985
7	Sub-Ramal	1,00	0,08247	1,80	0,87275	4,99613	5,123379437	4,99613	5,123379437
6	8	1,00	0,054811	0	0,542628	5,123379	5,580751415	5,123379	5,580751415
8	Sub-Ramal	1,30	0,034453	0	0,316966	5,580751	6,563785878	5,580751	6,563785878
8	9	0,00	0,08247	0	0,140199	6,563786	6,42358639	6,563786	6,42358639
9	Sub-Ramal	1,00	0,08247	1,80	0,757292	6,423586	6,666294379	6,423586	6,666294379

5. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 a 8.

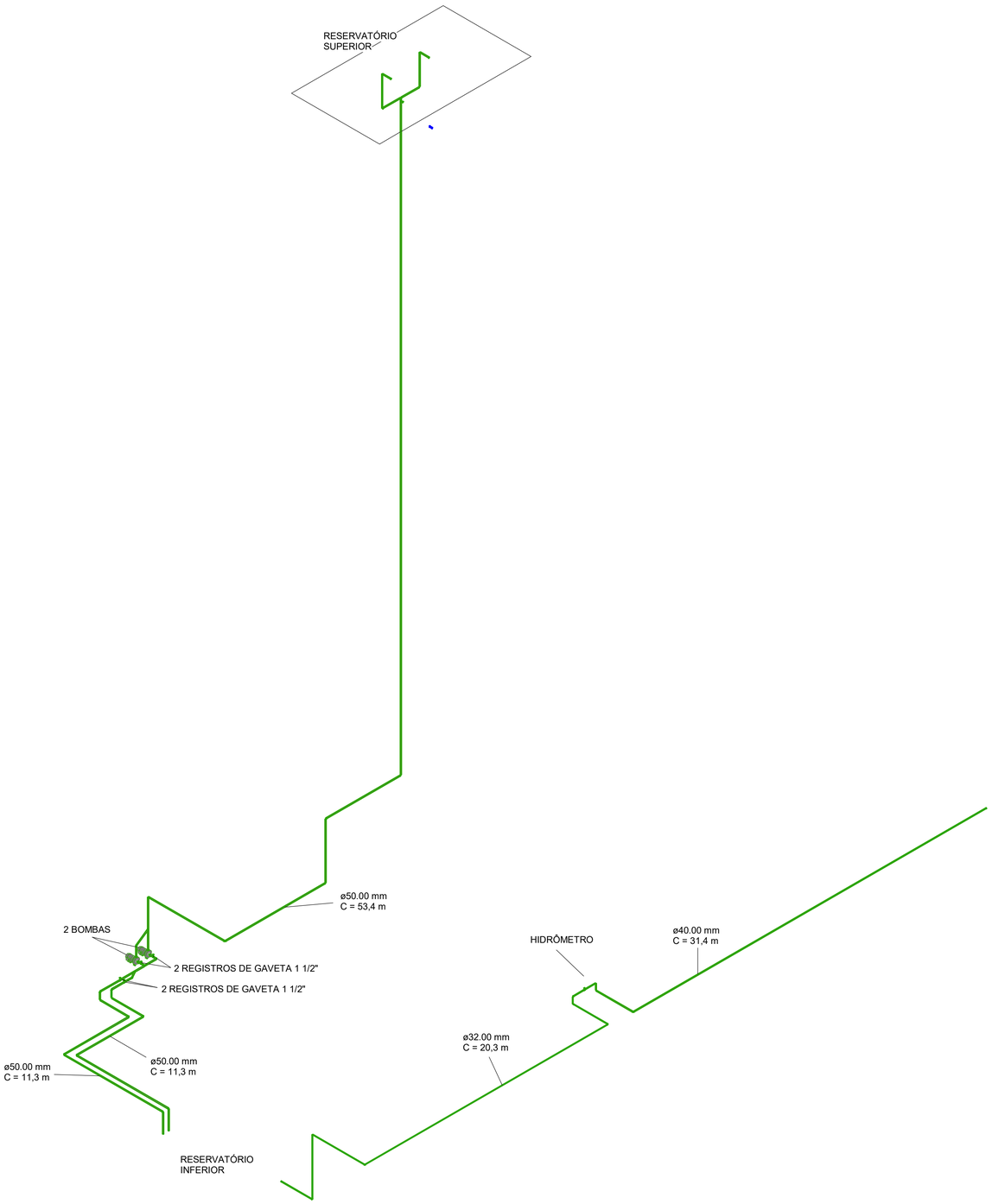
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR-5626 (1998) – Instalação Predial de Água Fria, 30 de outubro de 1998;

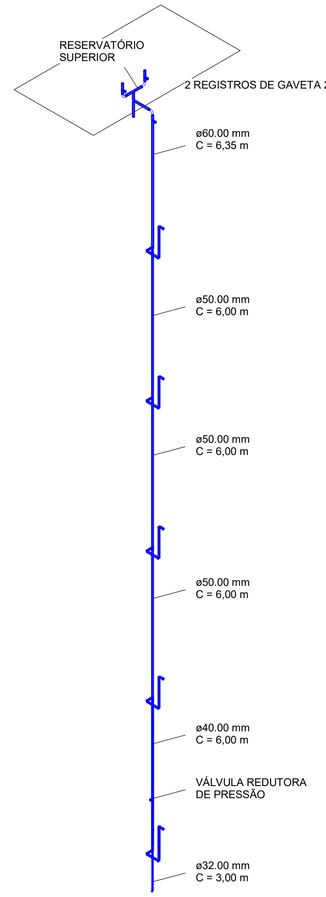
NBR-1798 (1993) - Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente, 1 de novembro de 1993;

Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez -2019);

PIRES VÉROL, Aline, GARRIDO VAZQUEZ, Elaine, GOMES MIGUEZ, Marcelo. Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis. 1 ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER,2019



2 ISOMÉTRICO ENTRADA DE ÁGUA - SUCÇÃO E RECALQUE



3 BARRILETE

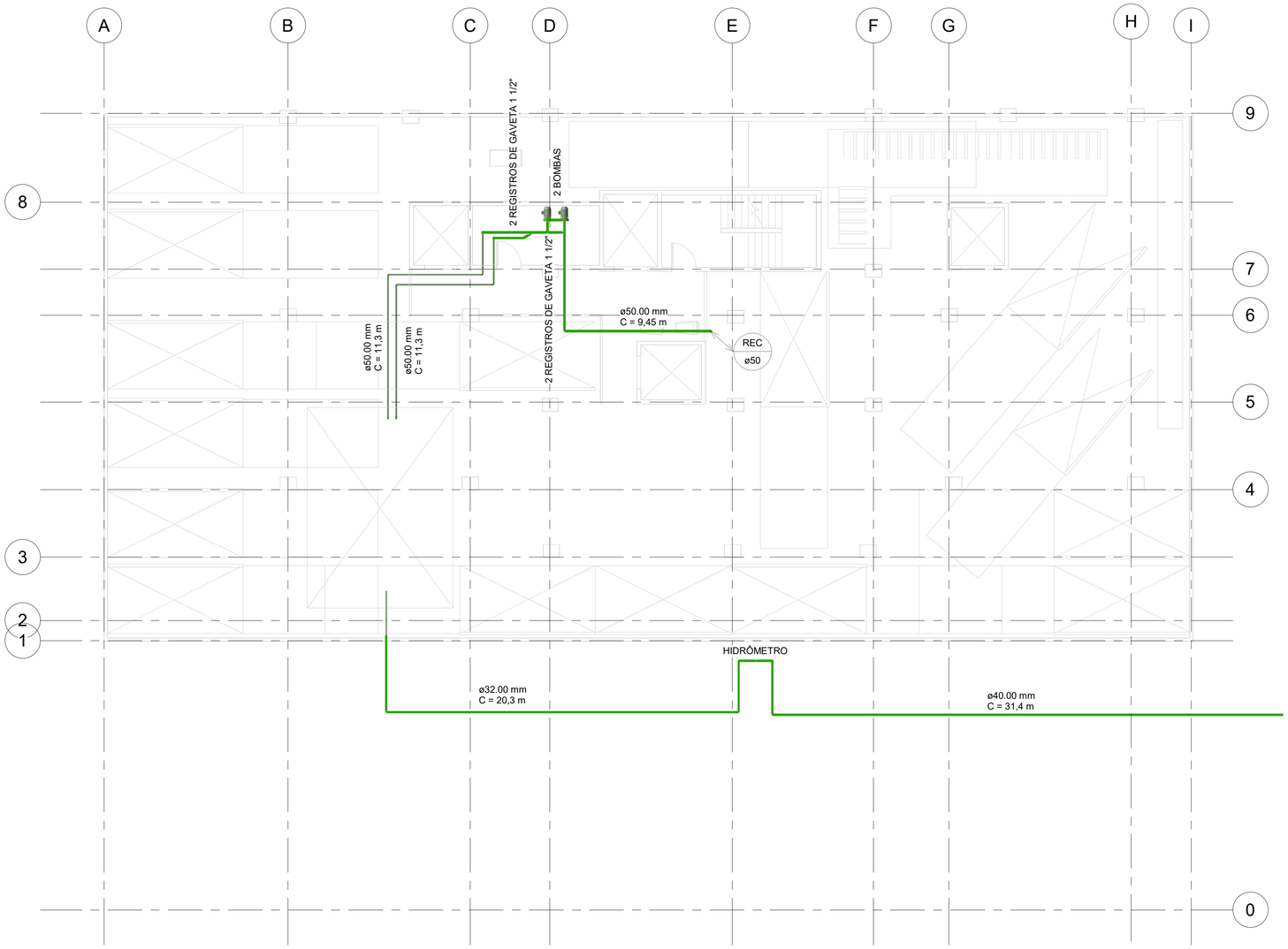
AUTODESK

www.autodesk.com/revit

Consultor	Consultor
Endereço	Endereço
Endereço	Endereço
Telefone	Telefone
Fax	Fax
e-mail	e-mail

Consultor	Consultor
Endereço	Endereço
Endereço	Endereço
Telefone	Telefone
Fax	Fax
e-mail	e-mail

Nº	Descrição	Data



1 PLANTA SUBSOLO

1 : 100

LEGENDA
LINHAS VERDES - TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Nº	Descrição	Data

UFRJ

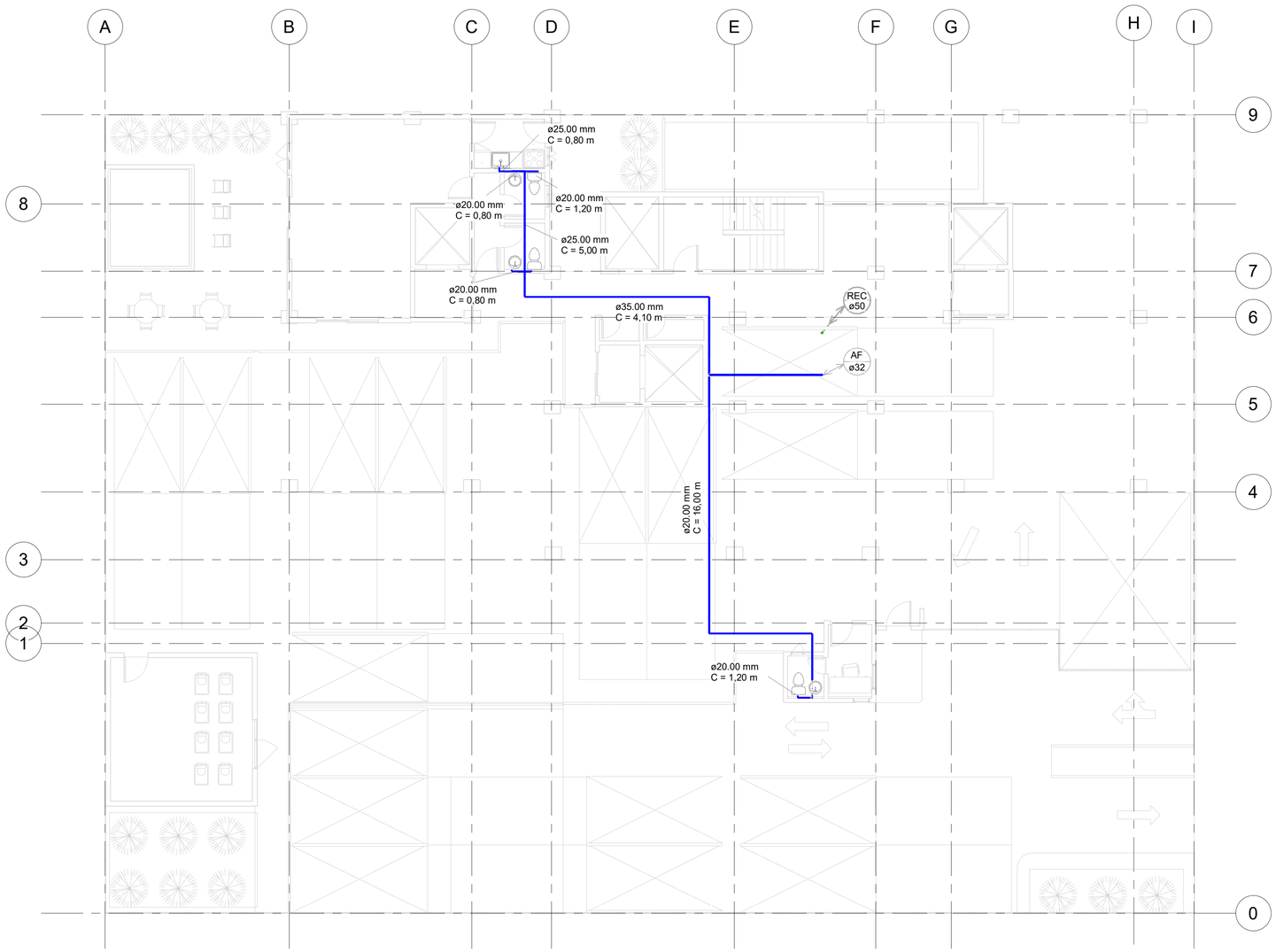
Unnamed

Número do projeto	0001
Data	24.08.2020
Desenhadas por	Author
Verificado por	Checker

ABASTECIMENTO DE ÁGUA 2 DE 6

Escala 1 : 100

22/09/2020 14:53:05



1 TÉRREO A1

1 : 100

LEGENDA

LINHAS AZUAIS - TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Nº	Descrição	Data

UFRJ

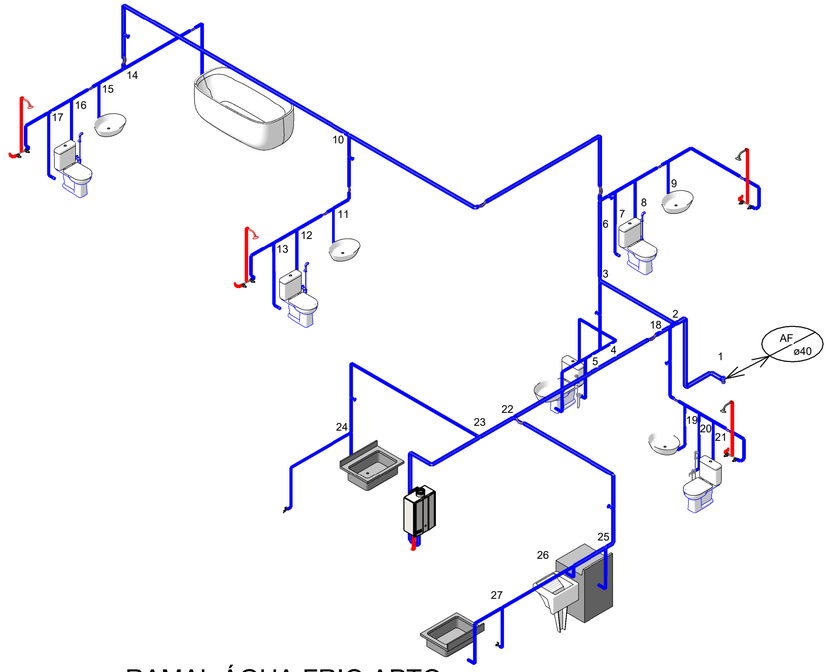
Unnamed

Número do projeto	0001
Data	24.08.2020
Desenhadas por	Author
Verificado por	Checker

ABASTECIMENTO DE ÁGUA 3 DE 6

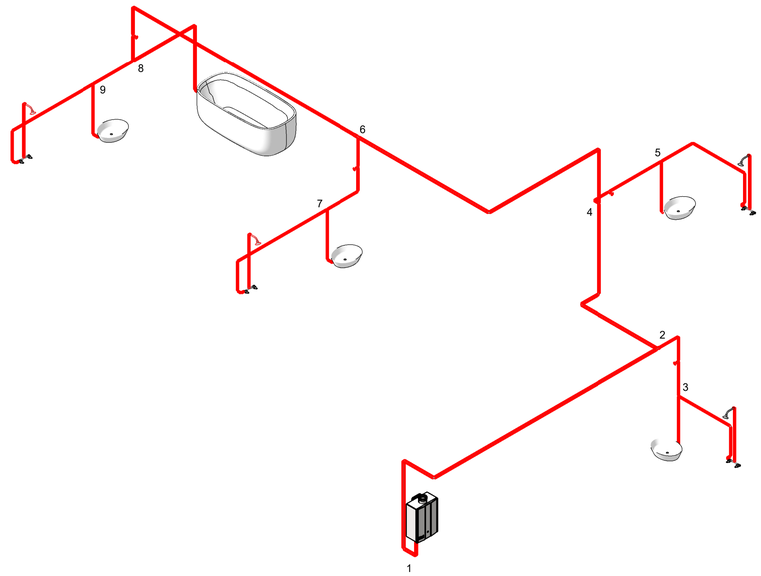
Escala 1 : 100

22/09/2020 14:53:23



RAMAL ÁGUA FRIO APTO TIPO

1



RAMAL ÁGUA QUENTE APTO TIPO

2

AUTODESK

www.autodesk.com/revit

Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail	Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail
Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail	Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail

Nº	Descrição	Data

UFRJ

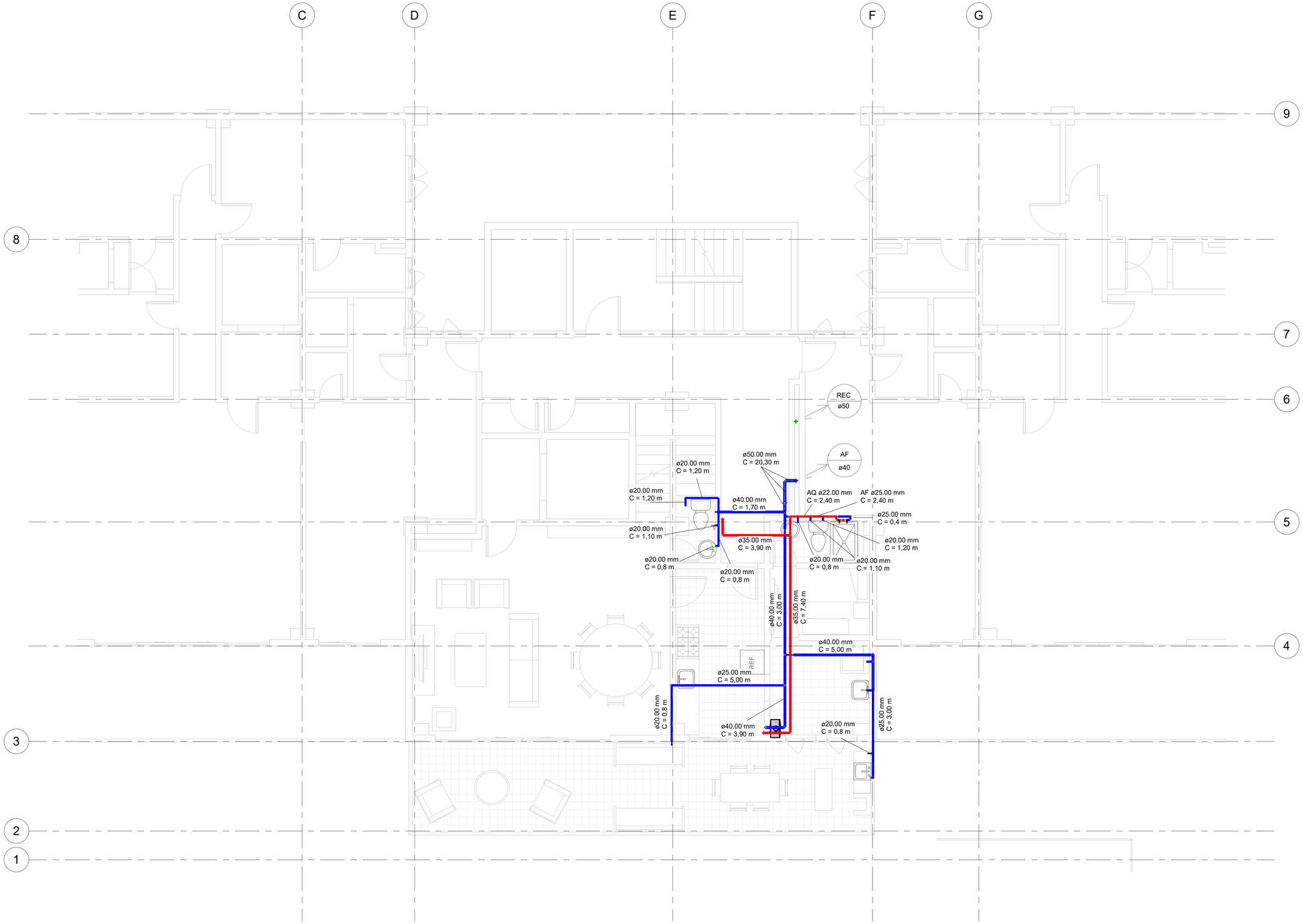
RAFAEL D. RAVELLI E FELIPE BEZERRA

Número do projeto	0001
Data	24.08.2020
Desenhadas por	RAFAEL D. RAVELLI
Verificado por	ELAINE GARRIDO

ABASTECIMENTO DE ÁGUA 4 DE 6

Escala

22/09/2020 14:53:42



1 PAV.TIPO.01 A1
1 : 50

LEGENDA
LINHAS AZUAIS - TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA
LINHAS VERMELHAS - TUBULAÇÃO DE ÁGUA QUENTE

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Nº	Descrição	Data

UFRJ

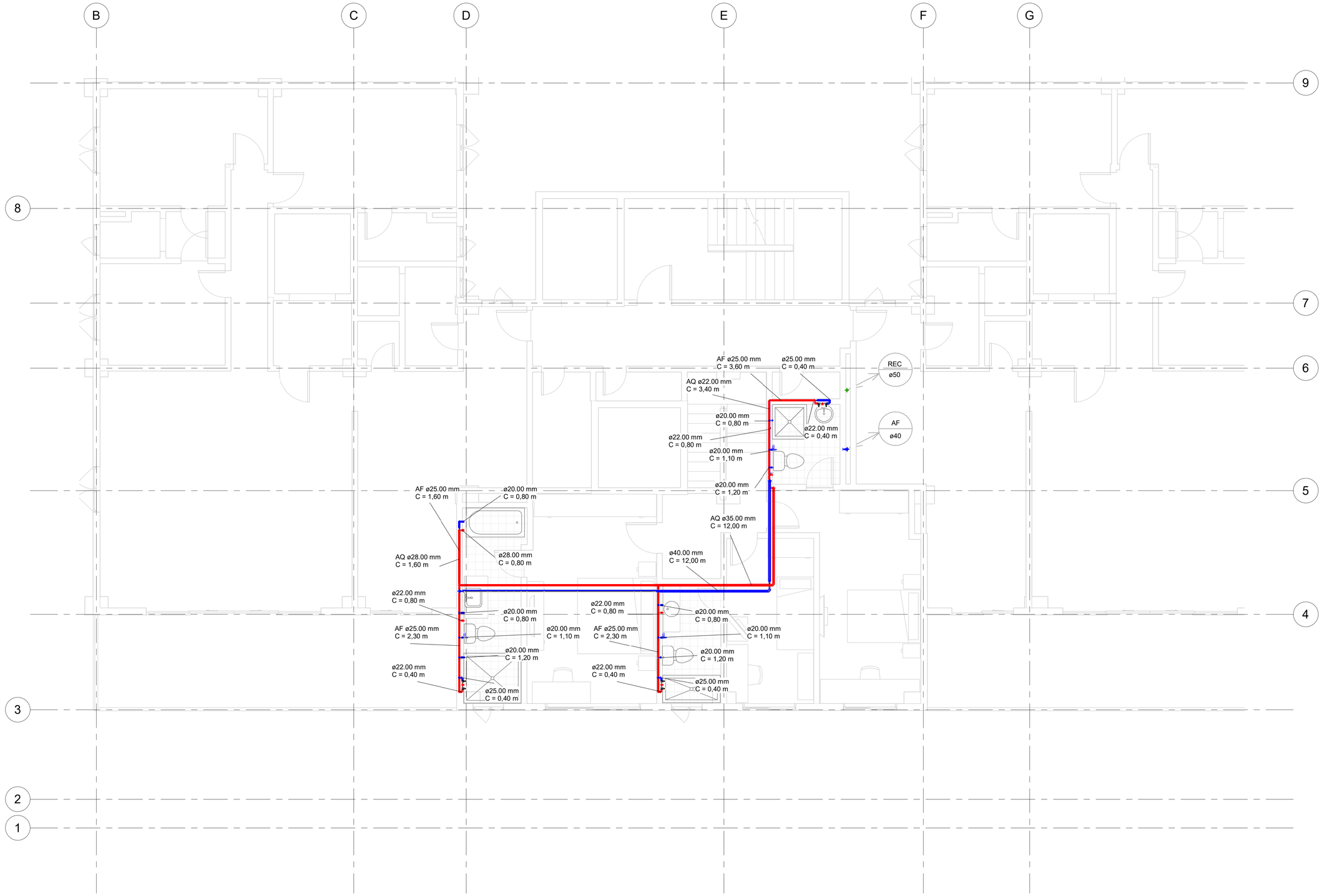
Unnamed

Número do projeto	0001
Data	24.08.2020
Desenhadas por	Author
Verificado por	Checker

ABASTECIMENTO DE ÁGUA 5 DE 6

Escala 1 : 50

22/09/2020 14:54:06



1 PAV.TIPO.02 A1

1 : 50

LEGENDA
LINHAS AZUAIS - TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA
LINHAS VERMELHAS - TUBULAÇÃO DE ÁGUA QUENTE

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Nº	Descrição	Data

UFRJ

Unnamed

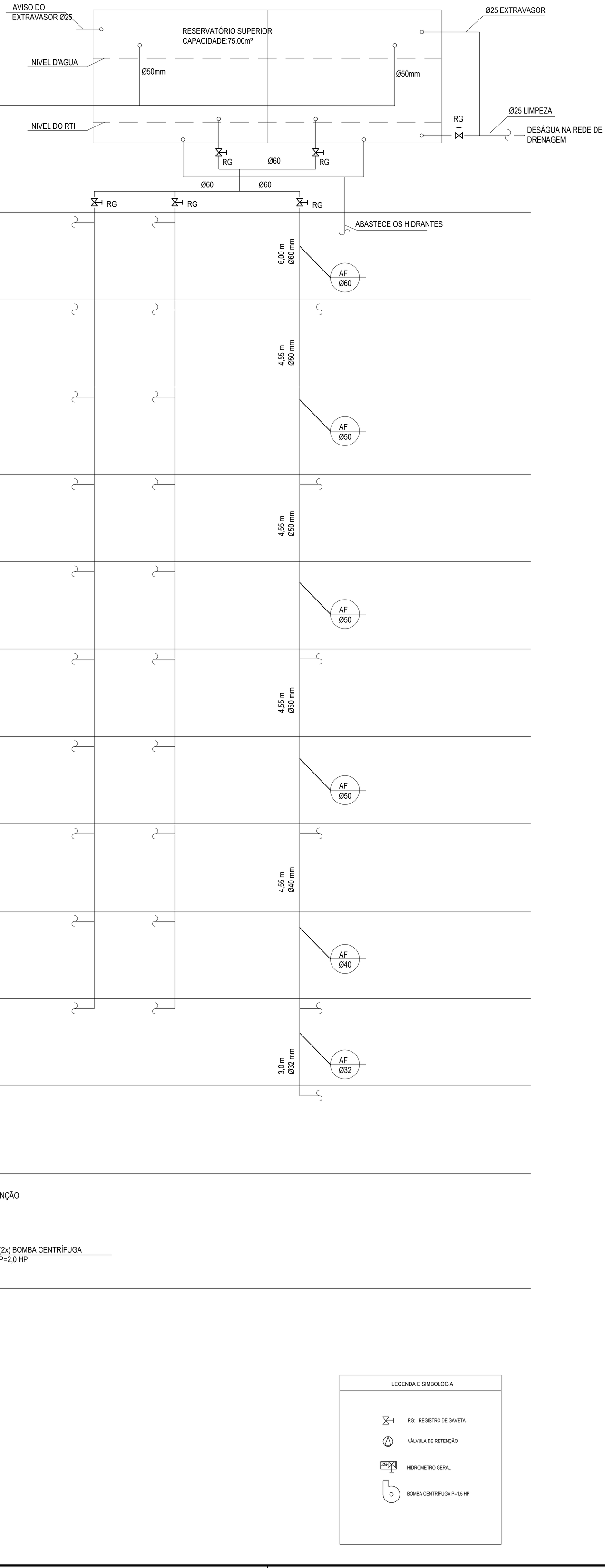
Número do projeto	0001
Data	24.08.2020
Desenhadas por	Author
Verificado por	Checker

ABASTECIMENTO DE ÁGUA 6 DE 6

Escala 1 : 50

22/09/2020 14:54:32

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



LEGENDA E SIMBOLOGIA

- RG: REGISTRO DE GAVETA
- VÁLVULA DE RETENÇÃO
- HIDROMETRO GERAL
- BOMBA CENTRÍFUGA P=1,5 HP

Identificação da Obra: Edifício RECREIO GARDEN

Alunos: Rafael D. Ravelli
Felipe Bezerra

Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Disciplina: INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS

Data: 24/08/20

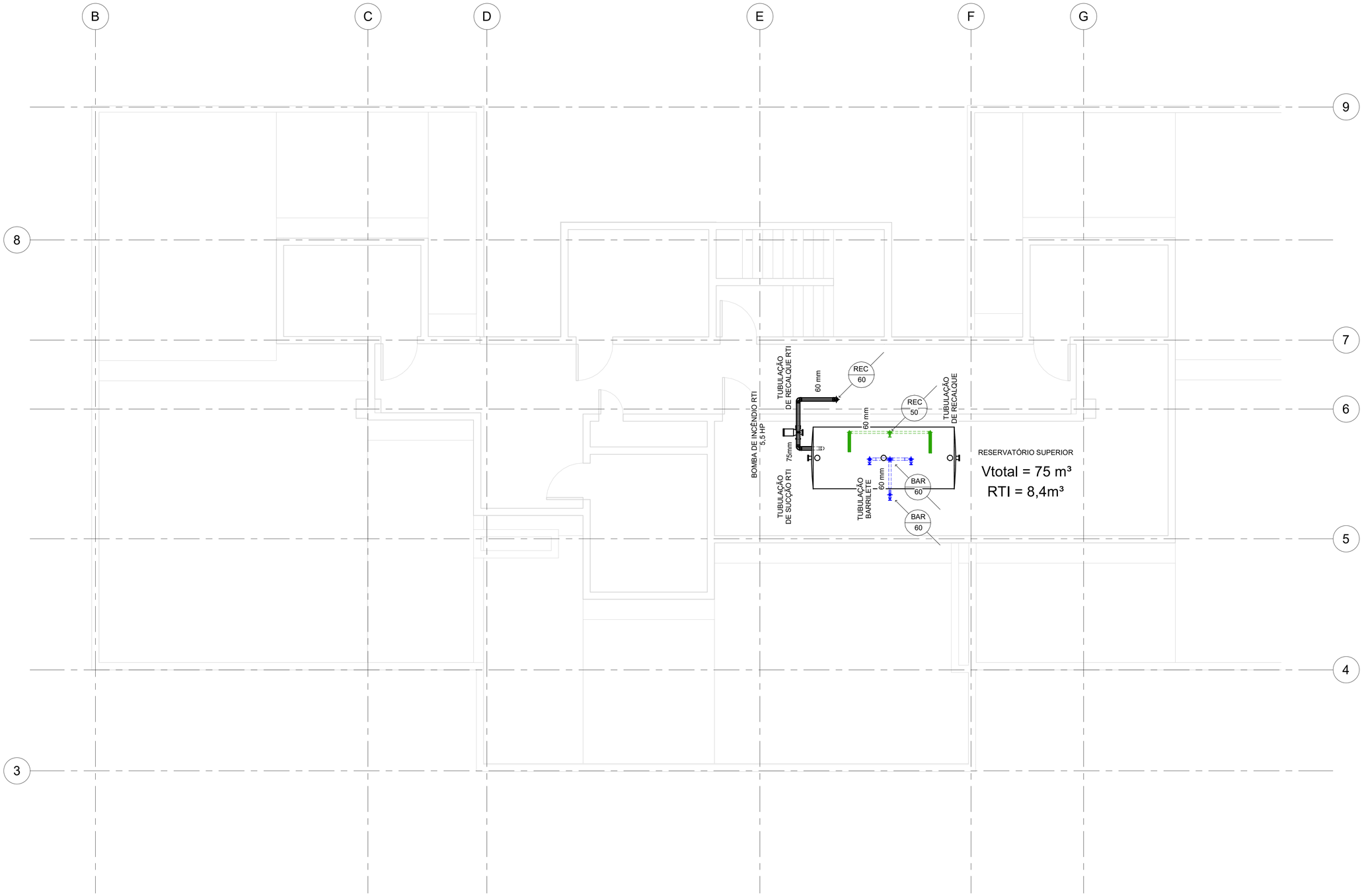
Escala: FORA DE ESCALA

Título do Desenho: ESQUEMA VERTICAL DE ÁGUA FRIA

Prancha: 05

A0

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



1 COBERTURA

1 : 50

AUTODESK

www.autodesk.com/revit

Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail	Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail
Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail	Consultor Endereço Endereço Telefone Fax e-mail

Nº	Descrição	Data

UFRJ

SCHWARTZ-RAVELLI

Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Número do projeto	0001
Data	24.08.2020
Desenhadas por	Rafael D. Ravelli
Verificado por	Elaine Garrido

ABASTECIMENTO DE ÁGUA 7 DE 7

Escala 1 : 50

24/09/2020 17:05:56

ESCOLA POLITÉCNICA DA UFRJ

INSTALAÇÕES PREDIAIS HIDROSSANITÁRIAS

Edifício Recreio Garden

Trabalho de Conclusão de Curso

Rafael Dainese Ravelli – DRE: 114125449

Felipe Bezerra Leite Schwartz– DRE: 112216870

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 7

2. MEMORIAL DESCRITIVO 7

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 8

4. MEMORIAL DE CÁLCULO 8

4.1. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA 9

4.2. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE ESGOTO 10

4.2.1. ARRANJO A1 11

4.2.2. ARRANJO A2 12

4.2.3. ARRANJO A3 13

4.2.4. ARRANJO A4 14

4.2.5. ARRANJO A5 15

4.2.6. ARRANJO A6 16

4.2.7. ARRANJO A7 17

4.2.8. ARRANJO A8 18

4.2.9. ARRANJO A9 19

4.2.10. ARRANJO A10 20

4.2.11. ARRANJO A11 21

4.2.1. ARRANJO A12 22

4.3. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA 23

4.4. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE VENTILAÇÃO 24

4.5. VENTILAÇÃO PARA OS ARRANJOS 25

4.6. DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS DE VENTILAÇÃO 26

4.7. DIMENSIONAMENTO DA VENTILAÇÃO PRIMÁRIA..... 28

4.8. DIMENSIONAMENTO DA VENTILAÇÃO SECUNDÁRIA..... 29

4.9. DIMENSIONAMENTO DOS SUBCOLETORES 30

5. ANEXOS..... 34

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Legenda dos ramais de descarga e de esgoto 10

Figura 2 - Representação gráfica do arranjo A1 (Revit 2021) 11

Figura 3 - Representação gráfica do arranjo A2 (Revit 2021) 12

Figura 4 - Representação gráfica do arranjo A3 (Revit 2021) 13

Figura 5 - Representação gráfica do arranjo A4 (Revit 2021) 14

Figura 6 - Representação gráfica do arranjo A5 (Revit 2021) 15

Figura 7 - Representação gráfica do arranjo A6 (Revit 2021) 16

Figura 8 - Representação gráfica do arranjo A7 (Revit 2021) 17

Figura 9 -- Representação gráfica do arranjo A8 (Revit 2021) 18

Figura 10 - Representação gráfica do arranjo A9 (Revit 2021) 19

Figura 11 - Representação gráfica do arranjo A10 (Revit 2021) 20

Figura 12 - Representação gráfica do arranjo A11 (Revit 2021) 21

Figura 13 - Representação gráfica do arranjo A12 (Revit 2021) 22

Figura 14 – Subcoletores e caixas de esgotamento sanitário 30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento do ramal de descarga de cada aparelho sanitário. (NBR 8160:1999)..... 9

Tabela 2 - Dimensionamento de ramais de esgoto. (NBR 8160:1999)..... 10

Tabela 3 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A1 11

Tabela 4 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A2 12

Tabela 5 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A3 13

Tabela 6 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A4 14

Tabela 7 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A5 15

Tabela 8 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A6 16

Tabela 9 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A7 17

Tabela 10- Dimensionamento dos ramais do arranjo A8 18

Tabela 11 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A9 19

Tabela 12 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A10..... 20

Tabela 13 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A11..... 21

Tabela 14 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A12..... 22

Tabela 15 - Dimensionamento dos tubos de queda do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN. 23

Tabela 16 - Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador. (NBR 8160:1999) 24

Tabela 17 - Dimensionamento de ramais de ventilação. (NBR 8160:1999) 24

Tabela 18 - Dimensionamento de ramais de ventilação EDIFÍCIO RECREIO GARDEN 25

Tabela 19 – Diomensionamento de colunas de ventilação (NBR 8160:1999) 26

Tabela 20 - Dimensionamento das colunas de ventilação do EDIFÍCIO RECREIO

GARDEN. 27

Tabela 21 - Dimensionamento da Ventilação Primária 28

Tabela 22 - Dimensionamento da Ventilação Secundária 29

Tabela 23 - Dimensionamento da Caixa de Sabão CS1. 30

Tabela 24 - Dimensionamento da Caixa de Gordura CG1 31

Tabela 25 - Dimensionamento da Caixa de Gordura CG2 31

Tabela 26 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI1 31

Tabela 27 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI2 32

Tabela 28 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI3 32

Tabela 29 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI4 33

Tabela 30 - Diâmetros dos coletores prediais 33

Tabela 31 - Profundidade das caixas coletoras 34

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o dimensionamento das instalações de esgoto sanitário do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5).

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de garagem, 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia compostas por 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia composta por 3 quartos (3 suítes).

O pavimento cobertura abriga o reservatório superior de água de capacidade de 58.400 litros, e 1 subsolo, que abriga um reservatório inferior de água de capacidade de 75.000 litros.

Os materiais e equipamentos empregados nas instalações hidrossanitárias do empreendimento estão abaixo relacionados:

- Tubulações (PVC):
    - Tubo de 40 mm, 50 mm, 75 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm;
- Aparelhos e acessórios sanitários:
    - Caixa de gordura (concreto);
    - Caixa de inspeção (concreto);
    - Caixa de serviço (concreto);
    - Caixa coletora (concreto);
    - Caixa sifonada (PVC);

- Ralo seco (PVC).

- Equipamentos:
  - Bomba de elevação;

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base as seguintes normas brasileiras técnicas:

- NBR-8160 (1999) – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução;
- NBR-15575 (2013) - Edificações Habitacionais – Desempenho;
- NBR-7229 (1993) - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos;
- NBR-13969 (1997) - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

Também são utilizadas como referência as seguintes bibliografias:

- Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez - 2019);
- Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis (Aline Pires Vérol, Elaine Garrido Vazquez e Marcelo Gomes Miguez).

O sistema de esgotamento sanitário escolhido é do tipo “separador absoluto”, que divide totalmente as instalações de águas pluvias das instalações hidrossanitárias.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

Segundo a NBR 8160:1999 as tubulações do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário podem ser dimensionadas pelo método das unidades de Hunter de contribuição (UHC), que é um fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual de cada tipo de aparelho sanitário.

Todos os trechos horizontais existentes no Recreio Garden apresentam declividade constante, como forma de garantir o escoamento dos efluentes por gravidade. A NBR

8160:1990 recomenda que declividades mínimas devem ser de 1% para tubulações de DN igual ou inferior a 75mm e 2% para tubulações de DN igual ou superior a 100mm e nenhuma tubulação deve ter declividade maior que 5%.

4.1. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA

O ramal de descarga é o trecho de tubulação que recebe diretamente efluentes dos aparelhos sanitários. A NBR 8160:1999 determina diâmetros mínimos dos ramais de descarga a serem adotados para cada aparelho sanitário. A tabela a seguir apresenta os diametros mínimos para os aparelhos que são utilizados no EDIFÍCIO RECREIO GARDEN.

Tabela 1 - Dimensionamento do ramal de descarga de cada aparelho sanitário. (NBR 8160:1999)

Área molhada	Aparelho Sanitário	Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga (DN)	i (%)
Banheiro	Bacia Sanitária	6	100	1
	Chuveiro de Residência	2	40	2
	Lavatório de Residência	1	40	2
	Banheira	2	40	2
Cozinha	Pia de cozinha	4	50	2
Área de Serviço	Tanque de lavar roupas	3	40	2
	Máquina de lavar roupas	3	50	2
	Ralo Seco	2	40	2
Varanda	Ralo Seco	2	40	2

4.2. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE ESGOTO

O ramal de esgoto é o trecho da tubulação primária que recebe os efluentes de descarga diretamente ou a partir de um desconector. Nos banheiros, os ramais de esgoto ligam a caixa sifonada ao ramal de descarga da bacia sanitária.

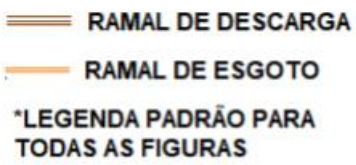
O diâmetro do ramal de esgoto é determinado em função do somatório do número de UHC que aquela tubulação recebe, segundo a tabela obtida da NBR 8160:1999.

Tabela 2 - Dimensionamento de ramais de esgoto. (NBR 8160:1999)

Diâmetro nominal mínimo do tubo DN (mm)	Número máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Serão utilizados arranjos representando cada configuração principal da tubulação, de modo que cada trecho de tubulação seja corretamente dimensionado.

Figura 1- Legenda dos ramais de descarga e de esgoto



4.2.1. ARRANJO A1

Teremos, primeiramente, o arranjo A1 compreendendo o banheiro de casal.

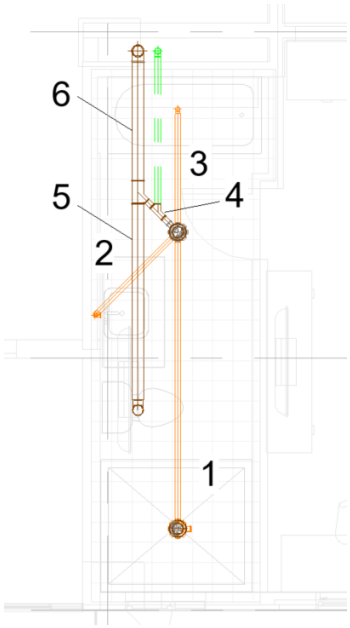


Figura 2 - Representação gráfica do arranjo A1 (Revit 2021)

Tabela 3 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A1

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Chuveiro de Residência	2	1	2	40	40
2	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
3	Banheira	2	1	2	40	40
4	1+2+3+ Ralo seco	2	1	7	75	75
5	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100
6	4+5	-	-	13	100	100

4.2.2. ARRANJO A2

Teremos no contexto o arranjo A2 com as contribuições da suíte número 1.

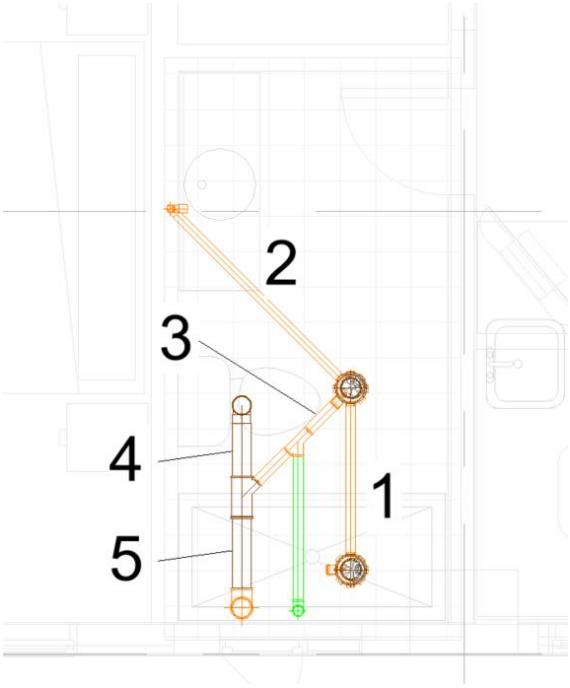


Figura 3 - Representação gráfica do arranjo A2 (Revit 2021)

Tabela 4 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A2

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Chuveiro de Residência	2	1	2	40	40
2	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
3	1+2+ Ralo seco	2	1	5	50	50
4	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100
5	3+4	-	-	11	100	100

4.2.3. ARRANJO A3

Teremos no contexto o arranjo A3 com as contribuições da suíte número 2.

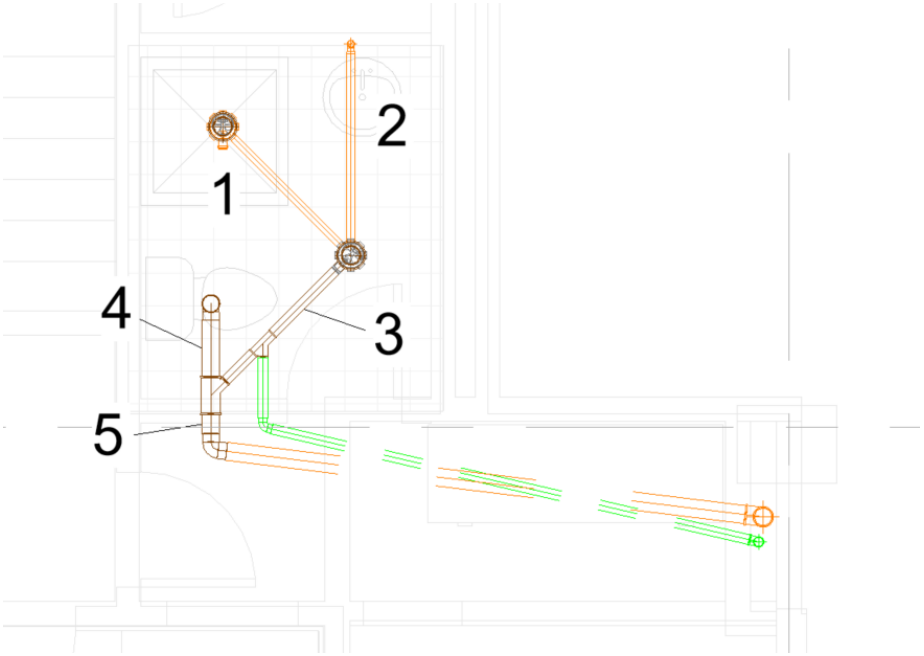


Figura 4 - Representação gráfica do arranjo A3 (Revit 2021)

Tabela 5 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A3

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Chuveiro de Residência	2	1	2	40	40
2	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
3	1+2+ Ralo seco	2	1	5	50	50
4	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100
5	3+4	-	-	9	100	100

4.2.4. ARRANJO A4

Teremos no contexto o arranjo A4 com as contribuições da cozinha e varanda.

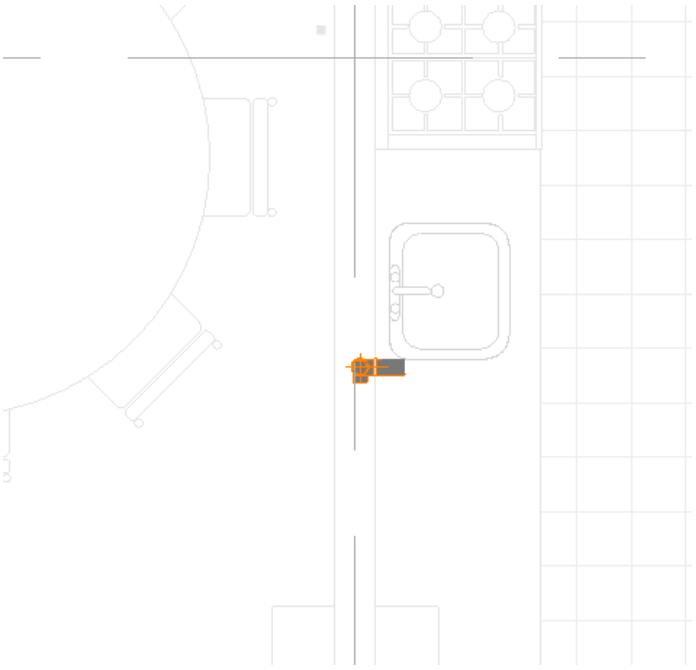


Figura 5 - Representação gráfica do arranjo A4 (Revit 2021)

Tabela 6 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A4

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Pia de cozinha	3	1	3	50	50

4.2.5. ARRANJO A5

Teremos no contexto o arranjo A5 com as contribuições do lavabo.

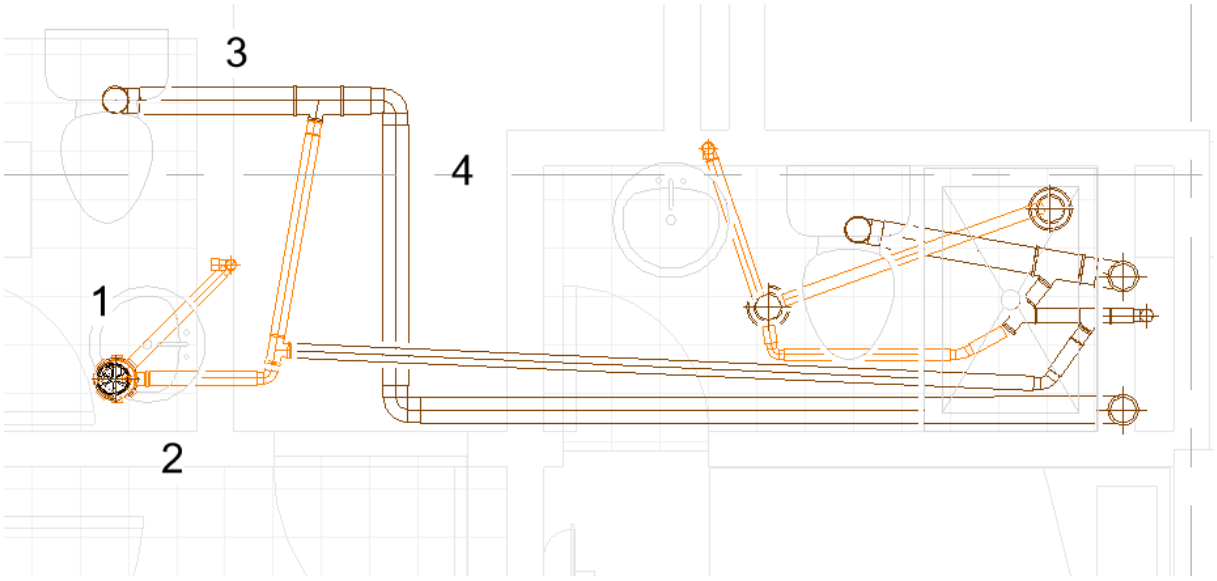


Figura 6 - Representação gráfica do arranjo A5 (Revit 2021)

Tabela 7 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A5

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
2	1 + Ralo seco	2	1	3	40	50*
3	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100
4	2 + 3	-	-	9	100	100

*Saída mínima da caixa sifonada é de 50 mm

4.2.6. ARRANJO A6

Teremos no contexto o arranjo A6 com as contribuições do banheiro da empregada.

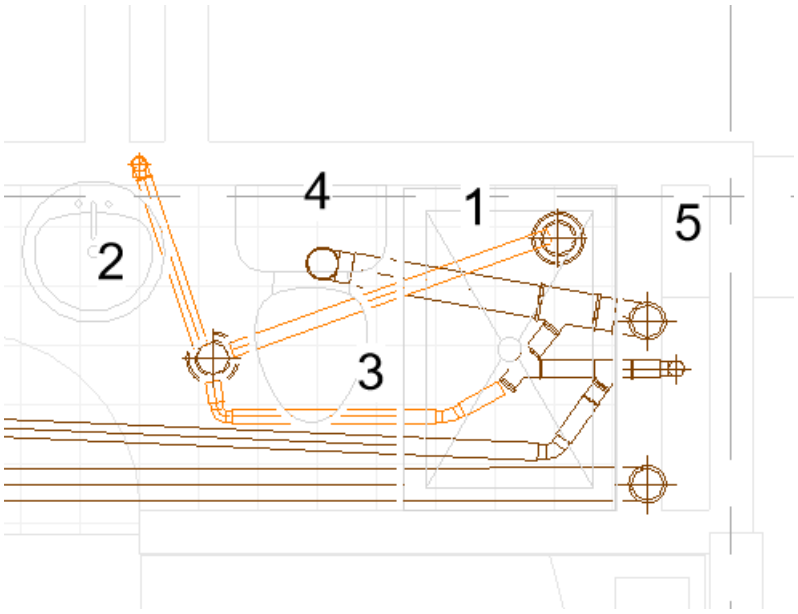


Figura 7 - Representação gráfica do arranjo A6 (Revit 2021)

Tabela 8 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A6

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Chuveiro de Residência	2	1	2	40	40
2	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
3	1+2+ Ralo seco	2	1	5	50	50
4	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100

*Saída mínima da caixa sifonada é de 50 mm

4.2.7. ARRANJO A7

Teremos no contexto o arranjo A7 com as contribuições da área de serviço.

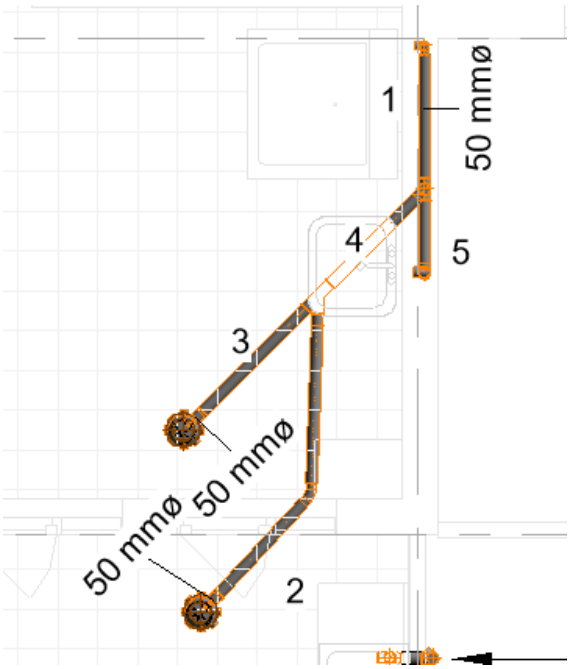


Figura 8 - Representação gráfica do arranjo A7 (Revit 2021)

Tabela 9 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A7

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Máquina de lavar roupas	3	1	3	50	50
2	Ralo seco	2	1	2	40	50*
3	Ralo seco	2	1	2	40	50*
4	2+3	-	-	4	50	50
5	Tanque de lavar roupas	3	1	3	50	50

*Saída mínima da caixa sifonada é de 50 mm

4.2.8. ARRANJO A8

Teremos no contexto o arranjo A8 com as contribuições da pia da área de serviço

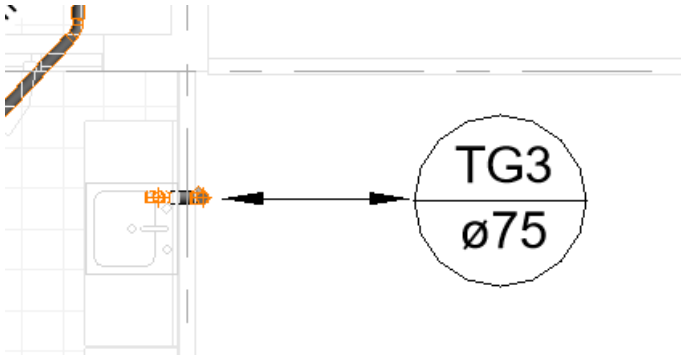


Figura 9 -- Representação gráfica do arranjo A8 (Revit 2021)

Tabela 10- Dimensionamento dos ramais do arranjo A8

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Pia de cozinha	3	1	3	50	50

4.2.9. ARRANJO A9

Teremos no contexto o arranjo A9 com as contribuições do banheiro do porteiro.

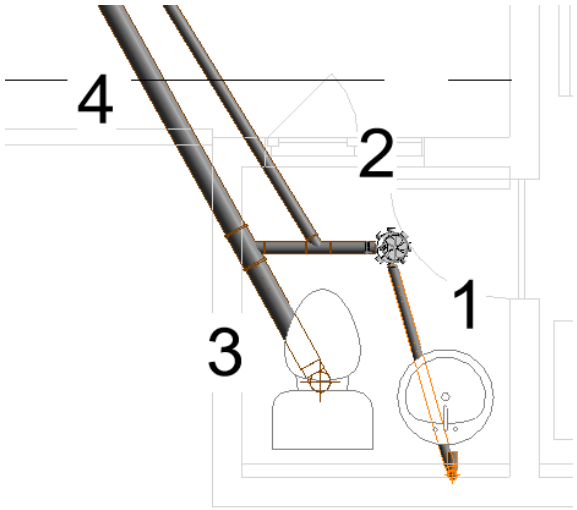


Figura 10 - Representação gráfica do arranjo A9 (Revit 2021)

Tabela 11 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A9

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
2	1 + Ralo seco	2	1	3	40	50*
3	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100
4	2+3	-	-	9	100	100

*Saída mínima da caixa sifonada é de 50 mm

4.2.10. ARRANJO A10

Teremos no contexto o arranjo A10 com as contribuições do banheiro ‘1’ do salão de festas.

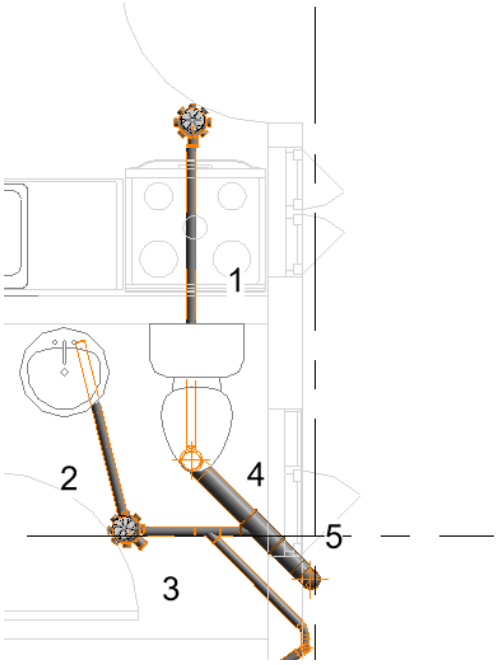


Figura 11 - Representação gráfica do arranjo A10 (Revit 2021)

Tabela 12 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A10

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Ralo seco	2	1	2	40	50*
2	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
3	2+ Ralo seco	2	1	3	40	50*
4	1+ Bacia Sanitária	6	1	5	100	100
5	3 + 4	-	-	8	100	100

*Saída mínima da caixa sifonada é de 50 mm

4.2.11. ARRANJO A11

Teremos no contexto o arranjo A11 com as contribuições do banheiro ‘2’ do salão de festas.

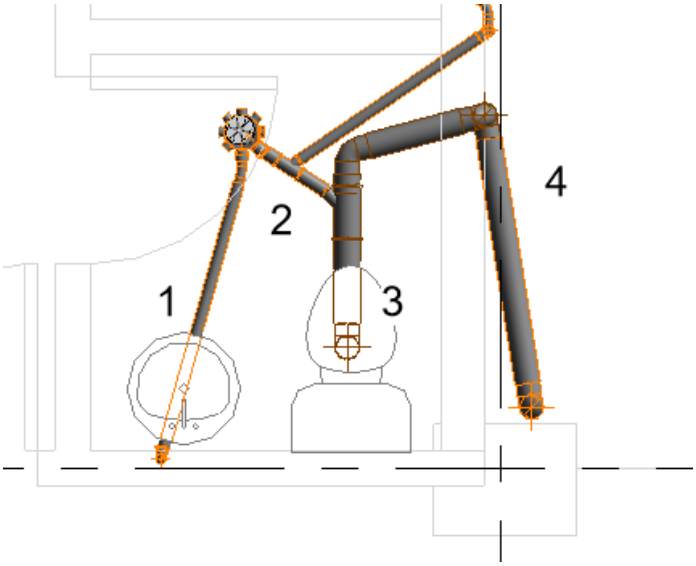


Figura 12 - Representação gráfica do arranjo A11 (Revit 2021)

Tabela 13 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A11

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Lavatório de Residência	1	1	1	40	40
2	1 + Ralo seco	2	1	3	40	50*
3	Bacia Sanitária	6	1	6	100	100
4	2+3	-	-	9	100	100

*Saída mínima da caixa sifonada é de 50 mm

4.2.1. ARRANJO A12

Teremos no contexto o arranjo A12 com as contribuições da pia da área de serviço.

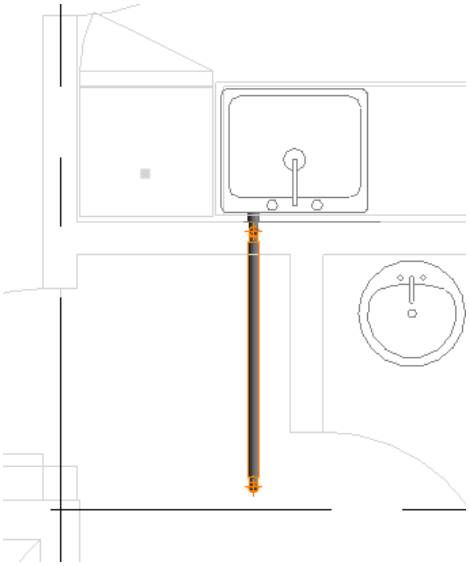


Figura 13 - Representação gráfica do arranjo A12 (Revit 2021)

Tabela 14 - Dimensionamento dos ramais do arranjo A12

TRECHO	APARELHO SANITÁRIO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø CALCULADO	Ø USADO
1	Pia de cozinha	3	1	3	50	50

4.3.DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA

Para o dimensionamento dos tubos de queda, que são as tubulações verticais que recebem os efluentes dos subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga, deve-se usar a Tabela 15, retirada da NBR 8160:1999.

Tabela 15 - Dimensionamento dos Tubos de Queda

TUBO	TRECHO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	Ø USADO
TQ1	ARRANJO A1	13	5	65	100
TQ2 (COM DESVIO VERTICAL)	ARRANJO A2 ARRANJO A9	11 9	5 1	64	100
TQ3	ARRANJO A3 ARRANJO A6	9 9	5 5	90	100
TQ4	ARRANJO A5	9	5	45	100*
TQ5	ARRANJO A10	9	1	9	100*
TQ6 (COM DESVIO VERTICAL)	ARRANJO A11	9	1	9	100*
TS1	ARRANJO A7	10	5	50	75
TG1	ARRANJO A12	3	1	3	75*
TG2	ARRANJO A4	3	5	15	75*
TG3	ARRANJO A8	3	5	15	75*

* Bitola mínima TQ = 100 mm

* Bitola mínima TG = 75 mm

4.4. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE VENTILAÇÃO

Para o dimensionamento dos ramais de ventilação, que são os tubos ventiladores que ligam um desconector ou ramal de descarga ou ramal de esgoto a uma coluna de ventilação, deve ser considerada a distância máxima permitida de um desconector ao tubo ventilador apresentada na seguinte da NBR 8160:1999.

Tabela 16 - Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador. (NBR 8160:1999)

Diâmetro nominal do ramal de descarga (DN)	Distância máxima (m)
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

Além disso, os diâmetros mínimos devem estar de acordo com a Tabela 17.

Tabela 17 - Dimensionamento de ramais de ventilação. (NBR 8160:1999)

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

4.5. VENTILAÇÃO PARA OS ARRANJOS

O dimensionamento da tubulação de ventilação pode ser visto na Tabela 18.

Tabela 18 - Dimensionamento de Ramais de Ventilação

ARRANJO	UHC	Ø ESCOLHIDO
1	13	50
2	11	50
3	9	50
4	-	-
5	9	50
6	9	50
7	-	-
8	-	-
9	9	50
10	8	50
11	9	50
12	-	-

4.6.DIMENSIONAMENTO DAS COLUNAS DE VENTILAÇÃO

Para o dimensionamento das colunas de ventilação será utilizada a NBR 8160:1999.

Tabela 19 – Diomensionamento de colunas de ventilação (NBR 8160:1999)

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto DN	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido m							
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-
75	21	10	33	247	-	-	-	-	-
75	53	8	29	207	-	-	-	-	-
75	102	8	26	189	-	-	-	-	-
100	43	-	11	76	299	-	-	-	-
100	140	-	8	61	229	-	-	-	-
100	320	-	7	52	195	-	-	-	-
100	530	-	6	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	10	40	305	-	-	-
150	1 100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	2 000	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2 900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1 800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3 400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5 600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7 600	-	-	-	5	43	171	-	-
250	4 000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7 200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11 000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15 000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7 300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13 000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20 000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26 000	-	-	-	-	5	22	70	152

Tabela 20 - Dimensionamento das Colunas de Ventilação

TUBO	TRECHO	UN HUNTER	QUANTIDADE	UN HUNTER TOTAIS	COMPRIMENTO DA COLUNA	Ø USADO
CV1	ARRANJO A1	13	5	65	30	75
CV2 (COM DESVIO VERTICAL)	ARRANJO A2 ARRANJO A9	11 9	5 1	64	30	75
CV3	ARRANJO A3 ARRANJO A5 ARRANJO A6	9 9 9	5 5 5	135	30	75
CV4	ARRANJO 9 ARRANJO 10	9 9	1 1	18	36	75

4.7. DIMENSIONAMENTO DA VENTILAÇÃO PRIMÁRIA

Para o dimensionamento da ventilação primária, foi considerada o prolongamento do Tubo de Queda (TQ), Tubo de Gordura (TG) e Tubo Secundário (TS) até chegar na cobertura. Os tubos de ventilação primária tem o mesmo diâmetro do Tubo de Queda respectivo e estão listados na Tabela 21.

Tabela 21 - Dimensionamento da Ventilação Primária

TUBO DE VENTILAÇÃO PRIMÁRIA (VP)	TUBO PROLONGADO RESPECTIVO	Ø DO TUBO PROLONGADO RESPECTIVO	Ø DO TUBO DE VENTILAÇÃO PRIMÁRIA
VP1	TQ1	100	100
VP2	TQ2	100	100
VP3	TQ3	100	100
VP4	TQ4	100	100
VP5	TQ5	100	100
VP6	TQ6	100	100
VP7	TS1	75	75
VP8	TG1	75	75
VP9	TG2	75	75
VP10	TG3	75	75

4.8. DIMENSIONAMENTO DA VENTILAÇÃO SECUNDÁRIA

Para o dimensionamento da ventilação secundária, foi considerada o prolongamento das Colunas de Ventilação (CV) até chegar na cobertura. Os tubos de ventilação secundária tem o mesmo diâmetro da Coluna de Ventilação respectivo e estão listados na Tabela 22.

Tabela 22 - Dimensionamento da Ventilação Secundária

TUBO DE VENTILAÇÃO SECUNDPÁRIA (VS)	TUBO PROLONGADO RESPECTIVO	Ø DO TUBO PROLONGADO RESPECTIVO	Ø DO TUBO DE VENTILAÇÃO SECUNDÁRIA
VS1	CV1	75	75
VS2	CV2	75	75
VS3	CV3	75	75
VS4	CV4	75	75

4.9.DIMENSIONAMENTO DOS SUBCOLETORES

O dimensionamento da tubulação dos subcoletores foi realizado observando-se os diâmetros mínimos e declividades adequadas conforme a NBR 8160:1999. A Figura 14 apresenta o dimensionamento trecho-a-trecho.

Figura 14 – Subcoletores e caixas de esgotamento sanitário

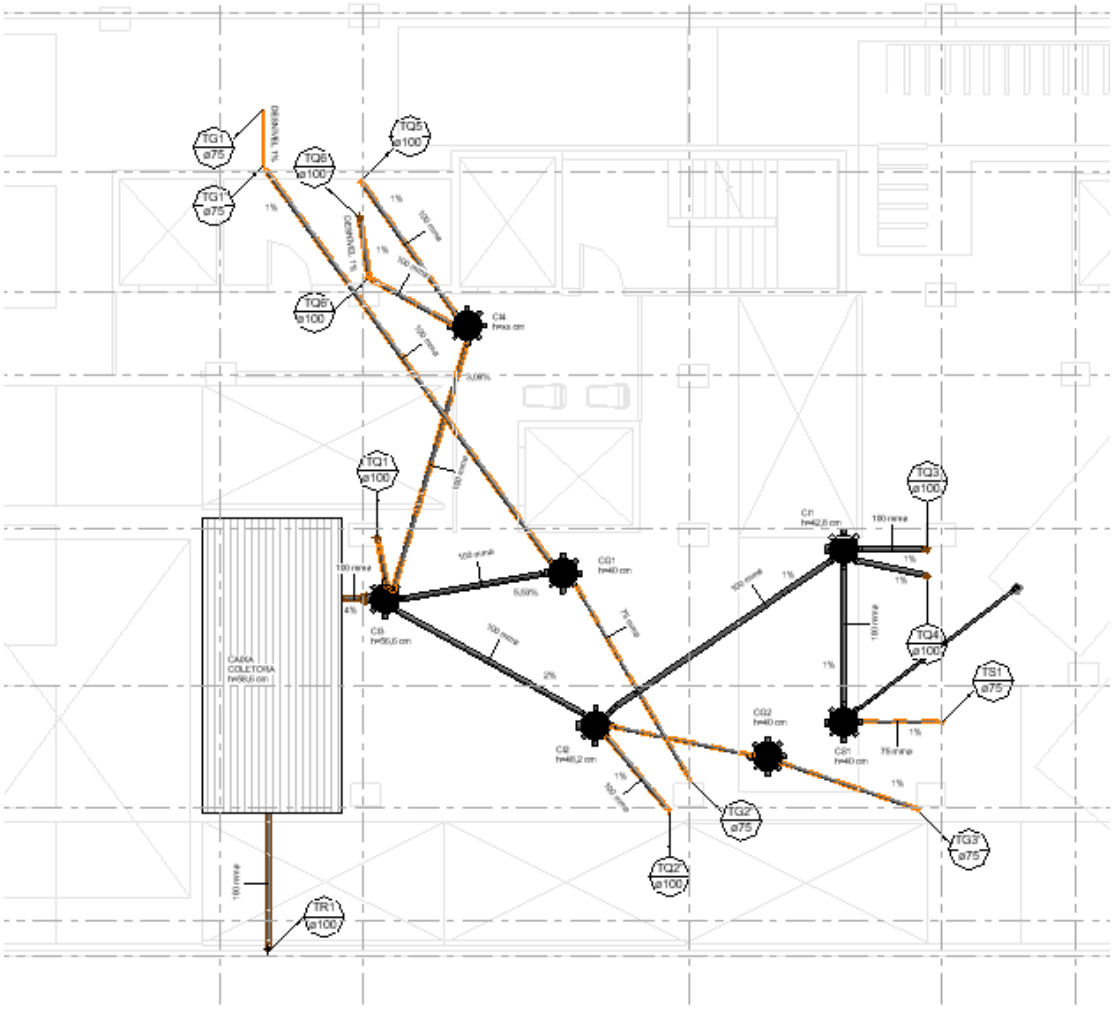


Tabela 23 - Dimensionamento da Caixa de Sabão CS1.

CS1	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
TS1	50
RS	3
TOTAL	53

Tabela 24 - Dimensionamento da Caixa de Gordura CG1

CG1	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
TG1	3
TG2	15
RALO SECO	3
TOTAL	21

Tabela 25 - Dimensionamento da Caixa de Gordura CG2

CG2	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
TG3	15
TOTAL	15

Tabela 26 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI1

CI1	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
CS1	53
TQ3	90
TQ4	45
TOTAL	188

Tabela 27 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI2

CI2	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
CI1	188
TQ2	64
CG2	15
TOTAL	267

Tabela 28 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI3

CI3	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
CI2	267
CI4	18
CG1	21
TQ1	87
TOTAL	393

Tabela 29 - Dimensionamento da Caixa de Inspeção CI4

CI3	
CONTRIBUINTE	UN.HUNTER
TQ5	9
TQ6	9
TOTAL	18

A profundidade mínima para as caixas coletoras é de 0,40 m e a inclinidade mínima pode ser observada na Tabela 30. A chegada dos subcoletores até as caixas é de 1%. Respeitando essas determinações e **sem considerar declividades máximas** teremos a profundidade das caixas coletoras dada pela Tabela 31.

Tabela 30 - Diâmetros dos coletores prediais

TRECHO	UHC TOTAIS A MONTANTE	Ø CALCULADO (mm)	Ø ESCOLHIDO (mm)	DECLIVIDADE MÍNIMA (%)
CS1 > CI1	53	100	100	1
CI1 > CI2	188	100	100	1
CI2 > CI3	267	100	100	2
CG1 > CI3	21	100	100	1
CG3 > CI2	15	100	100	1
CI4 > CI3	18	100	100	1
CI3 > CAIXA	393	100	100	4

Tabela 31 - Profundidade das caixas coletoras

CAIXAS	TRECHO	DISTÂNCIA HORIZONTAL ENTRE TRECHOS (cm)	DECLIVIDADE OBSERVADA (%)	PROFUNDIDADE (cm)
CS1	-	-	-	40
CG1	-	-	-	40
CG3	-	-	-	40
CI1	CS1-CI1	288	1	42,8
CI2	CI1-CI2	536	1	48,2
CI2	CG3-CI2	303	2,71	48,2
CI4	-	-	-	40
CI3	CI4-CI3	538	3,08	56,6
CI3	CG1-CI3	300	5,53	56,6
CI3	CI2-CI3	420	2	56,6
CAIXA	CI4	50	4	58,6

5. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 a 7.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR-8160 (1999) – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, 1 de setembro de 1999;

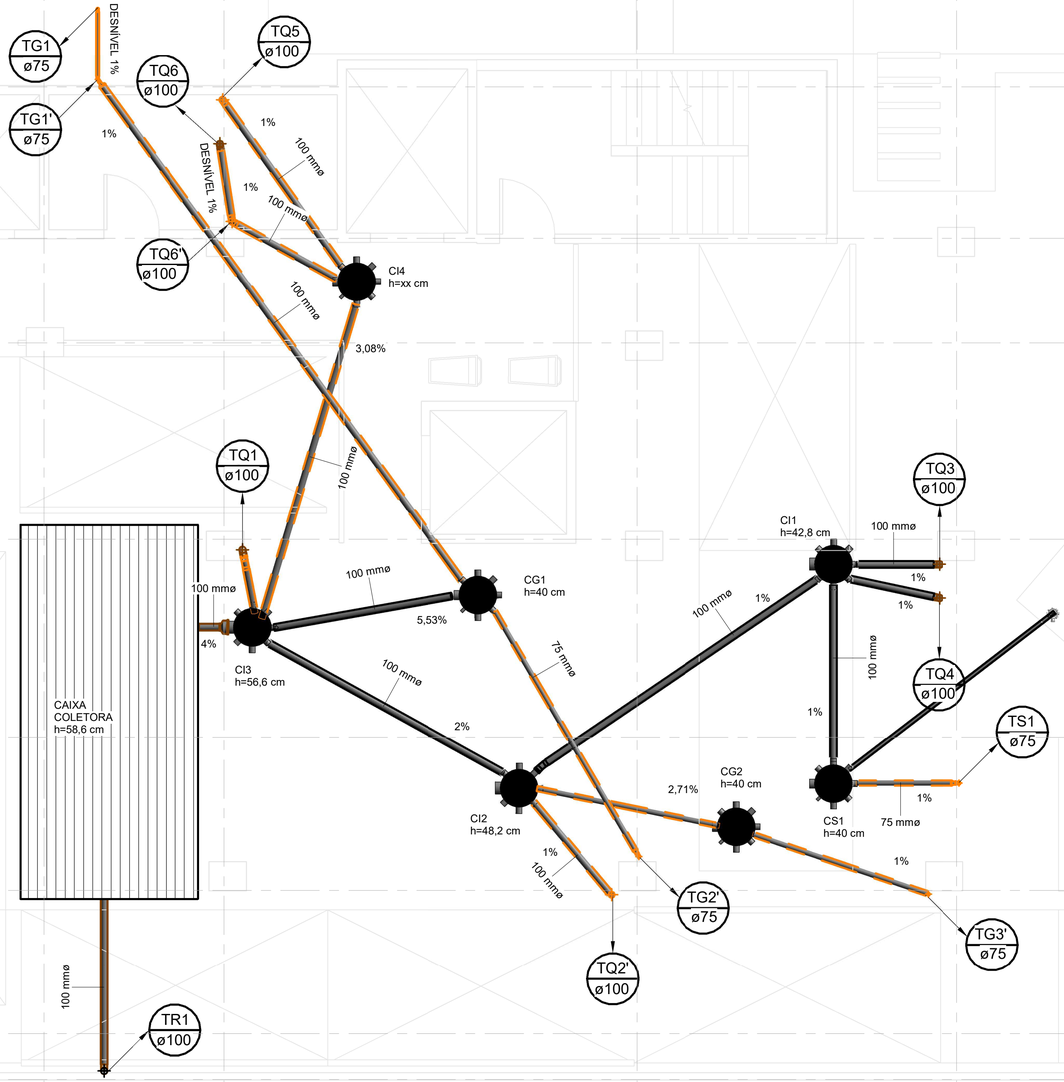
NBR-15575 (2013) - Edificações Habitacionais – Desempenho, 19 de julho de 2013;

NBR-7229 (1993) - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, 1 de setembro de 1993;

NBR-13969 (1997) - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 30 de outubro de 1997.

Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez -2019);

PIRES VÉROL, Aline, GARRIDO VAZQUEZ, Elaine, GOMES MIGUEZ, Marcelo. Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis. 1 ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER,2019



1 SUBSOLO - COLETORES

1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

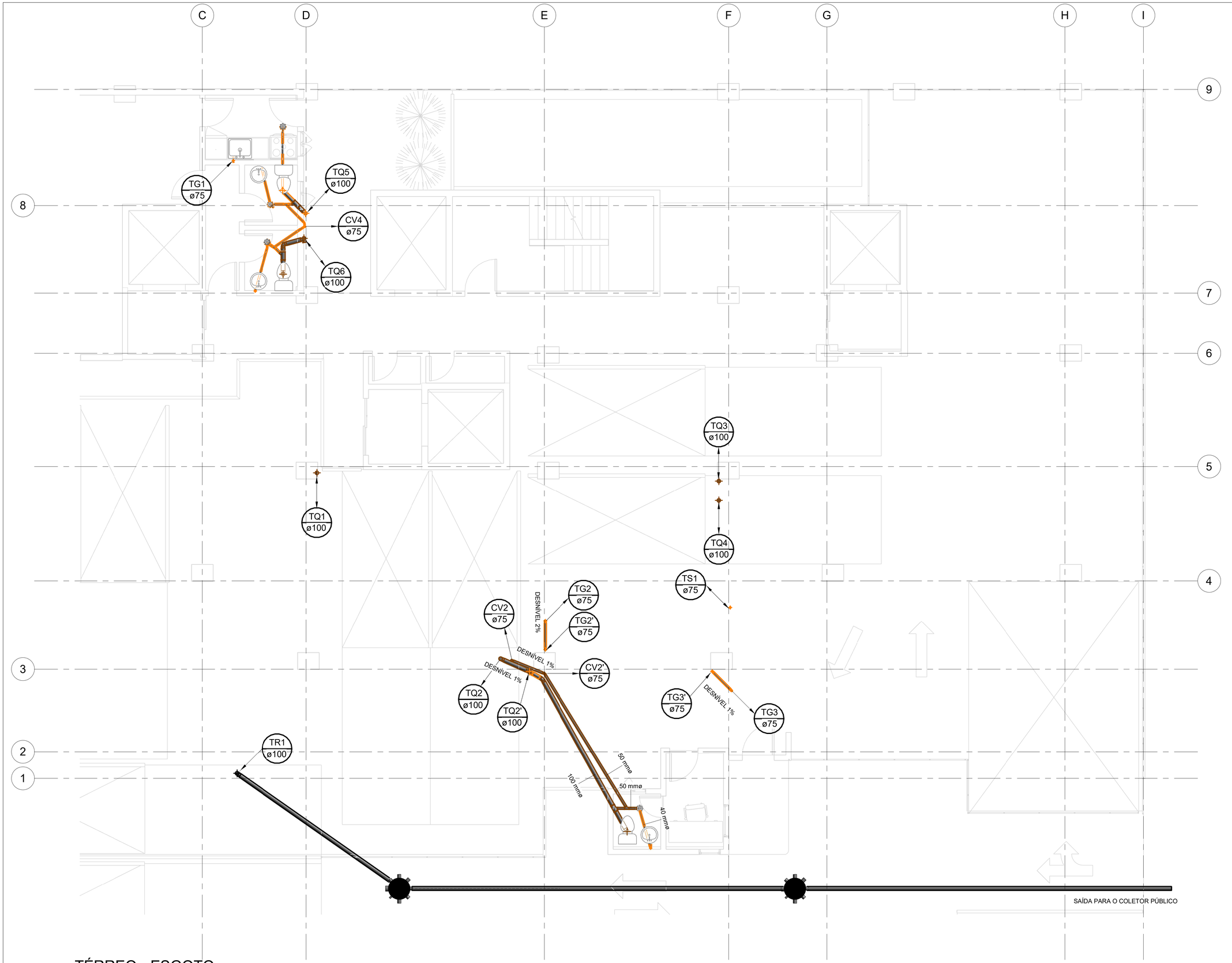
RECREIO GARDEN

Project number	003
Date	02/10/2020
Drawn by	RAFAEL D. RAVELLI
Checked by	ELAINE GARRIDO

A1010

Scale 1 : 50

02/10/2020 15:49:30



1 TÉRREO - ESGOTO

1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

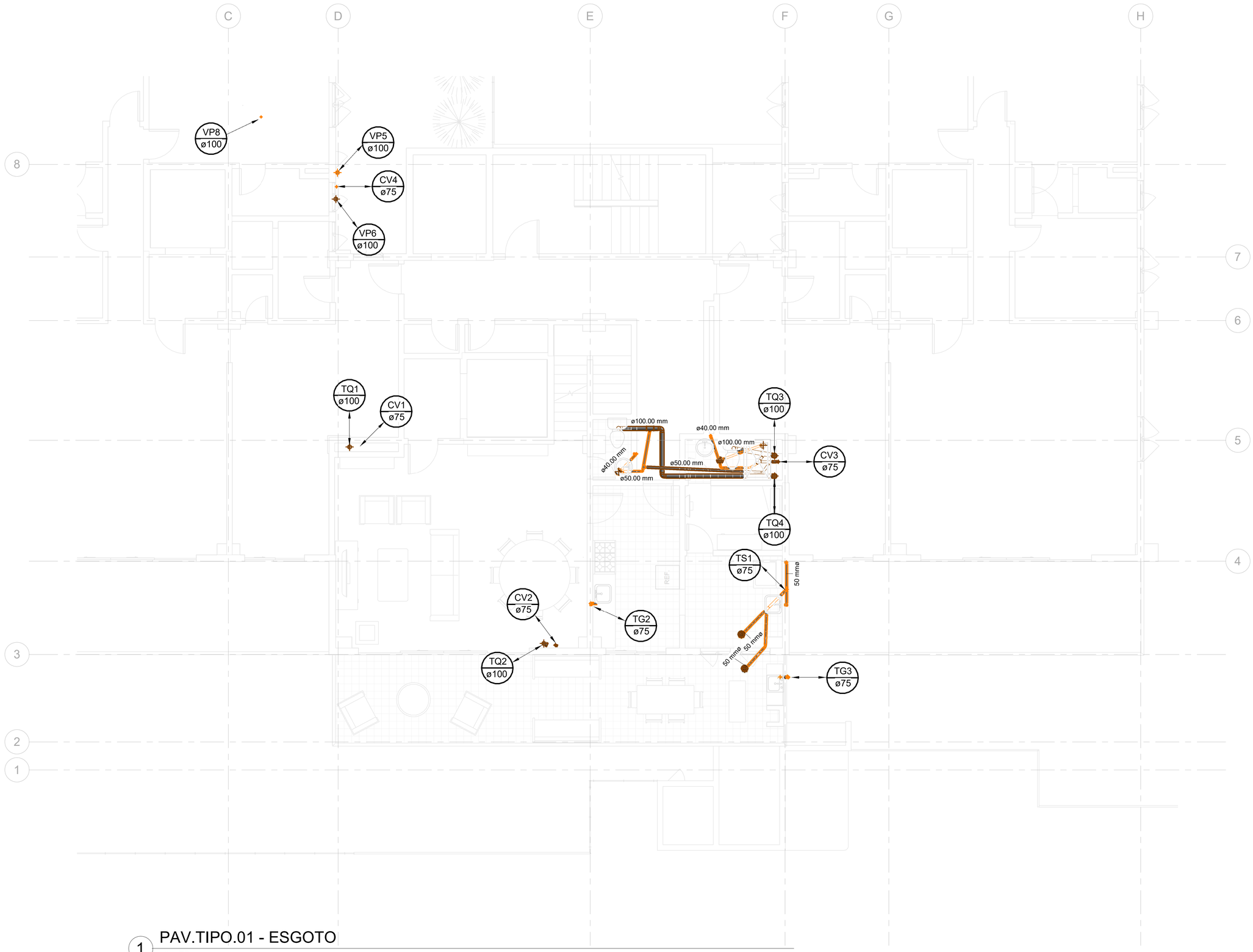
RECREIO GARDEN

Project number	003
Date	02/10/2020
Drawn by	RAFAEL D. RAVELLI
Checked by	ELAINE GARRIDO

A1020

Scale 1 : 50

02/10/2020 15:50:59



1 PAV.TIPO.01 - ESGOTO

1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

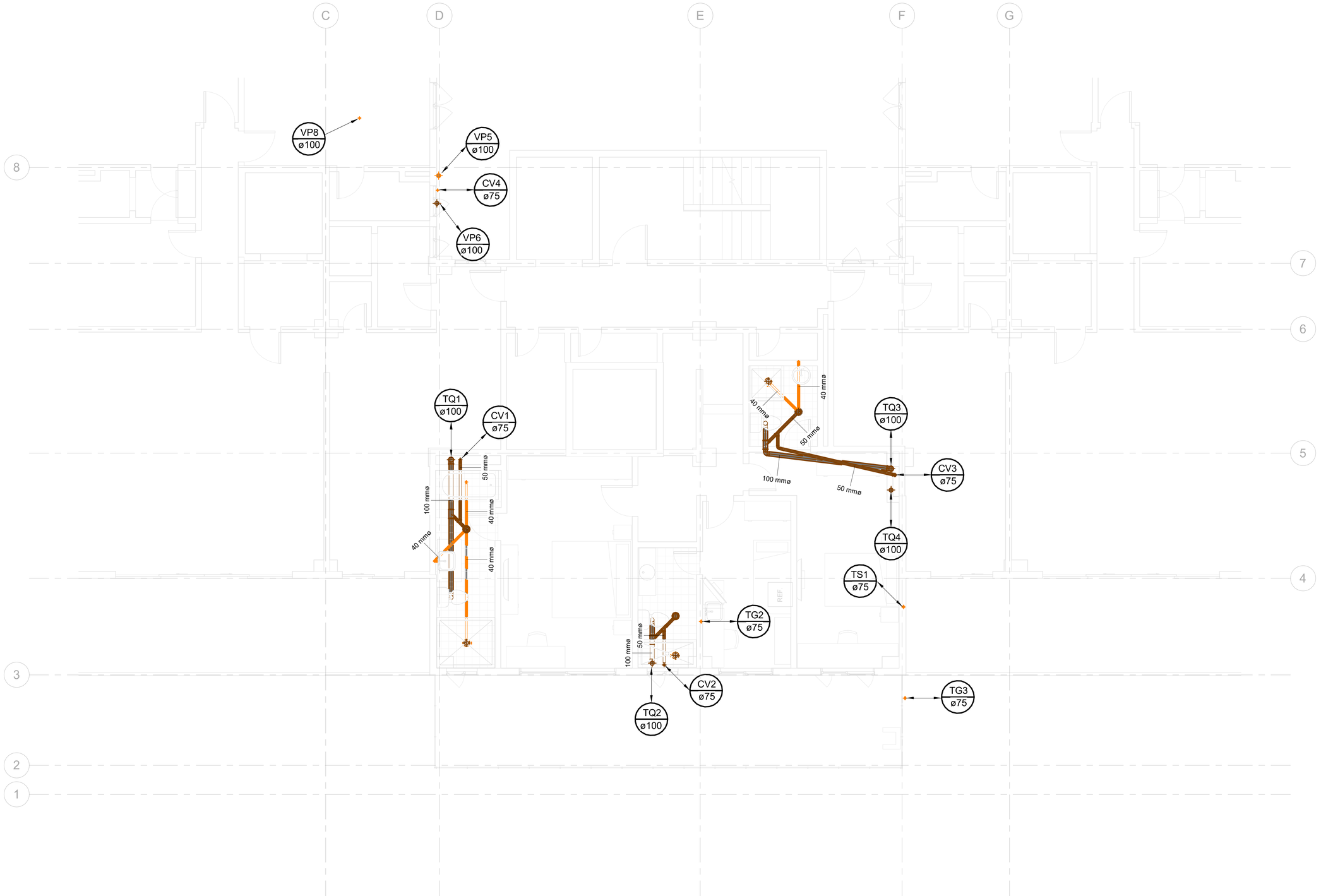
Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

No.	Description	Date



1 PAV.TIPO.02 - ESGOTO

1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail
Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail

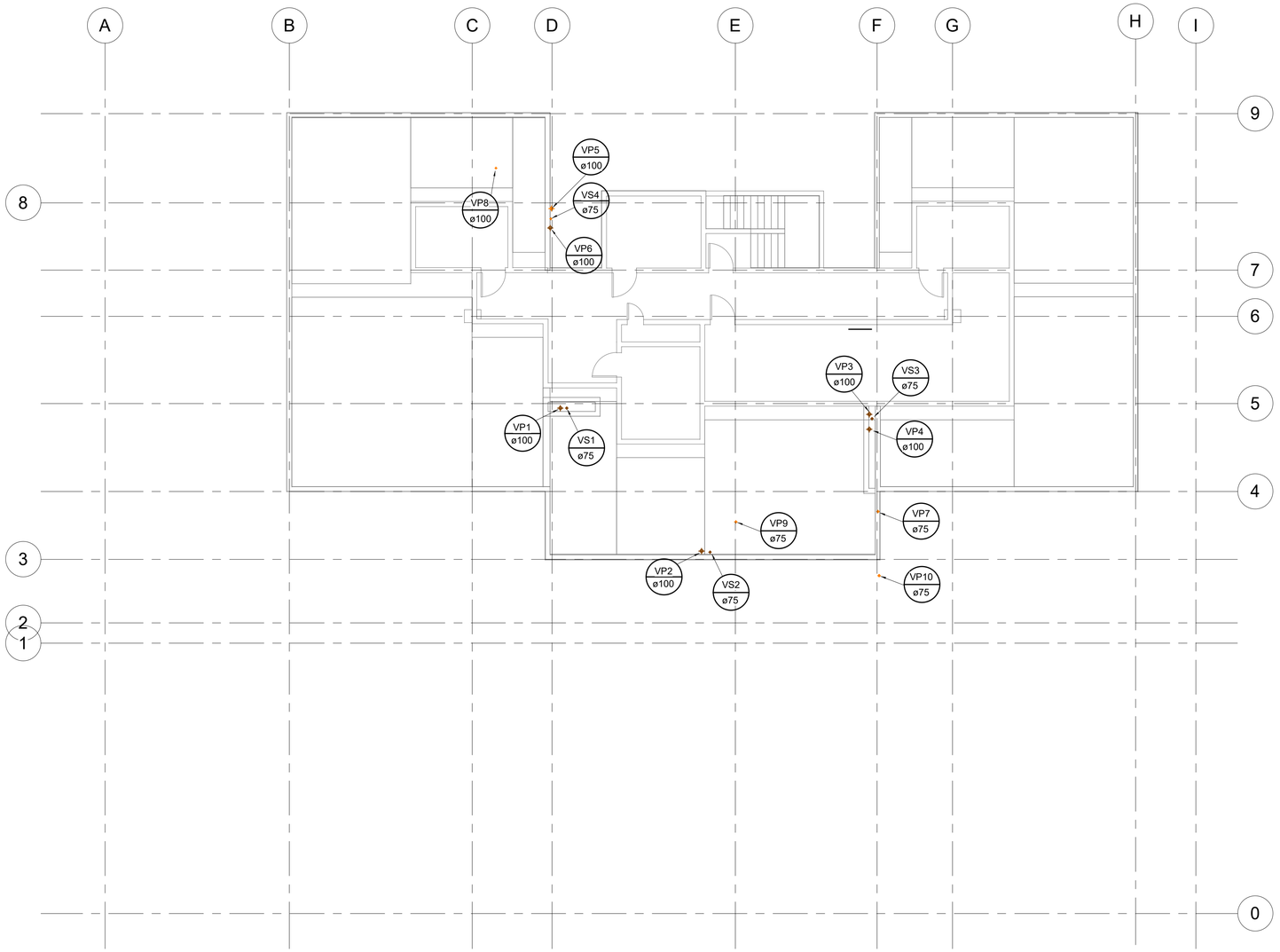
No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Project number	003
Date	02/10/2020
Drawn by	RAFAEL D. RAVELLI
Checked by	ELAINE GARRIDO
A1040	
Scale	1 : 50

02/10/2020 15:54:33



1 COBERTURA

1 : 100

AUTODESK.

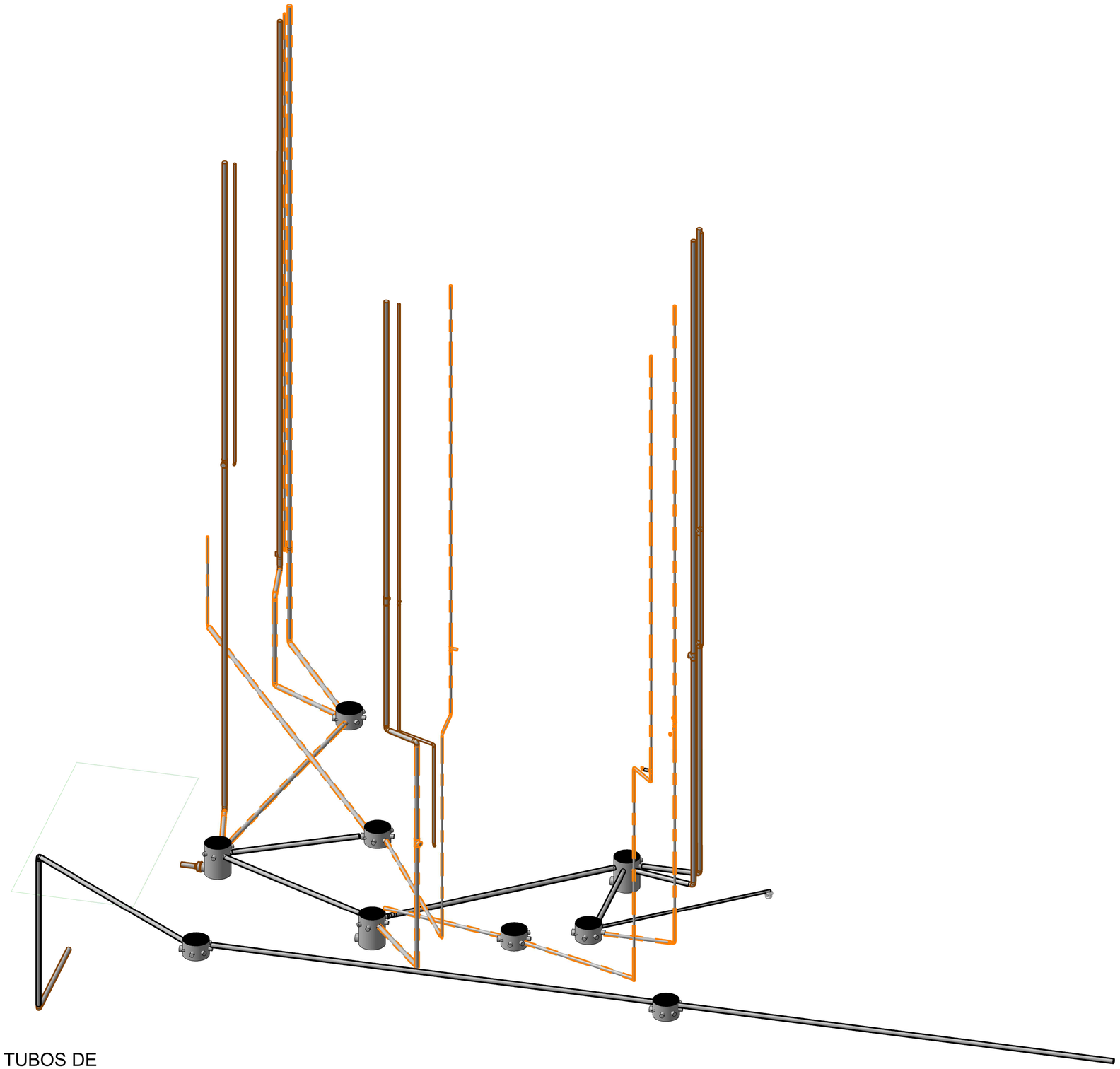
www.autodesk.com/revit

Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail
Consultant Address Address Phone Fax e-mail	Consultant Address Address Phone Fax e-mail

No.	Description	Date

Project number	003
Date	02/10/2020
Drawn by	Author
Checked by	Checker
A1051	
Scale	1 : 100

02/10/2020 15:55:21



1 ISOMÉTRICO - TUBOS DE QUEDA, COLUNAS DE VENTILAÇÃO E CAIXAS COLETORAS

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

Consultant
Address
Address
Phone
Fax
e-mail

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

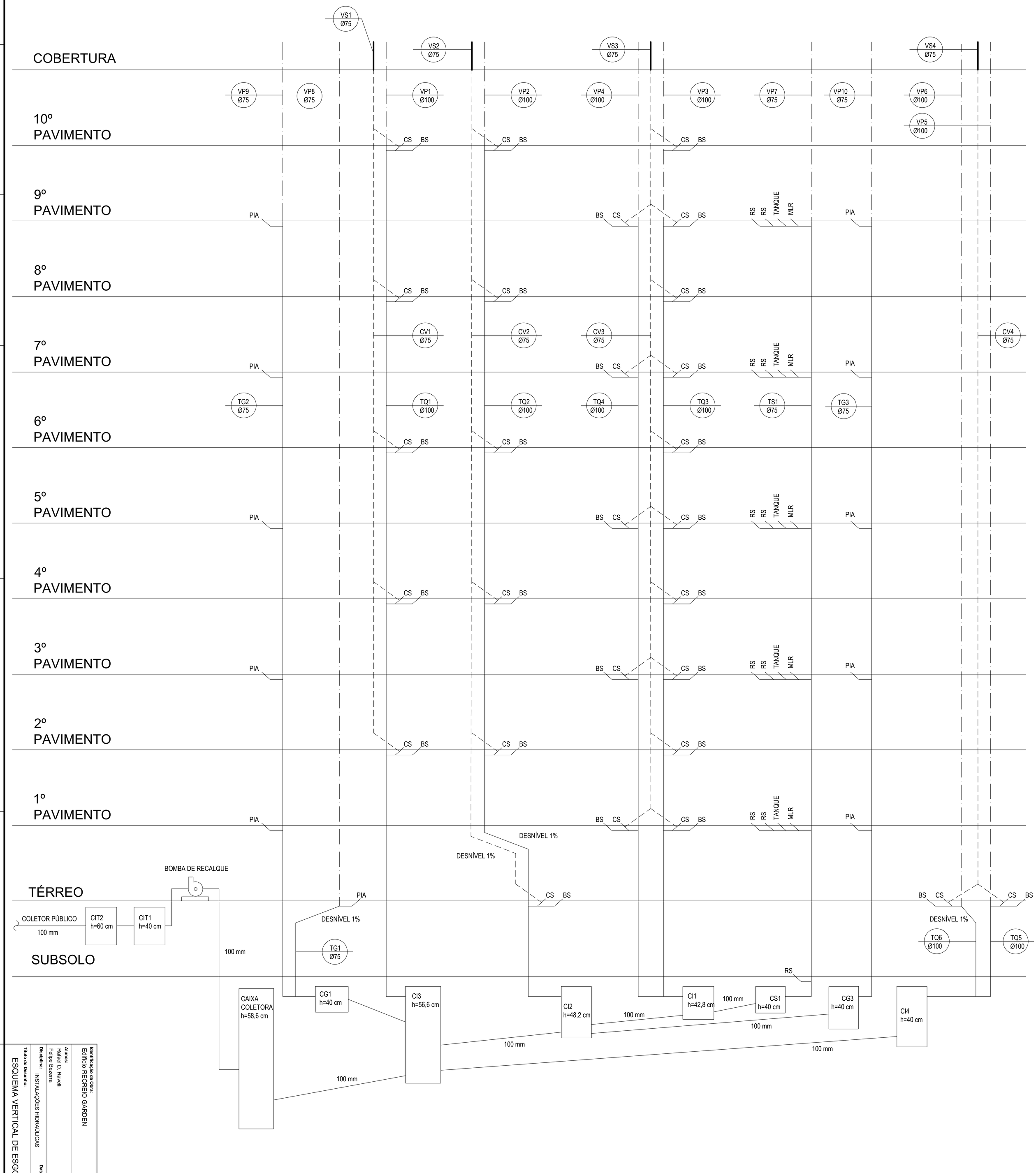
Project number	003
Date	02/10/2020
Drawn by	RAFAEL D. RAVELLI
Checked by	ELAINE GARRIDO

A1050

Scale

02/10/2020 15:55:47

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



Identificação da Obra: Edifício RECREIO GARDEN

Alunos: Rafael D. Ravelli, Felipe Bezerra

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

Disciplina: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Data: 02/10/20

Escala: FORA DE ESCALA

Título do Desenho: ESQUEMA VERTICAL DE ESGOTO

Prancha: 01

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO "RECREIO GARDEN" LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Instalações de Águas Pluviais

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz, Profa. Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro
Outubro de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5

2. MEMORIAL DESCRITIVO 5

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 5

4. MEMORIAL DE CÁLCULO 6

4.1. RESERVATÓRIO DE ACUMULAÇÃO 6

4.2. RESERVATÓRIO DE RETARDO 6

4.3. VAZÃO DE PROJETO 6

4.4. CHUVA DE PROJETO 7

4.5. ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO 7

4.6. VAZÃO DE PROJETO 8

4.7. CALHAS 9

4.8. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE RALOS HEMISFÉRICOS 13

4.9. CONDUTORES HORIZONTAIS E VERTICAIS - COBERTURA 14

4.9.1. CONDUTORES HORIZONTAIS 15

4.9.2. CONDUTORES VERTICAIS 17

5. ANEXOS 18

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Tabela 5 da NBR 10844 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)..... 7
Figura 2 - Dimensões das calhas do edifício Recreio Garden 10
Figura 3 - Ábaco para dimensionamento dos condutores verticais. (NBR 10844:1989) 17

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Vazão de projeto por área de contribuição. 8
Tabela 2 - Coeficientes de rugosidade de materiais para calha 9
Tabela 3 - Capacidade de calhas retangulares com n = 0,012 9
Tabela 4 - Somatórios das vazões nas calhas 10
Tabela 5 – Quantidade de ralos por calha 14
Tabela 6 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (L/min). (NBR 10844:1989) 16
Tabela 7 - Dimensionamento dos condutores horizontais na cobertura 16
Tabela 8 - Dimensionamento dos condutores verticais 17

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o dimensionamento das instalações de drenagem de águas pluviais do edifício Recreio Garden, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5).

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

Os materiais e equipamentos empregados nas instalações de águas pluviais do empreendimento Recreio Garden estão abaixo relacionados:

- Tubulações (PVC):
    - Tubo de 75 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm;
- Aparelhos e acessórios de drenagem:
    - Caixa de areia (concreto);
    - Ralo abacaxi de 200 mm

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base os seguintes documentos técnicos:

- NBR-10844 (1989) – Instalações Prediais de Águas Pluviais;
- Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro 2005.

Também são utilizadas como referência as seguintes bibliografias:

- Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez - 2019);
- Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis (Aline Pires Vérol, Elaine Garrido Vazquez e Marcelo Gomes Miguez).

O sistema de esgotamento sanitário escolhido é do tipo “separador absoluto”, que divide totalmente as instalações de águas pluviais das instalações hidrossanitárias.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. RESERVATÓRIO DE ACUMULAÇÃO

"Art. 2º - No caso de novas edificações residenciais multifamiliares, industriais comerciais ou mistas, públicas ou privadas que apresentem **área do pavimento do telhado igual ou superior a quinhentos metros quadrados**, e no caso de residenciais multifamiliares com cinquenta ou mais unidades, será obrigatória a **existência do reservatório de acumulação de águas pluviais** para fins não potáveis e, pelo menos um ponto de água destinado a essa finalidade, sendo a capacidade mínima do reservatório calculada somente em relação às águas captadas do telhado."

O telhado do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN tem menos de 500 metros quadrados e menos de cinquenta unidades, logo não haveria reservatório de acumulação de águas pluviais.

Parte-se da premissa da sustentabilidade para utilizar o reservatório de acumulação para alimentar uma torneira de lavagem de piso e rega de plantas no PUC.

O dimensionamento do volume do Reservatório de Acumulação é dado pela fórmula:

$$\boldsymbol{V = k * A * h = 0,15 * 480 * 0,07 = 5,0\ m^3}$$

Sendo k = coeficiente de abatimento , A= área de influência e h = altura da chuva = 0,07

4.2. RESERVATÓRIO DE RETARDO

É uma estrutura de armazenamento que tem a finalidade de acumular o escoamento adicional causado pela impermeabilização de uma área, deixando escoar, por meio de um orifício, uma vazão que acontecia antes da impermeabilização.

O EDIFÍCIO RECREIO GARDEN terá um Reservatório de Retardo que terá o seu volume calculado a partir da fórmula:

$$\boldsymbol{V = k * A * h = 0,15 * 1185 * 0,07 = 12,5\ m^3}$$

Sendo k = coeficiente de abatimento , A= área de influência e h = altura da chuva = 0,07

4.3. VAZÃO DE PROJETO

O dimensionamento será feito com a utilização do Método Racional. A fórmula para o cálculo da vazão de pico do hidrograma é:

$$\boldsymbol{Q = C * i * A}$$

Sendo

- Q: vazão em m³/s;
- C: coeficiente de run-off ou escoamento superficial;
- i: intensidade da chuva de projeto, medido em m/s;
- A: área da bacia de contribuição, medida em m².

4.4. CHUVA DE PROJETO

Segundo a NBR 10844:1989, nas edificações o tempo de recorrência deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo ao estabelecido em norma:

- T_R = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;
- T_R = 5 anos, para coberturas e terraços.

Essa norma também estipula o tempo de recorrência em 5 minutos, visto que as áreas de contribuição para dispositivos do sistema de águas pluviais são muito pequenas.

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h) período de retorno (anos)		
	1	5	25
55 - Porto Alegre/RS	118	146	167 (21)
56 - Porto Velho/RO	130	167	184 (10)
57 - Quixeramobim/CE	115	121	126
58 - Resende/RJ	130	203	264
59 - Rio Branco/AC	126	139 (2)	-
60 - Rio de Janeiro/RJ (Bangu)	122	156	174 (20)
61 - Rio de Janeiro/RJ (Ipanema)	119	125	160 (15)
62 - Rio de Janeiro/RJ (Jacarepaguá)	120	142	152 (6)
63 - Rio de Janeiro/RJ (Jardim Botânico)	122	167	227
64 - Rio de Janeiro/RJ (Praça XV)	120	174	204 (14)
65 - Rio de Janeiro/RJ (Praça Saenz Peña)	125	139	167 (18)
66 - Rio de Janeiro/RJ (Santa Cruz)	121	132	172 (20)

Figura 1 - Tabela 5 da NBR 10844 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)

Visto que o local mais próximo do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN onde se pode obter os dados de intensidade pluviométrica na tabela é Jacarepaguá, serão utilizados os seguintes valores:

Para Tr = 1 ano, I = 119 mm/h

Para Tr = 5 anos, I = 125 mm/h

4.5. ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

"Denomina-se área de contribuição a soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto do sistema ***(ABNT, 1989)."***

As áreas de contribuição do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN estão dispostas nos Desenhos Técnicos (Anexo 1), estando numerados de A1 até A24.

Os pavimentos SUBSOLO, PUC E LAJE DO DÉCIMO PAVIMENTO terão calhas. O pavimento COBERTURA terá ralos hemisféricos.

4.6. VAZÃO DE PROJETO

A vazão de projeto, é dada pela equação do Método Racional usada na sua forma alternativa:

$$Q = \frac{C * I * A}{60}$$

Onde:

- Q: vazão em L/min;
- C: coeficiente de run-off ou escoamento superficial;
- i: Intensidade pluviométrica em mm/h;
- A: area de contribuição em m².

No edifício Recreio Garden, existe o telhado na cobertura que poderia diminuir o coeficiente de escoamento superficial, mas será considerado o valor deste sendo C = 1, para agir a favor da segurança.

Na Tabela 1 encontram-se as vazões de projeto do telhado do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN.

Tabela 1 - Vazão de projeto por área de contribuição.

	Tipo de Superfície	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A1	INCLINADA	49,6	125	103,3
A2	INCLINADA	23,1	125	48,1
A3	INCLINADA	69,7	125	145,2
A4	INCLINADA	77,5	125	161,5
A5	INCLINADA	185,4	125	386,3
A6	INCLINADA	184,8	125	385,0
A7	INCLINADA	381,9	125	795,6
A8	INCLINADA	29,1	125	60,6
A9	INCLINADA	13	125	27,1
A10	INCLINADA	38,61	125	80,4
A11	INCLINADA	11,8	125	24,6
A12	INCLINADA	5,0	125	10,4
A13	INCLINADA	21,0	125	43,8
A14	INCLINADA	48,2	125	100,4
A15	INCLINADA	13,5	125	28,1
A16	INCLINADA	63,4	125	132,1
A17	INCLINADA	27,8	125	57,9
A18	INCLINADA	19,2	125	40,0
A19	INCLINADA	11,8	125	24,6
A20	INCLINADA	5,0	125	10,4
RESPINGO	INCLINADA	38,5	125	80,2

4.7. CALHAS

A largura adotada para as calhas centrais do telhado do Recreio Garden será de 50cm, devido a necessidades práticas de manutenção e circulação de pessoal. No caso de uma seção retangular, a seção mais eficiente é a que representa “meio quadrado”, ou seja, aquela que tem a base igual a duas vezes a altura. Portanto, a altura da calha será de 25cm.

A Tabela indica os **coeficientes de rugosidade dos materiais** normalmente utilizados na confecção de calhas, extraída da norma (ABNT, 1989). Nesse contexto, a geometria da seção e, portanto, a área (A) e o raio hidráulico (R) são as incógnitas da equação.

Tabela 2 - Coeficientes de rugosidade de materiais para calha

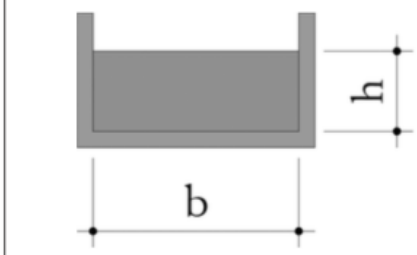
Tabela 5.5 – Coeficientes de rugosidade de materiais geralmente utilizados para calhas (ABNT, 1989)

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

No EDIFÍCIO RECREIO GARDEN serão adotadas calhas de concreto, portanto, o coeficiente de rugosidade será igual a 0,012.

Tabela 3 - Capacidade de calhas retangulares com n = 0,012

Tabela 5.8 – Capacidade de calhas retangulares com n = 0,012 (vazão em L/min)



b (largura da base)	h (altura)	Declividades		
		0,5%	1%	2%
0,30	0,15	2.829	4.002	5.659
0,40	0,20	6.094	8.618	12.187
0,50	0,25	11.049	15.625	22.097
0,60	0,30	17.966	25.408	35.932
0,70	0,35	27.101	38.326	54.201
0,80	0,40	38.692	54.719	77.385
0,90	0,45	52.970	74.911	105.940
1,00	0,50	70.154	99.213	140.308

Para uma declividade adotada de 0,5%, a vazão máxima suportada pelas calhas será de 2829.

Valor mínimo para a base, b = 0,50m, h = 0,15m

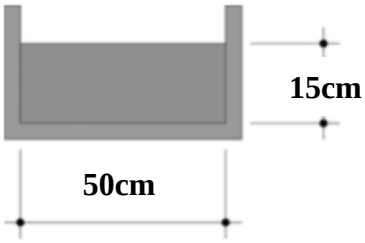


Figura 2 - Dimensões das calhas do edifício Recreio Garden

As calhas do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN estão dispostas nos Desenhos Técnicos (Anexo 1), estando numerados de CALHA 1 até CALHA 17.

Serão consideradas as contribuições de superfície vertical das paredes para a vazão total das calhas. A área de contribuição das paredes é dada por:

$$A = \frac{a * b}{2}$$

Serão consideradas as contribuições de superfície horizontal do topo da cobertura para a vazão total das calhas. A área de contribuição da superfície horizontal é dada por:

$$A = a * b$$

A seguir estão apresentadas as vazões totais resultantes em cada uma das calhas:

Tabela 4 - Somatórios das vazões nas calhas

CALHA 1				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A10	INCLINADA	38,61	125	80,4
				80,4
CALHA 2				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A1	INCLINADA	49,6	125	103,3
A5	INCLINADA	185,4	125	386,3
				489,6

CALHA 3				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A2	INCLINADA	23,1	125	48,1
				48,1

CALHA 4				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A3	INCLINADA	69,7	125	145,2
A4	INCLINADA	77,5	125	161,5
A6	INCLINADA	184,8	125	385,0
				691,7

CALHA 5				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A9	INCLINADA	13	125	27,1
				27,1

CALHA 6				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A7	INCLINADA	381,9	125	795,6
				795,6

CALHA 7				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A8	INCLINADA	29,1	125	60,6
				60,6

CALHA 8				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A11	INCLINADA	11,8	125	24,6
A12	INCLINADA	5,0	125	10,4
	VERTICAL	14,7	125	30,6
	HORIZONTAL	13,7	125	28,5
				94,1

CALHA 9				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A13	INCLINADA	21,0	125	43,8
A14	INCLINADA	48,2	125	100,4
	VERTICAL	5,1	125	10,6
				154,8

CALHA 10				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A15	INCLINADA	13,5	125	28,1
	VERTICAL	14,5	125	30,3
	HORIZONTAL	30,5	125	63,5
				121,9

CALHA 11				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A16	INCLINADA	63,4	125	132,1
	VERTICAL	22,9	125	47,7
	HORIZONTAL	70,2	125	146,3

CALHA 12				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A17	INCLINADA	27,8	125	57,9
A18	INCLINADA	19,2	125	40,0
	VERTICAL	10,9	125	22,7
				120,6

CALHA 13				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
A19	INCLINADA	11,8	125	24,6
A20	INCLINADA	5,0	125	10,4
	VERTICAL	14,7	125	30,6
	HORIZONTAL	13,7	125	28,5
				94,1

CALHA 14				
Identificação da área	**Tipo de Superfície**	**Área de Contribuição (m²)**	**i (mm/H)**	**Vazão (L/min)**
RESPINGO	INCLINADA	38,5	125	80,2
				-

4.8. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE RALOS HEMISFÉRICOS

As lajes serão impermeabilizadas e a água da chuva será escoada por ralos hemisféricos no piso. Esses ralos serão considerados como não afogados, sendo assim, a vazão de cada um será calculada pela equação de vertedouro:

$$\mathbf{Q} = \boldsymbol{\varphi} * \boldsymbol{L} * \boldsymbol{h}^{3/2}$$

Onde:

- Q: vazão em m³/s;
- φ: coeficiente do vertedouro;
- L: crista vertente em m;
- h: lâmina máxima de agua em m.

A crista vertente de cada ralo hemisférico depende do seu perímetro e se ele estará livre de todos os lados. O diâmetro dos ralos utilizados no edifício Recreio Garden é de 200 mm e

todos estarão com suas bordas livres, sendo assim, L = 80 cm. Considerando-se a lâmina sendo 1 cm e $\varphi = 2$, tem-se a vazão de cada ralo:

$$Q = 2 * 0{,}80 * 0{,}01^{\frac{3}{2}} = 0{,}0016 = \frac{m^3}{s} = 1{,}6\frac{L}{s} = 96\frac{L}{min}$$

Assim, a quantidade de ralos hemisféricos por calha será dada respeitando o limite de vazão suportados por ralo. A Tabela 5 aponta os resultados observados:

Tabela 5 – Quantidade de ralos por calha

CALHA	**Q (L/min)**	**NÚMERO DE RALOS**
1	80,4	1
2	489,6	5
3	48,1	1
4	691,7	7
5	27,1	1
6	795,6	8
7	60,6	1
8	94,1	1
9	154,8	2
10	121,9	2
11	326,1	4
12	120,6	2
13	94,1	1
14	80,2	1

4.9. CONDUTORES HORIZONTAIS E VERTICAIS - COBERTURA

A água da laje de cobertura será coletada pelos ralos hemisféricos e a água dos telhados será coletada pelas respectivas calhas. Toda a vazão será encaminhada por condutores horizontais, localizados abaixo da laje, para os condutores verticais que conduzem as águas pluviais até o teto do subsolo e de lá são escoadas à rede externa de drenagem por condutores horizontais, passando pela caixa de areia localizada no afastamento frontal da rua.

4.9.1. CONDUTORES HORIZONTAIS

De acordo com a norma NBR 10844:1989, os condutores horizontais devem ser projetados com declividade mínima de 0,5% e declividade máxima de 4%. Também deve ser considerado um escoamento com uma lâmina máxima de 2/3 do diâmetro interno do tubo (DI). Eles serão dimensionados com a equação de *Manning-Stricker:*

$$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S_0^{1/2}}{n}$$

Onde:

- Q: vazão em m³/s;
- A: area molhada da seção transversal de escoamento na calha, em m²;
- R: raio hidráulico da seção de escoamento, obtido pela divisão da área molhada pelo perímetro molhado em m;
- S_0: declividade de fundo da calha, na direção longitudinal de escoamento;
- n: coeficiente de rugosidade de Manning.

No EDIFÍCIO RECREIO GARDEN a declividade adotada será de 1% e o material dos condutores será de PVC, que tem coeficiente de rugosidade n = 0,011. Com o auxílio da tabela da norma NBR10844:1989 a seguir, os condutores serão dimensionados. A identificação dos ralos e condutores está identificada nos desenhos técnicos no Anexo 1.

Tabela 6 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (L/min). (NBR 10844:1989)

Diâmetro interno (DI) (mm)	n=0,011			
	0,50%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

Tabela 7 - Dimensionamento dos condutores horizontais na cobertura

	VAZÃO (L/min)	**D (mm)**
R1 - T1	80,4	75
R2 - R6 - T2	489,6	125
R7 - T3	48,1	50
T4	537,7	150
R8 - R14 - T5	691,7	150
T6	1229,4	200
R23 - T7	60,6	75
R15 - R18 - T8	397,8	125
T9	458,4	125
T10	1687,8	200
R19 - R 22 -T11	397,8	125
T12	2085,6	250
R24 - T13	27,1	50
T14	2112,7	250
R26 - R27 - T15	154,8	100
R15 - T16	94,1	75
T17	248,9	100
R28 - R29 - T18	121,9	75
T19	370,8	125
R30 - R33 - T20	326,1	125

R34 - R35 - T21	120,6	75
R36 - T 22	94,1	75
T23	214,7	100
R37 - T 24	80,2	75
RESERVATÓRIO REUSO - T25	1072,2	200
T26	3184,9	250

4.9.2. CONDUTORES VERTICAIS

Para o dimensionamento dos condutores verticais, será utilizado o ábaco com saída em arestas vivas, segundo a NBR 10844:1989.

Como todos os diâmetros retornados são menores que os diâmetros dos condutores horizontais que os antecedem, o diâmetro adotado será o do maior condutor horizontal.

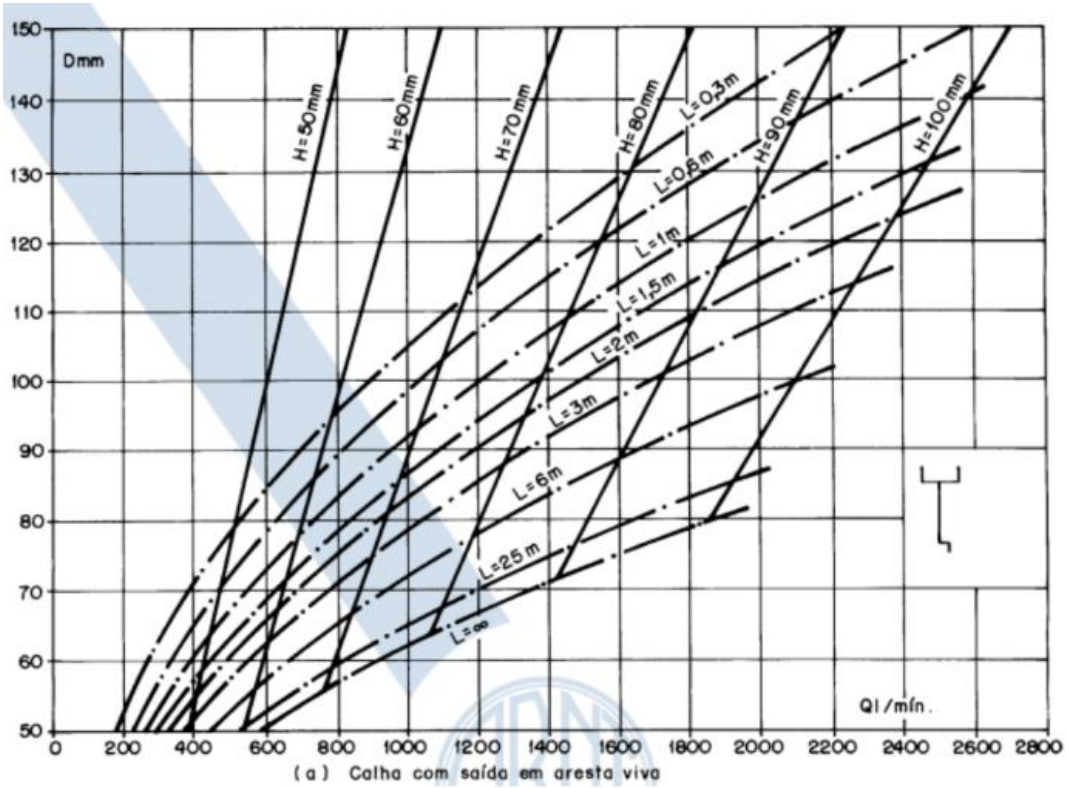


Figura 3 - Ábaco para dimensionamento dos condutores verticais. (NBR 10844:1989)

Tabela 8 - Dimensionamento dos condutores verticais

Condutor	Vazão (L/min)	L (m)	D adotado (mm)
AP3	370,8	30	125
AP4	236,1	30	125
AP5	214,7	30	125

5. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 a 3.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR-10844 (1989) – Instalações Prediais de Águas Pluviais, 30 de dezembro de 1989;

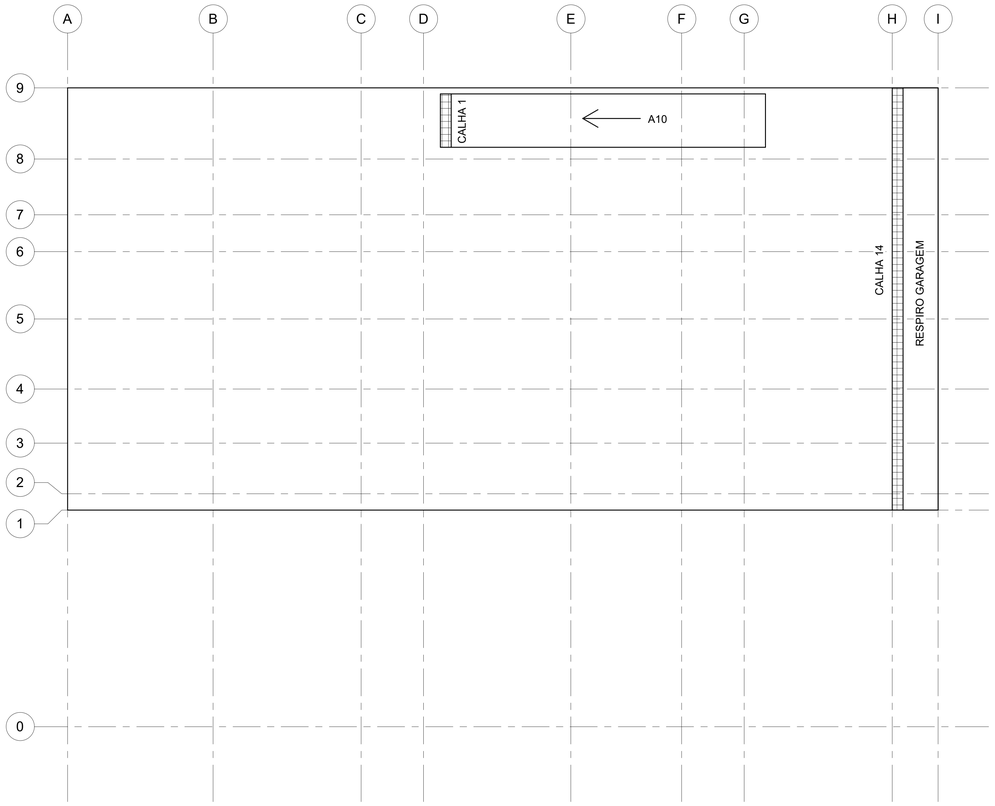
NUNES DE SIQUEIRA BRAGA, Raphael, DE AQUINO GALEANO MASSERA DA HORA, Mônica – Determinação e interpolação dos coeficientes das equações de chuvas intensas para cidade do Rio de Janeiro: REVISTA AMBIENTE & ÁGUA, 2018

Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001, 27 de janeiro 2005;

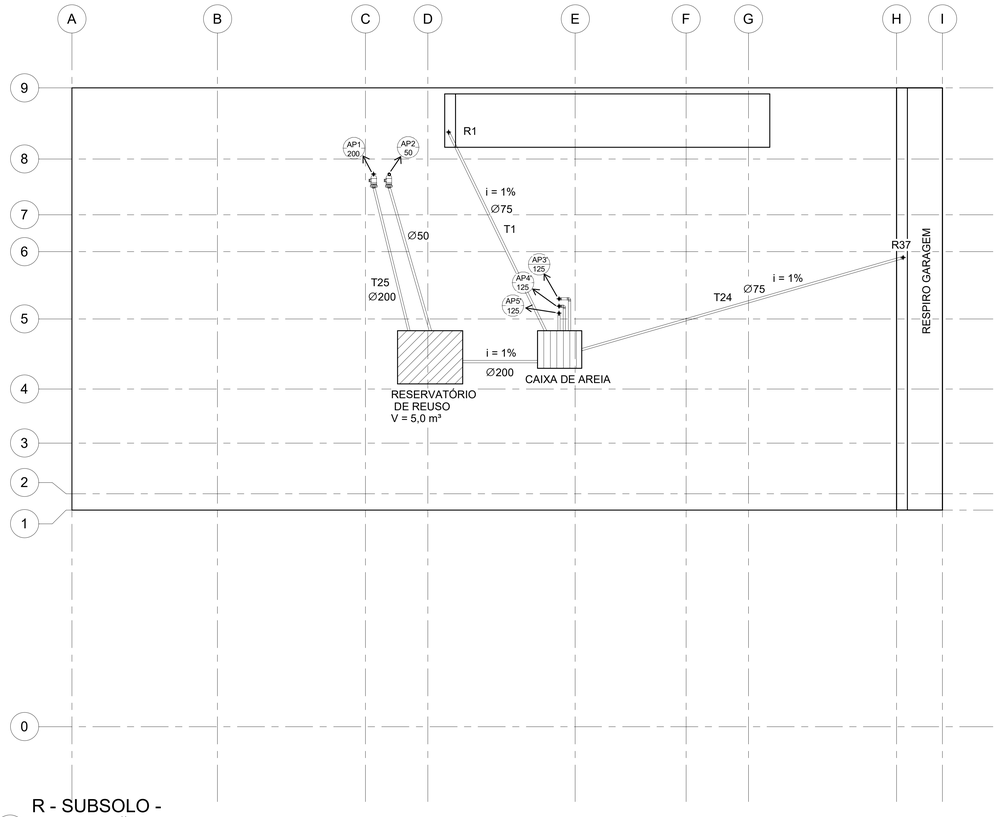
NBR-13969 (1997) - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, 30 de outubro de 1997;

Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez -2019);

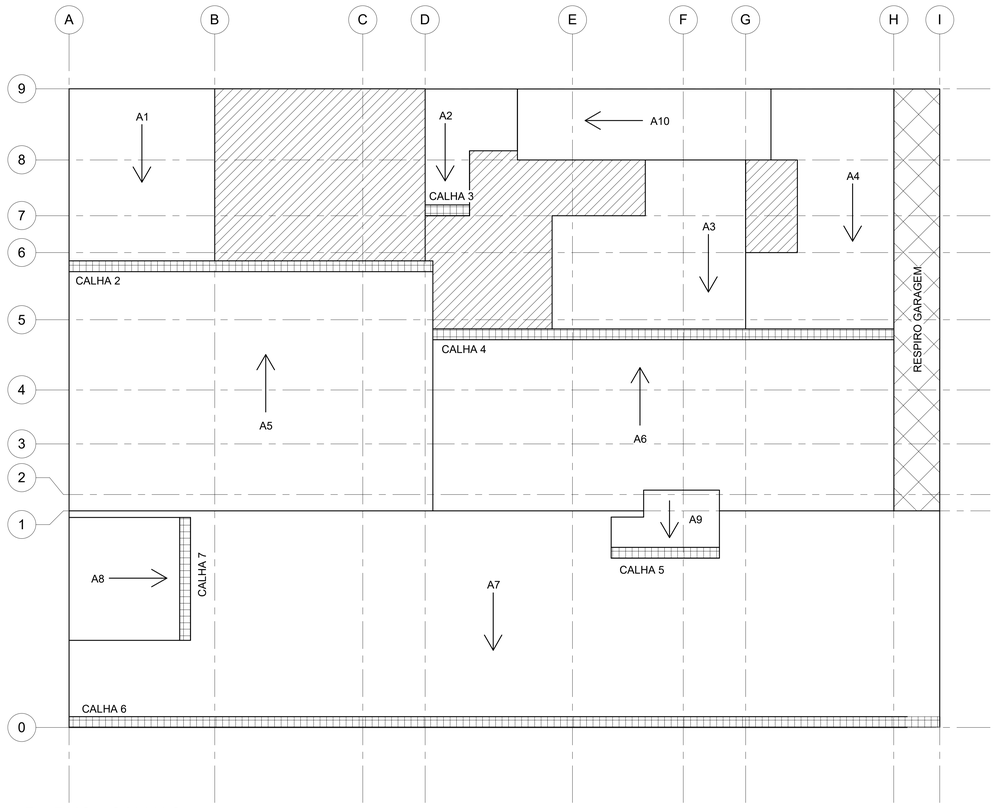
PIRES VÉROL, Aline, GARRIDO VAZQUEZ, Elaine, GOMES MIGUEZ, Marcelo. Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários - Projetos Práticos e Sustentáveis. 1 ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2019.



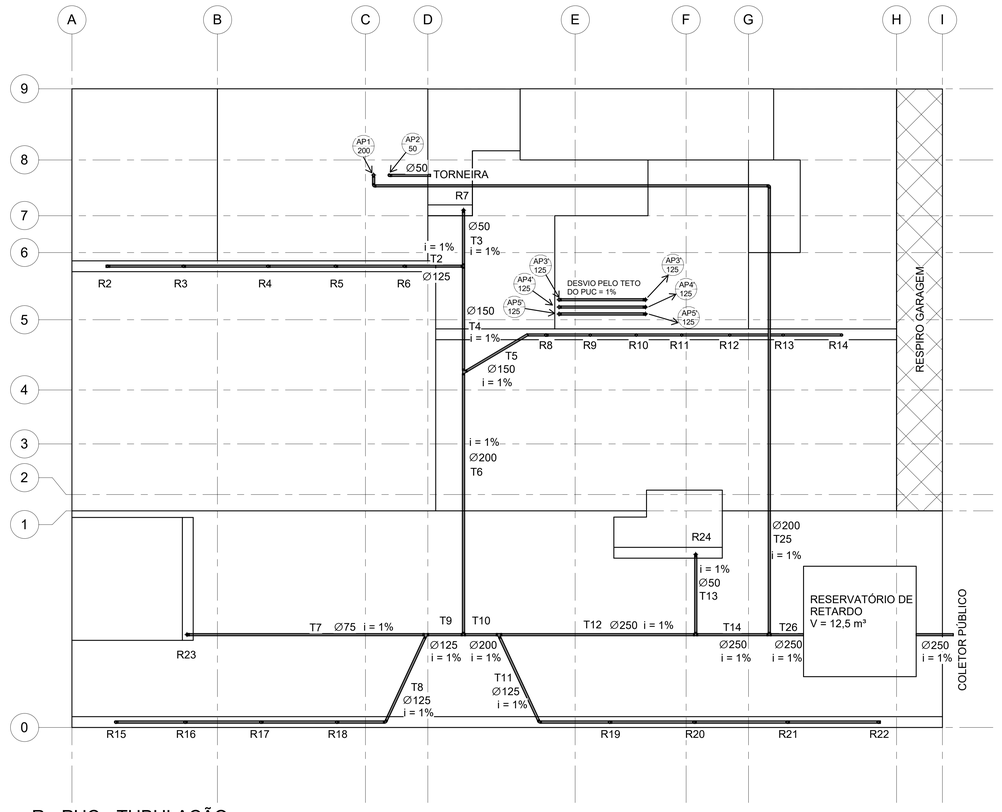
1 R - SUBSOLO - CALHAS
1 : 100



2 R - SUBSOLO - TUBULAÇÃO
1 : 100



3 R - PUC - CALHAS
1 : 100



4 R - PUC - TUBULAÇÃO
1 : 100

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Número	Descrição	Data

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

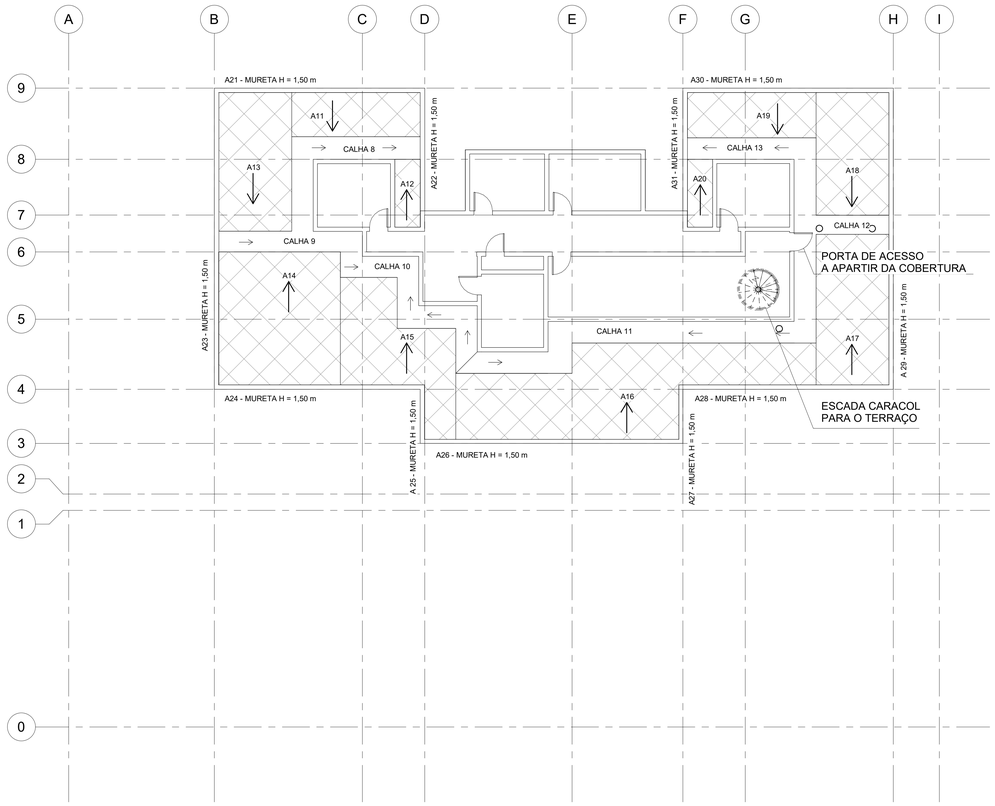
RECREIO GARDEN

Número do projeto	0001
Data	25/10/2020
Desenhadas por	RAFAEL D. RAVELLI
Verificado por	ELAINE GARRIDO

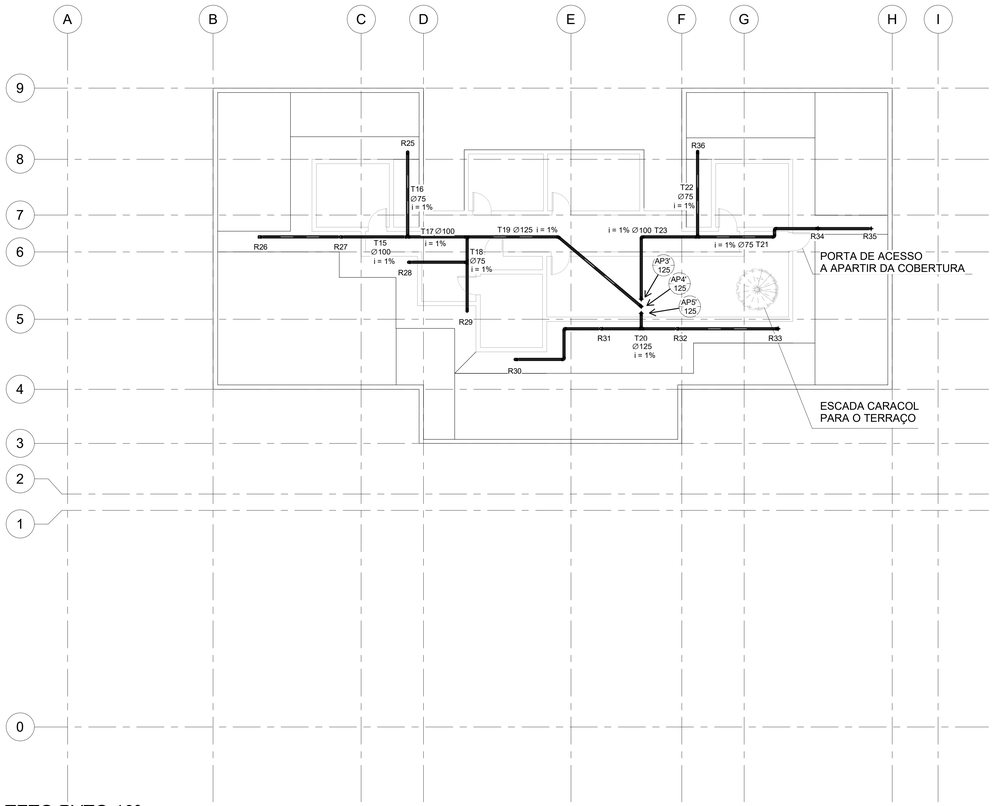
A101

Escala 1 : 100

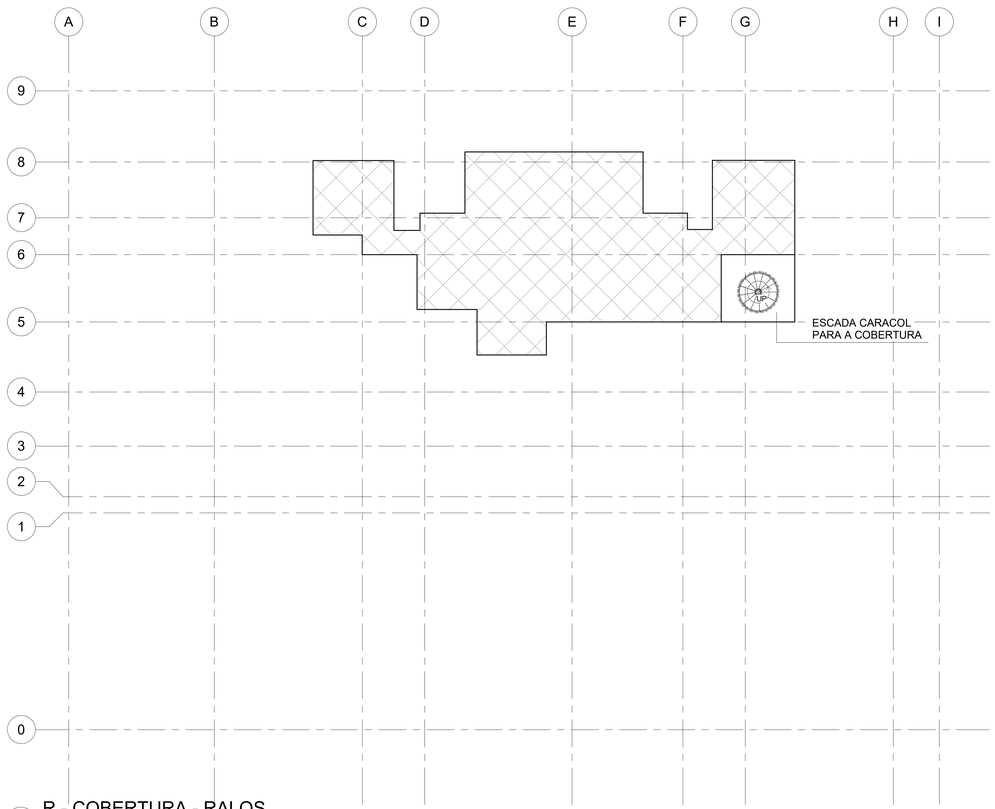
26/10/2020 15:04:19



1 R - TETO PVTO 10º - CALHAS
1 : 100



2 R - TETO PVTO 10º - TUBULAÇÃO
1 : 100



3 R - COBERTURA - RALOS
1 : 100

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Consultor
Endereço
Endereço
Telefone
Fax
e-mail

Número	Descrição	Data

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Número do projeto	0001
Data	25/10/2020
Desenhadas por	RAFAEL D. RAVELLI
Verificado por	ELAINE GARRIDO

A102

Escala	1 : 100

26/10/2020 15:04:47

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

COBERTURA

10º PAVIMENTO

9º PAVIMENTO

8º PAVIMENTO

7º PAVIMENTO

6º PAVIMENTO

5º PAVIMENTO

4º PAVIMENTO

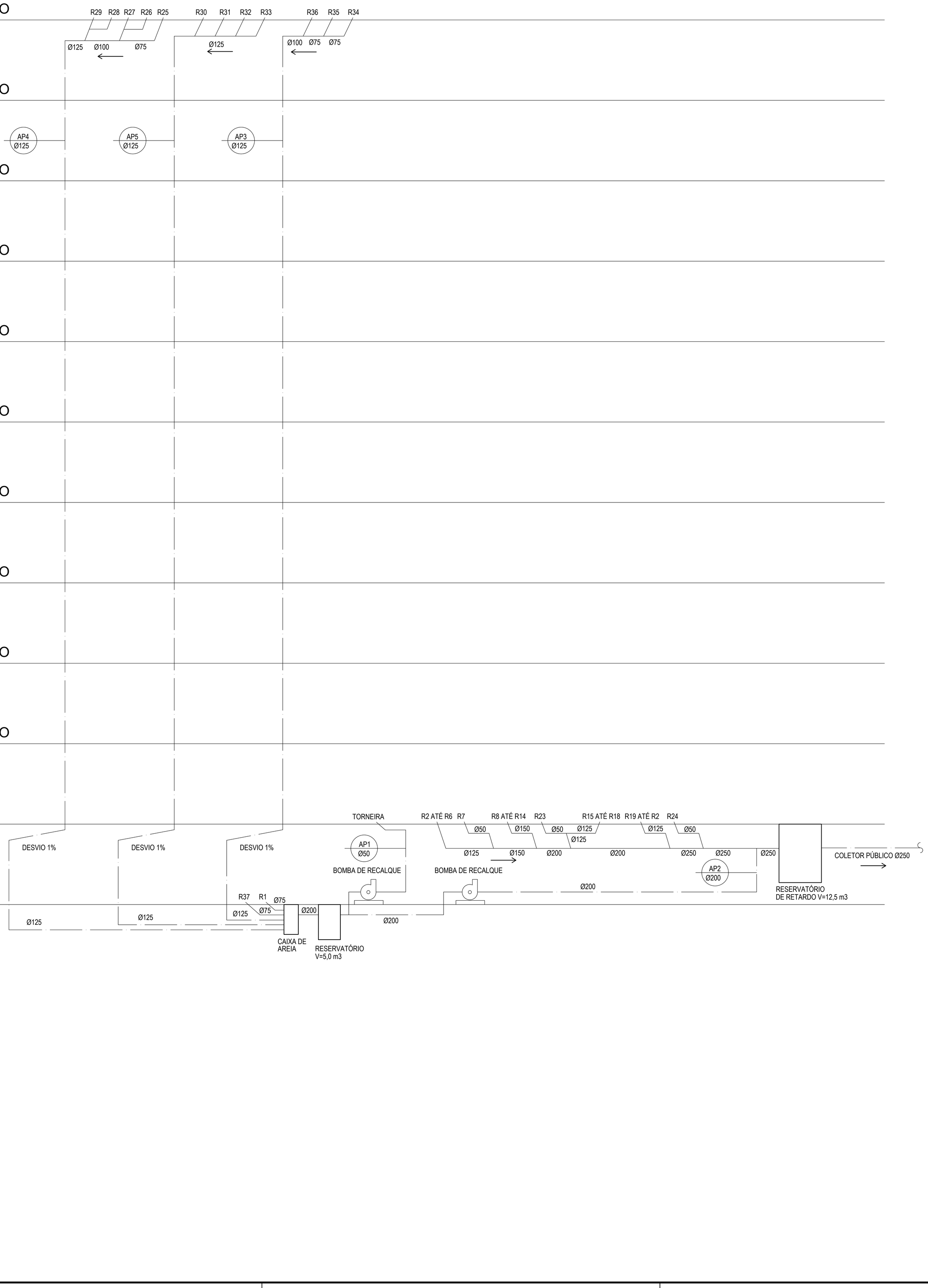
3º PAVIMENTO

2º PAVIMENTO

1º PAVIMENTO

TÉRREO

SUBSOLO



Identificação da Obra: Edifício RECREIO GARDEN

Alunos: Rafael D. Ravelli; Felipe Bezerra

Orientadora(a): Elaine Garrido Vazquez

Disciplina: INSTALAÇÕES ÁGUAS PLUVIAIS

Data: 25/10/20

Escala: FORA DE ESCALA

Título do Desenho: ESQUEMA VERTICAL DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS

Prancha: 01

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Instalações de Gás

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz,
Profa. Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro

Junho de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5

2. MEMORIAL DESCRITIVO 5

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 6

4. MEMORIAL DE CÁLCULO 7

4.1. EXIGÊNCIAS NORMATIVAS 7

4.2. RAMAL EXTERNO 11

4.3. REGULADOR DE PRESSÃO 11

4.4. RAMAL INTERNO 14

4.5. MEDIDOR DE VAZÃO 16

4.6. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO 19

4.6.1. PRUMADA ASCENDENTE 19

4.6.2. RAMIFICAÇÕES SECUNDÁRIAS 20

4.7. EXAUSTÃO: CHAMINÉ E FURO 23

4.8. VENTILAÇÃO 24

4.8.1. VENTILAÇÃO INFERIOR 25

4.8.2. VENTILAÇÃO SUPERIOR 26

4.9. PONTOS DE CONSUMO 28

4.9.1. PONTO DE GÁS PARA O FOGÃO 28

4.9.2. PONTO DE GÁS PARA O AQUECEDOR 28

5. ANEXOS 30

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 - Croqui dos abrigos dos reguladores de pressão. 14

Figura 4.2 - Croqui abrigo dos medidores de vazão. 18

Figura 4.3 - Croqui ventilação dos medidores de vazão. 18

Figura 4.4 - Croquis furo na viga para passagem da chaminé. 24

Figura 4.5 - Croquis da porta com ventilação inferior permanente. 26

Figura 4.6 - Croquis da janela da cozinha do PUC com ventilação permanente. 26

Figura 4.7 - Croquis da janela da cozinha do apt. duplex com ventilação permanente. 27

Figura 4.8 - Croquis da janela da cozinha do PUC com ventilação permanente. 27

Figura 4.9 - Croquis ponto de espera do fogão. 28

Figura 4.10 - Croquis ponto de espera do aquecedor. 29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 - Consumo estimado de gás. 11

Tabela 4.2 - Vazões totais. 13

Tabela 4.3 - Dimensões da caixa de proteção do regulador de pressão. 13

Tabela 4.4 - Potência Adotada em Kcal/min. 15

Tabela 4.5 - Ramal interno. 16

Tabela 4.6 - Vazões por economia. 16

Tabela 4.7 - Proteção para os medidores. 17

Tabela 4.8 - Prumada ascendente. 19

Tabela 4.9 - Dimensionamento das Prumadas Ascendentes Construídas com Tubos de Aço Schedulle 40 - Número de Wobbe do Gás (Kcal/m³) - W = 10.000 19

Tabela 4.10 - Tubos de Aço: Dimensionamento para Edificações Somente com Ramificações Secundárias - W=10.000 Kcal/m³; H=15mmCA. 20

Tabela 4.11 - Dimensionamento ramificações apartamento102. 22

Tabela 4.12 - Dimensionamento ramificações apartamentos 302. 22

Tabela 4.13 - Dimensionamento ramificações apartamentos 502. 22

Tabela 4.14 - Dimensionamento ramificações apartamentos 702. 23

Tabela 4.15 - Dimensionamento ramificações apartamentos 902. 23

Tabela 4.15 - Dimensionamento ramificações PUC 23

Tabela 4.16 - Chaminé e furo. (VAZQUEZ, 2019) 24

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o dimensionamento das instalações gás encanado do edifício Recreio Garden, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo

Os materiais e equipamentos empregados nas instalações de gás do empreendimento Recreio Garden estão abaixo relacionados:

- Tubulações (Multicamadas):
  - Tubo de 3/4", 1”, 1 1/4" e 2”.
- Aparelhos e acessórios:
  - Aquecedor de passagem.

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base os seguintes documentos técnicos:

- NBR 13933:1997 – Instalações Internas de Gás Natural (GN);
- NBR 14570:2000 – Instalações Internas para Uso Alternativo dos Gases GN e GLP*;*
- Decreto “E” n° 5.525 de 23 de junho de 1972;
- Decreto n 616 de 25 de fevereiro de 1976;
- Decreto n 10.892 de 22 de dezembro de 1987;
- Decreto n 23.317 de 10 de julho de 1997;
- Regulamento das Instalações Prediais de Gás Canalizado (RIP);

Também são utilizadas como referência as seguintes bibliografias:

- Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez - 2019);

O sistema escolhido será o de gás natural abastecido pela concessionária local, Companhia Estadual de Gás (CEG), atual Naturgy.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. EXIGÊNCIAS NORMATIVAS

De acordo com o RIP da CEG:

"[...]3. Todas as edificações que vierem a ser construídas e cujos projetos prevejam a construção de cozinhas, copas, banheiros, ou a utilização de aparelhos a gás, deverão ser providas de instalações internas para distribuição de gás combustível canalizado.

3.2. Todo o projeto de edificações deverá prever local próprio para instalação de um medidor individual de gás canalizado por economia, podendo haver adicionalmente medidores de gás para consumo coletivo.

3.3. Todo o projeto de edificação domiciliar deverá prever, para cada economia, pelo menos um ponto de gás para o fogão e um ponto de gás para aquecedor de água de chuveiros. [...]

5. Nos conjuntos residenciais onde existirem mais de 3 (três) economias deverão ser estabelecidos, de acordo com as conveniências técnicas, um ou mais ramais gerais terminados em medidores coletivos ou em gambiarras ligadas aos medidores das diversas economias.

6. Os ramais internos serão assentados:

A – para medidor individual, em área privativa da economia a que se destina;

B – para medidores coletivos ou mais de um medidor individual, em áreas ou faixas de servidão comum às economias a que destinem. [...]

8. É proibida a passagem do ramal interno em locais que não possam oferecer segurança, tais como:

A – através de tubos de lixo, de ar condicionado e outros;

B – no interior de reservatórios d'água, de dutos de água pluviais, de esgotos sanitários e de incineradores de lixo;

C – em compartimentos de aparelhagem elétrica;

D – em poços de elevadores;

E – embutido ao longo das paredes;

F – em subsolo ou porões com pé direito inferior a 1,20 m (um metro e vinte centímetros)

G – em compartimentos destinados a dormitórios;

H – em compartimentos não-ventilados;

I – em qualquer vazio formado pela estrutura ou alvenaria, a menos que amplamente ventilado. [...]

14. É obrigatória para cada economia a previsão do local do medidor individual.

Parágrafo único – a caixa de proteção de uma economia isolada deve ser construída em local de fácil acesso, pertencente à própria economia, e o mais próximo possível do limite de propriedade.

15. As caixas de proteção ou cabines dos medidores individuais poderão ser colocadas no pavimento térreo, nos andares, em área de servidão comum, podendo ser agrupadas ou não, ou ainda no interior das respectivas economias.

16. Nas edificações construídas em logradouros onde a pressão da rede de distribuição precisa ser regulada para a pressão de consumo, deverá ser construída uma caixa de proteção para o regulador de pressão, a montante do medidor e o mais próximo possível do limite de propriedade, em local de fácil acesso e pertencente a própria edificação.

20. Os medidores serão abrigados em caixa de proteção ou cabines, suficientemente ventilados, em local devidamente iluminado, devendo ser obedecidos os desenhos que instruem o presente regulamento.

20.1. As caixas de proteção ou cabines serão ventiladas através de aberturas para arejamento.

20.2 A área total das aberturas para ventilação das caixas de proteção ou cabines, será de no mínimo 1/10 (um décimo) da área da planta baixa do

compartimento, sendo conveniente prover a máxima ventilação permitida pelo local. [...]

28. As ramificações de gás são obrigatórias para todas as edificações. [...]

33. As ramificações deverão ser executadas:

A - Em tubos rígidos de aço - carbono zincado, com ou sem costura, com espessura de parede correspondente a Schedulle 40, atendendo ás normas NBR 5.580, NBR 5.885, ASTM A 53 ou ASTM A 120.

B - Em tubos semi-rígidos de cobre ou latão;

C - Em outros materiais que as autoridades competentes venham a recomendar. [...]

37. Nas ramificações não será permitido o uso de tubos com diâmetro interno inferior a 12,7mm, quando construídas em aço, e a 13,6mm, quando construídas em cobre ou latão. [...]

39. As ramificações deverão obedecer às seguintes características:

A - Ter declividade de forma a dirigir a condensação para os coletores;

B - Ser totalmente estanques e firmemente fixadas;

C - Ter um afastamento mínimo de 20 cm das canalizações de outra natureza;

D - As tubulações de gás próximas umas das outras devem guardar entre si um espaçamento pelo menos igual ao diâmetro da maior tubulação.

40. Não é permitida a passagem de canalização, quer descoberta, quer embutida ou enterrada, nas seguintes situações:

A - Através de chaminés, tubos de lixo, tubos de ar condicionado e outros;

B - Em compartimentos sem ventilação;

C - Em poços de elevadores;

D - Em paredes, tampas e interior de depósitos d'água e de incineradores;

E - Em qualquer vazio ou parede contígua a qualquer vazio formado pela estrutura ou alvenaria, a menos que amplamente ventilado.

40.1. Nas paredes onde forem embutidas as prumadas e os trechos verticais dos aparelhos de utilização, não será permitido o uso de tijolos vazados a uma distância mínima de 20 cm para cada lado. [...]

48. Todos os aparelhos de utilização deverão ser ligados por meio de conexões rígidas à instalação interna, ou através de tubo flexível, inteiramente metálico, sendo, entretanto, indispensável à existência de registro na extremidade rígida da instalação onde é feita a ligação do tubo flexível.

48.1 Todo aparelho deverá ser ligado através de um registro que permita isolá-lo, sem necessidade de interromper o abastecimento de gás aos demais aparelhos da economia.

49. Os aquecedores de água domiciliares deverão ter plaquetas em local visível com a seguinte inscrição: "Este aparelho só pode ser instalado com a respectiva chaminé em locais onde haja ventilação permanente, Nunca utiliza-lo em recintos fechados. Não instala-lo em Box ou outros compartimentos fechados

50. Os fogões deverão ter uma plaqueta irremovível e com os dizeres em local visível, com a seguinte inscrição: "Este aparelho só pode ser instalado em locais onde haja ventilação permanente. Nunca instalá-lo em recintos fechados. [...]

60. As chaminés individuais deverão ser fabricadas com materiais incombustíveis e termoestáveis, resistentes a corrosão, tais como: cimento-amianto, chapas de alumínio, chapas de cobre, chapas de aço inoxidável, ou materiais similares.[...]

62. As chaminés individuais devem ser fabricadas de modo a impedir o escapamento lateral dos gases de combustão para o ambiente.[...]

68. Na extremidade da chaminé deverá ser instalado um terminal, sempre que a descarga se fizer para o ar livre ou prisma de ventilação."

4.2. RAMAL EXTERNO

Compete a Naturgy o dimensionamento, execução e manutenção do ramal externo, cabendo aos interessados o pagamento das despesas.

4.3. REGULADOR DE PRESSÃO

O regulador de pressão tem por finalidade diminuir a pressão do gás que vem da rede pública a níveis comparáveis à pressão de trabalho dos equipamentos. O consumo de cada aparelho de utilização a ser empregado nos cálculos, deve, em princípio, ser o fornecido pelo fabricante, podendo se utilizar os valores fornecidos pela tabela 2.1.

Tabela 4.1 - Consumo estimado de gás.

Equipamento	Vazão (kcal/min)	Vazão m³/h - GN
Aquecedor de Passagem (6 litros)	150	0.93
Aquecedor de Passagem (8 litros)	160	1.07
Aquecedor de Passagem (15 litros)	388	2.47
Aquecedor de Passagem (16 a 18 litros)	433	2.76
Aquecedor de Passagem (20 a 23 litros)	500	3.19
Aquecedor de Passagem (30 litros)	750	5.00
Chuveiro a gás	75	0.47
Fogão Resid. s/ forno (4 Queim. Simples)	140	0.93
Fogão Resid. s/ forno (6 Queim. Simples)	210	1.40
Forno Resid. Simples	45	0.30
Forno Resid. Duplo	75	0.50
Balcão Quente	300	2.00
Banho-maria	130	0.87
Cafeteira Peq.	20	0.13
Cafeteira Gr.	48	0.31
Calandra 1 rolo	135	0.90
Calandra 2 rolos	335	2.23
Calandra 4 rolos	670	4.47
Caldeirão 100 l	267	1.78
Caldeirão 200 l	440	2.93
Caldeirão 300 l	567	3.78
Caldeirão 500 l	733	4.89

Chair Boiler	219	1.40
Chapa Dupla	130	0.87
Chapa Simples	75	0.50
Churrasqueira (infraverm.) cada queimador	120	0.80
Fogão comercial (4 queim.: 2 simp./2 dup.)	240	1.60
Fogão comercial (6 queim.: 3 simp./3 dup.)	360	2.40
Fogão comercial (8 queim.: 4 simp./4 dup.)	480	3.20
Forno com. Simples	75	0.50
Forno com. Duplo	130	0.87
Forno FTT	310	2.07
Forno Pizza Pq.	57	0.86
Forno Pizza Gde (por câmara)	113	0.72
Frangueira 4 Espetos	167	1.11
Frangueira 6 Espetos	267	1.78
Frangueira 12 Espetos	534	3.56
Fritadeira 20 litros	100	0.67
Fritadeira 40 litros	200	1.33
Salamandra	350	2.33
Secadora 10 kg	200	1.33
Secadora 15 kg	267	1.78
Secadora 20 kg	300	2.00
Secadora 27 kg	367	2.45
Secadora 35 kg	467	3.11

Assim, a partir da tabela acima determina-se a vazão dos equipamentos apresentados nas plantas arquitetônicas, logo, tem-se a determinação das vazões totais apresentada na tabela abaixo.

Tabela 4.2 - Vazões totais.

Vazões por tipo de equipamento				
Economia	Equipamento	Quantidade	Vazão (kcal/min)	Vazão (m^3/h)
Pavimento Tipo	Fogão Resid. s/ forno (6 Queim. Simples)	25	210	1.40
	Forno Resid. Duplo	25	75	0.50
	Aquecedor de Passagem (20 a 23 litros)	25	500	3.19
PUC	Fogão Resid. s/ forno (6 Queim. Simples)	1	210	0.93
	Forno Resid. Simples	1	45	0.30
TOTAL			19880	128.48

Com a vazão total de 128.48 m³/h, verifica-se a necessidade da instalação de 2 reguladores de pressão em série. Portanto serão utilizadas duas caixas de proteção acopladas, cujas dimensões são determinadas pela tabela a seguir.

Tabela 4.3 - Dimensões da caixa de proteção do regulador de pressão.

Gás natural	Dimensões da caixa
8	0,66 x 0,40 x 0,70 (*)
12	0,66 x 0,40 x 0,70 (*)
15	0,66 x 0,40 x 0,70 (*)
10 a 22	0,60 x 0,50 x 0,60
23 a 47	0,60 x 0,50 x 0,60
48 a 120	1,10 x 0,70 x 0,90

OBS.:

1. As dimensões da caixa estão descritas da seguinte forma: L x P x A, onde L - largura, P-profundidade e A-altura. Todas as medidas são internas.

2. O regulador só poderá ser instalado no interior da caixa do medidor nos casos em que exista apenas um medidor, cuja vazão (m³/h) não ultrapasse 9m³/h para o Gás Manufaturado e 15m³/h para o Gás Natural. (*)

3. Os reguladores devem ser instalados de modo a permanecerem protegidos contra danos físicos e mecânicos e a permitir fácil acesso, conservação e substituição a qualquer tempo.

Logo, adota-se uma caixa de proteção com dimensões internas de 1,10 x 0,70 x 0,90 m, conforme e outra com dimensões internas 0,60 x 0,50 x 0,60, conforme figura 4.1.

Além disso, deve-se existir uma ventilação mínima permanente de 1/10 da área dos abrigos em planta, que será realizada pelas frestas das portas, logo:

$$\text{Ventilação}_{\text{mínima}} = \frac{1}{10} * 1{,}10 * 0{,}70 = 0{,}077\ \text{m}^2 = 770\ \text{cm}^2$$

$$\text{Ventilação}_{\text{mínima}} = \frac{1}{10} * 0{,}60 * 0{,}50 = 0{,}030\ \text{m}^2 = 300\ \text{cm}^2$$

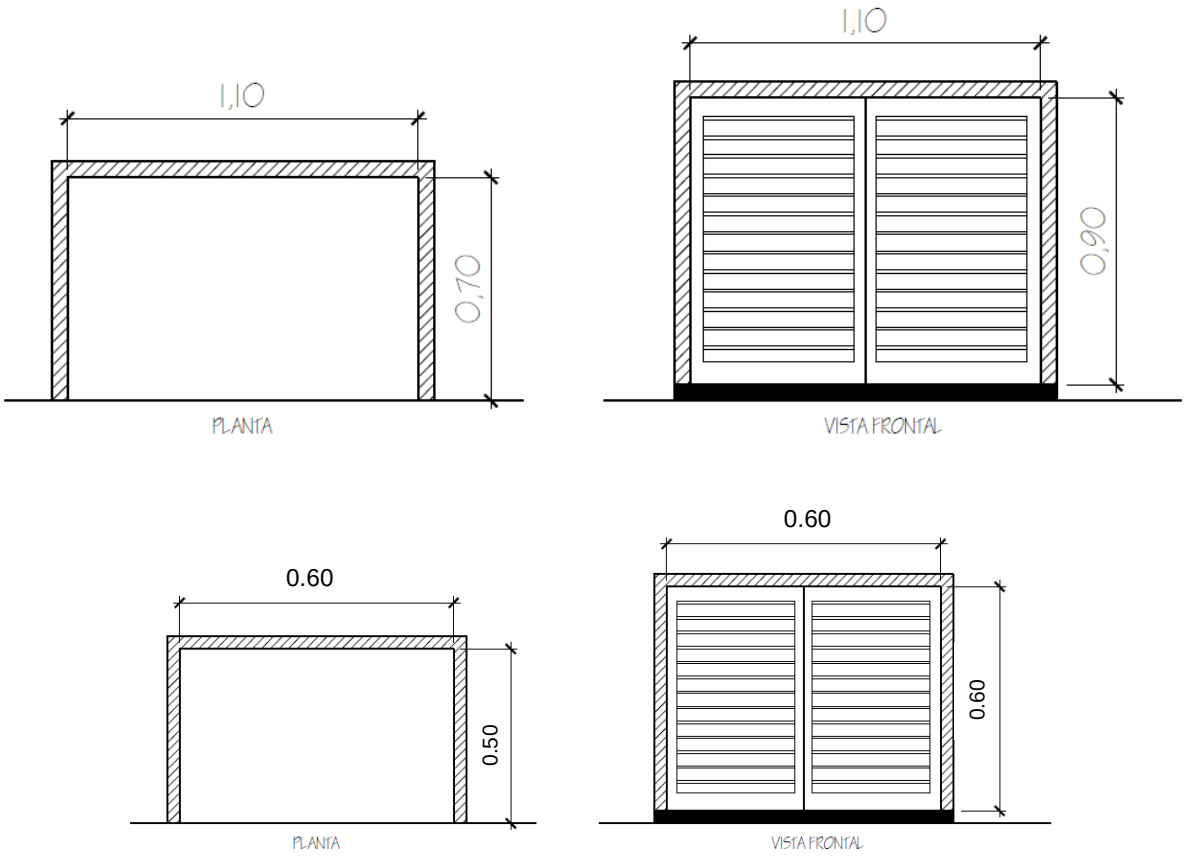


Figura 4.1 - Croqui dos abrigos dos reguladores de pressão.

4.4. RAMAL INTERNO

Cada trecho de tubulação será dimensionado utilizando-se a soma dos consumos dos aparelhos por ele servidos, denominada Potência Computada (PC), com a qual obtém-se na tabela a seguir a potência adotada (PA) no dimensionamento.

Tabela 4.4 - Potência Adotada em Kcal/min.

Pc	Pa	Pc	Pa	Pc	Pa	Pc	Pa	Pc	Pa	Pc	Pa
<350	Pc	640	561	940	768	1480	1070	2200	1398	6000	2130
350	350	650	566	950	774	1500	1080	2250	1415	6500	2185
360	357	660	575	960	780	1520	1092	2300	1432	7000	2240
370	363	670	585	970	786	1540	1104	2350	1449	7500	2290
380	370	680	594	980	793	1560	1116	2400	1466	8000	2340
390	376	690	604	990	799	1580	1128	2450	1483	8500	2395
400	383	700	613	1000	805	1600	1140	2500	1500	9000	2450
410	391	710	620	1020	810	1620	1148	2550	1515	9500	2505
420	399	720	626	1040	815	1640	1156	2600	1530	10000	2560
430	407	730	633	1060	821	1660	1164	2650	1545	11000	2660
440	415	740	640	1080	826	1680	1172	2700	1560	12000	2760
450	423	750	647	1100	831	1700	1180	2750	1575	13000	2820
460	430	760	653	1120	848	1720	1190	2800	1590	14000	2910
470	438	770	660	1140	866	1740	1200	2850	1605	15000	3000
480	445	780	667	1160	883	1760	1210	2900	1620	16000	3040
490	453	790	673	1180	901	1780	1220	2950	1635	17000	3060
500	460	800	680	1200	918	1800	1230	3000	1650	18000	3150
510	469	810	686	1220	929	1820	1240	3100	1678	19000	3210
520	478	820	693	1240	941	1840	1250	3200	1706	20000	3240
530	488	830	699	1260	952	1860	1260	3300	1734	25000	3570
540	497	840	705	1280	964	1880	1270	3400	1762	30000	3900
550	506	850	712	1300	975	1900	1280	3500	1790	35000	4330
560	513	860	718	1320	986	1920	1290	3600	1808	40000	4760
570	521	870	724	1340	997	1940	1300	3700	1826	45000	5130
580	528	880	730	1360	1008	1960	1310	3800	1844	50000	5500
590	536	890	737	1380	1019	1980	1320	3900	1862	55000	5810
600	543	900	743	1400	1030	2000	1330	4000	1880	60000	6120
610	548	910	749	1420	1040	2050	1347	4500	1950	65000	6490
620	552	920	755	1440	1050	2100	1364	5000	2020	70000	6860
630	557	930	762	1460	1060	2150	1381	5500	2075	>70000	0,095 Pc

A partir da tabela 4.2 verifica-se que a potência computada total é de 19880 Kcal/min, assim, de acordo com a tabela 4.4 a potência adotada é de 3240 Kcal/min. Diante disto, pode-se realizar dimensionamento do ramal interno com a tabela 4.4.

Tabela 4.5 - Ramal interno.

Potência adotada (kcal/min)	Bitola
Até 350	3/4''
De 351 a 704	1''
De 705 a 1546	1 1/4''
De 1547 a 2396	1 1/2''
De 2397 a 4844	2''
De 4845 a 7949	2 1/2''
De 7950 a 14465	3''
De 14466 a 30257	4''

Portanto, a bitola do ramal interno é 2".

4.5. MEDIDOR DE VAZÃO

O dimensionamento do medidor de vazão individual é feito pela soma das vazões dos equipamentos de cada economia, segue na tabela 4.5 a distribuição das economias.

Tabela 4.6 - Vazões por economia.

Vazões por economia				
Economia	Equipamento	Quant.	Vazão (m³/h)	Total
Apart. tipo	Fogão Resid. s/ forno (6 Queim. Simples)	1	1.40	5.09
	Forno Resid. Duplo	1	0.50	
	Aquecedor de Passagem (20 a 23 litros)	1	3.19	
PUC	Fogão Resid. s/ forno (6 Queim. Simples)	1	1.40	1.70
	Forno Resid. Simples	1	0.30	

Logo, a partir tabela 4.6 determina-se o tipo de medidor e as dimensões do seu respectivo abrigo.

Tabela 4.7 - Proteção para os medidores.

Medidor	Inst. Lateral	Vazão máxima
		Gás natural
G - 1,6	0,60 x 0,40 x 0,70	3,181
G - 2,5	0,60 x 0,40 x 0,70	5,09
G - 4	0,60 x 0,40 x 0,70	7,635
G - 6	0,70 x 0,50 x 0,70	12,725
G - 10	0,70 x 0,50 x 0,70	20,359
G - 16	0,90 x 0,50 x 0,80	31,812
G - 25	1,15 x 0,60 x 1,20	50,899
G - 40	2,45 x 0,90 x 1,80	82,71
G - 65	-	127,247
G - 100	2,57 x 1,10 x 1,80	203,595

Assim, os medidores dos apartamentos tipo serão do tipo G – 2,5, e do PUC será do tipo G – 1,6. Eles serão posicionados de acordo com planta arquitetônica e apresentam esquema de instalação conforme figura 4.2.

Além disso, deve-se existir uma ventilação mínima permanente de 1/10 da área do abrigo em planta, que será realizada pelas frestas das portas, logo:

$$\text{Ventilação}_{\text{mínima}} = \frac{1}{10} * 0{,}60 * 0{,}40 \; = \; 0{,}024 \; \text{m}^2 \; = \; 240 \; \text{cm}^2$$

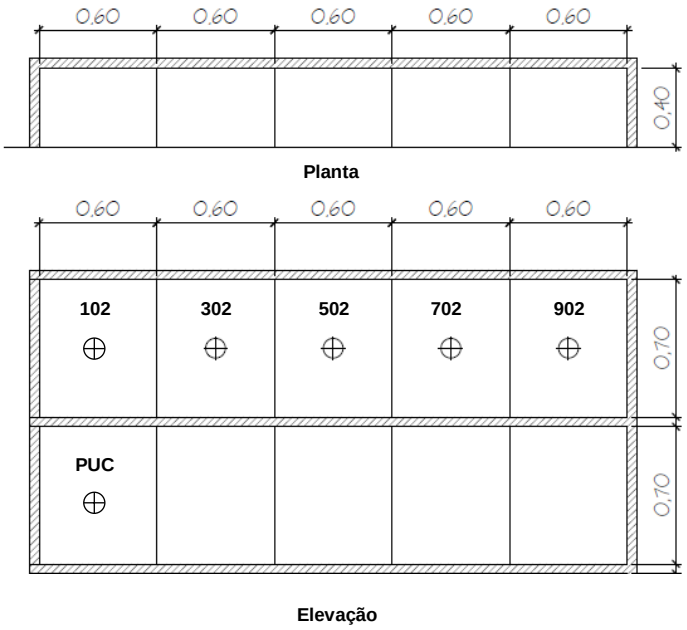


Figura 4.2 - Croqui abrigo dos medidores de vazão.

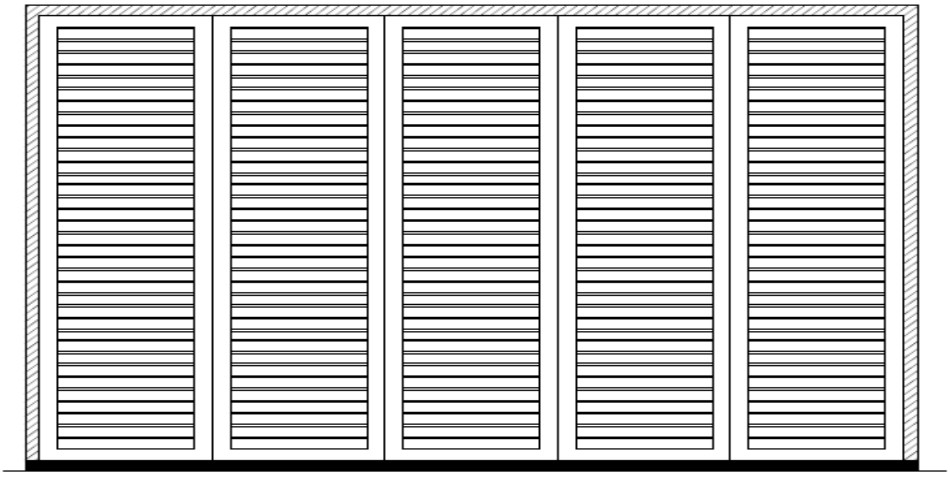


Figura 4.3 - Croqui ventilação dos medidores de vazão.

4.6. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

4.6.1. PRUMADA ASCENDENTE

Dimensiona-se a prumada ascendente a partir da soma dos consumos dos aparelhos por ela servidos, denominada Potência Computada (PC), com a qual obtém-se na tabela 4.4 a potência adotada (PA) no dimensionamento. A coluna 02 apresenta 5 prumadas ascendentes, que atendem os aparelhos de cada economia conforme tabela a seguir.

Tabela 4.8 - Prumada ascendente.

Prumada ascendente			
Economia	Ponto espera	PC	PA
Apto tipo (duplex)	FOduplo + F6	210+75 = 285	
	23 litros	500	
Total		785	673

A partir da tabela 4.9 realiza-se o dimensionamento da prumada ascendente.

Tabela 4.9 - Dimensionamento das Prumadas Ascendentes Construídas com Tubos de Aço Schedulle 40 - Número de Wobbe do Gás (Kcal/m³) - W = 10.000

Potência adotada (kcal/min)	Bitola
Até 350	3/4''
De 351 a 704	1''
De 705 a 1546	1 1/4"
De 1547 a 2396	1 1/2"
De 2397 a 4844	2''
De 4845 a 7949	2 1/2"
De 7950 a 14465	3''
De 14466 a 30257	4''

Portanto, a bitola da prumada ascendente de cada economia é 1”.

4.6.2. RAMIFICAÇÕES SECUNDÁRIAS

Seguem-se os seguintes passos para o dimensionamento das ramificações secundárias.

- Determinar o consumo de gás em Kcal/min para cada aparelho de utilização previsto na instalação;
- Determinar a distância em metros desde o medidor até o ponto mais distante dele, não sendo considerados, nessa determinação, aparelhos de utilização com potência igual ou inferior a 100Kcal/min;
- Localizar na tabela apropriada a linha horizontal correspondente ao comprimento igual ou imediatamente superior ao determinado no item anterior;
- Determinar a potência computada (PC) para cada trecho da tubulação, somando os consumos estimados dos aparelhos por ele servidos;
- Utilizando a tabela 4.4, determinar as potências adotadas (PA) no projeto para cada potência computada no item anterior;
- Começando pelos pontos mais afastados do medidor, localizar na linha escolhida no item C, as colunas correspondentes aos consumos iguais ou imediatamente superiores aos dos trechos que se deseja dimensionar, utilizando as potências adotadas determinadas no item E;
- No topo de cada coluna encontra-se a bitola que o trecho deverá ter.
- Utiliza-se a tabela 4.10 no item C.

Tabela 4.10 - Tubos de Aço: Dimensionamento para Edificações Somente com Ramificações Secundárias - W=10.000 Kcal/m³; H=15mmCA.

Tabela IT - 1.8 - Tubos de Aço: Dimensionamento para Edificações Somente com Ramificações Secundárias - W=10.000 Kcal/m³; H=15mmCA									
D	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
L	Consumo em Kcal/min								
1	831	1887	3792	8326	12903	26088	42806	77912	119286
2	588	1334	2681	5887	9124	18447	30268	55092	106682
3	480	1089	2189	4807	7450	15062	24714	44982	94078
4	415	943	1896	4163	6451	13044	21403	38956	81474
5	372	844	1695	3723	5770	11667	19143	34843	72873
6	339	770	1548	3399	5267	10550	17475	31087	66523
7	314	713	1433	3147	4877	9860	16179	29448	61588

8	292	667	1340	2943	4562	9223	15134	27546	57611
9	277	629	1264	2775	4301	8595	14268	25970	54316
10	263	596	1199	2633	4080	8249	13536	24638	51529
11	250	569	1143	2510	3890	7865	12906	32491	49130
12	240	544	1094	2403	3725	7531	12357	22491	47039
13	230	523	1051	2309	3578	7235	11872	21609	45193
14	222	504	1013	2225	3448	6972	11440	20822	43549
15	214	487	979	2149	3331	6735	11052	20116	42073
16	207	471	948	2081	3225	6522	10701	19478	40737
17	201	457	919	2019	3129	6327	10382	18896	39520
18	196	444	893	1962	3041	6149	10089	18364	38407
19	190	433	869	1910	2960	5985	9820	17874	37383
20	186	422	847	1861	2885	5833	9571	17421	36436
25	166	377	758	1665	2580	5217	8561	15582	32589
30	151	344	692	1520	2355	4763	7815	14224	29750
35	140	319	640	1407	2181	4409	7235	13169	27543
40	131	298	599	1316	2040	4124	6768	12319	25764
45	124	281	565	1241	1923	3889	6381	11614	24291
50	117	266	536	1177	1824	3689	6053	11018	23044
55	112	254	511	1122	1739	3517	5772	10505	21972
60	107	243	489	1074	1665	3367	5526	10058	21036
65	103	234	470	1032	1600	3235	5309	9663	20211
70	99	225	453	995	1542	3118	5116	9312	19476
75	96	217	437	961	1490	3012	4942	8996	18815
80	93	211	423	930	1442	2916	4785	8710	18218
85	90	204	411	903	1399	2829	4642	8450	17674
90	87	198	399	877	1360	2749	4512	8212	17176
95	85	193	389	854	1323	2676	4391	7993	16718
100	83	188	379	832	1290	2608	4280	7791	16294
110	79	179	361	793	1230	2487	4081	7428	15536
120	75	172	346	760	1177	2381	3907	7112	14875
130	72	165	332	730	1131	2288	3754	6833	14291
140	70	159	320	703	1090	2207	3617	6584	13771
150	67	154	309	679	1053	2130	3495	6361	13304
160	65	149	299	658	1020	2062	3384	6159	12882

170	63	144	290	638	989	2000	3283	5975	12497
180	62	140	282	620	961	1944	3190	5807	12145
190	60	136	275	604	936	1892	3105	5652	11821
200	58	133	268	588	912	1844	3026	5509	11522

Na prancha número 03 verifica-se o croquis das ramificações das economias, portanto seguem-se os dimensionamentos.

Tabela 4.11 - Dimensionamento ramificações apartamento102.

Economia	**Limite dos trechos**	**Potências**		**Θ (pol)**	**Trechos (m)**	**Ponto mais afastado (m)**
		Computada	**Adotada**			
Apt. 102	AQ - A	500	460	1"	2	19.4
	FD + F6 - A	285	285	3/4"	2.34	
	A - B	500 + 285 = 785	673	1"	8.9	
	B - C (prumada)	785	673	1"	5.66	
	E - MI	785	673	1"	2.5	

Tabela 4.12 - Dimensionamento ramificações apartamentos 302.

Economia	**Limite dos trechos**	**Potências**		**Θ (pol)**	**Trechos (m)**	**Ponto mais afastado (m)**
		Computada	**Adotada**			
Apt. 302	AQ - A	500	460	1"	2	25.4
	FD + F6 - A	285	285	3/4"	2.34	
	A - B	500 + 285 = 785	673	1"	8.9	
	B - C (prumada)	785	673	1"	11.66	
	E - MI	785	673	1"	2.5	

Tabela 4.13 - Dimensionamento ramificações apartamentos 502.

Economia	**Limite dos trechos**	**Potências**		**Θ (pol)**	**Trechos (m)**	**Ponto mais afastado (m)**
		Computada	**Adotada**			
Apt. 502	AQ - A	500	460	3/4"	2	31.4
	FD + F6 - A	285	285	3/4"	2.34	
	A - B	500 + 285 = 785	673	1"	8.9	

	B - C (prumada)	785	673	1"	17.66	
	E - MI	785	673	1"	2.5	

Tabela 4.14 - Dimensionamento ramificações apartamentos 702.

Economia	Limite dos trechos	Potências		Ø (pol)	Trechos (m)	Ponto mais afastado (m)
		Computada	Adotada			
Apt. 702	AQ - A	500	460	1"	2	37.4
	FD + F6 - A	285	285	3/4"	2.34	
	A - B	500 + 285 = 785	673	1 e 1/4"	8.9	
	B - C (prumada)	785	673	1 e 1/4"	23.66	
	E - MI	785	673	1 e 1/4"	2.5	

Tabela 4.15 - Dimensionamento ramificações apartamentos 902.

Economia	Limite dos trechos	Potências		Ø (pol)	Trechos (m)	Ponto mais afastado (m)
		Computada	Adotada			
Apt. 902	AQ - A	500	460	1"	2	43.4
	FD + F6 - A	285	285	1"	2.34	
	A - B	500 + 285 = 785	673	1 e 1/4"	8.9	
	B - C (prumada)	785	673	1 e 1/4"	29.66	
	E - MI	785	673	1 e 1/4"	2.5	

Tabela 4.16 - Dimensionamento ramificações PUC

Economia	Limite dos trechos	Potências		Ø (pol)	Trechos (m)	Ponto mais afastado (m)
		Computada	Adotada			
PUC	FS + F6 - A	255	255	3/4"	11.25	11.75
	A - MI	255	255	3/4"	0.5	

4.7. EXAUSTÃO: CHAMINÉ E FURO

Dimensiona-se a chaminé e o seu respectivo furo considerando o aquecedor utilizado e a quantidade de pontos utilizados simultaneamente, conforme tabela 2.16 abaixo.

Tabela 4.17 - Chaminé e furo. (VAZQUEZ, 2019)

Quantidade de pontos simultâneos	Variação potência (Kcal/min)	Variação capacidade (l)	Diâmetro da chaminé (cm)	Furo para passagem da chaminé (cm)	Distância máxima do chuveiro mais afastado do aquecedor
1	145 a 299 l	6 à 14	10	12,5	6 à 14 m
2	300 a 406 l	15 à 17	13	15,5	15 à 17 m
3	406 a 719 l	18 à 22	13	15,5	18 à 22 m
4	720 a 899 l	23 à 30	13	15,5	13 à 30 m

De acordo com o dimensionamento apresentado para o aquecedor (23 l) e a arquitetura do apartamento tipo o diâmetro da chaminé é de 13 cm e o seu respectivo furo é de 15,5 cm, conforme figura 4.4.

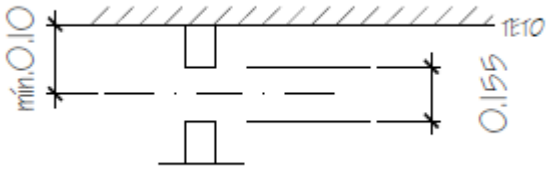


Figura 4.4 - Croquis furo na viga para passagem da chaminé.

4.8. VENTILAÇÃO

De acordo com o RIP:

> *[...] Todo ambiente que contiver aparelhos domésticos a gás deverá ter sempre uma área total mínima permanente de ventilação de 800 cm², constituída por 2 aberturas, uma superior, se comunicando diretamente com o ar livre ou prisma de ventilação, acima de 1,5m de altura, e outra inferior, abaixo de 0,8m de altura de forma a permitir a circulação de ar no ambiente, devendo a abertura inferior variar de 200 a 400 cm*

4.8.1. VENTILAÇÃO INFERIOR

Conforme arquitetura apresentada para os apartamentos tipo duplex, não há porta entre a área de serviço e a cozinha, logo, a circulação de ar entre esses ambientes é permanente. Porém, na cozinha há três portas: entrada de serviço, acesso à sala e a acesso à varanda. Para garantir a ventilação permanente entre a cozinha e a área comum, foi adotada a ventilação inferior mínima de 200cm² na porta de serviço.

Para a cozinha do PUC foi adotada uma ventilação inferior permanente de 200 cm² na porta que dá acesso à área externa. Assim:

$$\mathrm{A_{inf}} = \ 200\mathrm{cm}^2 = \ \text{largura da porta} * \text{altura do corte}$$

As portas das cozinhas têm 0,80 m de largura, logo:

$$\text{Altura do corte} \ = \frac{200}{80} = \ 2{,}5 \ \mathrm{cm}$$

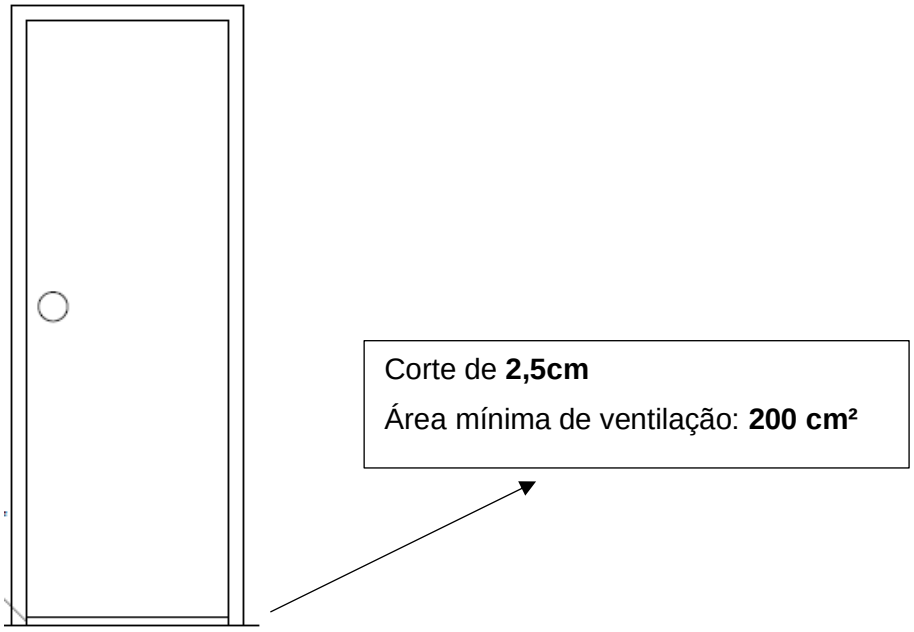


Figura 4.5 - Croquis da porta com ventilação inferior permanente.

4.8.2. VENTILAÇÃO SUPERIOR

A ventilação superior permanente mínima de 600 cm² será atendida através de duas básculas com abertura permanente de 430cm² presentes nas janelas da área de serviço dos apartamentos tipo, totalizando 860cm².

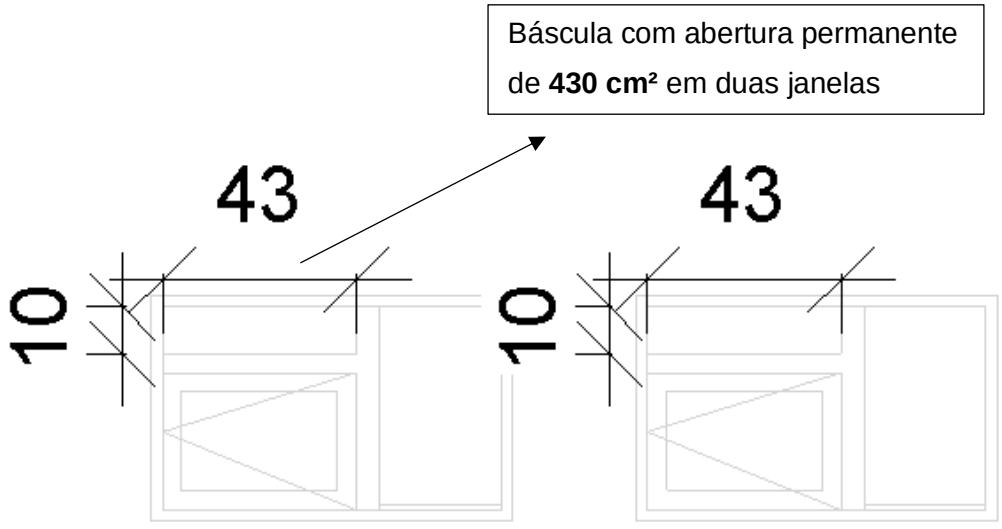


Figura 4.6 - Croquis da janela da cozinha do PUC com ventilação permanente.

Na cozinha do apartamento duplex foi adotada uma fresta com abertura permanente de 600cm² acima da porta que abre para a varanda.

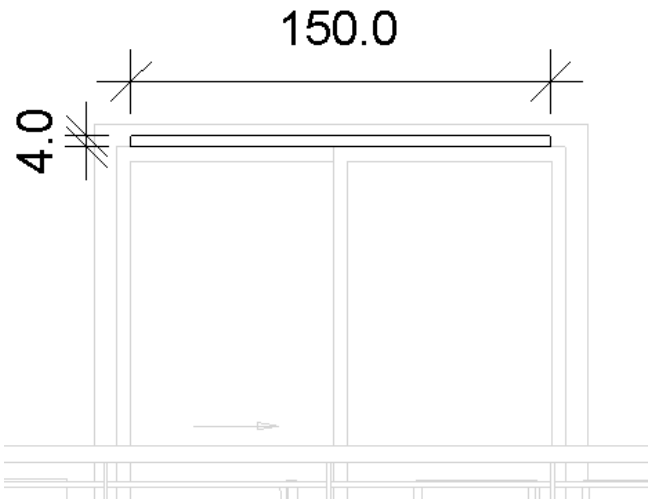


Figura 4.7 - Croquis da janela da cozinha do apt. duplex com ventilação permanente.

Já na cozinha do PUC, foram adotadas duas básculas com aberturas permanentes de 330cm² cada, totalizando 660cm².

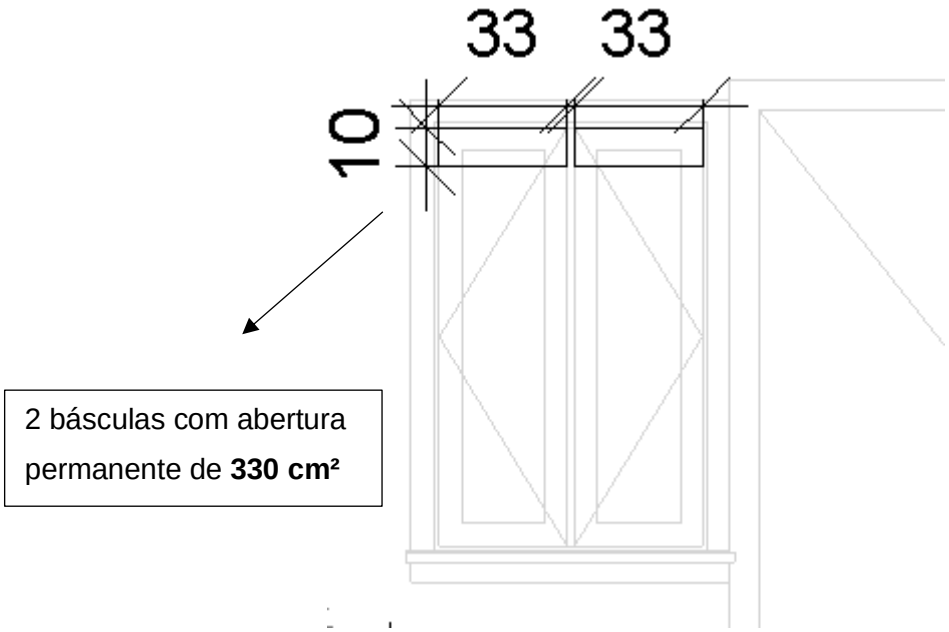


Figura 4.8 - Croquis da janela da cozinha do PUC com ventilação permanente.

4.9. PONTOS DE CONSUMO

4.9.1. PONTO DE GÁS PARA O FOGÃO

O ponto de espera do fogão no PUC e nos apartamentos tipo segue o croqui abaixo.

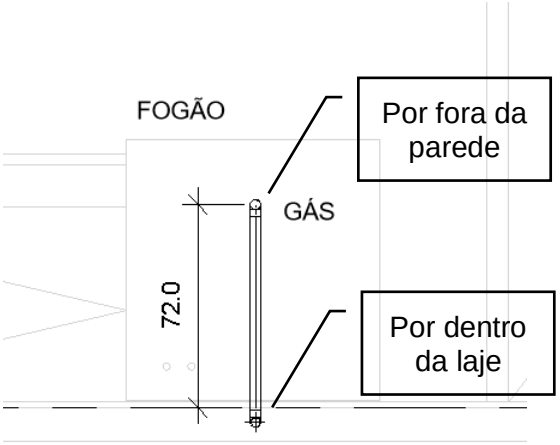


Figura 4.9 - Croquis ponto de espera do fogão.

4.9.2. PONTO DE GÁS PARA O AQUECEDOR

O ponto de espera do aquecedor segue croqui abaixo.

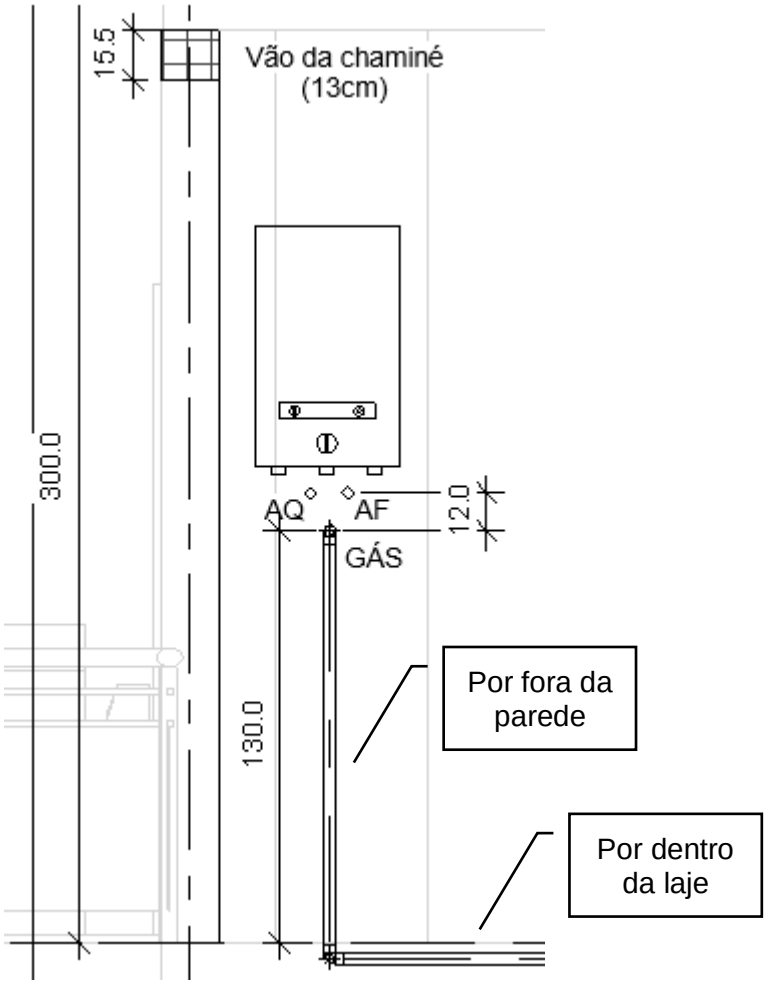


Figura 4.10 - Croquis ponto de espera do aquecedor.

5. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 e 2.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR 13933:1997 – Instalações Internas de Gás Natural (GN), 29 de setembro de 1997;

NBR 15526:2012 – Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais — Projeto e execução, 6 de dezembro de 2012*;*

Decreto “E” n° 5.525 de 23 de junho de 1972;

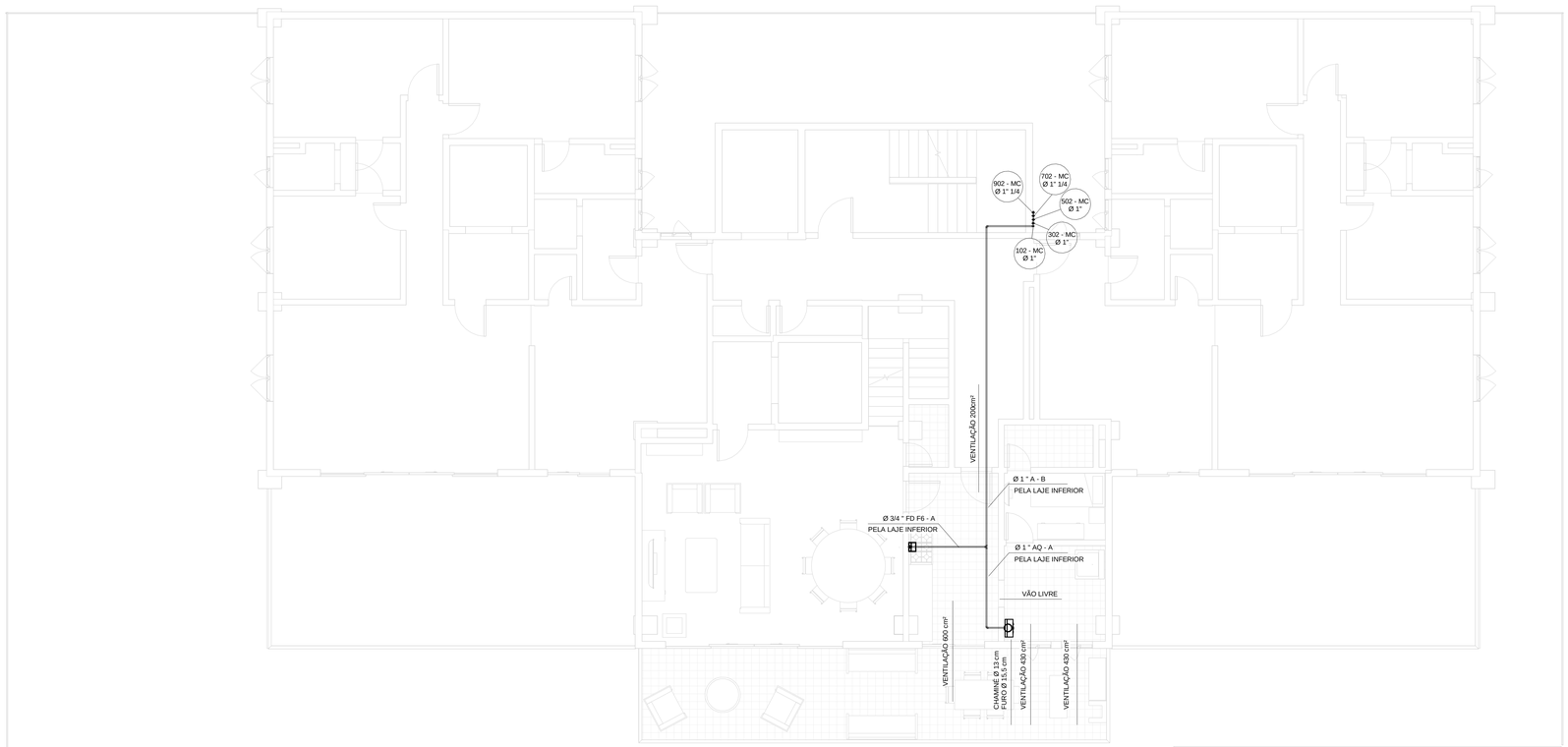
Decreto n 616 de 25 de fevereiro de 1976;

Decreto n 10.892 de 22 de dezembro de 1987;

Decreto n 23.317 de 10 de julho de 1997;

Regulamento das Instalações Prediais de Gás Canalizado (RIP);

Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez -2019);



1 Planta Baixa - Apt. Col. 02

1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 02/06/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

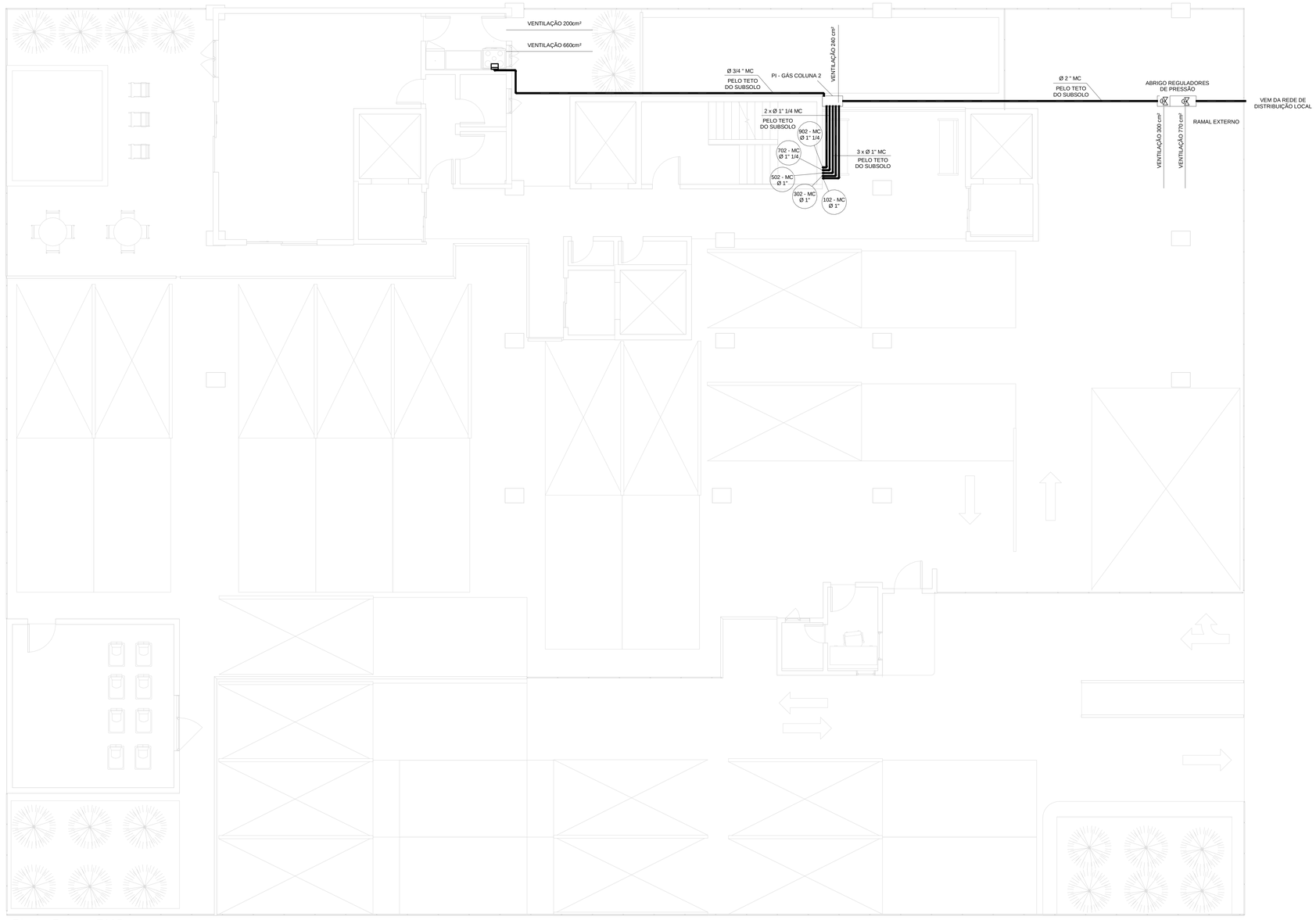
Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Título do Desenho: Instalações de Gás
Planta Baixa - Apartamento Tipo Coluna 02

Prancha: 1

Escala 1 : 50

08/06/2020 19:11:05



1 Planta Baixa - PUC
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 02/06/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

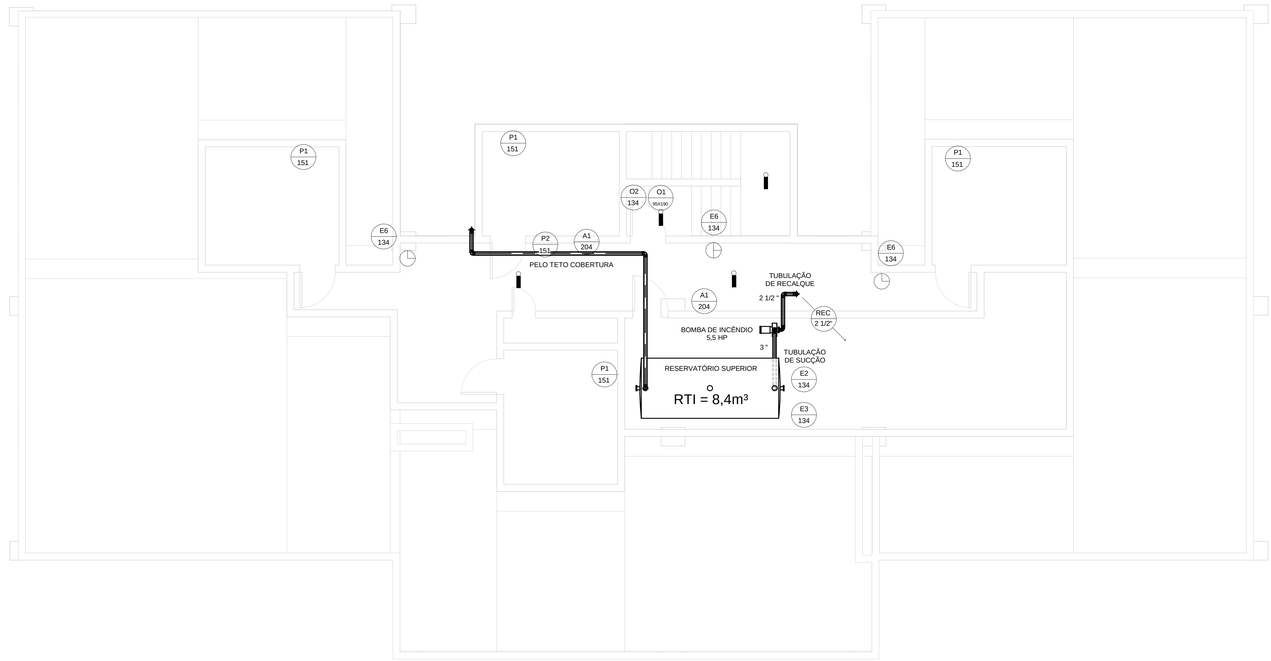
Orientador(a): Verificador

Título do Desenho: Instalações de Gás
Planta Baixa - Pavimento de Uso Comum

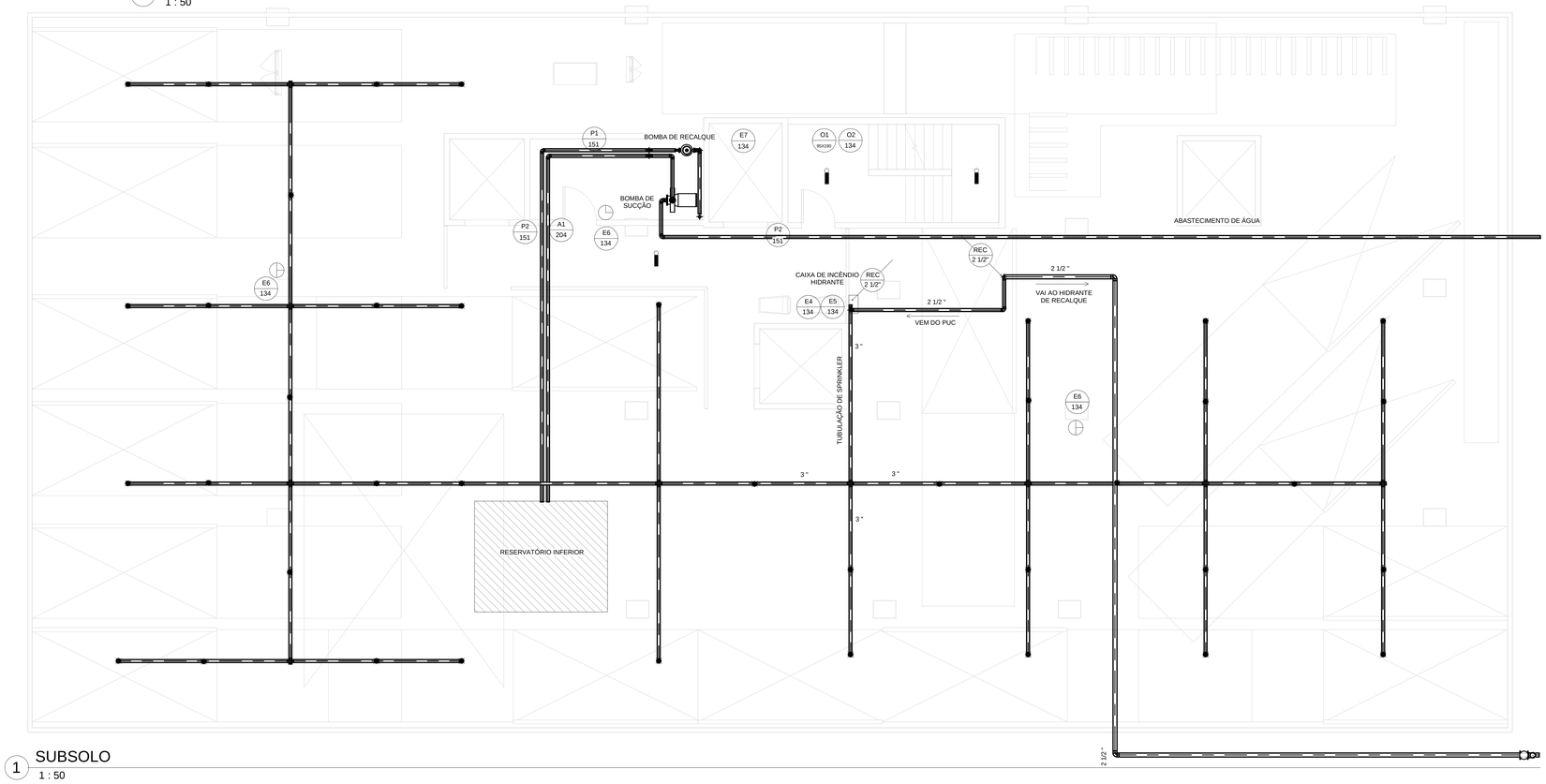
Prancha: 2

Escala 1 : 50

08/06/2020 19:11:07



2 COBERTURA
1 : 50



1 SUBSOLO
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

- EXTINTOR DE GÁS CARBÔNICO
- EXTINTOR DE ÁGUA PRESSURIZADA
- EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO SECO
- ELETROBOMBA
- TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO
- CAIXA DE INCÊNDIO - HIDRANTE
- BICO DO SPRINKLER
- P1 151 — PROIBIDO FUMAR
- P2 151 — PROIBIDO UTILIZAR ELEVADOR EM CASO DE INCÊNDIO
- A1 204 — RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO
- A2 204 — RISCO DE EXPLOSÃO
- O1 95X190 — ESCADA DE EMERGÊNCIA
- O2 134 — NÚMERO DO PAVIMENTO
- O3 95X190 — SAÍDA DE EMERGÊNCIA
- E1 134 — ALARME SONORO
- E2 134 — CMD ALARME INCÊNDIO
- E3 134 — CMD BOMBA DE INCÊNDIO
- E4 134 — ABRIGO DE MANGUEIRA E HIDRANTE
- E5 134 — VÁLVULA DO SPRINKLER
- E6 134 — EXTINTOR DE INCÊNDIO
- E6 134 — EXTINTOR DE INCÊNDIO
- E7 134 — INTERFONE DE EMERGÊNCIA
- LÂMPADA DE EMERGÊNCIA

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: Data de emissão

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

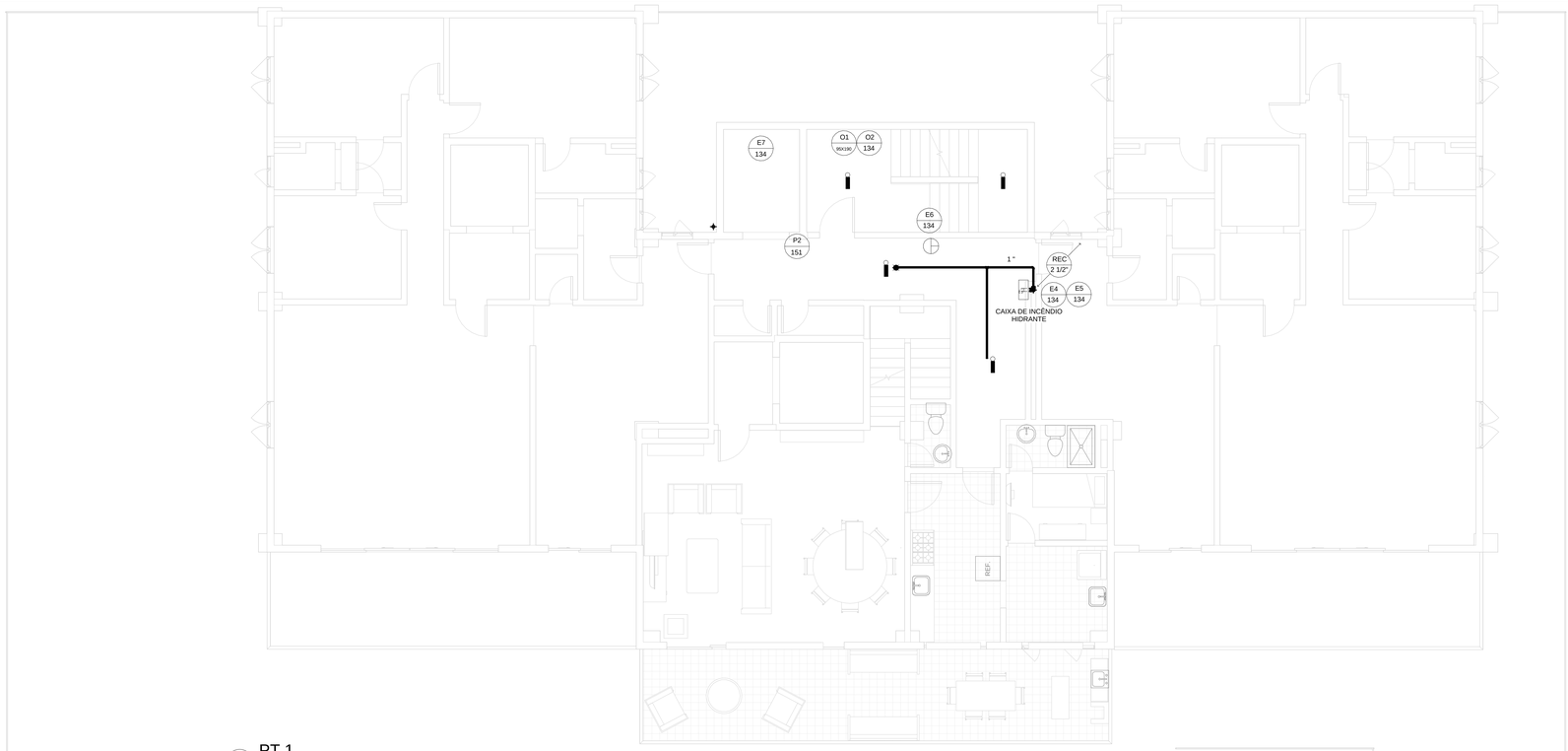
Orientador(a): Verificador

Título do Desenho: Cobertura e Subsolo

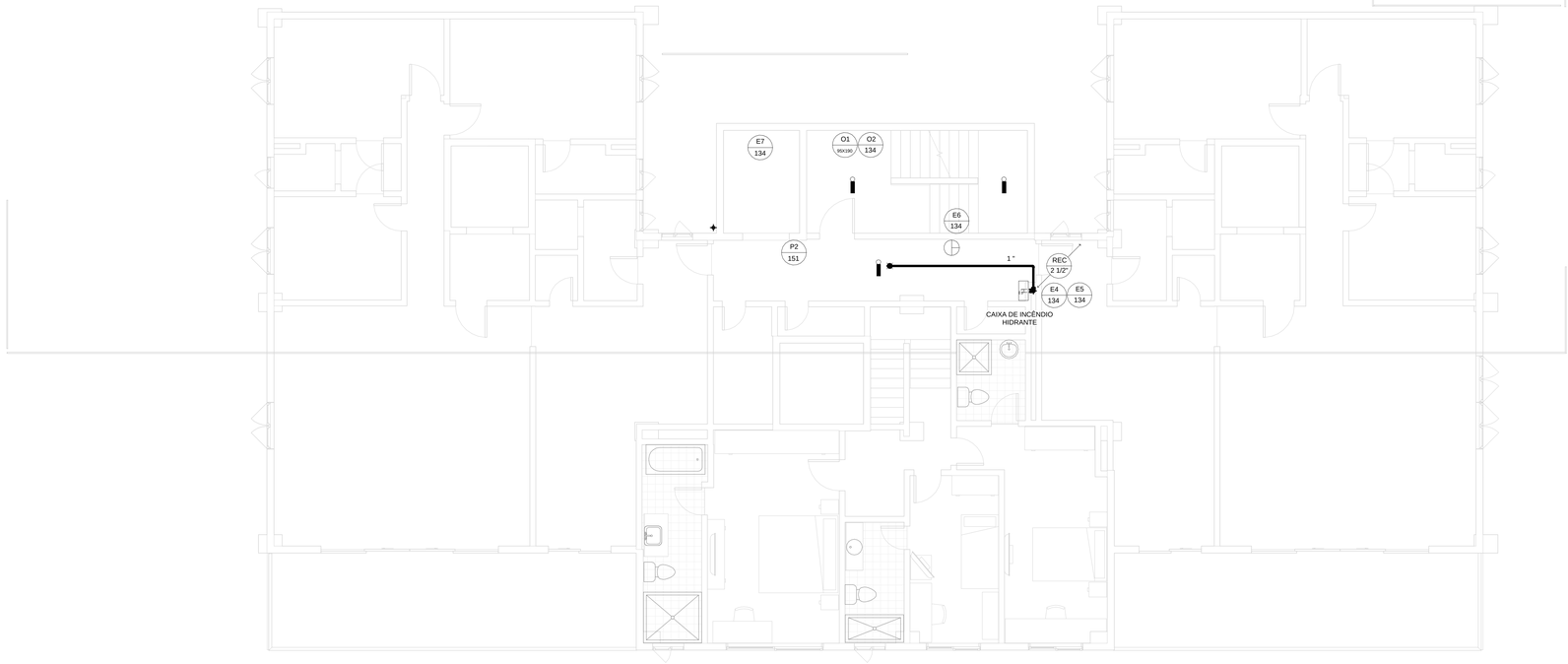
Prancha: 1

Escala 1 : 50

30/06/2020 21:32:52



1 PT 1
1 : 50



2 PT 2
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

- EXTINTOR DE GÁS CARBÔNICO
- EXTINTOR DE ÁGUA PRESSURIZADA
- EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO SECO
- ELETROBOMBA
- TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO
- CAIXA DE INCÊNDIO - HIDRANTE
- BICO DO SPRINKLER
- P1 151 — PROIBIDO FUMAR
- P2 151 — PROIBIDO UTILIZAR ELEVADOR EM CASO DE INCÊNDIO
- A1 204 — RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO
- O1 95X190 — ESCADA DE EMERGÊNCIA
- O2 134 — NÚMERO DO PAVIMENTO
- O3 95X190 — SAÍDA DE EMERGÊNCIA
- E1 134 — ALARME SONORO
- E2 134 — CMD ALARME INCÊNDIO
- E3 134 — CMD BOMBA DE INCÊNDIO
- E4 134 — ABRIGO DE MANGUEIRA E HIDRANTE
- E5 134 — VÁLVULA DO SPRINKLER
- E6 134 — EXTINTOR DE INCÊNDIO
- LÂMPADA DE EMERGÊNCIA

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: Data de emissão

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

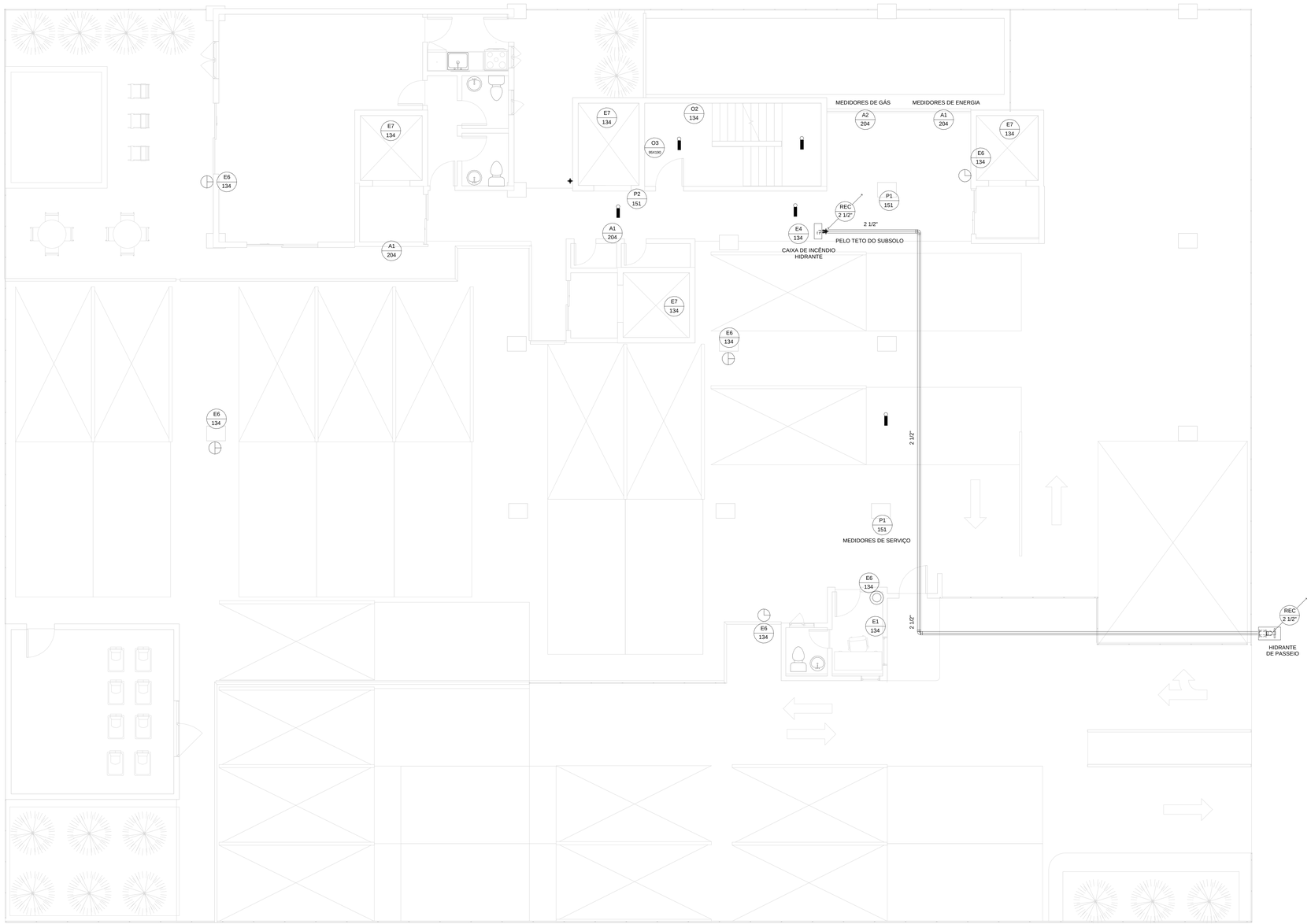
Orientador(a): Verificador

Título do Desenho: PT1 e PT2

Prancha: 2

Escala 1 : 50

30/06/2020 21:32:55



1 PUC
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

- HIDRANTE DE RECALQUE
- EXTINTOR DE GÁS CARBÔNICO
- EXTINTOR DE ÁGUA PRESSURIZADA
- EXTINTOR DE PÓ QUÍMICO SECO
- ELETROBOMBA
- TUBULAÇÃO DE INCÊNDIO
- CAIXA DE INCÊNDIO - HIDRANTE
- BICO DO SPRINKLER
- P1 151 — PROIBIDO FUMAR
- P2 151 — PROIBIDO UTILIZAR ELEVADOR EM CASO DE INCÊNDIO
- A1 204 — RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO
- A2 204 — RISCO DE EXPLOSÃO
- O1 95X190 — ESCADA DE EMERGÊNCIA
- O2 134 — NÚMERO DO PAVIMENTO
- O3 95X190 — SAÍDA DE EMERGÊNCIA
- E1 134 — ALARME SONORO
- E2 134 — CMD ALARME INCÊNDIO
- E3 134 — CMD BOMBA DE INCÊNDIO
- E4 134 — ABRIGO DE MANGUEIRA E HIDRANTE
- E5 134 — VÁLVULA DO SPRINKLER
- E6 134 — EXTINTOR DE INCÊNDIO
- E7 134 — INTERFONE DE EMERGÊNCIA
- LÂMPADA DE EMERGÊNCIA

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: Data de emissão

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

Orientador(a): Verificador

Título do Desenho: PUC

Prancha: 3

Escala 1 : 50

30/06/2020 21:32:59

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Instalações de Combate e Prevenção de Incêndio

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz,
Profa. Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro

Junho de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5

2. MEMORIAL DESCRITIVO 5

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 6

4. MEMORIAL DE CÁLCULO 6

4.1. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO 6

4.2. MEDIDAS DE SEGURANÇA OBRIGATÓRIAS 7

4.3. RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (RTI) 9

4.4. EXTINTORES 10

4.5. CANALIZAÇÃO PREVENTIVA 16

4.5.1. DIMENSIONAMENTO DA BOMBA DE INCÊNDIO 19

4.6. CHUVEIROS AUTOMÁTICOS 25

4.7. SINALIZAÇÂO DE SEGURANÇA 28

4.7.1. Proibição 31

4.8. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA 35

5. ANEXOS 40

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1 - Esquema de sinalização e localização dos extintores. 15

Figura 4-2 - Detalhe do hidrante de passeio. 18

Figura 4-3 - Detalhe do hidrante dos pavimentos tipo. 19

Figura 4-4 - Esquema isométrico da rede de incêndio. 21

Figura 4-5 - Croqui da fixação da tubulação e do chuveiro pendente (NBR 10897) 27

Figura 4-6 - Setas e placas indicativas. .....**Error! Bookmark not defined.**

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4-1: Anexo II - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação 6

Tabela 4-2 - Exigências para edificações do grupo A. (COSCIP)..... 8

Tabela 4-3 - Áreas e distâncias máximas por extintor (COSCIP, 1976).**Error! Bookmark not defined.**

Tabela 4-4 - Quantidade de extintores por área (COSCIP, 1976). 15

Tabela 4-5 – Localização obrigatória de extintores segundo seu tipo. 12

Tabela 4-6 - Cálculo das perdas de carga na sucção.....21

Tabela 4-7 - Cálculo das perdas de carga na sucção.....22

Tabela 4-8 - Cálculo das perdas de carga no recalque. 23

Tabela 4-9 – Exemplos de classificação de ocupações (Tabela A.1 do anexo) 26

Tabela 4-10 – Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos (Tabela 10 do anexo) 26

Tabela 4-11 – Diâmetro nominal em ocupações de risco leve (tabela 18 da NBR 10897).....26

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o dimensionamento das instalações de proteção contra incêndio e pânico do edifício Recreio Garden, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

Os materiais e equipamentos empregados nas instalações de proteção contra incêndio e pânico do empreendimento Recreio Garden estão abaixo relacionados:

- Tubulações (aço galvanizado):
  - Tubo de 1”, 2 1/2" e 3”.
- Aparelhos e acessórios:
  - Registro de gaveta de 3”;
  - Abrigo para mangueira;
  - Extintor de pó químico seco;
  - Extintor de CO2;
  - Extintor de água pressurizada;
  - Chuveiros automáticos
- Equipamentos:
  - Bomba de incêndio de 5 CV;

O sistema de medição implementado é do tipo individualizado com medidores nos pavimentos tipo.

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base as seguintes normas brasileiras técnicas:

- DECRETO nº 42-2018 – Código de Segurança contra Incêndio e Pânico (COSCIP) - 26.12.18
- NBR 13768:1997 – Acessórios destinados à porta corta-fogo para saídas de emergência;
- NBR 10898:2013 – Sistemas de Iluminação de Emergência;
- NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios;
- Norma NR EMG-BM/7-001 / 19993.
- Norma NBR16400 – Chuveiros automáticos para controle e supressão de incêndios.

Também são utilizadas como referência as seguintes bibliografias:

- Apostila de curso de Sistemas Prediais 2 /UFRJ (Elaine Garrido Vazquez – 2019)
- NT 2-01– Sistema de proteção por extintores de incêndio
- NT 2-02 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio
- NT 2-05 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico
- NT 2-06 - Iluminação de emergência

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

§1º - O COSCIP estabelece normas de segurança contra incêndio e pânico, destinadas à proteção da vida, do patrimônio e do meio ambiente, a serem aplicadas às edificações e áreas de risco, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro.

4.1. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Segundo o Anexo II do COSCIP, o edifício Recreio Garden se classifica como edificação residencial privativa multifamiliar, na divisão A-2.

Tabela 4-1: Anexo II - Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Definição e exemplos
A	Residencial	A-1	Residencial privativa unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas)
		A-2	Residencial privativa multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Residencial coletiva	Pensionatos, internatos, orfanatos, alojamentos, mosteiros, conventos.
		A-4	Agrupamento residencial privativo unifamiliar	Conjunto de duas ou mais edificações residenciais privativas unifamiliares dentro de um lote.
		A-5	Agrupamento residencial privativo multifamiliar	Conjunto de duas ou mais edificações residenciais privativas multifamiliares dentro de um lote.
		A-6	Mista	Edificação composta de unidades residenciais privativas (apartamentos) e unidades autônomas destinadas a espaços comerciais (lojas ou salas).

Tabela 4-2: Anexo B da NT 1-04 – Classificação quanto ao riso

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Risco
A	Residencial	**A-1**	Residencial privativa unifamiliar	**PEQUENO**
		A-2	Residencial privativa multifamiliar	**PEQUENO**
		A-3	Residencial coletiva	**MÉDIO 1**
		A-4	Agrupamento residencial privativo unifamiliar	**PEQUENO**
		A-5	Agrupamento residencial privativo multifamiliar	**PEQUENO**
		A-6	Mista (ver item 5.9)	**MÉDIO 1**
B	Serviço de hospedagem	**B-1**	Hotel e assemelhados	**MÉDIO 1**
		B-2	Hotel residencial	

Segundo o Anexo B da NT 1-04, o edifício Recreio Garden se enquadra como “Edificação de Pequeno Risco”, visto que sua tipologia é multifamiliar (Sem serviço de restaurantes, lavanderias, etc.).

4.2. MEDIDAS DE SEGURANÇA OBRIGATÓRIAS

O edifício Recreio Garden, devido a sua classificação, se encaixa na tabela 3 do Anexo III do COSCIP, dentro da divisão A-2. Na tabela, representada abaixo, encontram-se as medidas de segurança que deverão ser atendidas.

Tabela 4-3 - Exigências para edificações do grupo A. (COSCIP).

Tabela 3 – Exigências para edificações do grupo A (divisões A-2 e A-3) com área superior a 900m² ou superior a 02 pavimentos

Grupo de ocupação e uso	GRUPO A – RESIDENCIAL											
Divisão	A-2						A-3					
Medidas de Segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto ao nº de pavimentos e à altura (em metros)						Classificação quanto ao nº de pavimentos e à altura (em metros)					
	Térrea	2pav	3pav	4 e 5pav	Acima de 5pav com H ≤ 30m	H > 30m	Térrea	2pav	3pav	4, 5 e 6pav	Acima de 6pav com H ≤ 30m	H > 30m
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hidrantes e mangotinhos	X	X	X[2]	X	X	X	X	X	X[1]	X	X	X
Chuveiros automáticos	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Sinalização de segurança	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alarme de Incêndio	X	X	X[2]	X	X	X	X	X	X[1]	X	X	X
Detecção de Incêndio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X[3]	X[3]	X[3]	X[4]	X[4, 5, 6]	X	X[3]	X[3]	X[4, 9]	X[4, 9]	X[4, 9, 10]
Hidrante urbano	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]	X[7]
Acesso de viatura em edificações	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X	X	X	-	-	-	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Controle de Materiais de Acabamento	-	-	-	X[8]	X[8]	X[8]	-	-	-	X[8]	X[8]	X[8]

OBSERVAÇÕES ESPECÍFICAS:

1- Exigido apenas para as edificações com ATC superior a 600m².
2- Exigido apenas para as edificações com ATC superior a 900m².
3- A escada de emergência da edificação deve ser do tipo Não Enclausurada, conforme NT específica.
4- A escada de emergência da edificação deve ser do tipo Enclausurada, conforme NT específica.
5- Deve haver, no mínimo, 02 escadas de emergência para edificações com 25 ou mais pavimentos.
6- Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 80m.
7- Exigido apenas para as edificações com ATC igual ou superior a 1.500m².
8- Aplica-se somente às áreas comuns da edificação.
9- As edificações da Divisão A-3 com 15 ou mais pavimentos, qualquer que seja a área construída, devem possuir no mínimo duas escadas de emergência.
10- Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60m.

O edifício Recreio Garden possui altura superior a 30 metros, portanto deverão ser obrigatoriamente adotadas as seguintes medidas de segurança:

- Extintores
- Hidrantes e mangotes
- Chuveiros automáticos
- Sinalização de segurança
- Iluminação de emergência
- Alarme de incêndio
- Saídas de emergência

- Hidrante Urbano
- Acesso de viatura em edificações
- Compartimentação vertical
- Segurança estrutural contra incêndio
- Controle de materiais de acabamento (áreas comuns)

4.3. RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO (RTI)

Conforme consta na NT 2-02:

(...)

*"**5.9.1** A reserva técnica de incêndio (RTI) será calculada da seguinte forma:*

$$\mathrm{RTI} = [60 + (\mathrm{nº\ hid.} \times \omega)] \times \mathrm{Qsistema}$$

Onde:

***60** = autonomia de água para incêndios, em minutos;*

***nº. hid**. = número total de hidrantes na edificação;*

***ω** = constante atribuída para majoração e manutenção do volume da água de incêndio no(s) reservatório(s) igual a 2 min;*

***$Q_{sistema}$** = vazão do sistema de incêndio, obtido através da Tabela 1."*

(...)

*"**5.10.13** Para os casos em que o reservatório de abastecimento não for exclusivo para incêndio, a(s) tomada(s) de água desse(s) deve(m) ser instalada(s) de modo a garantir o volume mínimo da reserva técnica de incêndio para o combate.*

***5.10.14** Para efeito de cumprimento da exigência prevista em 5.10.13, a(s) tomada(s) de água deverá(ão) estar localizada(s) no fundo dos reservatórios."*

(...)

Como o terreno do Recreio Garden tem comprimento de 40 m e largura de 30 m e os hidrantes por andar estão aproximadamente posicionados na sua área central, o comprimento das linhas de mangueira não ultrapassa 30 m. Assim, cada pavimento tipo, o PUC e o subsolo comportam 1 hidrante cada, totalizando 12 para o empreendimento. Logo, a RTI deve equivaler a:

$$\text{RTI} = [60min\ +\ (12.\text{x}\ 2\text{m}in)]\ \text{x}\ \frac{100\text{l}}{min} = 8.400l$$

$$\text{RTI} = 8.400\ \text{litros} = 8{,}4\ \text{m}^3$$

4.4. EXTINTORES

A NT 2-01 estabelece os requisitos exigíveis para projeto, dimensionamento e instalação de extintores de incêndio portáteis e sobre rodas, em edificações e áreas de risco, para combate a princípio de incêndio, conforme previsto no Decreto Estadual no 42/2018 – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio de Janeiro (COSCIP).

Neste projeto serão apresentados os extintores necessários em cada localização do edifício de acordo com a CBMERJ. Para definir o local, o número e a especificação destes equipamentos de combate a incêndio, foram consultadas as tabelas da NT-02.

Conforme NT 2-01:

*"4.1 **Área protegida**: área medida em metros quadrados de piso, protegida por uma unidade extintora, em função do risco.*
*4.5 **Distância máxima a ser percorrida**: distância máxima real, em metros, a ser percorrida por um operador, do ponto de fixação do extintor a qualquer ponto da área protegida pelo extintor. Devem ser considerados todos os obstáculos arquitetônicos, mobiliários e etc*
*4.7 **Extintor portátil**: extintor de incêndio que pode ser transportado manualmente, sendo que sua massa total não pode ultrapassar 20 kg.*
*4.8 **Extintor sobre rodas**: extintor de incêndio, montado sobre rodas, cuja massa total não pode ultrapassar 250 kg, operado e transportado por um único operador.*
*4.9 **Fogo classe A**: fogo envolvendo materiais combustíveis sólidos, tais como madeiras, tecidos, papéis, borrachas, plásticos termoestáveis e outras fibras orgânicas, que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos.*
*4.10 **Fogo classe B**: fogo envolvendo líquidos e/ou gases inflamáveis ou combustíveis, plásticos e graxas que se liquefazem por ação do calor e queimam somente em superfície.*
*4.11 **Fogo classe C**: fogo envolvendo equipamentos energizados, fios, cabos, quadros elétricos e similares, onde deve se utilizar extintores não condutores de eletricidade para proteger seus operadores".*

(...)

Tabela 4-4: Tabela 03 da NT 2-01 – Determinação da unidade extintora, área e distância a serem percorridas para fogo classe A

Extintor Classe A	Risco		
	Pequeno	Médio 1 e 2	Grande
Unidade extintora	2A	2A	4A
Área máxima protegida por 01 (uma) unidade extintora	250 m²	150 m²	100 m²
Distância máxima percorrida	20m	15m	10m

Tabela 4-5: Tabela 04 da NT 2-01– Determinação da unidade extintora, área e distância a serem percorridas para fogo classe B

Risco	Unidade extintora	Distância máxima a ser percorrida(metros)
Pequeno	10B	10
	20B	15
Médio 1 e 2	20B	10
	40B	15
Grande	40B	10
	80B	15

Tabela 4-6: Tabela 05 – Classes do fogo e distâncias máximas a serem percorridas

Classe do Fogo	Distância Máxima a ser Percorrida (metros)
C	10

Anexo A da NT 2-01: Capacidade Extintora

Equivalência de Capacidade Extintora					
Agente Extintor	**Classificação**	**Modelo**	**Classe A**	**Classe B**	**Classe C**
Água Pressurizada	Portátil	10 L	2-A	-	-
	Sobre Rodas	75 L	10-A	-	-
		150 L	20-A	-	-
Espuma Mecânica	Portátil	9 L	2-A	10-B	-
Gás Carbônico (CO_2)	Portátil	6 kg	-	5-B	C
	Sobre Rodas	10 kg	-	10-B	C
		25 kg	-	10-B	C
		30 kg	-	10-B	C
		50 kg	-	10-B	C
PQS (Bicarbonato de Sódio)	Portátil	4 kg	-	20-B	C
		6 kg	-	20-B	C
		8 kg	-	30-B	C
	Sobre Rodas	20 kg	-	30-B	C
		50 kg	-	30-B	C
ABC (Fosfato Monoamômico)	Portátil	4 kg	2-A	20-B	C
		6 kg	3-A	20-B	C
		8 kg	4-A	30-B	C
		12 kg	6-A	30-B	C
Halogenado	Portátil	3 kg	-	5-B	C
		6 kg	1-A	10-B	C

"6.4 Para a proteção por extintores de incêndio em instalações especiais, tais como ***casa de máquinas, casa de bombas, casa de força elétrica****, incinerador, sala de transformadores, sites de telefonia, grupo moto gerador e congêneres, deverão ser dimensionados extintores de incêndio de acordo com a Nota técnica ou a Norma Brasileira correspondente, devendo os referidos extintores* ***não distar mais do que 5 m da instalação a proteger****.*

6.7 Para edificações residenciais multifamiliares serão cobrados extintores na ***área de uso comum,*** *incluindo as* ***circulações dos pavimentos*** *destinados às unidades residenciais.*

6.8 Em situações onde são encontrados equipamentos energizados, deve-se utilizar extintores não condutores de eletricidade, ***observando a distância máxima a ser percorrida*** *pelo operador na Tabela 05."*

(...)

Além desses, os seguintes locais também devem obrigatoriamente ter extintores:

Tabela 4-7 – Localização obrigatória de extintores segundo seu tipo.

TIPO	LOCALIZAÇÃO	CAPACIDADE
Água	Portaria	R$ 90,00
Gás carbônico	Bombas, CMI, CME, PC E PI	R$ 300,00
Pó químico	Tipo/garagem	R$150,00

"5.1 ***Extintores portáteis****:*

Para a instalação dos extintores portáteis, devem ser observadas as seguintes exigências:

a) *quando forem fixados em paredes ou colunas, os suportes devem resistir a três vezes a massa total do extintor;*
b) *quando forem fixados em parede, devem ser observadas as seguintes alturas de montagem: – a posição da alça de manuseio não deve exceder 1,60 m do piso acabado, – a parte inferior deve guardar distância de, no mínimo, 10 cm do piso acabado*
c) *não devem ficar em contato direto com o piso;*
d) *devem possuir capacidade extintora mínima conforme Tabela 01."*

(...)

Tabela 4-8: Capacidades extintoras mínimas de extintores portáteis

Tipo de Agente Extintor	Capacidade Extintora Mínima
Água	2-A
Espuma mecânica	2-A : 10-B
Dióxido de carbono	5-B : C
Pó BC	20-B : C
Pó ABC	2-A : 20-B : C
Compostos halogenados	5-B : C

"5.2 ***Extintor sobre rodas***

Para a instalação dos extintores sobre rodas, devem ser observadas as seguintes exigências:

a) *não se admite a possibilidade de um extintor sobre rodas proteger locais situados em pavimentos diferentes;*
b) *só são admitidos extintores sobre rodas nos cálculos das unidades extintoras, quando estes tiverem livre acesso a qualquer parte da área protegida, sem impedimentos de portas, soleiras, degraus no piso, materiais e equipamentos;*
c) *não é considerado como extintor sobre rodas o conjunto de dois ou mais extintores instalados sobre um mesmo suporte e cujo acionamento seja individualizado;*
d) *os extintores de incêndio sobre rodas devem possuir capacidade extintora mínima conforme Tabela 02"*

Tabela 4-9: Capacidades extintoras mínimas de extintores portáteis

Tipo de Agente Extintor	Capacidade Extintora Mínima
Água	10-A
Espuma mecânica	6-A : 40-B
Dióxido de carbono	10-B : C
Pó BC	80-B : C
Pó ABC	6-A : 80-B : C

"**5.*1.1*** *O extintor deve ser instalado de maneira que:*

a) haja menor probabilidade de o fogo bloquear seu acesso;
b) seja visível, para que todos os usuários fiquem familiarizados com a sua localização;
c) permaneça protegido contra intempéries e danos físicos em potencial;
d) não fique obstruído por pilhas de mercadorias, matérias-primas ou qualquer outro material;
e) esteja junto ao acesso dos riscos;
f) sua remoção não seja dificultada por suporte, base, abrigo, etc;
g) não fique instalado em escadas."

(...)

Com isso, detalhou-se as áreas a serem protegidas com suas respectivas unidades extintoras. Após essa especificação, determinou-se a quantidade e locação em planta por meio da área máxima a ser protegida e as distâncias máximas percorridas.

O método utilizado para decidir tal quantidade começa com observar a área total do ambiente a ser protegido e ver, a partir da área máxima protegida por uma unidade extintora, quantas unidades seriam necessárias. Após isso, foi conferido se este número de extintores é suficiente, utilizando como novo parâmetro a distância máxima percorrida.

Tabela 4-10 - Quantidade de extintores por área (Recreio Garden)

PAVIMENTO	LOCAL	Área Útil (m2)	EXTINTOR	TIPO		Distância máxima (m)	Quant. de extintores
SUBSOLO	Estacionamento	711.31	PQS	20-B, C	4Kg Portátil	15m	2
	Casa de Bombas	10.34	CO_2	10-B, C	10kg Sobre rodas	10m	1
PUC	Estacionamento	545.72	PQS	20-B, C	4Kg Portátil	15m	2
	Portaria	4.38	ÁGUA	2-A	10L Portátil	20m	1
	PI e PC Apts	-	CO_2	10-B, C	10kg Sobre rodas	10m	1
	PI e PC Comum	-	CO_2	10-B, C	10kg Sobre rodas	10m	1
	Piscina e Salão	169.42	PQS	20-B, C	4Kg Portátil	15m	1
PAVIS TIPO ÍMPAR	Área Comum	19.79	PQS	20-B, C	4Kg Portátil	15m	1
PAVS TIPO PAR	Área Comum	12.95	PQS	20-B, C	4Kg Portátil	15m	1
COBERTURA	Área Comum	31.64	PQS	20-B, C	4Kg Portátil	15m	1
	Casas de Máquinas	73.55	CO_2	10-B, C	10kg Sobre rodas	10m	2

Com as tabelas 4-8 e 4-9 é possível observar as capacidades extintoras mínimas dos diferentes tipos de extintor, portátil ou sobre rodas. Assim é feita a escolha do tipo correto de extintor. Por exemplo, o extintor de CO_2 deve ser sobre rodas, visto que sua capacidade mínima é de 10 litros e esta é a capacidade utilizada no projeto.

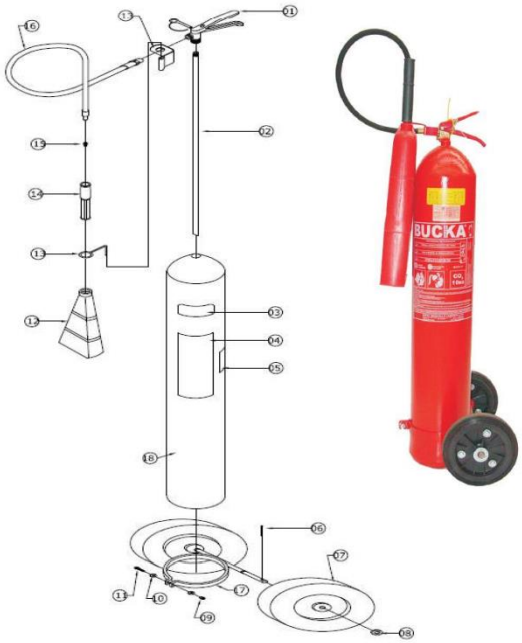


Figura 4-1 – Extintores de CO_2 de 10Kg sobre rodas

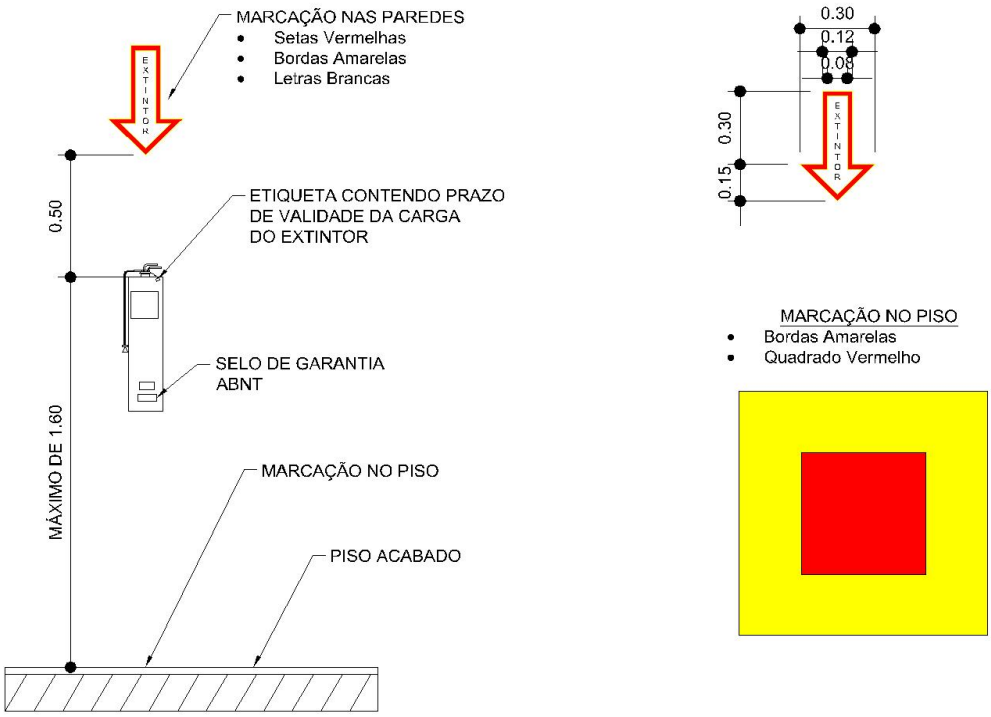


Figura 4-2 – Esquema de sinalização e instalação dos extintores portáteis

4.5. CANALIZAÇÃO PREVENTIVA

O COSCIP estipula que o edifício Recreio Garden possua um sistema de hidrantes ou mangotinhos, pois se trata de uma edificação de risco pequeno.

As especificações devem estar de acordo com a Nota Técnica nº 2-02:2019:

Tabela 4-11: Classificação dos Riscos (NT 2-02)

Classificação de Risco	Esguicho		Mangueira			Hidrantes	Pressão de Trabalho (mca)	Vazão (L/min)
	Tipo	Diâmetro (mm)	Diâmetro (mm)	Comp. Máx. (m)	Tipo			
Risco Pequeno - Mangotinho	Regulável	25	25	30	Semi-rígida	1	58	100
Risco Pequeno	Regulável	38	38	30	Flexível	1	10	100
Risco Médio 1	Regulável	38	38	30	Flexível	1	35	200
Risco Médio 2	Regulável	38	63	30	Flexível	2	35	400
Risco Grande	Regulável	63	63	30	Flexível	2	40	1000

*"**5.2.9** O sistema preventivo, quando em agrupamentos diversos, deverá possuir um distribuidor geral com diâmetro nominal mínimo de 75 mm (3") e suas derivações para os blocos dos referidos agrupamentos serão, no mínimo, em 63 mm (2 ½") de acordo com a sua classificação de risco, e dotadas de hidrantes de recalque (fachada ou passeio)*

Parágrafo único *– Para atender à pressão mínima exigida no presente artigo, admite-se a instalação de bomba elétrica, de partida automática, com ligação de alimentação independente da rede elétrica geral.*

5.3.5 *Para as edificações classificadas como risco pequeno e risco médio 1 (canalização preventiva), os abrigos terão forma paralelepipedal com as dimensões mínimas de 75 cm de altura, 45 cm de largura e 17 cm de profundidade*

5.3.7 *Para edificações classificadas como risco pequeno e risco médio 1 (canalização preventiva), cada abrigo deverá possuir registro globo angular de 63 mm (2 1/2") de diâmetro, junta storz de 63 mm (2 1/2") e redução para 38 mm (1 1/2") de diâmetro, onde será estabelecida a linha de mangueiras, conforme NBR 16021.*

5.5.2 *As vazões e pressões dos sistemas preventivos serão obtidas na saída dos hidrantes mais desfavoráveis hidraulicamente, representadas através de cálculos preliminares, devendo sempre ser observada a vazão e a pressão mínimas de trabalho, prevista na Tabela 1.*

5.5.3 *Os sistemas preventivos do tipo mangotinho deverão ser dotados de ponto de tomada d'água provido de registro de manobra e união do tipo engate rápido para utilização de mangueira de incêndio com 25 mm (1") de diâmetro.*

5.6.1 *Os hidrantes serão distribuídos nas edificações obedecendo aos seguintes critérios: a) a altura do registro do hidrante será, no mínimo, de 1 m e no máximo de 1,5 m do piso; b) o número de hidrantes será determinado segundo a extensão da área a proteger de modo que qualquer ponto do risco seja alcançado por uma linha de mangueira. O comprimento das linhas de mangueiras não poderá ultrapassar 30 m, o que será calculado medindo-se a distância de percurso compreendida entre o hidrante e o ponto mais distante a proteger.*

5.7.7 *A tubulação no seu trecho de sucção e recalque das bombas (colar hidráulico) terão diâmetros compatíveis para velocidades máximas de 2 m/s e 3 m/s, respectivamente.*

5.7.8 *A velocidade máxima da água na tubulação não deve ser superior a 5 m/s (considerando sucção e recalque) a qual deverá ser calculada pela seguinte fórmula:*

$V = Q / A$

- *V é a velocidade da água, em metros por segundo;*

- *Q é a vazão de água, em metros cúbicos por segundo;*
- *A é a área interna da tubulação, em metros quadrados*

5.7.8.1 *Para o cálculo da área deve ser considerado o diâmetro interno da tubulação.*

5.7.9 *Para efeito de equilíbrio de pressão para fins de atendimento ao 5.7.4, deverá ser adotada válvula redutora de pressão nos sistemas preventivos.*

5.7.9.1 *Complementarmente, para atendimento ao 5.7.4, poderá ser utilizada a opção de aumentar o diâmetro nominal da tubulação, de modo que, no cálculo, o parâmetro de pressão do sistema não exceda 100 mca.*

5.7.9.2 *Para sistemas conjugados (canalização ou rede preventiva e sistema de chuveiros automáticos do tipo sprinkler) admite-se pressão máxima de sistema até 121 mca (1.210 kPa).”*

(...)

Hidrante de Passeio (ou recalque): é um dispositivo do sistema de hidrantes instalado na canalização ou rede preventiva, destinado a utilização pelas viaturas do Corpo de Bombeiros; Será instalado no passeio público, terá registro tipo gaveta, com 63 mm (2 1/2”) de diâmetro e seu orifício externo disporá de junta storz, à qual se adaptará um tampão, ficando protegido por uma caixa metálica com tampa com dimensões de 0,30 por 0,40.

Figura 4-3 - Detalhe do hidrante de passeio.

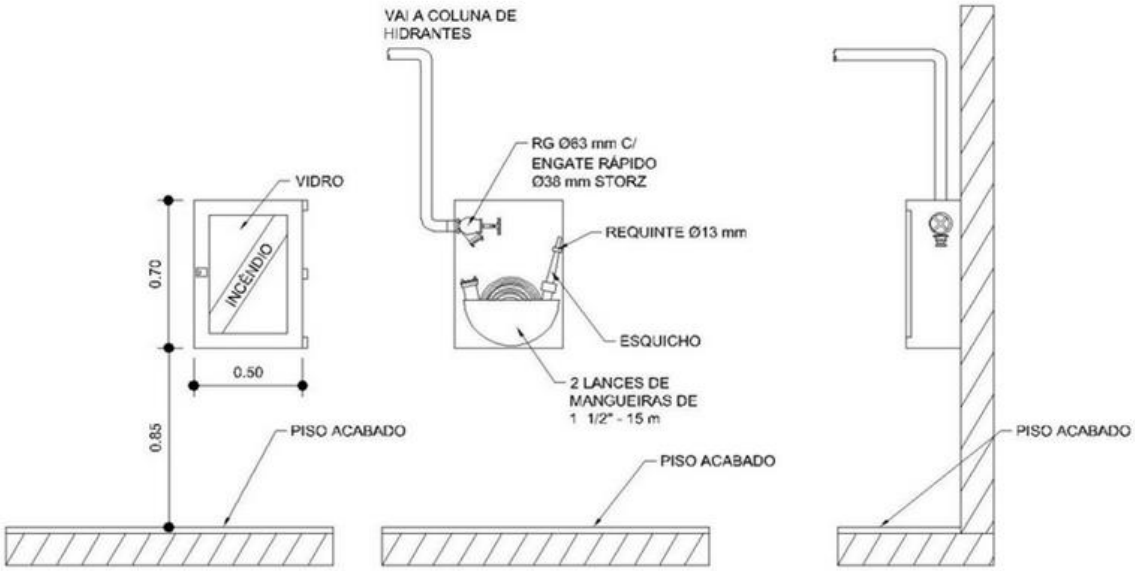


Figura 4-4 - Detalhe do hidrante dos pavimentos tipo.

4.5.1. DIMENSIONAMENTO DA BOMBA DE INCÊNDIO

Para que a pressão d'agua mínima exigida seja atendida, será necessário que uma bomba seja instalada na saída do reservatório de incêndio. A sua potência será definida pela seguinte equação:

$$P = {Q * H_{man}}/{75 * R}$$

Onde:

- P = Potência da bomba, em CV;
- Q = Vazão exigida pelo Cospip, em L/s;
- H_{man} = Altura manométrica total, em m.c.a.;
- R = Rendimento da bomba.

Manter o hidrante do último pavimento com uma **pressão** média de **2 kg/cm²** ou aproximadamente **20 m.c.a**.

A **vazão** exigida pelo Código é de 2 x 250 litros/min. **Q = 8,33 l/s ou 30 m³/h**. A altura manométrica será obtida através da seguinte fórmula:

$$H_{man} = H_u + H_{perdas} - (H_{est,s} + H_{est,r})$$

Onde:

- H_u **=** Pressão/altura de utilização = 20 m.c.a. (exigido pelo COSCIP);
- H_{perdas} = Altura devido às perdas em m.c.a.;
- $H_{est,s}$ = Altura estática de sucção, em m.c.a.;
- $H_{est,r}$ = Altura estática de recalque, em m.c.a..

E a altura devido as perdas, por sua vez, é obtida através das seguintes fórmulas:

$$H_{perdas} = H_{perdas,sucção} + H_{perdas,recalque}$$
$$H_{perdas,sucção} = C_{suc} \times J_{suc}$$
$$C_{suc} = C_{virt,suc} + C_{des,suc}$$
$$H_{perdas,recalque} = C_{rec} \times J_{rec}$$
$$C_{rec} = C_{virt,rec} + C_{des,rec}$$

Onde:

- J: perda de carga na sucção/recalque, em m/m;
- C: comprimento total na sucção/recalque, em m.
- C_{virt}: comprimento equivalente das conexões no pior caminho, em m;
- C_{des} : comprimento real da tubulação no pior caminho, em m.

O COSCIP também estipular diâmetros mínimos para as tubulações de recalque e sucção, sendo elas 2 1/2” e 3” respectivamente.

Com o auxílio da tabela da tabela de perda de carga unitária de peças de aço ou ferro fundido e do isométrico da rede preventiva, calcula-se o comprimento equivalente de sucção e recalque.

Tabela 4-12 - Cálculo das perdas de carga na sucção.

DIÂMETRO NOMINAL D		COTOV. 90° RAIO LONGO	COTOV. 90° RAIO MÉDIO	COTOV. 90° RAIO CURTO	COTOV. 45°	CURVA 90° R/D = 1 1/2	CURVA 90° R/D = 1	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	REG. DE GAVETA ABERTO	REG. DE GLOBO ABERTO	REG. DE ÂNGULO ABERTO	TÊ PASS. DIRETA	TÊ SAÍDA DE LADO	TÊ SAÍDA BILATERAL	VÁLVULA DE PÉ E CRIVO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RET. TIPO LEVE	VÁLVULA DE RET. TIPO PESADO
mm	pol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,8	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	8,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,5	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

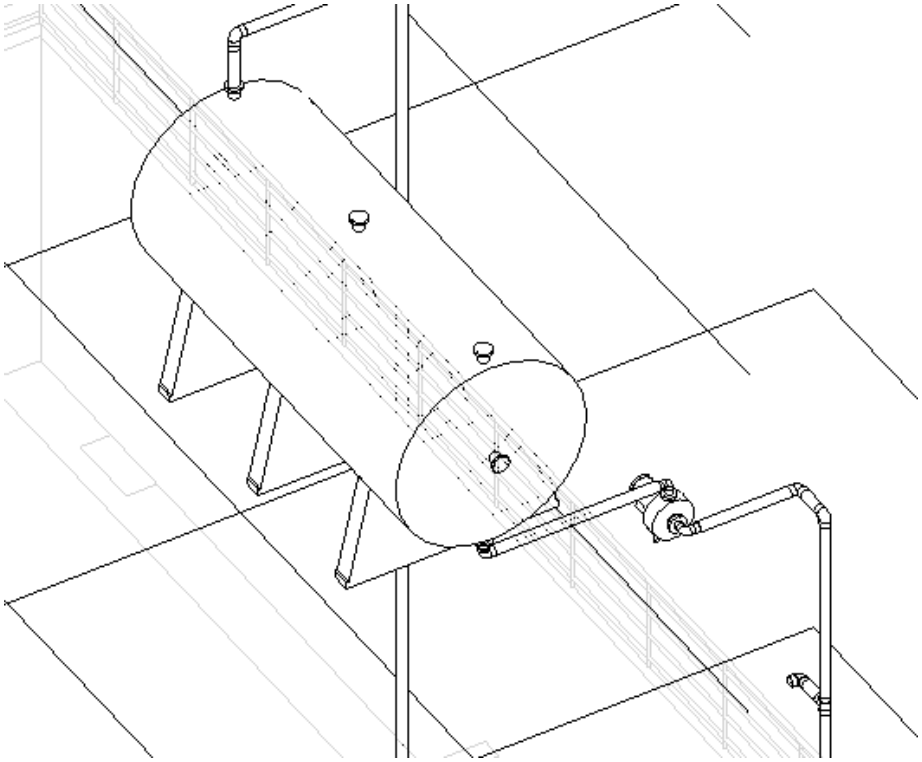


Figura 4-5 - Esquema isométrico da rede de incêndio.

Tabela 4-13 - Cálculo das perdas de carga na sucção.

Tubulação	Diâmetro (polegadas)	Peça	Quantidade	Perda de carga (un.)	Perda de carga (tot.)
Sucção	3"	Saída de canalização	1	2.2	2.2
		Registro de gaveta	1	0.5	0.5
		Curva 90º	2	1	2
		Tê passa de lado	0	5.2	0
Total					4.7
Comprimento real da tubulação					1.36
Comprimento total (Lv)					6.06

Tabela 4-14 - Cálculo das perdas de carga no recalque.

Tubulação	Diâmetro (polegadas)	Peça	Quantidade	Perda de carga (un.)	Perda de carga (tot.)
Recalque	2 1/2"	Registro globo aberto	1	21	21
		válvula de retenção leve	1	5.2	5.2
		Registro de gaveta	1	0.4	0.4
		Curva 90º	3	0.8	2.4
		Tê passa de lado	1	4.3	4.3
Total					29
Comprimento real da tubulação					0.9
Comprimento total (Lv)					29.9

Procedendo-se com a determinação da altura manométrica da bomba:

$$J = 605 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times 10^{4}$$

Galvanizado → C = 120

$$J_{suc} = 0{,}002021 * \frac{Q^{1{,}88}}{DI^{4{,}88}} = 0{,}002021 * \frac{8{,}33^{1{,}88}}{53{,}4^{4{,}88}} = 0{,}40 \text{ m/m}$$

$$J_{rec} = 0{,}002021 * \frac{Q^{1{,}88}}{DI^{4{,}88}} = 0{,}002021 * \frac{8{,}33^{1{,}88}}{66{,}6^{4{,}88}} = 0{,}14 \text{ m/m}$$

$$H_{perdas,sucção} = 6{,}06 * 0{,}40 = 2{,}42 \text{ m}$$

$$H_{perdas,recalque} = 29{,}9 * 0{,}14 = 4{,}19 \text{ m}$$

$$H_{perdas} = 2{,}42 + 4{,}19 = 6{,}61 \text{ m}$$

$$H_{est,s} = 1{,}7 \text{ m}$$

$$H_{est,r} = 1{,}8 \text{ m}$$

$$H_{man} = 20 + 6{,}61 - (1{,}7 + 1{,}8) = 23{,}11 \text{ m}$$

Considerando um rendimento da bomba de 60%, calcula-se a potência da mesma:

$$P = \frac{8{,}33 * 23{,}11}{75 * 0{,}60} = 4{,}30 \text{ CV}$$

Tabela 4-15: Acréscimo de Potência nas bombas

POTÊNCIA CALCULADA	ACRÉSCIMO
(CV)	(%)
Até 2	50
2 – 5	30
5 – 10	20
10 – 20	15
20	10

2 – 5: acréscimo de 30% → 4,30*1,3 = 5,6 CV ~ 5,5 HP

Portanto serão adotadas duas bombas de **5,5 HP (6")**

Verificação da Velocidade:

A tubulação no seu trecho de sucção e recalque das bombas (colar hidráulico) terão diâmetros compatíveis para velocidades máximas de 2 m/s e 3 m/s, respectivamente.

A velocidade máxima da água na tubulação não deve ser superior a 5 m/s (considerando sucção e recalque) a qual deverá ser calculada pela seguinte fórmula:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

V é a velocidade da água, em metros por segundo;

Q é a vazão de água, em metros cúbicos por segundo;

A é a área interna da tubulação, em metros quadrados.

✔ D_{suc} = 3" DE_{suc} = 88,9 mm (espessura 2,11) **DI_{suc} = 84,68 mm = 0,08468 m**

✔ D_{rec} = 2½" DE_{rec} = 73 mm (espessura 2,11) **DI_{rec} = 68,78 mm = 0,06878 m**

A **vazão** exigida pelo Código é de 2 x 250 litros/min: Q = 8,33 l/s – 0,00833 m^3/s

Vrec = 0,00833 / 0,005631 = 1,48 < 2,0m^2 → OK

Vsuc = 0,00833 / 0,003715= 2,24 < 3,0m^2 → OK

4.6. CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Como o Recreio Garden possui mais de 30m de altura, se faz obrigatória a instalação de chuveiros automáticos (sprinklers) nas áreas comuns do edifício, segundo a tabela 4-2.

De acordo com a NBR 10897:

(...)

*"**5.1.1.1** Tipos de chuveiros*

Os chuveiros podem ser dos seguintes tipos:

"chuveiros automáticos: são providos de um mecanismo comandado por um elemento termossensível, como, por exemplo, ampola de vidro, solda eutética, etc., que os mantém hermeticamente fechados. Automaticamente, entram em funcionamento pela própria ação do calor de um incêndio."

*"**5.5.3** Distâncias entre ramais e entre chuveiros nos ramais*

***5.5.3.1** Para ocupações de riscos leve e ordinário, as distâncias entre ramais e entre chuveiros nos ramais não devem exceder 4,60 m."*

***5.1.2** Tubulação*

***5.1.2.1** Nas instalações de chuveiros automáticos empregam-se tubos cujos requisitos de qualidade para condução de fluidos atendem a normas sobre o assunto relacionadas no Capítulo 2.*

***5.1.2.2** Tubulações aparentes são de aço-carbono, com ou sem costura, aço preto ou galvanizado, com rosca cônica, com as extremidades biseladas para solda, ou com sulcos para juntas mecânicas."*

(...)

Tabela 4-16 – Exemplos de classificação de ocupações (Tabela A.1 do anexo)

Classificação	Exemplos
Risco leve	Igrejas Clubes Escolas públicas e privadas (1°, 2° e 3° graus) Hospitais com ambulatórios, cirurgia e centros de saúde Hotéis Bibliotecas e salas de leituras, exceto salas com prateleiras altas Museus Asilos e casas de repouso Prédios de escritórios, incluindo processamento de dados Áreas de refeição em restaurantes, exceto áreas de serviço Teatros e auditórios, exceto palcos e proscênios Prédios da administração pública

Tabela 4-17 – Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos (Tabela 10 do anexo)

Tipo de teto	Método de cálculo	Área de cobertura m²			Distância máxima entre chuveiros automáticos m		
		Leve	Ord.	Extra	Leve	Ord.	Extra
Não combustível obstruído e não obstruído; combustível não obstruído	Calculado por tabela	18,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico	20,9		9,3 a 12,1a			3,7 a 4,6b
Combustível obstruído	Calculado por tabela	15,6		8,4			3,7
	Cálculo hidráulico			9,3 a 12,1a			3,7 a 4,6b
Combustível com elementos estruturais distanciados a menos de 0,90 m	Calculado por tabela	12,1		8,4			3,7
	Cálculo hidráulico			9,3 a 12,1a			3,7 a 4,6b

a Área de cobertura, risco extra: 9,3 m², se densidade ≥ 10,2 mm/min, e 12,1 m², se densidade < 10,2 mm/min.

b Espaçamento máximo: 3,7 m², se densidade ≥ 10,2 mm/min, e 4,6 m, se densidade < 10,2 mm/min.

Tabela 4-18 – Diâmetro nominal em ocupações de risco leve (tabela 18 da NBR 10897)

Tabela 18 - Ocupações de risco leve

Diâmetro nominal (mm)	Tubo de aço	Tubo de cobre
	Quant. máx. de chuveiros	Quant. máx. de chuveiros
25	2	2
32	3	3
40	5	5
50	10	12
65	30	40
80	60	65
100	Nota a)	Nota a)

QUANTIDADE E DISTÂNCIA MÁXIMA DE CHUVEIROS, DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO

- Ocupação → Residencial
- Risco → Leve
- Calculando por tabela, a área máxima de cobertura do bico é igual a 18,6m² e distância máxima entre chuveiros automáticos é 4,60m

Área total do pavimento subsolo → 711,60m²:

- Nº de sprinklers a serem adotados = 711,60/18,6 = 38,26 considerar **39 unidades**
- Tubo de aço com 80mm de diâmetro nominal

Área comum do pavimento tipo ímpar → 19,79m²:

- Nº de sprinklers a serem adotados = 19,79/18,6 = 1,06 considerar **2 unidades**
- Tubo de aço com 25mm de diâmetro nominal

Área comum do pavimento tipo par → 12,95m²:

- Nº de sprinklers a serem adotados = 12,95/18,6 = 0,7 considerar **1 unidade**
- Tubo de aço com 25mm de diâmetro nominal

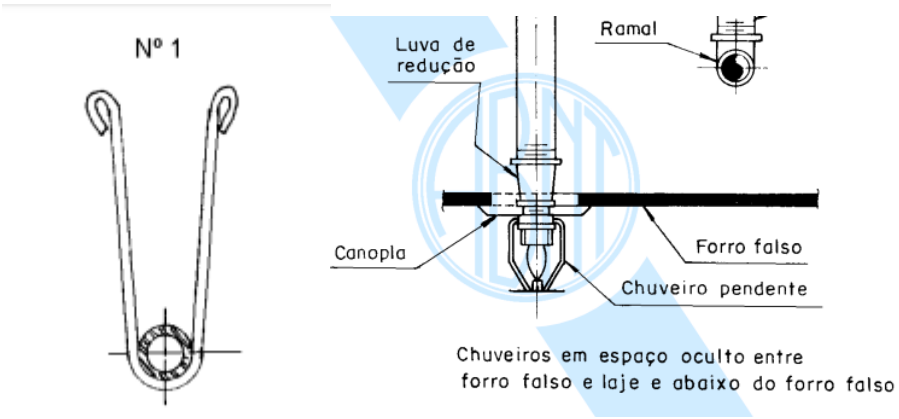


Figura 4-6 - Croqui da fixação da tubulação e do chuveiro pendente (NBR 10897)

Tabela 4-19 – Quantitativo de chuveiros sprinklers no edifício

PAVIMENTO	Nº DE CHUVEIROS	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO
Subsolo	39	80mm
Pav. Tipo 1	2	25mm
Pav. Tipo 2	1	25mm
Pav. Tipo 3	2	25mm
Pav. Tipo 4	1	25mm
Pav. Tipo 5	2	25mm
Pav. Tipo 6	1	25mm
Pav. Tipo 7	2	25mm
Pav. Tipo 8	1	25mm
Pav. Tipo 9	2	25mm
Pav. Tipo 10	1	25mm
Total	**54**	

4.7. SINALIZAÇÂO DE SEGURANÇA

A sinalização preventiva está descrita na Nota Técnica 2-05 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico.

Esta Nota Técnica (NT) estabelece os requisitos exigíveis que devem ser satisfeitos pelo **sistema de sinalização de segurança em edificações**, locais onde haja concentração de pessoas e áreas de risco, regulamentando o previsto no Decreto Estadual nº 42/2018 – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP).

Esta Nota Técnica aplica-se às edificações e áreas de risco para as quais a Sinalização de segurança contra incêndio e pânico é exigida nos termos do Decreto Estadual nº 42/2018 – COSCIP.

Tabela 4-20 – Quadro demonstrativo de exigências (NT 2-05)

Edificações	Orientação e salvamento / equipamentos	Proibição / alerta
A-4 (Agrupamento residencial unifamiliar)	Exigido (Vide obs. 1)	Exigido Vide obs. 2
A-2 (Residencial privativa multifamiliar) e A-5 (Agrupamento residencial privativo multifamiliar)	Exigido (Vide obs. 3)	Exigido (Vide obs. 2)
Demais edificações	Exigido (Vide obs. 4)	Exigido (Vide obs. 2)

Conforme NT 2-05:

(...)

*"**5.1** Deverão ser adotados os **padrões** (símbolos, distanciamentos, dimensões e representações) definidos pela ABNT **NBR 13434**, exceto quando citados nesta NT.*

***5.2** Será exigida sinalização de segurança, adotando-se os padrões definidos pela ABNT NBR 13434, nas edificações descritas na Tabela 1."*

***5.8** Os elevadores devem possuir sinalização específica composta por símbolo e mensagem de "NÃO USAR EM CASO DE INCÊNDIO", afixada próximo ao botão de chamada do elevador, devendo possuir efeito fotoluminescente."*

(...)

Conforme NBR 13434-2

*"**4.4** Sinalizações básicas*

As formas geométricas e as cores de segurança e de contraste devem ser utilizadas somente nas combinações descritas em 4.4.1 a 4.4.4, a fim de obter quatro tipos básicos de sinalização de segurança, observando-se os requisitos da tabela 1 para formas e dimensões e da tabela 3 para as cores.

***4.4.1** Sinalização de proibição*

A sinalização de proibição deve ser conforme indicado abaixo:

a) forma: circular;

b) cor de contraste: branca;
c) barra diametral e faixa circular (cor de segurança): vermelha;
d) cor do símbolo: preta;
e) margem (opcional): branca.

***4.4.2** Sinalização de alerta*

A sinalização de alerta deve ser conforme indicado abaixo:

a) forma: triangular;
b) cor do fundo (cor de contraste): amarela;
c) moldura: preta;
d) cor do símbolo (cor de segurança): preta;
e) margem (opcional): amarela.

***4.4.3** Sinalização de orientação e salvamento*

A sinalização de orientação deve ser conforme indicado abaixo:

a) forma: quadrada ou retangular;
b) cor do fundo (cor de segurança): verde;
c) cor do símbolo (cor de contraste): fotoluminescente;
d) margem (opcional): fotoluminescente.

***4.4.4** Sinalização de equipamentos*

A sinalização de emergência e de equipamento de combate a incêndio deve ser conforme indicado abaixo:

a) forma: quadrada ou retangular;
b) cor de fundo (cor de segurança): vermelha;
c) cor do símbolo (cor de contraste): fotoluminescente;
d) margem (opcional): fotoluminescente."

(...)

Os locais a seguir devem possuir de sinalização visual própria:

- Saídas da Edificação;
- PC de luz, força e gás;

- Área de “É Proibido Fumar”;
- Casa de Máquinas de Incêndio;
- Casa de Máquinas de Elevador;
- Número de pavimentos correspondente no interior da escada;
- Acima dos botões de chamadas dos elevadores com a inscrição: “Em caso de incêndio não use o elevador, desça a escada”.

4.7.1. Proibição

Serão adotadas as seguintes sinalizações de proibição nos locais indicados:

Proibido Fumar

	Proibido fumar	Símbolo: circular Fundo: branca Pictograma: preta Faixa circular e barra diametral: vermelhas	Todo local onde o fumo possa aumentar o risco de incêndio

- PUC – Pl’s de Gás
- Cobertura - Casas de Máquinas de Elevador
- Subsolo - Casa de Bombas

Proibido utilizar o elevador em caso de incêndio

	Proibido utilizar elevador em caso de incêndio		Nos locais de acesso aos elevadores comuns. Pode ser complementada pela mensagem "em caso de incêndio não use o elevador", quando for o caso

- Todos os pavimentos – Elevador de Serviço

4.7.2. Alerta

Risco de choque elétrico

	Cuidado, risco de choque elétrico		Próximo a instalações elétricas que ofereçam risco de choque

- PUC – Quadro de Luz (apartamentos e serviço)
- Cobertura – Quadro de Luz
- Subsolo – Quadro de Luz

Risco de Explosão

7		Cuidado, risco de explosão		Próximo a materiais ou áreas com presença de produtos (sólidos, gases ou vapores) com risco de explosão

- PUC – Quadro de Luz e PI do Gás (apartamentos e serviço)

4.7.3. Orientação

Escada de Emergência

	Escada de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido de fuga no interior das escadas Indica direita ou esquerda, descendo ou subindo O desenho indicativo deve ser posicionado de acordo com o sentido a ser sinalizado

- Pavimentos tipo – Vão da Escada
- Cobertura – Vão da Escada

Número do Pavimento

	Número do pavimento	Símbolo: retangular ou quadrado Fundo: verde Mensagem indicando número do pavimento, pode se formar pela associação de duas placas (por exemplo: 1º + SS = 1º SS), se necessário	Indicação do pavimento, no interior da escada (patamar)

- Todos os pavimentos – Vão da Escada

Saída de Emergência

	Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência Dimensões mínimas: L = 2,0 H

- PUC - Circulação

4.7.4. Equipamentos

Alarme Sonoro

	Alarme sonoro		Indicação do local de instalação do alarme de incêndio

- PUC - portaria

Comandos de Incêndio

 	Comando manual de alarme ou bomba de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Ponto de acionamento de alarme de incêndio ou bomba de incêndio Deve vir sempre acompanhado de uma mensagem escrita, designando o equipamento acionado por aquele ponto

- Cobertura – Casa de Bombas de Incêndio

Abrigo de Mangueira Hidrante

	Abrigo de mangueira e hidrante	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha	Indicação do abrigo da mangueira de incêndio com ou sem hidrante no seu interior

- Todos os pavimentos – acima da caixa do hidrante

Válvula de controle de Sprinklers

	Válvula de controle do sistema de chuveiros automáticos	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Indicação da localização da válvula de controle do sistema de chuveiros automáticos

- Todos os pavimentos – próximo à válvula de controle

Extintor de Incêndio

	Extintor de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Indicação de localização dos extintores de incêndio

- Todos os pavimentos – acima dos extintores

Interfone de emergência

22		Telefone ou interfone de emergência		Indicação da posição do interfone para comunicação de situações de emergência a uma central

- Elevadores sociais e de serviço

4.8. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A iluminação de emergência está descrita na Nota Técnica 2-06:

*"**1.1** Estabelecer os requisitos mínimos exigíveis para o sistema de iluminação de emergência a ser instalado em edificações e áreas de risco fechadas, regulamentando o Decreto Estadual nº 42/2018 - Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP).*

***1.2** Garantir o escape de pessoas, no caso de sinistro, de maneira eficaz e segura, assim como o controle das áreas por equipes de socorro e combate a incêndio."*

Esta Nota Técnica aplica-se a todas as edificações e áreas de risco na qual o sistema de iluminação de emergência é exigido, conforme Decreto Estadual nº 42/2018 – COSCIP.

(...)

*"**5.1** Requisitos Gerais*

***5.1.1** Adota-se a ABNT NBR 10898:2013 - Sistema de iluminação de emergência, no que não contrariar o disposto nesta NT.*

***5.1.2** O sistema de iluminação de emergência será exigido para as edificações e áreas de risco conforme Anexo III do Decreto nº 42/2018 – COSCIP, sendo:*

a) *Nos grupos A, D, E G, I, J, L e M, quando exigido, deve ser instalado nas escadas, halls de acesso às escadas e ao longo das rotas de saída.*

b) *Nos grupos B, C, F, H, deve ser instalado nas escadas, halls de acesso às escadas, áreas de refúgio, demais áreas comuns e ao longo das rotas de saída."*

(...)

Tabela 4-21 – Classificação das edificações – Anexo II da NT 2-06

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Definição e exemplos
A	Residencial	A-1	Residencial privativa unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas)
		A-2	Residencial privativa multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Residencial coletiva	Pensionatos, internatos, orfanatos, alojamentos, mosteiros, conventos.
		A-4	Agrupamento residencial privativo unifamiliar	Conjunto de duas ou mais edificações residenciais privativas unifamiliares dentro de um lote.
		A-5	Agrupamento residencial privativo multifamiliar	Conjunto de duas ou mais edificações residenciais privativas multifamiliares dentro de um lote.
		A-6	Mista	Edificação composta de unidades residenciais privativas (apartamentos) e unidades autônomas destinadas a espaços comerciais (lojas ou salas).

O Edifício Recreio Garden se enquadra na divisão A-2, portanto a iluminação de emergência deverá ser instalada nas escadas, halls de acesso às escadas e ao longo das rotas de saída.

(...)

*"**5.3** Instalação*

***5.3.1** Nos ambientes em que é exigida iluminação de emergência, as instalações devem ser de acordo com a ABNT NBR 10898:2013 - Sistema de iluminação de emergência, naquilo que não contrariar o disposto nesta NT."*

A distância máxima entre dois pontos de iluminação ambiente deve ser equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso. Nas escadas devem ser instalados no nível do pavimento e outro(s) no nível do patamar intermediário, ressaltando o fato de que não poderá existir ponto de sombra. "

(...)

Tabela 4-22: Intensidade Máxima para Evitar Ofuscamento – Tabela 1 da NBR 10898

Altura do ponto de luz em relação ao nível do piso m²	Intensidade máxima do ponto de luz cd	Iluminância ao nível do piso cd/m²
2,0	100	25
2.5	400	64
3,0	900	100
3,5	1600	131
4,0	2500	156
4,5	3500	173
5,0	5000	200
NOTA - As unidades integram o Sistema Internacional de Unidades - SI, conforme a NBR 5456.		

(...)

"**4.8.10** A corrente por circuito de iluminação de emergência não poderá ser maior que 12 A por fiação. Cada circuito não poderá alimentar mais de 25 luminárias. A corrente máxima não pode superar 4 A por mm2 de seção do condutor. O aquecimento dos condutores elétricos não pode superar 10°C em relação à temperatura ambiente, nos locais onde estejam instalados."

"**4.9** Autonomia O sistema de iluminação de emergência deve garantir a intensidade dos pontos de luz de maneira a respeitar os níveis mínimos de iluminamento desejado e cumprir o objetivo. O sistema não poderá ter uma autonomia menor que 1 h de funcionamento, com uma perda maior que 10% de sua luminosidade inicial."

(...)

Com estas informações é possível dimensionar o sistema utilizando as seguintes etapas:

1. determinar as áreas onde é necessário a instalação da iluminação de emergência
2. verificar o pé direito de cada área
3. fazer o cálculo considerando as distâncias máximas (2h (parede), (4h área livre)
4. nas escadas não pode ter ponto de sombra (será necessário um ponto por cada lance)"

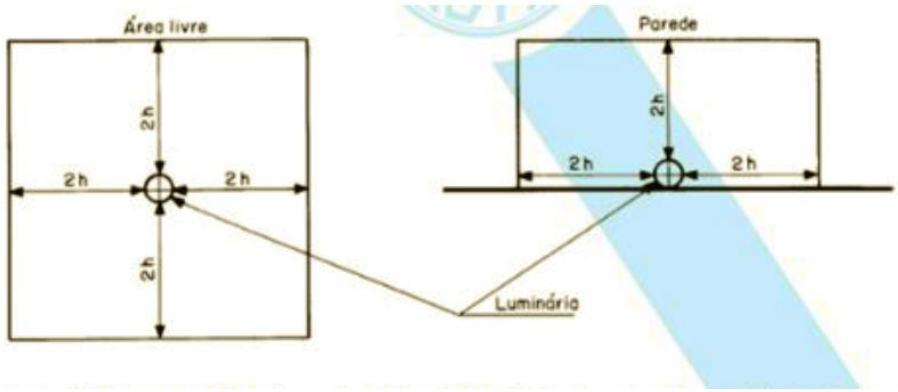


Figura 4-7 – Exemplo de indicação em planta baixa de instalações de ponto de luz para iluminação de emergência, em tetos ou paredes (NBR 10898:2013)

Considerando que todos os pavimentos possuem pé direito de aproximadamente 3m, foi adotado 1 ponto de luz no teto para ambientes com menos de 12m (3 x 4m) e mais pontos em locais com dimensões superiores.

A seguir está listado o quantitativo de todo o edifício, por pavimento:

Subsolo

ÁREA NECESSÁRIA	PÉ DIREITO	DIMENSÃO	Nº DE PONTOS	LOCALIZAÇÃO
Escadas	3m	6m x 3m	2	Pavimento e patamar
Hall de Serviço	3m	12m x 2m	1	No teto centralizado

Pav. tipo ímpar

ÁREA NECESSÁRIA	PÉ DIREITO	DIMENSÃO	Nº DE PONTOS	LOCALIZAÇÃO
Escadas	3m	6m x 3m	2	Pavimento e patamar
Hall de Serviço	3m	14m x 1,5m	2	No teto afastadas 5m

Pav. tipo par

ÁREA NECESSÁRIA	PÉ DIREITO	DIMENSÃO	Nº DE PONTOS	LOCALIZAÇÃO
Escadas	3m	6m x 3m	2	Pavimento e patamar
Hall de Serviço	3m	8m x 1,5m	1	Centro do hall de serviço

Cobertura

ÁREA NECESSÁRIA	PÉ DIREITO	DIMENSÃO	Nº DE PONTOS	LOCALIZAÇÃO
Escadas	3m	4m x 3m	2	Pavimento e patamar
Hall de Serviço	3m	17,5m x 2m	2	No teto afastadas 6m

PUC

ÁREA NECESSÁRIA	PÉ DIREITO	DIMENSÃO	Nº DE PONTOS	LOCALIZAÇÃO
Escadas	3m	6m x 3m	2	Pavimento e patamar
Hall de Serviço	3m	17m x 2m	2	No teto afastadas 6m
Rota de saída	3m	12m x 6m	1	No teto da garagem

Serão utilizados blocos autônomos de iluminação com fonte de energia própria em todos os pavimentos:

- Lâmpadas LED de 20VA ligada em ponto de tomada na parede, ambos com altura de 2,50m
- Intensidade máxima do ponto de luz de 400cd
- Iluminância no nível do piso de 64cd/m²
- Acionamento do tipo no-break
- Autonomia da bateria de até 6 horas

5. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 e 4.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR 13768:1997 – Acessórios destinados à porta corta-fogo para saídas de emergência, 28 de fevereiro de 1997;

NBR 10898:2013 – Sistemas de Iluminação de Emergência, 14 de abril de 2013;

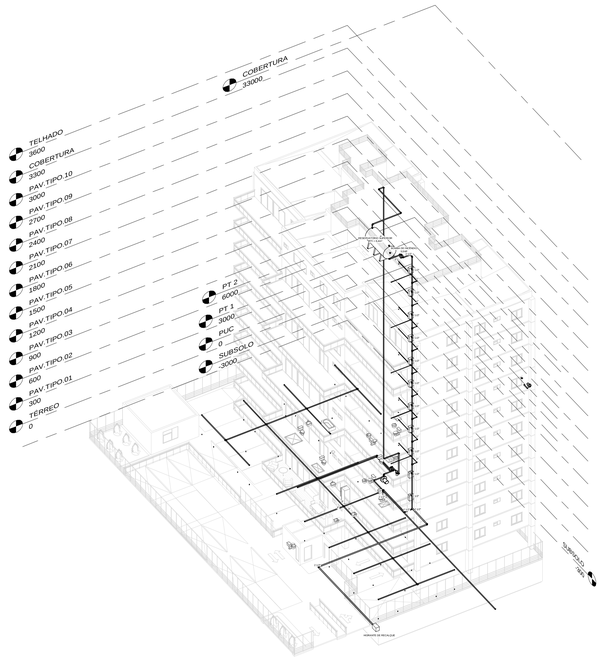
NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios, 30 de dezembro de 2001;

NBR 10897:1990 - Proteção contra incêndio por chuveiro automático

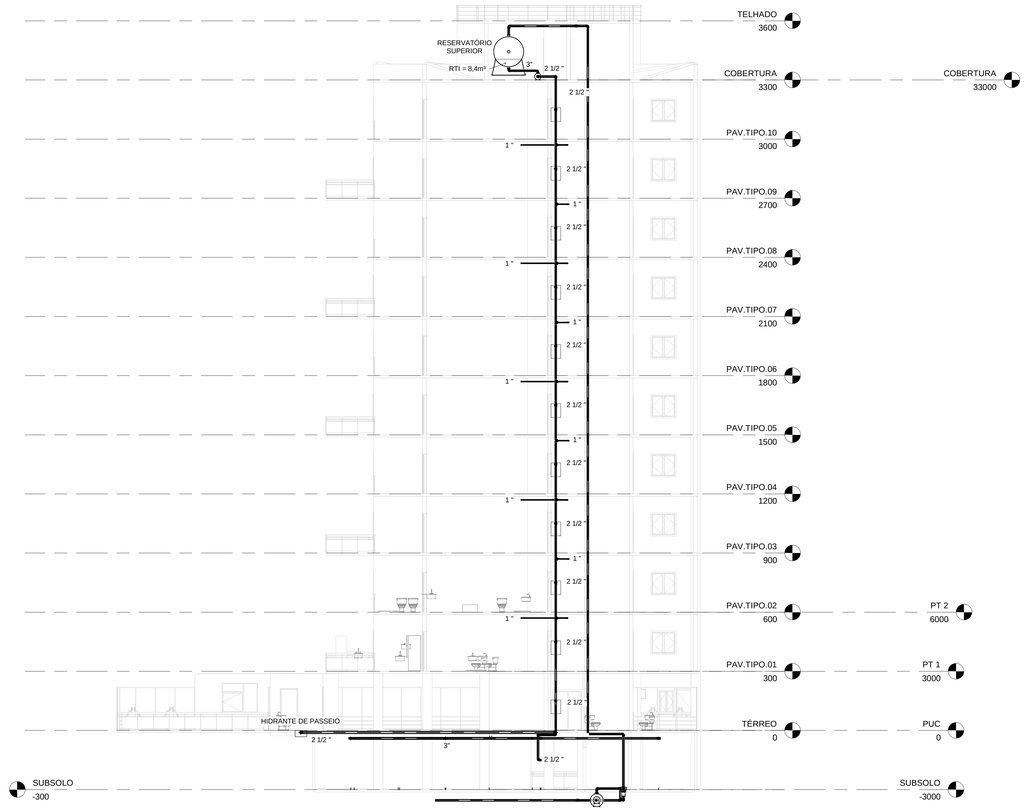
Decreto nº 897 de 21 de setembro de 1976 – Código de Segurança contra Incêndio e Pânico (COSIP);

Norma NR EMG-BM/7-001 / 19993;

Apostilas de curso de Sistemas Prediais 2 / UFRJ (Elaine Garrido Vazquez -2019);



1 {3D}



2 Leste - Hidráulica

1 : 100

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: Data de emissão

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

Orientador(a): Verificador

Título do Desenho: 3D

Prancha: 4

Escala 1 : 100

01/07/2020 15:52:11

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO "RECREIO GARDEN" LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Instalações Elétricas

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz, Profa.
Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro
Junho de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8
2. MEMORIAL DESCRITIVO 8
3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 9
3.1. CÁLCULO DA PREVISÃO DE CARGAS 9
3.2. DIVISÃO DOS CIRCUITOS 9
3.3. POTÊNCIA TOTAL E FORNECIMENTO 10
3.3.1. Corrente de Projeto 10
3.4. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES 11
3.4.1. Quedas de Tensão 13
3.4.2. Dimensionamento do Neutro e Terra 14
3.5. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS 14
3.6. DEMANDA EFETIVA 15
3.7. DISJUNTOR GERAL 18
3.8. EQUILÍBRIO DE FASES 19
3.9. ESPAÇO RESERVA DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO 19
4. MEMORIAL DE CÁLCULO 20
4.1. APARTAMENTO TIPO – DUPLEX 20
4.1.1. Quadro de Áreas 20
4.1.2. Iluminação, TUG e TUE dos cômodos 21
4.1.3. Potência total e Fornecimento 24
4.1.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 25
4.1.5. Seção dos Condutores 27
4.1.6. Eletrodutos 29
4.1.7. Demanda Efetiva 29
4.1.8. Disjuntor Geral 30
4.1.9. Equilíbrio das Fases 30
4.1.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição 31
4.1.11. Diagrama Multifilar 32
4.2. PAVIMENTO DE USO COMUM 33
4.2.1. Quadro de Áreas 33

4.2.2. Iluminação, TUG e TUE dos cômodos 34
4.2.3. Potência total e Fornecimento 36
4.2.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 36
4.2.5. Seção dos Condutores 38
4.2.6. Eletrodutos 40
4.2.7. Demanda Efetiva 40
4.2.8. Disjuntor Geral 41
4.2.9. Equilíbrio das Fases 41
4.2.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição 42
4.2.11. Diagrama Multifilar 43
4.3. COBERTURA 44
4.3.1. Quadro de Áreas 44
4.3.2. Iluminação, TUG e TUE da cobertura 44
4.3.3. Potência total e Fornecimento 46
4.3.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 46
4.3.5. Seção dos Condutores 46
4.3.6. Eletrodutos 48
4.3.7. Demanda Efetiva 48
4.3.8. Disjuntor Geral 49
4.3.9. Equilíbrio das Fases 49
4.3.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição 49
4.3.11. Diagrama Multifilar 50
4.4. SUBSOLO 51
4.4.1. Quadro de Áreas 51
4.4.2. Iluminação, TUG e TUE dos cômodos 51
4.4.3. Potência total e Fornecimento 52
4.4.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 52
4.4.5. Seção dos Condutores 53
4.4.6. Eletrodutos 55
4.4.7. Demanda Efetiva 55
4.4.8. Disjuntor Geral 55
4.4.9. Equilíbrio das Fases 56
4.4.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição 56

4.4.11. Diagrama Multifilar 57
4.5. ÁREAS COMUNS – HALLS E ESCADAS 58
4.5.1. Quadro de Áreas 58
4.5.2. Iluminação, TUG e TUE 59
4.5.3. Potência total e Fornecimento 60
4.5.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 61
4.5.5. Seção dos Condutores 61
4.5.6. Eletrodutos 62
4.5.7. Demanda Efetiva 63
4.5.8. Disjuntor Geral 63
4.5.9. Equilíbrio das Fases 63
4.5.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição 64
4.5.11. Diagrama Multifilar 65
5. ANEXOS 66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Condições de fornecimento de condutores de acordo com a potência. 10

Tabela 2: Trecho da Tabela 40 – Fatores de correção para temperaturas diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C para linhas subterrâneas. (NBR 5410:2004) 11

Tabela 3: Trecho da Tabela 42 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única. (NBR 5410:2004) 11

Tabela 4: Trecho da Tabela 33 – Tipos de linhas elétricas. (NBR 5410:2004) 11

Tabela 5: Tabela 47 – Seção mínima dos condutores. (NBR 5410:2004). 12

Tabela 6: Trecho da Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. (NBR 5410:2004). 13

Tabela 7: Trecho da Tabela 48 – Seção reduzida do condutor neutro. (NBR 5410:20. . 14

Tabela 8: Trecho da Tabela 58 – Seção mínima do condutor de proteção. (NBR5410:2004) 14

Tabela 9: Ocupação máxima dos eletrodutos de PVC por condutores de mesma bitola – fios ou cabos unipolares. 15

Tabela 10: Carga mínima e fator de demanda para instalações de iluminação e tomadas de uso geral [d1]. (RECON-BT/LIGHT) 17

Tabela 11: Tabela 6.5 – Utilização Residencial - Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado tipo janela, split, cassete e fan coil [d3]. (RECON-BT/LIGHT) 18

Tabela 12 - Tabela 6.8 - Fatores de demanda para motores elétricos e máquinas de solda tipo motor – gerador [d5]. (RECON-BT/LIGHT) 18

Tabela 13: Tabela 8.2 – Materiais individuais (Tensão Nominal 220/127 V) – Medição direta. (RECON-BT/LIGHT) 18

Tabela 14: Tabela 59 - Quadros de distribuição - Espaço de reserva. (NBR 5410:2004)19

Tabela 15: Quadro de áreas do apartamento tipo duplex 20

Tabela 16: Pontos de iluminação do apartamento tipo duplex 21

Tabela 17: Tomadas de uso geral do apartamento tipo duplex 22

Tabela 19: Potência total Apartamento tipo duplex 24

Tabela 20: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 26

Tabela 21: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores 27

Tabela 22: Seção dos Condutores de Fase 27

Tabela 23: Seção dos condutores neutro e terra 28

Tabela 24: Seção dos Eletrodutos 29

Tabela 25: Demanda Efetiva 29
Tabela 26: Disjuntor Geral 30
Tabela 27: Equilíbrio de Fases 30
Tabela 28: Quadro de áreas do PUC 33
Tabela 29: Pontos de iluminação do PUC 34
Tabela 30: Tomadas de uso geral do PUC 35
Tabela 31: Tomadas de uso específico do PUC 36
Tabela 32: Potência total PUC 36
Tabela 33: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 37
Tabela 34: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores 38
Tabela 35: Seção dos Condutores de Fase 39
Tabela 36: Seção dos condutores neutro e terra 39
Tabela 37: Seção dos Eletrodutos 40
Tabela 38: Demanda Efetiva 40
Tabela 39: Disjuntor Geral 41
Tabela 40: Equilíbrio de Fases 41
Tabela 41: Quadro de áreas da cobertura 44
Tabela 42: Pontos de iluminação da cobertura 44
Tabela 43: Tomadas de uso geral da cobertura 45
Tabela 44: Tomadas de uso específico da cobertura 45
Tabela 45: Potência total Cobertura 46
Tabela 46: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 46
Tabela 47: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores 46
Tabela 48: Seção dos Condutores de Fase 47
Tabela 49: Seção dos condutores neutro e terra 47
Tabela 50: Seção dos Eletrodutos 48
Tabela 51: Demanda Efetiva 48
Tabela 52: Disjuntor Geral 49
Tabela 53: Equilíbrio de Fases 49
Tabela 54: Quadro de áreas do Subsolo 51
Tabela 55: Pontos de iluminação do Subsolo 51
Tabela 56: Tomadas de uso geral do subsolo 51
Tabela 57: Tomadas de uso específico do subsolo 52
Tabela 58: Potência total no subsolo 52

Tabela 59: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 52
Tabela 60: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores 53
Tabela 61: Seção dos Condutores de Fase 53
Tabela 62: Seção dos condutores neutro e terra 54
Tabela 63: Seção dos Eletrodutos 55
Tabela 64: Demanda Efetiva 55
Tabela 65: Disjuntor Geral 55
Tabela 66: Equilíbrio de Fases 56
Tabela 67: Quadro de áreas das áreas comuns 58
Tabela 68: Pontos de iluminação das áreas comuns 59
Tabela 69: Tomadas de uso geral das áreas comuns 59
Tabela 71: Potência total áreas comuns 60
Tabela 72: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos 61
Tabela 73: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores 61
Tabela 74: Seção dos Condutores de Fase 62
Tabela 75: Seção dos condutores neutro e terra 62
Tabela 76: Seção dos Eletrodutos 62
Tabela 77: Demanda Efetiva 63
Tabela 78: Disjuntor Geral 63
Tabela 79: Equilíbrio de Fases 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de colunas dos apartamentos do edifício Recreio Garden..... 20

1. INTRODUÇÃO

Este documento define o projeto de instalações elétricas no edifício Recreio Garden, com testada para a Rua Sandro Moreira, n° 100, no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro. Nele estão detalhados os memoriais descritivo, justificativo e de cálculo para todas os pavimentos do empreendimento, atendendo às exigências normativas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela concessionária de energia elétrica LIGHT.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo

O posicionamento dos pontos de força foi realizado seguindo os critérios mínimos estabelecidos por norma, baseado na disposição dos aparelhos de uso específico. As cargas destes aparelhos foram determinadas através de referências bibliográficas ou em manuais de fabricantes.

Na área da escada e dos halls dos pavimentos foram planejados dispositivos de acionamento automático por presença para maior economia e conforto dos moradores e usuários.

A área externa do pavimento de uso comum e o estacionamento no subsolo possuem acionamento manual com os pontos de luz separados em grupos.

A instalação elétrica será executada com condutores tipo cabos flexíveis em cobre com isolamento em PVC 70ºC, instalados em eletrodutos de PVC embutidos em alvenaria ou concreto (método de instalação 7, método de referência B1 ABNT NBR 5410/2004; Tabela 33 tipos de linha elétrica).

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

3.1. CÁLCULO DA PREVISÃO DE CARGAS

O cálculo da previsão de cargas é feito seguindo os conceitos da Norma, item 9.5.2. Para determinar as cargas de iluminação tem-se que:

• Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m² foi prevista uma carga mínima de 100VA;

• Em cômodos ou dependências com área superior a 6 m² foi prevista uma carga mínima de 100VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros;

Segundo a norma, o número de pontos de tomada deve ser determinado em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que podem ser utilizados. Para cada distribuição de tomadas, foram adotadas as seguintes recomendações:

• Em banheiro, pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório;

• Em cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro. Sendo que, acima de cada bancada com largura igual ou superior a 0,30 m, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

• Subsolos, halls de escadaria e em varanda, salas de manutenção ou equipamentos e garagem: deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;

• Demais cômodos com área inferior a 6 m², pelo menos um ponto de tomada; se a área for maior que 6 m², pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente possível.

Para a determinar os critérios mínimos da potencia das tomadas, tem-se que:

• TUGs (tomadas de uso geral) – Em banheiros, cozinhas e áreas de serviço: atribuir para cada circuito, no mínimo, 600 VA por tomada, até 3 tomadas, e 100 VA para as excedentes;

• TUGs (tomadas de uso geral) – Demais cômodos: atribuir, no mínimo, 100 VA por tomada;

• TUEs (tomadas de uso especial) – Foram adotadas as potências nominais (de entrada) do aparelho a ser usado (Tabela 09 – RECON-BT)

Neste sentido, buscando considerar não somente as recomendações contidas na norma, mas também maiores níveis de conforto e praticidade, foram adotados um número maior de pontos de força e iluminação do que o mínimo exigido, em alguns casos.

3.2. DIVISÃO DOS CIRCUITOS

Antes de construir o quadro de cargas, a separação dos circuitos deve ser feita em planta, respeitando algumas regras. Deve-se escolher o tipo de circuito para cada um deles, entre

monofásico, bifásico e trifásico. Essa escolha vai depender do equipamento a ser utilizado em determinada tomada. Algumas considerações recomendadas em norma foram tomadas para o projeto dos circuitos elétricos, tais como:

- Na passagem de condutores, deve-se usar um máximo de 10 condutores carregados para cada conduíte;
- Em cada conduíte devemos ter apenas 3 seções nominais comerciais sequenciais. As seções nominais comerciais são de 2.5, 4.0, 6.0, 10.0, etc;
- Não se deve misturar no mesmo circuito iluminação e força (TUG e TUE);

Não se deve exceder a potência total do circuito de 1200 VA, com exceção dos circuitos de TUE, onde a potência do circuito será a potência da tomada.

3.3. POTÊNCIA TOTAL E FORNECIMENTO

Para o fornecimento da energia elétrica por parte da concessionária LIGHT, foi analisada a potência total levantada. A tabela 1 expõe as condições de fornecimento:

Tabela 1: Condições de fornecimento de condutores de acordo com a potência.

P > 4400 W	2 Condutores (1 Fase + 1 Neutro - 127 V)
4400 W < P < 8800 W	3 Condutores (2 Fases + 1 Neutro - 127 V e 220 V)
P > 8800 W	4 Condutores (3 Fases + 1 Neutro - 127 V e 220 V)

3.3.1. Corrente de Projeto

Devido à localização do empreendimento, no município do Rio de Janeiro, as correntes de alimentação dos circuitos devem ser corrigidas levando em consideração as altas temperaturas registradas em determinadas épocas do ano, principalmente no verão. Outra correção que deve ser feita é a consideração de um possível aquecimento causado pelo agrupamento de condutores em um mesmo eletroduto. Essas correções serão feitas conforme o descrito abaixo:

$$I_b = \frac{P_n}{k_1 \times k_2 \times k_3}$$

Onde:

k_1 - correção de temperatura (Tabela 40; NBR 5410:2004). Adotado k1=0,94, equivalente à temperatura média de 35ºC no verão;

k_2 - correção de segurança para um possível aquecimento causado por agrupamento de mais de 3 condutores carregados (Tabela 42; NBR 5410:2004).

k_3 - correção de segurança para um possível aquecimento causado por agrupamento de eletrodutos. Adotado k3=1, pois não há agrupamento de eletrodutos.

Tabela 2: Trecho da Tabela 40 – Fatores de correção para temperaturas diferentes de 30°C para linhas não-subterrâneas e de 20°C para linhas subterrâneas. (NBR 5410:2004)

Temperatura Ambiente (ºC)	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91

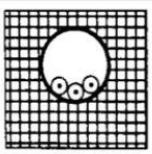
Tabela 3: Trecho da Tabela 42 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única. (NBR 5410:2004)

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares											Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	>19	
1	Em feixe ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em condutos fechados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A e F)

3.4. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Dimensionam-se os condutores em função do tipo de linha elétrica disponível. No memorial de cálculo apresentado em seguida, será explicado o método de instalação em questão e seu método de referência correspondente. Tais dados foram retirados da Tabela 33 da norma.

Tabela 4: Trecho da Tabela 33 – Tipos de linhas elétricas. (NBR 5410:2004)

Método de instalação número:	Esquema Ilustrativo	Descrição	Método de referência
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1

A seção do condutor obedeceu três diretrizes de cálculo: seção mínima prevista em norma, cálculo a partir da corrente corrigida (abordado anteriormente neste mesmo capítulo) e critério de queda de tensão.

As seções mínimas que devem ser adotadas para os condutores estão ilustradas na Tabela 47 da norma, correspondendo à 1,5 mm^2 para circuitos de iluminação e 2,5mm^2 para circuitos de força.

Tabela 5: Tabela 47 – Seção mínima dos condutores. (NBR 5410:2004).

Tipo de linha	Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm^2 - material	
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

A partir do cálculo da corrente corrigida, determina-se o número de condutores carregados, utilizando a tabela 36 da norma. A entrada com dois ou três condutores carregados está condicionada ao circuito ser bifásico ou trifásico.

Tabela 6: Trecho da Tabela 36 – Capacidade de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D. (NBR 5410:2004).

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na Tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52

3.4.1. Quedas de Tensão

O critério da queda de tensão é tratado pelo item 6.2.7.2 da norma, de tal forma que em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%. Esse critério será levado em consideração para o circuito de maior potência e para o circuito de maior distância do quadro de distribuição, em cada pavimento. Deste modo, esta análise servirá para garantir que o critério seja atendido para os demais circuitos do pavimento.

A equação da queda de tensão unitária é dada por:

$$\Delta V = R \cdot \frac{P}{V}$$

$$R = n \cdot l \left(\frac{\rho}{S}\right)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} \times 100$$

onde:

ΔV- queda de tensão unitária (V);

R – resistência do cabo;

P – potência (VA);

V – tensão (V);

l – distância ao quadro de distribuição ao ponto de alimentação (m);

S – seção do condutor (mm^2);

ρ – resistividade do condutor (Ω mm^2/m), para o cobre $\rho = 0{,}0172$;

n - número de condutores carregados;

ΔV (%) – queda de tensão (%).

Dados os três critérios de obtenção da seção dos condutores, foi adotado o maior dos valores encontrados para a seção do mesmo.

3.4.2. Dimensionamento do Neutro e Terra

A partir da NBR 5410:2004, utilizam-se as tabelas 7 e 8para o dimensionamento do neutro e do condutor de proteção do circuito.

Tabela 7: Trecho da Tabela 48 – Seção reduzida do condutor neutro. (NBR 5410:20.

Seção dos condutores de fase (mm^2)	Seção reduzida do condutor neutro (mm^2)
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70

Tabela 8: Trecho da Tabela 58 – Seção mínima do condutor de proteção.

(NBR5410:2004)

Seção dos condutores de fase S (mm^2)	Seção reduzida do condutor de proteção correspondente (mm^2)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2

3.5. DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

No dimensionamento dos eletrodutos, a ocupação máxima permitida é atendida através do item 6.2.11.1.6 da norma que diz que as dimensões internas dos eletrodutos devem permitir que os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade, após a montagem da linha. A taxa de ocupação do eletroduto é dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos e a área útil da seção transversal do eletroduto. As seções dos condutores são calculadas com base no diâmetro externo.

A taxa de ocupação não deve ser superior a :

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Deste modo, avaliou-se as situações consideradas mais críticas em cada pavimento. Na determinação do diâmetro do eletroduto, foi considerado o número de condutores que passam por ele e a seção do maior condutor. As tabelas 9 e 10 apresentam a ocupação máxima dos eletrodutos de PVC e de aço.

Tabela 9: Ocupação máxima dos eletrodutos de PVC por condutores de mesma bitola – fios ou cabos unipolares.

Seções nominais	Número de condutores carregados								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal dos eletrodutos								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	20	20	20	20	20	25	25
4	16	20	20	20	20	25	25	25	25
6	20	20	25	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50

3.6. DEMANDA EFETIVA

Para a determinação da demanda efetiva dos circuitos terminais do edifício, considerou-se que todos os pontos de eletricidade seriam utilizados ao mesmo tempo. Tal consideração não costuma ocorrer na prática, porém se trata de uma maneira de dimensionamento a favor da segurança. Portanto, faz-se o cálculo das demandas individuais, utilizando os critérios estabelecidos no regulamento da RECON BT da concessionária LIGHT. A demanda efetiva é dada por:

$$D(kVA) = d1 + d2 + d3 + d4 + d5 + d6$$

Onde:

$d1$ - demanda de iluminação e tomadas de uso geral, calculada com base nos fatores de demanda da Tabela XX;

$d2$ - demanda de aparelhos para aquecimento de água;

$d3$ - demanda de aparelhos de ar condicionado tipo janela e similares, calculada conforme a Tabela XX;

$d5$ - demanda de motores elétricos e máquinas de solda.

d6 - demanda de máquinas de solda a transformador, equipamentos odonto-médico hospitalares (aparelhos de raio-x, tomógrafos, mamógrafos e outros), calculada conforme TABELA 6.9, porém inexistentes no empreendimento em questão.

Tabela 10: Carga mínima e fator de demanda para instalações de iluminação e tomadas de uso geral [d1]. (RECON-BT/LIGHT)

Descrição	Carga Mínima (kVA / m²)	Fator de Demanda (%)	
Auditórios, salões para exposições, salas de vídeo e semelhantes	0,015	80	
Bancos, postos de serviços públicos e semelhantes	0,050	80	
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	0,020	80	
Clubes e semelhantes	0,020	80	
Escolas e semelhantes	0,030	80 para os primeiros 12 kVA 50 p/ o que exceder de 12 kVA	
Escritórios	0,050	80 para os primeiros 20 kVA 60 p/o que exceder de 20 kVA	
Garagens, áreas de serviço e semelhantes	0,005	Residencial	80 para os primeiros 10 kVA 25 p/ o que exceder de 10 kVA
		Não Residencial	80 para os primeiros 30 kVA 60 p/ o que exceder de 30 até 100 kVA 40 p/ o que exceder de 100 kVA
Hospitais, centros de saúde e semelhantes	0,020	40 para os primeiros 50 kVA 20 p/o que exceder de 50 kVA	
Hotéis, motéis e semelhantes	0,020	50 para os primeiros 20 kVA 40 para os seguintes 80 kVA 30 p/o que exceder de 100 kVA	
Igrejas, salões religiosos e semelhantes	0,015	80	
Lojas e semelhantes	0,020	80	
Unidades Consumidoras Residenciais (Casas, apartamentos etc.)	0,030	0 < P (kVA) ≤1 (80) 1 < P (kVA) ≤2 (75) 2 < P (kVA) ≤3 (65) 3 < P (kVA) ≤4 (60) 4 < P (kVA) ≤5 (50) 5 < P (kVA) ≤6 (45)	6 < P (kVA) ≤ 7 (40) 7 < P (kVA) ≤ 8 (35) 8 < P (kVA) ≤ 9 (30) 9 < P (kVA) ≤ 10 (27) 10 < P (kVA) ≤ (24)
Restaurantes, bares, lanchonetes e semelhantes	0,020	80	

Tabela 11: Tabela 6.5 – Utilização Residencial - Fatores de demanda para aparelhos de ar condicionado tipo janela, split, cassete e fan coil [d3]. (RECON-BT/LIGHT)

Nº de aparelhos	Fator de demanda
1 a 4	100
5 a 10	70
11 a 20	60
21 a 30	55
31 a 40	53
41 a50	52
Acima de 50	50

Tabela 12 - Tabela 6.8 - Fatores de demanda para motores elétricos e máquinas de solda tipo motor – gerador [d5]. (RECON-BT/LIGHT)

Nº Total de motores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
Fator de demana (%)	100,00	75,00	63,33	57,50	54,00	50,00	47,14	45,00	43,33	42,00

3.7. DISJUNTOR GERAL

Baseando-se na demanda efetiva calculada anteriormente, o disjuntor também será dimensionado seguindo as recomendações da RECON BT – LIGHT.

Tabela 13: Tabela 8.2 – Materiais individuais (Tensão Nominal 220/127 V) – Medição direta. (RECON-BT/LIGHT)

TENSÃO NOMINAL (V)	Nº DE FASES	CATEGORIA DE ATENDIMENTO	DEMANDA DE ATENDIMENTO "D" (kVA)	PROTEÇÃO GERAL (AMPÈRES – Nº DE POLOS) (2) (3)	CONDUTOR DO RAMAL DE ENTRADA (FASES + NEUTRO) (mm² – Cu – PVC 70°C) (1) (4)	P = CONDUTOR DE PROTEÇÃO (mm² – Cu – PVC 70°C) (5)
127 V	1	UM1	D ≤ 4	32 – 1Ø	2 (1 x 6)	1 x 6
		UM2	D ≤ 5	40 – 1Ø	2 (1 x 10)	1 x 10
		UM3	5 < D ≤ 8	63 – 1Ø	2 (1 x 16)	1 x 16
220/127 V	3	T1	D ≤ 12	32 – 3Ø	4 (1 x 6)	1 x 6
		T2	D ≤ 15	40 – 3Ø	4 (1 x 10)	1 x 10
		T3	15 < D ≤ 24	63 – 3Ø	4 (1 x 16)	1 x 16
		T4	24 < D ≤ 30	80 – 3Ø	4 (1 x 25)	
		T5	30 < D ≤ 38	100 – 3Ø	4 (1 x 35)	
		T6	38 < D ≤ 47	125 – 3Ø	4 (1 x 50)	1 x 25
		T7	47 < D ≤ 57	150 – 3Ø	4 (1 x 70)	1 x 35
		T8	57 < D ≤ 66	175 – 3Ø	4 (1 x 95)	1 x 50
		T9	66 < D ≤ 76	200 – 3Ø		

3.8. EQUILÍBRIO DE FASES

Após a definição da potência de cada circuito, é necessário dividir a potência total calculada nas fases de alimentação (bifásica ou trifásica) do quadro de distribuição, de maneira mais uniforme possível.

3.9. ESPAÇO RESERVA DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

A NBR-5410:2004, em seu item 6.5.4.7 e na tabela 59, recomenda, para ampliações futuras do quadro de distribuição, a previsão de espaços de reservas em função do número de circuitos determinados.

Tabela 14: Tabela 59 - Quadros de distribuição - Espaço de reserva. (NBR 5410:2004)

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
Até 6	2
1 a 12	3
13 a 30	4
N>30	0,15N
NOTA: A capacidade de reserva deve ser considerada no cálculo do alimentador do respectivo quadro de distribuição	

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. APARTAMENTO TIPO – DUPLEX

A seguir foi feito o dimensionamento das instalações de um apartamento situado na coluna central do condomínio Recreio Garden. Este apartamento conta com dois pavimentos e o edifício possui 5 unidades deste tipo. A localização do apartamento duplex está indicada na Figura 1.

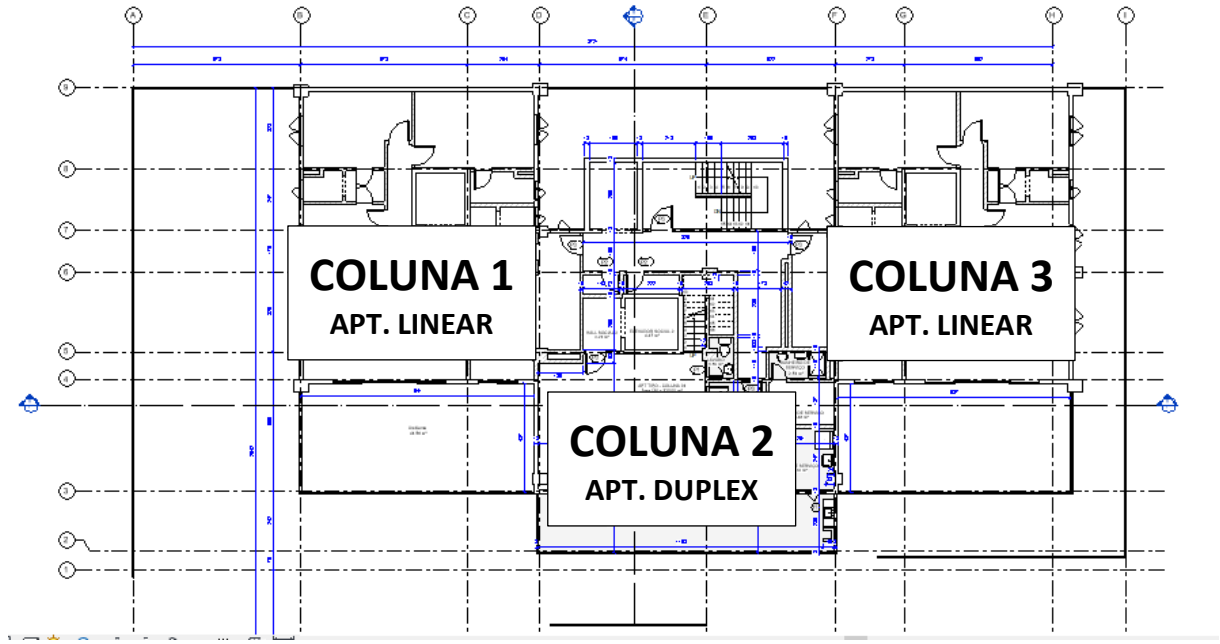


Figura 1 - Esquema de colunas dos apartamentos do edifício Recreio Garden

4.1.1. Quadro de Áreas

Tabela 15: Quadro de áreas do apartamento tipo duplex

Cômodo	Dimensões	
	Perímetro (m)	Área (m^2)
Suíte simples	13.2	9.86
Suíte Casal	19.43	15.65
Banheiro suíte simples	9.27	4.74
Banheiro suíte casal	7.7	3.7

Suíte master	17.8	18.38
Banheiro suíte master	14.4	7.68
Circulação	10.58	4.48
Sala	25.23	35.91
Varanda	30.18	28.23
Cozinha	13.3	10
Área de Serviço	10.64	6.32
Quarto de Serviço	8.63	4.46
Banheiro de Serviço	6.8	2.54
Lavabo	5.69	1.36
Escada	14.06	5.45
Hall Social	7.27	3.21

4.1.2. Iluminação, TUG e TUE dos cômodos

Tabela 16: Pontos de iluminação do apartamento tipo duplex

Cômodo	Iluminação Mínima (VA)	Iluminação Adotada (VA)

	Quantidade Mínima	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)	Pontos de Luz adotados	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Suíte simples	1	100	160	1	100	160
	1	60		1	60	
Suíte Casal	1	100	280	1	140	280
	3	60		1	140	
Banheiro suíte simples	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Banheiro suíte casal	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Suíte master	1	100	340	1	200	340
	4	60		1	140	
Banheiro suíte master	1	100	160	1	100	160
	1	60		1	60	
Circulação	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Sala	1	100	580	2	200	580
	8	60		2	90	
Varanda	1	100	460	2	200	460
	6	60		1	60	
Cozinha	1	100	160	1	100	160
	1	60		1	60	
Área de Serviço	1	100	160	1	160	160
	1	60				
Quarto de Serviço	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Banheiro de Serviço	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Lavabo	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Escada	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Hall Social	1	100	100	1	100	100
	0	60				
			3100			3100

Tabela 17: Tomadas de uso geral do apartamento tipo duplex

Cômodo	TUGs			
	Quantidade Mínima	Quantidade Adotada	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Suíte simples			600	300

	3	3	100	
Suíte Casal			600	400
	4	4	100	
Banheiro suíte simples	1	1	600	600
			100	
Banheiro suíte casal	1	1	600	600
			100	
Suíte master			600	400
	4	4	100	
Banheiro suíte master	1	1	600	600
			100	
Circulação			600	100
	1	1	100	
Sala			600	600
	6	6	100	
Varanda		2	600	1200
	1		100	
Cozinha	3	3	600	1900
	1	1	100	
Área de Serviço	3	3	600	1900
	1	1	100	
Quarto de Serviço			600	200
	2	2	100	
Banheiro de Serviço	1	1	600	600
			100	
Lavabo	1	1	600	600
			100	
Escada			600	0
			100	
Hall Social			600	100
	1	1	100	
				10100

Tabela 18: Tomadas de uso específico do apartamento tipo duplex

Cômodo	**TUEs**		
	Equipamento	**Quantidade**	**POTÊNCIA (W)**
Suíte simples	Ar-condiconado	1	1125
Suíte Casal	Ar-condiconado	1	1125

Banheiro suíte simples			
Banheiro suíte casal			
Suíte master	Ar-condiconado	1	1125
Banheiro suíte master			
Circulação			
Sala	Ar-condiconado	1	1500
Varanda			
Cozinha	Geladeira	2	300
	Microondas	1	1300
Área de Serviço	Máquina de Lavar	1	1000
	Ferro de passar	1	1000
Quarto de Serviço			
Banheiro de Serviço			
Lavabo			
Escada			
Hall Social			
			8475

4.1.3. Potência total e Fornecimento

Tabela 19: Potência total Apartamento tipo duplex

Potência Instalada no apartamento (W)			
Apt. Duplex	**Potência**	**Fator de Potência**	**Potência Total**
Iluminação (VA)	3100	1	3100
TUG's (VA)	10100	0.8	8080
TUE's (W)	8475	1	8475
Potência Instalada no apartamento (W)			19655

4.1.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Tabela 20: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Divisão dos Circuitos, Correntes e Agrupamentos											
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**U (V)**	**Tipo**	**I (A)**	**Agrupamentos**					
1	ILUM. Quartos e Banheiros	1140	127	Monofásico c/ Neutro	9.0	6	10	11	17	18	19
2	ILUM. Sala + Circul + Hall + Lavabo	980	127	Monofásico c/ Neutro	7.7	5	20				
3	ILUM. Varanda + Cozinha + Serviço	980	127	Monofásico c/ Neutro	7.7	4	7	12	13	15	
4	TUG. Varanda	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	7	12	13	15	
5	TUG. Sala e Lavabo	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	8	9			
6	TUG. Quartos	1100	127	Monofásico c/ Neutro	8.7	1	10	11	17	18	19
7	TUG. Depend. + hall	900	127	Monofásico c/ Neutro	7.1	3	4	12	13	15	
8	TUG. Cozinha 1	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	5	9			
9	TUG. Cozinha 2	700	127	Monofásico c/ Neutro	5.5	3	5	8			
10	TUG. Banheiros 1 e 2	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	6	11	17	18	19
11	TUG. Banheiro master + Circ.	700	127	Monofásico c/ Neutro	5.5	1	6	10	17	18	19
12	TUG. Área de Serviço 1	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	4	7	13	15	21
13	TUG. Área de Serviço 2	700	127	Monofásico c/ Neutro	5.5	3	4	7	12	15	21
14	TUE Microondas	1300	127	Monofásico c/ Neutro	10.2	16					
15	TUE Máquina de Lavar	1000	127	Monofásico c/ Neutro	7.9	3	4	7	12	13	21
16	TUE Geladeira	300	127	Monofásico c/ Neutro	2.4	14					
17	TUE A/C Suíte Simples	1125	220	Bifásico c/ Neutro	5.1	1	6	10	11	18	19
18	TUE A/C Suíte Master	1125	220	Bifásico c/ Neutro	5.1	1	6	10	11	17	19
19	TUE A/C Suíte Casal	1125	220	Bifásico c/ Neutro	5.1	1	6	10	11	17	18
20	TUE A/C Sala	1500	220	Bifásico c/ Neutro	6.8	2	5				
21	TUE Ferro de Passar	1000	127	Monofásico c/ Neutro	7.9	3	4	7	12	13	15
		20675									

4.1.5. Seção dos Condutores

Tabela 21: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores

U (V)	I (A)	FCT	FCA	I' (A)	Corrente Disjuntor (A)	Corrente disjuntor comercial (A)
127	9.0	0.94	0.54	17.68	24.76	25
127	7.7	0.94	0.7	11.73	16.42	20
127	7.7	0.94	0.57	14.40	20.16	25
127	9.4	0.94	0.57	17.63	24.69	25
127	9.4	0.94	0.65	15.46	21.65	25
127	8.7	0.94	0.54	17.06	23.89	25
127	7.1	0.94	0.57	13.23	18.52	20
127	9.4	0.94	0.65	15.46	21.65	25
127	5.5	0.94	0.65	9.02	12.63	13
127	9.4	0.94	0.54	18.61	26.06	32
127	5.5	0.94	0.54	10.86	15.20	16
127	9.4	0.94	0.54	18.61	26.06	32
127	5.5	0.94	0.54	10.86	15.20	16
127	10.2	0.94	0.8	13.61	19.06	20
127	7.9	0.94	0.54	15.51	21.72	25
127	2.4	0.94	0.8	3.14	4.40	6
220	5.1	0.94	0.54	10.07	14.10	16
220	5.1	0.94	0.54	10.07	14.10	16
220	5.1	0.94	0.54	10.07	14.10	16
220	6.8	0.94	0.7	10.36	14.51	16
127	7.9	1.94	0.54	7.52	10.52	13
			1			

Utilizando as tabelas 47 e 36 da norma para determinar as seções mínimas e o método da queda de tensão tem-se que as seguintes seções dos condutores fase de cada circuito:

Tabela 22: Seção dos Condutores de Fase

U (V)	Seção Mínima (mm2)	Corrente disjuntor comercial (A)	Seção tabela (mm2) - PVC	Queda de Tensão (ΔV)	ΔV/V(%)	Seção adotada (mm2)
127	1.5	25.0	4	2.3	1.8%	4.0

127	1.5	20.0	2.5	2.4	1.9%	2.5
127	1.5	25.0	4	1.4	1.1%	4.0
127	2.5	25.0	4	1.5	1.2%	4.0
127	2.5	25.0	4	2.1	1.7%	4.0
127	2.5	25.0	4	2.3	1.8%	4.0
127	2.5	20.0	2.5	1.9	1.5%	2.5
127	2.5	25.0	4	0.8	0.6%	4.0
127	2.5	13.0	1	0.3	0.2%	2.5
127	2.5	32.0	4	1.6	1.3%	4.0
127	2.5	16.0	1.5	1.2	0.9%	2.5
127	2.5	32.0	4	0.9	0.7%	4.0
127	2.5	16.0	1.5	0.5	0.4%	2.5
220	2.5	20.0	2.5	1.2	0.5%	2.5
220	2.5	25.0	4	0.9	0.4%	4.0
220	2.5	6.0	0.5	0.3	0.1%	2.5
220	2.5	16.0	1.5	0.9	0.4%	2.5
127	2.5	16.0	1.5	2.1	1.7%	2.5
127	2.5	16.0	1.5	0.4	0.3%	2.5
127	2.5	16.0	1.5	0.5	0.4%	2.5
127	2.5	13.0	1	1.5	1.2%	2.5

Visto que a queda de tensão percentual para cada caso é inferior a 4%, não há necessidade de aumentar suas respectivas seções de condutores.

Tabela 23: Seção dos condutores neutro e terra

Seção Condutor de fase (mm²)	**Seção do neutro (mm²)**	**Seção do terra (mm²)**
4.0	4.0	2,5
2.5	2.5	1.5
4.0	4.0	1.5
4.0	4.0	4.0
4.0	4.0	4.0
4.0	4.0	4.0
2.5	2.5	2.5
4.0	4.0	4.0
2.5	2.5	2.5
4.0	4.0	4.0
2.5	2.5	2.5
4.0	4.0	4.0
2.5	2.5	2.5

4.0	4.0	4.0
2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5
2.5	2.5	2.5

De acordo com as tabelas 7 e 8 da NBR 5410:2004, considerando que todas as seções dos condutores de fase são inferiores a 16 mm2, tem-se as seguintes seções dos condutores neutros e de proteção equivalentes.

4.1.6. Eletrodutos

Tabela 24: Seção dos Eletrodutos

Nº de condutores	Maior Seção (mm²)	Ocupação (mm²)	Eletroduto (mm²)	Eletroduto (pol)
14	4.0	193.2	32	1 1/4
12	4.0	165.6	32	1 1/4
8	4.0	110.4	25	1
6	4.0	82.8	20	3/4
12	4.0	165.6	32	1 1/4
4	4.0	55.2	20	3/4
6	4.0	82.8	20	3/4
6	4.0	82.8	20	3/4
6	4.0	82.8	20	3/4
6	4.0	82.8	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4
4	4.0	55.2	20	3/4

4.1.7. Demanda Efetiva

Tabela 25: Demanda Efetiva

Demanda Efetiva (kVA)			
Apt. Duplex	**Potência (VA)**	**Fator de Demanda**	**Demandas (kVA)**
Iluminação e TUG's	13200	0.24	3.17
Aparelhos de A/C (4 un.)	4875	1.00	4.88
Demais TUE's	2600	1.00	2.60
Demanda total do apartamento (kVA)			10.64

4.1.8. Disjuntor Geral

Tabela 26: Disjuntor Geral

Disjuntor Geral	
Tensão Nominal (V)	220 / 127 V
Nº de Fases	3
Categoria de Atendimento	T1
Demanda de Atendimento (kVA)	10.64
Proteção Geral (A-nªde polos)	32 - 3Ø
Condutor do Ramal de Entrada (mm²)	4 (1 x 6)
P=condutor de proteção (mm²)	1 x 6

4.1.9. Equilíbrio das Fases

Tabela 27: Equilíbrio de Fases

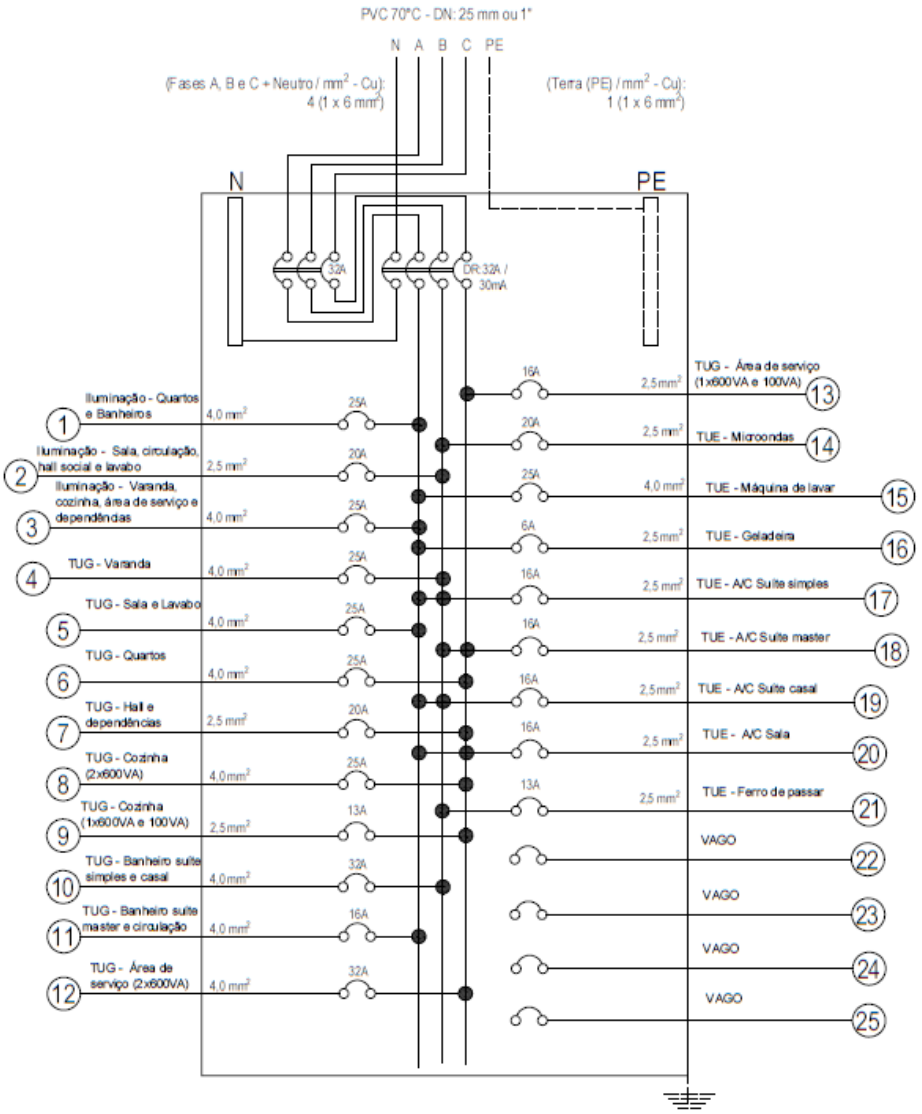
Competência	**P (VA)**	**A**	**B**	**C**
ILUM. Quartos e Banheiros	1140	1140		
ILUM. Sala + Circulação + Hall + Lavabo	980		980	
ILUM. Varanda + Cozinha + Serviço	980	980		
TUG. Varanda	1200		1200	
TUG. Sala e Lavabo	1200	1200		
TUG. Quartos	1100			1100
TUG. Depend. + hall	900			900
TUG. Cozinha 1	1200			1200
TUG. Cozinha 2	700			700
TUG. Banheiros 1 e 2	1200		1200	
TUG. Banheiro master + Circ.	700	700		

TUG. Área de Serviço 1	1200			1200
TUG. Área de Serviço 2	700			700
TUE Microondas	1300		1300	
TUE Máquina de Lavar	1000	1000		
TUE Geladeira	300	300		
TUE A/C Suíte Simples	1125	562.5	562.5	
TUE A/C Suíte Master	1125		562.5	562.5
TUE A/C Suíte Casal	1125	562.5	562.5	
TUE A/C Sala	1500	750		750
Ferro de passar	1000		1000	
	20675	7195	7367.5	7112.5

4.1.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição

Foram dimensionados 21 circuitos para o quadro em questão, equivalendo a 4 espaços de reserva para eventuais ampliações da instalação, conforme a tabela 59 da NBR-5410:2004.

4.1.11. Diagrama Multifilar



4.2. PAVIMENTO DE USO COMUM

A seguir é feito o dimensionamento das instalações das dependências do PUC do edifício Recreio Garden, excetuando-se a escada de serviço, dimensionada separadamente para a integralidade do empreendimento.

4.2.1. Quadro de Áreas

Tabela 28: Quadro de áreas do PUC

Cômodo	Dimensões	
	Perímetro (m)	Área (m2)
Salão de Festas	27.81	38.8
Cozinha	8.9	4.8
Banheiro PNE 1	6.4	2.55
Banheiro PNE 2	6.4	2.55
Circulação	9.03	3.39
Hall Social 1	7.71	3.7
Hall Social 2	7.23	3.17
Hall Social 3	7.45	3.44
Hall Serviço	50.81	42.92
Área De Lazer	53.47	53.7

Portaria	8.7	4.42
Banheiro Portaria	5.8	2.1
Estacionamento	186.1	598.9
Depósito de Lixo	21.08	27.77
Jardim	19.54	17.04

4.2.2. Iluminação, TUG e TUE dos cômodos

Tabela 29: Pontos de iluminação do PUC

Cômodo	Iluminação Mínima (VA)			Iluminação Adotada (VA)		
	Quantidade Mínima	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)	Pontos de Luz adotados	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Salão de Festas	1	100	640	3	200	740
	9	60		1	140	
Cozinha	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Banheiro PNE 1	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Banheiro PNE 2	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Circulação	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Hall Social 1	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Hall Social 2	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Hall Social 3	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Hall Serviço	1	100	700	3	200	700
	10	60		1	100	
Área De Lazer	1	100	820	3	140	820
	12	60		4	100	

Portaria	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Banheiro Portaria	1	100	100	1	100	100
	0	60				
Estacionamento	1	100	9040	22	400	9050
	149	60		1	250	
Depósito de Lixo	1	100	460			0
	6	60				
Jardim	1	100	280			0
	3	60				
0		100	0			0
		60				
			12840			12210

Tabela 30: Tomadas de uso geral do PUC

Cômodo	**TUGs**			
	Quantidade Mínima	**Quantidade Adotada**	**POTÊNCIA unitária (VA)**	**POTÊNCIA total (VA)**
Salão de Festas		0	600	600
	6	6	100	
Cozinha	3	3	600	1800
		0	100	
Banheiro PNE 1	1	1	600	600
		0	100	
Banheiro PNE 2	1	1	600	600
		0	100	
Circulação		0	600	100
	1	1	100	
Hall Social 1		0	600	100
	1	1	100	
Hall Social 2		0	600	100
	1	1	100	
Hall Social 3		0	600	100
	1	1	100	
Hall Serviço		0	600	200
	1	2	100	
Área De Lazer		0	600	200
	1	2	100	
Portaria		0	600	100
	1	1	100	
Banheiro Portaria	1	1	600	600
		0	100	

Estacionamento		0	600	400
	1	4	100	
Depósito de Lixo		0	600	100
	1	1	100	
Jardim		0	600	100
	1	1	100	
0			600	0
			100	
				5700

Tabela 31: Tomadas de uso específico do PUC

Cômodo	**TUEs**		
	Equipamento	**Quantidade**	**POTÊNCIA (W)**
Salão de Festas	Ar Condicionado	1	1900
Cozinha	Geladeira	1	300
	Microondas	1	1300
Estacionamento	Motor do Portão	1	300
	Motor do Portão	1	300
			4100

4.2.3. Potência total e Fornecimento

Tabela 32: Potência total PUC

Potência Instalada no apartamento (W)			
Apt. Duplex	**Potência**	**Fator de Potência**	**Potência Total**
Iluminação (VA)	12840	1	12840
TUG's (VA)	5700	0.8	4560
TUE's (W)	4100	1	4100
Potência Instalada no apartamento (W)			21500

4.2.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Tabela 33: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Divisão dos Circuitos, Correntes e Agrupamentos														
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**U (V)**	**Tipo**	**I (A)**	**Agrupamentos**								
1	Ilum. Área de festas + Circulação + Hall Social 1	1140	127	Monofásico c/ Neutro	9.0	6	7	9	13	17	19	18	23
2	Ilum. Halls Social 2, Social 3 e Serviço + Jardim	1180	127	Monofásico c/ Neutro	9.3	7	10	15	16				
3	Ilum. Área de Lazer + iluminação externa	1210	127	Monofásico c/ Neutro	9.5	4	7	10					
4	Ilum. Portaria + banheiro + iluminação externa	1250	127	Monofásico c/ Neutro	9.8	1	2	5	10	14	20		
5	Ilum. Depósito de lixo + iluminação externa	1260	127	Monofásico c/ Neutro	9.9	7	8	10					
6	Iluminação externa 4	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	7	10	11	16				
7	Iluminação externa 5	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	2	5	10	12	20		
8	Iluminação externa 6	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	7	10	11	15				
9	Iluminação externa 7	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	2	5	10	12	14		
10	Iluminação externa 8	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	10							
11	Iluminação externa 9	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	5	10	12	14	20		
12	TUG Salão + Cozinha 1	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	6	7	9	13	17	19	23
13	TUG Cozinha 2	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	6	7	9	13	17	19	18
14	TUG Banheiros PNE	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	3	6	7	9	17	19	18	23
15	TUG Portaria + Banh. + Estacionamento + Lixo	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	2	5	12	14	20		
16	TUG Halls + lazer + jardim + circulação	900	127	Monofásico c/ Neutro	7.1	3	6	9	13	17	19	18	23
17	TUE Ar condicionado	1900	220	Bifásico c/ Neutro	8.6	3	6	7	9	13	18	23	0
18	TUE Geladeira	300	127	Monofásico c/ Neutro	2.4	3	7	9	13	17	19	18	23
19	TUE Microondas	1300	127	Monofásico c/ Neutro	10.2	3	6	7	13	17	19	18	23

20	TUE Motor do Portão	300	127	Monofásico c/ Neutro	2.4	2	5	10	12	14	20		
21	TUE Motor do Portão 2	300	127	Monofásico c/ Neutro	2.4	1	2	10	12	14	20		
		23040											

4.2.5. Seção dos Condutores

Tabela 34: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores

Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores							
Circuito	**U (V)**	**I (A)**	**FCT**	**FCA**	**I' (A)**	**Corrente Disjuntor (A)**	**Corrente disjuntor comercial (A)**
1	127	9.0	0.94	0.5	19.10	26.74	32
2	127	9.3	0.94	0.6	16.47	23.06	25
3	127	9.5	0.94	0.65	15.59	21.83	25
4	127	9.8	0.94	0.54	19.39	27.15	32
5	127	9.9	0.94	0.65	16.24	22.73	25
6	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
7	127	9.4	0.94	0.54	18.61	26.06	32
8	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
9	127	9.4	0.94	0.54	18.61	26.06	32
10	127	9.4	0.94	0.8	12.56	17.59	20
11	127	9.4	0.94	0.54	18.61	26.06	20
12	127	9.4	0.94	0.5	20.10	28.15	32
13	127	9.4	0.94	0.5	20.10	28.15	32
14	127	9.4	0.94	0.5	20.10	28.15	32
15	127	9.4	0.94	0.54	18.61	26.06	32
16	127	7.1	0.94	0.5	15.08	21.11	25
17	220	8.6	0.94	0.5	18.38	25.73	32
18	127	2.4	0.94	0.5	5.03	7.04	10
19	127	10.2	0.94	0.5	21.78	30.49	32
20	127	2.4	0.94	0.54	4.65	6.52	10
21	127	2.4	0.94	0.54	4.65	6.52	10

Utilizando as tabelas 47 e 36 da norma para determinar as seções mínimas e o método da queda de tensão tem-se que as seguintes seções dos condutores fase de cada circuito:

Tabela 35: Seção dos Condutores de Fase

Seção dos condutores de fase							
Circuito	U (V)	Seção Mínima (mm2)	Corrente disjuntor comercial (A)	Seção tabela (mm2) - PVC	Queda de Tensão (ΔV)	ΔV/V(%)	Seção adotada (mm2)
1	127	1.5	32.0	4	3.3	2.6%	4.0
2	127	1.5	25.0	4	4.7	3.7%	4.0
3	127	1.5	25.0	4	1.8	1.4%	4.0
4	127	1.5	32.0	4	1.9	1.5%	4.0
5	127	1.5	25.0	4	2	1.6%	4.0
6	127	1.5	25.0	4	2.1	1.7%	4.0
7	127	1.5	32.0	4	3.2	2.5%	4.0
8	127	1.5	25.0	4	2.8	2.2%	4.0
9	127	1.5	32.0	4	3.9	3.1%	4.0
10	127	1.5	20.0	2.5	1.6	1.3%	2.5
11	127	1.5	20.0	2.5	1.7	1.3%	2.5
12	127	2.5	32.0	4	4	3.1%	4.0
13	127	2.5	32.0	4	1.6	1.3%	4.0
14	127	2.5	32.0	4	1.2	0.9%	4.0
15	127	2.5	32.0	4	3.6	2.8%	4.0
16	127	2.5	25.0	4	5	3.9%	4.0
17	220	2.5	32.0	4	0.4	0.2%	4.0
18	127	2.5	10.0	0.75	0.6	0.5%	2.5
19	127	2.5	32.0	4	3	2.4%	4.0
20	127	2.5	10.0	0.75	1.1	0.9%	2.5
21	127	2.5	10.0	0.75	1.5	1.2%	2.5

Visto que a queda de tensão percentual para cada caso é inferior a 4%, não há necessidade de aumentar suas respectivas seções de condutores.

De acordo com as tabelas 7 e 8 da NBR 5410:2004, considerando que todas as seções dos condutores de fase são inferiores a 16 mm2, tem-se as seguintes seções dos condutores neutros e de proteção equivalentes:

Tabela 36: Seção dos condutores neutro e terra

Seção dos Neutros e Terras			
Circuito	Seção Condutor de fase (mm²)	Seção do neutro (mm²)	Seção do terra (mm²)
1	4.0	4.0	1.5
2	4.0	4.0	1.5

3	4.0	4.0	1.5
4	4.0	4.0	4.0
5	4.0	4.0	4.0
6	4.0	4.0	4.0
7	4.0	4.0	4.0
8	4.0	4.0	4.0
9	4.0	4.0	4.0
10	2.5	2.5	2.5
11	2.5	2.5	2.5
12	4.0	4.0	4.0
13	4.0	4.0	4.0
14	4.0	4.0	4.0
15	4.0	4.0	4.0
16	4.0	4.0	4.0
17	4.0	4.0	4.0
18	2.5	2.5	2.5
19	4.0	4.0	4.0
20	2.5	2.5	2.5
21	2.5	2.5	2.5

4.2.6. Eletrodutos

Tabela 37: Seção dos Eletrodutos

Seção dos Eletrodutos					
Ligação	**Número de condutores**	**Maior Seção (mm²)**	**Ocupação (mm²)**	**Eletroduto (mm²)**	**Eletroduto (polegada)**
Quadro - Hall serviço	5	4.0	69	20	3/4
Quadro - estacionamento 1	2	4.0	27.6	15	1/2
Quadro - estacionamento 2	7	4.0	96.6	25	1
Quadro - hall social 1	9	4.0	124.2	25	1
Quadro - área de lazer	4	4.0	55.2	20	3/4
Hall social 1 - circulação	9	4.0	124.2	25	1
Circulação - PNE	8	4.0	110.4	25	1
PNE - cozinha	7	4.0	96.6	25	1
Cozinha - salão	5	4.0	69	20	3/4
Hall serviço - hall serviço	5	4.0	69	20	3/4
Estacionamento (interna)	6	4.0	82.8	20	3/4

4.2.7. Demanda Efetiva

Tabela 38: Demanda Efetiva

Demanda Efetiva (kVA)			
PUC	**Potência (VA)**	**Fator de Demanda**	**Demandas (kVA)**
Iluminação e TUG's	10000	0.8	8.00
	8540	0.25	2.14
Aparelhos de A/C (1 un.)	1900	1.00	1.90
Demais TUE's	2200	1.00	2.20
Demanda total do PUC (kVA)			14.24

4.2.8. Disjuntor Geral

Tabela 39: Disjuntor Geral

Disjuntor Geral	
Tensão Nominal (V)	220 / 127 V
Nº de Fases	3
Categoria de Atendimento	T2
Demanda de Atendimento (kVA)	14.24
Proteção Geral (A-nªde polos)	40 - 3Ø
Condutor do Ramal de Entrada (mm²)	4 (1 x 10)
P=condutor de proteção (mm²)	1 x 10

4.2.9. Equilíbrio das Fases

Tabela 40: Equilíbrio de Fases

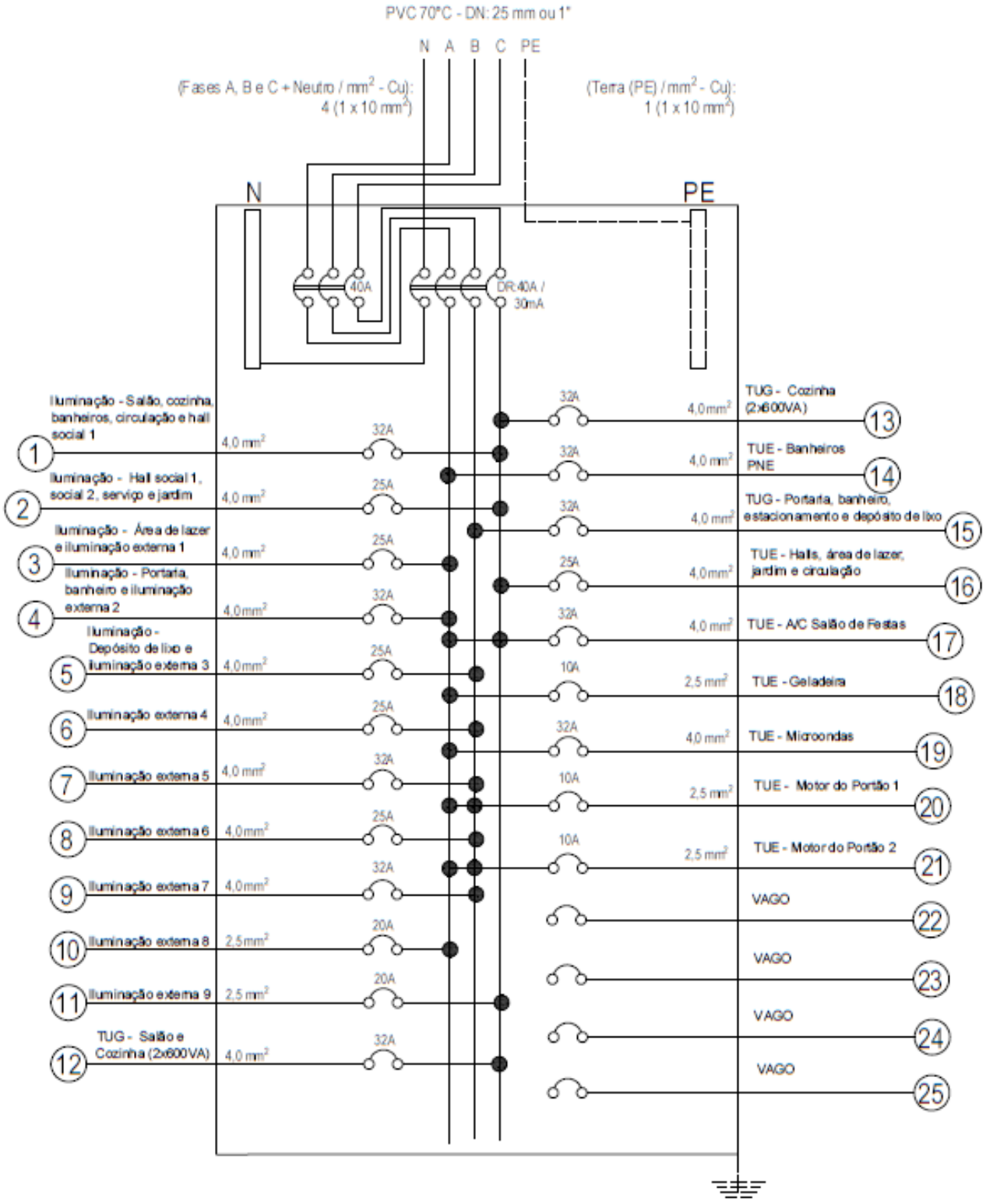
Equilíbrio de Fases					
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**A**	**B**	**C**
1	Ilum. Área de festas + Circulação + Hall Social 1	1140			1140
2	Ilum. Halls Social 2, Social 3 e Serviço + Jardim	1180			1180
3	Ilum. Área de Lazer + iluminação externa	1210	1210		
4	Ilum. Portaria + banheiro + iluminação externa	1250	1250		
5	Ilum. Depósito de lixo + iluminação externa	1260		1260	
6	Iluminação externa 4	1200		1200	
7	Iluminação externa 5	1200		1200	
8	Iluminação externa 6	1200		1200	
9	Iluminação externa 7	1200		1200	
10	Iluminação externa 8	1200	1200		
11	Iluminação externa 9	1200			1200
12	TUG Salão + Cozinha 1	1200			1200
13	TUG Cozinha 2	1200			1200

14	TUG Banheiros PNE	1200	1200		
15	TUG Portaria + Banh. + Estacionamento + Lixo	1200		1200	
16	TUG Halls + lazer + jardim + circulação	900			900
17	TUE Ar condicionado	1900	850		850
18	TUE Geladeira	300	300		
19	TUE Microondas	1300	1300		
20	TUE Motor do Portão	300	150	150	
21	TUE Motor do Portão 2	300	150	150	
		22740	7460	7410	7670

4.2.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição

Foram dimensionados 21 circuitos para o quadro em questão, equivalendo a 4 espaços de reserva para eventuais ampliações da instalação, conforme a tabela 59 da NBR-5410:2004

4.2.11. Diagrama Multifilar



4.3. COBERTURA

4.3.1. Quadro de Áreas

Tabela 41: Quadro de áreas da cobertura

Cômodo	Dimensões	
	Perímetro (m)	Área (m^2)
Hall Serviço	42.75	31.64
Casa de Máquinas Elevador Social 1	12.8	10.18
Casa de Máquinas Elevador Social 2	12.58	9.83
Casa de Máquinas Elevador Social 3	12.84	10.27
Casa de Máquinas Elevador Serviço	12.25	9.21
Reservatórios	30.37	34.06

4.3.2. Iluminação, TUG e TUE da cobertura

Tabela 42: Pontos de iluminação da cobertura

Cômodo	Iluminação Mínima (VA)			Iluminação Adotada (VA)		
	Quantidade Mínima	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)	Pontos de Luz adotados	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Hall Serviço	1	100	520	3	180	540
	7	60				
Casa de Máquinas Elevador Social 1	1	100	220	1	220	220
	2	60				
Casa de Máquinas Elevador Social 2	1	100	160	1	160	160
	1	60				
Casa de Máquinas Elevador Social 3	1	100	220	1	220	220
	2	60				

Casa de Máquinas Elevador Serviço	1	100	160	1	160	160
	1	60				
Reservatórios	1	100	580	3	200	600
	8	60				
			1860			

Tabela 43: Tomadas de uso geral da cobertura

Cômodo	**TUGs**			
	Quantidade Mínima	**Quantidade Adotada**	**POTÊNCIA unitária (VA)**	**POTÊNCIA total (VA)**
Hall Serviço	0		600	100
	1	1	100	
Casa de Máquinas Elevador Social 1	0		600	100
	1	1	100	
Casa de Máquinas Elevador Social 2	0		600	100
	1	1	100	
Casa de Máquinas Elevador Social 3	0		600	100
	1	1	100	
Casa de Máquinas Elevador Serviço	0		600	100
	1	1	100	
Reservatórios	0		600	100
	1	1	100	
				600

Tabela 44: Tomadas de uso específico da cobertura

Cômodo	**TUEs**		
	Equipamento	**Quantidade**	**POTÊNCIA (W)**
Hall Serviço			
Casa de Máquinas Elevador Social 1	Elevador	1	8000
Casa de Máquinas Elevador Social 2	Elevador	1	8000
Casa de Máquinas Elevador Social 3	Elevador	1	8000
Casa de Máquinas Elevador Serviço	Elevador	1	10500
Reservatórios			

34500

4.3.3. Potência total e Fornecimento

Tabela 45: Potência total Cobertura

Potência Instalada no apartamento (W)			
Apt. Duplex	**Potência**	**Fator de Potência**	**Potência Total**
Iluminação (VA)	1860	1	1860
TUG's (VA)	600	0.8	480
TUE's (W)	34500	1	34500
Potência Instalada no apartamento (W)			36840

4.3.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Tabela 46: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Divisão dos Circuitos, Correntes e Agrupamentos													
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**U (V)**	**Tipo**	**I (A)**	**Agrupamentos**							
1	Iluminação 1 (hall+social 1 e 2)	920	127	Monofásico c/ Neutro	7.2	2	3						
2	Iluminação 2 (social 3+serviço+reserv.)	980	127	Monofásico c/ Neutro	7.7	1	3						
3	TUGs geral	600	127	Monofásico c/ Neutro	4.7	1	2						
4	TUE elevador social 1	8000	220	Bifásico c/ Neutro	36.4								
5	TUE elevador social 2	8000	220	Bifásico c/ Neutro	36.4								
6	TUE elevador social 3	8000	220	Bifásico c/ Neutro	36.4								
7	TUE elevador de serviço	10500	220	Bifásico c/ Neutro	47.7								
		37000											

4.3.5. Seção dos Condutores

Tabela 47: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores

Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores

Circuito	U (V)	I (A)	FCT	FCA	I' (A)	Corrente Disjuntor (A)	Corrente disjuntor comercial (A)
1	127	7.2	0.94	0.7	11.01	15.41	16
2	127	7.7	0.94	0.7	11.73	16.42	20
3	127	4.7	0.94	0.7	7.18	10.05	13
4	220	36.4	0.94	1	38.68	54.16	60
5	220	36.4	0.94	1	38.68	54.16	60
6	220	36.4	0.94	1	38.68	54.16	60
7	220	47.7	0.94	1	50.77	71.08	75

Utilizando as tabelas 47 e 36 da norma para determinar as seções mínimas e o método da queda de tensão tem-se que as seguintes seções dos condutores fase de cada circuito:

Tabela 48: Seção dos Condutores de Fase

Seção dos condutores de fase							
Circuito	U (V)	Seção Mínima (mm2)	Corrente disjuntor comercial (A)	Seção tabela (mm2) - PVC	Queda de Tensão (ΔV)	ΔV/V(%)	Seção adotada (mm2)
1	127	1.5	16.0	1.5	0.6	0.5%	1.5
2	127	1.5	20.0	2.5	0.7	0.6%	2.5
3	127	2.5	13.0	1	0.4	0.3%	2.5
4	220	2.5	60.0	14	0.8	0.4%	14.0
5	220	2.5	60.0	14	0.5	0.2%	14.0
6	220	2.5	60.0	14	1	0.5%	14.0
7	220	2.5	75.0	16	1.9	0.9%	16.0

Visto que a queda de tensão percentual para cada caso é inferior a 4%, não há necessidade de aumentar suas respectivas seções de condutores.

De acordo com as tabelas 7 e 8 da NBR 5410:2004, considerando que todas as seções dos condutores de fase são inferiores a 16 mm2, tem-se as seguintes seções dos condutores neutros e de proteção equivalentes:

Tabela 49: Seção dos condutores neutro e terra

Seção dos Neutros e Terras			
Circuito			

	Seção Condutor de fase (mm²)	Seção do neutro (mm²)	Seção do terra (mm²)
1	1.5	1.5	1.5
2	2.5	2.5	1.5
3	2.5	2.5	1.5
4	14.0	14.0	14.0
5	14.0	14.0	14.0
6	14.0	14.0	14.0
7	16.0	16.0	16.0

4.3.6. Eletrodutos

Tabela 50: Seção dos Eletrodutos

Seção dos Eletrodutos					
Ligação	Número de condutores	Maior Seção (mm²)	Ocupação (mm²)	Eletroduto (mm²)	Eletroduto (polegada)
Quadro - serviço	2	2.5	21.4	15	1/2
Quadro - hall	3	2.5	32.1	15	1/2
Hall - social 2	2	2.5	21.4	15	1/2
Hall - social 1	2	2.5	21.4	15	1/2
Hall - reservatórios	2	2.5	21.4	15	1/2
Reservatórios - social 3	2	2.5	21.4	15	1/2
Quadro - elevador social 1	2	16.0	74.8	20	3/4
Quadro - elevador social 2	2	16.0	74.8	20	3/4
Quadro - elevador social 3	2	16.0	74.8	20	3/4
Quadro - elevador serviço	2	16.0	74.8	20	3/4

4.3.7. Demanda Efetiva

Tabela 51: Demanda Efetiva

Demanda Efetiva (kVA)			
Apt. Duplex	Potência (VA)	Fator de Demanda	Demandas (kVA)
Iluminação e TUG's	2460	0.800	1.97
4 Elevadores	34500	0.575	19.84
Demanda total do apartamento (kVA)			21.81

4.3.8. Disjuntor Geral

Tabela 52: Disjuntor Geral

Disjuntor Geral	
Tensão Nominal (V)	220 / 127 V
Nº de Fases	3
Categoria de Atendimento	T2
Demanda de Atendimento (kVA)	21.81
Proteção Geral (A-nªde polos)	40 - 3Ø
Condutor do Ramal de Entrada (mm²)	4 (1 x 10)
P=condutor de proteção (mm²)	1 x 10

4.3.9. Equilíbrio das Fases

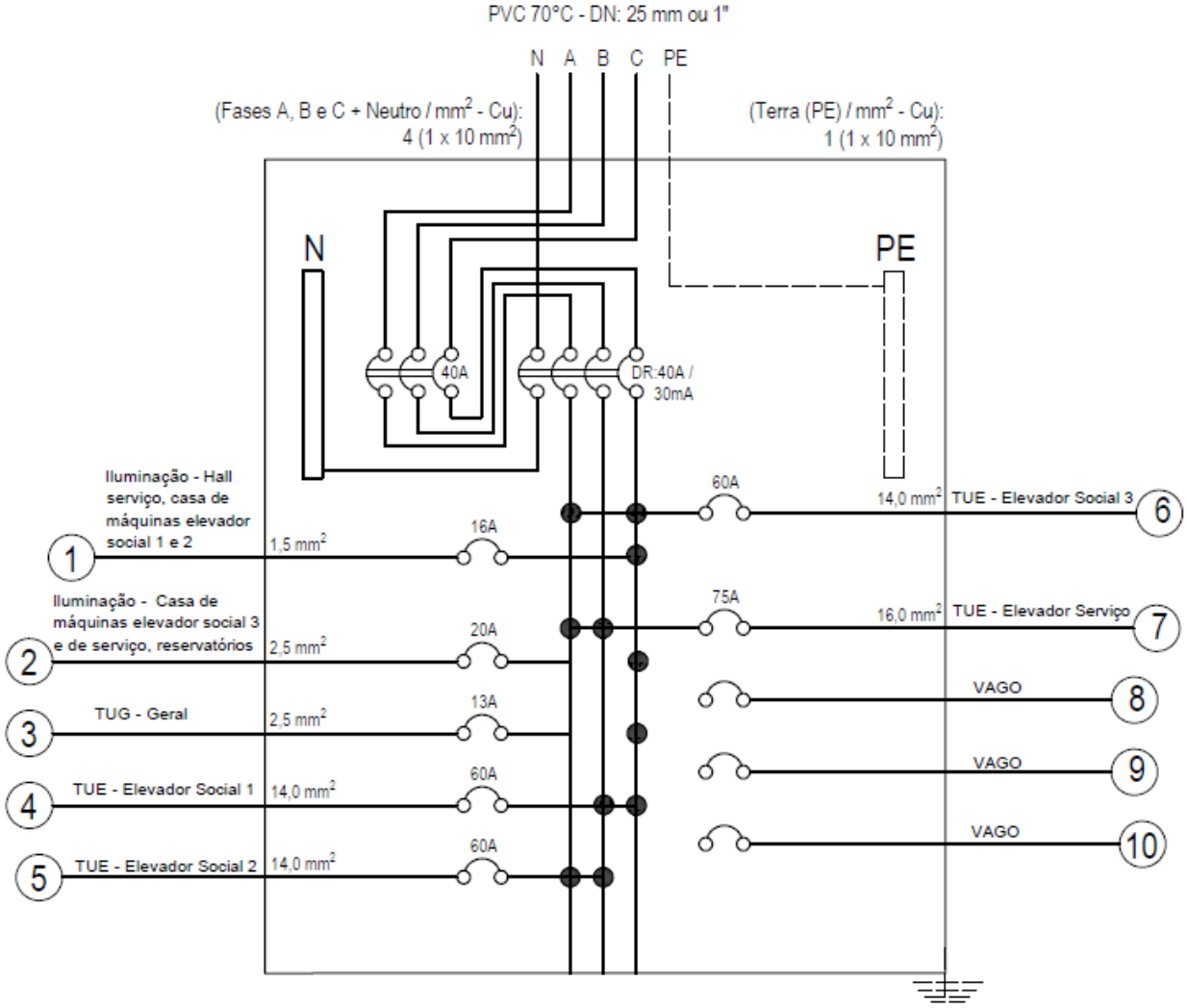
Tabela 53: Equilíbrio de Fases

Equilíbrio de Fases					
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**A**	**B**	**C**
1	Iluminação 1 (hall+social 1 e 2)	920			920
2	Iluminação 2 (social 3+serviço+reserv.)	980			980
3	TUGs geral	600			600
4	TUE elevador social 1	8000		4000	4000
5	TUE elevador social 2	8000	4000	4000	
6	TUE elevador social 3	8000	4000		4000
7	TUE elevador de serviço	10500	5250	5250	
		37000	13250	13250	10500

4.3.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição

Foram dimensionados 7 circuitos para o quadro em questão, equivalendo a 3 espaços de reserva para eventuais ampliações da instalação, conforme a tabela 59 da NBR-5410:2004

4.3.11. Diagrama Multifilar



4.4. SUBSOLO

4.4.1. Quadro de Áreas

Tabela 54: Quadro de áreas do Subsolo

Cômodo	Dimensões	
	Perímetro (m)	Área (m²)
Estacionamento	119.9	711.6
Casa de Bombas	13.8	10.34

4.4.2. Iluminação, TUG e TUE dos cômodos

Tabela 55: Pontos de iluminação do Subsolo

Cômodo	Iluminação Mínima (VA)			Iluminação Adotada (VA)		
	Quantidade Mínima	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)	Pontos de Luz adotados	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Estacionamento	1	100	10720	54	200	10800
	177	60				
Casa de Bombas	1	100	220	1	100	220
	2	60		2	60	
			10940			

Tabela 56: Tomadas de uso geral do subsolo

Cômodo	TUGs			
	Quantidade Mínima	Quantidade Adotada	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Estacionamento	0	0	600	400
	1	4	100	
Casa de Bombas	0	0	600	100
	1	1	100	
				500

Tabela 57: Tomadas de uso específico do subsolo

Cômodo	TUEs		
	Equipamento	Quantidade	POTÊNCIA (W)
Estacionamento			
Casa de Bombas	Bomba reserva	1	600
	Bomba de Recalque	1	1100
	Bomba de Incêndio	1	600
			2300

4.4.3. Potência total e Fornecimento

Tabela 58: Potência total no subsolo

Potência Instalada no apartamento (W)			
Apt. Duplex	**Potência**	**Fator de Potência**	**Potência Total**
Iluminação (VA)	10940	1	10940
TUG's (VA)	500	0.8	400
TUE's (W)	2300	1	2300
Potência Instalada no apartamento (W)			13640

4.4.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Tabela 59: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Divisão dos Circuitos, Correntes e Agrupamentos													
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**U (V)**	**Tipo**	**I (A)**	**Agrupamentos**							
1	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	2	3	10					
2	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	3	10					
3	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	1	2	10					
4	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	10							
5	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	6	7	8	9	10			
6	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	5	7	8	9	10			

7	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	5	6	8	9	10			
8	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	5	6	7	9	10			
9	Iluminação Estacion.	1200	127	Monofásico c/ Neutro	9.4	5	6	7	8	10			
10	Ilum. Casa de bombas	220	127	Monofásico c/ Neutro	1.7	11	12	13	14				
11	TUGS	500	127	Monofásico c/ Neutro	3.9	10	12	13	14				
12	Bomba de Recalque	1100	220	Bifásico c/ Neutro	5.0	10	11	13	14				
13	Bomba de Incêndio	600	220	Bifásico c/ Neutro	2.7	10	11	12	14				
14	Bomba reserva	600	220	Bifásico c/ Neutro	2.7	10	11	12	13				
		13820											

4.4.5. Seção dos Condutores

Tabela 60: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores

Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores							
Circuito	**U (V)**	**I (A)**	**FCT**	**FCA**	**I' (A)**	**Corrente Disjuntor (A)**	**Corrente disjuntor comercial (A)**
1	127	9.4	0.94	0.7	14.36	20.10	25
2	127	9.4	0.94	0.7	14.36	20.10	25
3	127	9.4	0.94	0.7	14.36	20.10	25
4	127	9.4	0.94	1	10.05	14.07	16
5	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
6	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
7	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
8	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
9	127	9.4	0.94	0.6	16.75	23.45	25
10	127	1.7	0.94	0.65	2.84	3.97	6
11	127	3.9	0.94	0.65	6.44	9.02	10
12	220	5.0	0.94	0.65	8.18	11.46	13
13	220	2.7	0.94	0.65	4.46	6.25	10
14	220	2.7	0.94	0.65	4.46	6.25	10

Utilizando as tabelas 47 e 36 da norma para determinar as seções mínimas e o método da queda de tensão tem-se que as seguintes seções dos condutores fase de cada circuito:

Tabela 61: Seção dos Condutores de Fase

Seção dos condutores de fase							
Circuito	U (V)	Seção Mínima (mm2)	Corrente disjuntor comercial (A)	Seção tabela (mm2) - PVC	Queda de Tensão (ΔV)	ΔV/V(%)	Seção adotada (mm2)
1	127	1.5	25.0	4	4.5	3.5%	4.0
2	127	1.5	25.0	4	4.3	3.4%	4.0
3	127	1.5	25.0	4	4.8	3.8%	4.0
4	127	1.5	16.0	1.5	3	2.4%	1.5
5	127	1.5	25.0	4	3.7	2.9%	4.0
6	127	1.5	25.0	4	3.6	2.8%	4.0
7	127	1.5	25.0	4	4	3.1%	4.0
8	127	1.5	25.0	4	5	3.9%	4.0
9	127	1.5	25.0	4	4.9	3.9%	4.0
10	127	1.5	6.0	0.5	4.3	3.4%	1.5
11	127	2.5	10.0	0.75	3.7	2.9%	2.5
12	220	2.5	13.0	1	0.9	0.4%	2.5
13	220	2.5	10.0	0.75	0.5	0.2%	2.5
14	220	2.5	10.0	0.75	0.6	0.3%	2.5

Visto que a queda de tensão percentual para cada caso é inferior a 4%, não há necessidade de aumentar suas respectivas seções de condutores.

De acordo com as tabelas 7 e 8 da NBR 5410:2004, considerando que todas as seções dos condutores de fase são inferiores a 16 mm2, tem-se as seguintes seções dos condutores neutros e de proteção equivalentes:

Tabela 62: Seção dos condutores neutro e terra

Seção dos Neutros e Terras			
Circuito	Seção Condutor de fase (mm²)	Seção do neutro (mm²)	Seção do terra (mm²)
1	4.0	4.0	1.5
2	4.0	4.0	1.5
3	4.0	4.0	1.5
4	1.5	1.5	1.5
5	4.0	4.0	4.0
6	4.0	4.0	4.0
7	4.0	4.0	4.0
8	4.0	4.0	4.0

9	4.0	4.0	4.0
10	1.5	1.5	1.5
11	2.5	2.5	2.5
12	2.5	2.5	2.5
13	2.5	2.5	2.5
14	2.5	2.5	2.5

4.4.6. Eletrodutos

Tabela 63: Seção dos Eletrodutos

Seção dos Eletrodutos					
Ligação	**Número de condutores**	**Maior Seção (mm²)**	**Ocupação (mm²)**	**Eletroduto (mm²)**	**Eletroduto (polegada)**
quadro - casa de bombas	8	4.0	110.4	25	1
quadro - circuito 3	4	4.0	55.2	20	3/4
quadro - circuito 4	2	4.0	27.6	15	1/2
quadro - circuito 5	6	4.0	82.8	20	3/4
circuito 3 - circuito 2	2	4.0	27.6	15	1/2
circuito 2 - circuito 1	1	4.0	13.8	15	1/2
circuito 5 - circuito 6	4	4.0	55.2	20	3/4
circuito 6 - circuito 7	3	4.0	41.4	15	1/2

4.4.7. Demanda Efetiva

Tabela 64: Demanda Efetiva

Demanda Efetiva (kVA)			
Apt. Duplex	**Potência (VA)**	**Fator de Demanda**	**Demandas (kVA)**
Iluminação e TUG's	10000	0.8	8.00
	1440	0.25	0.36
3 Bombas	2300	0.63	1.46
Demanda total do apartamento (kVA)			9.82

4.4.8. Disjuntor Geral

Tabela 65: Disjuntor Geral

Disjuntor Geral	
Tensão Nominal (V)	220 / 127 V
Nº de Fases	3

Categoria de Atendimento	T1
Demanda de Atendimento (kVA)	9.82
Proteção Geral (A-nºde polos)	32 - 3Ø
Condutor do Ramal de Entrada (mm²)	4 (1 x 6)
P=condutor de proteção (mm²)	1 x 6

4.4.9. Equilíbrio das Fases

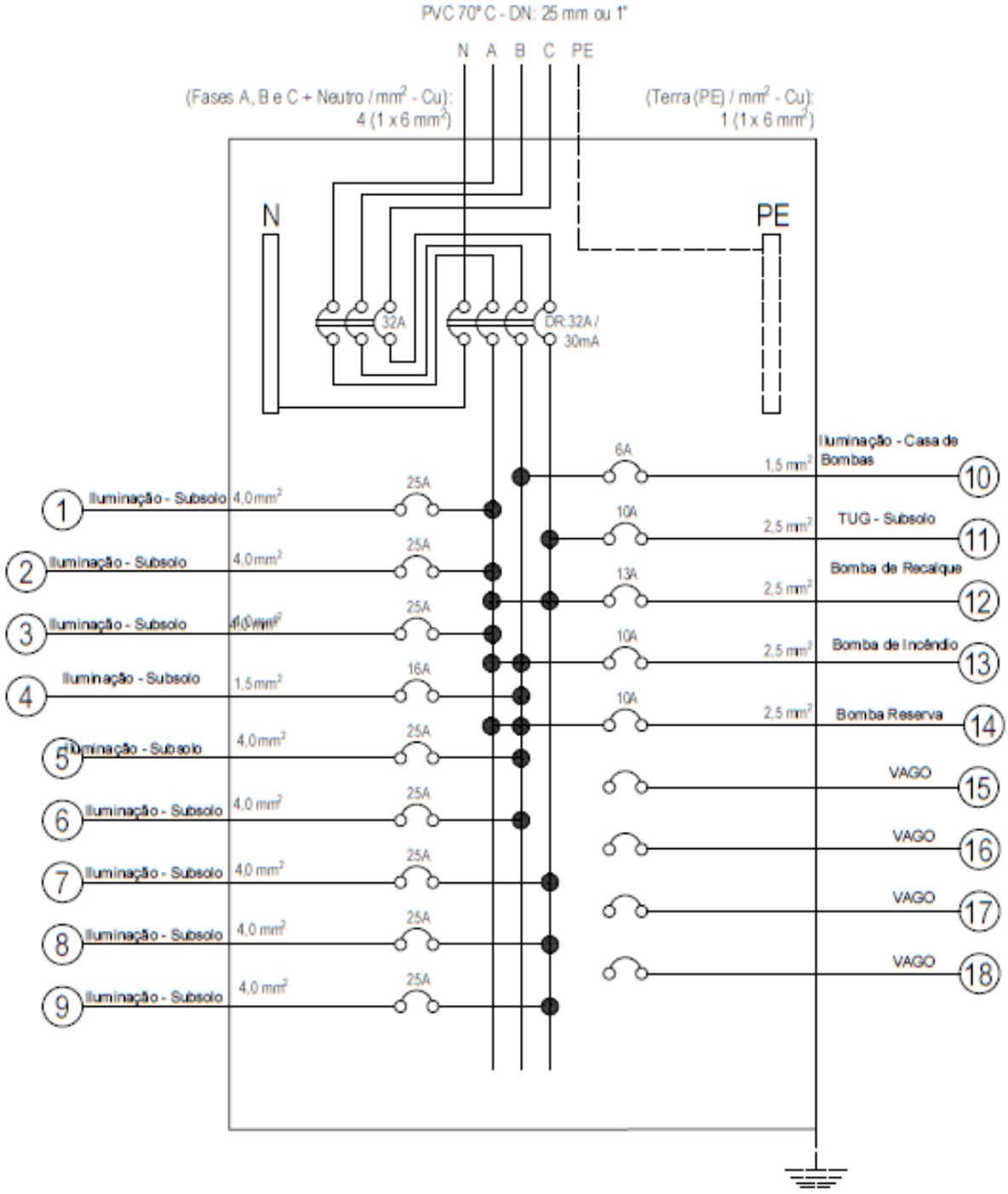
Tabela 66: Equilíbrio de Fases

Equilíbrio de Fases					
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**A**	**B**	**C**
1	Iluminação Estacion.	1200	1200		
2	Iluminação Estacion.	1200	1200		
3	Iluminação Estacion.	1200	1200		
4	Iluminação Estacion.	1200		1200	
5	Iluminação Estacion.	1200		1200	
6	Iluminação Estacion.	1200		1200	
7	Iluminação Estacion.	1200			1200
8	Iluminação Estacion.	1200			1200
9	Iluminação Estacion.	1200			1200
10	Ilum. Casa de bombas	220		220	
11	TUGS	500			500
12	Bomba de Recalque	1100	550		550
13	Bomba de Incêndio	600	300	300	
14	Bomba reserva	600	300	300	
		13820	4750	4420	4650

4.4.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição

Foram dimensionados 14 circuitos para o quadro em questão, equivalendo a 4 espaços de reserva para eventuais ampliações da instalação, conforme a tabela 59 da NBR-5410:2004

4.4.11. Diagrama Multifilar



4.5. ÁREAS COMUNS – HALLS E ESCADAS

4.5.1. Quadro de Áreas

Tabela 67: Quadro de áreas das áreas comuns

Cômodo	Dimensões	
	Perímetro (m)	Área (m²)
Escadas Subsolo	16.68	14.74
Escadas PUC	16.68	14.74
Área Comum Pav Tipo 1	45.37	34.53
Área Comum Pav Tipo 2	36.77	27.69
Área Comum Pav Tipo 3	45.37	34.53
Área Comum Pav Tipo 4	36.77	27.69
Área Comum Pav Tipo 5	45.37	34.53
Área Comum Pav Tipo 6	36.77	27.69
Área Comum Pav Tipo 7	45.37	34.53
Área Comum Pav Tipo 8	36.77	27.69
Área Comum Pav Tipo 9	45.37	34.53

Área Comum Pav Tipo 10	36.77	27.69
Escadas Cobertura	19.41	10.5

4.5.2. Iluminação, TUG e TUE

Tabela 68: Pontos de iluminação das áreas comuns

Cômodo	Iluminação Mínima (VA)			Iluminação Adotada (VA)		
	Quantidade Mínima	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)	Pontos de Luz adotados	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Escadas Subsolo	1	100	280	1	280	280
	3	60				
Escadas PUC	1	100	280	1	280	280
	3	60				
Área Comum Pav Tipo 1	1	100	580	1	280	580
	8	60		3	100	
Área Comum Pav Tipo 2	1	100	460	1	280	480
	6	60		2	100	
Área Comum Pav Tipo 3	1	100	580	1	280	580
	8	60		3	100	
Área Comum Pav Tipo 4	1	100	460	1	280	480
	6	60		2	100	
Área Comum Pav Tipo 5	1	100	580	1	280	580
	8	60		3	100	
Área Comum Pav Tipo 6	1	100	460	1	280	480
	6	60		2	100	
Área Comum Pav Tipo 7	1	100	580	1	280	580
	8	60		3	100	
Área Comum Pav Tipo 8	1	100	460	1	280	480
	6	60		2	100	
Área Comum Pav Tipo 9	1	100	580	1	280	580
	8	60		3	100	
Área Comum Pav Tipo 10	1	100	460	1	280	480
	6	60		2	100	
Escadas Cobertura	1	100	220	1	220	220
	2	60				
			5980			

Tabela 69: Tomadas de uso geral das áreas comuns

Cômodo	TUGs			
	Quantidade Mínima	Quantidade Adotada	POTÊNCIA unitária (VA)	POTÊNCIA total (VA)
Escadas Subsolo	1	1	20	20
	0	0	100	
Escadas PUC	1	1	20	20
	0	0	100	
Área Comum Pav Tipo 1	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 2	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 3	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 4	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 5	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 6	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 7	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 8	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 9	1	1	20	120
	1	1	100	
Área Comum Pav Tipo 10	1	1	20	120
	1	1	100	
Escadas Cobertura	1	1	20	20
	0	0	100	
				1260

Não há tomadas de uso específicos nos halls e escadas de serviço em nenhum pavimento.

4.5.3. Potência total e Fornecimento

Tabela 70: Potência total áreas comuns

Potência Instalada no apartamento (W)			
Apt. Duplex	Potência	Fator de Potência	Potência Total
Iluminação (VA)	5980	1	5980
TUG's (VA)	1260	0.8	1008

TUE's (W)	0	1	0
Potência Instalada no apartamento (W)			6988

4.5.4. Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Tabela 71: Divisão de Circuitos, correntes e agrupamentos

Divisão dos Circuitos, Correntes e Agrupamentos														
Circuito	**Competência**	**P (VA)**	**U (V)**	**Tipo**	**I (A)**	**Agrupamentos**								
1	Ilum. Escadas Subsolo e PUC	560	127	Monofásico c/ Neutro	4.4	2	3	4	5	6	7		
2	Ilum. Comum Pav 1 e 2	1060	127	Monofásico c/ Neutro	8.3	3	4	5	6	7			
3	Ilum. Comum Pav 3 e 4	1060	127	Monofásico c/ Neutro	8.3	4	5	6	7				
4	Ilum. Comum Pav 5 e 6	1060	127	Monofásico c/ Neutro	8.3	5	6	7					
5	Ilum. Comum Pav 7 e 8	1060	127	Monofásico c/ Neutro	8.3	6	7						
6	Ilum. Comum Pav 9 e 10 e cob.	1280	127	Monofásico c/ Neutro	10.1	7							
7	TUGs hall serviço + Luz emergência	1260	127	Monofásico c/ Neutro	9.9								
		7340											

4.5.5. Seção dos Condutores

Tabela 72: Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores

Correntes corrigidas dos circuitos e disjuntores							
Circuito	**U (V)**	**I (A)**	**FCT**	**FCA**	**I' (A)**	**Corrente Disjuntor (A)**	**Corrente disjuntor comercial (A)**
1	127	4.4	0.94	0.54	8.69	12.16	13
2	127	8.3	0.94	0.57	15.58	21.81	25
3	127	8.3	0.94	0.6	14.80	20.72	20
4	127	8.3	0.94	0.65	13.66	19.12	20
5	127	8.3	0.94	0.7	12.68	17.76	16
6	127	10.1	0.94	0.8	13.40	18.76	16
7	127	9.9	0.94	1	10.55	14.78	16

Utilizando as tabelas 47 e 36 da norma para determinar as seções mínimas e o método da queda de tensão tem-se que as seguintes seções dos condutores fase de cada circuito:

Tabela 73: Seção dos Condutores de Fase

Seção dos condutores de fase							
Circuito	**U (V)**	**Seção Mínima (mm2)**	**Corrente disjuntor comercial (A)**	**Seção tabela (mm2) - PVC**	**Queda de Tensão (ΔV)**	**ΔV/V(%)**	**Seção adotada (mm2)**
1	127	1.5	13.0	1	2.3	1.8%	1.5
2	127	1.5	25.0	4	2.4	1.9%	4.0
3	127	1.5	20.0	2.5	1.4	1.1%	2.5
4	127	1.5	20.0	2.5	1.5	1.2%	2.5
5	127	1.5	16.0	1.5	2.1	1.7%	1.5
6	127	1.5	16.0	1.5	2.3	1.8%	1.5
7	127	1.5	10.6	0.75	1.9	1.5%	1.5

Visto que a queda de tensão percentual para cada caso é inferior a 4%, não há necessidade de aumentar suas respectivas seções de condutores.

De acordo com as tabelas 7 e 8 da NBR 5410:2004, considerando que todas as seções dos condutores de fase são inferiores a 16 mm2, tem-se as seguintes seções dos condutores neutros e de proteção equivalentes:

Tabela 74: Seção dos condutores neutro e terra

Seção dos Neutros e Terras			
Circuito	**Seção Condutor de fase (mm²)**	**Seção do neutro (mm²)**	**Seção do terra (mm²)**
1	1.5	1.5	1.5
2	4.0	4.0	1.5
3	2.5	2.5	1.5
4	2.5	2.5	2.5
5	1.5	1.5	1.5
6	1.5	1.5	1.5
7	1.5	1.5	1.5

4.5.6. Eletrodutos

Tabela 75: Seção dos Eletrodutos

Seção dos Eletrodutos					
Ligação	**Número de condutores**	**Maior Seção (mm²)**	**Ocupação (mm²)**	**Eletroduto (mm²)**	**Eletroduto (polegada)**
Subsolo ao Pav 2	10	4.0	138	25	1
Pav 2 ao pav 4	8	4.0	110.4	25	1
Pav 4 ao pav 6	6	2.5	64.2	20	3/4
Pav 6 ao pav 8	4	2.5	42.8	15	1/2
Pav 8 a COB	2	1.5	14.2	15	1/2
TUGs subsolo a cobertura	2	2.5	21.4	15	1/2

4.5.7. Demanda Efetiva

Tabela 76: Demanda Efetiva

Demanda Efetiva (kVA)			
Apt. Duplex	**Potência (VA)**	**Fator de Demanda**	**Demandas (kVA)**
Iluminação e TUG's	7240	0.8	5.79
Demanda total do apartamento (kVA)			5.79

4.5.8. Disjuntor Geral

Tabela 77: Disjuntor Geral

Disjuntor Geral	
Tensão Nominal (V)	220 / 127 V
Nº de Fases	3
Categoria de Atendimento	T1
Demanda de Atendimento (kVA)	5.79
Proteção Geral (A-nªde polos)	32 - 3Ø
Condutor do Ramal de Entrada (mm²)	4 (1 x 6)
P=condutor de proteção (mm²)	1 x 6

4.5.9. Equilíbrio das Fases

Tabela 78: Equilíbrio de Fases

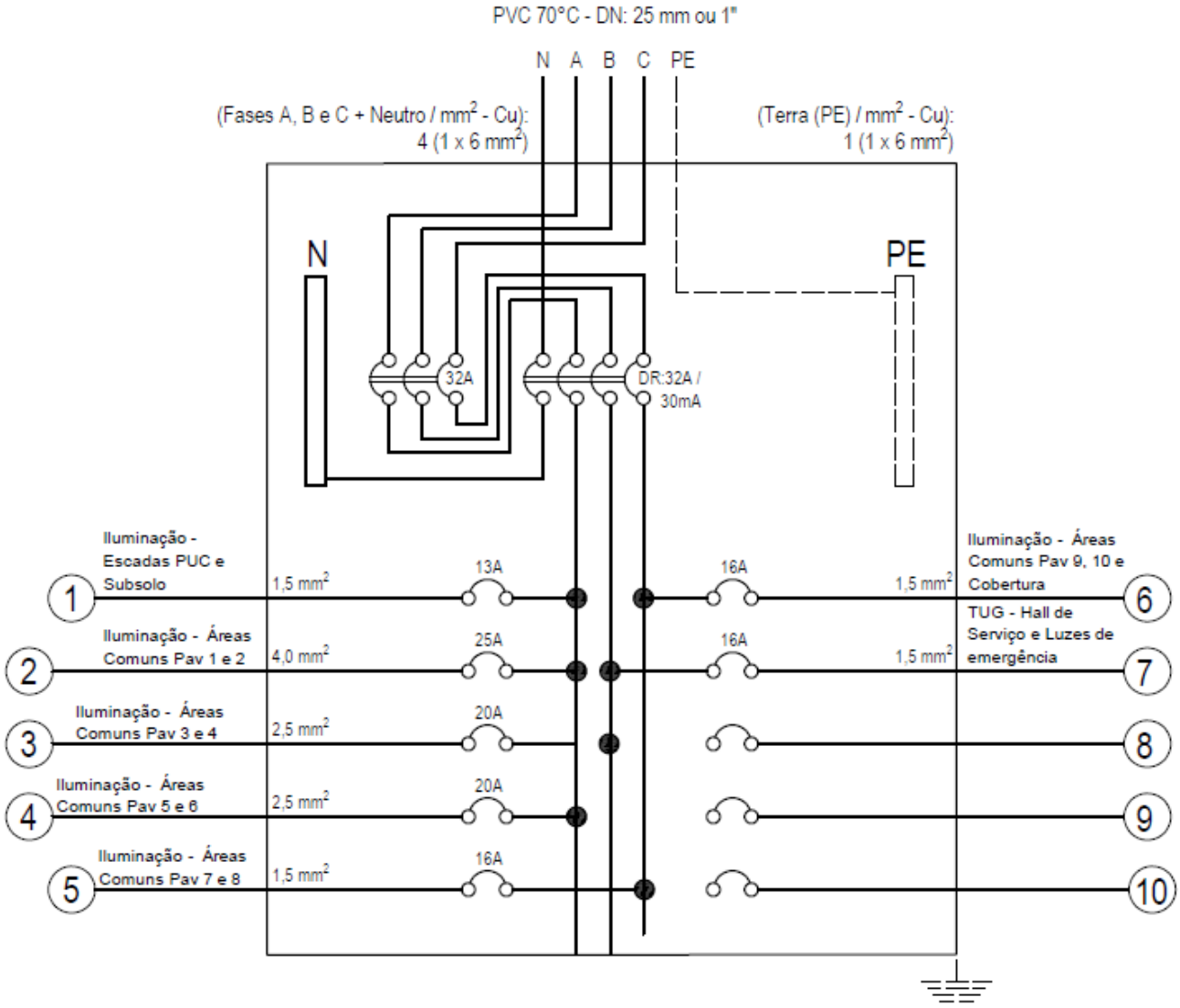
Equilíbrio de Fases

Circuito	Competência	P (VA)	A	B	C
1	Ilum. Escadas Subsolo e PUC	560	560		
2	Ilum. Comum Pav 1 e 2	1060	1060		
3	Ilum. Comum Pav 3 e 4	1060		1060	
4	Ilum. Comum Pav 5 e 6	1060	1060		
5	Ilum. Comum Pav 7 e 8	1060			1060
6	Ilum. Comum Pav 9 e 10 e cob.	1280			1280
7	TUGs hall serviço + Luz emergência	1260		1260	
		7340	2680	2320	2340

4.5.10. Espaço Reservado do Quadro de Distribuição

Foram dimensionados 7 circuitos para o quadro em questão, equivalendo a 3 espaços de reserva para eventuais ampliações da instalação, conforme a tabela 59 da NBR-5410:2004

4.5.11. Diagrama Multifilar



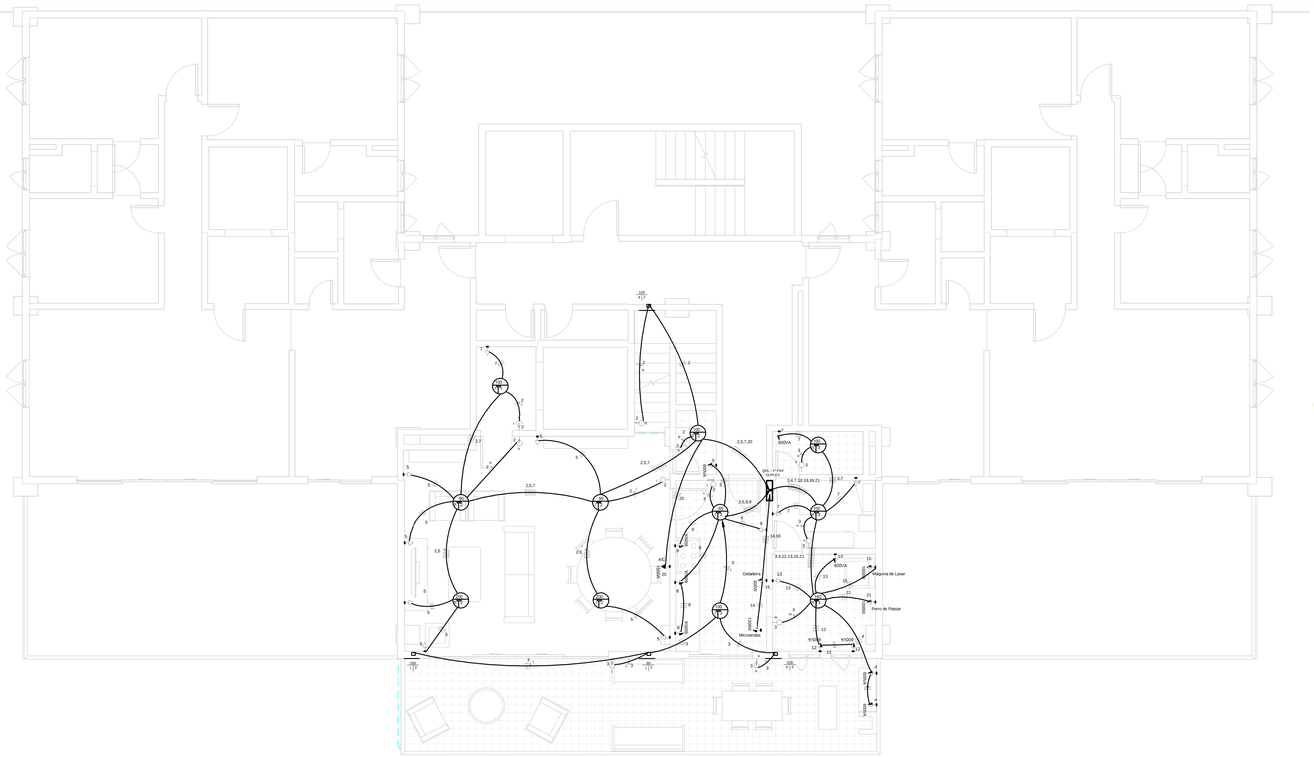
5. ANEXOS

Desenhos técnicos para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas de 1 e 4.

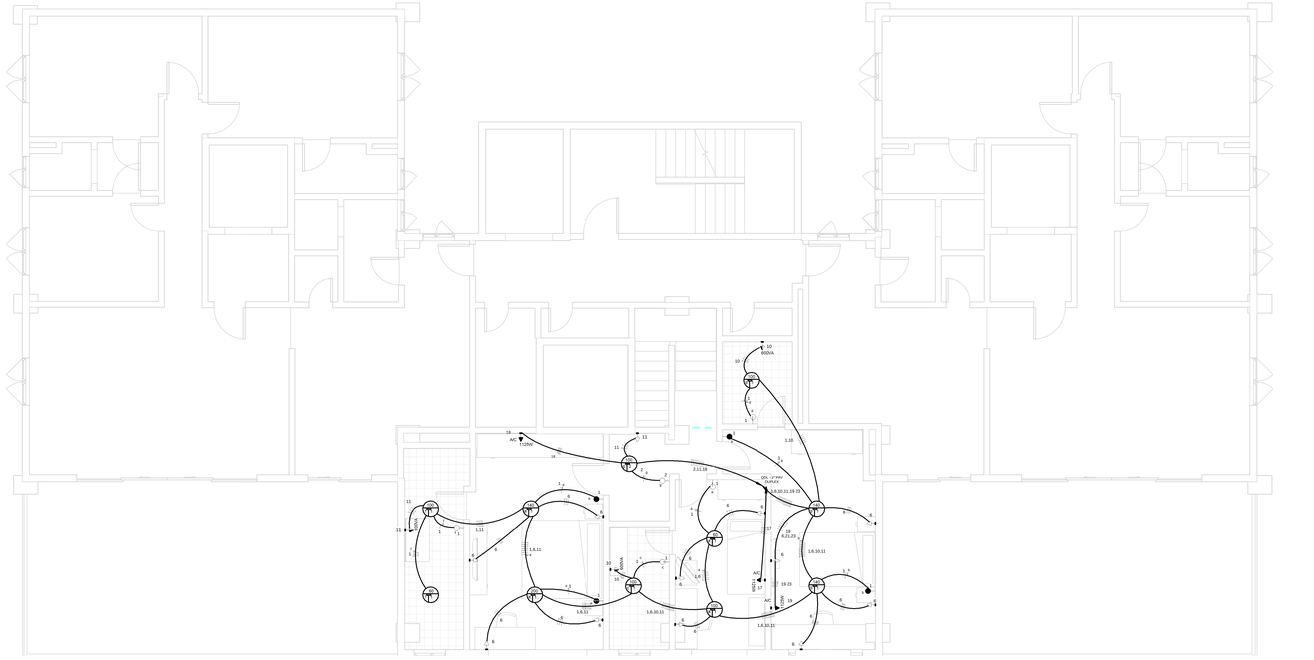
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIGHT - RECON-BT - Entradas Individuais e Coletivas: Regulamentação para fornecimento de energia elétrica a consumidores em baixa tensão, 2019;

NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão, 30 de setembro de 2004.

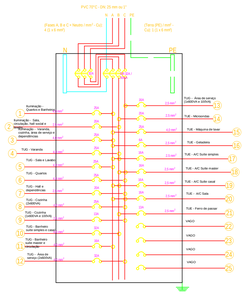


1 APT DUPLEX - PAV 1
1 : 50



2 APT DUPLEX - PAV 2
1 : 50

APART. DUPLEX



AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

SIMBOLOGIA:

	INTERRUPTOR 1 SEÇÃO
	INTERRUPTOR 2 SEÇÕES
	INTERRUPTOR 3 SEÇÕES
	INTERRUPTOR THREE-WAY/FOUR-WAY
	SENSOR DE PRESENÇA
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO TETO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO PISO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S P	ARANDELA BAIXA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S P	ARANDELA MÉDIA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S P	ARANDELA ALTA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E FORÇA
	ELETRODUTO ENCAMINHADO NO TETO
	ELETRODUTO EMBUTIDO NA PAREDE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO PISO
-C- S	CONDUTORES: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO SIMPLES E RETORNO PARALELO, RESPECTIVAMENTE; C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
	ELETRODUTO QUE PASSA
	ELETRODUTO QUE DESCE
	ELETRODUTO QUE SOBE

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 20/05/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

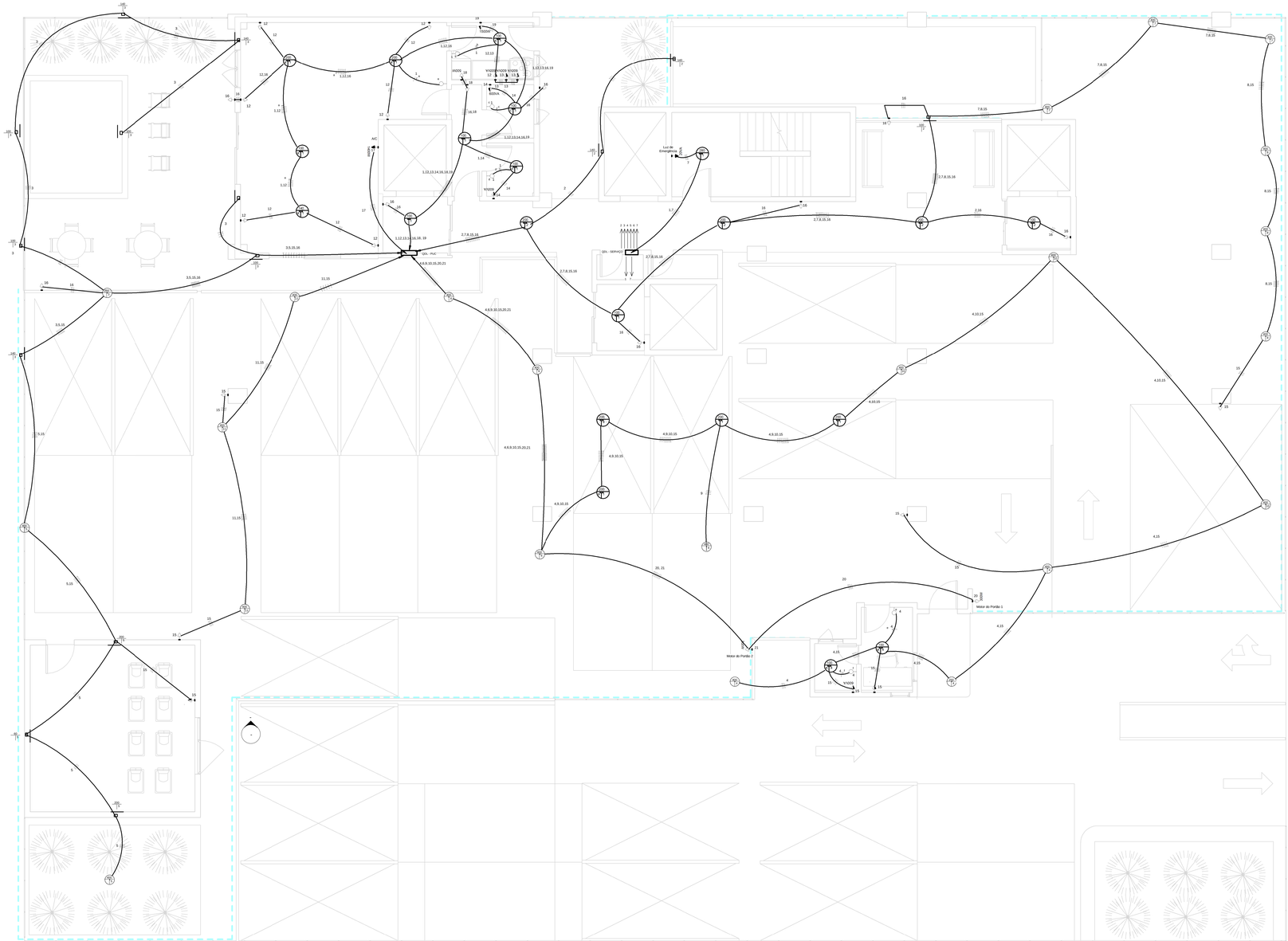
Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Título do Desenho: **Prancha:**

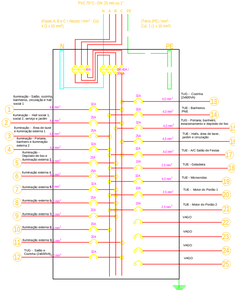
Elétrica - Apartamento Duplex 1

Escala 1 : 50

20/05/2020 22:22:12



PUC



1 PUC
1 : 50

AUTODESK.

www.autodesk.com/revit

SIMBOLOGIA:

	INTERRUPTOR 1 SEÇÃO
	INTERRUPTOR 2 SEÇÕES
	INTERRUPTOR 3 SEÇÕES
	INTERRUPTOR THREE-WAY/FOUR-WAY
	SENSOR DE PRESENÇA
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO TETO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO PISO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S. P	ARANDELA BAIXA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S. P	ARANDELA MÉDIA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S. P	ARANDELA ALTA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E FORÇA
	ELETRODUTO ENCAMINHADO NO TETO
	ELETRODUTO EMBUTIDO NA PAREDE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO PISO
-C- S	CONDUTORES: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO SIMPLES E RETORNO PARALELO, RESPECTIVAMENTE; C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
	ELETRODUTO QUE PASSA
	ELETRODUTO QUE DESCE
	ELETRODUTO QUE SOBE

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 20/05/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

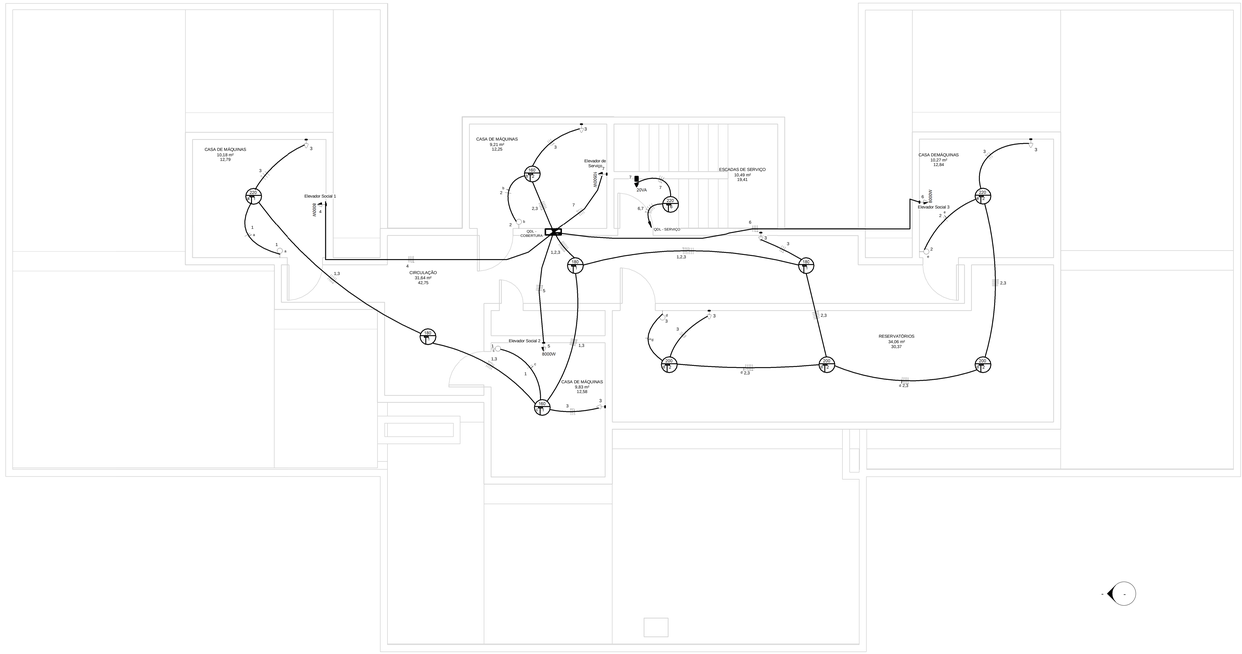
Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Título do Desenho: Elétrica - PUC

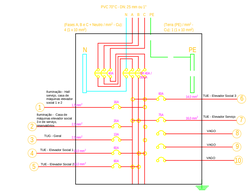
Prancha: 2

Escala 1 : 50

20/05/2020 22:23:07

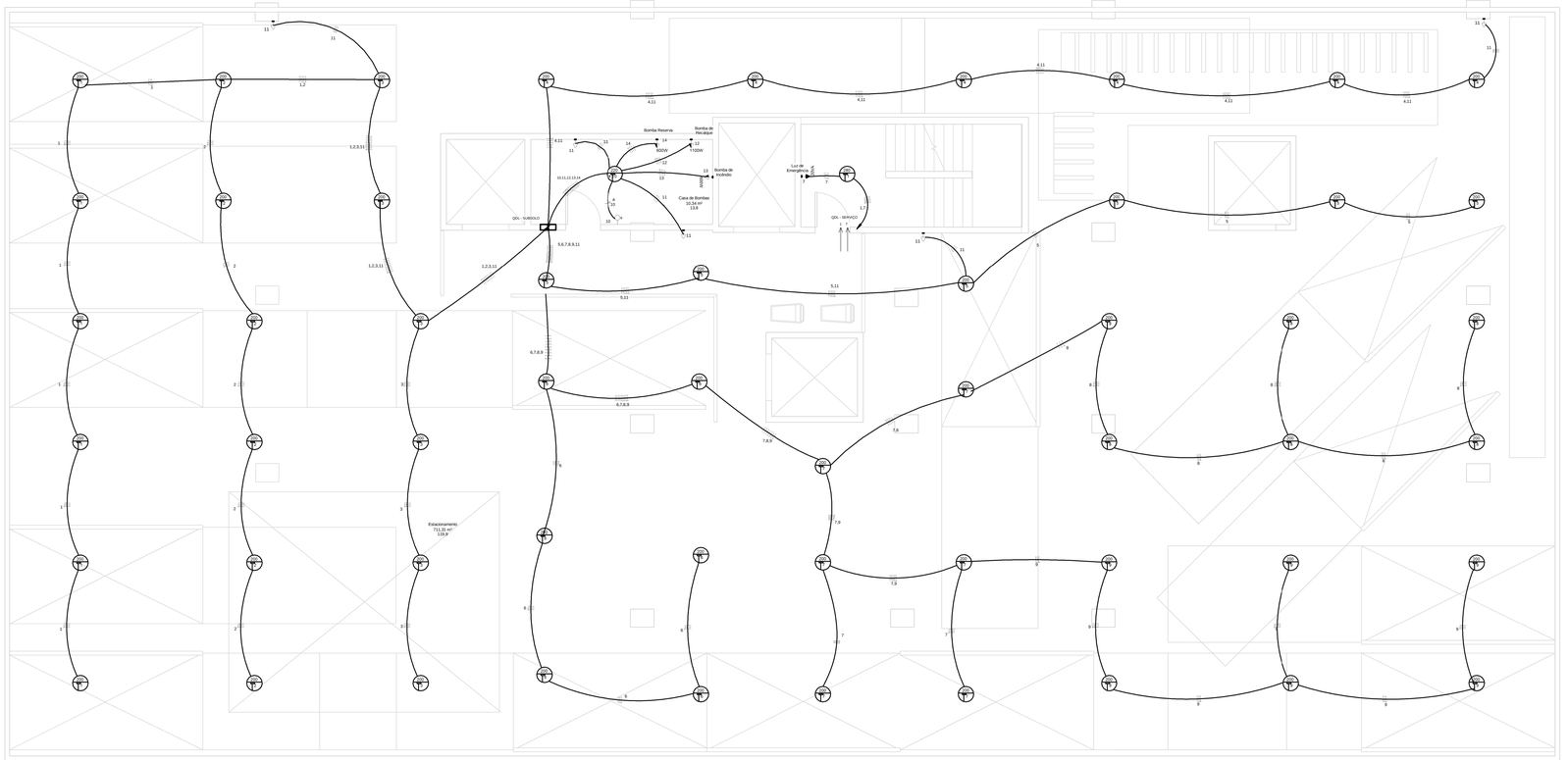


COBERTURA



1 COBERTURA

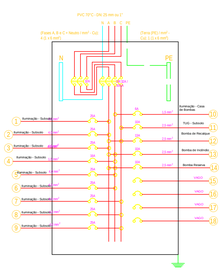
1 : 50



2 SUBSOLO 1

1 : 50

SUBSOLO



AUTODESK

www.autodesk.com/revit

SIMBOLOGIA:	
	INTERRUPTOR 1 SEÇÃO
	INTERRUPTOR 2 SEÇÕES
	INTERRUPTOR 3 SEÇÕES
	INTERRUPTOR THREE-WAY;FOUR-WAY
	SENSOR DE PRESENÇA
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO TETO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO PISO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S, P	ARANDELA BAIXA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S, P	ARANDELA MÉDIA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S, P	ARANDELA ALTA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E FORÇA
	ELETRODUTO ENCAMINHADO NO TETO
	ELETRODUTO EMBUTIDO NA PAREDE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO PISO
-C- S	CONDUTORES: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO SIMPLES E RETORNO PARALELO, RESPECTIVAMENTE; C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
	ELETRODUTO QUE PASSA
	ELETRODUTO QUE DESCE
	ELETRODUTO QUE SOBE

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 20/05/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

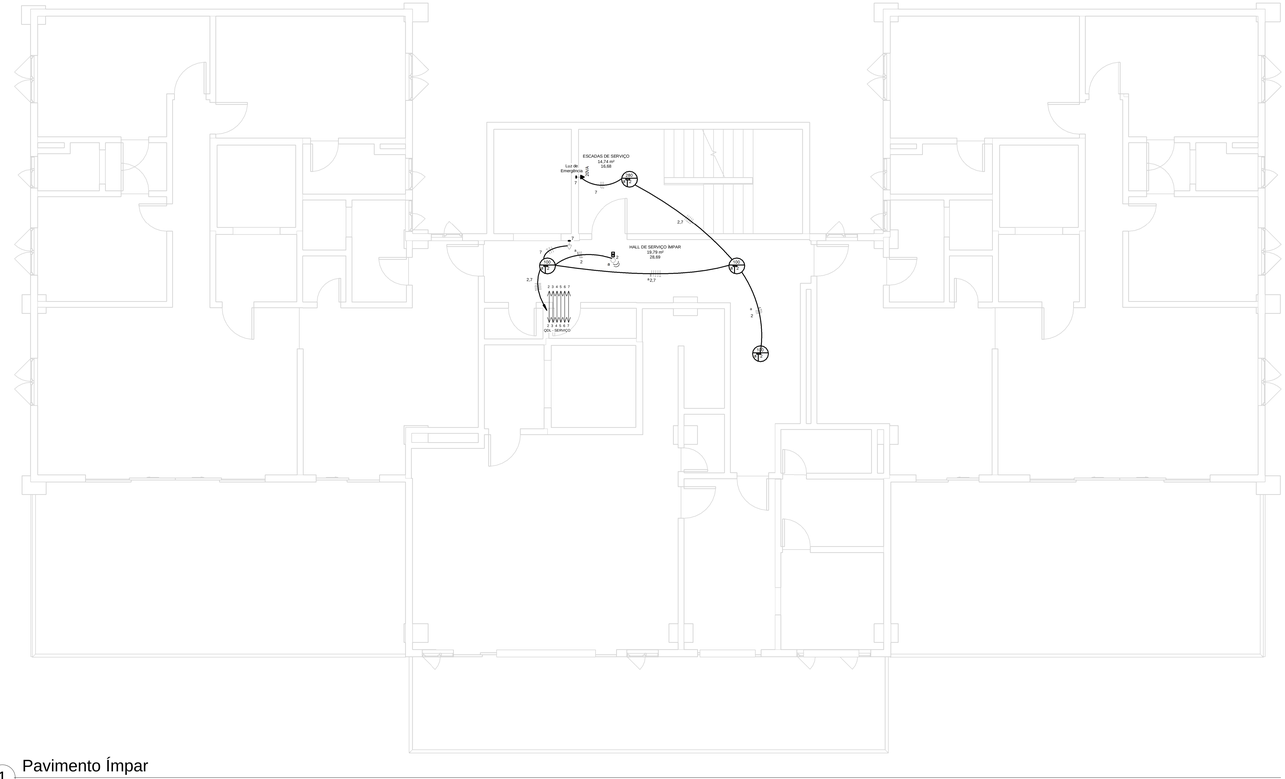
Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Título do Desenho: **Prancha:**

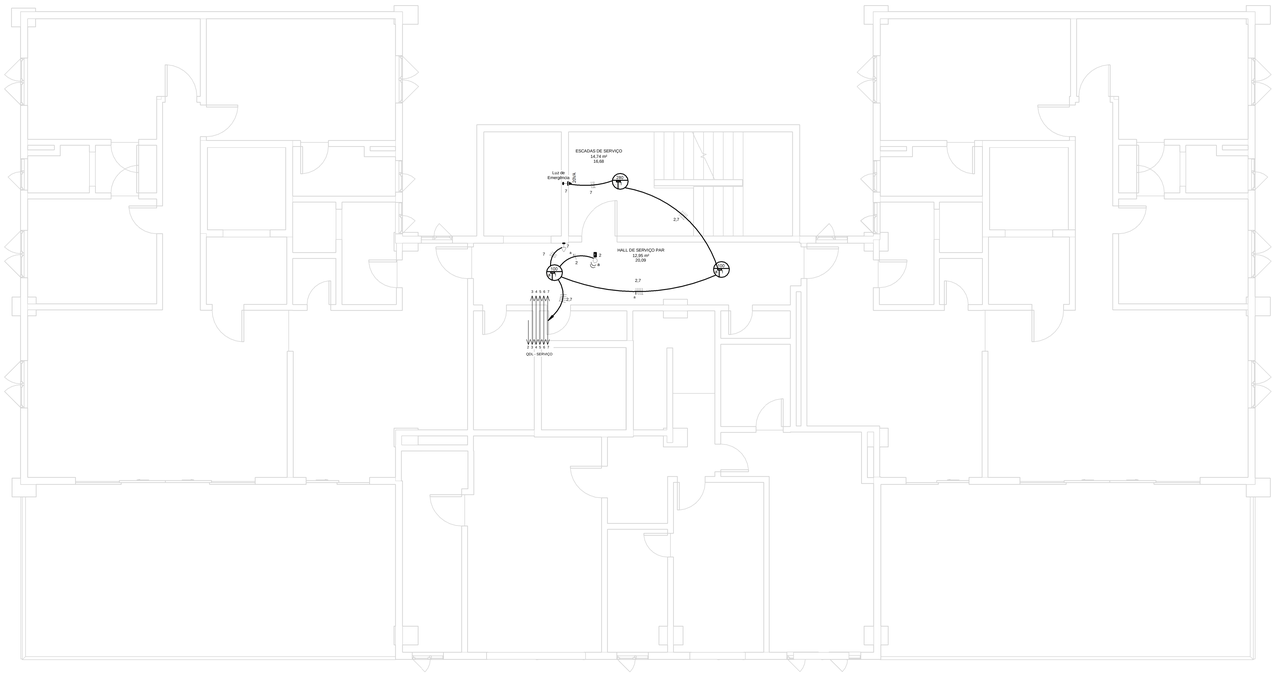
Elét. Cobertura e Subsolo 3

Escala 1 : 50

20/05/2020 22:23:49

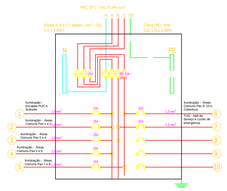


1 Pavimento Ímpar
1 : 50



2 Pavimento Par
1 : 50

ÁREAS COMUNS



AUTODESK

www.autodesk.com/revit

SIMBOLOGIA:

	INTERRUPTOR 1 SEÇÃO
	INTERRUPTOR 2 SEÇÕES
	INTERRUPTOR 3 SEÇÕES
	INTERRUPTOR THREE-WAY/FOUR-WAY
	SENSOR DE PRESENÇA
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO TETO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
P C S	PONTO DE ILUMINAÇÃO NO PISO; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S P	ARANDELA BAIXA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S P	ARANDELA MÉDIA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C- S P	ARANDELA ALTA; P: POTÊNCIA (VA), C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO GERAL - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - BAIXA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - MÉDIA; C: Nº DO CIRCUITO
-C-	TOMADA DE USO ESPECÍFICO - ALTA; C: Nº DO CIRCUITO
	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E FORÇA
	ELETRODUTO ENCAMINHADO NO TETO
	ELETRODUTO EMBUTIDO NA PAREDE
	ELETRODUTO EMBUTIDO NO PISO
-C- S	CONDUTORES: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO SIMPLES E RETORNO PARALELO, RESPECTIVAMENTE; C: Nº DO CIRCUITO, S: SEÇÃO DE ACIONAMENTO
	ELETRODUTO QUE PASSA
	ELETRODUTO QUE DESCE
	ELETRODUTO QUE SOBE

No.	Description	Date

SCHWARTZ-RAVELLI
Engenharia LTDA

RECREIO GARDEN

Identificação da Obra:

Recreio Garden
Rua Sandro Moreira, nº 100, Recreio dos Bandeirantes,
Rio de Janeiro - RJ

Data: 20/05/2020

Alunos: Felipe Bezerra Leite Schwartz
Rafael Dainese Ravelli

Orientador(a): Elaine Garrido Vazquez

Título do Desenho: Elétrica - Áreas Comuns

Prancha: 4

Escala 1 : 50

20/05/2020 22:24:14

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Instalações Especiais

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz

Profa. Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro

Junho de 2020

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 MEMORIAL DESCRITIVO 7

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO 8

3.1 TELEFONE 8

3.1.1 PREVISÃO DE PONTOS TELEFÔNICOS 8

3.1.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS 9

3.1.3 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ENTRADA E CAIXA DE ENTRADA 11

3.2 INTERFONE, ANTENA DE TV E CFTV 11

4 MEMORIAL DE CÁLCULO 12

4.1 TELEFONE 12

4.1.1 PREVISÃO DE PONTOS TELEFÔNICOS 12

4.1.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS 13

4.1.3 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ENTRADA E CAIXA DE ENTRADA 14

4.2 INTERFONE 14

4.2.1 PREVISÃO DE PONTOS INTERFÔNICOS 15

4.2.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS 16

4.3 ANTENA DE TV 17

4.3.1 PREVISÃO DE PONTOS DE ANTENA DE TV 17

4.3.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS 18

4.4 CFTV 18

4.4.1 PREVISÃO DE PONTOS DE CFTV 19

4.4.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS 19

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 - Esquema de colunas dos apartamentos do edifício Hiver..... 12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Critério de previsão de pontos telefônicos. (NISKIER, 2000) 9

Tabela 3.2 – Dimensionamento das tubulações primárias e secundárias. (NISKIER, 2000) 9

Tabela 3.3 - Dimensionamento das caixas internas. (NISKIER, 2000) 10

Tabela 3.4 - Dimensões padronizadas das caixas internas. (NISKIER, 2000) . 10

Tabela 3.5 – Tabela 1 - Dimensionamento de tubulações de entrada telefônica subterrânea. (NBR 13726:1996) 11

Tabela 3.6 - Dimensionamento da caixa de entrada do edifício. (NISKIER, 2000) 11

Tabela 4.1 – Número de pontos telefônicos no PUC. 12

Tabela 4.2 - Número de pontos telefônicos nos pavimentos tipo. 13

Tabela 4.3 - Número total de pontos telefônicos no edifício Recreio Garden... 13

Tabela 4.4 – Dimensionamento das tubulações telefônicas primárias e secundárias. 13

Tabela 4.5 - Dimensionamento das caixas telefônicas internas. 14

Tabela 4.6 – Dimensionamento da caixa telefônica de entrada. 14

Tabela 4.7 - Dimensionamento da tubulação telefônica de entrada. 14

Tabela 4.8 - Número de pontos interfônicos no subsolo. 15

Tabela 4.9 - Número de pontos interfônicos no PUC. 15

Tabela 4.10 - Número de pontos interfônicos nos pavimentos tipo. 15

Tabela 4.11 - Número de pontos interfônicos na cobertura. 15

Tabela 4.12 - Número total de pontos interfônicos no edifício Recreio Garden. 15

Tabela 4.13 - Dimensionamento das tubulações interfônicas primárias e secundárias. 16

Tabela 4.14 - Dimensionamento das caixas interfônicas internas. 16

Tabela 4.15 - Número de pontos de antena de TV no PUC. 17

Tabela 4.16 - Número de pontos de antena de TV nos pavimentos tipo. 17

Tabela 4.17 - Número total de pontos de antena de TV no edifício Recreio Garden..... 17

Tabela 4.18 - Dimensionamento das tubulações de antena de TV primárias e secundárias. 18

Tabela 4.19 - Dimensionamento das caixas de antena de TV internas. 18

Tabela 4.20 - Número de pontos de CFTV no subsolo. 19

Tabela 4.21 - Número de pontos de CFTV no PUC. 19

Tabela 4.23 - Número de pontos de CFTV na cobertura. 19

Tabela 4.24 - Número total de pontos de CFTV no edifício Recreio Garden.... 19

Tabela 4.25 - Dimensionamento das tubulações de CFTV primárias e secundárias. 19

Tabela 4.26 - Dimensionamento das caixas de CFTV internas..... 20

1 INTRODUÇÃO

Este documento define o projeto de instalações elétricas no edifício Recreio Garden, com testada para a Rua Sandro Moreira, n° 100, no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro. Nele estão detalhados os memoriais descritivo, justificativo e de cálculo para todas os pavimentos do empreendimento, atendendo às exigências normativas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela concessionária de energia elétrica TELEBRAS.

2 MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo

As instalações especiais do Recreio Garden compreendem as instalações de telefone, interfone, antena de TV e CFTV, nele distribuídas conforme se segue:

- Subsolo:
    - 1 ponto de interfone locado no hall de serviço; 3 pontos de CFTV, sendo 2 locados no estacionamento e 1 no hall de serviço.
- PUC:
    - 1 ponto de telefone na portaria; 2 pontos de interfone locados na portaria e na área de lazer; 5 pontos de CFTV: 2 locados no estacionamento, 1 na entrada do condomínio, 1 no hall de serviço e 1 na área de lazer. 1 ponto de TV na portaria.
- Apartamento tipo Duplex:
    - 1 ponto de telefone/internet na sala e 1 na suíte master; 1 ponto de interfone na cozinha. 4 pontos de antena de TV, sendo 1 na sala, 1 na suíte simples, 1 na suíte de casal e 1 na suíte master.

- Cobertura:
    - 1 ponto de interfone locado na circulação comum; 1 pontos de CFTV locado na circulação comum.

As instalações especiais serão executadas com eletrodutos de PVC embutidos em alvenaria ou concreto.

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO

O presente projeto tem como base a sequência para elaboração de projeto apresentada pelos autores Julio Niskier e Joseph Archibald Mancintyre em seu livro “Instalações Elétricas”, 4ª edição, 2000, os quais se respaldaram nos seguintes documentos técnicos:

- Sistemas de Práticas TELEBRÁS (Telecomunicações Brasileiras S.A):
    - N° 235-510-601 – Cabeação. (1ª emissão, Agosto de 1985);
    - N° 235-510-602 – Tubulações. (1ª emissão, Agosto de 1985);
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas):
    - NBR 13300:1995 – Redes Telefônicas Internas em Prédios: Terminologia;
    - NBR 13301:1995 – Redes Telefônicas Internas em Prédios: Simbologia;
    - NBR 13726:1996 – Redes Telefônicas Internas em Prédios – Tubulação de entrada telefônica – Projeto;
    - NBR 13727:1996 – Redes Telefônicas Internas em Prédios – Plantas/Partes componentes de projeto de instalação telefônica;

As instalações especiais compreendem aquelas de telefone, interfone, antena de TV e CFTV. A metodologia de dimensionamento de cada uma delas segue o mesmo procedimento da de telefone, abaixo justificada.

3.1 TELEFONE

3.1.1 PREVISÃO DE PONTOS TELEFÔNICOS

A previsão e pontos telefônicos é função do tipo de edificação, da tipologia, utilização e metragem quadrada de suas dependências, conforme a tabela 3.1 indica:

Tabela 3.1 – Critério de previsão de pontos telefônicos. (NISKIER, 2000)

Tipo de Edificação	Número mínimo de pontos telefônicos
Residências ou apartamentos	N° de quartos ≤ 2 - 1 ponto telefônico; N° de quartos ≤ 3 - 2 pontos telefônicos; N° de quartos ≥ 4 - 3 pontos telefônicos.
Lojas	1 ponto telefônico / 50 m2.
Escritórios	1 ponto telefônico / 10 m2.
Industrias	Area de escritórios: 1 ponto telefônico / 50 m2; Area de produção: estudos especiais a critério do proprietário.
Cinemas, teatros, supermercados, depósitos, armazéns, hotéis e outros	Devem ser feitos estudos especiais, em conjunto com a concessionária local, em respeito aos limites estabelecidos anteriormente.
Habitações populares de baixa renda	1 ponto telefônico.

3.1.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS

Uma vez lançado o trajeto das tubulações primárias e secundárias que alimentam as caixas internas (de distribuição geral e por andar, de passagem e de saída) da instalação, obtém-se o número de pontos acumulados em cada uma de suas seções, permitindo assim o dimensionamento e quantificação das tubulações e caixas em questão, conforme as tabelas 3.2 e 3.3, respectivamente.

Tabela 3.2 – Dimensionamento das tubulações primárias e secundárias. (NISKIER, 2000)

Número de pontos telefônicos acumulados na seção	Diâmetro interno mínimo dos tubos (mm)	Quantidade mínima de tubos
Até 5	19	1
de 06 a 21	25	1
de 22 a 35	38	1
de 36 a 140	50	2
de 141 a 280	75	2
Acima de 280	Usar poço de elevação	

Tabela 3.3 - Dimensionamento das caixas internas. (NISKIER, 2000)

Número de pontos telefônicos acumulados na caixa	Caixa de distribuição geral (*)	Caixa de distribuição	Caixa de passagem e/ou saída
1	-	-	n° 0
2	-	-	n° 1
Até 5	n° 3	n° 2	n° 2
de 06 a 21	n° 4	n° 3	n° 3
de 22 a 35	n° 5	n° 4	n° 3
de 36 a 70	n° 6	n° 5	n° 4
de 70 a 140	n° 7	n° 6	n° 5
de 141 a 280	n° 8	n° 7	n° 6
Acima de 280	Sala para a distribuição geral e poço de elevação		

Obs. (*) - Tratando-se de caixa para a Distribuição Geral, sua profundidade mínima deve ser de 15 cm.

Sendo as dimensões das caixas internas são padronizadas e explicitadas na tabela 3.4:

Tabela 3.4 - Dimensões padronizadas das caixas internas. (NISKIER, 2000)

Caixas	Altura (cm)	Largura (cm)	Profundidade (cm)
n° 0	10	5	5
n° 1	10	10	5
n° 2	20	20	13,5
n° 3	40	40	13,5
n° 4	60	60	13,5
n° 5	80	80	13,5
n° 6	120	120	13,5
n° 7	150	150	16,8
n° 8	200	200	21,8

3.1.2.1 LOCAÇÃO DAS CAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO (GERAL E POR ANDAR)

A caixa de distribuição geral deve estar localizada no andar térreo (PUC), excetuando-se salões de festas e outras áreas que dificultariam o seu acesso.

Quanto às caixas de distribuição por andar, pode-se utilizar apenas uma para 3 andares sequenciais, locando-a no andar intermediário.

3.1.3 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ENTRADA E CAIXA DE ENTRADA

A tubulação de entrada do cabo da rede externa será subterrânea e seu dimensionamento, assim como o da sua caixa de entrada, é função do número total de pontos telefônicos do empreendimento, segundo as tabelas 3.5 e 3.6 abaixo.

Tabela 3.5 – Tabela 1 - Dimensionamento de tubulações de entrada telefônica subterrânea. (NBR 13726:1996)

Número total de pontos telefônicos no edifício	Diâmetro interno mínimo do(s) tubo(s) (mm)	Quantidade mínima de tubos
de 06 a 21	50	1
de 22 a 70	75	1
de 71 a 420	75	2
de 421 a 840	100	3

Tabela 3.6 - Dimensionamento da caixa de entrada do edifício. (NISKIER, 2000)

Número total de pontos no edifício	Tipo de caixa	Dimensões internas		
		Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)
Até 35	R1	60	35	50
de 36 a 140	R2(*)	107	52	50
de 141 a 420	R3(**)	120	120	130
Acima de 420	I(**)	215	130	180

Obs. (*) - Caso não seja encontrado o tampão para essa caixa, usar a caixa de dimensões (80x80x100) cm. (**) – Gargalo com 50 cm.

3.2 INTERFONE, ANTENA DE TV E CFTV

A mesma metodologia acima exposta deve ser aplicada no dimensionamento dessas instalações, atendo-se ao fato que estas são sistemas internos do empreendimento e consequentemente desprovidas de tubulações e caixas de entrada.

4 MEMORIAL DE CÁLCULO

No caso do dimensionamento das instalações dos pavimentos tipo, os apartamentos do edifício Recreio Garden foram convenientemente divididos em colunas, conforme abaixo representado.

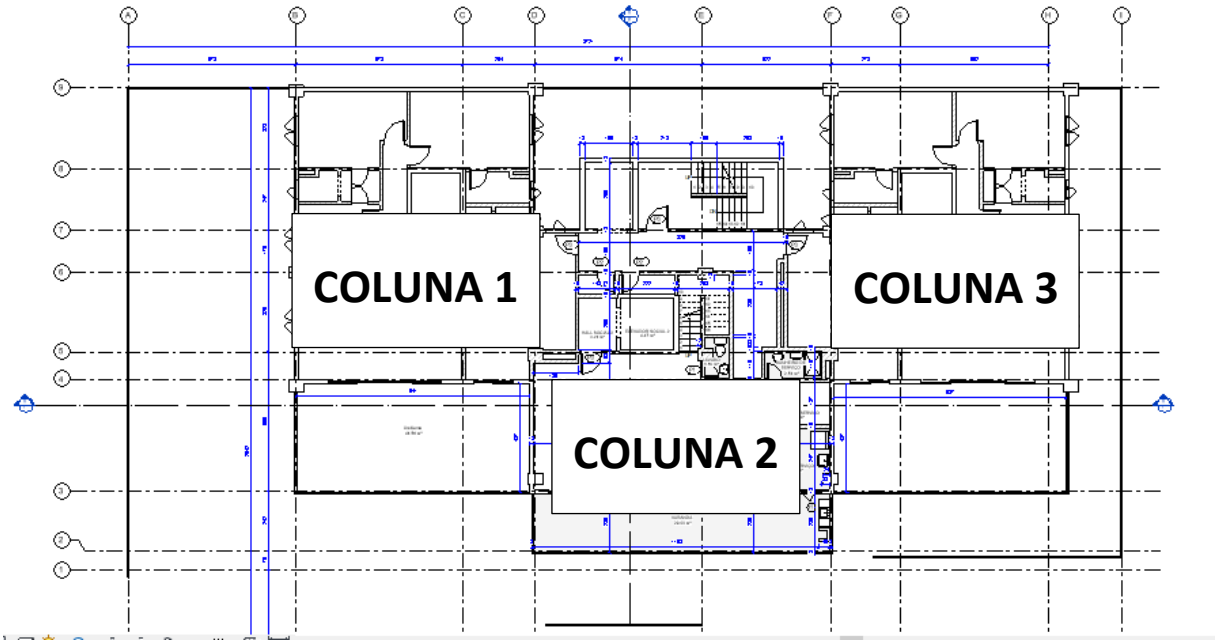


Figura 4.1 - Esquema de colunas dos apartamentos do edifício Recreio Garden.

4.1 TELEFONE

Para a elaboração do projeto, considerou-se que a caixa de distribuição geral (CDG) se situa no PUC, sendo alimentada pela caixa de entrada subterrânea. Todos os pavimentos tipo possuem caixas internas, sendo as caixas de distribuição localizadas no térreo (que alimenta o subsolo e o 1º pavimento tipo) e nos pavimentos 3, 6 e 9, sempre alimentando um abaixo e um acima.

4.1.1 PREVISÃO DE PONTOS TELEFÔNICOS

Tabela 4.1 – Número de pontos telefônicos no PUC.

	Cômodo	**N° de caixas de saida**
PUC	Portaria	1
	TOTAL:	1

Tabela 4.2 - Número de pontos telefônicos nos pavimentos tipo.

	Apartamento	Cômodo	N° de caixas de saída
Pavimento tipo	10 x Apt. Linear (Coluna 1)	Sala	1
		Suíte	1
	5 x Apt. Duplex (Coluna 2)	Sala	1
		Suíte	1
	10 x Apt. Linear (Coluna 3)	Sala	1
		Suíte	1
	Total:		50

Tabela 4.3 - Número total de pontos telefônicos no edifício Recreio Garden.

Total no Recreio Garden:	51

4.1.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS

Tabela 4.4 – Dimensionamento das tubulações telefônicas primárias e secundárias.

Seção		Total de pontos telefônicos	Dimensionamento
Montante	**Jusante**		
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 3)	44	2 x 50mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 3)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	30	1 x 38mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 9)	14	1 x 25mm
Caixa de distribuição qualquer	Caixa de Passagem Pav Tipo IMPAR	6	1 x 25mm
Caixa de distribuição qualquer	Caixa de Passagem Pav Tipo PAR	4	1 x 19mm

As tubulações de ligação das caixas de saída compreendem no máximo 2 pontos (caso dos pavimentos tipo). Sendo assim, suas dimensões são de 19 mm.

Tabela 4.5 - Dimensionamento das caixas telefônicas internas.

	Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 3)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 9)	Caixa de Passagem Pav Tipo IMPAR	Caixa de Passagem Pav Tipo PAR
Total de pontos telefônicos na caixa	51	44	30	14	6	4
Tipo da caixa	Nº 6	Nº 5	Nº 4	Nº 3	Nº 3	Nº 2
Dimensões da caixa (cm)	120 x 120 x 15	80 x 80 x 13,5	60 x 60 x 13,5	40 x 40 x 13,5	40 x 40 x 13,5	20 x 20 x 13,5

4.1.3 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ENTRADA E CAIXA DE ENTRADA

Tabela 4.6 – Dimensionamento da caixa telefônica de entrada.

	Caixa de Entrada Subterrânea
Total de pontos telefônicos na caixa	51
Tipo da caixa	R2
Dimensões da caixa (cm)	107 x 52 x 50

Tabela 4.7 - Dimensionamento da tubulação telefônica de entrada.

Seção		**Total de pontos telefônicos**	**Dimensionamento**
Montante	**Jusante**		
Caixa de Entrada Subterrânea	Caixa de Distribuição Geral	51	1 x 75mm

4.2 INTERFONE

Para a elaboração do projeto, considerou-se que a caixa de distribuição geral (CDG) se situa no PUC, próximo à portaria. Todos os pavimentos tipo possuem caixas internas, sendo as caixas de distribuição localizadas no térreo (que alimenta o subsolo e o 1º pavimento tipo) e nos pavimentos 3, 6 e 9, sempre alimentando um abaixo e um acima. A caixa de passagem da cobertura é alimentada pela caixa de distribuição do 9ª pavimento.

4.2.1 PREVISÃO DE PONTOS INTERFÔNICOS

Tabela 4.8 - Número de pontos interfônicos no subsolo.

	Cômodo	N° de caixas de saida
Subsolo	Hall de Serviço	1
	TOTAL	1

Tabela 4.9 - Número de pontos interfônicos no PUC.

	Cômodo	N° de caixas de saida
PUC	Portaria	1
	Área de Lazer	1
	TOTAL	2

Tabela 4.10 - Número de pontos interfônicos nos pavimentos tipo.

	Apartamento	Cômodo	N° de caixas de saida
Pavimento tipo	10 x Apt. Linear (Coluna 1)	Cozinha	10
	5 x Apt. Duplex (Coluna 2)	Cozinha	5
	10 x Apt. Linear (Coluna 3)	Cozinha	10
	TOTAL		25

Tabela 4.11 - Número de pontos interfônicos na cobertura.

	Cômodo	N° de caixas de saida
Cobertura	Hall de Serviço	1
	TOTAL de pontos interfônicos:	1

Tabela 4.12 - Número total de pontos interfônicos no edifício Recreio Garden.

Total de pontos interfônicos no Recreio Garden	29

4.2.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS

Tabela 4.13 - Dimensionamento das tubulações interfônicas primárias e secundárias.

Seção		**Total de pontos telefônicos**	**Dimensionamento**
Montante	**Jusante**		
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de passagem (Subsolo)	1	1 x 19mm
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 3)	23	1 x 38mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 3)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	16	1 x 25mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 9)	8	1 x 25mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	Caixa de passagem (Cobertura)	1	1 x 19mm
Caixa de distribuição qualquer	Caixa de Passagem Pav Tipo IMPAR	3	1 x 19mm
Caixa de distribuição qualquer	Caixa de Passagem Pav Tipo PAR	2	1 x 19mm

As tubulações de ligação das caixas de saída compreendem no máximo 2 pontos (caso do PUC). Sendo assim, suas dimensões são de 19 mm.

Tabela 4.14 - Dimensionamento das caixas interfônicas internas.

	Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 3)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 6)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 9)	Caixa de Passagem Pav Tipo IMPAR	Caixa de Passagem Pav Tipo PAR	Caixa de Passagem Subsolo e Cobertura
Total de pontos telefônicos na caixa	29	23	16	8	3	2	1
Tipo da caixa	Nº 5	Nº 4	Nº 3	Nº 3	Nº 2	Nº 1	Nº 0
Dimensões da caixa (cm)	80 x 80 x 13,5	60 x 60 x 13,5	40 x 40 x 13,5	40 x 40 x 13,5	20 x 20 x 13,5	10 x 10 x 5	10 x 5 x 5

4.3 ANTENA DE TV

Para a elaboração do projeto, considerou-se que a caixa de distribuição geral (CDG) se situa na cobertura. O PUC e todos os pavimentos tipo possuem caixas internas. As caixas dos pavimentos 8, 5 e 2 distribuem para um andar a cima e um abaixo. Sendo a caixa de passagem do 10º pavimento alimentada diretamente pela CDG da cobertura e a caixa do PUC alimentada pela do 2º pavimento.

4.3.1 PREVISÃO DE PONTOS DE ANTENA DE TV

Tabela 4.15 - Número de pontos de antena de TV no PUC.

	Cômodo	**N° de caixas de saida**
PUC	Portaria	1
	TOTAL:	1

Tabela 4.16 - Número de pontos de antena de TV nos pavimentos tipo.

	Apartamento	**Cômodo**	**N° de caixas de saida**
Pavimento tipo	10 x Apt. Linear (Coluna 1)	Sala	1
		Suíte Simples	1
		Suíte Casal	1
		Suíte Master	1
	5 x Apt. Duplex (Coluna 2)	Sala	1
		Suíte Simples	1
		Suíte Casal	1
		Suíte Master	1
	10 x Apt. Linear (Coluna 3)	Sala	1
		Suíte Simples	1
		Suíte Casal	1
		Suíte Master	1
	Total:		100

Tabela 4.17 - Número total de pontos de antena de TV no edifício Recreio Garden.

Total no Recreio Garden:	101

4.3.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS

Tabela 4.18 - Dimensionamento das tubulações de antena de TV primárias e secundárias.

Seção		**Total de pontos de TV**	**Dimensionamento**
Montante	**Jusante**		
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 8)	90	2 x 50mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 8)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 5)	61	2 x 50mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 5)	Caixa de Distribuição (Pav Tipo 2)	30	1 x 38mm
Caixa de Distribuição (Pav Tipo 2)	Caixa de passagem (PUC)	1	1 x 19mm
Caixa de distribuição qualquer	Caixa de Passagem Pav Tipo IMPAR	9	1 x 25mm
Caixa de distribuição qualquer	Caixa de Passagem Pav Tipo PAR	11	1 x 25mm

Tabela 4.19 - Dimensionamento das caixas de antena de TV internas.

	Caixa de Distribuição Geral	**Caixa de Distribuição (Pav Tipo 8)**	**Caixa de Distribuição (Pav Tipo 5)**	**Caixa de Distribuição (Pav Tipo 2)**	**Caixa de Passagem Pav Tipo IMPAR**	**Caixa de Passagem Pav Tipo PAR**	**Caixa de Passagem PUC**
Total de pontos telefônicos na caixa	101	90	61	30	9	11	1
Tipo da caixa	Nº 7	Nº 6	Nº 5	Nº 4	Nº 3	Nº 3	Nº 0
Dimensões da caixa (cm)	150 x 150 x 16,8	120 x 120 x 13,5	80 x 80 x 13,5	60 x 60 x 13,5	40 x 40 x 13,5	40 x 40 x 13,5	10 x 5 x 5

4.4 CFTV

Para a elaboração do projeto, considerou-se que a caixa de distribuição geral (CDG) se situa no PUC, próximo a portaria. O salão de festas, o subsolo e a cobertura possuem caixas internas alimentadas diretamente por essa CDG

4.4.1 PREVISÃO DE PONTOS DE CFTV

Tabela 4.20 - Número de pontos de CFTV no subsolo.

	Cômodo	**N° de caixas de saida**
Subsolo	Hall Elevador	1
	Estacionamento	2
	TOTAL de pontos de CFTV:	3

Tabela 4.21 - Número de pontos de CFTV no PUC.

	Cômodo	**N° de caixas de saida**
PUC	Estacionamento	2
	Entrada do Condomínio	1
	Hall de Serviço	1
	Área de Lazer	1
	TOTAL de pontos de CFTV:	5

Tabela 4.22 - Número de pontos de CFTV na cobertura.

	Cômodo	**N° de caixas de saida**
Cobertura	Hall de Serviço	1
	TOTAL de pontos de CFTV:	1

Tabela 4.23 - Número total de pontos de CFTV no edifício Recreio Garden.

Total de pontos de CFTV no Recreio Garden	9

4.4.2 DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES PRIMÁRIAS, SECUNDÁRIAS E CAIXAS INTERNAS

Tabela 4.24 - Dimensionamento das tubulações de CFTV primárias e secundárias.

Seção		Total de pontos de CFTV	Dimensionamento
Montante	**Jusante**		
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Passagem (Subsolo)	3	1 x 19 mm
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Passagem (PUC)	5	1 x 19 mm
Caixa de Distribuição Geral	Caixa de Passagem (Cobrtura)	1	1 x 19 mm

Tabela 4.25 - Dimensionamento das caixas de CFTV internas.

	Caixa de Distribuição Geral	**Caixa de Passagem (Subsolo)**	**Caixa de Passagem (PUC)**	**Caixa de Passagem (Cobertura)**
Total de pontos de CFTV na caixa	9	3	5	1
Tipo da caixa	Nº 4	Nº 2	Nº 2	Nº 0
Dimensões da caixa (cm)	60 x 60 x 13,5	20 x 20 x 13,5	20 x 20 x 13,5	10 x 5 x 5

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR 13300:1995 – Redes Telefônicas Internas em Prédios: Terminologia, 2 de maio de 1995;

NBR 13301:1995 – Redes Telefônicas Internas em Prédios: Simbologia, 2 de maio de 1995;

NBR 13726:1996 – Redes Telefônicas Internas em Prédios – Tubulação de entrada telefônica – Projeto, 2 de dezembro de 1996;

NBR 13727:1996 – Redes Telefônicas Internas em Prédios – Plantas/Partes componentes de projeto de instalação telefônica, 2 de dezembro de 1996;

Sistemas de Práticas TELEBRÁS (Telecomunicações Brasileiras S.A), N° 235-510-601 – Cabeação. (1ª emissão, Agosto de 1985);

Sistemas de Práticas TELEBRÁS (Telecomunicações Brasileiras S.A), N° 235-510-602 – Tubulações. (1ª emissão, Agosto de 1985);

NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. Instalações elétricas. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC,2000.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

PROJETO DE SPDA

Orientadores: Prof Júlio Jerônimo Holtz,
Profa. Elaine Garrido Vasquez

Rio de Janeiro

Junho de 2020

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9

2 MEMORIAL DESCRITIVO.....9

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO.....10

3.1 FONTE DE DANOS, TIPO DE DANOS E TIPO DE PERDAS 11

3.1.1 FONTE DE DANOS.....11

3.1.2 TIPOS DE DANOS 11

3.1.3 TIPOS DE PERDAS 11

3.2 MEDIDAS DE PROTEÇÃO.....12

3.2.1 REDUÇÃO DE DANOS A PESSOAS DEVIDO A CHOQUE ELÉTRICO.....12

3.2.2 REDUÇÃO DE DANOS FÍSICOS 12

3.2.3 REDUÇÃO DE FALHAS DOS SISTEMAS ELETROELETRÔNICOS OU MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (MPS).....13

3.3 RISCOS E COMPONENTES DE RISCOS 13

3.3.1 RISCO 13

3.3.2 COMPONENTES DE RISCO.....13

3.3.3 EQUACIONAMENTO DOS RISCOS EM FUNÇÃO DE SEUS COMPONENTES .16

3.3.4 ANÁLISE DOS COMPONENTES DE RISCO 16

3.3.5 RISCOS TOLERÁVEIS R_T.....45

3.4 GERENCIAMENTO DE RISCOS 46

3.4.1 AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO.....46

3.4.2 AVALIAÇÃO DO CUSTO DA EFICIÊNCIA DA PROTEÇÃO 47

4 MEMORIAL DE CÁLCULO 50

4.1 AVALIAÇÃO INICIAL DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO 50

4.1.1 ANÁLISE INICIAL DOS COMPONENTES DE RISCO 50

4.1.2 DETERMINAÇÃO INICIAL DOS RISCOS 55

4.1.3 COMPARAÇÃO INICIAL COM RISCOS TOLERÁVEIS 55

4.1.4 SOLUÇÃO PROTETIVA ADOTADA 56

4.2 INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SPDA – MÉTODO FRANKLIN 58

4.2.1 Zona de Proteção dos Captores 58

4.2.2 Número de Condutores de Descida 60

4.2.3 Seção dos Condutores 62

4.3 SELEÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA COORDENADO DE DPS 63

5 ANEXOS 69

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 – Densidade de descargas atmosféricas do município do Rio de Janeiro 18

Figura 3-2 – Area de exposição equivalente de uma estrutura isolada. (NBR 5419-2:2015) 19

Figura 3-3 - Area de exposição equivalente nas proximidades da estrutura. (NBR 5419-2:2015) 21

Figura 3-4 - Area de exposição equivalente de uma linha. (NBR 5419-2:2015) 22

Figura 3-5 - Area de exposição equivalente nas proximidades da linha. (NBR 5419-2:2015) 24

Figura 3-6 - Figura 1 - Procedimento para decisão da necessidade da proteção e para selecionar as medidas de proteção. (NBR 5419-2:2015) 47

Figura 3-7 - Figura 2 – Procedimento para avaliação da eficiência do custo das medidas de proteção. (NBR 5419-2:2015) 49

Figura 4-1 – Ângulo de proteção da haste Franklin 59

Figura 4-2 – Localização dos dispositivos de SPDA 62

Figura 4-3 - Seções Mínimas dos Materiais do SPDA (tabela 3 da NBR-5419) 62

Figura 4-4 – Esquema de conexão 2. (NBR 5410:2004) 64

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Tabela 1- Fontes de danos, tipos de danos e tipos de perdas de acordo com o ponto de impacto. (NBR 5419-2:2015) 12

Tabela 3-2 - Tabela 2 – Componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda em uma estrutura. (NBR 5419-2:2015)..... 14

Tabela 3-3 – Equação geral dos componentes de risco. 17

Tabela 3-4 - Tabela A.1 – Fator de localização da estrutura C_D..... 20

Tabela 3-5 - Tabela A.3 – Fator tipo de linha C_T 20

Tabela 3-6 - Tabela A.2 – Fator de instalação da linha C_I. (NBR 5419-2:2015)22

Tabela 3-7 - Tabela A.4 – Fator ambiental da linha C_E. (NBR 5419-2:2015).... 22

Tabela 3-8 - Tabela B.2 – Valores de probabilidade P_B dependendo das medidas de proteção para reduzir danos físicos. (NBR 5419-2:2015)..... 25

Tabela 3-9 - Tabela B.1 – Valores de probabilidade P_{TA} de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo perigosas. (NBR 5419-2:2015) 26

Tabela 3-10 - Tabela B.3 – Valores de probabilidade de P_{SPD} em função do NP para o qual os DPS foram projetados. (NBR 5419-2:2015)..... 27

Tabela 3-11 - Tabela B.4 – Valores dos fatores C_{LD} e C_{LI} dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento. (NBR 5419-2:2015)..... 28

Tabela 3-12 - Tabela B.5 – Valor do fator K_{S3} dependendo da fiação interna. (NBR 5419-2:2015)..... 30

Tabela 3-13 - Tabela B.6 – Valores da probabilidade P_{TU} de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas. (NBR 5419-2:2015)..... 32

Tabela 3-14 - Tabela B.7 – Valor da probabilidade P_{EB} em função do NP para o qual os DPS foram projetados. (NBR 5419-2:2015)..... 33

Tabela 3-15 - Tabela B.8 – Valores da probabilidade P_{LD} dependendo da resistência R_S da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_W do equipamento. (NBR 5419-2:2015) 33

Tabela 3-16 - Tabela B.9 – Valores da probabilidade P_{LI} dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso U_W dos equipamentos. (NBR 5419-2:2015) . 36

Tabela 3-17 - Tabela C.1 – Tipo de perda L1: Valores da perda para cada zona. (NBR 5419-2:2015)..... 37

Tabela 3-18 - Tabela C.2 – Tipo de perda L1: Valores médios típicos de L_T, L_F e L_O. (NBR 5419-2:2015)..... 37

Tabela 3-19 - Tabela C.3 – Fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso. (NBR 5419-2:2015)..... 38

Tabela 3-20 - Tabela C.4 – Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio. (NBR 5419-2:2015) 39

Tabela 3-21 - Tabela C.5 – Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura. (NBR 5419-2:2015)..... 39

Tabela 3-22 - Tabela C.6 – Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial. (NBR 5419-2:2015)..... 40

Tabela 3-23 - Tabela C.7 – Tipo de perda L2: valores de perda para cada zona. (NBR 5419-2:2015)..... 41

Tabela 3-24 - Tabela C.8 – Tipo de perda L2: valores médios típicos de L_F e L_O. (NBR 5419-2:2015)..... 41

Tabela 3-25 - Tabela C.9 – Tipo de perda L3: valores de perda para cada zona. (NBR 5419-2:2015)..... 42

Tabela 3-26 - Tabela C.10 – Tipo de perda L3: valor médio típico de L_F. (NBR 5419-2:2015) 42

Tabela 3-27 - Tabela C.11 – Tipo de perda L4: valores de perda de cada zona. (NBR 5419-2:2015)..... 43

Tabela 3-28 - Tabela C.12 – Tipo de perda L4: valores médios típicos de LT, LF e LO. (NBR 5419-2:2015) 45

Tabela 3-29 - Tabela 4 – Valores típicos de risco tolerável RT. (NBR 5419-2:2015) 46

Tabela 4-1 – Determinação de N_D 50

Tabela 4-2 – Determinação de N_{DJ} 50

Tabela 4-3 - Determinação de N_M 51

Tabela 4-4 - Determinação de N_L 51

Tabela 4-5 - Determinação de N_L 51

Tabela 4-6 – Determinação inicial de P_B 51

Tabela 4-7 - Determinação inicial de P_A 51

Tabela 4-8 - Determinação inicial de P_C 51

Tabela 4-9 - Determinação inicial de P_M 52

Tabela 4-10 - Determinação inicial de P_U 52

Tabela 4-11 - Determinação inicial de P_V 52

Tabela 4-12 - Determinação inicial de P_W 53

Tabela 4-13 - Determinação inicial de P_Z 53

Tabela 4-14 – Determinação inicial de L_A e L_U (L1) 53

Tabela 4-15 - Determinação inicial de L_B e L_V (L1) 54

Tabela 4-16 - Determinação inicial de L_B e L_V (L2) 54

Tabela 4-17 - Determinação inicial de L_C, L_M, L_W e L_Z (L2) 55

Tabela 4-18 – Determinação inicial de R_1 55

Tabela 4-19 - Determinação inicial de R_2 55

Tabela 4-20– Determinação final de P_B 56

Tabela 4-21 - Determinação final de P_A 56

Tabela 4-22 - Determinação final de P_C 57

Tabela 4-23 - Determinação final de P_M 57

Tabela 4-24 - Determinação final de P_U 57

Tabela 4-25 - Determinação final de P_V 57

Tabela 4-26 - Determinação final de P_W 57

Tabela 4-27 - Determinação final de P_Z 57

Tabela 4-28 - Determinação inicial de R_1 57

Tabela 4-29 - Determinação inicial de R_2 58

Tabela 4-30 – Posicionamento de captores conforme o nível de proteção (tabela 1 da NBR-5419) 59

Tabela 4-31- Espaçamento médio dos condutores de descida não naturais conforme o nível de proteção (tabela 2 da NBR-5419) 60

Tabela 4-32 - Tabela 31— Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação. (NBR 5410:2004) 64

Tabela 4-33 - Tabela 49 — Valor mínimo de Uc exigível do DPS, em função do esquema de aterramento. (NBR 5410:2004) 65

Tabela 4-34 - Tabela E.2 – Surtos de correntes devido às descargas atmosféricas previstos em sistemas de baixa tensão. (NBR 5419-1:2015) 67

Tabela 4-35 – Resumo do dimensionamento do DPS 68

1 INTRODUÇÃO

Este documento define o projeto de SPDA (Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas) no edifício Recreio Garden com testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Nele estão detalhados os memoriais descritivo, justificativo e de cálculo para todas os pavimentos do empreendimento, atendendo às exigências normativas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2 MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO

O presente projeto se baseia nas seguintes normas técnicas da ABNT, referentes à proteção contra descargas atmosféricas em estruturas e linhas de energia e sinal:

- NBR 5419-1:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 1: Princípios Gerais;
    - Discorre sobre os conceitos fundamentais do fenômeno das descargas atmosféricas, sua influência danosa no local a ser protegido, os tipos de medidas de proteção existentes contra danos à estrutura e às pessoas nela inseridas, assim como contra eventuais falhas dos sistemas eletroeletrônicos da edificação, e os critérios básicos para proteção de estruturas.
- NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 2: Gerenciamento de riscos;
    - Disserta sobre o procedimento de gerenciamento de risco associado às descargas atmosféricas, permitindo avaliar quais medidas protetivas devem ser implementadas.
- NBR 5419-3:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
    - Trata das medidas de proteção para reduzir danos físicos e riscos à vida dentro de uma estrutura.
- NBR 5419-4:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;
    - Trata das medidas de proteção para reduzir falhas de sistemas eletroeletrônicos de uma estrutura.
- NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão.

3.1 FONTE DE DANOS, TIPO DE DANOS E TIPO DE PERDAS

3.1.1 FONTE DE DANOS

A corrente oriunda da descarga atmosférica é a principal fonte de dano a estruturas e linhas de energia e sinal. Sendo assim, a sua distinção classificatória é o seu ponto de impacto, conforme se segue:

- S1: descargas atmosféricas na estrutura;
- S2: descargas atmosféricas perto da estrutura;
- S3: descargas atmosféricas em uma linha conectada à estrutura;
- S4: descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura.

3.1.2 TIPOS DE DANOS

Usualmente se distinguem 3 tipos elementares de danos em função de descargas atmosféricas, abaixo descritos. Esses danos dependem de características da construção a ser protegida, podendo atuar em uma parte ou na totalidade da mesma e até mesmo se estender a estruturas vizinhas e ao meio ambiente.

- D1: ferimentos aos seres-vivos por choques elétricos;
- D2: danos físicos;
- D3: falhas de sistemas eletroeletrônicos.

3.1.3 TIPOS DE PERDAS

Em função das características e conteúdo da construção a ser protegida e das diversas combinações de tipos de danos nela aplicadas, pode-se classificar os seguintes tipos de perdas:

- L1: perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- L2: perda de serviço ao público;
- L3: perda de patrimônio cultural;
- L4: perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades).

Tabela 3-1 – Tabela 1- Fontes de danos, tipos de danos e tipos de perdas de acordo com o ponto de impacto. (NBR 5419-2:2015)

Descarga atmosférica	Estrutura	
Fonte de danos	Tipo de danos	Tipo de perdas
S1	D1	L1, L4a
	D2	L1, L2, L3, L4
	D3	L1b, L2, L4
S2	D3	L1b, L2, L4
S3	D1	L1, L4a
	D2	L1, L2, L3, L4
	D3	L1b, L2, L4
S4	D3	L1b, L2, L4

Obs: (a): somente para propriedades onde animais possam ser perdidos; (b): somente para estruturas com risco de explosão ou para hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos podem imediatamente colocar em perigo a vida humana.

3.2 MEDIDAS DE PROTEÇÃO

A NBR 5419-1:2015 lista de forma sucinta quais são as medidas de proteção normalmente executadas a fim de se reduzir ao máximo os tipos de danos acima expostos. O conhecimento destas medidas permite a avaliação dos componentes de riscos tratados mais adiante neste memorial e são listados a seguir segundo o seu tipo de dano.

3.2.1 REDUÇÃO DE DANOS A PESSOAS DEVIDO A CHOQUE ELÉTRICO

a) Isolação adequada das partes condutoras expostas;
b) Equipotencialização por meio de um sistema de aterramento em malha;
c) Restrições físicas e avisos;
d) Ligação equipotencial para descargas atmosféricas (LE).

3.2.2 REDUÇÃO DE DANOS FÍSICOS

Estas medidas decorrem da implementação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), composto por:

a) Subsistema de captação;
b) Subsistema de descida;
c) Subsistema de aterramento;

d) Equipotencialização para descargas atmosféricas (EB);
e) Isolação elétrica.

3.2.3 REDUÇÃO DE FALHAS DOS SISTEMAS ELETROELETRÔNICOS OU MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (MPS)

a) Medidas de aterramento e equipotencialização;
b) Blindagem magnética;
c) Roteamento da fiação;
d) Interfaces isolantes;
e) Sistema de DPS coordenado.

Obs. Estas medidas podem ser usadas sozinhas ou combinadas.

3.3 RISCOS E COMPONENTES DE RISCOS

3.3.1 RISCO

Corresponde a probabilidade anual média de um tipo de perda. Dessa forma, sua classificação equivale a:

- R_1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- R_2: risco de perda de serviço ao público;
- R_3: risco de perda de patrimônio cultural;
- R_4: risco de perda de valores econômicos.

3.3.2 COMPONENTES DE RISCO

Conforme visto na tabela 3.1, os tipos de perdas, e consequentemente seus respectivos riscos, são função de mais de uma fonte e tipo de danos à estrutura. Logo, a fim de se avaliar esses riscos, deve-se definir e calcular os seus relevantes componentes, intrínsecos às fontes e tipos de danos até então expostos.

Abaixo a tabela 3.2 mostra a relação dos componentes de risco a serem considerados na determinação de cada risco:

Tabela 3-2 - Tabela 2 – Componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda em uma estrutura. (NBR 5419-2:2015)

Fonte de danos		S1			S2	S3			S4
Componentes de risco (Tipo de dano)		R_A (D1)	R_B (D2)	R_C (D3)	R_M (D3)	R_U (D1)	R_V (D2)	R_W (D3)	R_Z (D3)
Riscos para cada tipo de perda	R_1	*	*	*a	*a	*	*	*a	*a
	R_2		*	*	*		*	*	*
	R_3		*				*		
	R_4	*b	*	*	*	*b	*	*	*

Obs: (a): somente para estruturas com risco de explosão ou para hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos podem imediatamente colocar em perigo a vida humana; (b): somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

De acordo com os itens 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4 da NBR 5419-2:2015, que definem os componentes de risco, tem-se:

*"**4.2.2.** Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura:*

a) *R_A: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora nas zonas até 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar;*
    a. *NOTA: Em estruturas especiais, pessoas podem estar em perigo por descargas atmosféricas diretas (por exemplo, no nível superior de estacionamentos ou estádios). Recomenda-se que estes casos também sejam considerados utilizando os princípios desta Parte da ABNT NBR 5419.*
b) *R_B: componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar;*
c) *R_C: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana;*

4.2.3. *Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura:*

a) R_M*: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.*

4.2.4. *Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura:*

a) R_U*: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura. Perda do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também ocorrer;*
b) R_V*: componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à corrente da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;*
c) R_W*: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.*
    a. *NOTA 1: As linhas consideradas nesta análise são somente aquelas que entram na estrutura.*
    b. *NOTA 2: Descargas atmosféricas em, ou perto de, tubulações não são consideradas como uma fonte de danos, uma vez que existe a interligação ao barramento de equipotencialização. Se o barramento de equipotencialização não existir, recomenda-se que este tipo de ameaça também seja considerado.*

4.2.5. *Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura:*

a) *R_Z: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.*
    a. *NOTAS 1 & 2: Idem às notas de R_W"*

3.3.3 EQUACIONAMENTO DOS RISCOS EM FUNÇÃO DE SEUS COMPONENTES

Logo, de acordo com o exposto acima, os riscos são determinados por intermédio das seguintes equações:

- Risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes):
    - $R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^a + R_{M1}^a + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^a + R_{Z1}^a$
- Risco de perda de serviço ao público:
    - $R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2}$
- Risco de perda de patrimônio cultural:
    - $R_3 = R_{B3} + R_{V3}$
- Risco de perda de valores econômicos:
    - $R_4 = R_{A4}^b + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U4}^b + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}$

3.3.4 ANÁLISE DOS COMPONENTES DE RISCO

De acordo com o item 6.1 da NBR 5419-2:2015, a equação geral dos componentes de risco equivale, para cada caso, ao produto entre 3 termos:

$$R_X = N_X * P_X * L_X$$

Onde:

- N_X: número de eventos perigosos por ano (metodologia de cálculo no Anexo A da NBR 5419-2:2015);
    - Função da densidade local de descargas atmosféricas (N_G), das características da estrutura a se proteger, linhas a ela conectadas, vizinhança e solo.

- P_X: probabilidade de danos à estrutura (metodologia de cálculo no Anexo B da NBR 5419-2:2015);
    - Função das características da estrutura a se proteger, linhas a ela conectadas e das medidas de proteção (MPS) existentes.
- L_X: perda consequente (metodologia de cálculo no Anexo C da NBR 5419-2:2015).
    - Função da utilização da estrutura a se proteger, frequência de transeuntes, tipo de serviço a eles fornecido, valor dos bens afetados pelos danos e medidas mitigadoras de perdas.

Tabela 3-3 – Equação geral dos componentes de risco.

S1		S2		S2		S4	
R_A	$N_D*P_A*L_A$	R_M	$N_M*P_M*L_M$	R_U	$(N_L+N_{DJ})*P_U*L_U$	R_Z	$N_I*P_Z*L_Z$
R_B	$N_D*P_B*L_B$			R_V	$(N_L+N_{DJ})*P_V*L_V$		
R_C	$N_D*P_C*L_C$			R_W	$(N_L+N_{DJ})*P_W*L_W$		

Segundo os itens 6.4 e 6.5 da NBR 5419-2:2015, que dissertam sobre a metodologia de cálculo dos componentes de risco devidos às descargas atmosféricas em e perto de uma linha conectada à estrutura (S3 e S4), tem-se:

*"**6.4.** (...)*

NOTA 1: Em muitos casos, N_{DJ} pode ser desprezado.

Se a linha tiver mais de uma seção (ver 6.8), os valores de R_U, R_V e R_W são a soma dos valores relevantes de R_U, R_V e R_W para cada seção da linha. As seções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó.

No caso de uma estrutura com mais de uma linha conectada com diferente roteamento, os cálculos devem ser feitos para cada linha. (*)

No caso de uma estrutura com mais de uma linha conectada com o mesmo roteamento, o cálculo deve ser feito somente para a linha com as piores características, ou seja, a linha com os valores mais altos de N_L e N_I conectado ao sistema interno com os menores valores de U_W (linha de sinal versus linha de energia, linha não blindada versus linha blindada, linha de energia em baixa tensão versus linha de energia em alta tensão com transformador AT/BT etc.). (**)

NOTA 2: No caso de linhas para as quais exista uma sobreposição da área de exposição equivalente, a area sobreposta é considerada somente uma vez."

*"**6.5.** (...)*

Se a linha tiver mais de uma seção (ver 6.8), o valor de RZ é a soma dos componentes relevantes de RZ para cada seção da linha. As seções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó.

(*) & (**)"

3.3.4.1 DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE EVENTOS PERIGOSOS POR ANO

3.3.4.1.1 N_G: DENSIDADE LOCAL DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

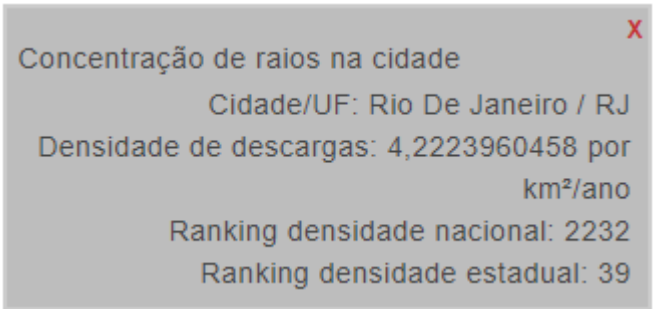


Figura 3-1 – Densidade de descargas atmosféricas do município do Rio de Janeiro

(http://www.inpe.br/webelat/homepage/)

Analisando o mapa de densidade de descargas atmosféricas do Brasil, nota-se que para o município do Rio de Janeiro N_G = **4,22** [descargas/(km²*ano)].

3.3.4.1.2 N_D & N_{DJ}: NÚMERO MÉDIO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS DEVIDO A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NA ESTRUTURA E EM ESTRUTURA ADJACENTE INTERLIGADA, RESPECTIVAMENTE

De acordo com os itens A.2.4 e A.2.5 da NBR 5419-2:2015, que discorrem sobre a determinação dos termos N_D e N_{DJ}, tem-se:

$$N_D = N_G * A_D * C_D * 10^{-6}$$

Onde:

- N_G [$^{descargas}/_{km^2 * ano}$]: densidade local de descargas atmosféricas;
- A_D [m^2]: area de exposição equivalente da estrutura;

- C_D: fator de localização da estrutura.

$$N_{DJ} = N_G * A_{DJ} * C_{DJ} * C_T * 10^{-6}$$

Onde:

- N_G [$^{descargas}/_{km^2 * ano}$]: densidade local de descargas atmosféricas;
- A_{DJ} [m^2]: area de exposição equivalente da estrutura;
- C_{DJ}: fator de localização da estrutura;
- C_T: fator do tipo de linha;

Segundo o item A.2.1 da NBR 5419-2:2015, que discorre sobre a cálculo da area de exposição equivalente, tem-se:

*"**A.2.1.1** Estrutura retangular:*

Para uma estrutura retangular isolada com comprimento L, largura W, e altura H em um solo plano, a área de exposição equivalente é dada por: "

$$A_D = L * W + 2 * 3H * (L + W) + \pi * (3H)^2$$

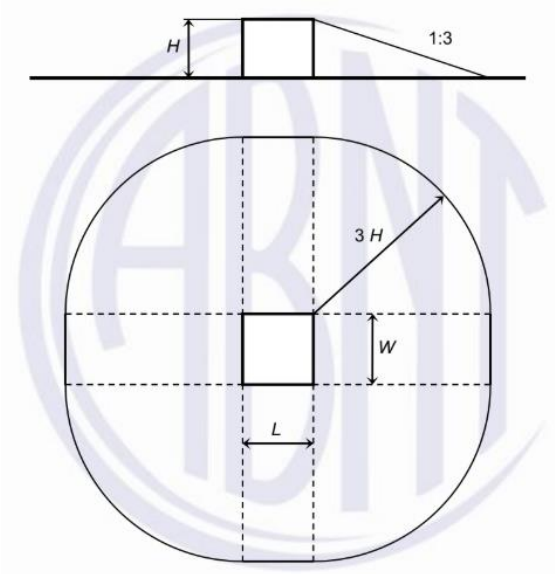


Figura 3-2 – Area de exposição equivalente de uma estrutura isolada. (NBR 5419-2:2015)

Os fatores de localização da estrutura e do tipo de linha são abaixo representados nas tabelas 3.4 e 3.5:

Tabela 3-4 - Tabela A.1 – Fator de localização da estrutura C_D.

Localização relativa	$C_{D/DJ}$
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	1
Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	2

Tabela 3-5 - Tabela A.3 – Fator tipo de linha C_T

Instalação	C_T
Linha de energia ou sinal	1
Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	0,2

3.3.4.1.3 N_M: NÚMERO MÉDIO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS DEVIDO A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PERTO DA ESTRUTURA

De acordo com o item A.3 da NBR 5419-2:2015, que disserta sobre a determinação do termo N_M, tem-se:

$$N_M = N_G * A_M * 10^{-6}$$

Onde:

- N_G $[{}^{descargas}/_{km^2 * ano}]$: densidade local de descargas atmosféricas;
- A_M $[m^2]$: area de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem as proximidades da estrutura;

"A área de exposição equivalente AM que se estende a uma linha localizada a uma distância de 500 m do perímetro da estrutura (ver Figura A.5): "

$$A_M = 2 * 500 * (L + W) + \pi * (500)^2$$

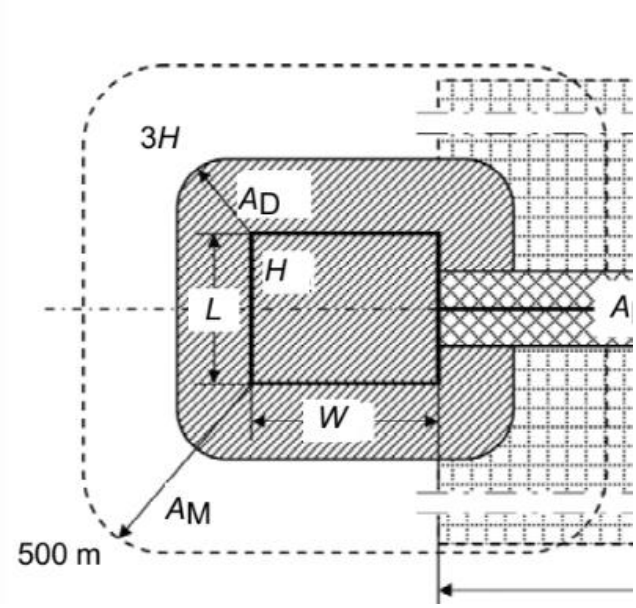


Figura 3-3 - Area de exposição equivalente nas proximidades da estrutura. (NBR 5419-2:2015)

3.3.4.1.4 N_L: NÚMERO MÉDIO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS DEVIDO A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA

De acordo com o item A.4 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a determinação do termo N_L, para cada possível seção da linha, tem-se:

$$N_L = N_G * A_L * C_I * C_E * C_T * 10^{-6}$$

Onde:

- N_L: o número anual de sobretensões de amplitude não inferior a 1 kV na seção da linha;
- N_G [$^{descargas}/_{km^2 * ano}$]: densidade local de descargas atmosféricas;
- A_L [m^2]: area de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem a linha;
- C_I: fator de instalação da linha;
- C_T: fator do tipo de linha;
- C_E: fator ambiental;

"Com a área de exposição equivalente para a linha:

$$A_L = 40 * L_L$$

Onde: L_L é o comprimento da seção da linha, expresso em metros (m).

Onde o comprimento da seção da linha é desconhecido, pode ser assumido L_L = 1000 m."

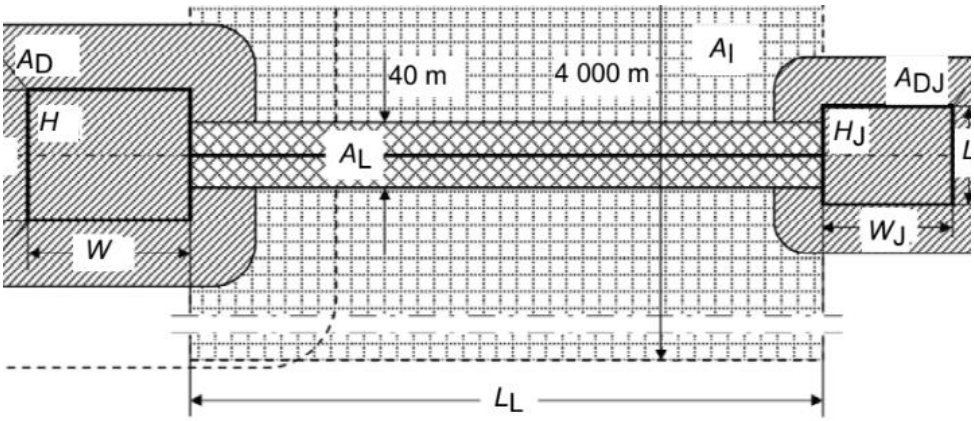


Figura 3-4 - Area de exposição equivalente de uma linha. (NBR 5419-2:2015)

Os fatores de instalação e ambiental da linha são abaixo representados nas tabelas 3.6 e 3.7:

Tabela 3-6 - Tabela A.2 – Fator de instalação da linha C_I. (NBR 5419-2:2015)

Roteamento	C_I
Aéreo	1
Enterrado	0,5
Cabos enterrados instalados completamente dentro de uma malha de aterramento (ABNT NBR 5419-4:2015, 5.2).	0,01

Tabela 3-7 - Tabela A.4 – Fator ambiental da linha C_E. (NBR 5419-2:2015)

Ambiente	C_E
Rural	1
Suburbano	0,5
Urbano	0,1
Urbano com edifícios mais altos que 20 m.	0,01

"NOTA 1: A resistividade do solo afeta a área de exposição equivalente A_L de seções enterradas. Em geral, quanto maior a resistividade do solo, maior a área de exposição equivalente (A_L proporcional a $\sqrt{\rho}$). O fator de instalação da Tabela A.2 é baseada em ρ = 400 Ωm.

NOTA 2: Maiores informações sobre a área de exposição equivalente AI para linhas de sinal podem ser encontradas na ITU-T Recomendação K.47."

3.3.4.1.5 N_I: NÚMERO MÉDIO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS DEVIDO A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PERTO DA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA

De acordo com o item A.5 da NBR 5419-2:2015, que disserta sobre a determinação do termo N_I, para cada possível seção da linha, tem-se:

$$N_I = N_G * A_I * C_I * C_E * C_T * 10^{-6}$$

Onde:

- N_I: o número anual de sobretensões de amplitude não inferior a 1 kV na seção da linha;
- N_G [$^{descargas}/_{km^2 * ano}$]: densidade local de descargas atmosféricas;
- A_I [m^2]: area de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem as proximidades da linha;
- C_I: fator de instalação da linha;
- C_T: fator do tipo de linha;
- C_E: fator ambiental;

"Com a área de exposição equivalente nas proximidades da linha:

$$A_L = 4000 * L_L$$

Onde: L_L é o comprimento da seção da linha, expresso em metros (m).

Onde o comprimento da seção da linha é desconhecido, pode ser assumido LL = 1000 m."

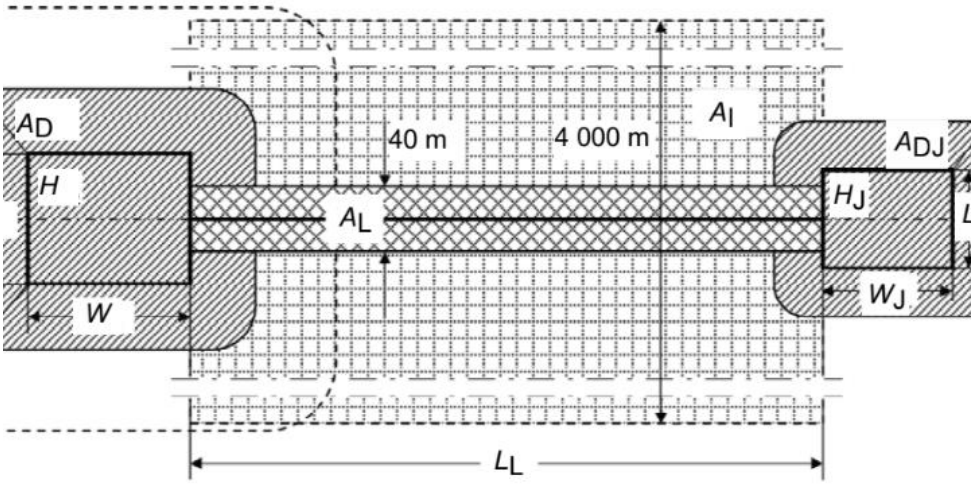


Figura 3-5 - Area de exposição equivalente nas proximidades da linha. (NBR 5419-2:2015)

3.3.4.2 DETERMINAÇÃO DA PROBABILIDADE DE DANOS À ESTRUTURA

3.3.4.2.1 PROBABILIDADE P_B DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA CAUSAR DANOS FÍSICOS

De acordo com o item B.3 da NBR 5419-2:2015, que discorre sobre a determinação do termo P_B, tem-se:

"Um SPDA é adequado como medida de proteção para reduzir P_B.

Os valores de probabilidade P_B de danos físicos por uma descarga atmosférica em uma estrutura, em função do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP), são obtidos na Tabela B.2."

Tabela 3-8 - Tabela B.2 – Valores de probabilidade P_B dependendo das medidas de proteção para reduzir danos físicos. (NBR 5419-2:2015)

Características da estrutura	Classe do SPDA	P_B
Estrutura não protegida por SPDA	-	1
Estrutura protegida por SPDA	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural		0,01
Estrutura com cobertura metálica e um subsistema de captação, possivelmente incluindo componentes naturais, com proteção completa de qualquer instalação na cobertura contra descargas atmosféricas diretas e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descidas natural		0,001

"NOTA 1: Valores de PB diferentes daqueles fornecidos na Tabela B.2 são possíveis, se baseados em uma investigação detalhada considerando os requisitos de dimensionamento e critérios de intercepção definidos na ABNT NBR 5419-1.

NOTA 2: As características do SPDA, incluindo aquelas de DPS para ligação equipotencial para descarga atmosférica, são descritas na ABNT NBR 5419-3."

3.3.4.2.2 PROBABILIDADE P_A DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA CAUSAR FERIMENTOS A SERES VIVOS POR MEIO DE CHOQUE ELÉTRICO

De acordo com o item B.2 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a determinação do termo P_A, tem-se:

"Os valores de probabilidade P_A de choque a seres vivos devido à tensão de toque e passo devido a uma descarga atmosférica em uma estrutura dependem do SPDA adotado e das medidas de proteção adicionais adotadas:

$$P_A = P_{TA} * P_B$$

Onde:

P_{TA}: depende das medidas de proteção adicionais contra tensões de toque e passo, como as listadas na Tabela B.1. Valores de P_{TA} são obtidos na Tabela B.1.

P_B: depende do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o SPDA de acordo com o ABNT NBR 5419-3 foi projetado. Valores de P_B são obtidos na Tabela B.2."

Tabela 3-9 - Tabela B.1 – Valores de probabilidade P_{TA} de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo perigosas. (NBR 5419-2:2015)

Medida de proteção adicional	P_{TA}
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos de alerta	10^{-1}
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)	10^{-2}
Equipotencialização efetiva do solo	10^{-2}
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida	0

"Se mais que uma medida for tomada, o valor de P_{TA} é o produto dos valores correspondentes.

NOTA 1: Medidas de proteção são efetivas na redução de P_A somente para estruturas protegidas por um SPDA ou estruturas metálicas contínuas ou com estrutura de concreto armado atuando como um SPDA natural, onde os requisitos de interligação e aterramento conforme a ABNT NBR 5419-3 estiverem satisfeitos.

NOTA 2: Para maiores informações, ver ABNT NBR 5419-3:2015, 8.1 e 8.2."

3.3.4.2.3 PROBABILIDADE P_C DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA CAUSAR FALHA A SISTEMAS INTERNOS

De acordo com o item B.4 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a determinação do termo P_C, tem-se:

"Um sistema coordenado de DPS é adequado como uma medida de proteção para reduzir PC.

A probabilidade P_C de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar falha dos sistemas internos é dada por:

$$P_C = P_{SPD} * C_{LD}$$

Onde:

P_{SPD}: depende do sistema coordenado de DPS conforme a ABNT NBR 5419-4 e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual os DPS foram projetados. Valores de P_{SPD} são fornecidos na Tabela B.3.

C_{LD}: é um fator que depende das condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha a qual o sistema interno está conectado. Valores de C_{LD} são fornecidos na Tabela B.4."

Tabela 3-10 - Tabela B.3 – Valores de probabilidade de P_{SPD} em função do NP para o qual os DPS foram projetados. (NBR 5419-2:2015)

Nível de Proteção (NP)	P_{SPD}
Nenhum sistema de DPS coordenado	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01

"NOTA 1: Um sistema de DPS coordenado é efetivo na redução de P_C somente em estruturas protegidas por um SPDA ou estruturas com colunas metálicas contínuas ou com colunas de concreto armado atuando como um SPDA natural, onde os requisitos de interligação e aterramento descritos na ABNT NBR 5419-3 forem satisfeitos.

NOTA 2: Os valores de P_{SPD} podem ser reduzidos para os DPS que tenham características melhores de proteção (maior corrente nominal I_N, menor nível de proteção U_P etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabela A.3 para informação das probabilidades de corrente da descarga atmosférica e ABNT NBR 5419-1:2015, Anexo E e ABNT NBR 5419-4:2015, Anexo D ou a divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenham maiores probabilidades P_{SPD}."

Tabela 3-11 - Tabela B.4 – Valores dos fatores C_{LD} e C_{LI} dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	C_{LD}	C_{LI}
Linha aérea não blindada	Indefinida	1	1
Linha enterrada não blindada	Indefinida	1	1
Linha de energia com neutro multiaterrado	Nenhuma	1	0,2
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,3
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,1
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0
Cabo protegido contra descargas atmosféricas ou cabeamento em dutos para cabos protegido contra descargas atmosféricas, eletrodutos metálicos ou tubos metálicos	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	0	0
(Nenhuma linha externa)	Sem conexões com linhas externas (sistemas independentes)	0	0
Qualquer tipo	Interfaces isolantes de acordo com a ABNT NBR 5419-4	0	0

"NOTA 3: Na avaliação da probabilidade P_C, valores de C_{LD} da Tabela B.4 referem-se aos sistemas internos blindados; para sistemas internos não blindados, C_{LD} = 1 pode ser assumido.

NOTA 4: Para sistemas internos não blindados:

— não conectados a linhas externas (sistemas independentes); ou

— conectados a linhas externas por meio de interfaces isolantes; ou

— conectados a linhas externas consistindo em cabo protegido contra descargas atmosféricas ou sistemas com cabeamento em dutos para cabos protegido contra descargas atmosféricas, eletrodutos metálicos ou tubos metálicos, interligados no mesmo barramento de equipotencialização que os equipamentos, um sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 não é necessário para reduzir P_C, desde que a tensão induzida U_I não for maior que a tensão suportável Uw do sistema interno ($U_I \leq U_W$). Para avaliação da tensão induzida U_I ver ABNT NBR 5419-4:2015, Anexo A."

3.3.4.2.4 PROBABILIDADE P_M DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA PERTO DA ESTRUTURA CAUSAR FALHA A SISTEMAS INTERNOS

De acordo com o item B.5 da NBR 5419-2:2015, que disserta sobre a determinação do termo P_M, tem-se:

"Um SPDA em malha, blindagens com malha, precauções de roteamento, tensão suportável aumentada, interfaces isolantes e sistemas coordenados de DPS são adequados como medidas de proteção para reduzir P_M.

A probabilidade P_M de uma descarga atmosférica perto de uma estrutura causar falha em sistemas internos depende das medidas de proteção contra surtos (MPS) adotadas.

Quando um sistema coordenado de DPS conforme os requisitos da ABNT NBR 5419-4 não for instalado, o valor de P_M deve ser igual ao valor de P_{MS}.

Quando um sistema coordenado de DPS conforme os requisitos da ABNT NBR 5419-4 estiver instalado, o valor de P_M deve ser dado por:

$$P_M = P_{SPD} * P_{MS}$$

Para sistemas internos com equipamentos não conformes com a suportabilidade de tensão dados nas normas específicas de produto, P_M = 1 deve ser assumido.

Os valores de P_{MS} são obtidos do produto:

$$P_{MS} = (K_{S1} * K_{S2} * K_{S3} * K_{S4})^2$$

Onde:

K_{S1}: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

K_{S2}: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha de blindagem interna a estrutura na interface ZPR X/Y (X > 0, Y > 1);

K_{S3}: leva em consideração as características da fiação interna (ver Tabela B.5);

K_{S4}: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido.

Quando equipamento provido com interfaces isolantes consistindo em transformadores de isolação com grade aterrada entre enrolamentos, ou cabos de fibra óptica ou acoplamento óptico for utilizado, $P_{MS} = 0$ deve ser assumido.

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha w_m, fatores K_{S1} e K_{S2} para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como:

$$K_{S1} = 0{,}12 * w_{m1}$$

$$K_{S2} = 0{,}12 * w_{m2}$$

Onde: w_{m1} (m) e w_{m2} (m) são as larguras da blindagem em forma de grade, ou dos condutores de descidas do SPDA tipo malha ou o espaçamento entre as colunas metálicas da estrutura, ou o espaçamento entre as estruturas de concreto armado atuando como um SPDA natural. Para blindagens metálicas contínuas com espessura não inferior a 0,1 mm, $K_{S1} = K_{S2} = 10^{-4}$.

NOTA 1: Onde uma rede de equipotencialização tipo malha for utilizada de acordo com a ABNT NBR 5419-4, valores de K_{S1} e K_{S2} podem ser repartidos ao meio.

Onde o laço de indução estiver passando próximo aos condutores do limite da malha da ZPR a uma distância da blindagem menor que a distância de segurança, os valores de K_{S1} e K_{S2} devem ser maiores. Por exemplo, os valores de K_{S1} e K_{S2} devem ser dobrados onde a distância para a blindagem varia de 0,1 w_m a 0,2 w_m. Para uma cascata de ZPR, o valor final de K_{S2} é o produto dos K_{S2} resultantes de cada ZPR.

NOTA 2: Os valores máximos de K_{S1} e K_{S2} são limitados a 1."

Tabela 3-12 - Tabela B.5 – Valor do fator K_{S3} dependendo da fiação interna. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de fiação interna	K_{S3}
Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)	1
Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços (b)	0,2
Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (c)	0,01
Cabos blindados e cabos instalados em eletrodutos metálicos (d)	0,0001

Obs. (a): Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios (área do laço da ordem de 50 m2); (b): Condutores em laço roteados em um mesmo eletroduto ou condutores em laço com diferentes roteamentos em edifícios pequenos (área do laço da ordem de 10 m2); (c): Condutores em laço roteados em um mesmo cabo (área do laço da ordem de 0,5 m2); (d): Blindados e eletrodutos metálicos interligados a um barramento de equipotencialização em ambas extremidades e equipamentos estão conectados no mesmo barramento equipotencialização.

"O fator K_{S4} é avaliado como:

$$K_{S4} = \frac{1}{U_W}$$

Onde:

U_W: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

NOTA 3: O valor máximo de K_{S4} é limitado a 1.

Se existirem equipamentos com níveis diferentes de tensão suportável a impulso em um sistema interno, o fator K_{S4} correspondente ao menor nível de tensão suportável de impulso deve ser escolhido."

3.3.4.2.5 PROBABILIDADE P_U DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA CAUSAR FERIMENTOS A SERES VIVOS POR CHOQUE ELÉTRICO

De acordo com o item B.6 da NBR 5419-2:2015, que discorre sobre a determinação do termo P_U, tem-se:

"Os valores de probabilidade P_U de ferimentos a seres vivos dentro da estrutura devido à tensão de toque por uma descarga atmosférica em uma linha que adentra à estrutura dependem das características da blindagem da linha, da tensão suportável de impulso dos sistemas internos conectados à linha, das medidas de proteção como restrições físicas ou avisos visíveis de alerta e interfaces isolantes ou DPS utilizados para ligação equipotencial na entrada da linha de acordo com a ABNT NBR 5419-3.

NOTA 1: Um sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 não é necessário para reduzir P_U; neste caso, DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-3 são suficientes.

O valor de P_U é dado por:

$$P_U = P_{TU} * P_{EB} * P_{LD} * C_{LD}$$

Onde:

P_{TU}: depende das medidas de proteção contra tensões de toque, como restrições físicas ou avisos visíveis de alerta. Valores de P_{TU} são dados na Tabela B.6;

P_{EB}: depende das ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) conforme a ABNT NBR 5419-3 e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o DPS foi projetado. Valores de P_{EB} são dados na Tabela B.7;

P_{LD}: é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a descargas atmosféricas na linha conectada dependendo das características da linha. Valores de P_{LD} são dados na Tabela B.8;

C_{LD}: é um fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha. Valores de C_{LD} são dados na Tabela B.4.

NOTA 2: Quando DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-3 são instalados para ligação equipotencial na entrada da linha, aterramento e interligação de acordo com a ABNT NBR 5419-4 podem aumentar a proteção."

Tabela 3-13 - Tabela B.6 – Valores da probabilidade P_{TU} de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas. (NBR 5419-2:2015)

Medida de proteção	P_{TU}
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos visíveis de alerta	10^{-1}
Isolação elétrica	10^{-2}
Restrições físicas	0

"NOTA 3: Se mais de uma medida for tomada, o valor de P_{TU} será o produto dos valores correspondentes."

Tabela 3-14 - Tabela B.7 – Valor da probabilidade P_{EB} em função do NP para o qual os DPS foram projetados. (NBR 5419-2:2015)

NP	P_{EB}
Sem DPS	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 4	0,005 - 0,001

"NOTA 4: Os valores de P_{EB} podem ser reduzidos para DPS que tenham melhores características de proteção (correntes nominais maiores I_N, níveis de proteção menores U_P etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabela A.3, para informações da probabilidade de correntes de descargas atmosféricas, e ABNT NBR 5419-1:2015, Anexo E, e ABNT NBR 5419-4, Anexo D, para divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenha probabilidades maiores que P_{EB}."

Tabela 3-15 - Tabela B.8 – Valores da probabilidade P_{LD} dependendo da resistência R_S da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_W do equipamento. (NBR 5419-2:2015)

Tipo da linha	Condições do roteamento, blindagem e interligação		Tensão suportável U_W em kV				
			1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia ou sinal	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento		1	1	1	1	1
	Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	5Ω/km < R_S ≤ 20 Ω/km	1	1	0,95	0,9	0,8
		1Ω/km < R_S ≤ 5 Ω/km	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		R_S ≤ 1 Ω/km	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

"NOTA 5: Em áreas suburbanas/urbanas, uma linha de energia em BT utiliza tipicamente cabos não blindados enterrados enquanto que uma linha de sinal utiliza cabos blindados enterrados (com um mínimo de 20 condutores, uma resistência da blindagem de 5 Ω/km, diâmetros do fio de cobre de 0,6 mm). Em áreas rurais, uma linha de energia em BT utiliza cabos aéreos não blindados enquanto que as linhas de sinal utilizam cabos não blindados aéreos (diâmetro do fio de cobre: 1 mm). Uma linha de energia de AT enterrada utiliza

tipicamente um cabo blindado com uma resistência da blindagem da ordem de 1 Ω/km a 5 Ω/km."

3.3.4.2.6 PROBABILIDADE P_V DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA CAUSAR DANOS FÍSICOS

De acordo com o item B.7 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a determinação do termo P_V, tem-se:

"Os valores da probabilidade P_V de danos físicos devido a uma descarga atmosférica em uma linha que adentra a estrutura dependem das características da blindagem da linha, da tensão suportável de impulso dos sistemas internos conectados à linha e das interfaces isolantes ou dos DPS instalados para as ligações equipotenciais na entrada da linha de acordo com a ABNT NBR 5419-3.

NOTA: Um sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 não é necessário para reduzir P_V; neste caso, DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-3 são suficientes.

O valor de P_V é dado por:

$$P_V = P_{EB} * P_{LD} * C_{LD}$$

Onde:

P_{EB}: depende da ligação equipotencial para descarga atmosférica (EB) conforme a ABNT NBR 5419-3 e o nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual os DPS foram projetados. Valores de PEB são dados na Tabela B.7;

P_{LD}: é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica em uma linha conectada dependendo das características da linha. Valores de PLD são dados na Tabela B.8;

C_{LD}: é um fator que depende da blindagem, aterramento e condições de isolação da linha. Valores de CLD são dados na Tabela B.4."

3.3.4.2.7 PROBABILIDADE P_W DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA CAUSAR FALHA DE SISTEMAS INTERNOS

De acordo com o item B.8 da NBR 5419-2:2015, que disserta sobre a determinação do termo P_W, tem-se:

"Os valores da probabilidade P_W de uma descarga atmosférica em uma linha que adentra a estrutura causar uma falha dos sistemas internos dependem das características da blindagem da linha, da tensão suportável de impulso dos sistemas internos conectados à linha e das interfaces isolantes ou do sistema coordenado de DPS instalado.

O valor de P_W é dado por:

$$P_W = P_{SPD} * P_{LD} * C_{LD}$$

Onde:

P_{SPD}: depende do sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 e o nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual os DPS foram projetados. Valores de P_{SPD} são dados na Tabela B.3;

P_{LD}: é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica em uma linha conectada dependendo das características da linha. Valores de P_{LD} são dados na Tabela B.8;

C_{LD}: é um fator que depende das condições da blindagem, do aterramento e da isolação da linha. Valores de C_{LD} são dados na Tabela B.4."

3.3.4.2.8 PROBABILIDADE P_Z DE UMA DESCARGA ATMOSFÉRICA PERTO DA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA CAUSAR FALHA DE SISTEMAS INTERNOS

De acordo com o item B.9 da NBR 5419-2:2015, que disserta sobre a determinação do termo P_Z, tem-se:

"Os valores de probabilidade P_Z de uma descarga atmosférica perto de uma linha que entra na estrutura causar falha de sistemas internos dependem das características da blindagem da linha, da tensão suportável de impulso do sistema conectado à linha e das interfaces isolantes ou do sistema coordenado de DPS instalado.

O valor de P_Z é dado por:

$$P_Z = P_{SPD} * P_{LI} * C_{LI}$$

Onde:

P_{SPD}: depende do sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual os DPS foram projetados. Valores de P_{SPD} são dados na Tabela B.3;

P_{LI}: é a probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica perto de uma linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos. Valores de P_{LI} são dados na Tabela B.9;

C_{LI}: é um fator que depende das condições da blindagem, do aterramento e da isolação da linha. Valores de C_{LI} são dados na Tabela B.4.

Tabela 3-16 - Tabela B.9 – Valores da probabilidade P_{LI} dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso U_W dos equipamentos. (NBR 5419-2:2015)

Tipo da linha	Tensão suportável U_W em kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Linhas de sinais	1	0,5	0,2	0,08	0,04

NOTA Avaliações mais precisas de P_{LI} podem ser encontradas na IEC/TR 62066:2002, para linhas de energia, e na ITU-T Recomendação K.46, para linhas de sinais.

3.3.4.3 DETERMINAÇÃO DA PERDA CONSEQUENTE

3.3.4.3.1 PERDA DE VIDA HUMANA (L1)

De acordo com o item C.3 da NBR 5419-2:2015, que discorre sobre a determinação dos termos L_X referentes ao tipo de perda L1, tem-se:

"O valor de perda L_X para cada zona pode ser determinado de acordo com a Tabela C.1, considerando que:

a) a perda de vida humana é afetada pelas características da zona. Estas são levadas em conta pelos fatores de aumento (h_z) e diminuição (r_t, r_p, r_f);

b) o valor máximo da perda em uma zona pode ser reduzido pela relação entre o número de pessoas na zona (n_Z) versus o número total de pessoas (n_t) na estrutura inteira;

c) o tempo em horas por ano, durante o qual as pessoas estão presentes na zona (t_z), se este for menor que um total de 8 760 h de um ano, também irá reduzir a perda."

Tabela 3-17 - Tabela C.1 – Tipo de perda L1: Valores da perda para cada zona. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de dano	Perda típica
D1	$L_A = r_t * L_T * n_Z / n_t * t_z / 8\,760$
D1	$L_U = r_t * L_T * n_Z / n_t * t_z / 8\,760$
D2	$L_B = L_V = r_p * r_f * h_z * L_F * n_Z / n_t * t_z / 8\,760$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O * n_Z / n_t * t_z / 8\,760$

“Onde:

L_T: é número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2);

L_F: é número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2);

L_O: é número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2);

r_t: é um fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso (ver Tabela C.3);

r_p: é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências do incêndio (ver Tabela C.4);

r_f: é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura (ver Tabela C.5);

h_z: é um fator de aumento da perda devido a danos físicos quando um perigo especial estiver presente (ver Tabela C.6);

n_z: é o número de pessoas na zona;

n_t: é o número total de pessoas na estrutura;

t_z: é o tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, expresso em horas por ano.”

Tabela 3-18 - Tabela C.2 – Tipo de perda L1: Valores médios típicos de L_T, L_F e L_O. (NBR 5419-2:2015)

Tipos de danos	Valor de perda típico	Tipo da estrutura	
D1 ferimentos	L_T	10^{-2}	Todos os tipos

D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-1}	Hospital, hotel, escola, edifício cívico
		$5*10^{-2}$	Entretenimento público, igreja, museu
		$2*10^{-2}$	Industrial, comercial
		10^{-2}	Outros
D3 falhas de sistemas internos	L_O	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-2}	Unidade de terapia intensiva e bloco cirúrgico de hospital
		10^{-3}	Outras partes de hospital

"NOTA 1: Os valores da Tabela C.2 se referem ao atendimento contínuo de pessoas na estrutura.

NOTA 2: No caso de uma estrutura com risco de explosão, os valores para L_F e L_O podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, considerando o tipo de estrutura, risco de explosão, o conceito de zona de áreas perigosas e as medidas para encontrar o risco.

Quando o dano a estrutura devido às descargas atmosféricas envolver estruturas nas redondezas ou o meio ambiente (por exemplo, emissões químicas ou radioativas), perdas adicionais (L_E) podem ser consideradas para avaliar a perda total (L_{FT}):

$$L_{FT} = L_F + L_E$$

Onde :

$$L_E = L_{FE} * \frac{t_e}{8760}$$

Sendo:

L_{FE}*: sendo a perda devido a danos físicos fora da estrutura;*

t_e*: sendo o tempo da presença de pessoas nos lugares perigosos fora da estrutura.*

NOTA 3: Se valores de L_{FE} e t_e forem desconhecidos, recomenda-se que L_{FE} e $t_e/8760 = 1$ sejam assumidos."

Tabela 3-19 - Tabela C.3 – Fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de superfície (b)	Resistência de contato k Ω (a)	r_t
Agricultura, concreto	≤ 1	10^{-2}
Mármore, cerâmica	1 – 10	10^{-3}

Cascalho, tapete, carpete	10 – 100	10^{-4}
Asfalto, linóleo, madeira	≥ 100	10^{-5}

"Obs. (a): Valores medidos entre um eletrodo de 400 cm2 comprimido com uma força uniforme de 500 N e um ponto considerado no infinito; (b): Uma camada de material isolante, por exemplo, asfalto, de 5 cm de espessura (ou uma camada de cascalho de 15 cm de espessura) geralmente reduz o perigo a um nível tolerável."

Tabela 3-20 - Tabela C.4 – Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio. (NBR 5419-2:2015)

Providências	r_p
Nenhuma providência	1
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	0,5
Uma das seguintes providências: instalações fixas operadas automaticamente, instalações de alarme automático (a)	0,2

"Obs. (a): Somente se protegidas contra sobretensões e outros danos e se os bombeiros puderem chegar em menos de 10 min.

Se mais de uma providência tiver sido tomada, recomenda-se que o valor de r_p seja tomado com o menor dos valores relevantes.

Em estruturas com risco de explosão, r_p = 1 para todos os casos."

Tabela 3-21 - Tabela C.5 – Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura. (NBR 5419-2:2015)

Risco	Quantidade de risco	r_f
Explosão	Zonas 0, 20 e explosivos sólidos	1
	Zonas 1, 21	10^{-1}
	Zonas 2, 22	10^{-3}
Incêndio	Alto	10^{-1}
	Normal	10^{-2}
	Baixo	10^{-3}
Explosão ou incêndio	Nenhum	0

"NOTA 4: No caso de uma estrutura com risco de explosão, o valor para r_f pode necessitar de uma avaliação mais detalhada.

NOTA 5: Estruturas com alto risco de incêndio podem ser assumidas como sendo estruturas feitas de materiais combustíveis ou estruturas com coberturas feitas com materiais combustíveis ou estruturas com uma carga específica de incêndio maior que 800 MJ/m2.

NOTA 6: Estruturas com um risco normal de incêndio podem ser assumidas como estruturas com uma carga específica de incêndio entre 800 MJ/m2 e 400 MJ/m2.

NOTA 7: Estruturas com um risco baixo de incêndio podem ser assumidas como estruturas com uma carga específica de incêndio menor que 400 MJ/m2, ou estruturas contendo somente uma pequena quantidade de material combustível.

NOTA 8: Carga específica de incêndio é a relação da energia da quantidade total do material combustível em uma estrutura e a superfície total da estrutura.

NOTA 9: Para os propósitos da ABNT NBR 5419-2 não é recomendado que estruturas contendo zonas perigosas ou contendo materiais explosivos sólidos sejam assumidas como estruturas com risco de explosão se qualquer uma das seguintes condições for preenchida:

a) o tempo de presença da substância explosiva for menor que 0,1 h/ano;

b) o volume da atmosfera explosiva for desprezível de acordo com a ABNT NBR IEC 60079-10-1 e ABNT NBR IEC 60079-10-2;

c) a zona não possa ser atingida diretamente por uma descarga atmosférica e os centelhamentos perigosos na zona forem evitados.

NOTA 10: Para zonas perigosas fechadas dentro de abrigos metálicos, a condição c) é respeitada quando o abrigo, como um subsistema de captação natural, atuar seguramente sem perfuração ou problemas de pontos quentes, e sistemas internos dentro do abrigo, se existirem, forem protegidos contra sobretensões para evitar centelhamentos perigosos."

Tabela 3-22 - Tabela C.6 – Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de perigo especial	h_z
Sem perigo especial	1
Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)	2
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	5
Dificuldade de evacuação (por exemplo, estrutura com pessoas imobilizadas, hospitais)	5
Alto nível de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes maior que 1 000 pessoas)	10

3.3.4.3.2 PERDA DE SERVIÇO AO PÚBLICO (L2)

De acordo com o item C.4 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a determinação dos termos L_X referentes ao tipo de perda L2, tem-se:

"O valor de perda L_X para cada zona pode ser determinado de acordo com a Tabela C.7, considerando que:

a) perda de serviço ao público é afetada pelas características da zona da estrutura. Estas levam em consideração os fatores de redução (r_f, r_p);

b) o valor máximo de perda devido a dano na zona deve ser reduzido pela relação entre o número de usuários servidos pela zona (n_z) versus o número total de usuários (n_t) servidos pela estrutura inteira."

Tabela 3-23 - Tabela C.7 – Tipo de perda L2: valores de perda para cada zona. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de dano	Perda típica
D2	$L_B = L_V = r_p * r_f * L_F * n_z/n_t$
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O * n_z/n_t$

"Onde:

L_F: é o número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante do dano físico (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.8);

L_O: é o número relativo médio típico de usuários não servidos, resultante da falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.8);

r_p: é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências de incêndio (ver Tabela C.4);

r_f: é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio (ver Tabela C.5);

n_z: é o número de usuários servidos pela zona;

n_t: é o número total de usuários servidos pela estrutura."

Tabela 3-24 - Tabela C.8 – Tipo de perda L2: valores médios típicos de L_F e L_O. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de dano	Valor da perda típica		Tipo de serviço
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Gás, água, fornecimento de energia
		10^{-2}	TV, linhas de sinais
D3 falhas de sistemas internos	L_O	10^{-2}	Gás, água, fornecimento de energia
		10^{-3}	TV, linhas de sinais

3.3.4.3.3 PERDA DE PATRIMÔNIO CULTURAL (L3)

De acordo com o item C.5 da NBR 5419-2:2015, que disserta sobre a determinação dos termos L_X referentes ao tipo de perda L3, tem-se:

"Recomenda-se que o valor de perda L_X para cada zona seja determinado de acordo com a Tabela C.9, considerando que:

a) a perda de patrimônio cultural é afetada pelas características da zona. Estas levam em consideração os fatores de redução (r_f, r_p);

b) o valor máximo da perda devido a danos na zona deve ser reduzido pela relação entre o valor da zona (c_z) versus o valor total (c_t) da estrutura completa (edificação e conteúdo).

Tabela 3-25 - Tabela C.9 – Tipo de perda L3: valores de perda para cada zona. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de dano	Valor típico da perda
D2 danos físicos	$L_B = L_V = r_p * r_f * L_F * c_z / c_t$

"Onde:

L_F: é o valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.10);

r_p: é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências de incêndio (ver Tabela C.4);

r_f: é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio (ver Tabela C.5);

c_z: é o valor do patrimônio cultural na zona;

c_t é o valor total da edificação e conteúdo da estrutura (soma de todas as zonas)."

Tabela 3-26 - Tabela C.10 – Tipo de perda L3: valor médio típico de L_F. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de dano	Valor típico de perda		Tipo de estrutura ou zona
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Museus, galerias

3.3.4.3.4 PERDA DE ECONÔMICA (L4)

De acordo com o item C.6 da NBR 5419-2:2015, que discorre sobre a determinação dos termos L_X referentes ao tipo de perda L4, tem-se:

"O valor de perda LX para cada zona pode ser determinado de acordo com a Tabela C.11, considerando que:

a) perda de valores econômicos é afetada pelas características da zona. Estas levam em consideração os fatores de redução (rt, rp, rf);

b) o valor máximo da perda devido a danos na zona deve ser reduzido pela relação entre o valor relevante na zona versus o valor total (ct) da estrutura completa (animais, edifcação, conteúdo e sistemas internos incluindo suas atividades). O valor relevante da zona depende do tipo de dano:

— D1 (ferimentos de animais devido a choque): ca (somente valor de animais);

— D2 (danos físicos): ca + cb + cc + cs (total de todos valores);

— D3 (falha de sistemas internos): cs (valor dos sistemas internos e suas atividades)."

Tabela 3-27 - Tabela C.11 – Tipo de perda L4: valores de perda de cada zona. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de danos	Perda típica
D1	LA = rt × LT × ca / ct (a)
D1	LU = rt × LT × ca / ct (a)
D2	LB = LV = rp × rf × LF × (ca + cb + cc + cs) / ct (a)
D3	LC = LM = LW = LZ = LO × cs / ct (a)

"Onde:

LT é o valor relativo médio típico de todos valores danifcados por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.12);

LF é o valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.12);

LO é o valor relativo médio típico de todos os valores danifcados pela falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.12);

rt é um fator de redução da perda de animais dependendo do tipo do solo ou piso (ver Tabela C.3);

rp é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências de incêndio (ver Tabela C.4);

rf é um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão na estrutura (ver Tabela C.5);

ca é o valor dos animais na zona;

cb é o valor da edificação relevante à zona;

cc é o valor do conteúdo da zona;

cs é o valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona;

ct é o valor total da estrutura (soma de todas as zonas para animais, edificação, conteúdo e sistemas internos incluindo suas atividades).”

Tabela 3-28 - Tabela C.12 – Tipo de perda L4: valores médios típicos de LT, LF e LO. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de danos	Valor de perda típico		Tipo de estrutura
D1 ferimento devido a choque	LT	10–2	Todos os tipos onde somente animais estão presentes
D2 danos físicos	LF	1	Risco de explosão
		0,5	Hospital, industrial, museu, agricultura
		0,2	Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
		10–1	Outros
D3 falha de sistemas internos	LO	10–1	Risco de explosão
		10–2	Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial
		10–3	Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
		10–4	Outros

"NOTA 1 Nas estruturas onde existe um risco de explosão, os valores para LF e LO podem necessitar de uma avaliação mais detalhada, onde considerações do tipo de estrutura, o risco de explosão, o conceito de zona de áreas perigosas e as medidas para determinar o risco etc. são endereçadas.

Quando um dano a estrutura devido às descargas atmosféricas envolve as estruturas nas vizinhanças ou o meio ambiente (por exemplo, emissões químicas ou radioativas), perdas adicionais (LE) devem ser levadas em consideração para avaliar a perda total (LFT):

LFT = LF + LE (C.14)

Onde :

LE = LFE × ce / ct (C.15)

LFE é a perda devido a danos físicos fora da estrutura;

ce é o total dos valores em perigo localizados fora da estrutura.

NOTA 2 Se o valor de LFE for desconhecido, LFE = 1 pode ser assumido."

3.3.5 RISCOS TOLERÁVEIS R_T

De acordo com o item 5.3 da NBR 5419-2:2015, que discorre sobre os valores representativos de risco tolerável R_T, tem-se:

"É de responsabilidade da autoridade que tenha jurisdição identificar o valor do risco tolerável.

Valores representativos de risco tolerável R_T, onde as descargas atmosféricas envolvem perdas de vida humana ou perda de valores sociais ou culturais, são fornecidos na Tabela 4."

Tabela 3-29 - Tabela 4 – Valores típicos de risco tolerável RT. (NBR 5419-2:2015)

Tipo de perda		RT (y–1)
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}
L3	Perda de patrimônio cultural	10^{-4}

"Em princípio, para perda de valor econômico (L4), a rotina a ser seguida é a comparação custo/benefício dada no Anexo D. Se os dados para esta análise não estão disponíveis, o valor representativo de risco tolerável $R_T = 10^{-3}$ pode ser utilizado."

3.4 GERENCIAMENTO DE RISCOS

3.4.1 AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO

De acordo com o item 5.4 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a avaliação da necessidade de proteção da estrutura contra descargas atmosféricas, tem-se:

"De acordo com ABNT NBR 5419-1, os riscos R_1, R_2 e R_3 devem ser considerados na avaliação da necessidade da proteção contra as descargas atmosféricas.

Para cada tipo de risco a ser considerado, os seguintes passos devem ser tomados:

a) identificação dos componentes R_X que compõe o risco;

b) cálculo dos componentes de risco identificados R_X;

c) cálculo do risco total R (ver 4.3);

d) identificação dos riscos toleráveis R_T;

e) comparação do risco R com o valor do risco tolerável R_T.

Se $R \leq R_T$, a proteção contra a descarga atmosférica não é necessária.

Se $R > R_T$, medidas de proteção devem ser adotadas no sentido de reduzir $R \leq R_T$ para todos os riscos aos quais a estrutura está sujeita.

O procedimento para avaliar a necessidade de proteção está descrito na Figura 1."

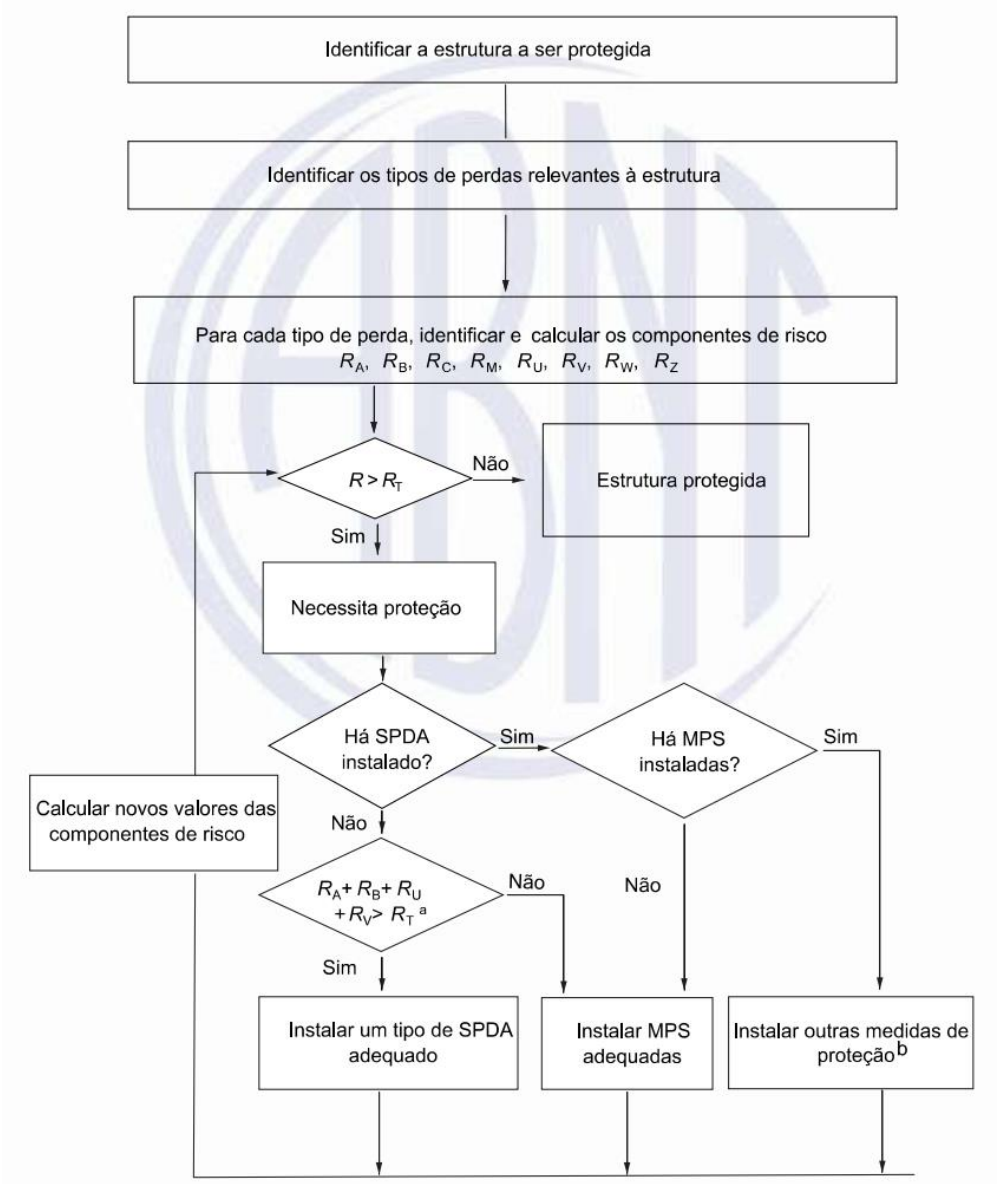


Figura 3-6 - Figura 1 - Procedimento para decisão da necessidade da proteção e para selecionar as medidas de proteção. (NBR 5419-2:2015)

3.4.2 AVALIAÇÃO DO CUSTO DA EFICIÊNCIA DA PROTEÇÃO

De acordo com o item 5.5 da NBR 5419-2:2015, que discursa sobre a avaliação do custo da eficiência da proteção da estrutura contra descargas atmosféricas, tem-se:

"Além da necessidade da proteção contra descargas atmosféricas da estrutura, pode ser muito útil a verificação dos benefícios econômicos da instalação das medidas de proteção no sentido de reduzir as perdas econômicas L4.

A análise dos componentes de risco R_4 permite ao usuário avaliar o custo da perda econômica com ou sem as medidas de proteção adotadas (ver Anexo D).

O procedimento para verificar o custo da eficiência da proteção requer:

a) identificação dos componentes R_X que compõem o risco R_4;

b) cálculo dos componentes de risco identificados R_X na ausência de novas/adicionais medidas de proteção;

c) cálculo do custo anual de perdas devido a cada componente de risco R_X;

d) cálculo do custo anual C_L da perda total na ausência das medidas de proteção;

e) adoção das medidas de proteção selecionadas;

f) cálculo dos componentes de risco R_X com a presença das medidas de proteção selecionadas;

g) cálculo do custo anual das perdas residuais devido a cada componente de risco R_X na estrutura protegida;

h) cálculo do custo anual total C_{RL} das perdas residuais com a presença das medidas de proteção selecionadas;

i) cálculo do custo anual C_{PM} das medidas de proteção selecionadas;

j) comparação dos custos.

Se $C_L < C_{RL} + C_{PM}$, a proteção contra descargas atmosféricas pode ser julgada não tendo custo eficiente. Se $C_L \geq C_{RL} + C_{PM}$, as medidas de proteção podem provar a economia monetária durante a vida da estrutura.

O procedimento para avaliar a eficiência do custo da proteção está mostrado na Figura 2."

Pode ser útil avaliar algumas variações da combinação das medidas de proteção para achar a solução ótima em relação à eficiência do custo."

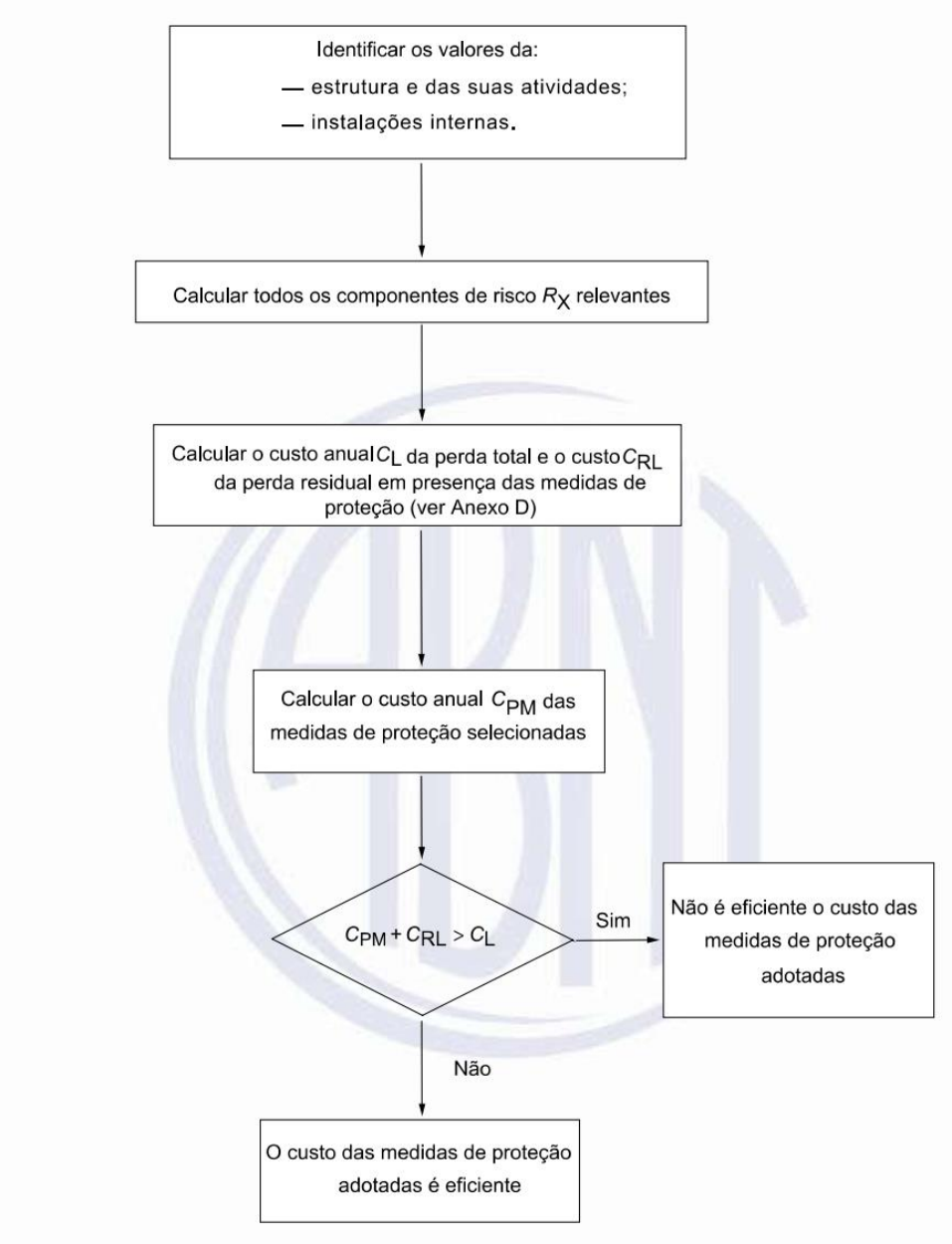


Figura 3-7 - Figura 2 – Procedimento para avaliação da eficiência do custo das medidas de proteção. (NBR 5419-2:2015)

4 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1 AVALIAÇÃO INICIAL DA NECESSIDADE DE PROTEÇÃO

Inicialmente, ao se conceber o projeto arquitetônico do edifício Recreio Garden, providências de redução de consequências de um incêndio foram tomadas, como a instalação de extintores, hidrantes e rota de escape. Fora essas medidas, nenhuma outra medida de proteção contra descargas atmosféricas foi considerada para a análise de risco do empreendimento.

Essa premissa permite avaliar se os riscos pertinentes à edificação desprotegida atendem ou não aos limites tolerados por norma, no caso os concernentes à perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) e de serviço ao público (R_1 e R_2, respectivamente).

Em caso de não atendimento desses limites, pode-se identificar os componentes de risco mais críticos e avaliar, segundo critérios técnicos-econômicos, a melhor solução a ser adotada para que os riscos sejam toleráveis.

4.1.1 ANÁLISE INICIAL DOS COMPONENTES DE RISCO

4.1.1.1 N_X

Tabela 4-1 – Determinação de N_D

N_D	N_G (Descargas/(km2*ano))	A_D (m2)						CD
		L (m)	31.32	W (m)	16.4	H (m)	36.8	
0.104	4.22	49340.46						0.5

- O empreendimento é considerado retangular e sua altura é tomada do nível da Rua Sandro Moreira até o guarda corpo da cobertura;
- C_D (fator de localização da estrutura): estrutura cercada por objetos mais altos.

Tabela 4-2 – Determinação de N_{DJ}

N_{DJ}
0

- Não há interligação da edificação com outra estrutura por meio de linha de energia.

Tabela 4-3 - Determinação de N_M

N_M	N_G (Descargas/(km2*ano))	A_M (m^2)					
		L (m)	31,32	W (m)	16,4	Distância (m)	500
3,516	4,22	833118,16					

Tabela 4-4 - Determinação de N_L

N_L	N_G (Descargas/(km2*ano))	A_L (m^2)		C_I	C_E	C_T
		L_L (m)	1000			
0,0017	4,22	40000		1	0,01	1

- L_L (comprimento da linha conectada à estrutura): desconhecido, tido como 1000 metros segundo recomendação da norma;
- C_I (fator de instalação da linha): aéreo;
- C_T (fator do tipo de linha): linha de energia ou sinal;
- C_E (fator ambiental): urbano com edifícios mais altos que 20 m.

Tabela 4-5 - Determinação de N_L

N_I	N_G (Descargas/(km2*ano))	A_I (m2)		C_I	C_E	C_T
		L_L (m)	1000			
0,208	4,22	4000000		1	0,01	1

4.1.1.2 P_X

Tabela 4-6 – Determinação inicial de P_B

P_B
1

- Estrutura não protegida por SPDA.

Tabela 4-7 - Determinação inicial de P_A

P_A	P_{TA}	P_B
1	1	1

- P_{TA} (medidas de proteção adicionais contra tensões de toque e passo): nenhuma medida de proteção.

Tabela 4-8 - Determinação inicial de P_C

P_C	P_{SPD}	C_{LD}
1	1	1

- P_{SPS} (sistema coordenado de DPS): nenhum sistema de DPS coordenado;

- C_{LD} (condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha): linha aérea não blindada.

Tabela 4-9 - Determinação inicial de P_M

P_M	P_{SPD}	P_{MS}							
		K_{S1}	1	K_{S2}	1	K_{S3}	1	K_{S4}	1
1	1	1							

- P_{SPS} (sistema coordenado de DPS): nenhum sistema de DPS coordenado;
- K_{S1} (eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1): sem blindagem;
- K_{S2} (eficiência da blindagem por malha de blindagem interna a estrutura na interface ZPR X/Y (X > 0, Y > 1)): sem blindagem;
- K_{S3} (características da fiação interna): cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços;
- K_{S4} (tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido): 1kV de tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido.

Tabela 4-10 - Determinação inicial de P_U

P_U	P_{TU}	P_{EB}	P_{LD}	C_{LD}
1	1	1	1	1

- P_{TU} (medidas de proteção contra tensões de toque): nenhuma medida de proteção;
- P_{EB} (nível de proteção (NP) para o qual o DPS foi projetado): sem DPS;
- P_{LD} (falha de sistemas internos na linha conectada): linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento;
- C_{LD} (condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha): linha aérea não blindada.

Tabela 4-11 - Determinação inicial de P_V

P_V	P_{EB}	P_{LD}	C_{LD}
1	1	1	1

- P_{EB} (nível de proteção (NP) para o qual o DPS foi projetado): sem DPS;
- P_{LD} (falha de sistemas internos na linha conectada): linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento;

- C_{LD} (condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha): linha aérea não blindada.

Tabela 4-12 - Determinação inicial de P_W

P_W	P_{SPD}	P_{LD}	C_{LD}
1	1	1	1

- P_{SPS} (sistema coordenado de DPS): nenhum sistema de DPS coordenado;
- P_{LD} (falha de sistemas internos na linha conectada): linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento;
- C_{LD} (condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha): linha aérea não blindada.

Tabela 4-13 - Determinação inicial de P_Z

P_Z	P_{SPD}	P_{LI}	C_{LI}
1	1	1	1

- P_{SPS} (sistema coordenado de DPS): nenhum sistema de DPS coordenado;
- P_{LI} (tipo da linha e da tensão suportável de impulso U_W dos equipamentos): linhas de energia com tensão suportável de 1kV;
- C_{LI} (condições da blindagem, aterramento e isolamento da linha): linha aérea não blindada.

4.1.1.3 L_X

4.1.1.3.1 L1

Tabela 4-14 – Determinação inicial de L_A e L_U (L1)

L_A=L_U	r_t	L_T (L1)	n_z	n_t	t_z
0,0001	0,01	0,01	144	144	8760

- L_T (número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso): todos os tipos;
- r_t (fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso): agricultura, concreto;
- n_z (número de pessoas na zona): 141 residentes + 3 funcionários = 144 pessoas (supostas no PUC ao mesmo tempo);
- n_t (número total de pessoas na estrutura): 144 pessoas;

- t_z (tempo (horas/ano) durante o qual as pessoas estão presentes na zona): 24h/dia = 8760 h.

Tabela 4-15 - Determinação inicial de L_B e L_V (L1)

L_B=L_V	r_p	r_f	h_z	L_F (L1)	n_z	n_t	t_z
0,005	0,5	0,01	1	0,1	144	144	8760

- L_F (número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso): hospital, hotel, escola, edifício cívico;
- r_p (fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências do incêndio): uso de extintores, hidrantes e rota de escape;
- r_f (fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura): risco normal de incêndio;
- h_z (fator de aumento da perda devido a danos físicos quando um perigo especial estiver presente): sem perigo especial com influência nos níveis de pânico;
- n_z (número de pessoas na zona): 141 residentes + 3 funcionários = 144 pessoas (supostas no PUC ao mesmo tempo);
- n_t (número total de pessoas na estrutura): 144 pessoas;
- t_z (tempo (horas/ano) durante o qual as pessoas estão presentes na zona): 24h/dia = 8760 h.

4.1.1.3.2 L2

Tabela 4-16 - Determinação inicial de L_B e L_V (L2)

L_B=L_V	r_p	r_f	L_F (L2)	n_z	n_t
0,005	0,5	0,01	0,1	144	144

- L_F (número relativo médio típico de usuários não servidos por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso): gás, água, fornecimento de energia;
- r_p (fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências do incêndio): nenhuma providência;
- r_f (fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura): risco normal de incêndio;
- n_z (número de pessoas na zona): 141 residentes + 3 funcionários = 144 pessoas (supostas no PUC ao mesmo tempo);
- n_t (número total de pessoas na estrutura): 144 pessoas;

Tabela 4-17 - Determinação inicial de L_C, L_M, L_W e L_Z (L2)

$L_C=L_M=L_W=L_Z$	L_O (L2)	n_z	n_t
0,01	0,01	144	144

- L_O (número relativo médio típico de usuários não servidos por falhas de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso): gás, água, fornecimento de energia;
- n_z (número de pessoas na zona): 141 residentes + 3 funcionários = 144 pessoas (supostas no PUC ao mesmo tempo);
- n_t (número total de pessoas na estrutura): 144 pessoas;

4.1.2 DETERMINAÇÃO INICIAL DOS RISCOS

Tabela 4-18 – Determinação inicial de R_1

R_1	6,35E-05		
R_{A1}	N_D	P_A	$L_A=L_U$
1.04E-05	0.104	1	0.0001
R_{B1}	N_D	P_B	$L_B=L_V$
5.21E-05	0.104	1	0.0005
R_{U1}	N_L+N_{DJ}	P_U	$L_U=L_A$
1.69E-07	0.001688	1	0.0001
R_{V1}	N_L+N_{DJ}	P_V	$L_V=L_B$
8.44E-07	0.001688	1	0.0005

Tabela 4-19 - Determinação inicial de R_2

R_2	3,80E-02		
R_{B2}	N_D	P_B	$L_B=L_V$
5.21E-05	0.104	1	0.0005
R_{C2}	N_D	P_C	L_C
1.04E-03	0.104	1	0.01
R_{M2}	N_M	P_M	L_M
3.52E-02	3.516	1	0.01
R_{V2}	N_L+N_{DJ}	P_V	$L_V=L_B$
8.44E-07	0.001688	1	0.0005
R_{W2}	N_L+N_{DJ}	P_W	L_W
1.69E-05	0.001688	1	0.01
R_{Z2}	N_I	P_Z	L_Z
1.69E-03	0.1688	1	0.01

4.1.3 COMPARAÇÃO INICIAL COM RISCOS TOLERÁVEIS

Comparando estes valores com os toleráveis dispostos na norma:

$$R_1 = 6{,}35 * 10^{-5} \geq R_{T1} = 1{,}00 * 10^{-5}$$

$$R_2 = 3{,}80 * 10^{-2} \geq R_{T2} = 1{,}00 * 10^{-3}$$

4.1.4 SOLUÇÃO PROTETIVA ADOTADA

De acordo com o procedimento para tomada de decisão da NBR-5419, verifica-se a necessidade de um sistema de proteção que aumente o R_1 e o R_2. Verifica-se que $R_A + R_B + R_U + R_V > R_T$, logo, há necessidade de instalar um tipo de SPDA adequado. Essa medida influencia P_B e P_A, reduzindo em quase 10 vezes o valor de R_1, mas tendo pouco efeito em R_2. Portanto, se faz necessário uma medida complementar que o reduza para menos de 10^{-3}.

A adoção de um sistema de DPS coordenado projetado para o nível de proteção (NP) enquadra o valor de R_2 na faixa tolerável normativa. Essa medida influencia as probabilidades P_{SPD} e P_{EB} e consequentemente P_C, P_M, P_U, P_V, P_W e P_Z, reduzindo-a em aproximadamente 50 vezes seu valor inicial.

Vale ressaltar que os riscos R1 e R2 são na realidade menores do que os finais calculados, uma vez que as seguintes considerações a favor da segurança foram tomadas:

- L_L (comprimento da linha conectada à estrutura): desconhecido, tido como 1000 metros segundo recomendação da norma;
- r_t (fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso): agricultura, concreto;
    - No edifício existem diferentes tipos de piso em locais de possível contato humano com terminais elétricos (como mármore, cerâmica e madeira).
- Supõe-se que todas as pessoas da edificação nela se encontram 24 horas por dia, estando na mesma zona de proteção no mesmo instante.

Sendo assim:

Tabela 4-20– Determinação final de P_B

P_B
0,1

Tabela 4-21 - Determinação final de P_A

P_A	P_{TA}	P_B
0,1	1	0,1

Tabela 4-22 - Determinação final de P_C

P_C	P_{SPD}	C_{LD}
0,02	0,02	1

Tabela 4-23 - Determinação final de P_M

P_M	P_{SPD}	P_{MS}							
		K_{S1}	1	K_{S2}	1	K_{S3}	1	K_{S4}	1
0,02	0,02	1							

Tabela 4-24 - Determinação final de P_U

P_U	P_{TU}	P_{EB}	P_{LD}	C_{LD}
0,02	1	0,02	1	1

Tabela 4-25 - Determinação final de P_V

P_V	P_{EB}	P_{LD}	C_{LD}
0,02	0,02	1	1

Tabela 4-26 - Determinação final de P_W

P_W	P_{SPD}	P_{LD}	C_{LD}
0,02	0,02	1	1

Tabela 4-27 - Determinação final de P_Z

P_Z	P_{SPD}	P_{LI}	C_{LI}
0,02	0,02	1	1

Tabela 4-28 - Determinação inicial de R_1

R_1	6,27E-06		
R_{A1}	N_D	P_A	$L_A=L_U$
1.04E-06	0.104	0.1	0.0001
R_{B1}	N_D	P_B	$L_B=L_V$
5.21E-06	0.104	0.1	0.0005
R_{U1}	N_L+N_{DJ}	P_U	$L_U=L_A$
3.38E-09	0.001688	0.02	0.0001
R_{V1}	N_L+N_{DJ}	P_V	$L_V=L_B$
1.69E-08	0.001688	0.02	0.0005

Tabela 4-29 - Determinação inicial de R_2

R_2	7,63E-04		
R_{B2}	N_D	P_B	L_B=L_V
5.21E-06	0.104	0.1	0.0005
R_{C2}	N_D	P_C	L_C
2.08E-05	0.104	0.02	0.01
R_{M2}	N_M	P_M	L_M
7.03E-04	3.516	0.02	0.01
R_{V2}	N_L+N_{DJ}	P_V	L_V=L_B
1.69E-08	0.001688	0.02	0.0005
R_{W2}	N_L+N_{DJ}	P_W	L_W
3.38E-07	0.001688	0.02	0.01
R_{Z2}	N_I	P_Z	L_Z
3.38E-05	0.1688	0.02	0.01

Comparando estes valores com os toleráveis dispostos na norma:

$$R_1 = 6{,}27 * 10^{-6} \leq R_{T1} = 10^{-5}$$

$$R_2 = 7{,}63 * 10^{-4} \leq R_{T2} = 10^{-3}$$

4.2 INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SPDA – MÉTODO FRANKLIN

A probabilidade de penetração de uma descarga atmosférica no volume a proteger é consideravelmente reduzida pela presença de um subsistema de captação corretamente projetado. Os captores podem ser constituídos por uma combinação qualquer dos seguintes elementos:

- Hastes
- Cabos esticados
- Condutores em malha
- Elementos naturais

Optou-se por utilizar o método de Franklin, que consiste em se determinar o volume de proteção propiciado por um cone, cujo ângulo da geratriz com a vertical varia segundo o nível de proteção desejado e para uma determinada altura da construção.

4.2.1 Zona de Proteção dos Captores

Para o correto dimensionamento e posicionamento dos captores, devem ser observados os requisitos da tabela 1 e da figura 1 da NBR-5419

Tabela 4-30 – Posicionamento de captores conforme o nível de proteção (tabela 1 da NBR-5419)

Nível de proteção	h m / R m	Ângulo de proteção (α) - método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver Nota 1) e do nível de proteção					Largura do módulo da malha (ver Nota 2) m
		0 - 20 m	21 m - 30 m	31 m - 45 m	46 m - 60 m	> 60 m	
I	20	25°	1)	1)	1)	2)	5
II	30	35°	25°	1)	1)	2)	10
III	45	45°	35°	25°	1)	2)	10
IV	60	55°	45°	35°	25°	2)	20

Considerando edificação residencial, nível de proteção III e altura de 36m o ângulo de proteção resultante é 25°.

O raio da base do cone é dado pela equação:

$$R_P = H_C \times \tan \propto$$

R_P – Raio da base do cone de proteção, em m

H_C – Altura da extremidade do captor, em m

α – ângulo de proteção. Se houver mais de 1 captor pode acrescentar 10° ao ângulo α.

Deve-se estabelecer uma proteção de borda da parte superior da edificação através de um condutor, compondo a malha de interligação dos captores.

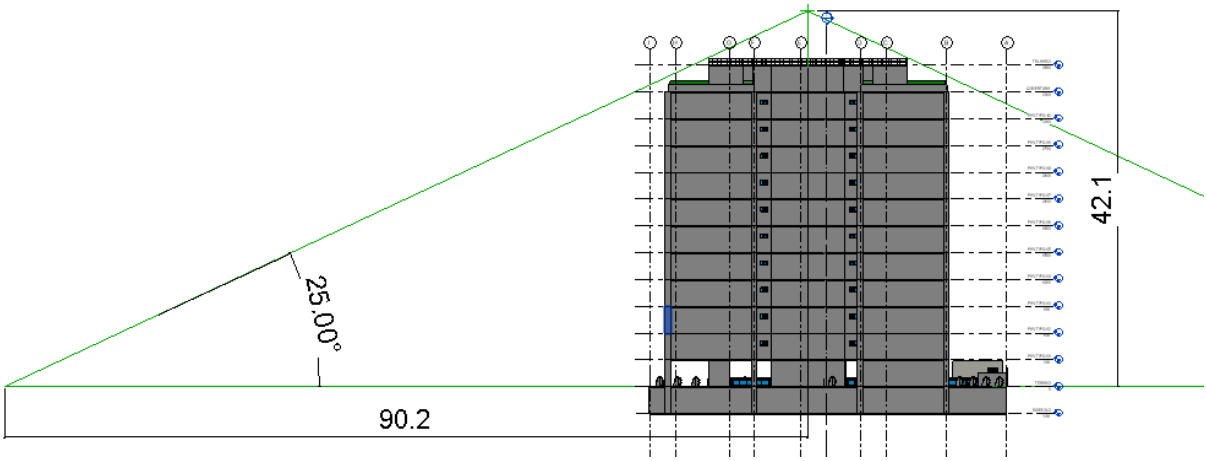


Figura 4-1 – Ângulo de proteção da haste Franklin

Utilizando 1 captor com altura de 6,10m atende-se a área de proteção do edifício com o ângulo de 25°.

4.2.2 Número de Condutores de Descida

Os cabos de descida devem ser protegidos contra danos mecânicos até, no mínimo, 2,5 m acima do nível do solo. A proteção deve ser por eletroduto rígido de PVC ou metálico sendo que, neste último caso, o cabo de descida deve ser conectado às extremidades superior e inferior do eletroduto.

Cada condutor de descida (com exceção das descidas naturais ou embutidas) deve ser provido de uma conexão de medição, instalada próxima do ponto de ligação ao eletrodo de aterramento. A conexão deve ser desmontável por meio de ferramenta, para efeito de medições elétricas, mas deve permanecer normalmente fechada.

Tabela 4-31- Espaçamento médio dos condutores de descida não naturais conforme o nível de proteção (tabela 2 da NBR-5419)

Nível de proteção	Espaçamento médio m
I	10
II	15
III	20
IV	25

Para o nível de proteção III, considerado no projeto, o espaçamento médio dos condutores de descida deve ser 20 metros.

Os condutores de descida devem ser, na medida do possível, espaçados regularmente em todo o perímetro, devendo ser instalado, sempre que possível, um condutor de descida em cada vértice da estrutura. 3 Em estruturas cobrindo grandes áreas com larguras superiores a 40 m, são necessários condutores de descida no interior do volume a proteger (requisito que será naturalmente atendido no caso de estruturas metálicas ou com armaduras de aço interligadas).

Em seguida, calcula-se o número de condutores de descida N_{CD} em função do perímetro da construção P_{CD} (em metros) e da distância máxima ente condutores de descida D_{CD}.

$$N_{CD} = \frac{P_{CD}}{D_{CD}}$$

$$N_{CD} = 112 \div 20 = 5,6$$

Levando em conta que para torres de altura superior a 25m e seções transversais quadradas ou hexagonais, o número mínimo de condutores de descida é quatro.

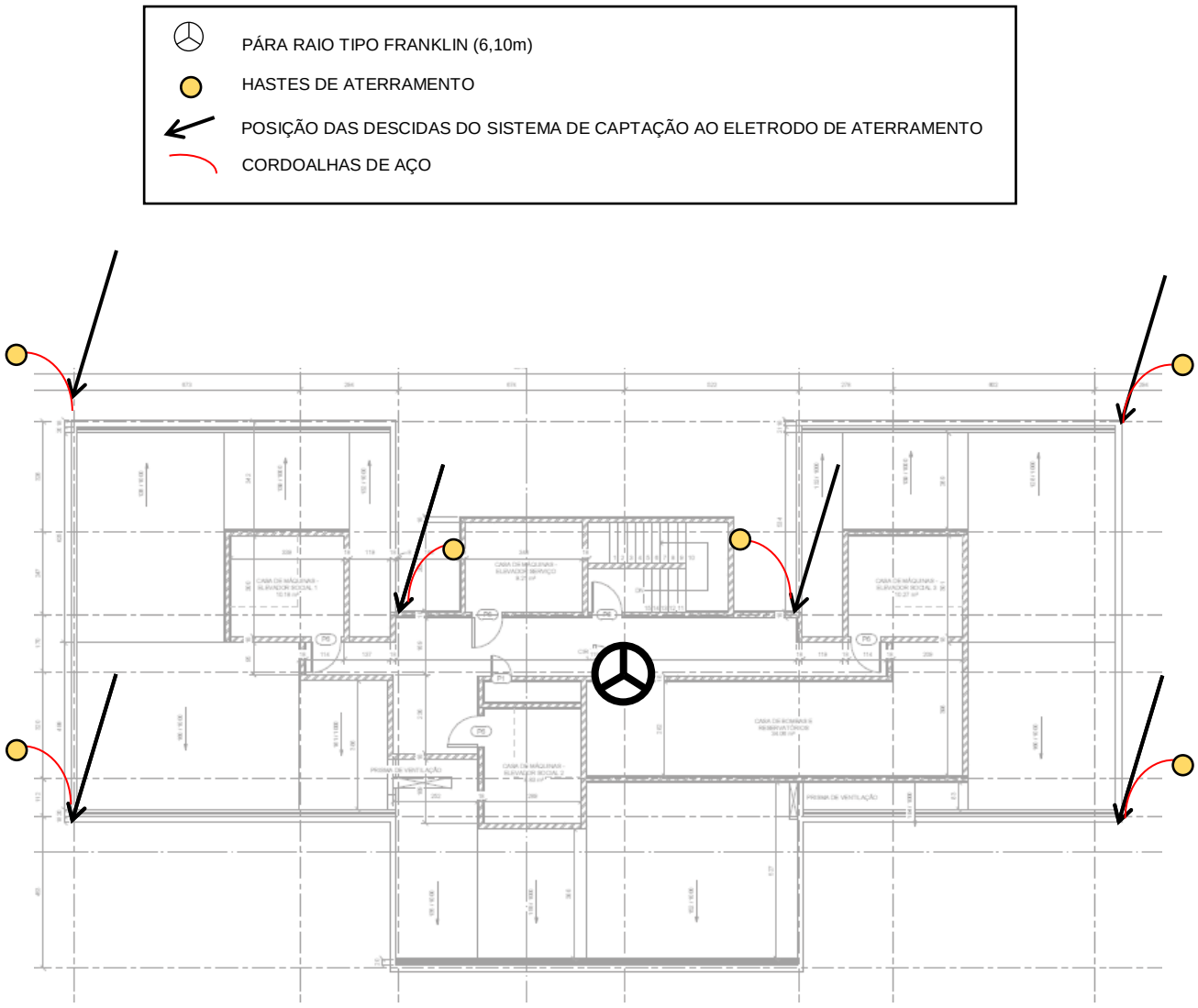


Figura 4-2 – Localização dos dispositivos de SPDA

4.2.3 Seção dos Condutores

Figura 4-3 - Seções Mínimas dos Materiais do SPDA (tabela 3 da NBR-5419)

Material	Captor e anéis intermediários mm²	Descidas (para estruturas de altura até 20 m) mm²	Descidas (para estruturas de altura superior a 20 m) mm²	Eletrodo de aterramento mm²
Cobre	35	16	35	50
Alumínio	70	25	70	-
Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto	50	50	50	80

O material a ser utilizado será o Cobre, já que é um bom condutor e possui um bom custo benefício. Como a estrutura é maior que 20m, a seção mínima será de 35mm^2 para os captores e anéis intermediários e 50mm^2 para os eletrodos de aterramento.

Quadro XX - Espessuras mínimas dos componentes do SPDA (tabela 4 da NBR-5419)

Dimensões em milímetros

Material	Captores			Descidas	Aterramento
	NPQ	NPF	PPF		
Aço galvanizado a quente	4	2,5	0,5	0,5	4
Cobre	5	2,5	0,5	0,5	0,5
Alumínio	7	2,5	0,5	0,5	--
Aço Inox	4	2,5	0,5	0,5	5

NPQ - não gera ponto quente;
NPF - não perfura;
PPF - pode perfurar.

As espessuras dos captores será 2,5mm (Não perfura), e 0,5mm para as descidas e aterramento.

4.3 SELEÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA COORDENADO DE DPS

Recorrendo à NBR 5410:2004, em seu item “6.3.5 – Dispositivos de proteção contra surtos (DPS)”, na seção referente à proteção de linhas de energia, tem-se:

“6.3.5.2.1 Uso e localização dos DPSs

Nos casos em que for necessário o uso de DPS, como previsto em 5.4.2.1.1, e nos casos em que esse uso for especificado, independentemente das considerações de 5.4.2.1.1, a disposição dos DPS deve respeitar os seguintes critérios:

a) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada; ou

b) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.”

Sendo assim, a instalação do DPS será feita no quadro de distribuição geral da edificação. Sua disposição no quadro deve respeitar a figura 13 – “Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação” dessa norma, adotando-se as seguintes premissas:

- A linha elétrica de energia da edificação inclui neutro;
- O neutro não será aterrado no barramento de equipotencialização principal da edificação;
- Sistema de aterramento TN-S.

Sendo assim, os DPSs devem ser ligados conforme o esquema 2 de conexão (Figura 13 da NBR 5410:2004):

- A cada condutor de fase e ao neutro, de um lado;
- Ao BPE ou à barra de PE, de outro.

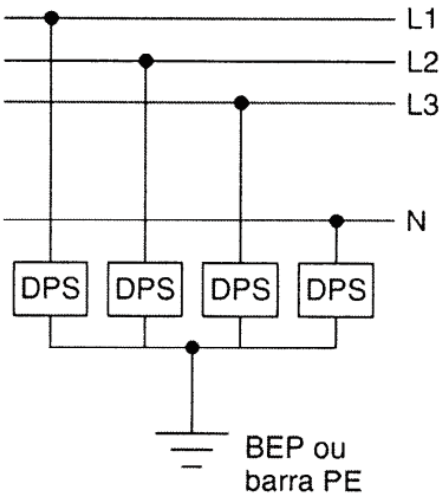


Figura 4-4 – Esquema de conexão 2. (NBR 5410:2004)

No que diz respeito à seleção do DPS, a NBR 5410:2004, em seu item 6.3.5.2.4, discorre sobre as características mínimas a serem consideradas nesta etapa, descritas abaixo:

"a) nível de proteção (U_P) – O nível de proteção do DPS deve ser compatível com a categoria II de suportabilidade a impulsos indicada na tabela 31. (...). Quando o nível de proteção exigido, qualquer que seja o esquema de conexão, não puder ser atendido com um só conjunto de DPS, devem ser providos DPS suplementares, devidamente coordenados, de modo que o nível de proteção requerido seja satisfeito."

Tabela 4-32 - Tabela 31— Suportabilidade a impulso exigível dos componentes da instalação. (NBR 5410:2004)

Tensão nominal da instalação (V)		Tensão de impulso suportável requerida (kV)			
		Categoria de produto			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos com neutro	Produto a ser utilizado na entrada da instalação	Produto a ser utilizado em circuitos de distribuição e circuitos terminais	Equipamentos de utilização	Produtos especialmente protegidos
		Categoria de suportabilidade a impulsos			
		IV	III	II	I
120/208 127/220	115–230 120–240 127–254	4	2,5	1,5	0,8
220/380, 230/400, 277/480	-	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5

Visto que o sistema de energia é trifásico e opera na faixa de 127/220 V, o nível de proteção U_P do DPS não deve ser superior a 1,5 kV.

"b) máxima tensão de operação contínua (Uc) – A tensão máxima de operação contínua (Uc) do DPS deve ser igual ou superior aos valores indicados na tabela 49."

Tabela 4-33 - Tabela 49 — Valor mínimo de Uc exigível do DPS, em função do esquema de aterramento. (NBR 5410:2004)

DPS conectado entre				Esquema de aterramento				
Fase	Neutro	PE	PEN	TT	TN-C	TN-S	IT com neutro distribuído	IT sem neutro distribuído
X	X			1,1 Uo		1,1 Uo	1,1 Uo	
X		X		1,1 Uo		1,1 Uo	$\sqrt{3}$ Uo	U
X			X		1,1 Uo			
	X	X		Uo		Uo	Uo	

Onde:

- Ausência de indicação significa que a conexão considerada não se aplica ao esquema de aterramento;
- Uo é a tensão fase–neutro;
- U é a tensão entre fases;
- Os valores adequados de Uc podem ser significativamente superiores aos valores mínimos da tabela.

Logo, visto que o sistema de aterramento é do tipo TN-S, a tensão U_C deve ser no mínimo superior de 10% da maior tensão U_O entre fase e neutro do edifício Recreio Garden (127/220 V). Sendo assim:

$$U_C = 1{,}1 * 220\,V = 242\,V.$$

"c) sobretensões temporárias – O DPS deve atender aos ensaios pertinentes especificados na IEC 61643-1.

NOTA A IEC 61643-1 prevê que o DPS suporte as sobretensões temporárias decorrentes de faltas na instalação BT e que os DPS conectáveis ao PE, e quando assim conectados, não ofereçam nenhum risco à segurança em caso de destruição provocada por sobretensões temporárias devidas a faltas na média tensão e por perda do neutro."

"d) corrente nominal de descarga (I_N) e corrente de impulso (I_{imp}) – Na seleção da corrente nominal de descarga e/ou da corrente de impulso do DPS, distinguem-se três situações:

- *quando o DPS for destinado à proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação e contra sobretensões de manobra, sua corrente nominal de descarga I_N não deve ser inferior a 5 kA (8/20 µs) para cada modo de proteção. Todavia, I_N não deve ser inferior a 20 kA (8/20 µs) em redes trifásicas, ou a 10 kA (8/20 µs) em redes monofásicas, quando o DPS for usado entre neutro e PE, no esquema de conexão 3 indicado na figura 13;*
- *quando o DPS for destinado à proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, sua corrente de impulso I_{imp} deve ser determinada com base na IEC 61312-1; se o valor da corrente não puder ser determinado, I_{imp} não deve ser inferior a 12,5 kA para cada modo de proteção. No caso de DPS usado entre neutro e PE, no esquema de conexão 3 (ver figura 13), I_{imp} também deve ser determinada conforme a IEC 61312-1; ou, caso o valor da corrente não possa ser determinado, I_{imp} não deve ser inferior a 50 kA para uma rede trifásica ou 25 kA para uma rede monofásica;*
- *(..)"*

Segundo a NBR 5419-4:2015, a corrente nominal I_N do DPS deve ser no mínimo igual à corrente da descarga atmosférica esperada no seu ponto de instalação, cuja avaliação é dada no anexo E da NBR 5419-2:2015 e baseada no nível de proteção (NP) determinado a partir do gerenciamento de riscos. Conforme o item C.2.2 da NBR 5419-4:2015:

"Os DPS podem ser selecionados conforme suas localizações de instalação, como se segue:

a) Na entrada da linha na estrutura (na fronteira da ZPR 1, ou seja, no quadro de distribuição principal QDP):

— DPS ensaiado com I_{imp} (ensaio classe 1)

O impulso de corrente requerido I_{imp} para DPS deve atender à corrente de descarga atmosférica (parcial) esperada neste ponto da instalação, com base no NP escolhido de acordo com E.2 (fonte de dano S1) e/ou E.3.1 (fonte de dano S3) da ABNT NBR 5419-1."

Tabela 4-34 - Tabela E.2 – Surtos de correntes devido às descargas atmosféricas previstos em sistemas de baixa tensão. (NBR 5419-1:2015)

NP (classe)	Sistemas de baixa tensão			
	Descargas atmosféricas diretas e indiretas na linha		Descargas atmosféricas perto da estrutura (a)	Descargas atmosféricas na estrutura (a)
	Fonte de danos S3 (descarga atmosférica direta) (b) Forma de onda da corrente: 10/350 µs kA	Fonte de danos S4 (descarga atmosférica indireta) (c) Forma de onda da corrente: 8/20 µs kA	Fonte de danos S2 (corrente induzida) Forma de onda da corrente: 8/20 µs kA	Fonte de danos S1 (corrente induzida) Forma de onda da corrente: (d) 8/20 µs kA
III - IV	5	2,5	0,1	5
II	7,5	3,75	0,15	7,5
I	10	5	0,2	10

Visto que o NP a ser considerado é de classe II, tem-se que: $I_N = I_{imp} = 7,5$ kA.

Retornando às características chaves de seleção de DPS da NBR 5410:2004 em seu item 6.3.5.2.4:

"e) suportabilidade à corrente de curto-circuito – Tendo em vista a possibilidade de falha do DPS, sua suportabilidade a correntes de curto-circuito, já levando em conta a ação do dispositivo de proteção contra sobrecorrentes que o integrar ou for especificado pelo fabricante, deve ser igual ou superior à corrente de curto-circuito presumida no ponto em que vier a ser instalado. Além disso, quando o DPS incorporar centelhador(es), a capacidade de interrupção de corrente subseqüente declarada pelo fabricante deve ser igual ou superior à corrente de curto-circuito presumida no ponto de instalação do dispositivo. Para os DPS a serem conectados entre neutro e PE, a capacidade de interrupção de corrente subseqüente deve ser de no mínimo 100 A, em esquema TN ou TT, e deve ser a mesma dos DPS conectados entre fase e neutro, no caso de esquema IT."

Logo, como está sendo suposto o esquema TN (variação S) de aterramento, adota-se a capacidade de interrupção de corrente de no mínimo 100 A.

"f) coordenação dos DPS – Os fabricantes de DPS devem fornecer, em sua documentação, instruções claras e suficientes sobre como obter coordenação entre os DPS dispostos ao longo da instalação."

No que diz respeito à seção dos condutores de conexão do DPS, o item 6.3.5.9 da NBR 5410-2004 indica:

"Em termos de seção nominal, o condutor das ligações DPS–PE, no caso de DPS instalados no ponto de entrada da linha elétrica na edificação ou em suas proximidades, deve ter seção de no mínimo 4 mm² em cobre ou equivalente. Quando esse DPS for destinado à proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, a seção nominal do condutor das ligações DPS–PE deve ser de no mínimo 16 mm² em cobre ou equivalente."

Tendo em vista o exposto acima, será adotada a seção de 16 mm².

Logo, o DPS deve possuir as seguintes características:

Tabela 4-35 – Resumo do dimensionamento do DPS

U_P (kV)	U_C (kV)	I_N (kA)	I_{IMP} (kA)	Capacidade de proteção de corrente (A)	Seção condutores DPS/PE (mm2)
≤1,5	≥242	≥7,5	≥7,5	≥100	16

5 ANEXOS

Desenho técnico para a EDIFICAÇÃO RECREIO GARDEN. Pranchas 1.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR 5419-1:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 1: Princípios Gerais;

NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 2: Gerenciamento de riscos;

NBR 5419-3:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;

NBR 5419-4:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas. Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão, 30 de setembro de 2004.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UFRJ

MANUAL DO(A) SÍNDICO(A)

EDIFÍCIO RECREIO GARDEN

Trabalho de Conclusão de Curso

Rafael Dainese Ravelli – DRE: 114125449

Felipe Bezerra Leite Schwartz– DRE: 112216870

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 3
2. COMPETÊNCIAS LEGAIS 3
3. TERMO DE GARANTIA 4
3.1. DESCRIÇÃO 4
3.2. CONDIÇÕES DE EXCLUSÃO DA GARANTIA 6
4. MANUTENÇÃO 6
4.1. DESCRIÇÃO 6
4.2. MANUTENÇÃO PERIÓDICA 6
5. USO E ORIENTAÇÕES 10
5.1. INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA 10
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 10

1. INTRODUÇÃO

Prezado(a) Síndico(a) do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN,

O presente manual tem por propósito apresentar o modo apropriado para utilização, conservação e manutenção do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, para que assim, não ocorram avarias resultantes de mau uso. Este também visa elucidar quanto aos riscos de perda de garantia decorrentes da ausência da manutenção e utilização apropriadas.

Quando se fizer necessário, aconselha-se entrar em contato com a empresa de engenharia, contrução e manutenção SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA devidamente registrada para que a assistência técnica pertinente possa ser oferecida.

É de sua responsabilidade o arquivamento deste Manual e dos documentos fiscais e legais do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, assim como também deverá ser garantidor de que estes cheguem às mãos de quem vier a substituí-lo.

2. COMPETÊNCIAS LEGAIS

Conforme artigo 1.348 da Lei nº 10.406/2002 – Novo Código Civil e Condomínios, é de responsabilidade do(a) Síndico(a):

I - convocar a assembleia dos condôminos;

II - representar, ativa e passivamente, o condomínio, praticando, em juízo ou fora dele, os atos necessários à defesa dos interesses comuns;

III - dar imediato conhecimento à assembleia da existência de procedimento judicial ou administrativo, de interesse do condomínio;

IV - cumprir e fazer cumprir a convenção, o regimento interno e as determinações da assembleia;

V - diligenciar a conservação e a guarda das partes comuns e zelar pela prestação dos serviços que interessem aos possuidores;

VI - elaborar o orçamento da receita e da despesa relativa a cada ano;

VII - cobrar dos condôminos as suas contribuições, bem como impor e cobrar as multas devidas;

VIII - prestar contas à assembleia, anualmente e quando exigidas;

IX - realizar o seguro da edificação.

§ 1 o Poderá a assembleia investir outra pessoa, em lugar do Síndico, em poderes de

representação.

§ 2 O Síndico pode transferir a outrem, total ou parcialmente, os poderes de representação ou as funções administrativas, mediante aprovação da assembleia, salvo disposição em contrário da convenção.

3. TERMO DE GARANTIA

3.1. DESCRIÇÃO

Os prazos do Termo de Garantia foram estipulados de acordo com as leis vigentes e em vista do estágio atual de tecnologia de cada um dos componentes e/ou serviços empregados na construção.

Os prazos estão mostrados na Tabela 1 do Capítulo 3 do MANUAL DE GARANTIAS NBR 5674:99, no qual aparecem especificadas as diferentes condições de garantias para todos os itens que são cobertos.

Quando o prazo citado se refere ao fabricante significa que a construtora oferece o mesmo prazo de garantia que o fabricante do material ou equipamento. A garantia oferecida aos equipamentos instalados no edifício deve respeitar as condições apresentadas pelos fornecedores nos respectivos termos de garantia e/ou contratos.

A SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA é responsável pela construção do imóvel segundo as prescrições do Código de Proteção e Defesa do Consumidor. Abaixo estão relacionados os seguintes tipos de problemas e seus prazos de garantia assim estabelecidos:

• Vício aparente: defeito que é perceptível por simples observação.

• Vício oculto: defeito que só se manifesta em determinadas condições e não pode ser detectado com simples observação.

• Vício redibitório: vício aparente ou oculto que deprecia (diminui o valor) ou torna o produto impróprio para o uso.

• Solidez e Segurança: são itens relacionados à solidez da edificação e que possam comprometer a sua segurança, nele incluídos peças e componentes da estrutura do edifício, tais como lajes, pilares, vigas, estruturas de fundação, contenções e arrimos.

Caberá ao Síndico fazer prova de que o defeito ocorreu nos prazos de garantia aqui indicados e que o defeito compromete a solidez e segurança, consoante com o que dispõe o Art. 1245 do Código Civil Brasileiro.

3.2. PRAZOS DE GARANTIA

Os defeitos comprometem a solidez e segurança, consoante com o que dispõe o Art. 1245 do Código Civil Brasileiro. Prazos de garantia a serem observados pelo Síndico nas áreas comuns do prédio (hall de entrada, escadaria, corredores internos, as paredes e elementos das fachadas, espaço dos elevadores e caixas d`água):

5 anos

- Estruturas

3 anos

- Impermeabilizações;
- Revestimentos da fachada.

2 anos

- Trincas na massa do emboço;
- Vazamentos internos (junções, ralos, válvulas, etc.);
- Azulejos e pisos soltos.

1 ano

- Cubas de pias ou lavatórios soltos;
- Portas empenadas;
- Acertos e vedações nas esquadrias (janelas);
- Eletrodutos obstruídos;
- Rejuntamento de azulejos de parede;
- Portais, alisares e rodapés trincados (pintura);
- Instalações elétricas em geral;
- Fissuras na massa de acabamento.

6 meses

- Entupimento de tubulações hidráulicas e de esgoto;
- Peças soltas de instalações;
- Trincos, maçanetas e fechaduras;
- Regulagem de válvulas;
- Piso com caimento inadequado;
- Rejuntamento de pias, vasos e pisos;
- Cupins e brocas;
- Mau cheiro (ralo sem tampa);

- Manchas ou defeitos de pintura;
- Esquadrias;
- Equipamentos de circuito fechado de TV.

3.3. CONDIÇÕES DE EXCLUSÃO DA GARANTIA

Como todos os produtos colocados no mercado, as garantias oferecidas pela SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA e pelos fornecedores de materiais, sistemas construtivos e equipamentos são condicionadas ao uso adequado, conforme recomendações deste Manual e dos manuais de equipamentos, e às condições de realização de atividades de limpeza, conservação e manutenção preventiva, também apontadas neste Manual.

Também são condicionantes das garantias a realização de obras, reformas e outras situações que possam alterar as condições iniciais do projeto e execução das obras conforme entregue pela SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA.

Na ocorrência de alguns dos fatos mencionados a seguir, a Construtora deverá analisar com os representantes do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN se serão mantidas as condições de garantias e assistência técnica:

• Realização de obras, benfeitorias ou modificações em geral, em qualquer parte da edificação sem análise prévia da engenharia da SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA;

• Execução de quaisquer reparos executados por terceiros sem a aprovação em Assembleia de Condomínio e da engenharia da SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA.

4. MANUTENÇÃO

4.1. DESCRIÇÃO

A finalidade da manutenção é manter ou recuperar o estado apropriado do edíficio para que o funcionamento previsto em projeto seja mantido. Caso esta seja feita de forma apropriada, o valor do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN será prolongado.

A seguir estão dispostos os serviços que deverão ser feitos e suas respectivas frequências. Sugere-se que as atividades detalhadas abaixo sejam feitas e documentadas no Livro de Registro de Manutenção, visto que a Garantia do edifício é dependente de tais itens.

4.2. MANUTENÇÃO PERIÓDICA

4.2.1. MANUTENÇÃO SEMANAL

- Reservatório de água: A correta operação das boais e o nível da água precisam ser verificados. Responsável: Zelador.

4.2.2. MANUTENÇÃO A CADA DUAS SEMANAS

- Bombas de recalque: O corretor funcionamento precisa ser verificado, assim como a alternancia entre as bombas precisa ser feita, de acordo com o sistema de rodízio implementado. Responsável: Zelador;
- Telhado: O estado do sistema de cobertura precisa ser verificado, com reparação ou substituição do que for necessário. Responsável: Zelador;
- Iluminação de emergência: O correto funcionanemento do sistema precisa ser verificado por no mínimo 1 hora, caso necessário, deve ocorrer a substituição de lâmpadas e/ou baterias. Responsável: Zelador.

4.2.3. MANUTENÇÃO MENSAL

- Portões automáticos: O correto funcionanemento dos portões precisa ser verificado, com reparação ou substituição das peças, caso necessário. Responsável: Zelador;
- Interfone, telefone, TV e CFTV: O correto funcionanemento dos sistemas precisam ser verificados, com reparação ou substituição das peças, caso necessário. Responsável: Zelador;
- Exaustão mecânica: O correto funcionanemento dos exaustores precisa ser verificado. Os mancais e eixos necessitam de lubrificação. Responsável: Zelador;
- Revestimento de pisos e paredes: Verificação das peças, e caso necessário, as peças polidas precisam ser enceradas. Responsável: Equipe de limpeza.
- Bombas de incêndio: A bomba precisa ser testada e lubrificada. Responsável: Empresa especializada;
- Sistemas hidráulicos pressurizados: O sistema precisa ser testado e a amperagem, vazamentos, a pressão e o ruído excessivo precisam ser verificados. Responsável: Zelador.

4.2.4. MANUTENÇÃO A CADA DOIS MESES

- Esquadrias de alumínio: A limpeza geral das esquadrias e de seus componentes precisam ser feitos. Responsável: Equipe de limpeza;
- Ralos, sifões, grelas, calhas e canaletas: O sistema de drenagem precisa ser limpo. Responsável: Equipe de limpeza;

- Caixas de inspeção, caixas de areia e caixas de gordura: A limpeza geral das caixas e de euss componentes precisam ser feitos. Responsável: Equipe de limpeza.

4.2.5. MANUTENÇÃO SEMESTRAL

- Reservatórios superiores e inferiores: Os reservatórios de água potável precisam ser limpos e desinfectados. O Certificado de Potabilidade precisa ser obtido. O barrilete precisa também ser verificado. Responsável: Empresa especializada;
- Caixas acopladas e bicos arejadores. As peças precisam ser limpas e o mecanismo de descarada necessita ser regulado. Responsável: Equipe de limpeza;
- Exaustão mecânica: As correias precisam ser substituidas e a amperagem dos motores precisa ser verificada. Responsável: Zelador.
- Rejuntamento e vedações: A integridadade necessita de verificação, com reparação dos rejuntamentos externos e internos que precisarem ser refeitos. Responsável: Zelador;
- Equipamentos de incêndio: Inspeção visual do estado das mangueiras de incêndio. Responsável: Empresa especializada;
- Resratização e desinsetização: Aplicação dos produtos químicos. Responsável: Empresa especializada.

4.2.6. MANUTENÇÃO ANUAL

- SPDA: Inspeção visual da integridade do sistema (cabos, conexões, hastes, para-raios) e sua reconstituição onde necessário. A NBR 5419 precisa ser respeitada. Responsável: Empresa especializada;
- Impermeabilização: A integridade precisa ser verificada, com reparação do sistema caso necessário. Responsável: Zelador;
- Jardins: A camada drenante do jardim, as tubulações e os ralos preciam ser verificados, com reparação e desentupimento caso necessário. Responsável: Equipe de limpeza;
- Fachadas: A integridade necessita de verificação, com reparação caso necessário. Responsável: Empresa especializada;

- Piso acabado, revestimento de paredes internas e tetos: A integridade necessita de verificação, com reparação caso necessário. Responsável: Empresa especializada;
- Instalações elétricas: Todas as conexões precisam ser verificadas, assim como o cabeamento interno dos quadros e funcionamento dos disjuntores. Responsável: Empresa especializada;
- Esquadrias: O desempenho da vedação, a fixação e os guarda-corpos precisam ser verificados. Com reparação caso necessário. Responsável: Empresa especializada;
- Vidros: Integridade, vedação e fixação nos caixilhos precisam ser verificados. Responsável: Zelador;
- Metais, acessórios e registros: Verificar funcionamento dos elementos de vedação. Responsável: Zelador.

4.2.7. MANUTENÇÃO BIENAL

- Tomadas, interruptores e pontos de luz: Conexões, estado dos contatos elétricos e seus componentes precisam ser verificados. Responsável: Empresa especializada.

4.2.8. MANUTENÇÃO A CADA TRÊS ANOS

- Pintura de paredes e tetos internos: Realização da pintura dessas superfícies. Responsável: Empresa especializada;
- Revestimento de paredes externas: Efetuar a verificação e mapeamento dos revestimentos. Substituição ou reparação de peças soltas, realização do rejunte. Limpeza de pingadeiras, repintura e revisão do polimento dos granitos e mármores. Responsável: Empresa especializada;
- Caixas de descarga: O correto funcionamento das peças de saída e entrada de água das caixas acopladas precisa ser verificado. Responsável: Empresa especializada.

4.2.9. MANUTENÇÃO A CADA CINCO ANOS

- Lajes, vigas e pilares: A integridada estrutural precisa ser verificada, segundo a NBR 15575. Responsável: Empresa especializada;

- Equipamento de incêndio: Teste hidrostático dos extintores. Responsável: Empresa especializada;
- SPDA: A integridade das conexões, fixações e outros componentes precisa ser verificada, assim como a resistência do aterramento. Responsável: Empresa especializada.

5. USO E ORIENTAÇÕES

A seguir estão descritos os usos e orientações dos principais sistemas que estão presentes no EDIFÍCIO RECREIO GARDEN. Uma precisa realização destas atividades estenderá a vida útil do imóvel.

5.1. INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA

A origem do sistema de abastatecimento de água do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN é o ponto de abastecimento da CEDEA, a concessionária que fornece água potável no Rio de Janeiro. Conforme estipulado pela lei 13.312/2016, foram adotados hidrometros para medição individual do consumo de água por apartamento. Após os hidrometros, encontram-se os ramais de distribuição de água, que são controlados por registros de gaveta. Nos apartamento, encontram-se registros gerais nos banheiros e na cozinha/área de serviço.

A correta manutenção do sistema deve ser feita, conforme foi descrita no item anterior. Os barriletes devem sempre ser totalmente abertos ou fechados, visto que sua durabilidade diminuirá caso sejam utilizados de maneira diferente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR-5674 (2012) – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, 25 de julho de 2012

NBR 5674:99 (2010) – Manual de Garantias – SINDUSCON/PA

NORMA REGULAMENTADORA Nº 35 - NR35 – *Trabalho em Altura* – Acessível em http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr35.htm . Acessado em 09/10/2020.

ESCOLA POLITÉCNICA DA UFRJ

MANUAL DO PROPRIETÁRIO

EDIFÍCIO RECREIO GARDEN

Trabalho de Conclusão de Curso

Rafael Dainese Ravelli – DRE: 114125449

Felipe Bezerra Leite Schwartz– DRE: 112216870

Orientadora: Elaine Garrido Vazquez

2019

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4
2. ENTREGA DAS CHAVES 4
2.1. LUZ E FORÇA 4
2.2. ÁGUA E ESGOTO 5
2.3. TELEFONE, INTERNET E TELEVISÃO A CABO 5
2.4. GÁS ENCANADO 5
3. RECOMENDAÇÕES GERAIS 5
4. CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO 6
4.1. ESTRUTURA 6
4.2. ALVENARIA 6
4.3. TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS E HIDROSSANITÁRIAS 7
4.4. TUBULAÇÕES DE GÁS 7
4.5. OBSERVAÇÕES IMPORTANTES 8
5. GARANTIAS 8
5.1. PRAZOS DE GARANTIA 8
5.2. CONDIÇÕES ESPECIAIS 10
5.3. CANCELAMENTO DA GARANTIA 10
6. MANUTENÇÃO PREVENTIVA 10
7. REFERÊNCAS BIBLIOGRÁFICAS 12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Manuntenção periódica (NBR 5674) 10

1. INTRODUÇÃO

Prezado Proprietário (a) / Cliente,

O presente manual tem por propósito apresentar o modo apropriado para utilização, conservação e manutenção do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN, para que assim não ocorram avarias resultantes de mau uso. Este também visa elucidar quanto aos riscos de perda de garantia decorrentes da ausência da manutenção e utilização apropriadas.

Quando se fizer necessário, aconselha-se entrar em contato com a SWARTZ-RAVELLI ENGENHARIA para que a assistência técnica pertinente possa ser oferecida.

Leia cuidadosamente todas as instruções, procedimentos e recomendações contidas neste manual. Depois, transmita-os aos demais membros da família ou residentes no imóvel. Conserve-o sempre à mão e, quando necessário, consulte-o para permanente satisfação e integral aproveitamento do seu novo imóvel. No caso de venda ou locação, este manual deverá ser entregue ao novo proprietário.

De acordo com a Norma Brasileira 5674 da ABNT, o proprietário do imóvel é responsável por realizar a manutenção preventiva de seu apartamento e corresponsável pelo custo e pela efetuação da manutenção preventiva dos espaços comuns do prédio.

2. ENTREGA DAS CHAVES

Tão logo receba as chaves de sua unidade, providencie junto às concessionárias os pedidos de ligações individuais conforme as orientações, pois elas demandam certo tempo para serem executadas.

O fornecimento de água corrente e a disposição sanitária de esgoto, de uso coletivo do condomínio, já se encontram em pleno funcionamento.

2.1. LUZ E FORÇA

Solicite a ligação à concessionária de energia elétrica. O prazo para execução do serviço solicitado é de cinco dias úteis.

LIGHT - SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A.

- Departamento Comercial, 2ª via de contas, transferência de nome e reclamações: 120.
- Atendimento Comercial: 0800 282 0120

2.2. ÁGUA E ESGOTO

Solicite a ligação à concessionária de água e esgoto.

CEDAE - COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUA E ESGOTO

- Atendimento de emergência: 195
- Atendimento comercial: 0800 282 1195

2.3. TELEFONE, INTERNET E TELEVISÃO A CABO

Solicite a transferência de linha ou a instalação de uma nova à concessionária de telefonia, dados e televisão a cabo de sua preferência, de segunda a sexta, em horário comercial.

EMBRATEL / NET

- Comentários, Sugestões e Reclamações: 106 21.
- Atendimento Técnico, Financeiro e Compra de Serviços: 4004-7777.

2.4. GÁS ENCANADO

Solicite a ligação à concessionária de gás. É necessária a presença de alguém que acompanhe os serviços.

CEG - COMPANHIA ESTADUAL DE GÁS S.A.

- Atendimento de emergência: 197 ou 585-7788
- Atendimento comercial: 0800 282 0205

3. RECOMENDAÇÕES GERAIS

As variações térmicas provocam dilatações e contrações da estrutura de concreto armado, com ocorrência de fissuras nas alvenarias e massas, normais em uma construção, sem que isso venha comprometer a segurança.

Em locais com pouca insolação ou pouca aeração, pode surgir mofo, principalmente nos cantos e atrás de cortinas e armários. O mofo se combate com sol ou radiação infravermelha, arejamento, ou uma solução fraca de água sanitária.

Você reconhece infiltrações pelo aparecimento de bolhas sob a camada de pintura, ou pelo escorrimento de água sobre a parede. Nesse caso, investigue sua origem.

Quando fizer sua mudança, procure orientar os carregadores para não baterem com os móveis nos cantos, esquadrias, paredes, azulejos, etc., pois a correção de eventuais danos é trabalhosa e inconveniente.

Caso você decida fazer alguma alteração em seu imóvel, informe imediatamente

qualquer dano à tubulação do prédio, e proceda aos seus reparos em seguida. Não faça gatilhos do tipo tamponamento de furos com durepóxi, pois certamente causarão problemas sérios e de difícil solução no futuro.

No caso de alterações em seu imóvel, cuide para que subida de materiais e a descida e saída de entulho não cause danos ao prédio, especialmente aos elevadores, corredores e escadas.

Ao fazer alterações em seu imóvel, certifique-se primeiro da existência no mercado dos materiais de acabamentos utilizados, para evitar falta de materiais que comprometam a beleza de seu imóvel.

A pintura do seu imóvel necessitará de uma manutenção periódica de repintura em paredes, tetos e esquadrias. As paredes, quando manchadas de pó, líquido, etc., devem ser limpas com sabão neutro e esponja.

Vasos sanitários e bancas de pias e lavatórios não devem servir de apoio mecânico, nem de escada, pois podem quebrar-se, provocando danos físicos à pessoa que deles se utilizar indevidamente.

Os aparelhos de ar condicionado devem ser colocados no local apropriado, tomando-se o cuidado de não apoiá-lo nem encostá-lo no alumínio sem a devida proteção. Pendure-o ao teto e à viga, e use espuma de poliuretano, ou borracha macia, para vedar a abertura e amortecer as vibrações: Isso evita o aparecimento de infiltrações.

4. CONSERVAÇÃO E MANUTENÇÃO

4.1. ESTRUTURA

Numa edificação realizada em concreto armado, não é possível a retirada total ou parcial de pilares, vigas ou lajes. Da mesma forma, não se deve sobrecarregá-los além dos limites previstos no projeto original.

Qualquer modificação que envolva a parte estrutural do prédio só pode ser executada com a prévia aprovação de um engenheiro civil.

4.2. ALVENARIA

Antes de perfurar paredes para colocação de quadros, armários, prateleiras ou outros objetos, consulte os projetos do seu imóvel e detalhamentos.

Procedendo assim, você evitará furar tubulações de água, esgoto ou energia elétrica, bem como pilares e vigas. É sempre preferível usar furadeira e buchas com parafusos evitando-se pregos e martelo.

4.3. TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS E HIDROSSANITÁRIAS

É necessário ter cuidado com furações nas paredes dos banheiros, pois como as tubulações de esgoto e hidráulicas são de PVC; devem ser consultadas as plantas antes de fazer o serviço;

No caso de vazamento no teto de gesso no apartamento, solicite ao vizinho de cima da sua unidade para evitar utilizar as instalações onde esteja ocorrendo o vazamento; São de inteira responsabilidade do proprietário do apartamento que originou o vazamento as providências necessárias para o reparo;

Não jogue objetos estranhos nos vasos sanitários, eles são causas frequentes de entupimento; Exemplos: papel comum, fralda descartável, absorvente higiênico, cotonetes, vidros, caixas de remédio e cabelos. Para desentupir o vaso sanitário, utilize uma bomba manual de borracha (desentupidor), ou assistência técnica de firma especializada.

Lavatórios entopem normalmente com cabelos, sabão e outros detritos que ficam retidos no sifão. Em caso de dificuldades para desentupir com desentupidor manual, basta desmontar o sifão que fica sob o lavatório.

4.4. TUBULAÇÕES DE GÁS

É necessário ter cuidado com a passagem de tubulação de gás nas paredes da cozinha e da área de serviço. Para furações, as plantas de instalação devem ser consultadas e estudadas.

Alertamos que a ligação do aquecedor de passagem a gás deve, por norma, contar com a instalação da termoválvula, visando preservar a integridade da tubulação e conexões das instalações de água fria e quente assim como a segurança do usuário. A sua inexecução incorre na perda da garantia das instalações de água fria e quente assim como dos revestimentos afetados por vazamentos que por ventura venham a ocorrer.

Observamos, também, que em todas as ocasiões em que houver necessidade de fechamento de qualquer registro da rede de água fria, em que haja interligação com a rede de água quente, o registro de água quente também deverá ser fechado para que se evite a passagem de água quente pelo misturador.

4.5. ACABAMENTO DA FACHADA

Optou-se pela EMRPESA FREITASELIMA, referência em execução e revitalização de fachadas para executar a fachada do EDIFÍCIO RECREIO GARDEN. Optou-se pela utilização de pintura de tinta acrílica branco neve à base de água, com acabamento texturizado. O contrato será executado seguindo Seguro de Obra e profissionais habilitados

seguindo a NR-35, Norma Regulamentadora sobre trabalhos em altura. A garantia do serviço está especificada no Seguro da Obra oferecido pela EMPRESA FREITASELIMA e tem-se resumido também no ITEM 5.1. PRAZOS DE GARANTIA.

4.6. OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

Não fincar ou cravar peças nos pisos impermeabilizados. Se necessário, procure firma especializada neste serviço.

Não efetuar modificações no apartamento tais como: troca de pisos, lajes, paredes, ralos, alterações de áreas de cobertura, etc., sem consulta prévia a firma especializada. Lembramos que além dos riscos de prejuízos de impermeabilização da laje, este procedimento pode provocar o cancelamento da garantia do seu apartamento.

Ao detectar cheiro de gás no apartamento verifique se todos os registros estão fechados. Procure identificar o vazamento com auxílio de espuma de sabão colocada em pontos suspeitos. Nunca utilize chama para testar o vazamento. Caso o cheiro persista, é possível fechar o registro geral do apartamento através que se encontra no PI de Gás do próprio pavimento.

É de responsabilidade de cada proprietário, comunicar a administração do prédio, quaisquer modificações a serem feitas no interior do apartamento e observar o que recomenda o Regulamento Interno e a Convenção do Condomínio do Edifício.

5. GARANTIAS

O EDIFÍCIO RECREIO GARDEN foi construído dentro dos melhores padrões de engenharia, visando proporcionar segurança e conforto aos usuários. Todas as peças e equipamentos utilizados foram adquiridos dos melhores fabricantes.

A GARANTIA abrange a construção de unidades imobiliárias autônomas e partes comuns do condomínio, do empreendimento a que se refere este manual.

O termo inicial (início da garantia) para os prazos aqui fixados, salvo disposição legal ou regulamentar em contrário, é contado do “Termo de Vistoria” ou do “Habite-se”, valendo o que ocorrer em primeiro lugar.

O termo final (fim da Garantia) coincidirá com a expiração dos prazos indicados para cada caso.

5.1. PRAZOS DE GARANTIA

Os defeitos comprometem a solidez e segurança, consoante com o que dispõe o Art. 1245 do Código Civil Brasileiro. Prazos de garantia a serem observados pelo Proprietário nas

áreas privativas do seu apartamento:

5 anos

- Estrutura

3 anos

- Impermeabilizações;
- Revestimentos de fachada.

2 anos

- Trincas na massa do emboço;
- Vazamentos internos (junções, ralos, válvulas, etc.);
- Azulejos e pisos soltos.

1 ano

- Cubas de pias ou lavatórios soltos;
- Portas empenadas;
- Acertos e vedações nas esquadrias (janelas);
- Eletrodutos obstruídos;
- Rejuntamento de azulejos de parede;
- Portais, alisares e rodapés trincados (pintura);
- Instalações elétricas em geral;
- Fissuras na massa de acabamento.

6 meses

- Entupimento de tubulações hidráulicas e de esgoto;
- Peças soltas de instalações;
- Trincos, maçanetas e fechaduras;
- Regulagem de válvulas;
- Piso com caimento inadequado;
- Rejuntamento de pias, vasos e pisos;
- Cupins e brocas;
- Mau cheiro (ralo sem tampa);
- Manchas ou defeitos de pintura;
- Esquadrias;
- Equipamentos de circuito fechado de TV.

5.2. CONDIÇÕES ESPECIAIS

A garantia dos aparelhos e equipamentos instalados em seu apartamento é dada pelo próprio fabricante ou fornecedor. Quando a garantia dada pelo fabricante ou fornecedor for maior prevalecerá sobre este termo, desde que a solicitação seja diretamente ao fabricante ou fornecedor.

Os materiais, peças e equipamentos retirados como defeituosos, observados os conceitos legais de acordo com a Lei no 8078/90 (CDC Artigo 14 1 e 2), serão substituídos sem ônus para o cliente através do Serviço de Assistência Técnica.

A peça substituída será de propriedade da Construtora ou do fabricante ou do fornecedor que efetuar diretamente a substituição..

5.3. CANCELAMENTO DA GARANTIA

No caso de modificação na parte estrutural e das instalações do edifício, impermeabilização, esquadrias, pisos.

No caso de danos que surjam resultantes da utilização inadequada, da má conservação e da falta de manutenção.

6. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Nos termos da NBR 5674, compreende a Manutenção Rotineira que é caracterizada pela realização de serviços constantes que possam ser executados pela equipe de Manutenção Local e a Manutenção Planejada cuja realização é organizada antecipadamente, tendo por referência solicitações dos usuários, estimativas de durabilidade esperada dos componentes das edificações em uso ou relatórios de vistorias técnicas (inspeções) periódicas sobre o estado da edificação.

Tabela 1 - Manuntenção periódica (NBR 5674)

ITEM	DESCRIÇÃO	PERIDIOCIDADE
ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	LIMPEZA GERAL DA ESQUADRIA (ZONA URBANA OU RURAL)	1 VEZ AO ANO
	LIMPEZA GERAL DA ESQUADRIA (ZONA MARÍTIMA OU INDUSTRIAL)	3 VEZES AO ANO
	LIMPEZA DOS ORIDÍFICOS DOS TRILHOS INFERIORES	3 VEZES AO ANO
	LIMPEZA DA PERSIANA DE ENROLAR	3 VEZES AO ANO
	REAPERTAR PARAFUSOS APARENTES DOS FECHOS	1 VEZ AO ANO
	REGULAGEM DO FREIO	1 VEZ AO ANO

IMPERMEABILIZAÇÃO		INSPECIONAR OS REJUNTAMENTOS DOS PISOS CERÂMICOS, RALOS E PEÇAS SANITÁRIAS	1 VEZ AO ANO
		INSPECIONAR A CAMADA DRENANTE DO JARDIM E TELHADO VERDE	1 VEZ AO ANO
ESTRUTURAS/PAREDES		REPINTAR ÁREAS PRIVATIVAS	A CADA 3 ANOS
		REPINTAR ÁREAS COMUNS	A CADA 3 ANOS
		REPINTAR FACHADA DA EDIFICAÇÃO	A CADA 3 ANOS
INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS / LOUÇAS / METAIS		VERIFICAR OS RALOS E SIFÕES DAS LOUÇAS, TANQUES E PIAS	A CADA 6 MESES
		TROCAS OS VEDANTES DAS TORNEIRAS, MISTURADORES DE LAVATÓRIO E REGISTROS DE PRESSÃO	1 VEZ AO ANO
		LIMPAR OS AERADORES	A CADA 6 MESES
		LIMPAR E VERIFICAR REGULAGEM DO MECANISMO DE DESCARGA	A CADA 6 MESES
		VERIFICAR ANÉIS DOS REGISTROS DE PRESSÃO E MISTURADORES DE LAVATÓRIO	1 VEZ AO ANO
		VERIFICAR O DIAFRAGMA DA TORRE DE ENTRADA E A COMPORTA DO MECANISMO DA CAIXA ACOPLADA	A CADA 3 ANOS
		VERIFICAR A ESTANQUEIDADE DA VÁLVULA DE DESCARGA.	A CADA 5 ANOS
		LIMPAR O CRIVO DO CHUVEIRO	1 VEZ AO ANO
INSTALAÇÃO ELÉTRICA	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS	REAPERTARAS TODAS AS CONEXÕES	1 VEZ AO ANO
		TESTAR O DISJUNTOR DR	A CADA 6 MESES
	TOMADAS, INTERRUPTORES E PONTOS DE LUZ	REAPERTAR CONEXÕES E VERIFICAR ESTADO DOS CONTATOS ELÉTRICOS SUBSTITUINDO AS PEÇAS QUE APRESENTEM DESGASTE	A CADA 2 ANOS
AUTO-VISTORIA		VISTORIA PARA VERIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO, POR PROFISSIONAL HABILITADO NAS ÁREAS EXTERNA E INTERNAS COMUNS.	A CADA 5 ANOS

7. REFERÊNCAS BIBLIOGRÁFICAS

NBR-5674 (2012) – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manuntenção, 25 de julho de 2012

NBR 5674:99 (2010) – Manual de Garantias – SINDUSCON/PA

NORMA REGULAMENTADORA Nº 35 - NR35 – *Trabalho em Altura* – Acessível em http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr35.htm . Acessado em 09/10/2020.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Planejamento e Orçamento

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz,
Profa. Elaine Garrido Vasquez
Prof. Leandro Torres Di Gregório

Rio de Janeiro

Outubro de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 4

2. MEMORIAL DESCRITIVO 4

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 5

3.1. ORÇAMENTO 5

3.1.1. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (EAP) 5

3.1.2. DURAÇÃO DAS ATIVIDADES E QUANTIFICAÇÃO DE EQUIPE 6

3.1.3. LINHAS DE BALANÇO 7

3.1.4. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO E CURVA S 7

3.1.5. CURVAS ABC DE INSUMOS E SERVIÇOS 7

3.1.6. HISTOGRAMAS DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA 8

4. MEMORIAL DE CÁLCULO 8

4.1. ORÇAMENTO 8

4.1.1. RESUMO DO ORÇAMENTO 8

4.1.2. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (EAP) 9

4.1.3. BONIFICAÇÕES E DESPESAS INDIRETAS (BDI) 9

4.1.4. DURAÇÂO DAS ATIVIDADES E QUANTIFICAÇÃO DE EQUIPE 10

4.1.5. LINHAS DE BALANÇO E HISTOGRAMAS 11

4.1.6. CRONOGRAMA E CURVA S 11

4.1.7. CURVA ABC DE INSUMOS E SERVIÇOS 12

5. REFERÊNCAS BIBLIOGRÁFICAS 13

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Resumo do orçamento da obra. 9

Tabela 4.2 - Estrutura Analítica de Projeto (EAP). ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabela 4.3 – Detalhamento do BDI. ..... **Error! Bookmark not defined.**

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o orçamento e planejamento da construção do edifício Recreio Garden, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

A partir do estudo dos projetos de arquitetura, estruturas e instalações prediais, do memorial de acabamentos e da escolha das tecnologias construtivas a serem utilizadas, a Estrutura Analitica de Projeto (EAP) foi elaborada. A EAP subdivide os serviços a serem executados, facilitando a orçamentação e planejamento da obra.

O quantitavo de cada serviço da EAP foi calculado a partir dos projetos com o auxílio dos softwares *AutoDesk Revit* e o custo desses serviços foi obtido a partir da planilha de composições de custo do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) para Estado do Rio de Janeiro, mês base: julho/2019, fornecida pela Caixa Econômica Federal. O excel foi utlizado para o desenvolvimento das curvas ABC de insumos e de serviços.

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base as notas de aula e apostilas do professor Leandro Torres Di Gregorio das seguintes disciplinas:

- Gerenciamento de Obras: 2019;

3.1. ORÇAMENTO

3.1.1. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (EAP)

A EAP foi pensada de forma a facilitar as etapas seguintes, dividindo-se os serviços de construção pelos 13 andares no edifício (subsolo, PUC, 10 pavimentos tipo e cobertura) e sua sequência foi estipulada estrategicamente de acordo com a ordem cronológica de execução da obra.

Os quantitativos das atividades foram tomados de duas maneiras distintitas, abaixo explicitadas:

- Com o auxílio do software *Revit*, que foi utilizado na execução dos projetos de arquitetura, estruturas, instalações hidráulicas de água fria e quente, instalações hidrossanitárias, elétricas, especiais, gás e instalações de proteção e combate aos incêndios. Dessa forma, os seguintes itens da EAP tiveram suas quantidades extraídas do programa:
    - Serviços Preliminares de Canteiro;
    - Trabalhos no Solo e Contenções;
    - Estruturas;
    - Alvenarias, Vedações e Fechamentos;
    - Instalações Prediais;
    - Impermeabilização;
    - Revestimentos de Tetos;
    - Revestimentos de Paredes;
    - Revestimentos de Pisos;
    - Revestimento de Fachada;
    - Bancadas, Peitoris e Soleiras;
    - Acabamentos Ceramico;
    - Esquadrias;
    - Pintura;

    - Vidros;
    - Louças e Metais;
    - Cobertura;
    - Serviços Complementares.
    - Instalações Prediais.
- Os itens que não foram quantificados com o auxílio dos softwares, foram estipulados de acordo com projetos existentes da construtora Schwartz-Ravelli e seguem listados a seguir:
    - Projetos, licenças e consultorias;
    - Serviços preliminares e canteiro;
    - Administração da obra.

Os custos unitários dos serviços foram em sua maioria obtidos da base de composições unitárias do SINAPI. O restante dos serviços que não tiveram os preços fornecidos por essa base de preços foi estimado de acordo com a experiência do orçamentista em outras obras. Os custos totais de cada atividade foram calculados mutiplicando-se o seu custo unitário por suas respectivas quantidades.

3.1.2. DURAÇÃO DAS ATIVIDADES E QUANTIFICAÇÃO DE EQUIPE

As composições do SINAPI indicam qual a produtividade de cada profissional e ajudante (dada em Homem-Hora) para a execução de uma unidade de serviço considerado. A quantidade de trabalho total para a execução de uma certa atividade num dado pavimento (ou num dado objeto de um pavimento) deve ser calculada para cada categoria profissional (e os respectivos ajudantes) e corresponde ao produto do quantitativo dessa atividade pela produtividade do trabalhor em questão. Sendo assim, considerando a obra como um todo, tem-se a quantidade total de trabalho para determinado colaborador somando-se as parcelas referentes à cada andar (ou objeto executado).

Determinando arbitrariamente a duração total desse serviço na obra, pode-se inferir a duração dos pacotes de serviço que o compõem por meio da seguinte relação:

$$Duração_{serviço,\ parcial} = \left(\frac{Carga\ de\ Trabaho_{serviço,\ parcial}}{Carga\ de\ Trabalho_{serviço,\ total}}\right) * Duração_{serviço,\ total}$$

Obs. As cargas de trabalho podem ser divididas por 8,8 (horas trabalhas por dia), a fim de ser obter valores em Homem-Dia.

A quantificação da equipe é facilmente extraída divindo a carga de trabalho total de cada colaborador pela duração total da atividade.

3.1.3. LINHAS DE BALANÇO

Com a duração de cada atividade e a sequência estipulada na EAP, foram feitas as linhas de balanço, normalmente espaçadas entre si de 3 dias, prevendo um período de "folga" para o caso de atraso de serviços e consequente aumento desnecessário de trabalhadores na obra. Ainda, procurou-se manter o mesmo ritmo de trabalho para cada serviço, o que se traduz em inclinações aproximadamente iguais das linhas.

As linhas de Estruturas e Desforma & Alvenaria devem distar entre si de no mínimo o tempo de cura do concreto, que foi considerado de 14 dias, pois será utilizado concreto com aditivos. Já a linha de Desforma & Alvenaria deve ter sua duração acréscida de 1 semana a fim de considerar a execução da alvenaria após a desforma, evitando problemas quanto à deformabilidade da estrutura.

3.1.4. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO E CURVA S

Com o auxílio da EAP e das linhas de balanço, detalhou-se o cronograma da construção do edifício Recreio Garden, separando as fases da obra por andar e dividindo o tempo de execução por semanas.

A partir da duração total de cada serviço e da análise da linha de balanço correspondente, foi extraído seu percentual semanal de execução que, multiplicado pelo seu custo total, retorna o montante gasto na referida semana para aquele item. Somando-se o custo de cada serviço da obra para uma dada semana, temos o total do desembolso semanal.

Dividindo-se o desembolso semanal da obra pelo seu custo total, obtém-se o percentual semanal total investido. Realizando a soma acumulada desses percentuais pode-se determinar a curva S do empreendimento.

3.1.5. CURVAS ABC DE INSUMOS E SERVIÇOS

As curvas ABC de insumos e serviços são utilizadas para indicar quais insumos ou serviços terão maior peso orçamentário em todo o processo da construção. Essas informações são importantes, pois a partir delas, o setor de compras da construtora Schwartz-Ravelli poderá ter uma visão mais cuidadosa na manutenção e no manuseio desses materiais.

Elas são produzidas a partir de todas as composições de preço unitárias utilizadas na EAP. A curva ABC de insumos, compila todos os materiais em comum a partir da decomposição de cada serviço da obra. Multiplicando-se o quantitativo total de cada insumo, pelo seu valor unitário, obtem-se o custo acumulado desse material na obra. E dividindo-se esse número pelo preço total da obra, tem-se o percentual relativo a essa despesa na construção.

3.1.6. HISTOGRAMAS DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA

Os histogramas dos funcionários da obra, foram feitos a partir da análise conjunta das linhas de balanço e das durações das atividades. De semana a semana, as quantidades dos empregados por serviço são detalhadas, para em seguida, produzir-se gráficos de coluna para cada mão de obra, tendo-se assim o total de profissionais de cada serviço ao longo da construção. Somando-se esses valores, obtém-se também a quantidade total de funcionários no decorrer da execução do edifício Recreio Garden.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. ORÇAMENTO

4.1.1. RESUMO DO ORÇAMENTO

A seguir é apresentado de forma resumida o orçamento do edifício Recreio Garden:

Tabela 4-1 – Resumo do orçamento da obra.

RESUMO DO ORÇAMENTO				
Item	Descrição	Valor		%
1.	PROJETOS, LICENÇAS E CONSULTORIAS	R$	217,734.35	2.5%
2.	SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO	R$	95,276.22	1.1%
3.	TRABALHOS NO SOLO E CONTENÇÕES	R$	76,473.18	0.9%
4.	FUNDAÇÕES	R$	159,244.68	1.9%
5.	ESTRUTURA	R$	2,221,157.94	25.9%
6.	AVENARIAS VEDAÇÕES E FECHAMENTOS	R$	495,154.27	5.8%
7.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS	R$	304,963.49	3.6%
8.	IMPERMEABILIZAÇÃO	R$	155,978.45	1.8%
9.	REVESTIMENTOS DE TETOS	R$	153,748.56	1.8%
10.	REVESTIMENTOS DE PAREDES	R$	479,655.00	5.6%
11.	REVESTIMENTOS DE PISOS	R$	106,075.00	1.2%
12.	REVESTIMENTO DE FACHADA	R$	118,125.00	1.4%
13.	BANCADAS, PEITORIS E SOLEIRAS	R$	274,382.64	3.2%
14.	ACABAMENTO CERAMICO	R$	660,904.38	7.7%
15.	ESQUADRIAS	R$	519,779.76	6.1%
16.	PINTURA	R$	176,463.00	2.1%
18.	LOUÇAS E METAIS	R$	90,771.40	1.1%
19.	COBERTURA	R$	12,321.28	0.1%
20.	AUTOMAÇÃO PREDIAL	R$	780,802.28	9.1%
21	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R$	18,287.33	0.2%
22.	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	R$	1,450,224.90	16.9%
	CUSTO DA OBRA:	R$	8,567,523.12	
	BDI:		2,512,854.53	
	VALOR TOTAL DA OBRA:	R$	11,080,377.64	

4.1.2. ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (EAP)

Em seguida, apresenta-se a EAP com a quantidade, custo unitário e valor de cada serviço:

Anexo 1 – Estrutura Analítica do Projeto Recreio Garden

4.1.3. BONIFICAÇÕES E DESPESAS INDIRETAS (BDI)

O detalhamento do BDI segue abaixo:

Tabela 4-2 – Detalhamento do BDI

DEMONSTRATIVO DA COMPOSIÇÃO DO B.D.I - DESONERADO	
TIPO	ALÍQUOTA **(%)**
AC - Administração Central	6.00
SE - Seguros	1.00
CF - Despesas Financeiras	1.00
LE - Lucro exigido pela empresa	7.00
MI - Margem de incerteza	0
IMPOSTOS	ALÍQUOTA **(%)**
TM - I S S (Imposto sobre Serviços) - Municipal	3.00
TF- COFINS (Contribuição p/ Financiamento da Seguridade Social) - Federal	3.00
TF - P I S (Programa de Integração Social) - Federal	0.65
TE - CPRB (Contribuição Prevideciária sobre a Renda Bruta)	0.00
TE - IRPJ (Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica)	4.80
TE - ISLL (Contribuição Social sobre Lucro Líquido)	2.88
B D I - Benefício e Despesas Indiretas	
$B D I = \frac{(1 + CF + MI)}{(1 - AC - SE - TM - TE - TF - LE)} - 1$ ç Fórmula do BDI	
B.D.I ➔	29.33%

4.1.4. DURAÇÂO DAS ATIVIDADES E QUANTIFICAÇÃO DE EQUIPE

A planilha de duração de atividades e quantificação de equipes segue em anexo. Os resultados de durações nela expostos foram usados no traçado das linhas de balanço. Os arredondamentos de equipes ficarão a cargo da equipe de execução da obra.

Anexo 2 - Planilha de Cálculo de Equipes e Durações

Anexo 3 – Resumo das Equipes e Durações por Atividade

4.1.5. LINHAS DE BALANÇO E HISTOGRAMAS

As linhas de Estruturas e Desforma & Alvenaria distam entre si de no mínimo duas semanas, em virtude da cura do concreto de 14 dias com o uso de aditivos. Já a linha de Desforma & Alvenaria possui acréscimo de uma semana da duração calculada a fim de considerar a execução da alvenaria uma semana após a desforma, evitando problemas quanto à deformabilidade da estrutura. Esta espera de uma semana foi adotada pois o concreto a ser utilizado contém aditivos que aceleram a cura. Caso não tivesse, a espera mínima recomendada seria de pelo menos duas semanas.

A partir da análise da curva ABC de insumos, foram escolhidos os seguintes materiais para serem feitas a execução de seus histogramas:

- Aço;
- Concreto Bombeado;
- Tábuas para forma.

Os histogramas de mão de obra mostram quantos funcionários de cada especialidade estarão na obra ao longo de sua execução. Alguns tipos de profissionais foram escolhidas para fazer o serviço por empreitada, visto que suas previsões de estadia na obra são inferiores a um mês.

A partir da análise da curva ABC de insumos, foram escolhidos os seguintes profissionais para serem feitas a execução de seus histogramas:

- Pedreiros;
- Armadores;
- Gesseiros.

Anexo 4 – Tabela de dados para os histogramas

Anexo 5 – Histogramas de Material e Mão de Obra

4.1.6. CRONOGRAMA E CURVA S

O cronograma mostrado abaixo detalha apenas as fases da construção do edifício, totalizando 14 meses de obra. A fase de projetos está prevista para durar um mês. Analisando-se os desembolsos mensais, percebe-se que o período do décimo primeiro ao décimo segundo mes será o de maior gasto percentual. Sendo a semana 42 a de maior despesa de toda obra: R$320,891.37.

Anexo 6 - Curva S e Desembolso Semanal

4.1.7. CURVA ABC DE INSUMOS E SERVIÇOS

Na Curva ABC de insumos, identifica-se que o insumo que totalizará o maior gasto da obra, é justamente o de maior custo unitário da obra, o Elevador Atlas Schindler com capacidade de 8 pessoas, esse serviço será terceirizado, pois necessita de mão de obra especializada. Já o segundo item será o aço CA-50, que será usado na fase de estruturas. Juntas, as duas parcelas somam quase 20% do valor total da obra.

Além disso, observa-se que a administração da obra representa um peso altíssimo no orçamento, visto que dos 23 itens mais dispendiosos, 4 são de mão de obra indireta.

Em seguida, estão apresentadas as curva e planilhas ABC de insumos

Anexo 7 – Tabela ABC de insumos

Anexo 8 – Gráfico ABC de insumos

5. REFERÊNCAS BIBLIOGRÁFICAS

Apostila de curso de Gerenciamento de Obras / UFRJ (Leandro Torre Di Gregorio - 2019)

ESTRUTURA	CARGA H.h				DURAÇÃO
	FORMA	ARMAÇÃO	CONCRETO	TOTAL	SEMANAS
Subsolo	1931.1	1938.9	215.6	4085.6	1.46
PUC	5489.7	2121.1	260.4	7871.2	2.82
Pavimento Tipo 1	2791.1	1169.4	133.4	4094.0	1.47
Cobertura	1455.1	1377.9	133.4	2966.4	1.06
				55862.8	20.0

EQUIPE	
Carpinteiro	30.27
Ajudante	6.42
Armador	9.96
Ajudante	1.62

DESFORMA E ALVENARIA	CARGA H.h			ESPERA	DURAÇÃO
	DESFORMA	ALVENARIA	TOTAL	SEMANAS	SEMANAS
Subsolo	787.1	243.6	1030.7	1	1.33
PUC	2604.6	243.6	2848.1	1	1.90
Pavimento Tipo	1318.9	243.6	1562.5	1	1.49
Cobertura	2148.9	529.3	2678.2	1	1.85
			22182.1	13	20

EQUIPE	
Pedreiro	31.32
Ajudante	28.70

INSTALAÇÕES	DURAÇÃO
	SEMANAS
Subsolo	0.48
PUC	0.47
Pavimento Tipo	1.10
Cobertura	0.08
	12.0

EQUIPE	
Encanador	2.38
Eletricista	2.80
Ajudante	5.11

IMPERMEABILIZAÇÃO	DURAÇÃO
	SEMANAS
Subsolo	0.66
PUC	0.07
Pavimento Tipo	0.98
Cobertura	1.48
	12.0

EQUIPE	
Pedreiro	3.04
Ajudante	0.61

TETOS	DURAÇÃO
	SEMANAS
Subsolo	0.00
PUC	0.27
Pavimento Tipo	0.97
Cobertura	0.00
	10.0

EQUIPE	
Pedreiro	6.27
Ajudante	3.13

PAREDES	DURAÇÃO
	SEMANAS
Subsolo	0.29
PUC	0.87
Pavimento Tipo	0.98
Cobertura	0.26
Fachada	2.77
	14.0

EQUIPE	
Pedreiro	22.07
Ajudante	19.03

PISOS	DURAÇÃO
	SEMANAS
Subsolo	0.00
PUC	0.50
Pavimento Tipo	1.05
Cobertura	0.00
	11.0

EQUIPE	
Pedreiro	2.12
Ajudante	1.06

BANCADAS	DURAÇÃO
	SEMANAS
Subsolo	0.00
PUC	0.37
Pavimento Tipo	1.06
Cobertura	0.00
	11.0

EQUIPE	
Marmorista	1.17
Ajudante	0.68

CERÂMICA	CARGA H.h			DURAÇÃO
	PAREDE	PISO	TOTAL	SEMANAS

EQUIPE

Subsolo	0.0	0.0	0.0	0.00
PUC	114.2	267.1	381.3	0.53
Pavimento Tipo	156.4	599.0	755.3	1.05
Cobertura	0.0	0.0	0.0	0.00
			7934.4	11.0

Azulejista	9.35
Ajudante	4.31

ESQUADRIAS	DURAÇÃO SEMANAS
Subsolo	0.09
PUC	0.26
Pavimento Tipo	1.04
Cobertura	0.27
	11.0

EQUIPE	
Pedreiro	1.22
Ajudante	1.01

PINTURA	DURAÇÃO SEMANAS
Subsolo	0.30
PUC	0.42
Pavimento Tipo	0.98
Cobertura	0.33
Fachada	2.12
	13.0

EQUIPE	
Pintor	4.35
Ajudante	1.52

LOUÇAS	DURAÇÃO SEMANAS
Subsolo	0.00
PUC	0.19
Pavimento Tipo	0.98
Cobertura	0.00
	10.0

EQUIPE	
Encanador	0.81
Ajudante	0.44

EAP - Planilha de Serviços

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Unitário (R$)	Valor (R$)	Sub Totais
1.	**PROJETOS, LICENÇAS E CONSULTORIAS**				**217734.35**	
1.1	Projetos					R$ 118,150.00
1.1.1	Projeto de Arquitetura	vb	1.00	50000.00	50000.00	
1.1.2	Projeto de Estruturas	vb	1.00	30000.00	30000.00	
1.1.3	Projeto de Instalações Prediais	vb	1.00	30000.00	30000.00	
1.1.4	As built	vb	1.00	8150.00	8150.00	
1.2	Licenças					R$ 67,584.35
1.2.1	Licença de obras	vb	1.00	37584.35	37584.35	
1.2.2	Habite-se	vb	1.00	30000.00	30000.00	
1.3	Consultorias					R$ 11,500.00
1.3.1	Manual do Síndico e do Proprietário	vb	1.00	3500.00	3500.00	
1.3.2	Laudo de Vizinhança	vb	1.00	8000.00	8000.00	
1.4	Sondagem	vb	1.00	14000.00	14000.00	R$ 14,000.00
1.5	Controle Tecnológico de Concreto	vb	1.00	6500.00	6500.00	R$ 6,500.00
2.	**SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO**				**95276.22**	
2.1	Barracão de obra					R$ 70,325.70
2.1.1	Escritório	m²	30.00	745.27	22358.10	
2.1.2	Almoxarifado	m²	30.00	572.58	17177.40	
2.1.3	Refeitório	m²	30.00	372.77	11183.10	
2.1.4	Sanitário e Vestiário	m²	30.00	653.57	19607.10	
2.2	Placa de obra	m²	2.25	336.20	756.45	R$ 756.45
2.3	Tapume	m²	72.00	72.66	5231.52	R$ 5,231.52
2.4	Proteção de Tela para Fachada	m²	360.00	5.04	1814.40	R$ 1,814.40
2.5	Ligações Provisórias (água, luz, etc)	vb	1.00	17148.15	17148.15	R$ 17,148.15
3.	**TRABALHOS NO SOLO E CONTENÇÕES**				**76473.18**	
3.1	Raspagem e Limpeza do Terreno	m²	544.80	5.74	3127.15	R$ 3,127.15
3.2	Locação de Obra	m²	544.80	6.20	3377.76	R$ 3,377.76
3.3	Estaca Prancha Metálica					R$ 40,756.65
3.3.1	metálica	ML	101.80	400.36	40756.65	
3.4	Escavação Manual de material de 1 categoria	m³	48.70	66.75	3250.73	R$ 20,559.00
3.5	categoria	m³	1109.05	2.23	2473.17	R$ 2,473.17
3.6	Reaterro	m³	13.00	34.44	447.72	R$ 964.32
3.7	Rebaixamento do Solo	mês	2.00	11520.00	23040.00	
4.	**FUNDAÇÕES**				**159244.68**	
4.1	Estacas					R$ 107,167.90
4.1.1	Estaca hélice contínua D=70 cm	M	490.00	218.71	107167.90	
4.2	Fabricação, Forma e Desforma					R$ 29,520.20
4.2.1	Bloco de Coroamento	M2	113.40	98.49	11168.77	
4.2.2	Cintas e Vigas de Equilíbrio	M2	375.90	48.82	18351.44	
4.3	Armadura					R$ 600.22
4.3.1	Bloco de Coroamento	KG	43.38	6.04	261.99	
4.3.2	Cintas e Vigas de Equilíbrio	KG	56.00	6.04	338.23	
4.4	Concretagem					R$ 21,284.87
4.4.1	Bloco de Coroamento	M3	25.52	367.15	9367.83	
4.4.2	Cintas e Vigas de Equilíbrio	M3	32.94	361.78	11917.03	
4.5	Lastro de concreto do Bloco de Coroamento					R$ 671.49
4.5.1	Bloco de Coroamento	M3	1.42	161.32	228.67	
4.5.2	Cintas e Vigas de Equilíbrio	M3	2.75	161.32	442.82	
5.	**ESTRUTURA**				**2221157.94**	
5.1	Forma e Desforma					R$ 348,247.71
5.1.1	**Subsolo**					**R$ 23,741.53**
	Reservatório Inferior	M2	59.84	16.01	958.04	

	Laje	M2	14.16	16.01	226.70	
	Pilares	M2	168.00	41.94	7045.92	
	Vigas	M2	375.90	37.60	14133.84	
	Rampa para o estacionamento	M2	38.25	16.01	612.38	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	PUC					**R$ 42,174.34**
	Laje	M2	1200.00	16.01	19212.00	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Rampas de Acessibilidade	M2	351.00	16.01	5619.51	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 26,772.72**
	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 26,772.72**

	Laje	M2	589.00	16.01	9429.89	
	Pilares	M2	129.60	41.94	5435.42	
	Vigas	M2	296.35	37.60	11142.76	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Cobertura					**R$ 14,604.59**
	Laje	M2	176.00	16.01	2817.76	
	Pilares	M2	45.60	41.94	1912.46	
	Vigas	M2	216.80	37.60	8151.68	
	Escada	M2	8.20	93.25	764.65	
	Reservatório Superior	M2	59.84	16.01	958.04	
5.2	Armadura					R$ 1,234,144.30
5.2.1	**Subsolo**					**R$ 138,075.85**
	Reservatório Inferior	KG	1891.44	6.67	12615.90	
	Laje	KG	13680.00	6.54	89467.20	
	Pilares	KG	1512.00	5.52	8346.24	
	Vigas	KG	3952.80	5.52	21819.46	
	Rampa para o estacionamento	KG	675.00	6.67	4502.25	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	PUC		**0.00**			**R$ 166,256.35**
	Laje	KG	21600.00	6.54	141264.00	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 1		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 2		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 3		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 4		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 5		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 6		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 7		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	

	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 8		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 9		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Pavimento Tipo 10		**0.00**			**R$ 83,381.47**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Cobertura		**0.00**			**R$ 95,997.38**
	Laje	KG	8928.00	6.54	58389.12	
	Pilares	KG	1166.40	5.52	6438.53	
	Vigas	KG	3121.20	5.52	17229.02	
	Escada	KG	240.00	5.52	1324.80	
	Reservatório Superior	KG	1891.44	6.67	12615.90	
5.3	Concretagem					R$ 638,765.93
5.3.1	**Subsolo**					**R$ 70,795.65**
	Reservatório Inferior	M3	15.76	385.92	6082.87	
	Laje	M3	114.00	385.92	43994.88	
	Pilares	M3	12.60	401.83	5063.06	
	Vigas	M3	32.94	385.92	12712.20	
	Rampa para o estacionamento	M3	5.63	385.92	2170.80	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	PUC					**R$ 84,181.01**
	Laje	M3	180.00	385.92	69465.60	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	

	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 43,427.85**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Cobertura					**R$ 49,510.73**
	Laje	M3	74.40	385.92	28712.45	
	Pilares	M3	9.72	401.83	3905.79	
	Vigas	M3	26.01	385.92	10037.78	
	Escada	M3	2.00	385.92	771.84	
	Reservatório Superior	M3	15.76	385.92	6082.87	
6.	**ALVENARIAS, VEDAÇÕES E FECHAMENTOS**				**495154.27**	**R$ 495,154.27**
6.1	**Subsolo**					**R$ 8,839.11**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	136.00	51.26	6971.36	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	31.00	60.25	1867.75	
	PUC					**R$ 23,600.36**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	136.00	51.26	6971.36	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	276.00	60.25	16629.00	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 43,855.46**

	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 43,855.46**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	51.26	22195.58	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	60.25	21659.88	
	Cobertura					**R$ 24,160.25**
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	0.00	51.26	0.00	
	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	401.00	60.25	24160.25	
7.	**INSTALAÇÕES PREDIAIS**				**304963.49**	
7.1	**Subsolo**					**R$ 21,319.06**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	125.00	4.50	562.50	
	Registro de gaveta	und	4.00	25.00	100.00	
	Válvula de pé de crivo	und	1.00	18.90	18.90	
	Válvula de retenção	und	1.00	15.30	15.30	
	Bomba centrífuga de 2HP	un	2.00	780.00	1560.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	94.00	12.00	1128.00	
	Caixas	un	8.00	213.81	1710.48	
	Incêndio					
	Tubulações	m	130.00	69.64	9053.20	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	2	164.88	329.76	

	Extintor de CO2	un	1	535.41	535.41	
	Extintor água	un	0	99.00	0	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	1.00	536.63	536.63	
	Eletrodutos	m	198.00	5.81	1150.38	
	Cabos	m	336.00	3.56	1196.16	
	Tomadas	und	8.00	14.55	116.40	
	Pontos de Luz	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	14.00	11.28	157.92	
	PUC					**R$ 14,246.70**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	68.00	4.50	306.00	
	Registro de Gaveta	un	3.00	25.00	75.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	54.00	12.00	648.00	
	Caixa sifonada	un	3.00	24.05	72.15	
	Ralo seco	un	3.00	12.90	38.70	
	Incêndio					
	Tubulações	m	3.00	69.64	208.92	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	3	164.88	494.64	
	Extintor de CO2	un	2	535.41	1070.82	
	Extintor água	un	1	90	90	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	2.00	536.63	1073.26	
	Eletrodutos	m	192.00	5.81	1115.52	
	Cabos	m	1422.00	3.56	5062.32	
	Tomadas e interruptores	und	32.00	14.55	465.60	
	Luminárias	und	17.00	39.48	671.16	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	21.00	11.28	236.88	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	2.00	127.06	254.12	
	Caixas internas/externas	und	2.00	209.27	418.54	
	Instalações de Proteção Contra Descargas Atmosféricas					
	DPS	und	1.00	330.69	330.69	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	24.80	28.90	716.72	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	

	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 25,996.43**

	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	

	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	

	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					
	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 25,996.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	525.00	4.50	2362.50	
	Registro de gaveta	un	33.00	25.00	825.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	146.25	12.00	1755.00	
	Caixa sifonada	un	15.00	24.05	360.75	
	Ralo Seco	un	15.00	12.90	193.50	
	Incêndio					
	Tubulações	m	8.00	69.64	557.12	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	3.00	536.63	1609.89	
	Eletrodutos	m	185.00	5.81	1074.85	
	Cabos	m	2374.00	3.56	8451.44	
	Tomadas e interruptores	und	63.00	14.55	916.65	
	Luminárias	und	57.00	39.48	2250.36	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	52.00	11.28	586.56	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	15.00	127.06	1905.90	
	Caixas internas/externas	und	3.00	209.27	627.81	
	Instalações de Gas					

	Tubulações	m	50.40	28.90	1456.56	
	Cobertura					**R$ 9,433.43**
	Instalações de Abastecimento de Agua					
	Tubulações	m	5.00	4.50	22.50	
	Registro de gaveta	un	4.00	25.00	100.00	
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais					
	Tubulações	m	71.00	12.00	852.00	
	Incêndio					
	Tubulações	m	12.00	69.64	835.68	
	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	
	Extintor de po quimico	un	1	164.88	164.88	
	Extintor de CO2	un	2	535.41	1070.82	
	Bomba de incêndio	und	1	1540	1540	
	Instalações Elétricas					
	Quadros de distribuição	und	1.00	536.63	536.63	
	Eletrodutos	m	54.00	5.81	313.74	
	Cabos	m	237.00	3.56	843.72	
	Tomadas e interruptores	und	10.00	14.55	145.50	
	Luminárias	und	17.00	39.48	671.16	
	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	
	Disjuntores	und	7.00	11.28	78.96	
	Instalações Especiais					
	Pontos de Tomada	und	3.00	127.06	381.18	
	Atmosféricas					
	Captor Franklin	UN	1.00	979.00	979.00	
8.	**IMPERMEABILIZAÇÃO**				**155978.45**	
8.1	**Subsolo**					**R$ 11,190.90**
	Impermeabilização interna do reservatório inferior	m²	51.00	134.41	6854.91	
	Impermeabilização externa do reservatório inferior	m²	57.00	76.07	4335.99	
	PUC					**R$ 912.84**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	12.00	76.07	912.84	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 12,247.27**

	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 12,247.27**
	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	76.07	12247.27	
	Cobertura					**R$ 21,402.01**
	Impermeabilização da cobertura	m²	137.00	76.07	10421.59	
	Impermeabilização interna do reservatório superior	m²	50.00	134.41	6720.50	
	Impermeabilização externa do reservatório superior	m²	56.00	76.07	4259.92	
9.	**REVESTIMENTOS DE TETOS**				**153748.56**	
	PUC					**R$ 4,147.36**
	Forro de gesso	M2	112.00	37.03	4147.36	
	Pavimentos Tipo 1					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimentos Tipo 4					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimentos Tipo 8					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 14,960.12**
	Forro de gesso	M2	404.00	37.03	14960.12	
10.	**REVESTIMENTOS DE PAREDES**				**479655.00**	
10.1	**Subsolo**					**R$ 12,183.75**
10.1.1	Chapisco	M2	361.00	11.97	4321.17	
10.1.2	Emboço	M2	361.00	21.78	7862.58	
10.2	**PUC**					**R$ 37,057.50**
10.2.1	Chapisco	M2	1098.00	11.97	13143.06	
10.2.2	Emboço	M2	1098.00	21.78	23914.44	
10.3	**Pavimento Tipo 1**					**R$ 41,917.50**
10.3.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.3.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.4	**Pavimento Tipo 2**					**R$ 41,917.50**
10.4.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.4.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.5	**Pavimento Tipo 3**					**R$ 41,917.50**
10.5.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.5.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.3	**Pavimento Tipo 4**					**R$ 41,917.50**
10.3.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.3.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.4	**Pavimento Tipo 5**					**R$ 41,917.50**
10.4.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.4.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.5	**Pavimento Tipo 6**					**R$ 41,917.50**

10.5.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.5.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.5	**Pavimento Tipo 7**					**R$ 41,917.50**
10.5.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.5.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.3	**Pavimento Tipo 8**					**R$ 41,917.50**
10.3.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.3.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.4	**Pavimento Tipo 9**					**R$ 41,917.50**
10.4.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.4.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.5	**Pavimento Tipo 10**					**R$ 41,917.50**
10.5.1	Chapisco	M2	1242.00	11.97	14866.74	
10.5.2	Emboço	M2	1242.00	21.78	27050.76	
10.6	**Cobertura**					**R$ 11,238.75**
10.6.1	Chapisco	M2	333.00	11.97	3986.01	
10.6.2	Emboço	M2	333.00	21.78	7252.74	
11.	**REVESTIMENTOS DE PISOS**				**106075.00**	
11.2	**PUC**					**R$ 4,825.00**
11.2.2	Contrapiso	M2	193.00	25.00	4825.00	
11.3	**Pavimento Tipo 1**					**R$ 10,125.00**
11.3.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.4	**Pavimento Tipo 2**					**R$ 10,125.00**
11.4.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.5	**Pavimento Tipo 3**					**R$ 10,125.00**
11.5.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.3	**Pavimento Tipo 4**					**R$ 10,125.00**
11.3.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.4	**Pavimento Tipo 5**					**R$ 10,125.00**
11.4.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.5	**Pavimento Tipo 6**					**R$ 10,125.00**
11.5.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.5	**Pavimento Tipo 7**					**R$ 10,125.00**
11.5.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.3	**Pavimento Tipo 8**					**R$ 10,125.00**
11.3.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.4	**Pavimento Tipo 9**					**R$ 10,125.00**
11.4.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
11.5	**Pavimento Tipo 10**					**R$ 10,125.00**
11.5.2	Contrapiso	M2	405.00	25.00	10125.00	
12.	**REVESTIMENTO DE FACHADA**				**118125.00**	**R$ 118,125.00**
12.1	**Chapisco**	**m²**	**3500.00**	**11.97**	**41895.00**	**R$ 41,895.00**
12.2	**Emboço para recebimento de pintura**	**m²**	**3500.00**	**21.78**	**76230.00**	**R$ 76,230.00**
13.	**BANCADAS, PEITORIS E SOLEIRAS**				**274382.64**	
13.1	**PUC**					**R$ 9,278.64**
13.1.1	Bancada de mármore branco	M2	6.00	331.38	1988.28	
13.1.2	Soleira de mármore branco	M2	15.00	331.38	4970.70	
13.1.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.2	**Pavimento Tipo 1**					**R$ 26,510.40**
13.2.1	Bancada de mármore branco	und	20.00	331.38	6627.60	
13.2.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.2.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.3	**Pavimento Tipo 2**					**R$ 26,510.40**
13.3.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.3.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.3.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.4	**Pavimento Tipo 3**					**R$ 26,510.40**

13.4.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.4.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.4.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.2	**Pavimento Tipo 4**					**R$ 26,510.40**
13.2.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.2.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.2.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.3	**Pavimento Tipo 5**					**R$ 26,510.40**
13.3.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.3.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.3.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.4	**Pavimento Tipo 6**					**R$ 26,510.40**
13.4.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.4.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.4.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.4	**Pavimento Tipo 7**					**R$ 26,510.40**
13.4.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.4.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.4.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.2	**Pavimento Tipo 8**					**R$ 26,510.40**
13.2.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.2.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.2.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.3	**Pavimento Tipo 9**					**R$ 26,510.40**
13.3.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.3.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.3.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
13.4	**Pavimento Tipo 10**					**R$ 26,510.40**
13.4.1	Bancada de mármore branco	M2	20.00	331.38	6627.60	
13.4.2	Soleira de mármore branco	M2	53.00	331.38	17563.14	
13.4.3	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	
14.	**ACABAMENTOS CERAMICO DE PISO E PAREDE**				**660904.38**	**R$ 660,904.38**
14.1	**PAREDES**					**R$ 126,926.57**
14.1.1	**PUC**					**R$ 3,915.18**
14.1.1.1	Revestimento cerâmico 35 x 35 cm	M2	106.77	36.67	3915.18	
14.1.2	**Pavimento Tipo 1**					**R$ 12,301.14**
14.1.2.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.3	**Pavimento Tipo 2**					**R$ 12,301.14**
14.1.3.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.4	**Pavimento Tipo 3**					**R$ 12,301.14**
14.1.4.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.2	**Pavimento Tipo 4**					**R$ 12,301.14**
14.1.2.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.3	**Pavimento Tipo 5**					**R$ 12,301.14**
14.1.3.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.4	**Pavimento Tipo 6**					**R$ 12,301.14**
14.1.4.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.4	**Pavimento Tipo 7**					**R$ 12,301.14**
14.1.4.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.2	**Pavimento Tipo 8**					**R$ 12,301.14**
14.1.2.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.3	**Pavimento Tipo 9**					**R$ 12,301.14**
14.1.3.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.1.4	**Pavimento Tipo 10**					**R$ 12,301.14**
14.1.4.1	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	84.18	12301.14	
14.2	**PISOS**					**R$ 533,977.81**

14.2.2	**PUC**					**R$ 15,159.91**
14.2.2.1	Piso Porcelanato 60 x 60 cm	M2	54.00	96.71	5222.34	
14.2.2.4	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	271.00	36.67	9937.57	
14.2.3	**Pavimento Tipo 1**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 2**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 3**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 4**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 5**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 6**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 7**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 8**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 9**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
14.2.3	**Pavimento Tipo 10**					**R$ 51,881.79**
14.2.3.3	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	
14.2.3.5	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	36.67	8910.81	
15.	**ESQUADRIAS**				**519779.76**	
15.1	**Subsolo**					**R$ 1,795.82**
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	PUC					**R$ 16,104.65**
	Porta Madeira	un	10.00	266.93	2669.30	
	Porta de Vidro Temperado	un	5.00	1837.97	9189.85	
	Porta Corta-Fogo	un	1.00	897.91	897.91	
	Portão de Garagem	un	1.00	660.49	660.49	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	2.00	310.95	621.90	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	

	Pavimento Tipo 3					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 49,622.49**
	Porta Madeira	un	53.00	266.93	14147.29	
	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	1837.97	5513.91	
	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	
	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	
	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	310.95	2176.65	
	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	
	Cobertura					**R$ 5,654.39**

	Porta Corta-Fogo	un	6.00	897.91	5387.46	
	Porta Madeira	un	1.00	266.93	266.93	
16.	**PINTURA**				**176463.00**	
16.2	**TETOS E PAREDES**					**R$ 135,548.00**
16.2.1	**Subsolo**					**R$ 3,718.30**
	Pintura PVA	M2	361.00	10.30	3718.30	
	PUC					**R$ 5,242.70**
	Pintura PVA	M2	509.00	10.30	5242.70	
	Pavimento Tipo 1					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 2					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 3					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 4					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 5					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 6					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 7					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 8					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 9					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Pavimento Tipo 10					**R$ 12,246.70**
	Pintura PVA	M2	1189.00	10.30	12246.70	
	Cobertura					**R$ 4,120.00**
	Pintura PVA	M2	400.00	10.30	4120.00	
16.3	**FACHADA**					**R$ 40,915.00**
16.3.1	**Pintura com tinta acrílica**	**m²**	**3500.00**	**11.69**	**40915.00**	
18.	**LOUÇAS E METAIS**				**90771.40**	
18.2	**PUC**					**R$ 1,505.80**
18.2.1	Cuba aço inox retangular	UN	1.00	148.65	148.65	
18.2.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	3.00	181.25	543.75	
18.2.3	Cuba para lavatório	UN	3.00	139.73	419.19	
18.2.4	Torneira de jardim	UN	1.00	85.98	85.98	
18.2.5	Torneira de parede com arejador	UN	1.00	89.87	89.87	
18.2.7	Chuveiro cromado	UN	1.00	218.36	218.36	
18.3	**Pavimento Tipo 1**					**R$ 8,926.56**
18.3.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.3.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.3.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.3.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.3.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.3.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.3.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.4	**Pavimento Tipo 2**					**R$ 8,926.56**
18.4.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.4.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.4.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.4.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.4.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.4.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.4.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.5	**Pavimento Tipo 3**					**R$ 8,926.56**

18.5.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.5.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.5.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.5.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.5.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.5.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.5.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.3	**Pavimento Tipo 4**					**R$ 8,926.56**
18.3.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.3.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.3.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.3.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.3.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.3.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.3.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.4	**Pavimento Tipo 5**					**R$ 8,926.56**
18.4.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.4.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.4.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.4.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.4.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.4.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.4.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.5	**Pavimento Tipo 6**					**R$ 8,926.56**
18.5.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.5.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.5.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.5.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.5.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.5.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.5.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.5	**Pavimento Tipo 7**					**R$ 8,926.56**
18.5.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.5.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.5.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.5.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.5.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.5.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.5.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.3	**Pavimento Tipo 8**					**R$ 8,926.56**
18.3.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.3.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.3.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.3.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.3.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.3.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.3.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.4	**Pavimento Tipo 9**					**R$ 8,926.56**
18.4.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	
18.4.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.4.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.4.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.4.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.4.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.4.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
18.5	**Pavimento Tipo 10**					**R$ 8,926.56**
18.5.1	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	148.65	445.95	

18.5.2	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	181.25	1812.50	
18.5.3	Cuba para lavatório	UN	10.00	139.73	1397.30	
18.5.4	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	
18.5.5	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	89.87	1348.05	
18.5.6	Ducha higiênica	UN	10.00	63.09	630.90	
18.5.7	Chuveiro cromado	UN	10.00	218.36	2183.60	
19.	**TELHADO**				**12321.28**	
19.2	Telhas de fibrocimento	m²	256.00	48.13	R$ 12,321.28	R$ 12,321.28
20.	**AUTOMAÇÃO PREDIAL**				**780802.28**	
20.1	8 pessoas	VB	4.00	195000.00	780000.00	R$ 65,000.00
20.2	Portões de garagem	un	2.00	401.14	802.28	R$ 802.28
21	**SERVIÇOS COMPLEMENTARES**				**18287.33**	
21.1	Limpeza final de obra	m²	4243.00	4.31	18287.33	R$ 720.38
22.	**ADMINISTRAÇÃO DA OBRA**				**1122959.40**	
22.1	Engenheiro Civil	mês	14.00	14978.20	209694.80	R$ 284,585.80
22.2	Estagiário x 2	mês	28.00	1600.00	44800.00	R$ 60,800.00
22.3	Mestre de Obra	mês	14.00	8976.23	125667.22	R$ 170,548.37
22.4	Encarregado	mês	14.00	3403.49	47648.86	R$ 64,666.31
22.5	Técnico de Segurança	mês	14.00	6920.82	96891.48	R$ 131,495.58
22.6	Almoxarife	mês	14.00	5023.20	70324.80	R$ 95,440.80
22.7	Auxiliar de Administração	mês	14.00	4351.16	60916.24	R$ 82,672.04
22.8	Vigia	h	10800.00	18.02	194616.00	R$ 246,513.60
22.9	Consumo de agua e energia	mês	14.00	18000.00	252000.00	R$ 342,000.00
22.10	Computadores	un	4.00	3000.00	12000.00	R$ 6,000.00
22.11	Licença de Software	mês	14.00	400.00	5600.00	R$ 7,600.00
22.12	impressões, etc)	mês	14.00	200.00	2800.00	R$ 3,800.00

CUSTO DA OBRA:		**8240257.62**
BDI:	**29.33%**	**2416867.56**
VALOR TOTAL DA OBRA:		**10657125.17**

				COMPOSIÇÕES											CARGA DE TRABALHO (homem.hora)							NÚMERO MÍNIMO DE PROFISSIONAIS									
SINAPI 13/04	ATIVIDADE	UNI	QTD	AJUDANTE	ARMADOR	CARPINTEIRO	ELETRICISTA	ENCANADOR	PEDREIRO	PINTOR	GESSEIRO	MARMORISTA	AZULEJISTA	UND	PRINCIPAL	SECUNDÁRIA	TOTAL	DURAÇÃO (HORAS)	DURAÇÃO (DIAS)	DURAÇÃO (SEMANAS)	AJUDANTE	ARMADOR	CARPINTEIRO	ELETRICISTA	ENCANADOR	PEDREIRO	PINTOR	GESSEIRO	MARMORISTA	AZULEJISTA
	ESTRUTURA	**0.00**	**0.00**																											
	FORMA E CONCRETAGEM														31,966.6	6,780.6	38,747.1	1056	120	20	6.4		30.3							
	Forma	0.00	0.00												31083.1031	5704.31456	36787.4177													
	Subsolo	**0.00**	**0.00**												1,633.8	297.3	1,931.1													
92408	Reservatório Inferior	M2	59.84	0.36		1.99								H/ M2	118.8	21.8	140.6													
92486	Laje	M2	14.16	0.4		2.16								H/ M2	30.6	5.7	36.2													
92408	Pilares	M2	168.00	0.36		1.99								H/ M2	333.6	61.2	394.7													
92446	Vigas	M2	375.90	0.5		2.74								H/ M2	1,028.5	186.4	1,214.9													
92446	Rampa para o estacionamento	M2	38.25	0.5		2.74								H/ M2	104.7	19.0	123.6													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	PUC	**0.00**	**0.00**												4,638.2	851.5	5,489.7													
92486	Laje	M2	1200.00	0.4		2.16								H/ M2	2,592.0	480.0	3,072.0													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92446	Rampas de Acessibilidade	M2	351.00	0.5		2.74								H/ M2	960.3	174.1	1,134.4													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													
92446	Vigas	M2	296.35	0.5		2.74								H/ M2	810.8	147.0	957.8													
92486	Escada	M2	8.20	0.4		2.16								H/ M2	17.7	3.3	21.0													
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**												2,358.1	433.0	2,791.1													
92486	Laje	M2	589.00	0.4		2.16								H/ M2	1,272.2	235.6	1,507.8													
92408	Pilares	M2	129.60	0.36		1.99								H/ M2	257.3	47.2	304.5													

92446	Vigas	M2	296.35	0.5	2.74	H/	M2	810.8	147.0	957.8
92486	Escada	M2	8.20	0.4	2.16	H/	M2	17.7	3.3	21.0
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**					2,358.1	433.0	2,791.1
92486	Laje	M2	589.00	0.4	2.16	H/	M2	1,272.2	235.6	1,507.8
92408	Pilares	M2	129.60	0.36	1.99	H/	M2	257.3	47.2	304.5
92446	Vigas	M2	296.35	0.5	2.74	H/	M2	810.8	147.0	957.8
92486	Escada	M2	8.20	0.4	2.16	H/	M2	17.7	3.3	21.0
	Cobertura	**0.00**	**0.00**					1,230.1	225.0	1,455.1
92481	Laje	M2	176.00	0.4	2.16	H/	M2	380.2	70.4	450.6
92408	Pilares	M2	45.60	0.36	1.99	H/	M2	90.5	16.6	107.1
92446	Vigas	M2	216.80	0.5	2.74	H/	M2	593.2	107.5	700.7
92481	Escada	M2	8.20	0.4	2.16	H/	M2	17.7	3.3	21.0
92408	Reservatório Superior	M2	59.84	0.46	2.48	H/	M2	148.5	27.2	175.8
	Concretagem	0.00	0.00					883.45	1076.24	1959.69
	Subsolo	**0.00**	**0.00**					94.8	120.9	215.6
92721	Reservatório Inferior	M3	15.76	0.79	0.26	H/	M3	4.1	12.4	16.5
92769	Laje	M3	114.00	0.64	0.57	H/	M3	64.4	72.7	137.1
92721	Pilares	M3	12.60	0.79	0.26	H/	M3	3.3	9.9	13.2
92769	Vigas	M3	32.94	0.64	0.57	H/	M3	18.6	21.0	39.6
92769	Rampa para o estacionamento	M3	5.63	0.64	0.57	H/	M3	3.2	3.6	6.8
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.1	1.3	2.4
	PUC	**0.00**	**0.00**					120.1	140.3	260.4
92769	Laje	M3	180.00	0.64	0.57	H/	M3	101.7	114.8	216.5
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.5	7.6	10.2
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.7	16.6	31.3
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.1	1.3	2.4
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.0	47.5	89.5
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.5	7.6	10.2
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.7	16.6	31.3
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.1	1.3	2.4
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.13	1.28	2.41
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.13	1.28	2.41
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.13	1.28	2.41
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.13	1.28	2.41
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.13	1.28	2.41
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57	H/	M3	1.13	1.28	2.41
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**					60.4	73.0	133.4
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57	H/	M3	42.04	47.47	89.50
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26	H/	M3	2.55	7.63	10.18
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57	H/	M3	14.70	16.59	31.29

92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57			H/	M3	1.13	1.28	2.41						
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**							60.4	73.0	133.4						
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57			H/	M3	42.04	47.47	89.50						
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26			H/	M3	2.55	7.63	10.18						
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57			H/	M3	14.70	16.59	31.29						
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57			H/	M3	1.13	1.28	2.41						
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**							60.4	73.0	133.4						
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57			H/	M3	42.04	47.47	89.50						
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26			H/	M3	2.55	7.63	10.18						
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57			H/	M3	14.70	16.59	31.29						
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57			H/	M3	1.13	1.28	2.41						
	Cobertura	**0.00**	**0.00**							64.5	85.3	149.9						
92769	Laje	M3	74.40	0.64	0.57			H/	M3	42.0	47.5	89.5						
92721	Pilares	M3	9.72	0.79	0.26			H/	M3	2.5	7.6	10.2						
92769	Vigas	M3	26.01	0.64	0.57			H/	M3	14.7	16.6	31.3						
92769	Escada	M3	2.00	0.64	0.57			H/	M3	1.1	1.3	2.4						
92721	Reservatório Superior	M3	15.76	0.79	0.26			H/	M3	4.1	12.4	16.5						
	Armadura	0.00	0.00							14730.89524	2401.27914	17132.1744	1478.4	168	28	1.62	9.96	
	Subsolo	**0.00**	**0.00**							1,667.0	271.8	1,938.9						
92760	Reservatório Inferior	KG	1891.44	0.02	0.09			H/	KG	179.1	29.3	208.4						
92769	Laje	KG	13680.00	0.01	0.06			H/	KG	883.7	143.6	1,027.4						
92760	Pilares	KG	1512.00	0.02	0.09			H/	KG	143.2	23.4	166.6						
92760	Vigas	KG	3952.80	0.02	0.09			H/	KG	374.3	61.3	435.6						
92760	Rampa para o estacionamento	KG	675.00	0.02	0.09			H/	KG	63.9	10.5	74.4						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.7	3.7	26.4						
	PUC	**0.00**	**0.00**							1,824.1	297.0	2,121.1						
92769	Laje	KG	21600.00	0.01	0.06			H/	KG	1,395.4	226.8	1,622.2						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.5	18.1	128.5						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.6	48.4	344.0						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.7	3.7	26.4						
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.7	93.7	670.5						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.5	18.1	128.5						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.6	48.4	344.0						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.7	3.7	26.4						
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.75	93.74	670.49						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.46	18.08	128.54						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.58	48.38	343.96						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.73	3.72	26.45						
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.75	93.74	670.49						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.46	18.08	128.54						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.58	48.38	343.96						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.73	3.72	26.45						
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.75	93.74	670.49						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.46	18.08	128.54						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.58	48.38	343.96						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.73	3.72	26.45						
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.75	93.74	670.49						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.46	18.08	128.54						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.58	48.38	343.96						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.73	3.72	26.45						
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.75	93.74	670.49						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.46	18.08	128.54						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.58	48.38	343.96						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.73	3.72	26.45						
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**							1,005.5	163.9	1,169.4						
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06			H/	KG	576.75	93.74	670.49						
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09			H/	KG	110.46	18.08	128.54						
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09			H/	KG	295.58	48.38	343.96						
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09			H/	KG	22.73	3.72	26.45						

	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**						1,005.5	163.9	1,169.4							
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06		H/	KG	576.75	93.74	670.49							
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09		H/	KG	110.46	18.08	128.54							
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09		H/	KG	295.58	48.38	343.96							
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09		H/	KG	22.73	3.72	26.45							
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**						1,005.5	163.9	1,169.4							
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06		H/	KG	576.75	93.74	670.49							
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09		H/	KG	110.46	18.08	128.54							
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09		H/	KG	295.58	48.38	343.96							
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09		H/	KG	22.73	3.72	26.45							
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**						1,005.5	163.9	1,169.4							
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06		H/	KG	576.75	93.74	670.49							
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09		H/	KG	110.46	18.08	128.54							
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09		H/	KG	295.58	48.38	343.96							
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09		H/	KG	22.73	3.72	26.45							
	Cobertura	**0.00**	**0.00**						1,184.6	193.2	1,377.9							
92769	Laje	KG	8928.00	0.01	0.06		H/	KG	576.7	93.7	670.5							
92760	Pilares	KG	1166.40	0.02	0.09		H/	KG	110.5	18.1	128.5							
92760	Vigas	KG	3121.20	0.02	0.09		H/	KG	295.6	48.4	344.0							
92760	Escada	KG	240.00	0.02	0.09		H/	KG	22.7	3.7	26.4							
92760	Reservatório Superior	KG	1891.44	0.02	0.09		H/	KG	179.1	29.3	208.4							
	DESFORMA E ALVENARIA	0.00	0.00						11575.5711	10606.5358	22182.1069	369.6	42	7	28.7	31.3		
	Desforma																	
	Subsolo	**0.00**	**0.00**						408.5	378.7	787.1							
92408	Reservatório Inferior	M2	59.84	0.46		0.5	H/	M2	29.7	27.2	56.9							
92481	Laje	M2	14.16	0.82		0.54	H/	M2	7.6	11.5	19.2							
92408	Pilares	M2	168.00	0.46		0.5	H/	M2	83.4	76.4	159.8							
92446	Vigas	M2	375.90	0.62		0.68	H/	M2	257.1	233.1	490.2							
92446	Rampa para o estacionamento	M2	38.25	0.62		0.68	H/	M2	26.2	23.7	49.9							
92481	Escada	M2	8.20	0.82		0.54	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	PUC	**0.00**	**0.00**						1,159.5	1,445.0	2,604.6							
92481	Laje	M2	1200.00	0.82		0.54	H/	M2	648.0	978.0	1,626.0							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		0.5	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		0.68	H/	M2	202.7	183.7	386.4							
92446	Rampas de Acessibilidade	M2	351.00	0.62		0.68	H/	M2	240.1	217.6	457.7							
92481	Escada	M2	8.20	0.82		0.54	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**						589.5	729.4	1,318.9							
92486	Laje	M2	589.00	0.82		0.54	H/	M2	318.1	480.0	798.1							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		0.5	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		0.68	H/	M2	202.7	183.7	386.4							
92486	Escada	M2	8.20	0.82		0.54	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**						589.5	729.4	1,318.9							
92486	Laje	M2	589.00	0.82		0.54	H/	M2	318.1	480.0	798.1							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		0.5	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		0.68	H/	M2	202.7	183.7	386.4							
92486	Escada	M2	8.20	0.82		0.54	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**						589.5	729.4	1,318.9							
92486	Laje	M2	589.00	0.82		0.54	H/	M2	318.1	480.0	798.1							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		0.5	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		0.68	H/	M2	202.7	183.7	386.4							
92486	Escada	M2	8.20	0.82		0.54	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**						589.5	729.4	1,318.9							
92486	Laje	M2	589.00	0.82		0.54	H/	M2	318.1	480.0	798.1							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		0.5	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		0.68	H/	M2	202.7	183.7	386.4							
92486	Escada	M2	8.20	0.82		0.54	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**						589.5	729.4	1,318.9							
92486	Laje	M2	589.00	0.82		4.42	H/	M2	318.1	480.0	798.1							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		2.48	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		3.42	H/	M2	202.7	183.7	386.4							
92486	Escada	M2	8.20	0.82		4.42	H/	M2	4.4	6.7	11.1							
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**						589.5	729.4	1,318.9							
92486	Laje	M2	589.00	0.82		4.42	H/	M2	318.1	480.0	798.1							
92408	Pilares	M2	129.60	0.46		2.48	H/	M2	64.3	59.0	123.3							
92446	Vigas	M2	296.35	0.62		3.42	H/	M2	202.7	183.7	386.4							

92486	Escada	M2	8.20	0.82	4.42	H/	M2	4.4	6.7	11.1
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**					589.5	729.4	1,318.9
92486	Laje	M2	589.00	0.82	4.42	H/	M2	318.1	480.0	798.1
92408	Pilares	M2	129.60	0.46	2.48	H/	M2	64.3	59.0	123.3
92446	Vigas	M2	296.35	0.62	3.42	H/	M2	202.7	183.7	386.4
92486	Escada	M2	8.20	0.82	4.42	H/	M2	4.4	6.7	11.1
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**					589.5	729.4	1,318.9
92486	Laje	M2	589.00	0.82	4.42	H/	M2	318.1	480.0	798.1
92408	Pilares	M2	129.60	0.46	2.48	H/	M2	64.3	59.0	123.3
92446	Vigas	M2	296.35	0.62	3.42	H/	M2	202.7	183.7	386.4
92486	Escada	M2	8.20	0.82	4.42	H/	M2	4.4	6.7	11.1
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**					589.5	729.4	1,318.9
92486	Laje	M2	589.00	0.82	4.42	H/	M2	318.1	480.0	798.1
92408	Pilares	M2	129.60	0.46	2.48	H/	M2	64.3	59.0	123.3
92446	Vigas	M2	296.35	0.62	3.42	H/	M2	202.7	183.7	386.4
92486	Escada	M2	8.20	0.82	4.42	H/	M2	4.4	6.7	11.1
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**					589.5	729.4	1,318.9
92486	Laje	M2	589.00	0.82	4.42	H/	M2	318.1	480.0	798.1
92408	Pilares	M2	129.60	0.46	2.48	H/	M2	64.3	59.0	123.3
92446	Vigas	M2	296.35	0.62	3.42	H/	M2	202.7	183.7	386.4
92486	Escada	M2	8.20	0.82	4.42	H/	M2	4.4	6.7	11.1
	Cobertura	**0.00**	**0.00**					1,816.4	332.5	2,148.9
92481	Laje	M2	176.00	0.82	4.42	H/	M2	777.0	143.4	920.5
92408	Pilares	M2	45.60	0.46	2.48	H/	M2	113.2	20.7	133.9
92446	Vigas	M2	216.80	0.62	3.42	H/	M2	741.5	134.4	875.9
92481	Escada	M2	8.20	0.82	4.42	H/	M2	36.2	6.7	42.9
92408	Reservatório Superior	M2	59.84	0.46	2.48	H/	M2	148.5	27.2	175.8
	ALVENARIAS, VEDAÇÕES E FECHAMENTOS	**0.00**	**0.00**							
	Subsolo	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	136.00	0.5	0.99	H/	m²	134.6	68.0	202.6
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	31.00	0.44	0.88	H/	m²	27.3	13.6	40.9
	PUC	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	136.00	0.5	0.99	H/	m²	134.64	68.00	202.64
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	276.00	0.44	0.88	H/	m²	27.28	13.64	40.92
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5	0.99	H/	m²	134.64	68.00	202.64
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44	0.88	H/	m²	27.28	13.64	40.92
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5	0.99	H/	m²	134.64	68.00	202.64
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44	0.88	H/	m²	27.28	13.64	40.92
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5	0.99	H/	m²	134.64	68.00	202.64
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44	0.88	H/	m²	27.28	13.64	40.92
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5	0.99	H/	m²	134.64	68.00	202.64
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44	0.88	H/	m²	27.28	13.64	40.92
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**					161.9	81.6	243.6
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5	0.99	H/	m²	134.64	68.00	202.64
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44	0.88	H/	m²	27.28	13.64	40.92

	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**						161.9	81.6	243.6									
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5		0.99		H/ m²	134.64	68.00	202.64									
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44		0.88		H/ m²	27.28	13.64	40.92									
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**						161.9	81.6	243.6									
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5		0.99		H/ m²	134.64	68.00	202.64									
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44		0.88		H/ m²	27.28	13.64	40.92									
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**						161.9	81.6	243.6									
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5		0.99		H/ m²	134.64	68.00	202.64									
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44		0.88		H/ m²	27.28	13.64	40.92									
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**						161.9	81.6	243.6									
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5		0.99		H/ m²	134.64	68.00	202.64									
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44		0.88		H/ m²	27.28	13.64	40.92									
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**						161.9	81.6	243.6									
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	433.00	0.5		0.99		H/ m²	134.64	68.00	202.64									
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	359.50	0.44		0.88		H/ m²	27.28	13.64	40.92									
	Cobertura	**0.00**	**0.00**						352.88	176.4	529.3									
87489	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 14cm	m²	0.00	0.5		0.99		H/ m²	0.00	0.0	0.0									
87482	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, espessura de 19cm	m²	401.00	0.44		0.88		H/ m²	352.88	176.4	529.3									
									Encanador	**Ajudante (Hidráulica)**	**Total Hidráulica**									
	INSTALAÇÕES PREDIAIS	**0.00**	**0.00**						1506.04	1502.04	3008.08									
									Eletricista	**Ajudante (Elétrica)**	**Total Elétrica**									
									1775.08	1738.34	3513.42									
									Total Primária	**Total Secundária**										
									3281.12	3240.38	6521.50	633.6	72	12	5.11	2.80	2.38			
	Subsolo	**0.00**	**0.00**								263.54	25.60	2.91	0.48						
	Instalações de Abastecimento de Agua								**31.09**	**31.09**	**62.18**									
89402	Tubulações	m	125.00	0.13		0.13		H/ m	16.75	16.8	33.5									
89352	Registro de gaveta	und	4.00	0.2		0.2		H/ und	0.80	0.8	1.6									
74093/1	Válvula de pé de crivo	und	1.00	0.55		0.55		H/ und	0.55	0.6	1.1									
99627	Válvula de retenção	und	1.00	0.79		0.79		H/ und	0.79	0.8	1.6									
83646	Bomba centrífuga de 2HP	un	2.00	6.1		6.1		H/ un	12.20	12.2	24.4									
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais								**17.64**	**13.64**	**31.28**									
90733	Tubulações	m	94.00	0.06		0.06		H/ m	5.64	5.6	11.3									
74166/1	Caixas	un	8.00	1		1.5		H/ un	12.00	8.0	20.0									
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**						**42.50**	**42.50**	**85.00**									
92336	Tubulações	m	130.00	0.3		0.3		H/ m	39.00	39.0	78.0									
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5		3.5		H/ un	3.50	3.5	7.0									
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**						**42.60**	**42.49**	**85.08**									
74131/5	Quadros de distribuição	und	1.00	3		3		H/ und	3.00	3.0	6.0									
91834	Eletrodutos	m	198.00	0.07		0.07		H/ m	13.86	13.9	27.7									
91835	Cabos	m	336.00	0.03		0.03		H/ m	10.08	10.1	20.2									
92011	Tomadas	und	8.00	0.8		0.8		H/ und	6.40	6.4	12.8									
91937	Pontos de Luz	und	57.00	0.14		0.14		H/ und	8.15	8.2	16.3									
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07		0.18		H/ und	0.18	0.1	0.3									
93656	Disjuntores	und	14.00	0.07		0.07		H/ und	0.92	0.9	1.8									
	PUC	**0.00**	**0.00**								256.52	24.92	2.83	0.47						

	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**					**9.712**	**9.712**	**19.424**			
89402	Tubulações	m	68.00	0.13		0.13	H/ m	9.112	9.112	18.224			
89352	Registro de Gaveta	un	3.00	0.2		0.2	H/ un	0.6	0.6	1.2			
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**					**6.36**	**6.36**	**12.72**			
90736	Tubulações	m	54.00	0.1		0.1	H/ m	5.4	5.4	10.8			
89707	Caixa sifonada	un	3.00	0.25		0.25	H/ un	0.75	0.75	1.5			
89710	Ralo seco	un	3.00	0.07		0.07	H/ un	0.21	0.21	0.42			
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**					**4.4**	**4.4**	**8.8**			
92336	Tubulações	m	3.00	0.3		0.3	H/ m	0.9	0.9	1.8			
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5		3.5	H/ un	3.5	3.5	7			
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**					**91.697**	**91.587**	**183.284**			
74131/5	Quadros de distribuição	und	2.00	3	3		H/ und	6	6	12			
91834	Eletrodutos	m	192.00	0.07	0.07		H/ m	13.44	13.44	26.88			
91835	Cabos	m	1422.00	0.03	0.03		H/ m	42.66	42.66	85.32			
92011	Tomadas e interruptores	und	32.00	0.8	0.8		H/ und	25.6	25.6	51.2			
91937	Luminárias	und	17.00	0.14	0.14		H/ und	2.431	2.431	4.862			
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und	0.18	0.07	0.25			
93656	Disjuntores	und	21.00	0.07	0.07		H/ und	1.386	1.386	2.772			
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**					**3**	**3**	**6**			
72337	Pontos de Tomada	und	2.00	0.25	0.25		H/ und	0.5	0.5	1			
83366	Caixas internas/externas	und	2.00	1.25	1.25		H/ und	2.5	2.5	5			
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**					**13.144**	**13.144**	**26.288**			
92324	Tubulações	m	24.80	0.53		0.53	H/ m	13.144	13.144	26.288			
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**							596.07	57.91	6.58	1.10
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**					**76.95**	**76.95**	**153.90**			
89403	Tubulações	m	525.00	0.13		0.13	H/ m	70.35	70.4	140.7			
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2		0.2	H/ un	6.60	6.6	13.2			
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**					**19.43**	**19.43**	**38.85**			
90736	Tubulações	m	146.25	0.1		0.1	H/ m	14.63	14.6	29.3			
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25		0.25	H/ un	3.75	3.8	7.5			
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07		0.07	H/ un	1.05	1.1	2.1			
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**					**6.20**	**6.20**	**12.40**			
92336	Tubulações	m	8.00	0.3		0.3	H/ m	2.40	2.4	4.8			
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5		3.5	H/ un	3.50	3.5	7.0			
72283	Extintor de po quimico	un	1.00	0.3		0.3	H/ un	0.30	0.3	0.6			
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**					**155.51**	**151.86**	**307.37**			
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und	9.00	9.0	18.0			
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m	12.95	13.0	25.9			
	Cabos	m	2374.00	0.03	0.03		H/ m	71.22	71.2	142.4			
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und	50.40	50.4	100.8			
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und	8.15	8.2	16.3			
97599	Luminária de emergência	und	2.00	0.07	0.18		H/ und	0.36	0.1	0.5			
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und	3.43	0.0	3.4			
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**					**7.50**	**7.50**	**15.00**			
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und	3.75	3.8	7.5			
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und	3.75	3.8	7.5			
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**					**34.27**	**34.27**	**68.54**			
92325	Tubulações	m	50.40	0.68		0.68	H/ m	34.27	34.3	68.5			
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**										
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**										
89402	Tubulações	m	525.00	0.11		0.11	H/ m						
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2		0.2	H/ un						
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**										
90736	Tubulações	m	146.25	0.06		0.06	H/ m						
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25		0.25	H/ un						
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07		0.07	H/ un						

	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und

83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un

	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25		H/ und
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**				
92325	Tubulações	m	50.40	0.53	0.53		H/ m
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**				
89402	Tubulações	m	525.00	0.11	0.11		H/ m
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2	0.2		H/ un
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**				
90736	Tubulações	m	146.25	0.06	0.06		H/ m
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25	0.25		H/ un
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07	0.07		H/ un
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**				
92336	Tubulações	m	8.00	0.3	0.3		H/ m
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5	3.5		H/ un
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**				
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3		H/ und
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07		H/ m
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8		H/ und
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14		H/ und
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18		H/ und
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07		H/ und
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**				
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25		H/ und

83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25			H/ und											
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**																
92325	Tubulações	m	50.40	0.53		0.53		H/ m											
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**																
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**																
89402	Tubulações	m	525.00	0.11		0.11		H/ m											
89352	Registro de gaveta	un	33.00	0.2		0.2		H/ un											
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**																
90736	Tubulações	m	146.25	0.06		0.06		H/ m											
89707	Caixa sifonada	un	15.00	0.25		0.25		H/ un											
89710	Ralo Seco	un	15.00	0.07		0.07		H/ un											
	Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio	**0.00**	**0.00**																
92336	Tubulações	m	8.00	0.3		0.3		H/ m											
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5		3.5		H/ un											
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**																
74131/5	Quadros de distribuição	und	3.00	3	3			H/ und											
91834	Eletrodutos	m	185.00	0.07	0.07			H/ m											
92011	Tomadas e interruptores	und	63.00	0.8	0.8			H/ und											
91937	Luminárias	und	57.00	0.14	0.14			H/ und											
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18			H/ und											
93656	Disjuntores	und	52.00	0	0.07			H/ und											
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**																
72337	Pontos de Tomada	und	15.00	0.25	0.25			H/ und											
83366	Caixas internas/externas	und	3.00	1.25	1.25			H/ und											
	Instalações de Gas	**0.00**	**0.00**																
92325	Tubulações	m	50.40	0.53		0.53		H/ m											
	Cobertura	**0.00**	**0.00**									40.76	3.96	0.45	0.08				
	Instalações de Abastecimento de Agua	**0.00**	**0.00**						**1.37**	**1.37**	**2.73**								
89402	Tubulações	m	5.00	0.11		0.11		H/ m	0.57	0.6	1.1								
89352	Registro de gaveta	un	4.00	0.2		0.2		H/ un	0.80	0.8	1.6								
	Instalações de Esgoto e Águas Pluviais	**0.00**	**0.00**						**4.26**	**4.26**	**8.52**								
90736	Tubulações	m	71.00	0.06		0.06		H/ m	4.26	4.3	8.5								
89707	**Instalações de Proteção e Combate ao Incêndio**	**0.00**	**0.00**						**7.10**	**7.10**	**14.20**								
89710	Tubulações	m	12.00	0.3		0.3		H/ m	3.60	3.6	7.2								
72283	Abrigo para mangueira	un	1.00	3.5		3.5		H/ un	3.50	3.5	7.0								
	Instalações Elétricas	**0.00**	**0.00**						**6.78**	**6.78**	**13.56**								
74131/5	Quadros de distribuição	und	1.00	3	3			H/ und	3.00	3.0	6.0								
91834	Eletrodutos	m	54.00	0.07	0.07			H/ m	3.78	3.8	7.6								
92011	Tomadas e interruptores	und	10.00	0.8	0.8			H/ und	8.00	8.0	16.0								
91937	Luminárias	und	17.00	0.14	0.14			H/ und	2.43	2.4	4.9								
97599	Luminária de emergência	und	1.00	0.07	0.18			H/ und	0.18	0.1	0.3								
93656	Disjuntores	und	7.00	0	0.07			H/ und	0.46	0.0	0.5								
	Instalações Especiais	**0.00**	**0.00**						**0.75**	**0.75**	**1.50**								
72337	Pontos de Tomada	und	3.00	0.25	0.25			H/ und	0.75	0.8	1.5								
	Instalações de Proteção Contra Descargas Atmosféricas	**0.00**	**0.00**						**0.13**	**0.13**	**0.25**								
96989	Captor Franklin	UN	1.00	0.13	0.13			H/ UN	0.13	0.1	0.3								
	IMPERMEABILIZAÇÃO	**0.00**	**0.00**						1923.68	388.68	2312.36	633.6	72	12	0.61		3.04		
	Subsolo	**0.00**	**0.00**						105.3	21.3	126.6	34.7	3.9	0.7					
98560	Impermeabilização interna do reservatório inferior	m²	51.00	0.2		0.98		H/ m²	49.7	10.0	59.8								
98560	Impermeabilização externa do reservatório inferior	m²	57.00	0.2		0.98		H/ m²	55.6	11.2	66.8								
	PUC	**0.00**	**0.00**						11.7	2.4	14.1	3.9	0.4	0.1					
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	12.00	0.2		0.98		H/ m²	11.7	2.4	14.1								
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**						157.0	31.7	188.7	51.7	5.9	1.0					

98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²	157.0	31.7	188.7							
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**															
98560	Impermeabilização de cozinhas, banheiros e varandas	m²	161.00	0.2		0.98		H/ m²										
	Cobertura	**0.00**	**0.00**						236.9	47.9	284.8	78.0	8.9	1.5				
98560	Impermeabilização da cobertura	m²	137.00	0.2		0.98		H/ m²	133.6	27.0	160.6							
98560	Impermeabilização interna do reservatório superior	m²	50.00	0.2		0.98		H/ m²	48.8	9.9	58.6							
98560	Impermeabilização externa do reservatório superior	m²	56.00	0.2		0.98		H/ m²	54.6	11.0	65.6							
	REVESTIMENTOS DE TETOS	**0.00**	**0.00**						3,309.1	1,652.5	4,961.6	528	60	10	3.13			6.27
	PUC	**0.00**	**0.00**						89.3	44.6	133.8	14.2	1.6	0.3				
96109	Forro de gesso	M2	112.00	0.4			0.8	H/ M2	89.3	44.6	133.8							
	Pavimentos Tipo 1	**0.00**	**0.00**						322.0	160.8	482.8	51.4	5.8	1.0				
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2	322.0	160.8	482.8							
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimentos Tipo 4	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimentos Tipo 8	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**															
96109	Forro de gesso	M2	404.00	0.4			0.8	H/ M2										
	REVESTIMENTOS DE PAREDES	**0.00**	**0.00**						16312.752	14063.328	30376.08	739.2	84	14	19		22.1	
	Subsolo	**0.00**	**0.00**						332.5	286.6	619.1	15.1	1.7	0.3				
87872	Chapisco	M2	361.00	0.01		0.14		H/ M2	50.9	5.1	56.0							
87777	Emboço	M2	361.00	0.78		0.78		H/ M2	281.6	281.6	563.2							
	PUC	**0.00**	**0.00**						1,011.3	871.8	1,883.1	45.8	5.2	0.9				

87872	Chapisco	M2	1098.00	0.01	0.14	H/ M2	154.8	15.4	170.2						
87777	Emboço	M2	1098.00	0.78	0.78	H/ M2	856.4	856.4	1,712.9						
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**				1,143.9	986.1	2,130.0	51.8	5.9	1.0			
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2	175.1	17.4	192.5						
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2	968.8	968.8	1,937.5						
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**												
87872	Chapisco	M2	1242.00	0.01	0.14	H/ M2									
87777	Emboço	M2	1242.00	0.78	0.78	H/ M2									
	Cobertura	**0.00**	**0.00**				306.7	264.4	571.1	13.9	1.6	0.3			
87872	Chapisco	M2	333.00	0.01	0.14	H/ M2	47.0	4.7	51.6						
87777	Emboço	M2	333.00	0.78	0.78	H/ M2	259.7	259.7	519.5						
	REVESTIMENTOS DE PISOS	**0.00**	**0.00**				1230.47	615.235	1845.705	580.8	66	11	1.06	2.12	
	PUC	**0.00**	**0.00**				56.0	28.0	84.0	26.4	3.0	0.5			
87624	Contrapiso	M2	193.00	0.15	0.29	H/ M2	56.0	28.0	84.0						
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**				117.5	58.7	176.2	55.4	6.3	1.0			
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2	117.5	58.7	176.2						
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**												
87624	Contrapiso	M2	405.00	0.15	0.29	H/ M2									
	REVESTIMENTO DE FACHADA	**0.00**	**0.00**				3223.5	2779.0	6002.5	146.1	16.6	2.77			
87872	**Chapisco**	**m²**	**3500.00**	0.01	0.14	H/ m²	493.5	49.0	542.5	13.2	1.5	0.25			
87777	**Emboço para recebimento de pintura**	**m²**	**3500.00**	0.78	0.78	H/ m²	2730.0	2730.0	5460.0	132.9	15.1	2.52			

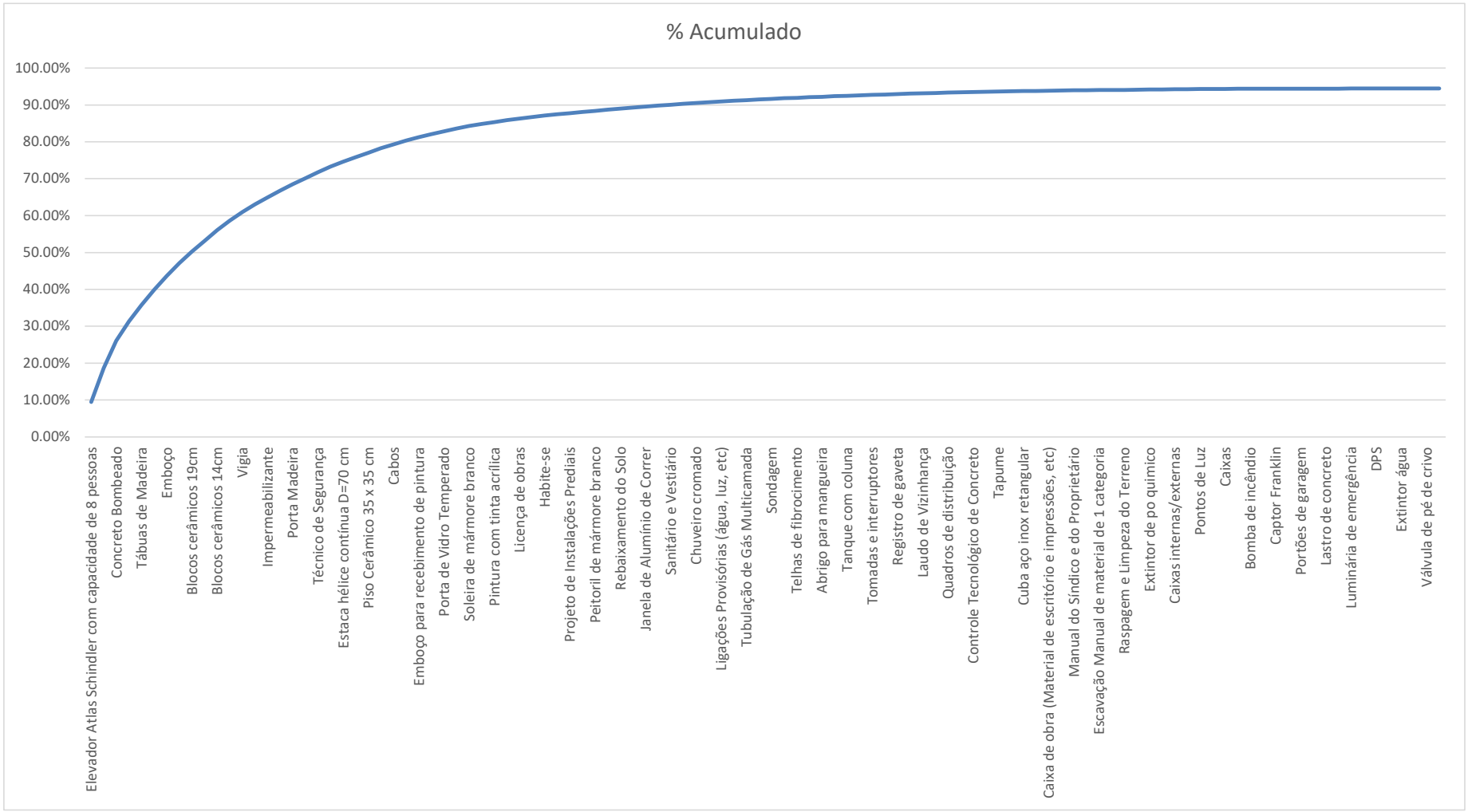
	BANCADAS, PEITORIS E SOLEIRAS	**0.00**	**0.00**					678.274	396.865	1075.139	580.8	66	11	0.68		1.17
	PUC	**0.00**	**0.00**					22.1	14.2	36.2	19.6	2.2	0.4			
86893	Bancada de mármore branco	M2	6.00	0.98	1.49	H/	M2	8.9	5.9	14.8						
98695	Soleira de mármore branco	M2	15.00	0.27	0.6	H/	M2	9.0	4.1	13.1						
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.6	0.6	H/	M2	4.2	4.2	8.4						
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**					65.6	38.3	103.9	56.1	6.4	1.1			
86893	Bancada de mármore branco	und	20.00	0.98	1.49	H/	und	29.8	19.6	49.4						
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2	31.6	14.5	46.1						
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.6	0.6	H/	M2	4.2	4.2	8.4						
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**													
86893	Bancada de mármore branco	M2	20.00	0.98	1.49	H/	M2									
98695	Soleira de mármore branco	M2	53.00	0.27	0.6	H/	M2									
84089	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	0.27	0.6	H/	M2									
	ACABAMENTOS CERAMICO DE PISO E PAREDE	**0.00**	**0.00**					5430.1706	2504.23146	7934.40206	580.8	66	11	4.31		9.35
	PAREDES	**0.00**	**0.00**					1097.6406	580.18146	1677.82206						
	PUC	**0.00**	**0.00**					74.7	39.5	114.2						
87267	Revestimento cerâmico 35 x 35 cm	M2	106.77	0.37	0.7	H/	M2	74.7	39.5	114.2						
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**					102.3	54.1	156.4						
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37	0.7	H/	M2	102.3	54.1	156.4						
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**													
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37	0.7	H/	M2									
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**													
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37	0.7	H/	M2									
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**													
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37	0.7	H/	M2									
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**													

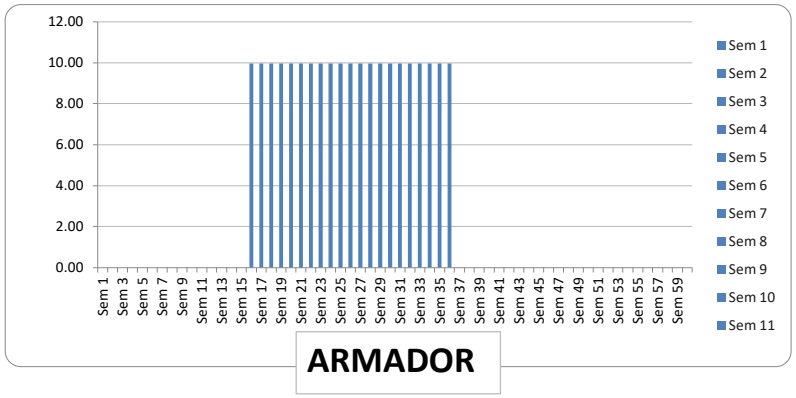
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37			0.7	H/	M2											
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**																	
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37			0.7	H/	M2											
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**																	
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37			0.7	H/	M2											
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**																	
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37			0.7	H/	M2											
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**																	
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37			0.7	H/	M2											
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**																	
87267	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	146.13	0.37			0.7	H/	M2											
	PISOS	**0.00**	**0.00**							4332.53	1924.05	6256.58								
	PUC	**0.00**	**0.00**							188.5	78.6	267.1								
87259	Piso Porcelanato 60 x 60 cm	M2	54.00	0.2			0.43	H/	M2	23.2	10.8	34.0								
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	271.00	0.25			0.61	H/	M2	165.3	67.8	233.1								
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**							414.4	184.6	599.0								
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2	266.2	123.8	390.0								
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2	148.2	60.8	209.0								
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**																	
87259	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	0.2			0.43	H/	M2											
87247	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	243.00	0.25			0.61	H/	M2											
	ESQUADRIAS	**0.00**	**0.00**							709.29	586.988	1296.278	580.8	66	11	1.01	1.22			
	Subsolo	**0.00**	**0.00**							6.9	3.5	10.4	4.7	0.5	0.1					
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46			H/	un	6.9	3.5	10.4								
	PUC	**0.00**	**0.00**							20.3	10.1	30.4	13.6	1.5	0.3					
90790	Porta Madeira	un	10.00	0.28	0.55			H/	un	5.5	2.8	8.3								
91338	Porta de Vidro Temperado	un	5.00	0.17	0.36			H/	un	1.8	0.9	2.6								
90838	Porta Corta-Fogo	un	1.00	1.73	3.46			H/	un	3.5	1.7	5.2								
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7			H/	m²	8.5	4.3	12.8								
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	2.00	0.26	0.52			H/	m²	1.0	0.5	1.6								
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**							66.1	56.3	122.4	54.8	6.2	1.0					
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55			H/	un	29.2	14.7	43.9								
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36			H/	un	1.1	0.5	1.6								
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46			H/	un	6.9	3.5	10.4								
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4			H/	m	16.8	31.5	48.3								

94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²	3.6	1.8	5.5				
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²	8.5	4.3	12.8				
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**										
90790	Porta Madeira	un	53.00	0.28	0.55	H/ un							
91338	Porta de Vidro Temperado	un	3.00	0.17	0.36	H/ un							
90838	Porta Corta-Fogo	un	2.00	1.73	3.46	H/ un							
73737/3	Guarda Corpo	m	42.00	0.75	0.4	H/ m							
94570	Janela de Alumínio de Correr	m²	7.00	0.26	0.52	H/ m²							
94569	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	0.85	1.7	H/ m²							
	Cobertura	**0.00**	**0.00**				21.3	10.7	32.0	14.3	1.6	0.3	

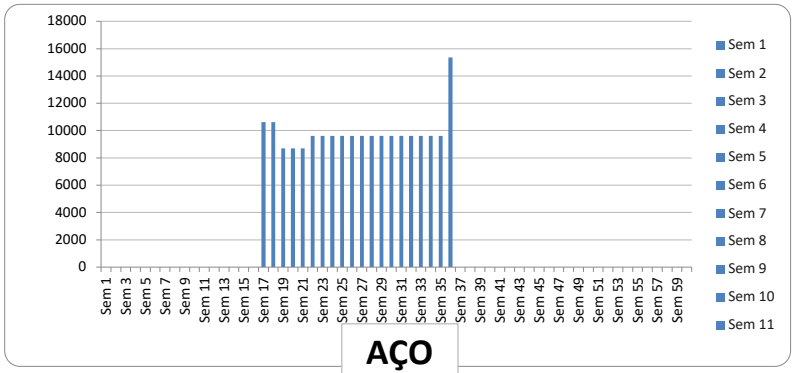
90838	Porta Corta-Fogo	un	6.00	1.73		3.46		H/	un	20.8	10.4	31.1								
90790	Porta Madeira	un	1.00	0.28		0.55		H/	un	0.6	0.3	0.8								
	PINTURA	**0.00**	**0.00**																	
	TETOS E PAREDES	**0.00**	0.00							2985.92	1041.04	4026.96	686.4	78	13	1.52			4.35	
	Subsolo	**0.00**	**0.00**							67.5	24.9	92.4	15.8	1.8	0.3					
88491	Pintura PVA	M2	361.00	0.07		0.19		H/	M2	67.5	24.9	92.4								
	PUC	**0.00**	**0.00**							95.2	35.1	130.3	22.2	2.5	0.4					
88491	Pintura PVA	M2	509.00	0.07		0.19		H/	M2	95.2	35.1	130.3								
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**							222.3	82.0	304.4	51.9	5.9	1.0					
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2	222.3	82.0	304.4								
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**																	
88491	Pintura PVA	M2	1189.00	0.07		0.19		H/	M2											
	Cobertura	**0.00**	**0.00**							74.8	27.6	102.4	17.5	2.0	0.3					
88491	Pintura PVA	M2	400.00	0.07		0.19		H/	M2	74.8	27.6	102.4								
	FACHADA	**0.00**	0.00							525.0	133.0	658.0	112.2	12.7	2.1					
88416	**Pintura com tinta acrílica**	**m²**	**3500.00**	0.04		0.15		H/	m²	525.00	133.00	658.00								
	LOUÇAS E METAIS	**0.00**	**0.00**							426.56	232.98	659.54	528	60	10	0.44		0.81		
	PUC	**0.00**	**0.00**		1					8.5	4.1	12.5	10.0	1.1	0.2					
86901	Cuba aço inox retangular	UN	1.00	0.27	0.85			H/	UN	0.9	0.3	1.1								
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	3.00	0.44	0.78			H/	UN	2.3	1.3	3.7								
86901	Cuba para lavatório	UN	3.00	0.65	1.47			H/	UN	4.4	2.0	6.4								
86908	Torneira de jardim	UN	1.00	0.07	0.23			H/	UN	0.2	0.1	0.3								
86908	Torneira de parede com arejador	UN	1.00	0.07	0.23			H/	UN	0.2	0.1	0.3								
89354	Chuveiro cromado	UN	1.00	0.4	0.4			H/	UN	0.4	0.4	0.8								
	Pavimento Tipo 1	**0.00**	**0.00**							41.8	22.9	64.7	51.8	5.9	1.0					
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85			H/	UN	2.6	0.8	3.4								
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78			H/	UN	7.8	4.4	12.2								
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.65	1.47			H/	UN	14.7	6.5	21.2								
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.71	1.77			H/	UN	5.3	2.1	7.4								
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23			H/	UN	3.5	1.1	4.5								
89354	Ducha higiênica	UN	10.00	0.4	0.4			H/	UN	4.0	4.0	8.0								
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4			H/	UN	4.0	4.0	8.0								
	Pavimento Tipo 2	**0.00**	**0.00**																	
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85			H/	UN											
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78			H/	UN											
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85			H/	UN											
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71			H/	UN											
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23			H/	UN											
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4			H/	UN											
	Pavimento Tipo 3	**0.00**	**0.00**																	
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85			H/	UN											
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78			H/	UN											
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85			H/	UN											

86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 4	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 5	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 6	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 7	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 8	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 9	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN
	Pavimento Tipo 10	**0.00**	**0.00**			
86901	Cuba aço inox retangular	UN	3.00	0.27	0.85	H/ UN
86888	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	10.00	0.44	0.78	H/ UN
86903	Cuba para lavatório	UN	10.00	0.27	0.85	H/ UN
86872	Tanque com coluna	UN	3.00	0.31	0.71	H/ UN
86908	Torneira de parede com arejador	UN	15.00	0.07	0.23	H/ UN
89354	Chuveiro cromado	UN	10.00	0.4	0.4	H/ UN

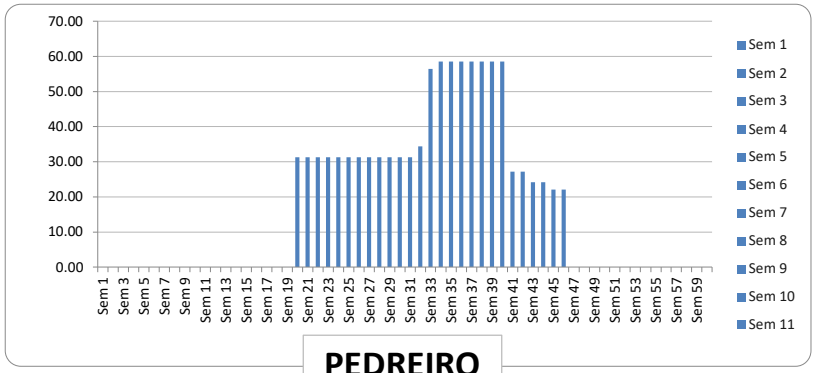

% Acumulado
100.00%
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
Elevador Atlas Schindler com capacidade de 8 pessoas
Concreto Bombeado
Tábuas de Madeira
Emboço
Blocos cerâmicos 19cm
Blocos cerâmicos 14cm
Viga
Impermeabilizante
Porta Madeira
Técnico de Segurança
Estaca hélice contínua D=70 cm
Piso Cerâmico 35 x 35 cm
Cabos
Emboço para recebimento de pintura
Porta de Vidro Temperado
Soleira de mármore branco
Pintura com tinta acrílica
Licença de obras
Habite-se
Projeto de Instalações Prediais
Peitoril de mármore branco
Rebaixamento do Solo
Janela de Alumínio de Correr
Sanitário e Vestiário
Chuveiro cromado
Ligações Provisórias (água, luz, etc)
Tubulação de Gás Multicamada
Sondagem
Telhas de fibrocimento
Abrigo para mangueira
Tanque com coluna
Tomadas e interruptores
Registro de gaveta
Laudo de Vizinhança
Quadros de distribuição
Controle Tecnológico de Concreto
Tapume
Cuba aço inox retangular
Caixa de obra (Material de escritório e impressões, etc)
Manual do Síndico e do Proprietário
Escavação Manual de material de 1 categoria
Raspagem e Limpeza do Terreno
Extintor de po quimico
Caixas internas/externas
Pontos de Luz
Caixas
Bomba de incêndio
Captor Franklin
Portões de garagem
Lastro de concreto
Luminária de emergência
DPS
Extintor água
Válvula de pé de crivo



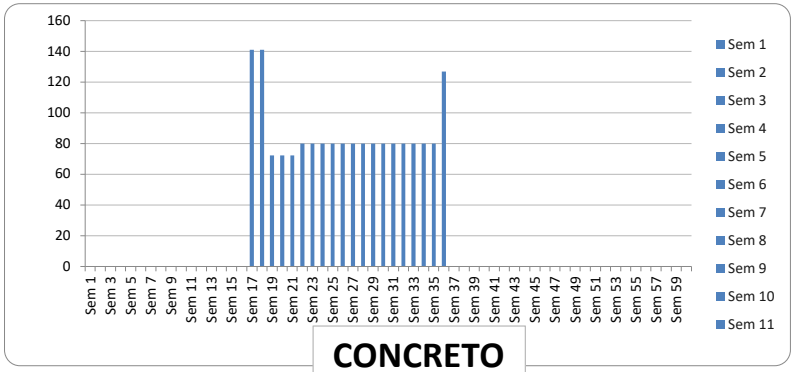
ARMADOR



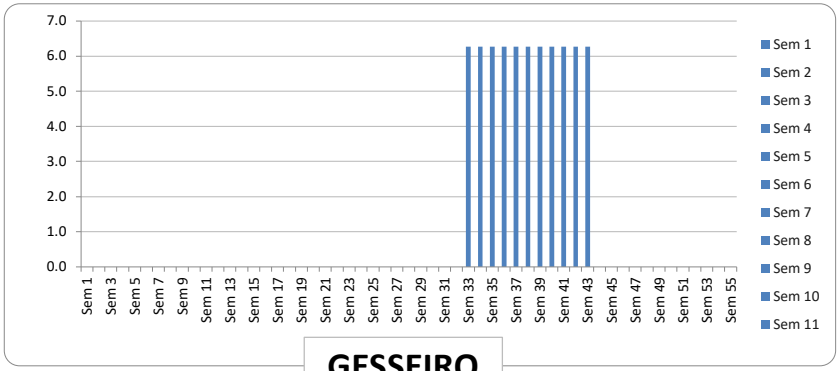
AÇO



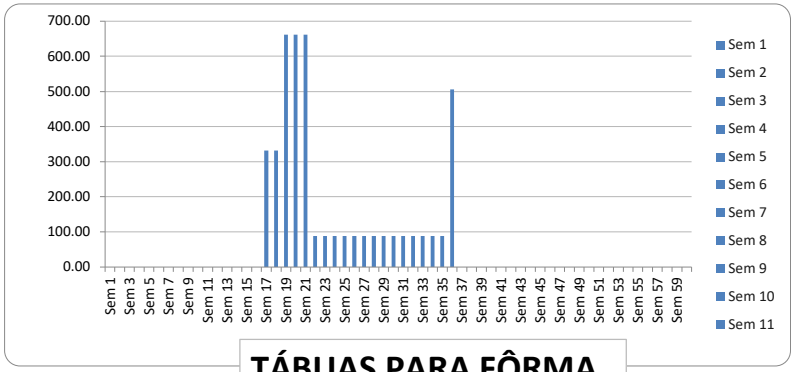
PEDREIRO



CONCRETO



GESSEIRO



TÁBUAS PARA FÔRMA

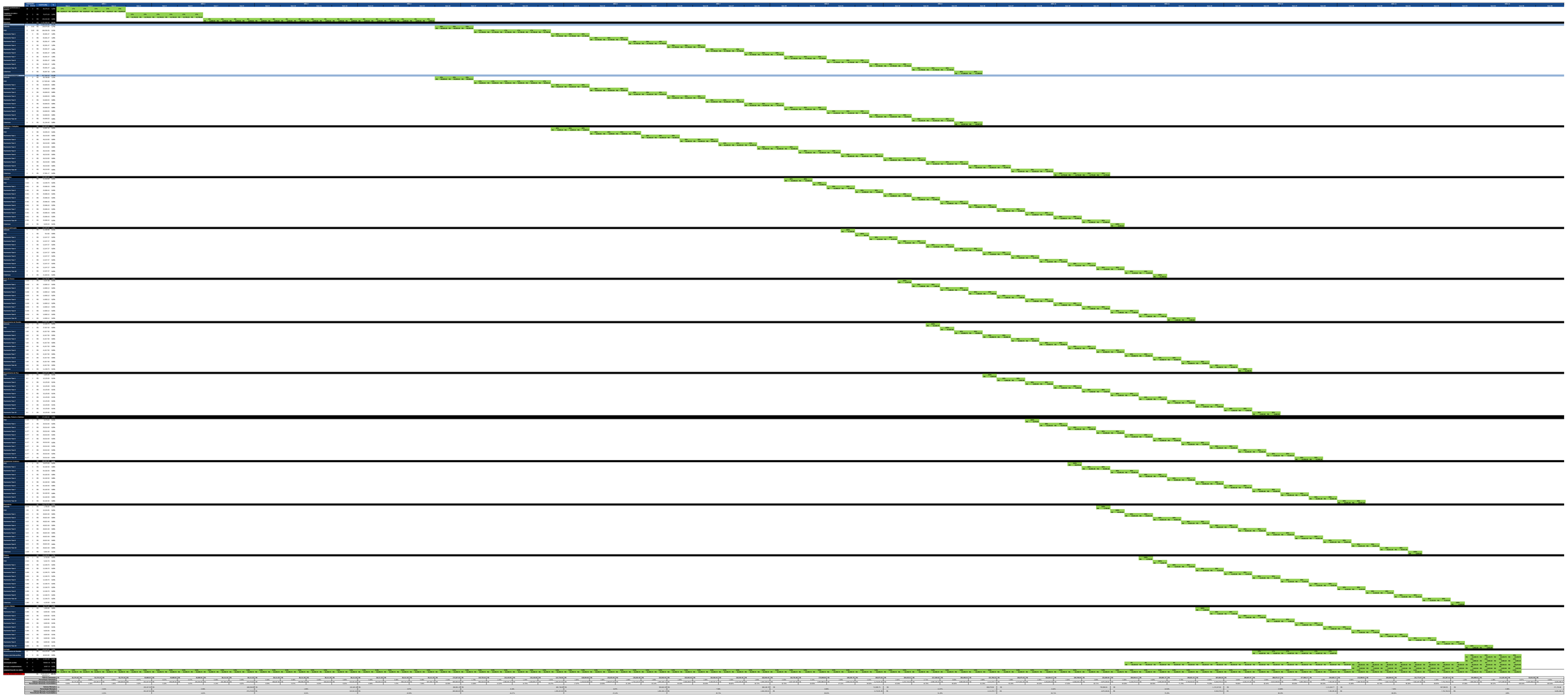
DEMONSTRATIVO DA COMPOSIÇÃO DO B.D.I - DESONERADO

TIPO	ALÍQUOTA **(%)**
AC - Administração Central	6.00
SE - Seguros	1.00
CF - Despesas Financeiras	1.00
LE - Lucro exigido pela empresa	7.00
MI - Margem de incerteza	0
IMPOSTOS	ALÍQUOTA **(%)**
TM - I S S (Imposto sobre Serviços) - Municipal	3.00
TF- COFINS (Contribuição p/ Financiamento da Seguridade Social) - Federal	3.00
TF - P I S (Programa de Integração Social) - Federal	0.65
TE - CPRB (Contribuição Prevideciária sobre a Renda Bruta)	0.00
TE - IRPJ (Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica)	4.80
TE - ISLL (Contribuição Social sobre Lucro Líquido)	2.88

B D I - Benefício e Despesas Indiretas

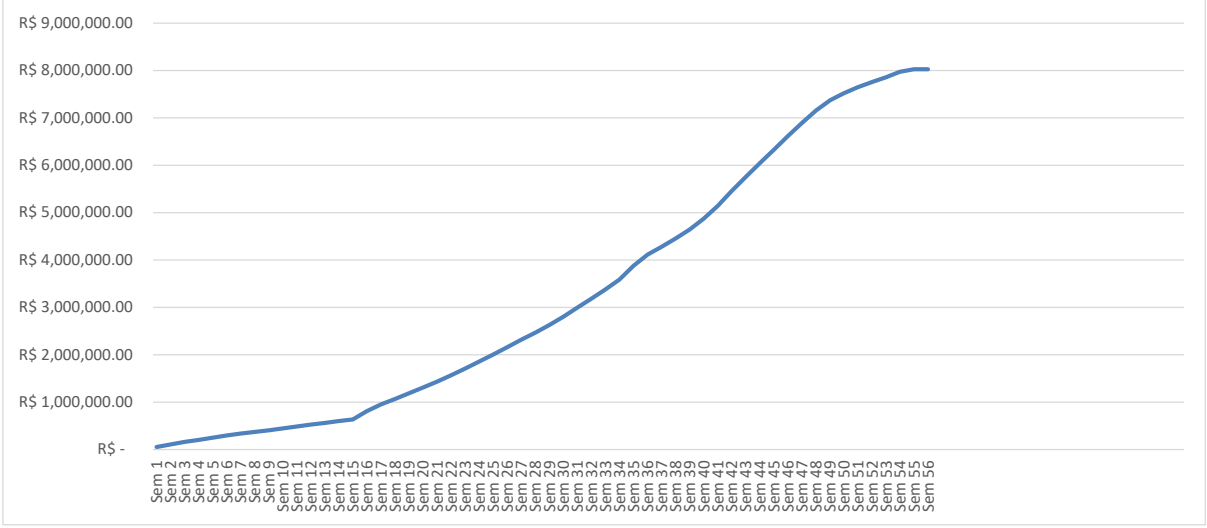
$$B\,D\,I = \frac{(1 + CF + MI)}{(1 - AC - SE - TM - TE - TF - LE)} - 1$$; Fórmula do BD

B.D.I	➔	29.33%

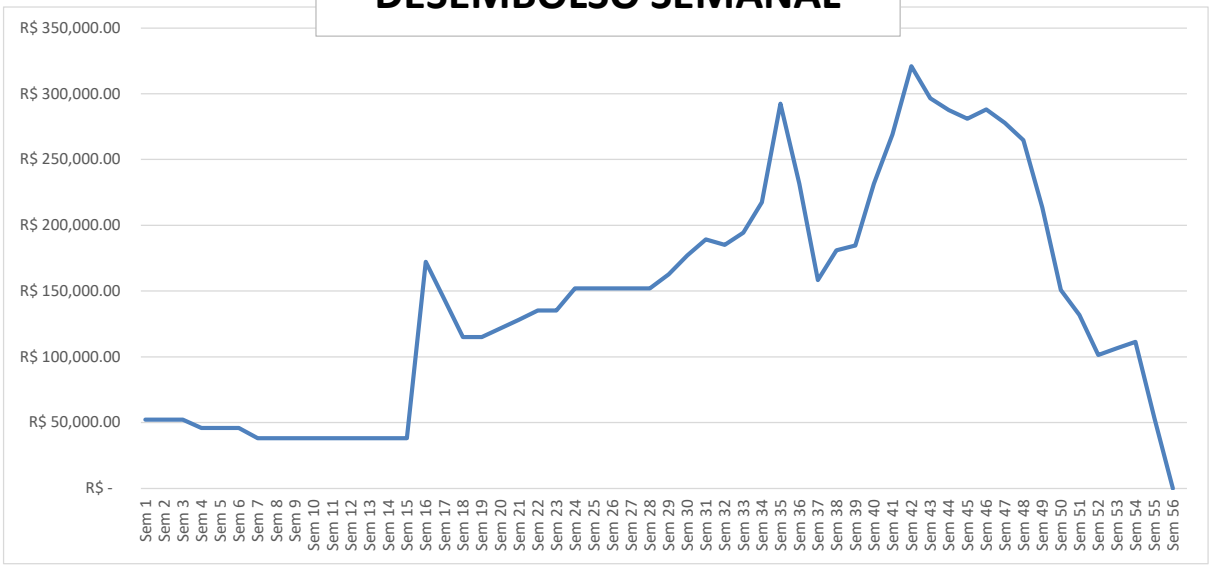


You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (http://www.novapdf.com)

CURVA S

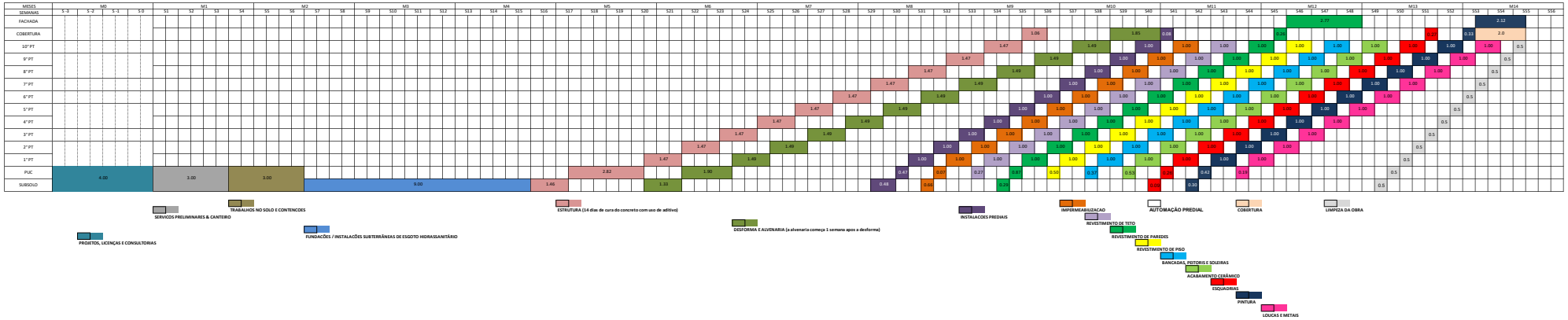


DESEMBOLSO SEMANAL



Descrição	Descrição	Unid.	Quant.	Unitário (R$)	Valor (R$)	Subtotais	%	% Acumulado
Elevador Atlas Schindler com capacidade de 8 pessoas	Elevador Atlas Schindler com capacidade de 8 pessoas	VB	4.00	195000.00	780000.00	R$ 780,000.00	9.47%	9.47%
Barras de Aço	Barras de Aço	KG	43.38	6.04	261.99	R$ 758,584.92	9.21%	18.67%
Concreto Bombeado	Concreto Bombeado	M3	25.52	367.15	9367.83	R$ 611,174.03	7.42%	26.09%
Piso Porcelanato 45 x 45 cm	Piso Porcelanato 45 x 45 cm	M2	619.00	69.42	42970.98	R$ 429,709.80	5.21%	31.30%
Tábuas de Madeira	Tábuas de Madeira	M2	113.40	98.49	11168.77	R$ 367,985.80	4.47%	35.77%
Consumo de agua e energia	Consumo de agua e energia	mês	19.00	18000.00	342000.00	R$ 342,000.00	4.15%	39.92%
Emboço	Emboço	M2	361.00	21.78	7862.58	R$ 309,537.36	3.76%	43.68%
Engenheiro Civil	Engenheiro Civil	mês	19.00	14978.20	284585.80	R$ 284,585.80	3.45%	47.13%
Blocos cerâmicos 19cm	Blocos cerâmicos 19cm	m²	31.00	60.25	1867.75	R$ 259,255.75	3.15%	50.28%
Guarda Corpo	Guarda Corpo	m	42.00	569.61	23923.62	R$ 239,236.20	2.90%	53.18%
Blocos cerâmicos 14cm	Blocos cerâmicos 14cm	m²	136.00	51.26	6971.36	R$ 235,898.52	2.86%	56.04%
Chapisco	Chapisco	M2	361.00	11.97	4321.17	R$ 212,012.64	2.57%	58.61%
Vigia	Vigia	h	10800.00	18.02	194616.00	R$ 194,616.00	2.36%	60.98%
Mestre de Obra	Mestre de Obra	mês	19.00	8976.23	170548.37	R$ 170,548.37	2.07%	63.05%
Impermeabilizante	Impermeabilizante	m²	51.00	134.41	6854.91	R$ 155,978.45	1.89%	64.94%
Placas de Gesso	Placas de Gesso	M2	112.00	37.03	4147.36	R$ 153,748.56	1.87%	66.80%
Porta Madeira	Porta Madeira	un	10.00	266.93	2669.30	R$ 144,409.13	1.75%	68.56%
Pintura PVA	Pintura PVA	M2	509.00	10.30	5242.70	R$ 131,829.70	1.60%	70.16%
Técnico de Segurança	Técnico de Segurança	mês	19.00	6920.82	131495.58	R$ 131,495.58	1.60%	71.75%
Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	Revestimento cerâmico 45 x 45 cm	M2	106.77	36.67	3915.18	R$ 126,926.57	1.54%	73.29%
Estaca hélice contínua D=70 cm	Estaca hélice contínua D=70 cm	M	490.00	218.71	107167.90	R$ 107,167.90	1.30%	74.59%
Contrapiso	Contrapiso	M2	193.00	25.00	4825.00	R$ 106,075.00	1.29%	75.88%
Piso Cerâmico 35 x 35 cm	Piso Cerâmico 35 x 35 cm	M2	271.00	36.67	9937.57	R$ 99,045.67	1.20%	77.08%
Almoxarife	Almoxarife	mês	19.00	5023.20	95440.80	R$ 95,440.80	1.16%	78.24%
Cabos	Cabos	m	336.00	3.56	1196.16	R$ 91,616.60	1.11%	79.35%
Auxiliar de Administração	Auxiliar de Administração	mês	19.00	4351.16	82672.04	R$ 82,672.04	1.00%	80.36%
Emboço para recebimento de pintura	Emboço para recebimento de pintura	m²	3500.00	21.78	76230.00	R$ 76,230.00	0.93%	81.28%
Encarregado	Encarregado	mês	19.00	3403.49	64666.31	R$ 64,666.31	0.78%	82.07%
Porta de Vidro Temperado	Porta de Vidro Temperado	un	5.00	1837.97	9189.85	R$ 64,328.95	0.78%	82.85%
Estagiário x 2	Estagiário x 2	mês	38.00	1600.00	60800.00	R$ 60,800.00	0.74%	83.58%
Soleira de mármore branco	Soleira de mármore branco	M2	15.00	331.38	4970.70	R$ 54,677.70	0.66%	84.25%
Projeto de Arquitetura	Projeto de Arquitetura	vb	1.00	50000.00	50000.00	R$ 50,000.00	0.61%	84.85%
Pintura com tinta acrílica	Pintura com tinta acrílica	m²	3500.00	11.69	40915.00	R$ 40,915.00	0.50%	85.35%
Estaca prancha metálica	Estaca prancha metálica	ML	101.80	400.36	40756.65	R$ 40,756.65	0.49%	85.85%
Licença de obras	Licença de obras	vb	1.00	37584.35	37584.35	R$ 37,584.35	0.46%	86.30%
Bancada de mármore branco	Bancada de mármore branco	M2	3.00	331.38	994.14	R$ 34,132.14	0.41%	86.72%
Habite-se	Habite-se	vb	1.00	30000.00	30000.00	R$ 30,000.00	0.36%	87.08%
Projeto de Estruturas	Projeto de Estruturas	vb	1.00	30000.00	30000.00	R$ 30,000.00	0.36%	87.44%
Projeto de Instalações Prediais	Projeto de Instalações Prediais	vb	1.00	30000.00	30000.00	R$ 30,000.00	0.36%	87.81%
Porta Corta-Fogo	Porta Corta-Fogo	un	2.00	897.91	1795.82	R$ 26,039.39	0.32%	88.12%
Peitoril de mármore branco	Peitoril de mármore branco	M2	7.00	331.38	2319.66	R$ 25,516.26	0.31%	88.43%
Luminárias	Luminárias	und	17.00	39.48	671.16	R$ 23,845.92	0.29%	88.72%
Rebaixamento do Solo	Rebaixamento do Solo	mês	2.00	11520.00	23040.00	R$ 23,040.00	0.28%	89.00%
Janela de Alumínio Banheiro	Janela de Alumínio Banheiro	m²	5.00	413.04	2065.20	R$ 22,717.20	0.28%	89.28%
Janela de Alumínio de Correr	Janela de Alumínio de Correr	m²	2.00	310.95	621.90	R$ 22,388.40	0.27%	89.55%
Escritório	Escritório	m²	30.00	745.27	22358.10	R$ 22,358.10	0.27%	89.82%
Sanitário e Vestiário	Sanitário e Vestiário	m²	30.00	653.57	19607.10	R$ 19,607.10	0.24%	90.06%
Bacia sanitária com caixa acoplada	Bacia sanitária com caixa acoplada	UN	3.00	181.25	543.75	R$ 18,668.75	0.23%	90.29%
Chuveiro cromado	Chuveiro cromado	UN	1.00	218.36	218.36	R$ 17,687.16	0.21%	90.50%
Almoxarifado	Almoxarifado	m²	30.00	572.58	17177.40	R$ 17,177.40	0.21%	90.71%
Ligações Provisórias (água, luz, etc)	Ligações Provisórias (água, luz, etc)	vb	1.00	17148.15	17148.15	R$ 17,148.15	0.21%	90.92%
Tubulação Aço Galvanizado	Tubulação Aço Galvanizado	m	130.00	69.64	9053.20	R$ 15,669.00	0.19%	91.11%
Tubulação de Gás Multicamada	Tubulação de Gás Multicamada	m	24.80	28.90	716.72	R$ 15,282.32	0.19%	91.29%
Cuba para lavatório	Cuba para lavatório	UN	3.00	139.73	419.19	R$ 14,392.19	0.17%	91.47%
Sondagem	Sondagem	vb	1.00	14000.00	14000.00	R$ 14,000.00	0.17%	91.64%
Eletrodutos	Eletrodutos	m	198.00	5.81	1150.38	R$ 13,328.14	0.16%	91.80%
Telhas de fibrocimento	Telhas de fibrocimento	m²	256.00	48.13	R$ 12,321.28	R$ 12,321.28	0.15%	91.95%
Computadores	Computadores	un	4.00	3000.00	12000.00	R$ 12,000.00	0.15%	92.09%
Abrigo para mangueira	Abrigo para mangueira	un	1	860.98	860.98	R$ 11,192.74	0.14%	92.23%
Refeitório	Refeitório	m²	30.00	372.77	11183.10	R$ 11,183.10	0.14%	92.37%
Tanque com coluna	Tanque com coluna	UN	3.00	369.42	1108.26	R$ 11,082.60	0.13%	92.50%
Tubulação PVC 25mm	Tubulação PVC 25mm	m	125.00	4.50	562.50	R$ 10,341.00	0.13%	92.63%
Tomadas e interruptores	Tomadas e interruptores	und	32.00	14.55	465.60	R$ 9,777.60	0.12%	92.74%
Tubulação PVC 100mm	Tubulação PVC 100mm	m	94.00	12.00	1128.00	R$ 9,648.00	0.12%	92.86%
Registro de gaveta	Registro de gaveta	und	4.00	25.00	100.00	R$ 8,525.00	0.10%	92.97%
As built	As built	vb	1.00	8150.00	8150.00	R$ 8,150.00	0.10%	93.06%
Laudo de Vizinhança	Laudo de Vizinhança	vb	1.00	8000.00	8000.00	R$ 8,000.00	0.10%	93.16%
Licença de Software	Licença de Software	mês	19.00	400.00	7600.00	R$ 7,600.00	0.09%	93.25%
Quadros de distribuição	Quadros de distribuição	und	1.00	536.63	536.63	R$ 7,512.82	0.09%	93.34%
Pontos de Tomada	Pontos de Tomada	und	2.00	127.06	254.12	R$ 6,734.18	0.08%	93.43%
Controle Tecnológico de Concreto	Controle Tecnológico de Concreto	vb	1.00	6500.00	6500.00	R$ 6,500.00	0.08%	93.51%
Disjuntores	Disjuntores	und	14.00	11.28	157.92	R$ 6,339.36	0.08%	93.58%
Tapume	Tapume	m²	72.00	72.66	5231.52	R$ 5,231.52	0.06%	93.65%
Piso Porcelanato 60 x 60 cm	Piso Porcelanato 60 x 60 cm	M2	54.00	96.71	5222.34	R$ 5,222.34	0.06%	93.71%
Cuba aço inox retangular	Cuba aço inox retangular	UN	1.00	148.65	148.65	R$ 4,608.15	0.06%	93.76%
Torneira de parede com arejador	Torneira de parede com arejador	UN	1.00	89.87	89.87	R$ 4,583.37	0.06%	93.82%
impressões, etc)	Caixa de obra (Material de escritório e impressões, etc)	mês	19.00	200.00	3800.00	R$ 3,800.00	0.05%	93.87%
Tinta Branca PVA	Tinta Branca PVA	M2	361.00	10.30	3718.30	R$ 3,718.30	0.05%	93.91%
Manual do Síndico e do Proprietário	Manual do Síndico e do Proprietário	vb	1.00	3500.00	3500.00	R$ 3,500.00	0.04%	93.95%
Locação de Obra	Locação de Obra	m²	544.80	6.20	3377.76	R$ 3,377.76	0.04%	94.00%
Escavação Manual de material de 1 categoria	Escavação Manual de material de 1 categoria	m³	48.70	66.75	3250.73	R$ 3,250.73	0.04%	94.03%
Ducha higiênica	Ducha higiênica	UN	5.00	63.09	315.45	R$ 3,154.50	0.04%	94.07%
Raspagem e Limpeza do Terreno	Raspagem e Limpeza do Terreno	m²	544.80	5.74	3127.15	R$ 3,127.15	0.04%	94.11%
Extintor de CO2	Extintor de CO2	un	1	535.41	535.41	R$ 2,677.05	0.03%	94.14%
Extintor de po quimico	Extintor de po quimico	un	2	164.88	329.76	R$ 2,638.08	0.03%	94.18%
Limpeza final de obra	Limpeza final de obra	m²	598.00	4.31	2577.38	R$ 2,577.38	0.03%	94.21%
Caixas internas/externas	Caixas internas/externas	und	2.00	209.27	418.54	R$ 2,511.24	0.03%	94.24%
categoria	Escavação Mecanizada em material de 1 categoria	m³	1109.05	2.23	2473.17	R$ 2,473.17	0.03%	94.27%
Pontos de Luz	Pontos de Luz	und	57.00	39.48	2250.36	R$ 2,250.36	0.03%	94.29%
Proteção de Tela para Fachada	Proteção de Tela para Fachada	m²	360.00	5.04	1814.40	R$ 1,814.40	0.02%	94.32%
Caixas	Caixas	un	8.00	213.81	1710.48	R$ 1,710.48	0.02%	94.34%
Bomba centrífuga de 2HP	Bomba centrífuga de 2HP	un	2.00	780.00	1560.00	R$ 1,560.00	0.02%	94.36%
Bomba de incêndio	Bomba de incêndio	und	1	1540	1540	R$ 1,540.00	0.02%	94.37%
Caixa sifonada	Caixa sifonada	un	3.00	24.05	72.15	R$ 1,515.15	0.02%	94.39%
Captor Franklin	Captor Franklin	UN	1.00	979.00	979.00	R$ 979.00	0.01%	94.41%
Ralo seco	Ralo seco	un	3.00	12.90	38.70	R$ 812.70	0.01%	94.42%
Portões de garagem	Portões de garagem	un	2.00	401.14	802.28	R$ 802.28	0.01%	94.42%
Placa de obra	Placa de obra	m²	2.25	336.20	756.45	R$ 756.45	0.01%	94.43%
Lastro de concreto	Lastro de concreto	M3	1.42	161.32	228.67	R$ 671.49	0.01%	94.44%
Portão de Garagem	Portão de Garagem	un	1.00	660.49	660.49	R$ 660.49	0.01%	94.45%
Luminária de emergência	Luminária de emergência	und	1.00	36.68	36.68	R$ 476.84	0.01%	94.46%
Reaterro	Reaterro	m³	13.00	34.44	447.72	R$ 447.72	0.01%	94.46%
DPS	DPS	und	1.00	330.69	330.69	R$ 330.69	0.00%	94.47%
Tomadas	Tomadas	und	8.00	14.55	116.40	R$ 116.40	0.00%	94.47%
Extintor água	Extintor água	un	0	99.00	0	R$ 90.00	0.00%	94.47%
Torneira de jardim	Torneira de jardim	UN	1.00	85.98	85.98	R$ 85.98	0.00%	94.47%
Válvula de pé de crivo	Válvula de pé de crivo	und	1.00	18.90	18.90	R$ 18.90	0.00%	94.47%
Válvula de retenção	Válvula de retenção	und	1.00	15.30	15.30	R$ 15.30	0.00%	94.47%

Profissionais	QUANTIDADE	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12				MES 13				MES 14				MES 15			
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	Sem 47	Sem 48	Sem 49	Sem 50	Sem 51	Sem 52	Sem 53	Sem 54	Sem 55	Sem 56	Sem 57	Sem 58	Sem 59	Sem 60
ARMADOR (ESTRUTURA)																	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96	9.96																									
PEDREIRO (ALVENARIA)																					31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32																									
PEDREIRO (IMPERM.)																															3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04																									
PEDREIRO (REVET. PAREDE)																																22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07																									
PEDREIRO (REVET. PISO)																																	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12																									
PEDREIRO (TOTAL)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	31.32	34.36	56.42	58.54	58.54	58.54	58.54	58.54	58.54	58.54	27.22	27.22	24.19	24.19	22.07	22.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GESSEIRO																																6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27																									
MATERIAIS																																																																					
AÇO (KG)																	10626	10626	8709	8709	8709	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	9611	15347																									
CONCRETO BOMBEADO (M3)																	141	141	72	72	72	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	127																									
TÁBUAS PARA FORMA (M2)																	332	332	662	662	662	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	506																									


MESES
M0
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
M8
M9
M10
M11
M12
M13
M14
SEMANAS
S -3
S -2
S -1
S 0
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
S10
S11
S12
S13
S14
S15
S16
S17
S18
S19
S20
S21
S22
S23
S24
S25
S26
S27
S28
S29
S30
S31
S32
S33
S34
S35
S36
S37
S38
S39
S40
S41
S42
S43
S44
S45
S46
S47
S48
S49
S50
S51
S52
S53
S54
S55
S56
FACHADA
COBERTURA
10° PT
9° PT
8° PT
7° PT
6° PT
5° PT
4° PT
3° PT
2° PT
1° PT
PUC
SUBSOLO
4.00
3.00
3.00
9.00
1.46
2.82
1.47
1.33
1.47
1.90
1.47
1.49
1.47
1.48
1.47
1.49
1.47
1.49
1.47
1.49

RESUMO DO ORÇAMENTO

Item	Descrição	Valor		%
1.	PROJETOS, LICENÇAS E CONSULTORIAS	R$	217,734.35	2.5%
2.	SERVIÇOS PRELIMINARES E CANTEIRO	R$	95,276.22	1.1%
3.	TRABALHOS NO SOLO E CONTENÇÕES	R$	76,473.18	0.9%
4.	FUNDAÇÕES	R$	159,244.68	1.9%
5.	ESTRUTURA	R$	2,221,157.94	25.9%
6.	AVENARIAS VEDAÇÕES E FECHAMENTOS	R$	495,154.27	5.8%
7.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS	R$	304,963.49	3.6%
8.	IMPERMEABILIZAÇÃO	R$	155,978.45	1.8%
9.	REVESTIMENTOS DE TETOS	R$	153,748.56	1.8%
10.	REVESTIMENTOS DE PAREDES	R$	479,655.00	5.6%
11.	REVESTIMENTOS DE PISOS	R$	106,075.00	1.2%
12.	REVESTIMENTO DE FACHADA	R$	118,125.00	1.4%
13.	BANCADAS, PEITORIS E SOLEIRAS	R$	274,382.64	3.2%
14.	ACABAMENTO CERAMICO	R$	660,904.38	7.7%
15.	ESQUADRIAS	R$	519,779.76	6.1%
16.	PINTURA	R$	176,463.00	2.1%
18.	LOUÇAS E METAIS	R$	90,771.40	1.1%
19.	COBERTURA	R$	12,321.28	0.1%
20.	AUTOMAÇÃO PREDIAL	R$	780,802.28	9.1%
21	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R$	18,287.33	0.2%
22.	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA	R$	1,450,224.90	16.9%
	CUSTO DA OBRA:	**R$**	**8,567,523.12**	
	BDI:		**2,512,854.53**	
	VALOR TOTAL DA OBRA:	**R$**	**11,080,377.64**	

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Memorial de Acabamentos

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz,
Profa. Elaine Garrido Vasquez
Prof. Leandro Torres Di Gregório

Rio de Janeiro

Outubro de 2020

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4

2 MEMORIAL DESCRITIVO 4

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO 5

3.1 SUBSOLO 5

3.1.1 ESTACIONAMENTO 5

3.1.2 HALL DOS ELEVADORES E CASA DE BOMBAS 5

3.2 PUC 6

3.2.1 CIRCULAÇÃO INTERNA E HALL DE SERVIÇO 6

3.2.2 HALLS SOCIAIS 6

3.2.3 SALÃO DE FESTAS 6

3.2.4 CIRCULAÇÃO EXTERNA E PISCINA 6

3.2.5 BANHEIROS 6

3.2.6 COZINHAS 7

3.2.7 ESTACIONAMENTO 7

3.2.8 DEPÓSITO E LIXEIRA 7

3.2.9 PORTARIA 7

3.3 PAVIMENTOS TIPO 8

3.3.1 SALA, QUARTO, SUITE E CIRCULAÇÃO 8

3.3.2 BANHEIROS 8

3.3.3 COZINHA E ÁREA DE SERVIÇO 8

3.3.4 VARANDA 9

3.3.5 HALLS SOCIAIS 9

3.3.6 ARMÁRIOS DE SERVIÇO 9

3.4 COBERTURA 10

3.4.1 CASA DE MÁQUINAS DO ELEVADOR E CASA DA BOMBA DE INCÊNDIO 10

3.4.2 CIRCULAÇÃO 10

1 INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o detalhamento dos materiais do edifício Recreio Garden, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2 MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

3 MEMORIAL JUSTIFICATIVO

O projeto de arquitetura do edifício Recreio Garden foi feito com o software Autodesk Revit. Sua concepção foi feita de forma detalhada já considerando os materiais de acabamento, os quais estão abaixo relacionados.

3.1 SUBSOLO

3.1.1 ESTACIONAMENTO

- Piso: Concreto acabado;
- Parede: Pintura PVA com barra sinalizadora (h=1,20m), cor branca;
- Teto: Concreto acabado.

3.1.2 HALL DOS ELEVADORES E CASA DE BOMBAS

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Pintura PVA, cor branca;
- Teto: Pintura PVA, cor branca.

3.2 PUC

3.2.1 CIRCULAÇÃO INTERNA E HALL DE SERVIÇO

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm
- Parede: Pintura PVA, cor azul claro
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca
- Peitoril: Granito branco

3.2.2 HALLS SOCIAIS

- Piso: Porcelanato 45 x 45 cm;
- Rodapé: Porcelanato 7 x 45 cm;
- Parede: Pintura PVA, cor azul claro
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca

3.2.3 SALÃO DE FESTAS

- Piso: Porcelanato 45 x 45 cm;
- Rodapé: Porcelanato 7 x 45 cm;
- Parede: Pintura PVA, cor azul claro
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca
- Peitoril: Granito branco

3.2.4 CIRCULAÇÃO EXTERNA E PISCINA

- Piso: Cimentado e Cerâmica 35x35;
- Parede: Pintura com tinta acrílica, cor branco gelo

3.2.5 BANHEIROS

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Cerâmico 35 x 35 cm;

- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca;
- Soleira: Granito branco;
- Bacia sanitária com caixa acoplada, branca, Deca;
- Cuba para lavatório, branca, Deca.
- Chuveiro cromado, Deca.
- Peitoril: Granito branco.

3.2.6 COZINHAS

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca;
- Soleira: Granito branco;
- Bancada: Mármore branco;
- Cuba de aço inox, 56 x 34 cm, Tramontina;
- Torneira de parede com arejador articulável, Deca.
- Peitoril: Granito branco.

3.2.7 ESTACIONAMENTO

- Piso: Concreto acabado;
- Parede: Pintura PVA com barra sinalizadora (h=1,20m), cor branca;
- Teto: Concreto acabado.

3.2.8 DEPÓSITO E LIXEIRA

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Cerâmico 35 x 35 cm;

3.2.9 PORTARIA

- Piso: Porcelanato 45 x 45 cm;
- Rodapé: Porcelanato 7 x 45 cm;

- Parede: Pintura PVA, cor azul claro
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca
- Peitoril: Granito branco

3.3 PAVIMENTOS TIPO

3.3.1 SALA, QUARTO, SUITE E CIRCULAÇÃO

- Piso: Porcelanato 45 x 45 cm;
- Rodapé: Porcelanato 7 x 45 cm;
- Parede: Pintura PVA, cor branco gelo;
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branco neve.
- Peitoril: Granito branco.
- Soleira: Granito branco;

3.3.2 BANHEIROS

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca;
- Soleira: Granito branco
- Bacia sanitária com caixa acoplada, branca, Deca;
- Cuba para lavatório, branca, Deca.
- Peitoril: Granito branco.

3.3.3 COZINHA E ÁREA DE SERVIÇO

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca;
- Soleira: Granito branco;
- Bancada: Mármore branco;
- Cuba de aço inox, 56 x 34 cm, Tramontina;
- Torneira de parede com arejador articulável, Deca;

- Tanque com coluna, 30 L, Deca
- Peitoril: Granito branco.

3.3.4 VARANDA

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Pintura PVA, cor branca;
- Teto: Pintura PVA, cor branco.
- Guarda corpo com estrutura de alumínio pintada de branco e vidro temperado de 8 mm.
- Soleira: Granito branco;

3.3.5 HALLS SOCIAIS

- Piso: Porcelanato 45 x 45 cm;
- Rodapé: Porcelanato 7 x 45 cm;
- Parede: Pintura PVA, cor branco gelo;
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branco neve.
- Peitoril: Granito branco.

3.3.6 ARMÁRIOS DE SERVIÇO

- Piso: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Rodapé: Cerâmico 7 x 35 cm;
- Parede: Cerâmico 35 x 35 cm;
- Teto: Rebaixo em gesso com pintura PVA, cor branca neve.
- Soleira: Granito branco;

3.4 COBERTURA

3.4.1 CASA DE MÁQUINAS DO ELEVADOR E CASA DA BOMBA DE INCÊNDIO

- Piso: Concreto acabado;
- Parede: Pintura PVA, cor branco gelo;
- Teto: Concreto acabado.

3.4.2 CIRCULAÇÃO

- Piso: Concreto acabado;
- Parede: Pintura PVA, cor branco gelo;
- Teto: Concreto acabado.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

RECREIO GARDEN

PROJETO COMPLETO – EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE ALTO PADRÃO “RECREIO GARDEN” LOCALIZADO NO BAIRRO RECREIO DOS BANDEIRANTES

Rafael Dainese Ravelli, Felipe Bezerra Leite Schwartz

Viabilidade Econômica Final

Orientador: Prof Júlio Jerônimo Holtz, Profa. Elaine Garrido Vasquez
Prof. Leandro Torres Di Gregório

Rio de Janeiro

Outubro de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5

2. MEMORIAL DESCRITIVO 5

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO 6

3.1. VGV, LUCRO E RENDIMENTO 6

3.2. CUSTOS SUPLEMENTARES 6

3.3. ANALISE DE INVESTIMENTO: FLUXO DE CAIXA 8

3.3.1. VALOR PRESENTE LIQUIDO (VPL) 8

3.3.2. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) 8

3.3.3. CENÁRIO DE VENDAS 9

4. MEMORIAL DE CÁLCULO 10

4.1. VGV 10

4.2. CUSTOS SUPLEMENTARES 10

4.3. LUCRO E RENDIMENTO 11

4.4. ANALISE DE INVESTIMENTO: FLUXO DE CAIXA 12

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 13

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Custos Suplementares..... 7

Tabela 4.1 – Avaliação do VGV do empreendimento. 10

Tabela 4.2 – Determinação dos custos suplementares. 11

Tabela 4.3 – Lucro e Rendimento do empreendimento. 12

ÍNDICE DE GRÁICOS

Gráfico 4.1 – Despesas, Receitas e Saldo Acumulado – Edifício Recreio Garden.... 12

1. INTRODUÇÃO

É apresentado neste memorial o estudo de viabilidade econômica final do edifício Recreio Garden, a ser edificado no bairro do Recreio dos Bandeirantes, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro.

2. MEMORIAL DESCRITIVO

O RECREIO GARDEN é uma edificação multifamiliar de alta categoria construtiva, possuindo testada para a Rua Sandro Moreira, nº 100 no bairro do Recreio dos Bandeirantes, Rio de Janeiro - RJ. Encontra-se na Área de Planejamento (AP) 4, Região Administrativa (RA) XXIV – Barra da Tijuca, Macrozona de Ocupação Condicionada e Zona Especial 5 (ZE-5)

É constituído por uma única torre de 13 pavimentos, sendo 1 de uso comum (PUC) no térreo, 10 pavimentos-tipo e cobertura, com 2 unidades de tipologia 3 quartos (1 suíte e 1 suíte canadense) por andar e uma unidade duplex a cada dois andares, de tipologia 3 quartos (3 suítes), além de um piso subsolo.

3. MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este presente documento tem como base o estudo de viabilidade econômica inicial e o memorial de planejamento e orçamento do edifício Recreio Garden.

Também são utilizadas como referência as seguintes bibliografias:

- Apostilas de curso de Economia da Engenharia Civil / UFRJ (Thereza Aquino - 2018).

3.1. VGV, LUCRO E RENDIMENTO

Para a determinação do VGV, foi utilizado o preço médio do metro quadrado encontrado no estudo de viabilidade inicial. Visto que o terreno foi adquirido por meio de permuta de unidades de preço venal equivalente, estas devem ser desconsideradas na determinação do VGV.

Com base no custo total e VGV, pode-se determinar o lucro e rendimento do empreendimento, conforme se segue:

$$\boldsymbol{Lucro = VGV - Custo\ Total}$$

$$\boldsymbol{Rendimento = {Lucro}/{VGV}}$$

3.2. CUSTOS SUPLEMENTARES

Para a avaliação da viabilidade econômica final do empreendimento, foram considerados custos suplementares que não estão indicados na análise de orçamentação da obra. Estes custos podem ser determinados via comparação percentual do Valor Geral de Venda (VGV) e do valor do terreno e são alocados de forma especifica no decorrer da obra, conforme se segue na tabela abaixo:

Tabela 3-1 – Custos Suplementares.

Tipo de Custo	Alocação do custo no decorrer da construção
Custo Total da Obra	Custos durante a construção: conforme cronograma físico-financeiro.
	Projetos, Licenças e Consultorias: com 5 meses de antecedência à construção.
Despesas Indiretas (29,33% Custo Total da Obra)	Distribuído igualmente nos meses de construção.
Corretagem - Venda de unidades (6%VGV)	7 meses a partir da qualificação de reservas.
Terreno (permuta)	Após entrega do empreendimento
Corretagem - Aquisição do terreno (5% Valor do Terreno)	No ato da compra do terreno
Marketing (6%VGV)	3 meses antes do início da construção
Inadimplência (1%VGV)	A partir do pagamento da 2a intermediaria até o final da construção
Despesas jurídicas (1%VGV)	Distribuído igualmente nos meses de construção
Despesas diversas (1%VGV)	Distribuído igualmente nos meses de construção
ITBI (2,5%Valor do Terreno)	Na conclusão da construção
IPTU (3,86%Valor do Terreno)	Pagamento em 10 cotas a partir da aquisição do terreno.

3.3. ANALISE DE INVESTIMENTO: FLUXO DE CAIXA

A fim de se analisar a viabilidade da construção, além do lucro e rendimento foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) a partir de um fluxo de caixa criado sob a hipótese de um cenário de vendas para o empreendimento.

3.3.1. VALOR PRESENTE LIQUIDO (VPL)

O VPL é determinado pelo somatório dos saldos do fluxo de caixa para cada mês, trazidos a valor presente por uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), tomada como 2% ao mês pela Schwartz-Ravelli, ou seja, superior à taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) do mês de Outubro de 2020, a qual correspondeu a 2,0% ao ano (0,16% ao mês).

$$VPL(TMA) = FC_0 + \sum_{j=1}^{n} \left({FC_j}/{(1+TMA)^j} \right)$$

Onde:

- j: j-ésimo mês do investimento;
- FC_j: fluxo de caixa no mês j;
- $VPL > 0 \rightarrow$ o investimento é economicamente viável.

3.3.2. TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A TIR é a taxa de juros que zera o VPL, ou seja, que permite a equivalência entre as receitas e despesas do fluxo de caixa.

$$\sum_{j=0}^{n} \left({FC_j}/{(1+TIR)^j} \right) = 0$$

Ainda, permite a medição da rentabilidade de um investimento em comparação com a TMA. Resumidamente, tem-se:

- $TIR > TMA \rightarrow$ o investimento é economicamente viável;
- $TIR < TMA \rightarrow$ o investimento é economicamente inviável;

- $TIR = TMA \rightarrow$ é indiferente mobilizar recursos para a concretização do empreendimento ou os capitalizar à taxa de juros igual à TMA;

3.3.3. CENÁRIO DE VENDAS

Pela experiência dos gestores imobiliários da Schwartz-Ravelli, o cenário de vendas na região do edifício Recreio Garden é relativamente promissor, onde em média de 60 a 70% das unidades seriam vendidas no lançamento do produto sob condições de pagamento que elevariam o fluxo de caixa nos meses iniciais da obra. Porém, a fim de trabalhar com um cenário não tão favorável e estudar se ainda é viável o investimento em questão, será adotada a seguinte simulação de liquidez e condições de pagamento:

Apartamentos:

- Colunas laterais (1 e 3) – 20 apartamentos tipo lineares
- Coluna central (2) – 5 apartamentos tipo com duplex

Liquidez:

- 18% antes das obras, durante a qualificação de reserva de compra das unidades;
  - Venda de 2 apartamento lineares e 1 duplex
- 37% na fase de lançamento;

  Venda de 4 apartamentos lineares e 2 duplex
- 25% durante a construção;
  - Venda de 3 apartamentos simples e 1 duplex
- 28% após a conclusão da construção.
  - Venda de 3 apartamentos lineares

Condições de pagamento:

  - 30% de sinal;
  - 40% de mensalidades distribuídas no restante do tempo de execução obra;
  - 30% de intermediárias trimestrais distribuídas no restante do tempo de execução obra.

O preço de venda varia conforme a localização. As unidades localizadas na coluna 2 são mais caras pois pegam o sol da manhã enquanto as colunas 1 e 3 pegam o sol da tarde. Além disso, os apartamentos localizados nos pavimentos superiores são mais caros, aumentando em 1% a cada pavimento a partir do 5º, sendo todos do 1º ao 4º com o mesmo valor na mesma coluna.

4. MEMORIAL DE CÁLCULO

4.1. VGV

Considerando o preço médio do metro quadrado para a região equivalendo a R$ 14.405,59, o VGV do empreendimento, já levando em conta as unidades permutadas, equivale a:

Tabela 4-1 – Avaliação do VGV do empreendimento.

Coluna	Apartamento	Area (m2)	Preço de venda (R$)	Apartamento	Total da permuta (R$)
Coluna 01	501	146	R$ 1,095,000.00	101	R$ 1,095,000.00
	601	146	R$ 1,105,950.00	201	R$ 1,095,000.00
	701	146	R$ 1,161,247.50	301	R$ 1,095,000.00
	801	146	R$ 1,219,309.88	401	R$ 1,095,000.00
	901	146	R$ 1,280,275.37		
	1001	146	R$ 1,344,289.14		
Coluna 02	302	160	R$ 1,344,289.14	102	R$ 1,230,024.56
	502	160	R$ 1,411,503.59		
	702	160	R$ 1,482,078.77		
	901	160	R$ 1,556,182.71		
Coluna 03	503	146	R$ 1,095,000.00	103	R$ 1,095,000.00
	603	146	R$ 1,105,950.00	203	R$ 1,095,000.00
	703	146	R$ 1,161,247.50	303	R$ 1,095,000.00
	803	146	R$ 1,219,309.88	403	R$ 1,095,000.00
	903	146	R$ 1,280,275.37		
	1003	146	R$ 1,344,289.14		
		VGV:	R$ 20,206,197.98	Total =	R$ 9,990,024.56

4.2. CUSTOS SUPLEMENTARES

Uma vez determinado o VGV, os custos suplementares ficam calculados conforme se segue:

Tabela 4-2 – Determinação dos custos suplementares.

Tipo de Custo	Valor (R$)	Alocação do custo no decorrer da construção		Valor integral do Terreno
Custo Total da Obra	R$ 8,022,523.27	Custos durante a construção: conforme cronograma fisico-financeiro.		R$ 9,990,000.00
	R$ 217,734.35	Projetos, Licenças e Consultorias: com 5 meses de antecedência à construção.		
Despesas Indiretas (29,33% Custo Total da Obra)	R$ 2,353,006.07	Distribuido igualmente nos meses de construção.		
Corretagem - Venda de unidades (6%VGV)	R$ 1,212,371.88	7 meses a partir da qualificação de reservas.		
Terreno (permuta)	R$ -	No ato da compra do terreno		
Corretagem - Aquisição do terreno (5% Valor do Terreno)	R$ 499,500.00	No ato da compra do terreno		
Marketing (6%VGV)	R$ 1,212,371.88	3 meses antes do inicio da construção		
Inadimplência (1%VGV)	R$ 202,061.98	A partir do pagamento da 2a intermediaria até o final da construção		
Despesas juridicas (1%VGV)	R$ 202,061.98	Distribuido igualmente nos meses de construção		
Despesas diversas (1%VGV)	R$ 202,061.98	Distribuido igualmente nos meses de construção		
ITBI (2,5%Valor do Terreno)	R$ 249,750.00	Na conclusão da construção		
IPTU (3,86%Valor do Terreno)	R$ 385,614.00	Pagamento em 10 cotas a partir da aquisição do terreno.		
CUSTO TOTAL	R$ 14,759,057.39			

4.3. LUCRO E RENDIMENTO

Mediante os valores de VGV e custo total acima expostos, pode-se inferir que o lucro e rendimento correspondem a:

Tabela 4-3 – Lucro e Rendimento do empreendimento.

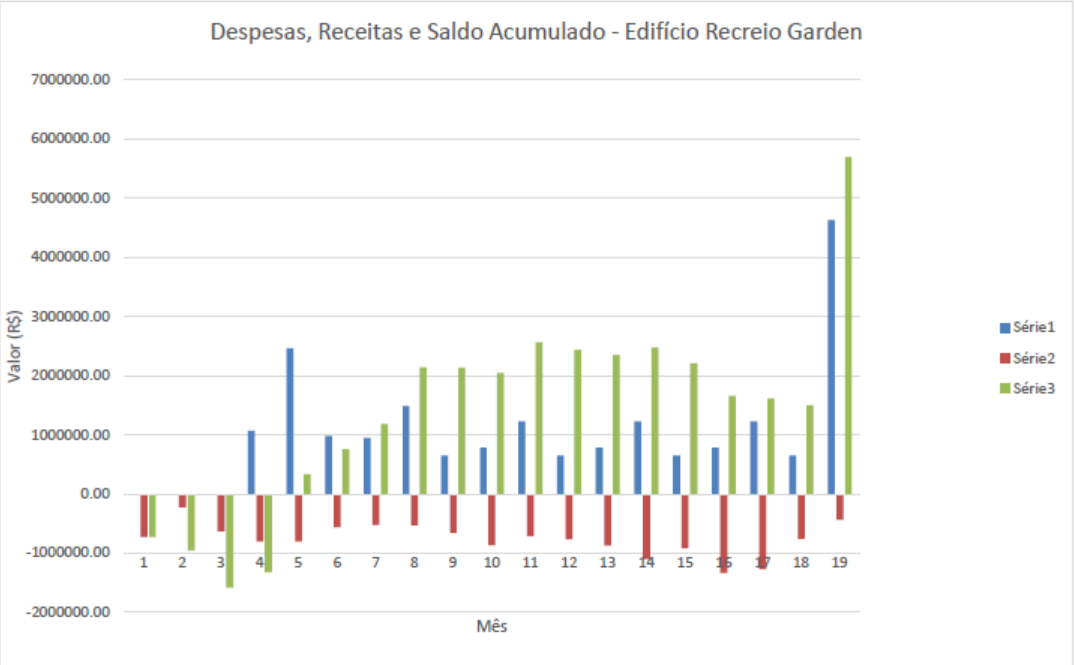
Lucro	R$ 5,447,140.59
Rendimento	26.96%

4.4. ANALISE DE INVESTIMENTO: FLUXO DE CAIXA

A tabela de fluxo de caixa detalhada encontra-se em anexo. Nela se encontram os indicadores de VPL, TIR, assim como o Payback da obra (mês no qual o saldo acumulado da obra passa de negativo para positivo), que abaixo se encontram resumidos:

- $VPL(TMA = 2\%\ ao\ mês) = +R\$\ 10.789.277{,}00 > 0$;
- $TIR = 50{,}13\% > TMA = 2\% \rightarrow o\ investimento\ é\ economicamente\ viável$;
- $Payback\ 1\ mês\ antes\ do\ início\ da\ obra$;
    - Conforme gráfico de Despesas, Receitas e Saldo Acumulado do empreendimento.

Figura 4-1 – Despesas, Receitas e Saldo Acumulado – Edifício Recreio Garden.



5. ANEXOS

Tabela de receitas, despesas e saldo acumulado do projeto RECREIO GARDEN.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

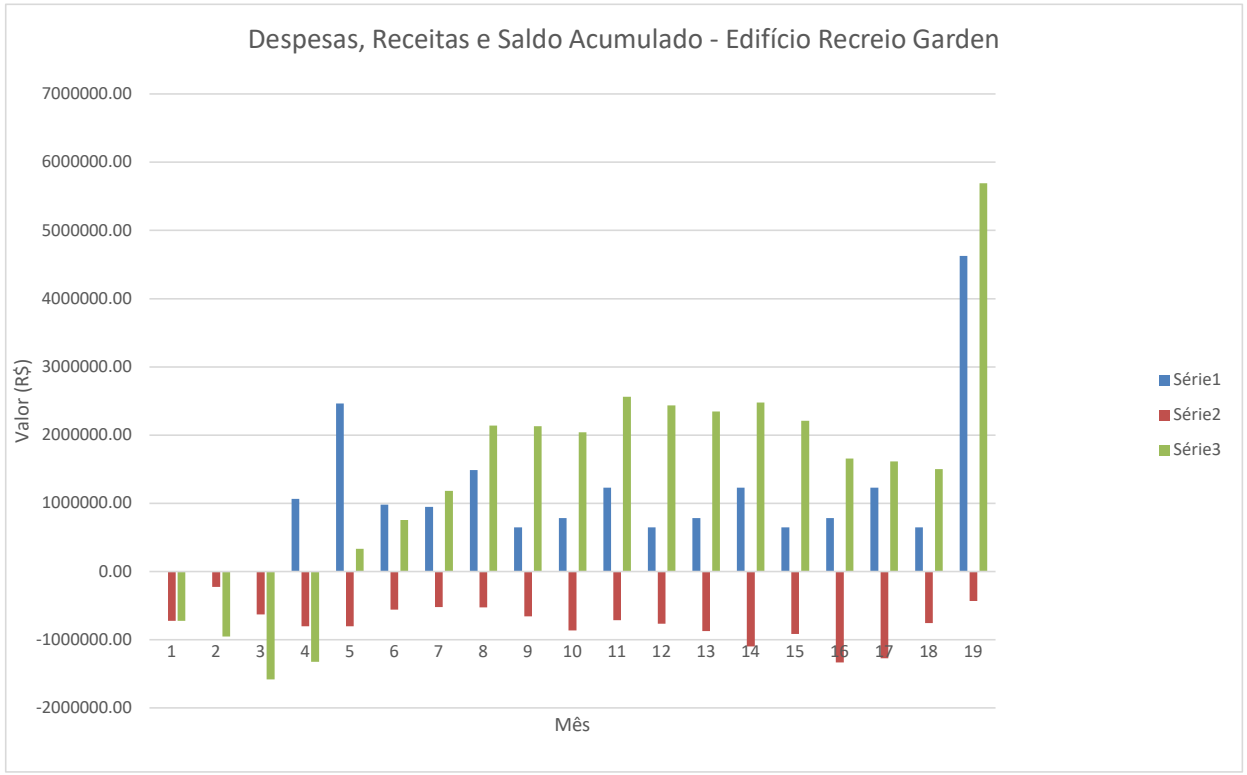
Estudo de viabilidade econômica inicial do edifício Recreio Garden;

Memorial de planejamento e orçamento do edifício Recreio Garden;

Apostilas de curso de Economia da Engenharia Civil / UFRJ (Thereza Aquino -2018).

Tipo de Custo	Valor (R$)	Alocação do custo no decorrer da construção		Valor integral do Terreno
Custo Total da Obra	R$ 8,022,523.27	Custos durante a construção: conforme cronograma fisico-financeiro.		R$ 9,990,000.00
	R$ 217,734.35	Projetos, Licenças e Consultorias: com 5 meses de antecedência à construção.		
Despesas Indiretas (29,33% Custo Total da Obra)	R$ 2,353,006.07	Distribuido igualmente nos meses de construção.		
Corretagem - Venda de unidades (6%VGV)	R$ 1,212,371.88	7 meses a partir da qualificação de reservas.		
Terreno (permuta)	R$ -	No ato da compra do terreno		
Corretagem - Aquisição do terreno (5% Valor do Terreno)	R$ 499,500.00	No ato da compra do terreno		
Marketing (6%VGV)	R$ 1,212,371.88	3 meses antes do inicio da construção		
Inadimplência (1%VGV)	R$ 202,061.98	A partir do pagamento da 2a intermediaria até o final da construção		
Despesas juridicas (1%VGV)	R$ 202,061.98	Distribuido igualmente nos meses de construção		
Despesas diversas (1%VGV)	R$ 202,061.98	Distribuido igualmente nos meses de construção		
ITBI (2,5%Valor do Terreno)	R$ 249,750.00	Na conclusão da construção		
IPTU (3,86%Valor do Terreno)	R$ 385,614.00	Pagamento em 10 cotas a partir da aquisição do terreno.		
CUSTO TOTAL	R$ 14,759,057.39			

MES	RECEITAS	DESPESAS	SALDO ACUMULADO
-5	0.00	-726720.38	-726720.38
-4	0.00	-227220.38	-953940.75
-3	0.00	-631344.34	-1585285.09
-2	1063571.74	-804540.32	-1326253.67
-1	2464150.98	-804540.32	333357.00
1	980501.97	-559306.54	754552.43
2	949027.11	-524909.09	1178670.45
3	1485904.40	-526153.18	2138421.67
4	648306.48	-660369.14	2126359.00
5	783043.14	-869447.81	2039954.32
6	1231256.32	-712793.90	2558416.74
7	648306.48	-770120.40	2436602.82
8	783043.14	-875906.39	2343739.56
9	1231256.32	-1098029.69	2476966.19
10	648306.48	-917908.64	2207364.02
11	783043.14	-1336198.20	1654208.96
12	1231256.32	-1273569.38	1611895.90
13	648306.48	-759549.95	1500652.42
14	4626917.52	-433654.49	5693915.45



	RECEITA											DESPESAS / CUSTOS												TMA (ao mês)		2.00%	TIR	25.49%
	Qualificação:			Lançamento:			Durante a contrução:			Conclusão da construção:	TOTAL RECEITAS	Terreno (100% permuta)	Corretagem - Aquisição do terreno (5%VGV)	ITBI (2,5%Valor do Terreno)	IPTU (3,86%Valor do Terreno)	Corretagem - Venda de unidades (6%VGV)	Marketing (6%VGV)	Inadimplência (1%VGV)	Despesas jurídicas (1%VGV)	Despesas diversas (1%VGV)	Custo Total da Obra		Despesas Indiretas (29.33% Custo Total da Obra)	SALDO	Índice i para VPL	VPL (AUX)	VPL	SALDO ACUMULADO
	18.8%			37.5%			25.0%			18.8%																		
	R$ 1,095,000.00			R$ 1,161,247.50			R$ 1,095,000.00			R$ 1,219,309.88																		
	R$ 1,105,950.00			R$ 1,219,309.88			R$ 1,105,950.00			R$ 1,280,275.37																		
	R$ 1,344,289.14			R$ 1,280,275.37			R$ 1,161,247.50			R$ 1,344,289.14																		
				R$ 1,344,289.14			R$ 1,556,182.71																						
				R$ 1,411,503.59																									
				R$ 1,482,078.77																									
Mês	Sinal	Mensais	Intermediárias	Sinal	Mensais	Intermediárias	Sinal	Mensais	Intermediárias	Integral											Projetos, Licenças e Consultorias	Custos durante a construção							
	30%	40%	30%	30%	40%	30%	30%	40%	30%	100%																		
-5											R$ -	R$ -	R$ 499,500.00		R$ 38,561.40				R$ 10,634.84	R$ 10,634.84	R$ 43,546.87		R$ 123,842.42	-R$ 726,720.38	0	-R$ 726,720.00	-R$ 726,720.00	-R$ 726,720.38
-4											R$ -				R$ 38,561.40				R$ 10,634.84	R$ 10,634.84	R$ 43,546.87		R$ 123,842.42	-R$ 227,220.38	1	-R$ 222,765.00	-R$ 949,485.00	-R$ 953,940.75
-3											R$ -				R$ 38,561.40		R$ 404,123.96		R$ 10,634.84	R$ 10,634.84	R$ 43,546.87		R$ 123,842.42	-R$ 631,344.34	2	-R$ 606,828.00	-R$ 1,556,313.00	-R$ 1,560,768.75
-2	R$ 1,063,571.74										R$ 1,063,571.74				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98	R$ 404,123.96		R$ 10,634.84	R$ 10,634.84	R$ 43,546.87		R$ 123,842.42	R$ 259,031.42	3	R$ 244,091.00	-R$ 1,312,222.00	-R$ 1,316,677.75
-1		R$ 94,539.71		R$ 2,369,611.27							R$ 2,464,150.98				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98	R$ 404,123.96		R$ 10,634.84	R$ 10,634.84	R$ 43,546.87		R$ 123,842.42	R$ 1,659,610.67	4	R$1,533,223.00	R$ 221,001.00	R$ 216,545.25
1		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26		R$ 660,285.00				R$ 980,501.97				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98			R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 202,437.05	R$ 123,842.42	R$ 421,195.43	5	R$ 381,489.00	R$ 602,490.00	R$ 597,945.25
2		R$ 94,539.71	R$ 212,714.35		R$ 225,677.26		R$ 348,374.25	R$ 67,721.54			R$ 949,027.11				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98			R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 168,039.60	R$ 123,842.42	R$ 424,118.02	6	R$ 376,604.00	R$ 979,094.00	R$ 974,549.25
3		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26	R$ 592,402.82	R$ 466,854.81	R$ 106,429.79			R$ 1,485,904.40				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98		R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 152,445.19	R$ 123,842.42	R$ 959,751.22	7	R$ 835,521.00	R$ 1,814,615.00	R$ 1,810,069.25
4		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 165,071.25		R$ 648,306.48				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98		R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 286,661.15	R$ 123,842.42	-R$ 12,062.67	8	-R$ 10,295.00	R$ 1,804,320.00	R$ 1,799,774.25
5		R$ 94,539.71	R$ 212,714.35		R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 87,093.56		R$ 783,043.14				R$ 38,561.40	R$ 173,195.98		R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 495,739.83	R$ 123,842.42	-R$ 86,404.68	9	-R$ 72,299.00	R$ 1,732,021.00	R$ 1,727,475.25
6		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26	R$ 592,402.82		R$ 163,018.25	R$ 155,618.27		R$ 1,231,256.32							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 550,843.30	R$ 123,842.42	R$ 518,462.41	10	R$ 426,319.00	R$ 2,157,340.00	R$ 2,152,794.25
7		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 165,071.25		R$ 648,306.48							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 608,169.79	R$ 123,842.42	-R$ 121,813.92	11	-R$ 97,970.00	R$ 2,059,370.00	R$ 2,054,824.25
8		R$ 94,539.71	R$ 212,714.35		R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 87,093.56		R$ 783,043.14							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 713,955.79	R$ 123,842.42	-R$ 92,863.25	12	-R$ 73,222.00	R$ 1,986,148.00	R$ 1,981,602.25
9		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26	R$ 592,402.82		R$ 163,018.25	R$ 155,618.27		R$ 1,231,256.32							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 936,079.08	R$ 123,842.42	R$ 133,226.63	13	R$ 102,988.00	R$ 2,089,136.00	R$ 2,084,590.25
10		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 165,071.25		R$ 648,306.48							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 755,958.04	R$ 123,842.42	-R$ 269,602.17	14	-R$ 204,324.00	R$ 1,884,812.00	R$ 1,880,266.25
11		R$ 94,539.71	R$ 212,714.35		R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 87,093.56		R$ 783,043.14							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$1,174,247.60	R$ 123,842.42	-R$ 553,158.07	15	-R$ 411,002.00	R$ 1,473,810.00	R$ 1,469,264.25
12		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26	R$ 592,402.82		R$ 163,018.25	R$ 155,618.27		R$ 1,231,256.32							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$1,111,618.77	R$ 123,842.42	-R$ 42,313.06	16	-R$ 30,822.00	R$ 1,442,988.00	R$ 1,438,442.25
13		R$ 94,539.71			R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 165,071.25		R$ 648,306.48							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 597,599.35	R$ 123,842.42	-R$ 111,243.48	17	-R$ 79,445.00	R$ 1,363,543.00	R$ 1,358,997.25
14		R$ 94,539.71	R$ 212,714.35		R$ 225,677.26			R$ 163,018.25	R$ 87,093.56	R$ 3,843,874.38	R$ 4,626,917.52							R$16,838.50	R$ 10,634.84	R$ 10,634.84		R$ 271,703.88	R$ 123,842.42	R$ 4,193,263.03	18	R$2,935,952.00	R$ 4,299,495.00	R$ 5,693,916.45

Preço médio/m2:	R$ 7,500.00

COM PERMUTA POR 100% DO TERRENO

Coluna	Apartamento	Area (m2)	Preço de venda (R$)	Apartamento	Total da permuta (R$)
Coluna 01	501	146	R$ 1,095,000.00	101	R$ 1,095,000.00
	601	146	R$ 1,105,950.00	201	R$ 1,095,000.00
	701	146	R$ 1,161,247.50	301	R$ 1,095,000.00
	801	146	R$ 1,219,309.88	401	R$ 1,095,000.00
	901	146	R$ 1,280,275.37		
	1001	146	R$ 1,344,289.14		
Coluna 02	302	160	R$ 1,344,289.14	102	R$ 1,230,024.56
	502	160	R$ 1,411,503.59		
	702	160	R$ 1,482,078.77		
	901	160	R$ 1,556,182.71		
Coluna 03	503	146	R$ 1,095,000.00	103	R$ 1,095,000.00
	603	146	R$ 1,105,950.00	203	R$ 1,095,000.00
	703	146	R$ 1,161,247.50	303	R$ 1,095,000.00
	803	146	R$ 1,219,309.88	403	R$ 1,095,000.00
	903	146	R$ 1,280,275.37		
	1003	146	R$ 1,344,289.14		
		VGV:	R$ 20,206,197.98	Total =	R$ 9,990,024.56