

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DO EDIFÍCIO CONTEMPORÂNEO SITUADO
NO BAIRRO DA PELINCA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AFONSO RANGEL GARCEZ DE AZEVEDO
EUZÉBIO BERNABÉ ZANELATO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL - 2013

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DO EDIFÍCIO CONTEMPORÂNEO SITUADO
NO BAIRRO DA PELINCA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AFONSO RANGEL GARCEZ DE AZEVEDO

EUZÉBIO BERNABÉ ZANELATO

“Projeto Final em Engenharia Civil apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Civil”.

Orientador: Prof. Jonas Alexandre

Co-orientador: Prof. Gustavo de Castro Xavier

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO – UENF
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL - 2013

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DO EDIFÍCIO CONTEMPORÂNEO SITUADO
NO BAIRRO DA PELINCA EM CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AFONSO RANGEL GARCEZ DE AZEVEDO

EUZÉBIO BERNABÉ ZANELATO

“Projeto Final em Engenharia Civil apresentado ao Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Civil”.

Aprovado em 04 de Abril de 2013

Comissão Examinadora:

Eng^o Leonardo Gonçalves Pedroti (*D.Sc.*, Engenharia e Ciência dos Materiais) – UENF

Eng^o Luiz Gabriel Sarmet Moreira Smiderle (*M.Sc.*, Engenharia Civil) – UENF

Prof. Gustavo de Castro Xavier (*D.Sc.*, Engenharia Civil) – UENF – Co-orientador

Prof. Jonas Alexandre (*D.Sc.*, Engenharia Civil) – UENF - Orientador

DEDICATÓRIA

Dedicamos este projeto final à nossa
família pela fé e confiança demonstrada
Aos nossos amigos pelo apoio
incondicional
Aos professores pelo simples fato de
estarem dispostos a ensinar
Aos orientadores pela paciência
demonstrada no decorrer do trabalho
Enfim a todos que de alguma forma
tornaram este caminho mais fácil de ser
percorrido

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Luiz Claudio e Celma, pelo apoio e confiança dedicados a mim nesta trajetória. A minha irmã Monique, pelos conselhos do dia a dia. À minha avó Alzira (em memória), pelos ensinamentos que me fizeram ser o que sou hoje e a chegar até aqui. Aos meus amigos, pelos bons e maus momentos que passamos, pois sem eles essa caminhada seria bem mais difícil. Aos professores e amigos Jonas Alexandre e Gustavo de Castro Xavier, pelos ensinamentos fornecidos não só durante este trabalho de conclusão mais durante todo o curso de Engenharia. A todos os docentes, técnicos e funcionários do LECIV a da UENF, que sempre estiveram presentes quando necessário. Agradeço também á Conscam pela disponibilização dos projetos que foram de grande ajuda. E por último e sem o qual nada seria possível, agradeço a Deus, por me iluminar e guiar na conquista deste sonho que agora se torna realidade.

Afonso Rangel Garcez de Azevedo

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar realizando este trabalho e ter dado força suficiente para minha caminhada. Aos meus pais José Lino e Maria Aparecida, pelo amor incondicional, esforço, dedicação e compreensão, em todos os momentos desta e de outras caminhadas. Ao meu irmão Erick, que sempre me cobrou e mesmo inconscientemente incentivou, sendo além de irmão amigo, a correr atrás dos meus objetivos. Ao meu orientador Jonas Alexandre, co-orientador Prof. Gustavo Xavier, pelo empenho, paciência e credibilidade. À UENF, ao corpo docente do LECIV, que além de nos conduzirem ao conhecimento, nos ensinaram a sermos profissionais. Aos amigos que foram minha segunda família nessa caminhada, pelas palavras amigas nas horas difíceis, pelo auxílio nos trabalhos e pelo simples fato de estarem sempre ao meu lado. E a todas as pessoas do meu convívio que acreditaram e contribuíram, mesmo que indiretamente, para a conclusão deste curso.

Euzébio Bernabé Zanelato

SUMÁRIO

RESUMO	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS, SINAIS E UNIDADES.....	xv
CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 - APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.3. JUSTIFICATIVAS	6
1.4. METODOLOGIA.....	7
1.5. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO.....	8
CAPÍTULO II - INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA	10
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
2.2. DADOS PARA O PROJETO.....	11
2.2.1. Sistema de Abastecimento	11
2.2.2. Sistema de Distribuição	11
2.2.3. Consumo Predial:.....	12
2.2.4. Capacidade dos Reservatórios	16
2.2.5. Dimensionamento dos Reservatórios	17
2.2.6. Dimensionamento das Tubulações	23
2.2.6.1. Generalidades	23
2.2.6.2. Vazões nos Pontos de Utilização.....	24
2.2.6.3. Velocidade Máxima da Água	25
2.2.6.4. Pressões Máximas e Mínimas.....	25
2.2.6.5. Dimensionamento dos Encanamentos	25

2.2.6.6. Dimensionamento das Colunas	25
2.2.6.7. Dimensionamento do Barrilete	36
2.2.6.8. Dimensionamento dos Ramais	37
2.2.6.9. Dimensionamento do Encanamento de Recalque.....	41
2.2.6.10. Dimensionamento da Tubulação de Sucção.....	42
2.2.6.11. Dimensionamento do Ramal Predial (de entrada).....	42
2.2.7. Dimensionamento da Bomba de Recalque	42
CAPÍTULO III – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS	47
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	47
3.2 DIMENSIONAMENTO.....	47
3.2.1. Componentes do Subsistema de Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário	47
3.2.2. Desconectores	48
3.2.3. Ramais de Descarga e Esgoto.....	49
3.2.4. Tubos de Queda	52
3.2.5 Coletor Predial e Subcoletores.....	61
3.3. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES	64
3.3.1. Caixas de Gordura	64
3.3.2. Caixas de Inspeção	67
3.3.3. Sistema de Ventilação.....	68
3.3.3.1. Critérios para o Dimensionamento dos Tubos de Ventilação	68
3.3.3.2. Dimensionamento dos Tubos de ventilação	71
CAPITULO IV – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	72
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	72
4.2. DIMENSIONAMENTO.....	73
4.2.1. Fatores Meteorológicos	73
4.2.2. Vazão de Projeto	74
4.2.2.1. Cálculo da Área de Contribuição	75

4.2.2.2. Cálculo da Vazão.....	80
4.2.3. Cálculo da Calha.....	82
4.2.4. Condutores Verticais	87
4.2.5. Condutores Horizontais	92
4.2.6 Reservatório de águas pluviais	97
CAPÍTULO V - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	98
5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	98
5.2. PREVISÃO DE CARGA DE ILUMINAÇÃO E PONTOS DE TOMADAS	100
5.2.1. Pontos de Utilização Especial.....	100
5.2.2. Pontos de Tomadas de Uso Geral	101
5.2.3. Cargas de Iluminação	102
5.3. DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES	105
5.4. DISPOSITIVOS DE COMANDO DOS CIRCUITOS	106
5.4.1. Interruptores.....	106
5.4.2. Interruptores Temporalizados	106
5.5. LINHAS ELÉTRICAS	107
5.5.1. Condutores	107
5.5.2 Disjuntores	112
5.5.3. Eletrodutos	114
5.6. VERIFICAÇÃO DOS CONDUTORES PELA QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL	115
CAPITULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
BIBLIOGRAFIA	120
APÊNDICE I – PLANILHA DE CÁLCULO DAS COLUNAS DE ÁGUA	121
APÊNDICE II – PLANILHA DE CÁLCULO DOS RAMAIS DE ÁGUA	125
ANEXOS:	
ANEXO 1: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E PLUVIAIS PAVIMENTO	
TÉRREO.....	126

ANEXO 2: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E PLUVIAIS GARAGEM 1	127
ANEXO 3: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E PLUVIAIS GARAGEM 2 / PUC	128
ANEXO 4: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E PLUVIAIS PAVIMENTO TIPO I	129
ANEXO 5: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E PLUVIAIS PAVIMENTO TIPO II E III	130
ANEXO 6: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA E PLUVIAIS PAVIMENTO TIPO IV E DETALHAMENTO DOS RESERVATÓRIOS	131
ANEXO 7: PLANTA DE INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA E DETALHAMENTO DO BARRILETE	132
ANEXO 8: PLANTA DE DETALHAMENTO DAS ÁREAS MOLHADAS DAS INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA DO PAVIMENTO TIPO I	133
ANEXO 9: PLANTA DO CORTE ESQUEMÁTICO DE ÁGUA FRIA	134
ANEXO 10: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS DO PAVIMENTO TÉRREO.....	135
ANEXO 11: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E DETALHAMENTOS DA GARAGEM 1	136
ANEXO 12: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E DETALHAMENTO DA GARAGEM 2 / PUC.....	137
ANEXO 13: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E DETALHAMENTO DO PAVIMENTO TIPO I.....	138
ANEXO 14: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E DETALHAMENTO DO PAVIMENTO TIPO II E III.....	139
ANEXO 15: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E DETALHAMENTO DO PAVIMENTO TIPO IV.....	140
ANEXO 16: PLANTA DAS INSTALAÇÕES SANITÁRIAS E DETALHAMENTO DA COBERTURA.....	141
ANEXO 17: PLANTA DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DO APARTAMENTO 104	142

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso consiste na elaboração dos projetos hidrossanitários, de águas pluviais e de elétrica do prédio multifamiliar Contemporâneo, situado na Rua das Nações Unidas, bairro Parque Avenida Pelinca, na cidade de Campos dos Goytacazes. O projeto está sendo executado pela construtora CONSCAM Engenharia.

Inicialmente foram realizadas visitas a obra para identificação de problemas e conhecimento prático nos projetos de instalações prediais em geral, além do levantamento dos pontos elétricos, de água e locação dos tubos de queda. Todo o dimensionamento foi feito seguindo as recomendações prescritas nas normas de casa instalação.

Foram utilizados softwares na elaboração do trabalho, como o AutoCAD 2013, Excel e Word (para a confecção das plantas, memorial descritivo e planilhas de cálculos, todas anexas a este projeto em CD).

PALAVRAS CHAVE: Edifício Contemporâneo; Instalações Elétricas; Instalações Hidráulicas; Instalações Sanitárias; Instalações de Águas Pluviais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Proporção de domicílios particulares permanentes urbanos, com serviço de saneamento, e sua divisão em regiões do Brasil. Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios 1998/2008.	4
Figura 1.2 – Oferta Interna de Energia Elétrica por fonte – 2011 – Fonte: Balanço Energético Nacional, 2012 (ano base 2011).	5
Figura 1.3 – Planta de Situação.	8
Figura 1.4 – Planta de localização.	9
Figura 2.1 – Dimensões em planta do fundo/tampa do reservatório superior.	19
Figura 2.2 – Dimensões em corte do fundo/tampa do reservatório superior.	20
Figura 2.3 – Dimensões em planta do fundo/tampa do reservatório inferior.	22
Figura 2.4 – Dimensões em corte do fundo/tampa do reservatório inferior.	22
Figura 2.5 – Ábaco das Vazões e diâmetros em função dos pesos para cálculo das tubulações.	27
Figura 2.6 - Ábaco para encanamento de cobre e PVC.	28
Figura 2.7 – Ábaco para a determinação do diâmetro econômico (Forchheimer). ...	41
Figura 2.8 – Comprimentos equivalentes em metros de canalização.	44
Figura 4.1 - Cálculo de área de contribuição.	75
Figura 4.2 - Projeção da área de contribuição da cobertura.	76
Figura 4.3 – Modelo de dimensões para calhas retangulares.	84
Figura 4.4 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais.	87
Figura 4.5 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP1.....	88
Figura 4.6 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP2.....	89
Figura 4.7 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP3.....	90
Figura 4.8 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP4.....	91
Figura 4.9 – Fluxograma dos condutos horizontais.	94
Figura 5.1 - Representação esquemática do sistema elétrico brasileiro.	99

Figura 5.2 – Disjuntor tripolar de 10 A.	112
Figura 5.3 - Representação da área útil do eletroduto.	114

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Consumo per capita	13
Tabela 2.2 – Número de Ocupantes	13
Tabela 2.3 – Área dos Compartimentos	14
Tabela 2.4 – Peso das Peças de Utilização	24
Tabela 2.5 – Pesos do Apartamento Tipo I da Coluna 1.	29
Tabela 2.6 – Pesos do Apartamento Tipo II da Coluna 1.	29
Tabela 2.7 – Pesos do Apartamento Tipo III da Coluna 1.	30
Tabela 2.8 – Pesos do Apartamento Tipo I da Coluna 2.	30
Tabela 2.9 – Pesos do Apartamento Tipo II da Coluna 2.	31
Tabela 2.10 – Pesos do Apartamento Tipo III da Coluna 2.	31
Tabela 2.11 – Pesos do G2 / PUC da Coluna 2.	31
Tabela 2.12 – Pesos do G1 da Coluna 2.	32
Tabela 2.13 – Pesos da Garagem Térreo da Coluna 2.	32
Tabela 2.14 – Pesos dos apartamentos Tipo I,II,III e IV da Coluna 3.	32
Tabela 2.15 – Pesos dos apartamentos Tipo I,II,III e IV da Coluna 4.	33
Tabela 2.16 – Perdas de Carga Localizadas Considerando os Comprimentos Equivalentes em Metros de Canalização.	34
Tabela 2.17 – Comprimento Equivalente do Primeiro Trecho.	35
Tabela 2.18 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 50mm.	35
Tabela 2.19 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 40mm.	35
Tabela 2.20 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 32mm.	35
Tabela 2.21 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 25mm.	36
Tabela 2.22 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 20mm.	36
Tabela 2.23 – Comprimento Equivalente de cada trecho do ramal até a Pia da Churrasqueira.	38
Tabela 2.24 – Comprimento Equivalente de cada trecho do ramal até a Torneira da Área da Churrasqueira.	39

Tabela 2.25 – Comprimento Equivalente de cada trecho do ramal até o Chuveiro da Área de Serviço.	40
Tabela 3.1 – Unidades de Hunter de Contribuição dos Aparelhos e Diâmetro Nominal Mínimo dos Ramais de Descarga	48
Tabela 3.2 – Unidades de Hunter de Contribuição para Aparelhos não Relacionados na Tabela 3.1	48
Tabela 3.3 – Dimensionamento de Ramais de Esgoto	50
Tabela 3.4 – Dimensionamento de Tubo de Queda	52
Tabela 3.5 – Dimensionamento de Subcoletores e Coletor Predial	60
Tabela 3.6 – Distância Máxima de um Desconector ao Tubo Ventilador	69
Tabela 3.7 – Dimensionamento de Ramais de Ventilação	69
Tabela 3.8 – Dimensionamento de Colunas de Ventilação	70
Tabela 4.1 – Chuvas Intensas com Duração de Cinco Minutos	74
Tabela 4.2 – Coeficiente de Rugosidade	83
Tabela 4.3 – Tabela com comparativo entre vazões reais e de projeto nas calhas do projeto.	86
Tabela 4.4 – Capacidade dos Condutores Horizontais de Seção Circular.	93
Tabela 4.5 – Vazão de projeto de cada condutor vertical.	94
Tabela 5.1 – Potências Médias de Referência dos Aparelhos Elétricos	101
Tabela 5.2 – Potência Instalada no Apartamento 104.	104
Tabela 5.3 – Seções Mínimas dos Condutores de Cobre.	107
Tabela 5.4 – Tipos de Linhas Elétricas – Utilizada o tipo B1 e C.	108
Tabela 5.5 – Capacidades de Condução de Corrente, em Ampéres, para os Métodos de Referência A1, A2, B1, B2, C e D.	109
Tabela 5.6 – Seção do Condutor Neutro.	109
Tabela 5.7 – Seção Mínima do Condutor de Proteção.	110
Tabela 5.8 – Fator de Demanda.	110
Tabela 5.9 – Capacidade Especificações de cada circuito do apartamento 104. ...	111
Tabela 5.10 – Determinação Prática do Disjuntor Unic de Maior Corrente Nominal a Ser Utilizado na Proteção dos Condutores Contra Correntes de Sobrecarga.	113
Tabela 5.11 – Diâmetro Nominal dos Eletrodutos.	114
Tabela 5.12 – Número Máximo de Circuitos por Eletroduto do Apartamento 104. .	115
Tabela 5.13 – Percentuais Máximos Admissíveis para a Queda de Tensão Total. .	116

Tabela 5.14 – Soma das Potências em Watts x Distância em metros $V = 127$ Volts
.....117

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS, SINAIS E UNIDADES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C.V.	Cavalo Vapor
A	Àmpére
V	Volt
W	Watt
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
Hz	Hertz
VA	Volt x Ampére
UHC	Unidade Hunter de Contribuição
DN	Diâmetro Nominal
Q	Vazão
kPa	Kilopascal
mca	Metros de Coluna de Água
g	Aceleração da Gravidade
s	Segundos
TG	Tubo de Gordura
TQ	Tubo de Queda
TS	Tubo Secundário
<i>i</i>	Intensidade Pluviométrica
<i>n</i>	Coeficiente de Rugosidade
P _H	Perímetro Molhado
<i>i</i>	Inclinação
V _p	Volume de Precipitação

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 - APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS

A água é uma importante substância para os seres humanos, essencial a vida de todas as espécies, prova disso é que cerca de 80% do nosso organismo é composto por água.

A história da humanidade nos mostra que a água esteve presente nas duas grandes revoluções: Agrícola e Industrial. Inicialmente o homem aprendeu a utilizar a água para fins agrícolas, como por exemplo, no controle dos rios destinando a água para a irrigação da lavoura, posteriormente foi introduzido o uso da água na civilização humana, principalmente no processo de urbanização das cidades.

A importância da água é tão grande que algumas civilizações chegaram a ser extintas pela sua falta, como por exemplo, a civilização acadiana que se extinguiu devido à seca do rio Tigre e Eufrates. A formação das civilizações também foi incentivada pela disponibilidade de água para seu consumo, sendo este insumo tão importante, pois não se restringe somente a questão da manutenção da vida das populações como também ao desenvolvimento de fatores econômicos, manutenção de ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas.

Durante o processo de urbanização devem-se preocupar com as condições de abastecimento de água, estes devem ser planejados e executados de forma a manter todos os indivíduos supridos com este recurso contribuindo para melhora na qualidade de vida e desenvolvimento econômico da região.

Dentro dos núcleos urbanos, não se deve restringir a preocupação somente no abastecimento, deve-se entender que a qualidade da água é um fator tão importante quanto o seu abastecimento, por ser um insumo de importância tão elevada. Logo se deve atender a critérios rigorosos no que tange à qualidade, estando em consonância com as recomendações do órgão regulador do setor (Agência Nacional de Águas - ANA). Os especialistas afirmam que a ingestão de água corretamente tratada é um dos mais importantes fatores para a conservação da saúde, pois auxilia na prevenção de

doenças como cálculo renal, infecção urinária e outras acabando por retardar o envelhecimento.

Uma preocupação que aflige a humanidade atualmente é a possibilidade de escassez de água no mundo, apesar do nosso planeta ser compreendido com extensas regiões costeiras de oceanos, a água disponível para o consumo humano é sim um insumo escasso, visto que menos que 3% da água existente no mundo para consumo é doce, ou seja, utilizável para consumo humano, e desta quantidade mais de 99% encontram-se sob forma de gelo ou em regiões de difícil acesso como as subterrâneas (como por exemplo, o aquífero Guarani), dificultando seu uso. Atualmente já existe a tecnologia de uso da água salgada para o consumo humano, chamada de dessalinização de água, que é um processo físico-químico de retirada de sais da água, tornando-a doce e própria para o consumo. No entanto esta tecnologia ainda é pouco utilizada em escala comercial devido ao alto custo.

Podemos citar como exemplo, Israel, que é um país que sofre com a escassez de água e adotou a técnica de dessalinização da água para o consumo humano. No ano de 2010, o país inaugurou sua terceira usina para esse processo que consiste na captação de água do mar mediterrâneo para a torna - lá potável. A expectativa é de que esta produza uma quantidade de 127 milhões de metro cúbicos por ano, suficiente para abastecer um sexto da população do país.

O panorama do Brasil frente às reservas de água doce é bem confortável, já que este possui cerca de 53% dos mananciais da América do Sul e o maior rio do planeta, o Amazonas, além de se ter elevados índices pluviométricos, graças a presença dos climas equatorial, tropical e subtropical. Apesar de toda esta aparente abundância, este recurso está distribuído de forma desigual pelo território nacional, 72% do total dos mananciais estão na região amazônica que é pouco povoada e tem dificuldades de acessos.

Apesar de a água ser considerada um recurso renovável, visto a existência do seu ciclo hidrológico, deve-se prestar atenção nos grandes centros urbanos, cada dia mais impermeabilizados pelas construções de casas, prédios e ruas tornando as áreas verdes mais escassas interrompendo assim o ciclo hidrológico e afetando a qualidade da água. O conceito da reutilização da água tem-se difundido na sociedade, seja na conscientização ou em praticas

mais sustentáveis em seu uso. No setor da construção civil, por exemplo, é visto na crescente demanda pelo sistema *dual flush*, que consiste em um mecanismo de saída universal que regula a quantidade de água necessária para uso nas descargas, causando uma considerável economia.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social. Sendo assim, o Saneamento abrange os seguintes serviços: abastecimento de água às populações, coleta, tratamento e disposição adequada e segura de águas residuais (provenientes de esgotos sanitários e industriais, por exemplo), acondicionamento, coleta e transporte dos resíduos sólidos, coleta de águas pluviais, controle de vetores de doenças transmissíveis (como por exemplo insetos e roedores), entre outras áreas.

No Brasil, segundo última pesquisa do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2008, somente 61,0 % dos domicílios urbanos tinham acesso ao serviço de saneamento básico (considerando neste caso acesso a abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo de forma simultânea), sendo sua distribuição entre as regiões brasileiras bem desigual, conforme verificado na Figura 1.1, políticas públicas devem ser desenvolvidas para reverter esse quadro. Pesquisas indicam que para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, o governo deixa de gastar R\$ 5,00 em serviços de saúde, ou seja, são investimentos que proporcionam qualidade de vida para a população e economia aos cofres públicos em curto prazo.

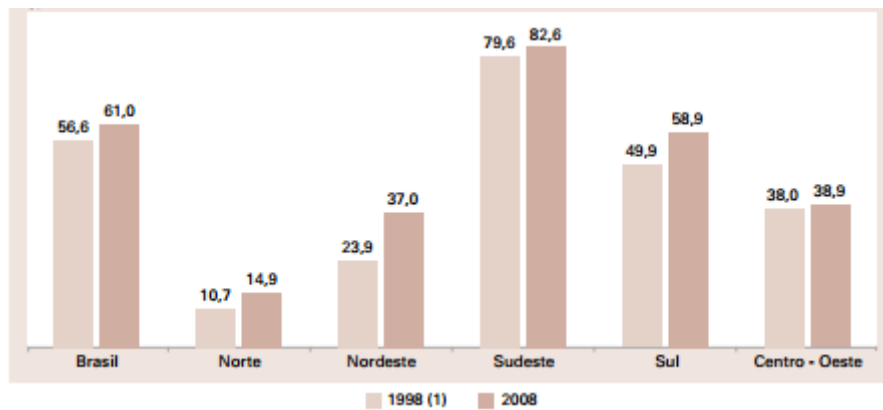


Figura 1.1 - Proporção de domicílios particulares permanentes urbanos com serviço de saneamento e sua divisão em regiões do Brasil. Fonte: IBGE – Pesquisa Nacional por amostra de Domicílios 1998/2008.

A humanidade sempre buscou inovações tecnológicas, que permitiram a evolução dos seres-humanos. A energia elétrica é considerada por muitos como uma das principais descobertas, comparando-se com a descoberta do fogo e da roda, por exemplo. A eletricidade foi descoberta pelo filósofo grego Tales de Mileto, que ao esfregar um âmbar a um pedaço de pele de carneiro, observou que pedaços de palhas e fragmentos de madeira começavam a ser atraídas pelo próprio âmbar. De lá para cá diversos estudiosos não pararam de estudar e desvendar os mistérios dessa descoberta. No Brasil a primeira usina elétrica instalada foi no município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, em 1883. Esta usina era térmica. Já a primeira hidroelétrica instalada no país foi construída nas proximidades do município de Diamantina, Minas Gerais.

Atualmente a matriz elétrica brasileira é uma das que menos agride o meio ambiente no mundo, com 45,3% de sua produção proveniente de fontes limpas, como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidroelétricas são responsáveis pela geração de 81,9% da eletricidade do país (Figura 1.2). Este número no entanto já foi maior, mas devido a irregularidades das chuvas e o “apagão” do setor elétrico de 2001 e à iminência de um novo colapso no sistema agora em 2013, o governo foi obrigado a colocar em funcionamento as termoelétricas que operam no sistema “stand-by”. Estes acontecimentos fizeram com que o governo diversificasse cada dia mais a matriz energética brasileira. No restante do mundo o

panorama é bem diferente: somente 13% da matriz energética mundial são compostas por fontes renováveis de energia.

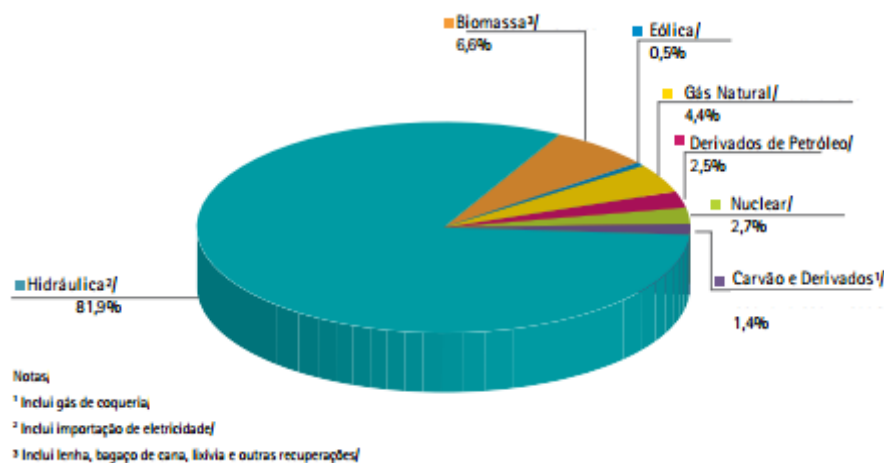


Figura 1.2 - Oferta Interna de Energia Elétrica por fonte – 2011 – Fonte: Balanço Energético Nacional, 2012 (ano base 2011).

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho consiste na elaboração dos projetos de instalações elétricas, hidrossanitário (água fria e esgotamento sanitário) e de águas pluviais do edifício multifamiliar Contemporâneo, localizado à Rua das Nações Unidas, número 104 e 106, bairro Dom Bosco.

O edifício foi projetado pelo arquiteto Marcos A. M. Gonçalves e está sendo executado pela empresa CONSCAM Engenharia, sendo composto por vinte pavimentos assim distribuídos: Térreo, Garagem I, Garagem II e PUC (Área de Lazer) e dezessete Pavimentos tipos.

Pode-se ressaltar que existem quatro modelos diferentes de distribuição dos pavimentos (Tipo I, II, III e IV). Cada pavimento é composto por quatro apartamentos.

Em paralelo ao trabalho de dimensionamento foram realizadas visitas periódicas à obra para o acompanhamento “in loco” da execução de projetos na área de instalações prediais. Foi realizado um levantamento de dados referentes à construção, identificando os pontos elétricos e a posição dos tubos de queda de água e esgoto, para possibilitar o dimensionamento do projeto.

1.3. JUSTIFICATIVAS

Atualmente o município de Campos dos Goytacazes vem passando por um aumento significativo no número de construções, sejam horizontais ou verticais, prova disso é o início das atividades de grandes construtoras do país na cidade. O aumento da renda da população, fruto das políticas econômicas dos últimos governos e dos crescentes investimentos na região, como por exemplo, o Complexo Industrial do Super Porto do Açú e o Estaleiro em Barra do Furado, fazem a demanda por unidades habitacionais aumentar em um ritmo acelerado suprimindo assim as ofertas do setor.

No entanto, esta parte da população que vem optando pela aquisição de novas moradias, está selecionando áreas que ofereçam maior conforto, segurança, comodidade e qualidade de vida (lugares onde o poder público já tenha ou esteja implantando toda a infraestrutura adequada, como sistemas de pavimentação, esgotamento sanitário, iluminação e outros serviços). Um exemplo clássico desta situação, na cidade de Campos dos Goytacazes, é o bairro da Pelinca e suas imediações, por ser um lugar onde estão concentrados as principais lojas, o lazer noturno, escolas, faculdades e bancos, todas estas características atribuídas ao bairro fazem com que o metro quadrado dele seja o mais caro da cidade.

Podemos observar a situação descrita cima, por exemplo, na Rua Voluntários da Pátria, que vem recebendo dia após dia novas construções de grande porte, como edifícios comerciais e residenciais que estão sendo implantados em terrenos de antigas casas. Resta saber se ao final esta rua e suas imediações terão a capacidade de suprir a demanda destes empreendimentos irão requisitar, serão centenas de novas pessoas necessitando trafegar, usar serviço de lixo, água e esgoto e daí por diante, cabe a prefeitura regulamentar e organizar o espaço urbano para que os problemas não apareçam.

Além da opção de moradia. há outros dois fatores que justificam esta corrida na compra e construções de edificações na cidade: a primeira é o aluguel de imóveis para mão de obra oriunda de outras cidades para trabalhar nos grandes empreendimentos que então sendo feitos na região e a outra é a

especulação imobiliária crescente que faz com que um certo grupo de pessoas se beneficie das valorizações destes imóveis no pós-construção.

O poder público, diante de todo este fenômeno, está com um grande problema para ser resolvido nos próximos anos, a falta de um planejamento na verticalização das cidades faz com que a qualidade de vida, antes um ponto importante e preponderante na aquisição de imóveis em determinados bairros, seja afetada, prova disso é a falta de investimentos em setores como transporte público e redimensionamento das redes de serviços públicos (coleta de lixo, águas pluviais, esgoto, água potável, energia, telefone e outras). Este problema não é algo que ainda vai acontecer, muito pelo contrario, já esta acontecendo em bairros como a Pelinca, Parque Tamandaré e outros próximos, o transito já não mais comporta a quantidade de veículos gerados com os novos empreendimentos da região, as redes de água e esgoto estão obsoletas, fruto de uma política escassa de investimento nos últimos anos, prova disso são os constantes alagamentos que acontecem nas ruas do bairro quando ocorre fortes chuvas.

Um projeto de Instalações Prediais bem elaborado visa a eficiência do sistema de modo a garantir o bom uso dos recursos hídricos e elétricos disponíveis. Um projeto bem elaborado e feito em sincronia com outros projetos da obra gera uma otimização de recursos, conforto ao usuário final e uma diminuição dos problemas futuros gerados com consertos e reparos. Para as empresas essa qualidade é importante, pois resulta na confiabilidade da marca a atração de novos e futuros clientes, assim justificando um projeto bem calculado.

1.4. METODOLOGIA

Este projeto foi dimensionado com base nas plantas arquitetônicas cedidas pela construtora da obra. Visando um dimensionamento adequado para estes projetos recomendam-se as normas:

- ABNT – 5626 (1998) – Instalações Prediais de Águas Frias;
- ABNT – 8160 (1999) – Instalações Prediais de Esgoto Sanitário;
- ABNT – 10844 (1989) – Instalações Prediais de Águas Pluviais;
- ABNT – 5410 (2004) – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

1.5. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

A seguir apresenta-se a planta de localização do edifício a ser dimensionado (Figura 1.3).

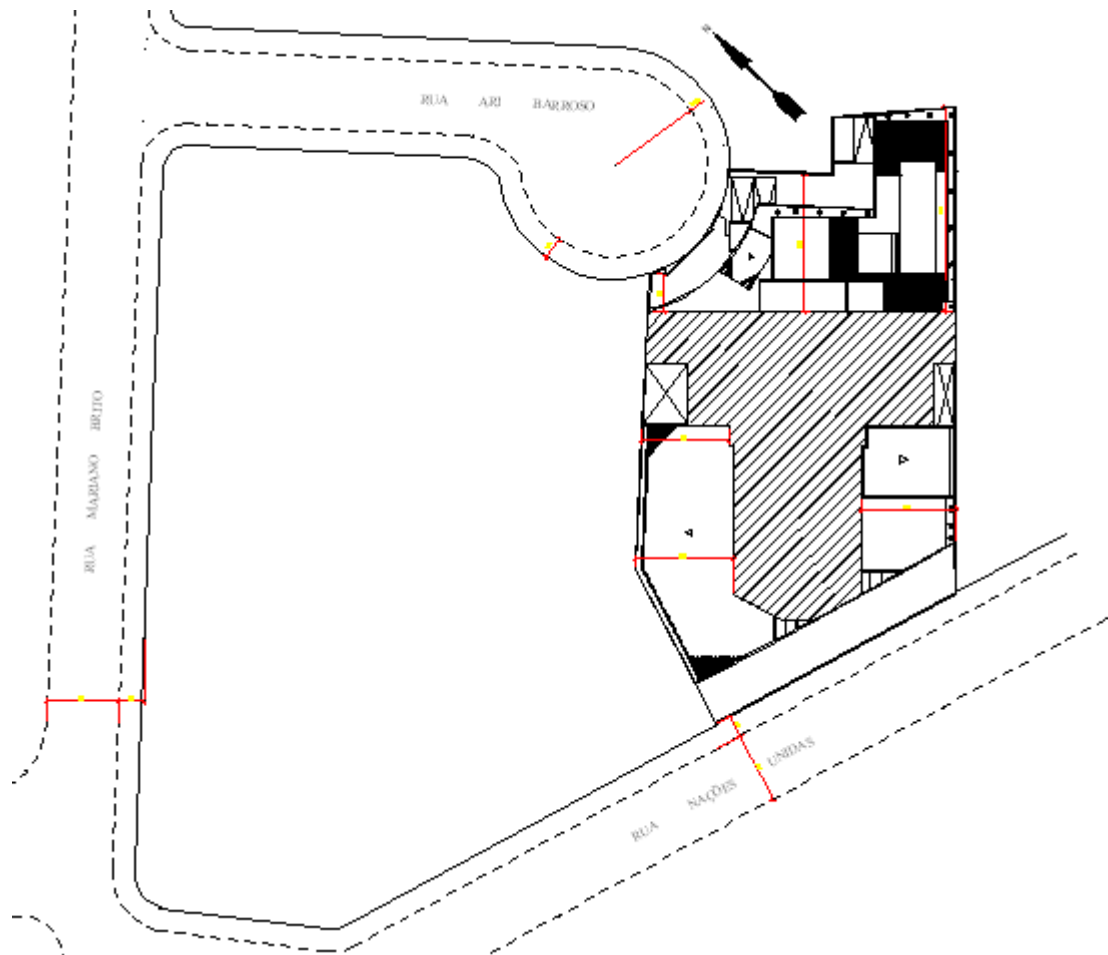


Figura 1.3 - Planta de Situação.

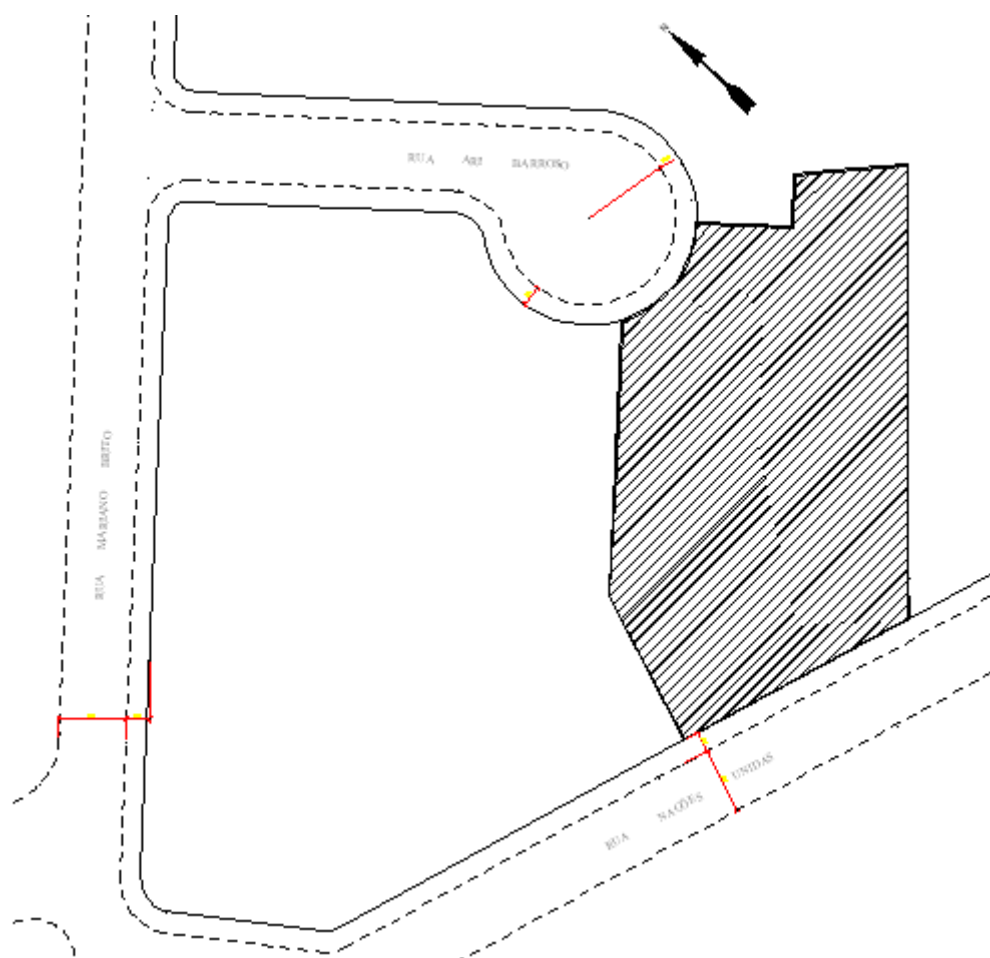


Figura 1.4 - Planta de Localização.

CAPÍTULO II - INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentre os projetos de instalações prediais necessários para uma edificação, como um edifício, encontram-se os projetos de água fria, que são compostos pelo dimensionamento dos reservatórios (inferior e superior), tubulações diversas de abastecimento (sejam das colunas ou ramais prediais), além das bombas que serão utilizadas para a sucção e recalque da água. Todas as instalações prediais de água fria, para consumo e uso humano, são regidas pela ABNT 5626 (1998), que aborda os critérios de dimensionamento e de projeto que devem ser seguidas para estas instalações, atendendo assim às mínimas exigências técnicas de higiene, segurança, economia e conforto dos usuários dando a estes, maior qualidade de vida.

Durante a elaboração dos projetos de instalações hidráulicas, deve-se ter a preocupação em se estudar a interdependência das diversas partes, possibilitando o abastecimento nos diferentes pontos de consumo dentro da melhor técnica e com economia. Sendo assim um projeto deve conter os seguintes elementos:

- Plantas, cortes, detalhes e vistas isométricas, com dimensionamento e traçado dos condutores;
- Memórias descritivas, justificativas e de cálculo;
- Especificações do material e normas para sua aplicação;

Para se elaborar um projeto de instalações prediais de forma correta e eficiente é importante a disponibilização das plantas de arquitetura e do projeto estrutural, a fim de se conseguir a solução mais estética dentro da melhor técnica e economia possível, atualmente a elaboração de projetos nesta área tem dado maior atenção à chamada compatibilização de projetos que é a criação de soluções integradas durante a elaboração dos diversos projetos (instalações prediais, estrutural e arquitetônico), buscando otimização e economia das construções, fator decisivo no mercado da construção civil,

Para a elaboração deste trabalho de conclusão de curso foram disponibilizados pela construtora responsável pela obra os projetos de

arquitetura, que se encontram na forma de anexo e disponibilizado em CD (formato DWG). Não foram disponibilizados os projetos estruturais do edifício, no entanto com as diversas visitas realizadas na obra foram observados os principais elementos estruturais e suas respectivas posições para tentar dentro do possível uma otimização do projeto. Durante o projeto não foi realizado a etapa de orçamento, assim como o levantamento quantitativo de materiais.

2.2. DADOS PARA O PROJETO

2.2.1. Sistema de Abastecimento

Em geral, a rede de distribuição predial é alimentada por um distribuidor público, no entanto pode ser feita com uma fonte particular como nascentes e poços, por exemplo, desde que sua potabilidade seja garantida. Pode-se ainda haver distribuição mista, ou seja, composta por um distribuidor público e por uma fonte particular. No caso do projeto deste trabalho optou-se pela distribuição com sistema de bombeamento tendo pressão suficiente para alcançar o reservatório superior, pois nosso edifício é composto por vinte pavimentos, tratando-se de uma altura consideravelmente grande.

2.2.2. Sistema de Distribuição

Existem basicamente quatro tipos de sistemas de distribuição, conforme descrito abaixo:

- Sistema direto de distribuição: Aquele onde a pressão da rede pública é suficiente para suprir o abastecimento, não sendo necessário o reservatório, no entanto há necessidade de continuidade no abastecimento, pois caso não exista, haverá falta de água constante (alimentação ascendente).
- Sistema indireto de distribuição, sem bombeamento: Neste caso, a pressão é suficiente para o abastecimento, sendo que, não há continuidade, logo deve-se prever um reservatório superior para o acúmulo de água (alimentação descendente).
- Sistema Indireto de distribuição, com bombeamento: Esta opção se faz necessária quando além de apresentar pressão insuficiente

para o abastecimento, não há continuidade, sendo necessária a presença de dois reservatórios, um inferior e outro superior, além do sistema de bombeamento, é mais comum em grandes edifícios onde há necessidade do uso de cisternas e bombas de recalque (alimentação descendente).

- Sistema Hidropneumatico de distribuição: Nesta opção não há necessidade de reservatório superior, sua instalação é cara e somente recomendada para casos onde há gabarito crítico ou para se aliviar a estrutura.

O sistema escolhido para este o dimensionamento deste projeto foi o Sistema Indireto de Distribuição com Bombeamento, que consiste no acúmulo de água em dois grandes reservatórios, um inferior (cisterna) e outro superior (caixa d'água), sendo estes ligados através de bombas de recalque, justificando-se pela elevada altura do edifício além de não se poder garantir uma continuidade no abastecimento da região.

2.2.3. Consumo Predial:

Para efeito de calculo do consumo diário do edifício do projeto utilizou-se a seguinte fórmula.

$$CD = CP \times N \quad (2.1)$$

Onde,

CD = consumo diário

CP = consumo per capita

N = número de ocupantes.

O consumo per capita pode ser retirado da Tabela 2.1:

Tabela 2.1 - Consumo per Capita.

Local	Consumo (litros/pessoa)
Apartamentos	200
Salão de festas	50
Área de recreação	50
Térreo (recepção)	70

Referência: Tab. 1.2 do livro Instalações Hidráulicas e Sanitárias – 6ª Edição (2006).

Para ambientes que possuem jardins, o consumo foi calculado em função da área com valores de 1,5 litros por m².

Os dados para quantificar o número de ocupantes no prédio podem ser retirados na Tabela 2.2:

Tabela 2.2 - Número de Ocupantes.

Local	Número de ocupantes
Apartamentos	2 pessoas/quarto social
	1 pessoa/quarto de serviço
Salão de festas	1 pessoa/ 1,40 m ²
Área de recreação	1 pessoa/5,5 m ²
Térreo	2 funcionários/turno

Referência: Tab. 1.1 do livro Instalações Hidráulicas e Sanitárias – 6ª Edição (2006).

O edifício Contemporâneo é composto por dezessete andares de apartamentos, além do térreo, garagem I e pavimento de uso comum (PUC) juntamente com a garagem II. Existem quatro projetos de pavimentos tipo, que se diferem pela distribuição dos cômodos e existência de áreas externas. Os andares são compostos por quatro apartamentos, exceto o último pavimento que é composto por somente dois apartamentos, sendo estes de diferentes configurações, conforme plantas em anexo. As descrições dos pavimentos seguem abaixo:

O pavimento tipo I é composto por apartamentos com as seguintes configurações: a coluna um composta por apartamento de dois quartos sociais sendo ambos suítes, a coluna dois por apartamento de três quartos sociais sendo um suíte, a coluna três por apartamento de três quartos sociais sendo um suíte mais um quarto de serviço e a coluna quatro composta por

apartamento de quatro quartos sociais sendo um suíte mais um quarto de serviço. Totalizando neste pavimento doze quartos sociais e dois de serviço.

O pavimento tipo II se assemelha ao do tipo I, exceto pela coluna quatro que é composta por apartamento de três quartos sociais sendo um suíte mais um quarto de serviço. Totalizando neste pavimento onze quartos sociais e dois de serviço.

O pavimento tipo III se assemelha ao do tipo II, exceto pela coluna quatro que neste caso não é composta de área externa, não influenciando no dimensionamento das instalações hidráulicas. Totalizando assim em cada pavimento onze quartos sociais e dois de serviço.

O pavimento tipo IV diferencia do tipo III pela inexistência das colunas um e dois, sendo composto assim por três quartos sociais sendo um suíte mais um quarto de serviço nas colunas três e quatro, seguindo o mesmo padrão destas colunas referentes ao tipo III. Totalizando assim neste pavimento seis quartos sociais e dois de serviço neste pavimento.

O terceiro andar do edifício é dividido entre garagem e o PUC (Pavimento de Uso Comum) que é composto por salão de festas, brinquedoteca, salão de jogos, academia, play-ground, pergolado, área descoberta no entorno da piscina, repouso e sauna. A área de cada compartimento pode ser conferida na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Área dos Compartimentos.

Compartimento	Área (m²)
Salão de festas	132,42
Brinquedoteca	36,03
Salão de jogos	56,98
Academia	59,15
Play-ground	71,44
Pergolado	44,30
Área descoberta no entorno da piscina	216,71
Repouso	19,51
Sauna	7,09
Jardim PUC	79,26
Jardim Térreo	149,40

Com os dados retirados das tabelas acima, pode-se calcular o consumo diário de água do edifício.

Apartamentos:

Tipo I:

CP = 200 litros, N = 2 (pessoas para cada quarto social) x 12 (quartos sociais) x 1 (pavimento), N = 1 (pessoas para cada quarto de serviço) x 2 (quartos de serviço) x 1 (pavimento)

$$CD = 200 \times ((2 \times 12 \times 1) + (1 \times 2 \times 1)) = \mathbf{5.200 \text{ litros}}$$

Tipo II:

CP = 200 litros, N = 2 (pessoas para cada quarto social) x 11 (quartos sociais) x 1 (pavimento), N = 1 (pessoas para cada quarto de serviço) x 2 (quartos de serviço) x 1 (pavimento)

$$CD = 200 \times ((2 \times 11 \times 1) + (1 \times 2 \times 1)) = \mathbf{4.800 \text{ litros}}$$

Tipo III:

CP = 200 litros, N = 2 (pessoas para cada quarto social) x 11 (quartos sociais) x 1 (pavimento), N = 1 (pessoas para cada quarto de serviço) x 2 (quartos de serviço) x 14 (numero de pavimento)

$$CD = 200 \times ((2 \times 11 \times 14) + (1 \times 2 \times 14)) = \mathbf{67.200 \text{ litros}}$$

Tipo IV:

CP = 200 litros, N = 2 (pessoas para cada quarto social) x 6 (quartos sociais) x 1 (pavimento), N = 1 (pessoas para cada quarto de serviço) x 2 (quartos de serviço) x 1 (pavimento)

$$CD = 200 \times ((2 \times 6 \times 1) + (1 \times 2 \times 1)) = \mathbf{2.800 \text{ litros}}$$

PUC:

Salão de festas:

CP = 50 litros, N = (132,42/1,40) (nº de pessoas) x 1 (salão)

$$CD = 50 \times (94,59 \times 1) = \mathbf{4.729,50 \text{ litros}}$$

Área de recreação:

CP = 50 litros, N = (511,21/5,5) (nº de pessoas)

$$CD = 50 \times 92,94 = \mathbf{4.647,36 \text{ litros}}$$

Jardim:

CP = 1,5 litros, N = 79,26 (área)

$$CD = 1,5 \times 79,26 = \mathbf{118,89 \text{ litros}}$$

Pavimento Térreo:

Recepção:

$$CP = 70 \text{ litros, } N = 2 \text{ (funcionários)} \times 2 \text{ (turnos)}$$

$$CD = 70 \times 4 = \mathbf{280 \text{ litros}}$$

Jardim:

$$CP = 1,5 \text{ litros, } N = 149,40 \text{ (área)}$$

$$CD = 1,5 \times 149,40 = \mathbf{224,10 \text{ litros}}$$

TOTAL DO CONSUMO DIÁRIO:

$$\mathbf{89.999,85 \text{ litros} = 90.000 \text{ litros} = 90,00 \text{ m}^3}$$

2.2.4. Capacidade dos Reservatórios

É de conhecimento geral que no Brasil o abastecimento de água não é feito de forma contínua, havendo alguns pontos e localidades onde a intermitência no abastecimento acontece com frequência. Sendo assim, deve-se dimensionar o reservatório considerando uma reserva de mais um dia de consumo, sendo assim a capacidade final será suficiente para o abastecimento do edifício por dois dias, garantindo assim o abastecimento de água caso este seja interrompido por alguma finalidade. Conforme dito anteriormente o sistema de distribuição utilizado será o indireto de distribuição com bombeamento, sendo necessária a concepção de um reservatório inferior e outro superior, usando a alimentação descendente.

Para critério de dimensionamento, além da reserva usada para casos de falta de abastecimento, deve-se considerar também uma para possíveis incêndios na edificação. Segundo a norma estima-se essa reserva entre 15 a 20% do consumo diário. Em nosso projeto será utilizado o valor de 20% para esta reserva. As distribuições dos reservatórios seguem a seguinte metodologia:

- Reservatório Inferior: $\frac{3}{5}$ do consumo diário + consumo diário
- Reservatório Superior: $\frac{2}{5}$ do consumo diário + 20% do consumo diário

Assim consegue-se chegar ao valor proposto de dois dias de abastecimento acrescido de 20% de reserva de incêndio, devidamente divididos entre os respectivos reservatórios. Deste modo, chega-se aos seguintes valores numéricos:

$$\begin{aligned} \text{- Reservatório superior (Rs)} &=> \frac{2}{5} \times 90.000 + 20\% \times 90.000 \\ &= 36.000 + 18.000 = \mathbf{54.000 \text{ litros}} \end{aligned}$$

Portanto, o reservatório superior armazenará aproximadamente 54.000 litros de água, equivalente a 54 m³.

$$\begin{aligned} \text{- Reservatório inferior (Ri)} &=> \frac{3}{5} \times 90.000 + 90.000 \\ &= 54.000 + 90.000 = \mathbf{144.000 \text{ litros}} \end{aligned}$$

Portanto, o reservatório inferior armazenará, aproximadamente, 144.000 litros de água, equivalente a 144 m³.

2.2.5. Dimensionamento dos Reservatórios

Para o dimensionamento dos reservatórios foram seguidas algumas recomendações para os elementos estruturais, como por exemplo, as espessuras das paredes laterais serão de 0,15 m e a espessura da laje inferior e superior de 0,10 m, outra recomendação importante que se deve adotar é uma folga na altura do reservatório para o nível de água máximo, sendo adotado o valor de 0,30 m.

Para o reservatório superior o volume de água é de 54.000 litros = 54 m³.

O reservatório de menor capacidade (superior) deve ser dividido em mais de uma célula para permitir manutenções e limpeza sem que se precise interromper o abastecimento de água do prédio.

Sendo assim, o reservatório superior foi dividido em duas células, com capacidade de 27 m^3 de água cada uma.

Para cálculo fixou-se uma altura de 2,70 m (Tomando como referencia que esta altura possibilita a correta manutenção e limpeza do reservatório) e uma largura de 4,60 m (Fixado com base na dimensão da projeção da escada do edifício, local escolhido para disposição do reservatório superior).

Cálculo do volume de cada célula do reservatório = (Área da base) x (altura) = $27,0 \text{ m}^3$

$$\text{Volume} = (X) \times 4,60 \times 2,70 = 27,00 \Rightarrow x \approx 2,18 \text{ m.}$$

Assim para o cálculo da altura relativa à reserva de incêndio (h) no reservatório superior, basta aplicar a fórmula do volume, mantendo os valores das dimensões das bases conhecidas, mas, substituindo o volume da reserva de incêndio encontrada no cálculo anterior, achando assim a altura estimada desta reserva. ($V = 18.000 \text{ litros} = 18,0 \text{ m}^3$)

$$V = \text{Volume} = (\text{Área da base}) \times (\text{altura}) = 18,00 \text{ m}^3$$

$$V = (4,60 \times 2,18) \times h = 9,0 \Rightarrow h \approx 0,90 \text{ m}$$

Abaixo segue o modelo esquemático do reservatório superior em planta e em corte (Figuras 2.1 e 2.2), mostrando as dimensões do fundo/tampa. Baseado neste modelo pode-se calcular o volume de concreto que será empregado na construção e seu peso, mostrando a viabilidade das dimensões aplicadas.

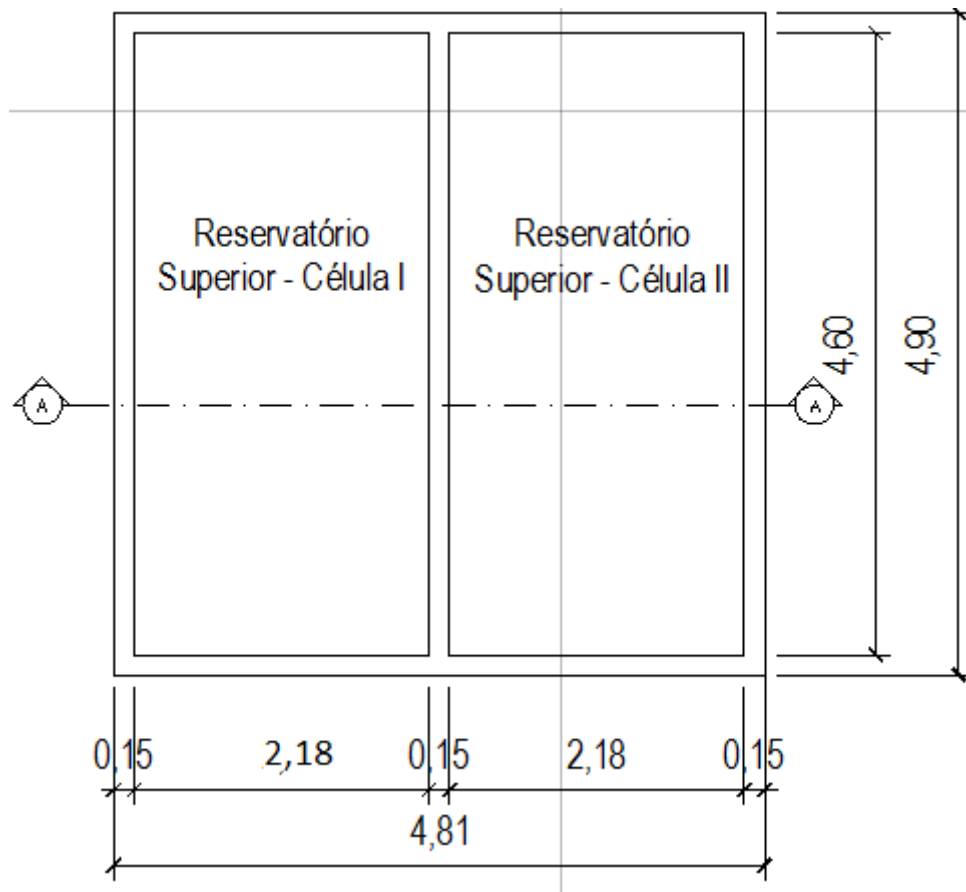


Figura 2.1 – Dimensões em planta do fundo/tampa do reservatório superior.

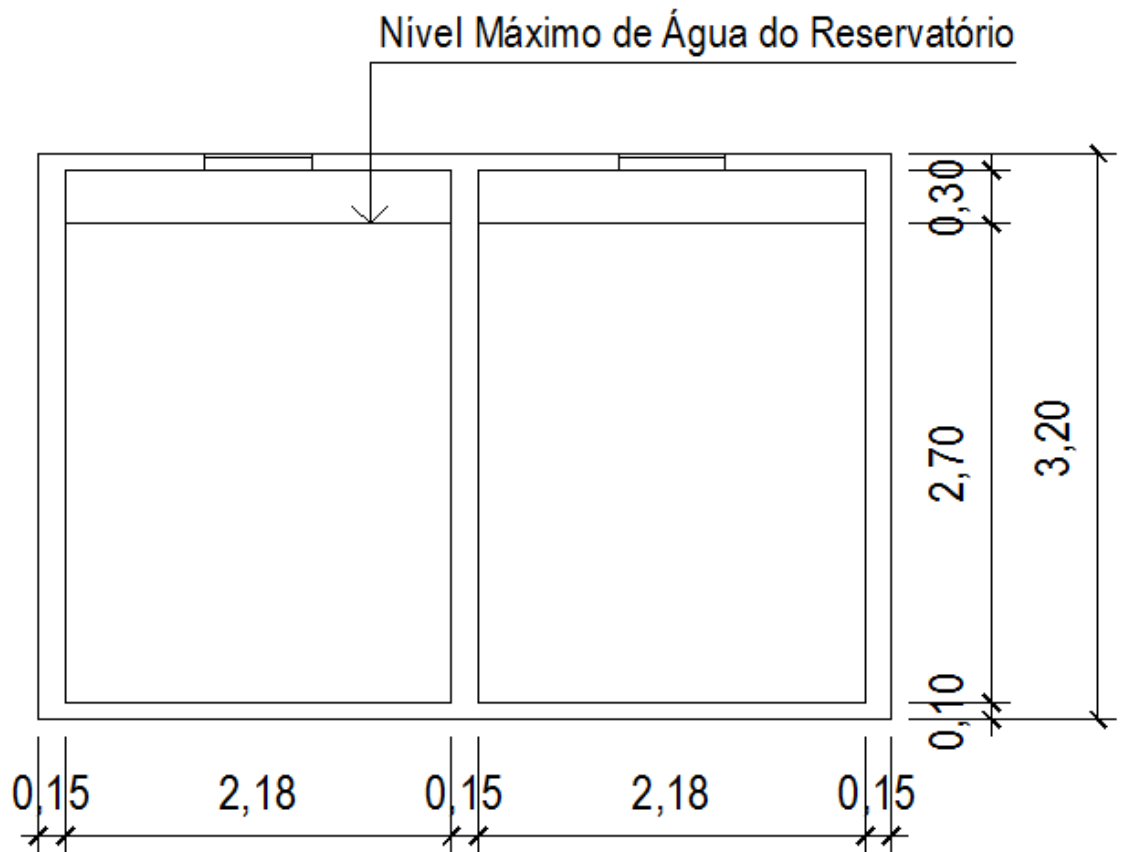


Figura 2.2 – Dimensões em corte do fundo/tampa do reservatório superior.

Cálculo do volume e peso do concreto utilizado no reservatório superior:

- Fundo / Tampa: $V = 2 \times (4,81 \times 4,90 \times 0,1) = 4,71 \text{ m}^3$.

- Paredes: $(2 \times 4,81 \times 3,00 \times 0,15) + (3 \times 4,60 \times 3,00 \times 0,15) = 4,32 + 6,21 = 10,53 \text{ m}^3$.

Volume total de concreto do reservatório superior = $10,53 + 4,71 = 15,24 \text{ m}^3$.

Calculando o peso específico, temos:

$$\gamma = \frac{P(\text{peso})}{V(\text{volume})} \quad (2.2)$$

Onde:

$$\gamma - (\text{peso específico do concreto}) = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}.$$

$$\text{Peso} = \gamma \times V.$$

$$\text{Peso} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 15,24 \text{ m}^3 = 381,00 \text{ kN} = 38.100 \text{ kgf}.$$

Os cálculos acima se referem ao peso do reservatório superior sem a presença de água, pode-se estimar o peso que a água irá exercer quando o reservatório estiver completamente cheio, como a capacidade é de 54.000 litros equivalente a 54.000 Kg (referente à água), logo o peso final da estrutura equivalente ao reservatório superior é de: $54.000 + 38.100 = 92.100 \text{ Kg}$.

A mesma metodologia de cálculo foi utilizada no dimensionamento do reservatório inferior, segundo cálculo anterior o volume a ser armazenado é de 144.000 litros de água, a altura estipulada para a cisterna será de 2,10 metros na tomada d'água mais uma altura de 0,30 m para ventilação, totalizando uma altura a ser escavada de $2,10 + 0,30 + 0,20 = 2,60 \text{ m}$.

Como este reservatório também será dividido em duas células pode-se fixar uma das dimensões da base para cálculo da outra, o valor seguido foi de 4,0 metros, assim teremos:

$$\text{Volume de uma célula do reservatório} = (\text{Área da base}) \times (\text{altura}) = 72 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume} = (X) \times 4,0 \times 2,10 = 72,0$$

$$(X) = 8,57 \text{ m} \approx 8,60 \text{ m}$$

Logo cada célula terá a seguinte dimensão interna: $8,60 \times 4,0 \times 2,10$, representados nas Figuras 2.3 e 2.4.

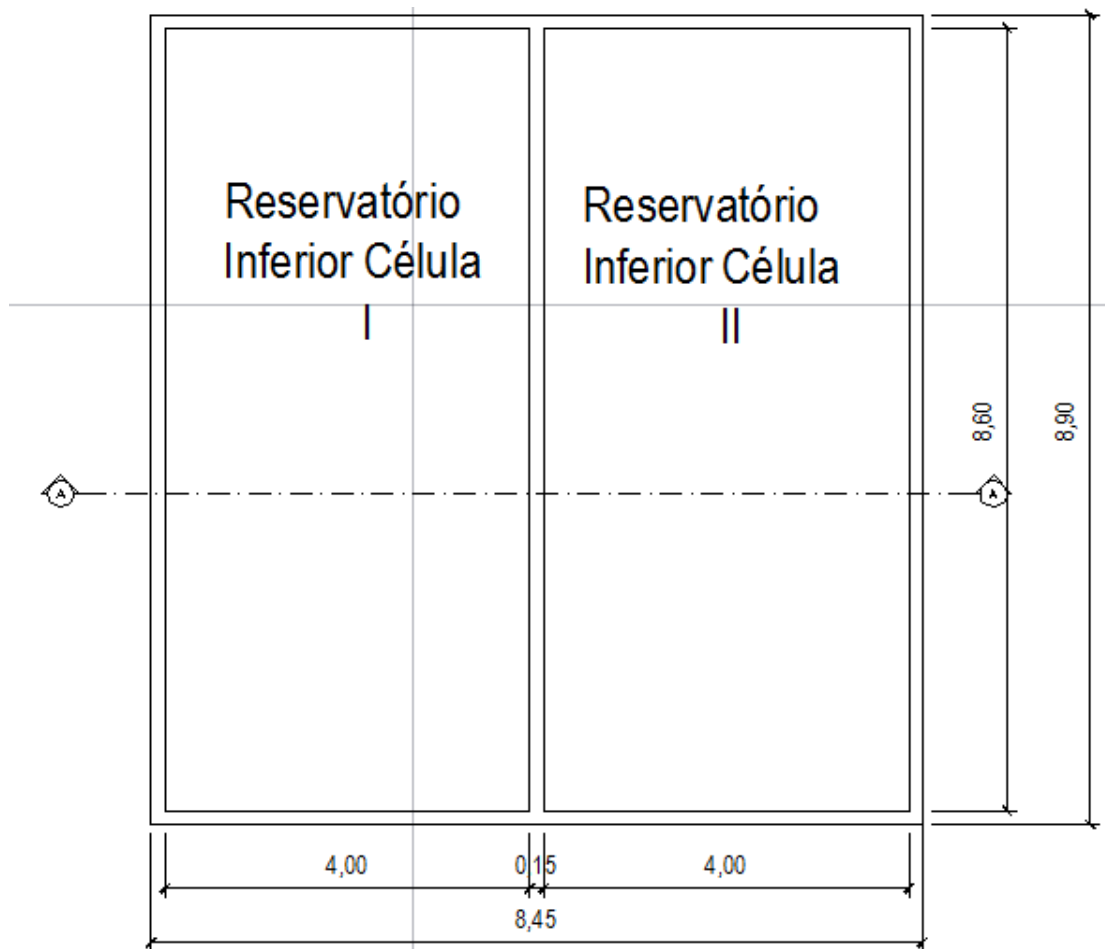


Figura 2.3 – Dimensões em planta do fundo/tampa do reservatório inferior.

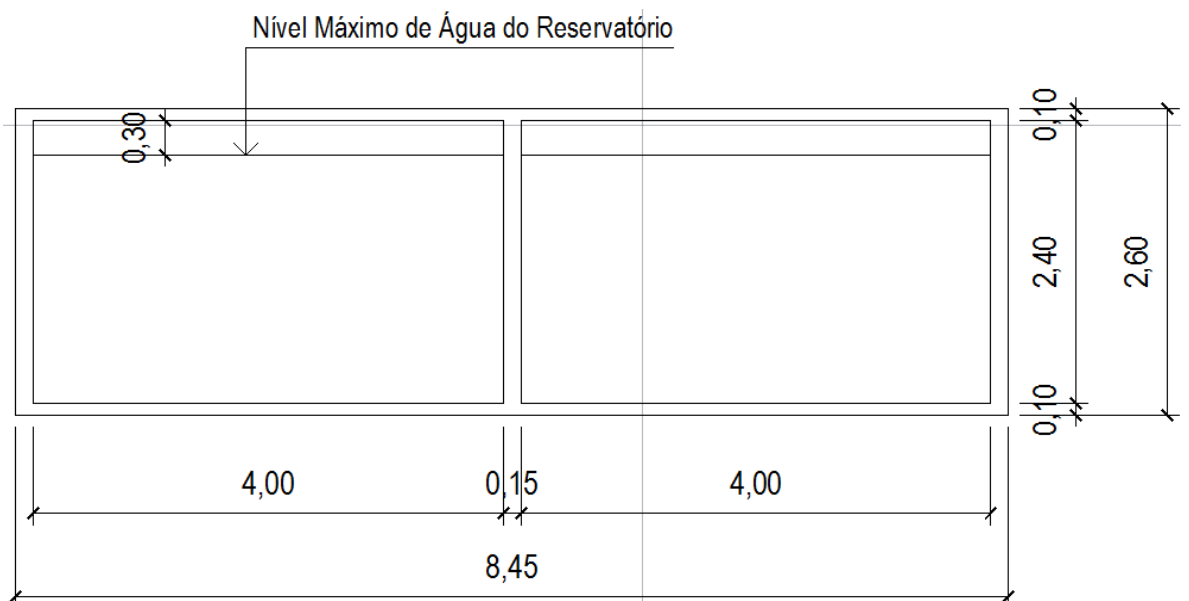


Figura 2.4 – Dimensões em corte do fundo/tampa do reservatório inferior.

Para o cálculo do volume de concreto do reservatório inferior deve-se seguir os mesmos passos anteriormente feitos para o superior. O volume de concreto empregado para a construção dos dois reservatórios inferiores é calculado da seguinte forma:

$$\text{- Fundo / Tampa: } V = 2 \times (8,90 \times 8,45 \times 0,1) = 15,04 \text{ m}^3.$$

$$\text{- Paredes: } (2 \times 8,45 \times 2,40 \times 0,15) + (3 \times 8,60 \times 2,40 \times 0,15) = 6,08 + 9,28 = 15,36 \text{ m}^3.$$

Volume total de concreto do reservatório superior = $15,04 + 15,36 = 30,40 \text{ m}^3$.

Calculando o peso específico, temos:

$$\gamma = \frac{P(\text{peso})}{V(\text{volume})}$$

$$\gamma \text{ (peso específico do concreto)} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso} = \gamma \times V.$$

$$\text{Peso} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 30,40 \text{ m}^3 = 760,00 \text{ kN} = 76.000 \text{ kgf}.$$

Somando o peso do concreto com o de água que é de $144.000 + 76.000 = 220.000 \text{ Kg}$.

As plantas na escala 1:100 dos reservatórios superior e inferior encontram-se em anexo.

2.2.6. Dimensionamento das Tubulações

2.2.6.1. Generalidades

A tubulação foi dimensionada de modo a garantir o abastecimento de água com vazão adequada, sem que ocorra o superdimensionamento.

2.2.6.2. Vazões nos Pontos de Utilização

A instalação predial de água fria foi dimensionada, a fim de que as vazões de projeto impostas na Tabela 2.4 sejam atendidas na respectiva peça de utilização.

Com exceção de instalações cujos horários são rígidos, como quartéis, colégios, etc., nunca há o caso de se utilizarem todas as peças ao mesmo tempo. No caso de um funcionamento simultâneo não previsto nos cálculos de dimensionamento da tubulação, a redução temporária da vazão, em qualquer um dos pontos de utilização, não deve comprometer significativamente a satisfação do usuário.

Tabela 2.4 - Pesos das Peças de Utilização.

Peças de utilização	Vazão (l/s)	Peso
Bacia sanitária com caixa de descarga	0,15	0,3
Bacia sanitária com válvula de descarga	1,9	40
Banheira	0,3	1
Bebedouro	0,05	0,1
Bidê	0,1	0,1
Chuveiro	0,2	0,5
Lavatório	0,2	0,5
Máquina de lavar prato ou roupa	0,3	1
Pia de despejo	0,3	1
Pia de cozinha	0,25	0,7
Tanque de lavar roupa	0,3	1
Torneira de jardim ou lavagem em geral	0,2	0,4

Referências: Tab. A1 da ABNT 5626 (1998) e Tab. 1.3 do livro Instalações Hidráulicas e Sanitárias – 6ª Edição (2006).

A expressão seguinte, extraída da ABNT-5626 (1998) dá uma ideia da vazão provável em função dos “pesos” atribuídos às peças de utilização.

$$Q = C \sqrt{\Sigma P} \quad (2.3)$$

Onde:

Q = Vazão em l/s no ponto na seção desejada.

C = Coeficiente de descarga = 0,3 l/s.

ΣP = soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas através do trecho considerado.

2.2.6.3. Velocidade Máxima da Água

A velocidade máxima de projeto nas tubulações deve atender a ABNT 5626 (1998) e não deve ser superior a 3,0 m/s. Caso a velocidade exceda esse valor, deve-se aumentar o diâmetro da tubulação na tubulação selecionada.

2.2.6.4. Pressões Máximas e Mínimas

A pressão dinâmica nos pontos de utilização deve atender a Tabela 3 da ABNT-5626 (1998) que foi estabelecida para garantir a vazão de projeto indicadas na Tabela 2.4. A pressão dinâmica não deve exceder 400 kPa (40 m.c.a.) e não deve ser inferior a 10 kPa (1 m.c.a.) com exceção da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor, mas não deve ser inferior a 5 kPa (0,5 m.c.a.).

2.2.6.5. Dimensionamento dos Encanamentos

Todas as tubulações da rede predial de água fria são dimensionadas para funcionar como condutos forçados.

2.2.6.6. Dimensionamento das Colunas

O método de Hunter foi o método escolhido para realizar o dimensionamento. As colunas são dimensionadas trecho por trecho, e, para isso, torna-se necessário o esquema vertical da instalação, com as peças que serão atendidas em cada coluna.

A ABNT-5626 (1998) sugere uma planilha de cálculo das colunas o que facilita a verificação das velocidades, vazões máximas e a pressão dinâmica a jusante. Sendo estas as seguintes colunas da planilha do Apêndice I:

- a) Numerar a coluna;
- b) Marcar com letra os trechos em que haverá derivações para os ramais;
- c) Somar os pesos de todas as peças de utilização;
- d) Juntar os pesos acumulados no trecho;
- e) Determinar a vazão, em l/s. Ver seção 2.2.6.2;
- f) Arbitrar um diâmetro D (mm). Ver Figura 2.5;
- g) Obter os outros parâmetros hidráulicos, ou seja, velocidade V , em m/s, e a perda de carga J , em m/m, conhecidos o diâmetro e a vazão, olhando na Figura 2.6; caso a velocidade seja superior a 3 m/s, deve-se escolher um diâmetro maior;
- h) Para saber o comprimento real L da tubulação, basta medir na planta, indicando o comprimento em m;
- i) O comprimento equivalente é resultado das perdas localizadas nas conexões e representa um acréscimo ao comprimento real.
- j) O comprimento total L_t é a soma do comprimento real e o equivalente;
- k) A pressão disponível no ponto considerado representa a diferença de nível entre o meio do reservatório e esse ponto. É medido em metros de coluna de água (m.c.a.).
- l) A perda de carga unitária, em m.c.a., é obtida de modo indicado no item g;
- m) A perda de carga total, em m.c.a., é obtida, multiplicando-se o comprimento total pela perda de carga unitária, ou seja:

$$J = \frac{Hp}{Lt} \text{ ou } Hp = J \times Lt;$$

- n) De posse da pressão disponível, subtraindo a perda de carga total, tem-se a pressão dinâmica a jusante, em m.c.a. Essa pressão deve ser verificada para cada peça, para ver se está dentro dos limites especificados na seção 2.2.6.3.

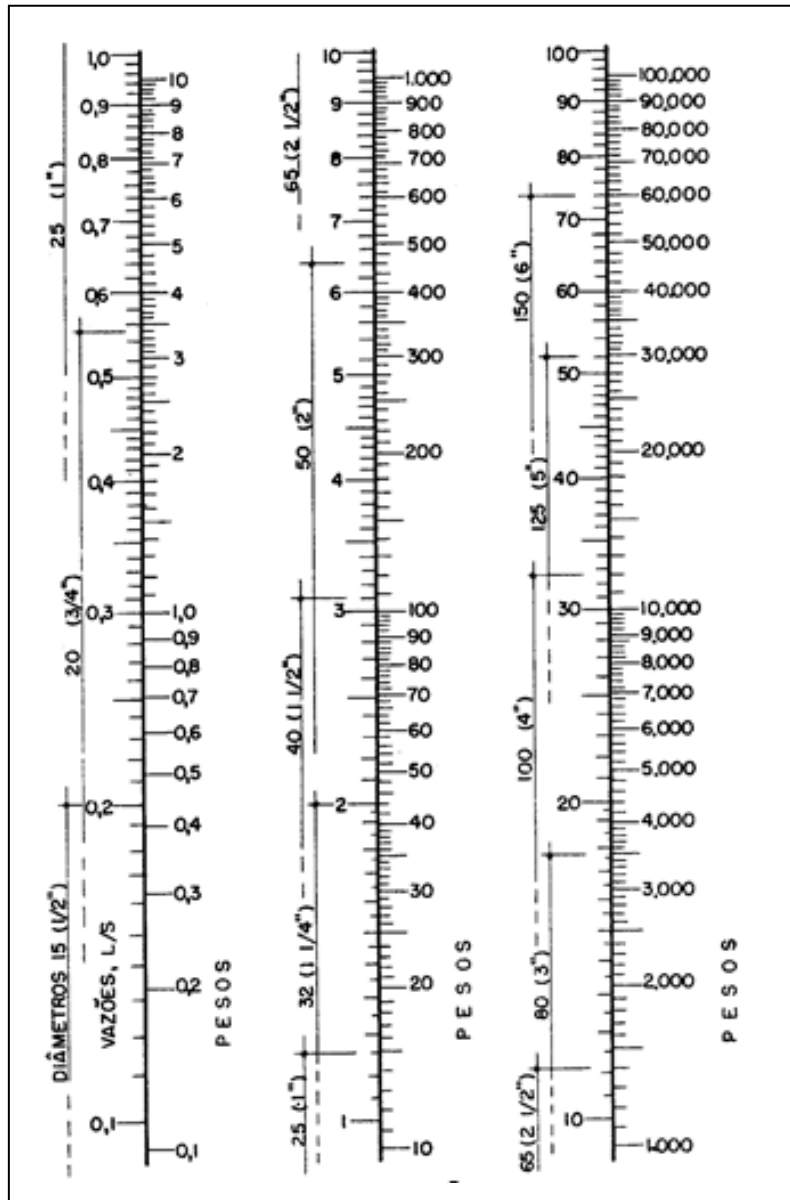


Figura 2.5 – Ábaco das Vazões e diâmetros em função dos pesos para cálculo das tubulações.

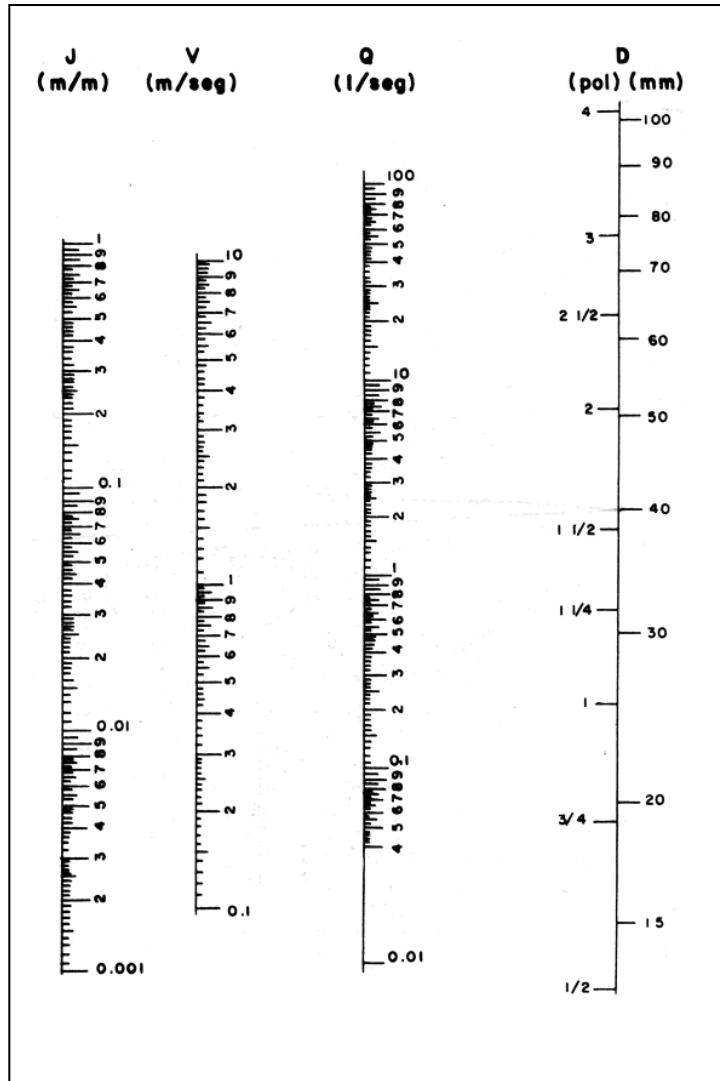


Figura 2.6 - Ábaco para encanamento de cobre e PVC.

As descidas das colunas de água serão através do hall de entrada de cada pavimento. Os apartamentos terão, no entanto, hidrômetros individuais, fazendo com que cada morador pague somente o valor consumido em sua residência.

O sistema de abastecimento é composto por quatro colunas, que podem ser subdividas em Tipos, caso apresentem diferentes peças de utilização, e assim diferentes pesos unitário. O Tipo I são os apartamentos localizados no primeiro andar. O Tipo II são os apartamentos localizados no segundo andar. O Tipo III são os apartamentos localizados entre o terceiro e o décimo sexto andar. O Tipo IV são os apartamentos localizados no décimo sétimo andar,

vale lembrar que conforme a planta, apenas dois apartamentos serão construídos nesse andar.

Além dos quatro tipos de apartamentos já citados, a coluna 2 será responsável por abastecer também os andares abaixo do primeiro andar (G2 e PUC, G1 e Térreo). A coluna 2 foi escolhida por apresentar o menor peso acumulado considerando apenas o acumulado dos quatro tipos de apartamento.

Nas Tabelas a seguir estão descritos os pesos referentes a cada tipo de apartamento.

Coluna 1: A coluna 1 abastece os apartamentos terminados com a numeração 01.

Tabela 2.5 – Pesos do Apartamento Tipo I da Coluna 1.

TIPO I				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	2	1,4
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	4	1,2
Lavatório	0,2	0,5	4	2
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	4	0,4
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
			Total	8,9

Tabela 2.6 – Pesos do Apartamento Tipo II da Coluna 1.

TIPO II				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	1	0,7
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	4	1,2
Lavatório	0,2	0,5	4	2
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	4	0,4
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
			Total	8,2

Tabela 2.7 – Pesos do Apartamento Tipo III da Coluna 1.

TIPO III				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	1	0,7
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	4	1,2
Lavatório	0,2	0,5	4	2
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	4	0,4
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
Total				8,2

Coluna 2: A coluna 2 abastece os apartamentos terminados com a numeração 02, além de abastecer também o PUC, garagem e o térreo.

Tabela 2.8 – Pesos do Apartamento Tipo I da Coluna 2.

TIPO I				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	2	1,4
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	3	0,9
Lavatório	0,2	0,5	3	1,5
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	3	0,3
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
Total				8

Tabela 2.9 – Pesos do Apartamento Tipo II da Coluna 2.

TIPO II				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	1	0,7
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	3	0,9
Lavatório	0,2	0,5	3	1,5
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	3	0,3
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
Total				7,3

Tabela 2.10 – Pesos do Apartamento Tipo III da Coluna 2.

TIPO III				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	1	0,7
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	3	0,9
Lavatório	0,2	0,5	3	1,5
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	3	0,3
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
Total				7,3

Tabela 2.11 – Pesos do G2 / PUC da Coluna 2.

G2 / PUC				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	2	1,4
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	4	1,2
Lavatório	0,2	0,5	3	1,5
Chuveiro	0,2	0,5	2	1
Ducha	0,1	0,1	4	0,4
Torneira Externa	0,2	0,4	2	0,8
Total				6,3

Tabela 2.12 – Pesos do G1 da Coluna 2.

G1				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Torneira Externa	0,2	0,4	4	1,6
Total				1,6

Tabela 2.13 – Pesos da Garagem Térreo da Coluna 2.

Garagem Térreo				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	1	0,3
Lavatório	0,2	0,5	1	0,5
Chuveiro	0,2	0,5	1	0,5
Ducha	0,1	0,1	1	0,1
Torneira Externa	0,2	0,4	5	2
Total				3,4

Coluna 3: A coluna 3 abastece os apartamentos terminados com a numeração 03.

Tabela 2.14 – Pesos dos apartamentos Tipo I,II,III e IV da Coluna 3.

TIPO I, TIPO II, TIPO III, TIPO IV				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	3	2,1
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	4	1,2
Lavatório	0,2	0,5	4	2
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	4	0,4
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
Total				9,6

Coluna 4: A coluna 4 abastece os apartamentos terminados com a numeração 04.

Tabela 2.15 – Pesos dos apartamentos Tipo I,II,III e IV da Coluna 4.

TIPO I, TIPO II, TIPO III, TIPO IV				
Peças de utilização	Vazão	Peso Unitário	Nº de Peças	Peso
Pia de Cozinha	0,25	0,7	3	2,1
Tanque de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Máquina de Lavar Roupa	0,3	1	1	1
Bacia Sanitária com caixa de Descarga	0,15	0,3	4	1,2
Lavatório	0,2	0,5	4	2
Chuveiro	0,2	0,5	3	1,5
Ducha	0,1	0,1	4	0,4
Torneira Externa	0,2	0,4	1	0,4
Total				9,6

Com o auxílio do ábaco da Figura 2.5, foi encontrado o diâmetro inicial de 50mm (2”) para todas as colunas. Esse diâmetro deve começar a ser usado a partir do fim do barrilete. No cálculo de pressão a jusante não foram encontrados problemas com pressão mínima, já que nos pontos críticos verificados detalhadamente a seguir, a pressão encontrada estava acima de 10kPa (1 m.c.a.), sendo assim, está de acordo com a norma. Foram encontrados problemas quanto à pressão máxima nos três primeiros pavimentos, térreo, G1 e G2/PUC. Esse problema deve ser resolvido com a introdução de válvulas redutoras ou caixas intermediárias no sistema.

À medida que a demanda de água diminui e a pressão em metros de coluna d’água aumenta, o diâmetro das colunas também reduz para 25 mm (1”) e 20 mm ($\frac{3}{4}$ ”) para a coluna 2.

Os comprimentos reais e equivalentes das tubulações das colunas foram calculados da seguinte forma:














Comprimento real:

Do térreo até o 17º andar, o comprimento real de cada trecho é equivalente ao pé direito, acrescido da espessura da laje de cada pavimento, ou seja, 3,15 m. Já para o trecho do 17º andar até a caixa d’água, além do pé direito e da laje, há um acréscimo de comprimento de tubulação, do local de descida das colunas até o barrilete, resultando em um total aproximado de 9 m a 10 m dependendo da coluna.

Comprimento equivalente:

As perdas localizadas são calculadas em função das peças de utilização (Tabela 2.16), nas quais os valores variam de acordo com o tipo de peça e seus respectivos diâmetros.

Tabela 2.16 - Perdas de Carga Localizadas Considerando os Comprimentos Equivalentes em Metros de Canalização.

CONEXÃO	Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização									
	MATERIAL	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Curva 90° 	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1
Curva 45° 	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
Joelho 90° 	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2
Joelho 45° 	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9
Tê de passagem direta 	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7
Tê de saída lateral 	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
Tê de saída bilateral 	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
União 	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Saída de canalização 	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0
Luva de redução (*) 	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07
Registro de gaveta ou esfera aberto 	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
Registro de globo aberto 	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0
Registro de ângulo aberto 	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0

O primeiro trecho, A – B, que está localizado entre a caixa d'água e o 17º andar apresenta o maior comprimento equivalente, uma vez que, foram utilizados mais conexões, inclusive na interligação do barrilete. Seguem abaixo as peças utilizadas e seus respectivos comprimentos equivalentes para cada tipo de trecho.

Tabela 2.17 – Comprimento Equivalente do Primeiro Trecho.

Trecho A - B				
Conexão	Quantidade (unidades)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/m)	Perda de Carga (m/m)
Registro de gaveta aberto	1	60	0,4	0,4
Registro de gaveta aberto	1	50	0,4	0,4
Registro de gaveta aberto	1	32	0,2	0,2
Curva de 90°	1	60	1,4	1,4
Curva de 90°	2	50	1,3	2,6
Tê de saída de lado	1	60	7,8	7,8
Tê de saída de lado	1	50	7,6	7,6
			Total	20,4

Tabela 2.18 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 50mm.

Trechos com diâmetro de 50mm				
Conexão	Quantidade (unidades)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/m)	Perda de Carga (m/m)
Tê 90° de saída de lado	1	50	7,6	7,6
Registro de gaveta aberto	1	32	0,4	0,4
			Total	8

Tabela 2.19 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 40mm.

Trechos com diâmetro de 40mm				
Conexão	Quantidade (unidades)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/m)	Perda de Carga (m/m)
Tê 90° de saída de lado	1	40	7,3	7,3
Registro de gaveta aberto	1	32	0,4	0,4
			Total	7,7

Tabela 2.20 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 32mm.

Trechos com diâmetro de 32mm				
Conexão	Quantidade (unidades)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/m)	Perda de Carga (m/m)
Tê 90° de saída de lado	1	32	4,6	4,6
Registro de gaveta aberto	1	25	0,3	0,3
			Total	4,9

Tabela 2.21 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 25mm.

Trecos com diâmetro de 25mm				
Conexão	Quantidade (unidades)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/m)	Perda de Carga (m/m)
Tê 90° de saída de lado	1	25	3,1	3,1
Registro de gaveta aberto	1	25	0,3	0,3
			Total	3,4

Tabela 2.22 – Comprimento Equivalente dos trechos com diâmetro de 20mm.

Trecos com diâmetro de 20mm				
Conexão	Quantidade (unidades)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/m)	Perda de Carga (m/m)
Tê 90° de saída de lado	1	20	2,4	2,4
Registro de gaveta aberto	1	25	0,3	0,3
			Total	2,7

O cálculo das pressões a jusante em cada trecho das colunas pode ser visto no Apêndice I.

2.2.6.7. Dimensionamento do Barrilete

O Barrilete é o cano que interliga as duas metades da caixa-d'água e de onde partem as colunas de água. A água do Barrilete é coletada a uma altura de 0,9 m acima do fundo funda da caixa para evitar a contaminação da água com os depósitos sedimentados no fundo e também para a reserva de incêndio.

Foi escolhido o Barrilete concentrado, onde o registro de gaveta de todas as colunas encontra-se em uma única região. O dimensionamento foi feito pelo método de Hunter.

O Método de Hunter fixa a perda de carga em 8% e calcula a vazão como se cada metade da caixa atendesse à metade das colunas. Conhecendo a perda de carga **J** e a vazão **Q**, entra-se no ábaco da Figura 2.6 e encontra-se o diâmetro **D**;

Coluna 1: Vazão = 3,4 l/s

Coluna 2: Vazão = 3,4 l/s

Coluna 3: Vazão = 3,8 l/s

Coluna 4: Vazão = 3,8 l/s

Para o barrilete correspondente a coluna 1 e 3 tem-se os seguintes dados:

$$Q = 3,4 + 3,8$$

$$Q = 7,2 \text{ l/s}$$

$$J = 0,08 \text{ m/m}$$

Através do ábaco da Figura 2.6 encontra-se o diâmetro do barrilete de 60 mm (2 ½”).

Para o barrilete correspondente a coluna 2 e 4 tem-se os seguintes dados:

$$Q = 3,4 + 3,8$$

$$Q = 7,2 \text{ l/s}$$

$$J = 0,08 \text{ m/m}$$

Através do ábaco da Figura 2.6 encontra-se o diâmetro do barrilete de 60 mm (2 ½”).

2.2.6.8. Dimensionamento dos Ramais

Os ramais são as tubulações que ligam a coluna às peças de utilização. Assim como nas colunas, foi utilizado o método de Hunter para o dimensionamento das tubulações. Para ramais com peso menor que 3,5 foi utilizado o diâmetro de 20 mm. Para ramais com peso entre 3,5 e 15 foi utilizado o diâmetro de 25 mm.

Para a verificação das pressões mínimas, os ramais foram calculados até as extremidades mais críticas, do hidrômetro até as peças mais distantes e do hidrômetro até o chuveiro mais distante. Foi escolhido o andar da cobertura, 17º andar, para a verificação, visto que este é o andar que apresenta menor pressão disponível e assim mais suscetível a apresentar pressão mínima insuficiente.

A verificação da pressão mínima foi feita apenas em um apartamento, já que o apartamento 1704 é exatamente igual ao apartamento 1703 e como pode ser visto em planta, o apartamento 1703 está mais distante do hidrômetro sendo assim é o que tem maior probabilidade de apresentar problemas.

Segue abaixo o cálculo dos ramais para três peças de utilização, a pia da churrasqueira e a torneira ambos na área da churrasqueira e o chuveiro da área de serviço. A pia da churrasqueira e a torneira foram escolhidas por serem os pontos mais distantes do hidrômetro, já o chuveiro foi escolhido por ser uma peça que geralmente apresenta problemas quanto à pressão disponível, já que é uma peça de maior altura. O chuveiro escolhido foi o da área de serviço por ser o mais distante do hidrômetro.

As Tabelas a seguir ilustram os comprimentos equivalentes considerados para cada trecho e os posicionamentos podem ser vistos nas plantas em Anexo. Os Comprimentos reais foram medidos e os pesos unitários verificados também através das plantas em Anexo.

- **Verificação das pressões mínimas**

Comprimento Equivalente da Pia da churrasqueira

Tabela 2.23 – Comprimento Equivalente de cada trecho do ramal até a Pia da Churrasqueira.

Trecho A - B				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	25	0,6	2	1,2
Tê 90° de passagem direta	25	0,9	1	0,9
			Total	2,1
Trecho B - C				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de passagem direta	20	0,8	1	0,8
			Total	0,8
Trecho C - D				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de passagem direta	20	0,8	1	0,8
			Total	0,8
Trecho D - E				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	20	0,5	3	1,5
			Total	1,5

Comprimento Equivalente da Torneira da Área da Churrasqueira

Tabela 2.24 – Comprimento Equivalente de cada trecho do ramal até a Torneira da Área da Churrasqueira.

Trecho A - B				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	25	0,6	2	1,2
Tê 90° de passagem direta	25	0,9	1	0,9
			Total	2,1
Trecho B - C				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de passagem direta	20	0,8	1	0,8
			Total	0,8
Trecho C - D				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de saída de lado	20	2,4	1	2,4
			Total	2,4
Trecho D - F				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	20	0,5	3	1,5
Curva 45°	20	0,3	2	0,6
			Total	2,1

Comprimento Equivalente do Chuveiro da Área de Serviço

Tabela 2.25 – Comprimento Equivalente de cada trecho do ramal até o Chuveiro da Área de Serviço.

Trecho A - B				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	25	0,6	2	1,2
Tê 90° de saída de lado	25	3,1	1	3,1
			Total	4,3
Trecho B - G				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de passagem direta	25	0,9	1	0,9
			Total	0,9
Trecho G - H				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de passagem direta	25	0,9	1	0,9
			Total	0,9
Trecho H - I				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	25	0,6	2	1,2
Tê 90° de passagem direta	25	0,9	1	0,9
			Total	2,1
Trecho I - J				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Tê 90° de passagem direta	20	0,8	1	0,8
			Total	0,8
Trecho J - L				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	20	0,5	2	1
Registro de Gaveta	20	0,2	1	0,2
Tê 90° de passagem direta	20	0,8	1	0,8
			Total	2
Trecho L - M				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	20	0,5	3	1,5
Tê 90° de passagem direta	20	0,8	1	0,8
			Total	2,3
Trecho M - N				
Conexão	Diâmetro	Unitário	Quantidade	Total
Curva 90°	20	0,5	3	1,5
Registro de Gaveta	20	0,2	1	0,2
			Total	1,7

Os valores das velocidades e pressões disponíveis e a jusante podem ser vistos no Apêndice II.

2.2.6.9. Dimensionamento do Encanamento de Recalque

O encanamento de recalque é a tubulação responsável pela ligação da bomba ao reservatório superior.

O dimensionamento foi baseado no ábaco de Forchheimer:

Portanto, tem-se:

Consumo diário = 89,99 m³

Adotando a duração de funcionamento diário da bomba igual a 5 horas:

Vazão horária = 89,99 x 0,20 = 17,998 m³/h

Com o valor da vazão horária e o número de horas de funcionamento da bomba, encontra-se no ábaco de Forchheimer (Figura 2.7) o valor da vazão (Q).

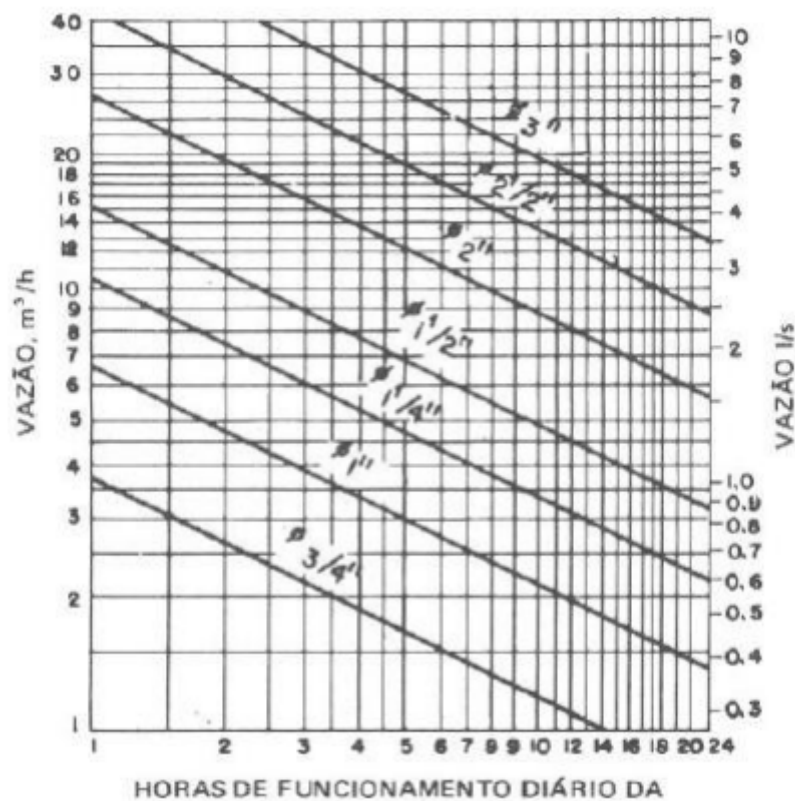


Figura 2.7 – Ábaco para a determinação do diâmetro econômico (Forchheimer).

O diâmetro então será de 60 mm (2 1/2").

2.2.6.10. Dimensionamento da Tubulação de Sucção

Escolheu-se um diâmetro comercial a mais do que o do recalque. Como o diâmetro da tubulação de recalque é de 60 mm (2 ½”), tem-se para a tubulação de sucção um diâmetro de 70 mm (3”).

2.2.6.11. Dimensionamento do Ramal Predial (de entrada)

Para o dimensionamento do ramal de Predial de entrada, encontra-se o valor da vazão mínima para o sistema de distribuição indireta e aplica-se a seguinte fórmula:

$$Q = \frac{C}{86400} \quad (2.4)$$

Sendo:

Q = vazão mínima, em l/s;

C = consumo diário, em litros.

Consumo diário do prédio = 89.999 litros

Vazão de entrada será:

$$Q = \frac{89999}{86400} = 1,042 \text{ l/s}$$

$$Q = 1,042 \text{ l/s}$$

Conforme recomenda a norma, adota-se a velocidade 1 m/s e aplicando o ábaco da figura 2.6 encontra-se o diâmetro do ramal de entrada igual a 40 mm (1 ½”).

2.2.7. Dimensionamento da Bomba de Recalque

O recalque da água no edifício será feito por bombas acionadas por motores elétricos. Para o dimensionamento da bomba é preciso conhecer a altura manométrica, a vazão e o rendimento do conjunto motor-bomba que, para instalações prediais, é da ordem de 50%. Para este dimensionamento são necessárias algumas informações, listadas abaixo:

- Consume diário médio = 90.000,00 l
- Altura estática da sucção = 2,28 m
- Comprimento desenvolvido da sucção = 13,43 m
- Altura estática de recalque = 71,84 m
- Comprimento desenvolvido no recalque = 91,65 m

OBS: As tubulações de recalque e de sucção serão de aço galvanizado e ferro fundido.

Peças de sucção:

- 2 válvula de pé
- 2 tês de saída bilateral
- 4 cotovelos curtos (joelho)
- 1 registro de gaveta (aberto)

Peças de recalque:

- 2 saídas de canalização
- 4 cotovelos curtos
- 1 tê de saída bilateral

a) Diâmetros de recalque e de sucção:

Recalque: 2 ½”
Sucção: 3”

b) Cálculo do comprimento equivalente de sucção: 3” (Figura 2.8)


Conexão		Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização									
		Material	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Curva 90°		PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9
		Metálico	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1
Curva 45°		PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
		Metálico	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
Joelho 90°		PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9
		Metálico	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2
Joelho 45°		PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5
		Metálico	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9
Tê de Passagem Direta		PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3
		Metálico	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7
Tê de Saída Lateral		PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
		Metálico	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
Tê de Saída Bilateral		PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0
		Metálico	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4
União		PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25
		Metálico	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
Saída de Canalização		PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9
		Metálico	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0
Luva de Redução (N)		PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2
		Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07
Registro de Gaveta ou Esfera Aberto		PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1
		Metálico	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9
Registro de Globo Aberto		Metálico	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0
Registro de Ângulo Aberto		Metálico	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0
Válvula de Pé com Crivo		PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4
		Metálico	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0
Válvula de Retenção	Horizontal	Metálico	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	6,4	10,4
	Vertical	Metálico	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1

Figura 2.8 – Comprimentos equivalentes em metros de canalização.

- 2 válvula de pé: 44,00 m
- 2 tê de saída bilateral: 10,80 m
- 4 cotovelos curtos (joelho): 10,00 m
- 1 registro de gaveta (aberto) 0,50 m
- Subtotal: 65,30 m
- Comprimento desenvolvido na sucção: 13,43 m
- Total: 78,73 m

c) Cálculo do “J” na sucção:

$$\text{Vazão horária: } 0,20 * 90.000,00 = 18.000,00 \text{ l/h} = 18,00 \text{ m}^3/\text{h} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 3'' \quad Q = 5,00 \text{ l/s}$$

$$J = 0,034 \text{ m/m} \quad V = 1,20 \text{ m/s}$$

d) Altura devida às perdas na sucção:

$$H_p = 0,034 * 78,73$$

$$H_p = 2,67 \text{ m}$$

e) Altura representativa da perda de velocidade:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \quad (2.5)$$

$$H_v = \frac{1,20^2}{2 * 9,81} = 0,0733m$$

f) Altura manométrica da sucção:

$$H_{ms} = 2,28 + 0,0733 + 2,67 = 5,02 \text{ m}$$

g) Comprimento equivalente do recalque: 2 ½”

- 2 saídas de canalização: 3,80 m
- 4 cotovelos curtos (joelho): 8,00 m
- 1 tê de saída bilateral: 4,30 m
- Subtotal = 16,10 m
- Comprimento desenvolvido no recalque: 91,65 m
- Total = 107,75 m

h) Cálculo do “J” no recalque:

$$\text{Vazão horária: } 0,20 * 90.000,00 = 18.000,00 \text{ l/h} = 18,00 \text{ m}^3/\text{h} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 2 \frac{1}{2}'' \quad Q = 5,0 \text{ l/s}$$

$$J = 0,09 \text{ m/m} \quad V = 1,80 \text{ m/s}$$

i) Altura devida às perdas no recalque:

$$H_p = 0,09 * 107,75 = 9,69 \text{ m}$$

j) Altura manométrica no recalque:

$$H_{mr} = 71,84 + 9,69 = 81,53 \text{ m}$$

k) Altura manométrica total:

$$H_t = 81,53 + 5,02 = 86,55 \text{ m}$$

Assim de posse destes valores pode-se calcular a potência do motor, seguindo a equação abaixo:

$$P = \frac{1000 \times H_{mano} \times Q}{75 \times \eta} \quad (2.6)$$

P = potência, em CV

H_{man} = altura manométrica total, em metros

Q = vazão, em m³/s

η = rendimento do conjunto motor-bomba

l) Potência do motor para acionar a bomba (Rendimento de 50%)

$$P = \frac{1000 * 86,55 * 18}{75 * 0,5 * 3600} = 11,54 CV$$

Logo para o caso deste edifício escolheremos uma bomba de 12 CV.

CAPÍTULO III – INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As instalações sanitárias têm como principais funções coletar e conduzir os despejos, provenientes de diversas peças de utilização tais como bacias sanitárias, chuveiros e pias. O sistema de esgoto deve dar destino apropriado, com higiene segura e de forma contínua.

O destino final dos efluentes do coletor predial das instalações sanitárias deve ser a rede pública de coleta de esgoto sanitário.

Deve-se sempre separar o sistema predial de esgoto ao de água pluviais para evitar qualquer tipo de contaminação.

O dimensionamento segue as normas estabelecidas pela ABNT 8160 (1999), que rege as instalações prediais de esgoto sanitário estabelecendo os requisitos mínimos a serem obedecidos na elaboração do projeto, execução e manutenção do sistema, para que satisfaçam as condições necessárias de higiene segurança e conforto dos usuários.

3.2 DIMENSIONAMENTO

3.2.1. Componentes do Subsistema de Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário

Para o dimensionamento das tubulações do subsistema de coleta e transporte de esgoto sanitário foi usado o método das unidades de Hunter de contribuição (UHC), obedecendo aos diâmetros nominais (DN) mínimos nos ramais de descarga na Tabela 3.1.

Para aparelhos que não estão listados na Tabela 3.1, o correspondente UHC foi estimado e o dimensionamento foi feitos com os valores indicados na Tabela 3.2.

A declividade da tubulação em trechos horizontais foi de 1%, se iguais ou maiores que 100 mm, e 1% para igual ou menor que 75 mm.

Tabela 3.1 - Unidades de Hunter de Contribuição dos Aparelhos e Diâmetro Nominal Mínimo dos Ramais de Descarga.

Aparelho sanitário	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga (DN)
Bacia sanitária	6	100
Bebedouro	0,5	40
Chuveiro de residência	2	40
Chuveiro coletivo	4	40
Lavatório de residência	1	40
Lavatório geral	2	40
Pia de cozinha residencial	3	50
Tanque de lavar roupas	3	40
Máquina de lavar roupas	3	50

Referência: Tab. 3 da ABNT 8160 (1999)

Tabela 3.2 - Unidades de Hunter de Contribuição para Aparelhos não Relacionados na Tabela 3.1.

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga (DN)	Número de unidades de Hunter de contribuição (UHC)
40	2
50	3
75	5
100	6

Referência: Tab. 4 da ABNT 8160 (1999).

3.2.2. Desconectores

Os desconectores devem seguir as seguintes condições:

- Ter fecho hídrico com altura mínima de 0,05 m;
- Apresentar orifício de saída com diâmetro igual ou superior ao ramal de descarga a ele conectado.

Como pode ser visto abaixo a soma de todos os aparelhos sanitários de cada banheiro pertencentes aos apartamentos, apresentam um UHC inferior a 6. Portanto o ralo sifonado apresentará um DN igual a 100 mm. O mesmo ocorreu para a área de serviço, lavabo e Área de Churrasco. No caso do

lavabo, nos apartamentos da coluna 1, coluna 3 e coluna 4, foi usado um ralo sifonado apenas para o lavatório. Nos apartamentos da coluna 2 não há lavabo.

Banheiro:

Lavatório de residência: 2 UHC.

Chuveiro de residência: 2 UHC.

Total = 4 UHC.

Área de Serviço:

Máquina de lavar roupas: 3 UHC.

Pia de lavar roupas: 3 UHC.

Total = 6 UHC.

Lavabo:

Lavatório de residência: 2 UHC.

Total = 2 UHC.

Área de Churrasco:

Torneira: 2 UHC.

Pia de residência: 2 UHC.

Total = 4 UHC.

3.2.3. Ramais de Descarga e Esgoto

Para os ramais de descarga, foram adotados os diâmetros mínimos apresentados na Tabela 3.1. Para os aparelhos não relacionados na Tabela 3.1, utilizou-se os valores da Tabela 3.2.

Os ramais de esgoto foram dimensionados conforme a Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Dimensionamento de Ramais de Esgoto.

Diâmetro nominal mínimo do tubo (DN)	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição (UHC)
40	3
50	6
75	20
100	160

Referência: Tab. 5 da ABNT 8160 (1999).

Cálculo das Contribuições de Hunter

Banheiro

- 1 Bacia sanitária = 6 UHC = 100 mm

DN de descarga = 100 mm

Ramal de esgoto = 100 mm

Declividade = 1%.

- 1 Lavatório = 1 UHC = 40 mm

- 1 Chuveiro = 2 UHC = 40 mm

Ramal de esgoto = 1+2 = 3 UHC = 40 mm (Tabela 3.3)

Declividade = 2%.

Lavabo

- 1 Bacia sanitária = 6 UHC = 100 mm

DN de descarga = 100 mm

Ramal de esgoto = 100 mm

Declividade = 1%.

- 1 Lavatório = 1 UHC = 40 mm

Declividade = 2%.

Área de Serviço

- 1 Máquina de lavar roupas = 3 UHC = 50 mm

- 1 Tanque de lavar roupas = 3 UHC = 40 mm

Ramal de esgoto = 3+3 = 6 UHC = 50 mm (Tabela 3.3)

Declividade = 2%.

Cozinha com duas Pias

- 2 Pia de cozinha = 6 UHC = 50 mm

Ramal de esgoto = 50 mm

Declividade = 2%.

Cozinha com uma Pia

- Pia de cozinha = 3 UHC = 50 mm

Ramal de esgoto = 50 mm

Declividade = 2%.

Área de Churrasco

- Pia de residência = 3 UHC = 50 mm

- Torneira de residência = 2 UHC = 40 mm

Ramal de esgoto = 3 + 2 = 5 UHC = 50 mm (Tabela 3.3)

Declividade = 2%.

Banheiro do PUC

- 1 Bacia sanitária = 6 UHC = 100 mm

DN de descarga = 100 mm

Ramal de esgoto = 100 mm

Declividade = 1%.

- 1 Lavatório = 1 UHC = 40 mm

Ramal de esgoto = 2+1 = 3 UHC = 40 mm (Tabela 3.3)

Declividade = 2%.

Cozinha PUC

- Pia de cozinha = 3 UHC = 50 mm

Ramal de esgoto = 50 mm

Declividade = 2%.

3.2.4. Tubos de Queda

O diâmetro dos tubos de queda devem apresentar dimensões iguais ou superiores aos das canalizações a eles ligadas. O dimensionamento seguiu a somatória dos valores das UHC indicados na Tabela 3.4.

Nas mudanças de direção do tubo de queda, colocaram-se tubos operculados (de visita) para evitar o entupimento. Esta medida foi necessária, quando a tubulação não pode seguir na mesma direção por questões arquitetônicas nos andares G2 e PUC,G1,Térreo.

Tabela 3.4 - Dimensionamento de Tubo de Queda.

Diâmetro nominal do tubo (DN)	Nº máximo de unidades de contribuição para prédios com mais de três pavimentos	
	em 1 pavimento	em todo o tubo
40	2	8
50	6	24
75	16	70
100	90	500
150	350	1.900
200	600	3.600
250	1.000	5.600
300	1.500	8.400

Referência: Tab. 7 da ABNT 8160 (1999).

Como o ângulo do desvio foi superior a 45° com a vertical, dimensionou-se a parte do tubo de queda acima do desvio, como um tubo de queda independente, com base no número de unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos acima do desvio, de acordo com os valores da Tabela 3.4.

Será executado um tubo de queda para cada banheiro (TQ), tubo secundário para a área de serviço (TS) e tubo de gordura para a cozinha (TG). O número total de Hunter para cada compartimento pode ser visto a seguir:

Tubo de Queda 1:

Tipo I: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Tipo II: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo III: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo IV: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Total = $18 + 9 + 14 * (9) + 9 = 162$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 1.

Tubo de Queda 2:

Tipo I: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo II: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Tipo III: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Tipo IV: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Total = $9 + 18 + 14 * (18) + 18 = 297$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 2.

Tubo de Gordura 3 e 12:

Tipo I: duas pias de residência = $2 * (3) = 6$ UHC.

Tipo II: duas pias de residência = $2 * (3) = 6$ UHC.

Tipo III: duas pias de residência = $2 * (3) = 6$ UHC.

Tipo IV: duas pias de residência = $2 * (3) = 6$ UHC.

Total = $6 + 6 + 14 * (6) + 6 = 102$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado maior que 24 no 13º andar (atinge 30 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm. O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 70 no 6º andar (atinge 72 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 75 mm para 100 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver máquina de lavar roupas e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 13º andar, 75 mm do 13º ao 6º andar e 100 mm em todo o resto dos Tubos de Gordura 3 e 12.

Tubo Secundário 4 e 9:

Tipo I: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo II: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo III: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo IV: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Total = $6 + 6 + 14 * (6) + 6 = 102$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado maior que 24 no 13º andar (atinge 30 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm. O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 70 no 6º andar (atinge 72 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 75 mm para 100 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver máquina de lavar roupas e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 13º andar, 75 mm do 13º ao 6º andar e 100 mm em todo o resto dos Tubos Secundário 4 e 9.

Tubo de Queda 5 e 8:

Tipo I: uma bacia sanitária, um lavatório = $(6+1) = 7$ UHC.

Tipo II: uma bacia sanitária, um lavatório = $(6+1) = 7$ UHC.

Tipo III: uma bacia sanitária, um lavatório = $(6+1) = 7$ UHC.

Tipo IV: uma bacia sanitária, um lavatório = $(6+1) = 7$ UHC.

Total = $7 + 7 + 14 * (7) + 7 = 119$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento dos Tubos de Queda 5 e 8.

Tubo de Gordura 6 e 7:

Tipo I: uma pia de residência, uma torneira de residência = $(3+2) = 5$ UHC.

Tipo II: uma pia de residência, uma torneira de residência = $(3+2) = 5$ UHC.

Tipo III: uma pia de residência, uma torneira de residência = $(3+2) = 5$ UHC.

Tipo IV: uma pia de residência, uma torneira de residência = $(3+2) = 5$ UHC.

Total = $5 + 5 + 14 * (5) + 5 = 85$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 24 no 13º andar (atinge 25 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm. O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 70 no 3º andar (atinge 75 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 75 mm para 100 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver pia de residência e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 13º andar, 75 mm do 13º andar ao 3º andar e 100 mm em todo o resto dos Tubos de Gordura 6 e 7.

Tubo de Queda 10:

Tipo I: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo II: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo III: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo IV: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Total = $9 + 9 + 14 * (9) + 9 = 153$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 10.

Tubo de Queda 11:

Tipo I: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Tipo II: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Tipo III: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Tipo IV: duas bacias sanitárias, dois lavatórios e dois chuveiros = $(6+1+2) * 2 = 18$ UHC.

Total = $18 + 18 + 14 * (18) + 18 = 306$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 11.

Tubo de Queda 13,16 e 19:

Tipo I: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo II: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo III: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Total = $9 + 9 + 14 * (9) = 144$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento dos Tubos de Queda 13, 16 e 19.

Tubo de Gordura 14

Tipo I: uma pia de residência = 3 UHC.

Tipo II: uma pia de residência = 3 UHC.

Tipo III: uma pia de residência = 3 UHC.

PUC: uma pia de residência = 3 UHC.

Total = $3 + 3 + 14 * (3) + 3 = 51$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 24 no 8º andar (atinge 27 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver pia de residência e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 9º andar e 75 mm em todo o resto do Tubo de Gordura 14.

Tubo Secundário 15:

Tipo I: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo II: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo III: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

PUC: uma pia de residência = 3 UHC.

Total = $6 + 6 + 14 * (6) + 3 = 99$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 24 no 12º andar (atinge 30 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm. O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 70 no 5º andar (atinge 72 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 75 mm para 100 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver máquina de lavar roupas e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 12º andar e 75 mm do 12º ao 5º andar e 100 mm em todo o resto do Tubo Secundário 15.

Tubo de Queda 17:

Tipo I: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo II: uma bacia sanitária, um lavatório, um chuveiro e uma torneira de residência = $(6+1+2+2) = 11$ UHC.

Tipo III: uma bacia sanitária, um lavatório, um chuveiro e uma torneira de residência = $(6+1+2+2) = 11$ UHC.

Total = $9 + 11 + 14 * (11) = 174$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 17.

Tubo de Queda 18:

Tipo I: duas bacias sanitárias, dois lavatórios, um chuveiro e uma torneira de residência = $2 * (6+1) + 2 + 2 = 18$ UHC.

Tipo II: duas bacias sanitárias, dois lavatórios, um chuveiro e uma torneira de residência = $2 * (6+1) + 2 + 2 = 18$ UHC.

Tipo III: duas bacias sanitárias, dois lavatórios, um chuveiro e uma torneira de residência = $2 * (6+1) + 2 + 2 = 18$ UHC.

Total = $18 + 18 + 14 * (18) = 288$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 18.

Tubo de Queda 20:

Tipo I: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo II: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

Tipo III: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = $(6+1+2) = 9$ UHC.

PUC: duas bacias sanitárias, um lavatório = $2 * (6) + 1 = 13$ UHC

Total = $9 + 9 + 14 * (9) + 13 = 157$ UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 20.

Tubo de Gordura 21

Tipo I: uma pia de residência = 3 UHC.

Tipo II: uma pia de residência = 3 UHC.

Tipo III: uma pia de residência = 3 UHC.

Total = $3 + 3 + 14 * (3) = 48$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 24 no 8º andar (atinge 27 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver pia de residência e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 9º andar e 75 mm em todo o resto do Tubo de Gordura 21.

Tubo Secundário 22:

Tipo I: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo II: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Tipo III: um tanque de lavar roupas e uma máquina de lavar roupas = $3 + 3 = 6$ UHC.

Total = $6 + 6 + 14 * (6) = 96$ UHC.

O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 24 no 12º andar (atinge 30 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 50 mm para 75 mm. O tubo de Queda alcança o UHC acumulado no tubo maior que 70 no

5º andar (atinge 72 UHC), necessitando assim a troca de diâmetro de 75 mm para 100 mm.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver máquina de lavar roupas e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm do topo ao 12º andar e 75 mm do 12º ao 5º andar e 100 mm em todo o resto do Tubo Secundário 22.

Tubo de Gordura 23 e 24:

Tipo I: uma pia de residência, uma torneira de residência = $(3+2) = 5$ UHC.

Total = 5 UHC

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver pia de residência e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm em todo o comprimento dos Tubos de Gordura 23 e 24.

Tubo de Queda 25:

PUC: duas bacias sanitárias, dois lavatórios = $2 * (6+1) = 14$ UHC.

Total = 14 UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 25.

Tubo de Queda 26:

PUC: um chuveiro coletivo = 4 UHC.

Total = 4 UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 40 mm quando houver chuveiro coletivo e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 40 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 26.

Tubo de Gordura 27:

PUC: uma pia de residência = 3 UHC.

Total = 3 UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 50 mm quando houver pia de residência e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 50 mm em todo o comprimento do Tubo de Gordura 27.

Tubo de Queda 28:

PUC: um chuveiro coletivo = 4 UHC.

Total = 4 UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 40 mm quando houver chuveiro coletivo e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 40 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 28.

Tubo de Queda 29:

PUC: uma bacia sanitária, um lavatório e um chuveiro = (6+1+2) = 9 UHC.

Total = 9 UHC.

Como o diâmetro mínimo para a tubulação de esgoto é 100 mm quando houver bacia sanitária e conforme a Tabela 3.4, foi usado o diâmetro de 100 mm em todo o comprimento do Tubo de Queda 29.

As tubulações de gordura e secundaria devem ser prolongadas até a cobertura do prédio, uma vez que, não apresentam tubos de ventilação.

A tubulação horizontal do desvio foi determinada de acordo com os valores da Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Dimensionamento de Subcoletores e Coletor Predial.

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

Referência: Tab. 8 da ABNT 8160 (1999).

Os tubos de queda 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29 apresentam UHC menor que 180, portanto o diâmetro usado foi 100 mm e a declividade de 1%. Os tubos de queda 2, 11 e 18 apresentam UHC maior que 250 e menor que 700, assim o diâmetro usado foi de 150 mm e declividade de 1%.

A parte do tubo de queda abaixo do desvio, com base no número de unidades de Hunter de contribuição de todos os aparelhos que descarregam neste tubo de queda, de acordo com os valores da Tabela 3.4, não podendo o diâmetro nominal adotado, neste caso, ser menor do que o da parte horizontal.

3.2.5 Coletor Predial e Subcoletores

Para encontrar o diâmetro do coletor predial e dos subcoletores deve-se somar o número de Hunter da Tabela 3.5 dos aparelhos sanitários de maior descarga do banheiro, para os demais casos deve-se considerar a contribuição de todos os aparelhos. Ambos devem ter DN mínimo de 100 mm e comprimento máximo entre as peças de inspeção de 15 m.

Os efluentes dos tubos de quedas serão direcionados às caixas de inspeção. Por fim, os efluentes são direcionados ao coletor predial, que é o responsável pela conexão do sistema de esgoto predial com o sistema de esgoto público.

Cálculo dos subcoletores:

CI-A:

Tubo de queda 1: $6 \cdot (2+1+14+1)=108$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 2: $6 \cdot (1+2+28+2)=198$ UHC. (DN 100 Declividade 2%).

Tubo de gordura 3: 102 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo secundário 4: 102 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 28: 4 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-A = $108 + 198 + 4 + 102 + 102 = 514$ UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-E:

Tubo de queda 5: $6 \cdot (1+1+14+1)=102$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 26: 4 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de gordura 27: 3 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-E = $102 + 4 + 3 = 109$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CGE-H:

Tubo de gordura 6: 85 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de gordura 7: 85 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CGE-H = 85 + 85 = 170 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-G:

Tubo de queda 8: $6 \cdot (1+1+14+1)=102$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 25: $6 \cdot (2)$: 12 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CGE-H: 170 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-G = 102 + 12 + 170 = 284 UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-D:

CI-A = 514 UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-E = 109 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-G = 284 UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-D = 514 + 109 + 284 = 907 UHC. (DN 150 Declividade 4%).

CI-I:

Tubo de queda 20: $6 \cdot (1+1+14+2)=108$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de gordura 21: 48 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo secundário 22: 96 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-D = 907 UHC. (DN 150 Declividade 4%).

CI-I = 108 + 48 + 96 + 907 = 1159 UHC. (DN 200 Declividade 0,5%).

CI-L:

Tubo de queda 19: $6 \cdot (1+1+14)=96$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-I = 1159 UHC. (DN 200 Declividade 0,5%).

CI-L = 96 + 1159 = 1255 UHC. (DN 200 Declividade 0,5%).

CI-V:

Tubo secundário 9: 102 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 10: $6 \cdot (1+1+14+1)=102$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 11: $6 \cdot (2+2+28+2)=204$ UHC. (DN 100 Declividade 2%).

CI-V = 102 + 102 + 204 = 408 UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-U:

Tubo de gordura 12: 102 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 13: $6 \cdot (1+1+14)=96$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-V = 408 UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-U = $102 + 96 + 408 = 606$ UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-R:

Tubo de gordura 14: 51 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo secundário 15: 99 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-U = 606 UHC. (DN 150 Declividade 1%).

CI-R = $51 + 99 + 606 = 756$ UHC. (DN 150 Declividade 2%).

CI-Q:

Tubo de queda 16: $6 \cdot (1+1+14)=96$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de queda 17: $6 \cdot (1+1+14)=96$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-R = 756 UHC. (DN 150 Declividade 2%).

CI-Q = $96 + 96 + 756 = 948$ UHC. (DN 150 Declividade 4%).

CGE-P:

Tubo de gordura 23: 5 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

Tubo de gordura 24: 5 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CGE-P = $5 + 5 = 10$ UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-O:

CI-Q = 948 UHC. (DN 150 Declividade 4%).

CGE-P = 10 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-O = $948 + 10 = 958$ UHC. (DN 150 Declividade 4%).

CI-M:

Tubo de queda 18: $6 \cdot (2+2+28)=192$ UHC. (DN 100 Declividade 2%).

Tubo de queda 29: 6 UHC. (DN 100 Declividade 1%).

CI-O = 958 UHC. (DN 150 Declividade 4%).

CI-L = 1255 UHC. (DN 200 Declividade 0,5%).

CI-M = 192 + 6 + 958 + 1255 = 2411 UHC. (DN 250 Declividade 0,5%).

CI-N:

CI-M = 2411 UHC. (DN 250 Declividade 0,5%).

CI-N = 2411 UHC. (DN 250 Declividade 0,5%).

Coletor predial final (que segue para o coletor público)

Total = 2411 UHC.

DN = 250 mm. Declividade = 0,5% (Tabela 3.5).

3.3. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES

Para garantir o bom funcionamento das peças de inspeção foram respeitadas as seguintes condições mínimas:

- a) A distância mínima entre duas peças de inspeção não deve ser superior a 25 m.
- b) A distância entre a ligação do coletor público e o dispositivo de inspeção não deve ser superior a 15 m.
- c) Os comprimentos dos trechos dos ramais de descarga e de esgoto de bacias sanitárias, caixas de gordura e caixas sifonadas, medidos entre os mesmos e os dispositivos de inspeção, não devem ser superiores a 10 m.

3.3.1. Caixas de Gordura

Os despejos gordurosos, provenientes das pias de cozinhas, serão encaminhados para caixas de gordura de diferentes tipos. As escolhas foram em função da quantidade de cozinhas que a caixa de gordura receberá os despejos.

Dimensionamento

CGE-B:

Como a caixa de gordura receberá o despejo de mais de 12 cozinhas utiliza-se a Caixa de Gordura Especial (CGE), que é uma caixa prismática, de base retangular com as seguintes dimensões:

- 1) distância mínima entre o septo e a saída de 20 cm;
- 2) volume da câmara de retenção de gordura obtido pela fórmula:

$$V = 20 \text{ litros} + N \times 2 \text{ litros} \quad (3.1)$$

Sendo:

V = Volume em litros

N = Número de pessoas pela cozinha que despeja na CGE.

- 3) Altura molhada: 60 cm;
- 4) Parte submersa do septo: 40 cm;
- 5) diâmetro nominal da tubulação de saída: $DN 100$;

Para o tubo de gordura 3: $N = 17(\text{apartamentos}) * 9 (\text{pessoas}) = 153$ pessoas.

$$V = 20 \text{ litros} + 153 \times 2 \text{ litros} = 326 \text{ litros}$$

Fixando uma altura de 0,60 m:

$$X^2 \times 0,60 = 0,326 \text{ m}^3$$

$$X = 0,737 \text{ m}$$

Portanto foi adotada a caixa de gordura com as seguintes características:

- 1) Base: 0,75 m x 0,75 m;
- 2) Altura: 0,60 m
- 3) Capacidade de retenção: 337,5 litros;
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída: $DN 100$;

CGE-F:

Esta caixa de gordura só recebe o despejo de 1 pia de cozinha, assim usa-se a Caixa de Gordura Pequena (CGP), cilíndrica, com as seguintes dimensões:

- 1) Diâmetro interno – 30 cm.
- 2) Parte submersa do septo – 20 cm.

- 3) Capacidade de retenção – 18 litros.
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída – DN 75.

CGE-H:

Apesar de receber o despejo de mais de 12 pias, as pias na área de churrasco não têm uso tão constante quanto ao da cozinha. Assim foi utilizada a Caixa de Gordura Dupla, cilíndrica com as seguintes dimensões:

- 1) Diâmetro interno – 60 cm.
- 2) Parte submersa do septo – 35 cm.
- 3) Capacidade de retenção – 120 litros.
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída – DN 100.

CGE-Z:

Como os tubos de gordura 3 e 12 são idênticos, serão adotadas as dimensões da CGE-B.

- 1) Base: 0,75 m x 0,75 m;
- 2) Altura: 0,60 m
- 3) Capacidade de retenção: 337,5 litros;
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída: *DN* 100;

CGE-T:

Como recebe o despejo de mais de 12 cozinhas, será utilizado a CGE com as especificações mínimas citadas na CGE-B.

Para o tubo de gordura 14: $N = 16(\text{apartamentos}) * 7 (\text{pessoas}) = 112$ pessoas.

$$V = 20 \text{ litros} + 112 \times 2 \text{ litros} = 244 \text{ litros}$$

Fixando uma altura de 0,60 m:

$$X^2 \times 0,60 = 0,244 \text{ m}^3$$

$$X = 0,638 \text{ m}$$

Portanto foi adotada a caixa de gordura com as seguintes características:

- 1) Base: 0,65 m x 0,65 m;
- 2) Altura: 0,60 m;
- 3) Capacidade de retenção: 253,5,5 litros;
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída: *DN* 100;

CGE-P:

Apesar de receber o despejo de mais de 12 pias, as pias na área de churrasco não têm uso tão constante quanto ao da cozinha. Assim foi utilizada a Caixa de Gordura Dupla, cilíndrica com as seguintes dimensões:

- 1) Diâmetro interno – 60 cm.
- 2) Parte submersa do septo – 35 cm.
- 3) Capacidade de retenção – 120 litros.
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída – DN 100.

CGE-J:

Como recebe o despejo de mais de 12 cozinhas, será utilizado a CGE com as especificações mínimas citadas na CGE-B.

Para o tubo de gordura 14: $N = 16(\text{apartamentos}) * 7 (\text{pessoas}) = 113$ pessoas.

$$V = 20 \text{ litros} + 112 \times 2 \text{ litros} = 244 \text{ litros}$$

Fixando uma altura de 0,60 m:

$$X^2 \times 0,60 = 0,244 \text{ m}^3$$

$$X = 0,638 \text{ m}$$

Portanto foi adotada a caixa de gordura com as seguintes características:

- 1) Base: 0,65 m x 0,65 m;
- 2) Altura: 0,60 m;
- 3) Capacidade de retenção: 253,5,5 litros;
- 4) Diâmetro nominal da tubulação de saída: DN 100;

3.3.2. Caixas de Inspeção

As caixas de inspeção são destinadas a permitir a inspeção, limpeza e desobstruções das tubulações e possuem as seguintes características:

Caixa tipo 1 (recebe despejos de até dois tubos)

- Forma prismática, de base quadrada 0,60 m x 0,60 m;
- Altura de 0,60 m;

Caixa tipo 2 (recebe despejos de três ou mais tubos)

- Forma prismática, de base quadrada 0,70 m x 0,70 m;
- Altura de 0,60 m;

Ambas possuem:

- Tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação;
- Fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos.

3.3.3. Sistema de Ventilação

Os tubos de queda serão prolongados até acima da cobertura, sendo todos os desconectores providos de ventiladores individuais ligados à coluna de ventilação.

Os tubos de ventilação serão instalados a fim de que qualquer líquido que porventura entre dentro dele, possa ser escoado totalmente, por gravidade, para dentro de um tubo de queda, ramal de descarga ou desconector em que o ventilador tem origem.

As colunas de ventilação possuirão diâmetro uniforme com a extremidade inferior ligada a um subcoletor ou a um tubo de queda. A extremidade superior será situada acima da cobertura do edifício.

Todo desconector apresenta ventilação, onde a distância do desconector à ligação do tubo ventilador que o serve não ultrapassa os limites da Tabela 3.6.

3.3.3.1. Critérios para o Dimensionamento dos Tubos de Ventilação

- Ramal de ventilação

É o responsável pela ligação do ramal de descarga ou do ramal de esgoto ao tubo de ventilação e foi determinado de acordo com a tabela 3.7. Devem ser ligados ao tubo de queda primário através de junção de 45°, na extremidade inferior.

- Tubo ventilador de circuito

É um tubo ventilador secundário no qual é ligado a um ramal de esgoto que serve a um grupo de aparelhos sem ventilação individual. Foi dimensionado em função da Tabela 3.8.

- Coluna de ventilação

É o tubo ventilador vertical que se prolongará até extremidade superior do prédio, aberto à atmosfera, no qual foi calculado de acordo com a Tabela 3.9.

- Tubo ventilador de alívio

O Tubo ventilador liga o tubo de queda ou ramal de esgoto ou de descarga à coluna de ventilação, seu diâmetro nominal deverá ser igual ao diâmetro nominal da coluna de ventilação a ele ligado.

Por se tratar de um prédio com muitos andares, os tubos de queda que receberem mais de dez descargas deverão ser ligados à coluna de ventilação através do tubo ventilador de alívio. O mesmo será necessário somente para os tubos de queda que receberão, além dos apartamentos, as descargas do PUC e do térreo.

Tabela 3.6 - Distancia Máxima de um Desconector ao Tubo Ventilador.

Diâmetro nominal do ramal de descarga (DN)	Distância Máxima (m)
30	0,70
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

Referência: Tab. 1 da ABNT 8160 (1999).

Tabela 3.7 - Dimensionamento de Ramais de Ventilação.

Grupos de aparelhos sem vasos sanitários		Grupo de aparelhos com vaso sanitário	
Número de UHC	DN do ramal de ventilação	Número de UHC	DN do ramal de ventilação
até 2	30	Até 17	50
3 a 12	40	18 a 60	75
13 a 18	50	-	-
19 a 36	75	-	-

Referência: Tab. 8 da ABNT 8160 (1999).

Tabela 3.8 - Dimensionamento de Colunas de Ventilação.

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto DN	Numero 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	289	---	---	---	---	---
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	110	---	---	8	31	238	---	---	---
150	2000	---	---	7	26	201	---	---	---
150	2900	---	---	6	23	183	---	---	---
200	1800	---	---	---	10	73	286	---	---
200	3400	---	---	---	7	57	219	---	---
200	5600	---	---	---	6	49	186	---	---
200	7600	---	---	---	5	43	171	---	---
250	4000	---	---	---	---	24	94	293	---
250	7200	---	---	---	---	18	73	225	---
250	11000	---	---	---	---	16	60	192	---
250	15000	---	---	---	---	14	55	174	---
300	7300	---	---	---	---	9	37	116	287
300	13000	---	---	---	---	7	29	90	219
300	20000	---	---	---	---	6	24	76	186
300	26000	---	---	---	---	5	22	70	152

Referência: Tab. 2 da ABNT 8160 (1999).

3.3.3.2. Dimensionamento dos Tubos de ventilação

Com o auxílio das Tabelas 3.6, 3.7 e 3.8, encontrou-se o seguinte dimensionamento para a tubulação de ventilação:

Coluna de ventilação:

O comprimento da tubulação será de aproximadamente 63 m. Assim o comprimento permitido deve ser maior que 63 m.

A contribuição de banheiros com apenas 1 aparelho sanitário é de 6 UHC, onde considera-se somente o valor do aparelho de maior valor. Como o método de cálculo é idêntico ao do cálculo dos subcoletores, os dados foram usados.

O diâmetro nominal do tubo de queda é de 100 mm para qualquer banheiro.

Entrando com esses valores na Tabela 3.8, encontra-se um diâmetro para o tubo de ventilação de 100 mm para os tubos de queda com UHC maior que 140. Para tubos de queda com UHC menor que 140 foi encontrado o diâmetro de 75 mm. Para os tubos de ventilação na área de churrasco onde o tubo de queda é de 75 mm foi encontrado o diâmetro de 75 mm.

Ramais de ventilação:

Para a ligação dos aparelhos sem considerar o vaso sanitário, tem-se um UHC entre 3 e 12. Portanto, entrando na Tabela 3.7, encontra-se um diâmetro de 40 mm.

Tubo ventilador de alívio:

O tubo de ventilação é de 75 mm ou 100 mm, sempre seguindo os valores do tubo de ventilação. Seguem nos Anexos IV, V, VI e VII as plantas de instalações sanitárias de todos os pavimentos.

CAPITULO IV – INSTALAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

O estudo da precipitação pluvial tem como objetivo obter dados para o projeto de condução de águas da chuva o mais rápido possível aos cursos de água, como lagos e oceanos, objetivando evitar inundações em edificações, logradouros públicos e outras áreas.

Dentro dos projetos de águas pluviais há dois tipos a serem elaborados, um se refere a projetos de dimensionamento de sistemas de escoamento de água de chuva de pequenas áreas e que se comportam como superfícies isoladas e independentes, como por exemplo, telhados, terraços, pátios entre outras, o outro se refere as dimensionamento desse sistema para grandes regiões, relativo à drenagem superficial, como exemplo podemos citar áreas de loteamento, conjuntos habitacionais entre outras. Neste projeto será considerado o primeiro caso de calculo, pois serão calculadas as calhas, seus condutos horizontais e verticais assim como a previsão para futuro reservatório.

A água da chuva e um elemento extremamente danoso a durabilidade e boa aparência de construções, isto é um dos principais fatores de importância desta área e que exigem do projetista atenção fazendo o trajeto da água o mais curto e no menor tempo possível.

Como e de conhecimento, a maioria das cidades no Brasil não possuem sistema separador absoluto de águas servidas e pluviais em sua rede publica e conseqüentemente também no interior das edificações. Este sistema de dimensionamento e o mais aconselhável a ser adotado, e obrigatório por norma.

A separação das águas pluviais das provenientes do esgotamento sanitário tem como vantagens: Evitar que, por ocasião de fortes chuvas, os condutores, trabalhando em plena seção, determinem o sifonamento dos desconectores e, como consequência, permitam o acesso dos gases do sistema primário ao interior das habitações, Evitar a diminuição da seção de vazão do coletor, com sua eventual obstrução pela formação de depósitos e incrustações nas paredes do coletor, de fato, no sistema unitário, se os

coletores de esgotos sanitários tiverem que ser projetados e dimensionados, prevendo o esgotamento de fortes chuvas, deverão ter a sua seção transversal muito aumentada, assim em épocas secas, esta ampla seção servirá apenas para o escoamento de esgotos sanitários com baixa velocidade, permitindo a decantação das matérias pesadas e a formação de depósitos aderentes nas paredes dos coletores.

O esgotamento de águas pluviais em áreas de pequeno porte, são regidas pela ABNT- 10844 (1989): Instalações Prediais de Águas Pluviais, na qual fixa as exigências e critérios a serem adotados na elaboração de projetos, para que ocorra economia, durabilidade e o correto funcionamento das tubulações, zelando pelo conforto, higiene e segurança.

O projeto elaborado neste trabalho consta às colunas de águas pluviais (AP), condutos horizontais, calhas, ralos na cobertura, além da planta do pavimento térreo demonstrando as caixas de área (CA), previsão de reservatório inferior de águas pluviais e ligação do ramal predial a rede pública.

Todas as plantas necessárias ao dimensionamento estão incluídas nos anexos 1 ao 7, no final deste projeto.

4.2. DIMENSIONAMENTO

4.2.1. Fatores Meteorológicos

Procura-se simplificar a questão do estabelecimento da intensidade da chuva, que deveria ser prevista para o correto dimensionamento das calhas e condutores. Em grandes áreas, como loteamentos, por exemplo, outras considerações devem ser feitas para este cálculo para dar maior exatidão ao projeto, o que neste caso não será necessário.

Estudos mostram que chuvas de curta duração tem grande intensidade e ao contrario as de grande duração são de menor intensidade. Como os ralos, calhas e condutores vão receber essa precipitação, estes devem ser dimensionados para o período crítico, ou seja, as chuvas intensas, assim em um curto espaço de tempo as águas da chuva serão integralmente drenadas, evitando alagamentos, formação de poças, transbordamentos ou até mesmo infiltrações.

Para fins de projeto, deve-se fixar a duração da precipitação das chuvas e o período de retorno, a fim de se obter a intensidade pluviométrica i , com base em dados pluviométricos locais.

O período de retorno (T) é obtido através das características da área a ser drenada, como pode ser visto a seguir:

- T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde o empoçamento possam ser tolerados;
- T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;
- T = 25 anos, para coberturas e áreas onde o empoçamento ou extravasamento não possam ser tolerados.

Neste caso, por se tratar de coberturas onde o empoçamento não pode ser tolerado será utilizado o período de retorno de T = 25 anos.

A duração de precipitação deve ser fixada em t = 5 minutos para chuvas intensas, como é de nosso interesse. E a intensidade pluviométrica para a cidade de Campos do Goytacazes - RJ pode ser encontrada na Tabela 4.1:

Tabela 4.1 - Chuvas Intensas com Duração de Cinco Minutos.

<i>Local</i>	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	Período de retorno (anos)		
	1	5	25
Campos/RJ	132	206	240

Referência: Tab. 5 da ABNT 10844 (1989).

Com o período de retorno adotado e de 25 anos, encontra-se uma intensidade para a região de 240 mm/h, segundo a tabela acima.

4.2.2. Vazão de Projeto

Para o cálculo da vazão de projeto de forma mais simplificada, deve-se utilizar a Equação 4.1 .

$$Q = \frac{i \cdot A}{60} \tag{4.1}$$

Onde temos:

Q = vazão de projeto, em litros/min

i = intensidade pluviométrica, em mm/h (Retirada da tabela 4.1 acima)

A = área de contribuição, em m^2 (Calculada a seguir segundo plantas em anexo)

4.2.2.1. Cálculo da Área de Contribuição

Para o dimensionamento de elementos como a calhas e os demais condutos, é necessário saber a área de contribuição, que nada mais é que a superfície por onde a água da chuva irá escoar para a calha. O cálculo leva em conta a inclinação do telhado e as paredes que recebem a água das chuvas. A Figura 4.1, mostra um modelo esquemático das duas situações, com suas respectivas fórmulas de cálculo extraídas da norma.

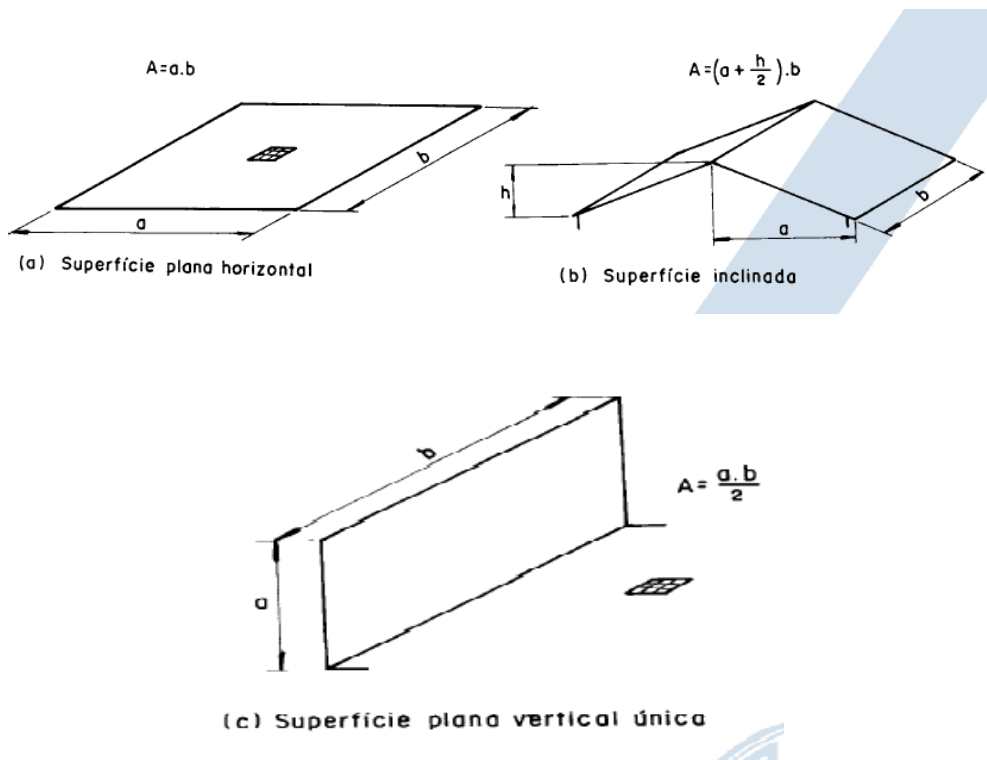


Figura 4.1 - Cálculo de área de contribuição

Para o cálculo da área de contribuição do prédio, este foi dividido em seis partes, conforme a Figura 4.2, que mostra esta numeração, assim como a disposição das calhas e ralos com grelha hemisférica (abacaxi).

As áreas de contribuição número cinco e seis correspondem a calha quatro, enquanto as áreas três e quatro a calha três as áreas um e dois correspondem as calhas um e dois respectivamente. No entanto no cálculo da área de contribuição relativas as calhas número três e quatro deve ser levado em consideração a área projetada verticalmente, relacionada a caixa d'água. Também serão considerados neste cálculo as lajes impermeabilizadas, relativo a parte superior da caixa de água e ao balanço das sacadas.

Foi considerada uma inclinação do telhado de 10°, para telhas de fibrocimento.

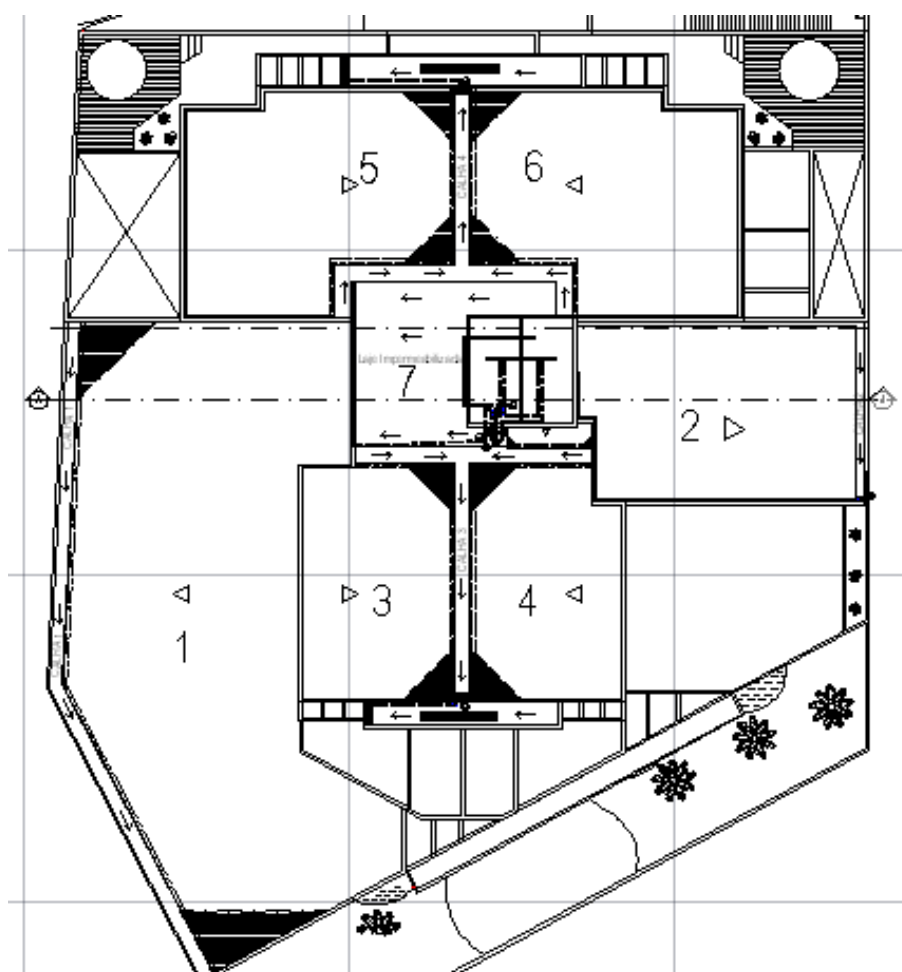


Figura 4.2 - Projeção da área de contribuição da cobertura

ÁREA REFERENTE À CALHA NÚMERO 1:

Como a superfície que é composta a área 1 é totalmente irregular, foi adotado o critério de aproximação de algumas áreas para figuras

conhecidas, pegando assim as dimensões críticas (dimensionando a favor da segurança), esta área foi subdividida em quatro partes, conforme cálculos abaixo:

Parte I

$$B = 6,25$$

$$A = 12,21$$

$$H = 0,17 \times 12,21 = 2,15 \text{ m}$$

$$A_I = 83,03 \text{ m}^2$$

Parte II

$$B = 9,67 \text{ m}$$

$$A = 10,34 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 10,34 = 1,75 \text{ m}$$

$$A_{II} = 108,44 \text{ m}^2$$

Parte III

$$B = 14,27 \text{ m}$$

$$A = 10,34 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 10,34 = 1,75 \text{ m}$$

$$A_{III} = 160,03 \text{ m}^2$$

Parte IV (Relativa à platibanda)

$$B = 30,26 \text{ m}$$

$$A = 2,40 \text{ m}$$

$$A_{IV} = 36,31 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Total}} = 83,03 + 108,44 + 160,03 + 36,31 = 387,81 \text{ m}^2$$

ÁREA REFERENTE À CALHA NÚMERO 2:

Parte I

$$B = 4,04 \text{ m}$$

$$A = 12,15 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 12,15 = 2,06 \text{ m}$$

$$A_I = 53,24 \text{ m}^2$$

Parte II

$$B = 3,59 \text{ m}$$

$$A = 11,32 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 11,32 = 1,92 \text{ m}$$

$$A_{II} = 44,08 \text{ m}^2$$

Parte III (Relativa à platibanda)

$$B = 7,88 \text{ m}$$

$$A = 2,40 \text{ m}$$

$$A_{III} = 9,45 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Total}} = 53,24 + 44,08 + 9,45 = 106,77 \text{ m}^2$$

ÁREAS REFERENTES À CALHA NÚMERO 3:

Parte I

$$B = 10,33 \text{ m}$$

$$A = 6,66 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 6,66 = 1,13 \text{ m}$$

$$A_I = 74,63 \text{ m}^2$$

Parte II

$$B = 1,83 \text{ m}$$

$$A = 5,31 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 5,31 = 1,92 \text{ m}$$

$$A_{II} = 10,54 \text{ m}^2$$

Parte III

$$B = 8,50 \text{ m}$$

$$A = 6,66 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 6,66 = 1,13 \text{ m}$$

$$A_{III} = 61,41 \text{ m}^2$$

Parte IV (Projeção Vertical da Casa de Máquinas)

$$B = 7,59 \text{ m}$$
$$A = 5,40 \text{ m}$$
$$A_{IV} = 20,49 \text{ m}^2$$

Parte V (Projeção Vertical da Caixa d'água)

$$B = 3,15 \text{ m}$$
$$A = 9,11 \text{ m}$$
$$A_V = 14,34 \text{ m}^2$$

Parte VI

$$B = 3,65 \text{ m}$$
$$A = 0,90 \text{ m}$$
$$H = 0,17 \times 0,90 = 0,15 \text{ m}$$
$$A_{VI} = 3,55 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Total}} = 74,63 + 10,54 + 61,41 + 20,49 + 14,34 + 3,55 = 184,96 \text{ m}^2$$

ÁREAS REFERENTE À CALHA NÚMERO 4:

Parte I

$$B = 0,85 \text{ m}$$
$$A = 8,37 \text{ m}$$
$$H = 0,17 \times 8,37 = 1,42 \text{ m}$$
$$A_I = 7,71 \text{ m}^2 \times 2 = 15,43 \text{ m}^2$$

Parte II

$$B = 6,70 \text{ m}$$
$$A = 11,72 \text{ m}$$
$$H = 0,17 \times 11,72 = 1,99 \text{ m}$$
$$A_{II} = 85,19 \text{ m}^2 \times 2 = 170,38 \text{ m}^2$$

Parte III

$$B = 2,25 \text{ m}$$
$$A = 6,45 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 6,45 = 1,09 \text{ m}$$

$$A_{III} = 15,73 \text{ m}^2$$

Parte IV

$$B = 2,25 \text{ m}$$

$$A = 7,20 \text{ m}$$

$$H = 0,17 \times 7,20 = 1,22 \text{ m}$$

$$A_{IV} = 17,57 \text{ m}^2$$

Parte V (Projeção Vertical da Casa de Máquinas)

$$B = 12,13 \text{ m}$$

$$A = 5,40 \text{ m}$$

$$A_V = 32,75 \text{ m}^2$$

$$A_{Total} = 15,43 + 170,38 + 15,73 + 17,57 + 32,75 = 251,86 \text{ m}^2$$

4.2.2.2. Cálculo da Vazão

Após o cálculo das áreas de contribuições, referentes a cada calha e sabendo a intensidade da chuva da região do projeto, podemos calcular a vazão para cada calha a ser calcula, o objetivo final é fazer uma comparação entre a vazão real (calculada nesta etapa), com a vazão estipulada em projeto (calculada posteriormente com base nos dados referente a arquitetura das calhas pré-existent), se a vazão de projeto for menor ou igual a real, as dimensões adotadas na planta de arquitetura poderão ser utilizadas no projeto de águas pluviais. Assim temos:

i) Vazão da calha número (1):

$$Q1 = \frac{240 \cdot 387,81}{60}$$

$$Q1 = 1.551,24l / \text{min}$$

ii) Vazão da calha número (2):

$$Q2 = \frac{240 \cdot 106,77}{60}$$

$$Q2 = 427,08l / \text{min}$$

iii) Vazão da calha número (3):

$$Q3 = \frac{240 \cdot 184,96}{60}$$

$$Q3 = 739,84l / \text{min}$$

iv) Vazão da calha número (4):

$$Q4 = \frac{240 \cdot 251,86}{60}$$

$$Q4 = 1.007,44l / \text{min}$$

Deve-se considerar também para cálculo das colunas de águas pluviais a vazão oriunda das lajes impermeabilizadas, como a caixa d'água, casa de máquinas e sacadas, estas em geral são compostas pela parte plana (cuja área pode ser retirada diretamente do desenho) e de projeções verticais, como platibandas. Segue abaixo o cálculo:

v) Vazão da laje impermeabilizada da sacada frontal:

$$Q5 = \frac{240 \cdot 20,88}{60}$$

$$Q5 = 83,52l / \text{min}$$

vi) Vazão da laje impermeabilizada da sacada inferior:

$$Q6 = \frac{240 \cdot 28,60}{60}$$

$$Q6 = 114,40l / \text{min}$$

vii) Vazão da laje impermeabilizada da caixa d'água:

$$Q7 = \frac{240 \cdot 23,56}{60}$$

$$Q7 = 94,24l / \text{min}$$

viii) Vazão da laje impermeabilizada da casa de máquinas:

$$Q8 = \frac{240 \cdot 59,34}{60}$$

$$Q8 = 237,38l / \text{min}$$

ix) Vazão da laje impermeabilizada da casa de máquinas:

$$Q9 = \frac{240 \cdot 14,97}{60}$$

$$Q9 = 59,90l / \text{min}$$

Considerando que o escoamento da água oriunda da caixa d'água terá como destinação a superfície da casa de máquinas a vazão destas duas regiões devem ser somadas para o cálculo das dimensões da calha que será instalada nessa superfície. No caso das vazões das lajes pertencentes as sacadas, estas devem ser incorporadas no cálculo das colunas (AP 3 e AP4), juntamente com as demais vazões de cada caso.

4.2.3. Cálculo da Calha

As calhas já foram fornecidas no projeto arquitetônico da estrutura, assim o objetivo desta etapa é o cálculo das vazões de projeto para posterior comparação com os valores reais achados anteriormente, somente o caso da calha da laje impermeabilizada da casa de máquinas haverá o dimensionamento baseado nos valores de vazões achados anteriormente.

As calhas foram fixadas de diferentes formas na cobertura, sua inclinação é uniforme com valor de 0,5%, garantindo assim o escoamento da água até os pontos de drenagem previstos.

Para o dimensionamento da vazão de projeto foi utilizada a Equação 4.2 de Manning Strickler.

$$Q_p = K \frac{S}{n} \cdot R^{2/3} \cdot d^{1/2} \quad (4.2)$$

Onde:

Q_p = vazão de projeto, em l/min

S = área da seção molhada, em m² (Equação 4.3)

n = coeficiente de rugosidade (Tabela 4.2)

R = Raio hidráulico, em m (Equação 4.3)

P = Perímetro molhado, em m (Equação 4.3)

d = declividade da calha, em m/m

K = 60.000

Todas as calhas terão seção retangular e serão confeccionadas de concreto alisado, cujo valor de n é de 0,012, de acordo com a tabela 4.2 abaixo.

Tabela 4.2 - Coeficientes de Rugosidade

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

Referência: Tab. 2 da ABNT 10844 (1989).

De acordo com o projeto arquitetônico pode-se retirar algumas informações, como a base da seção molhada (largura da calha), sendo que esta irá trabalhar a ½ seção (Figura 4.3). Assim calcula-se cada caso:

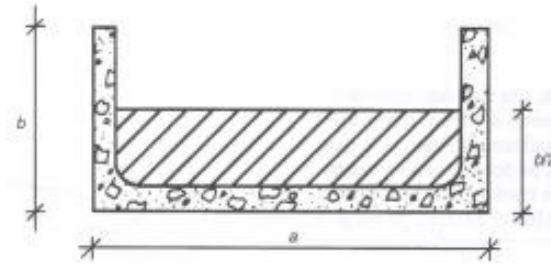


Figura 4.3 – Modelo de dimensões para calhas retangulares.

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{a \cdot b}{2} \\
 P &= b + a \\
 R &= \frac{S}{P}
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

Onde:

b = Altura total da calha

a = Base da seção molhada

i) Vazão de projeto da calha número (1)

$$A = 0,75 \text{ m}$$

$$B = 0,40 \text{ m}$$

$$S = 0,75 \cdot 0,20$$

$$S = 0,14 \text{ m}^2$$

$$P = 0,40 + 0,75$$

$$P = 1,15 \text{ m}$$

$$R = \frac{0,14}{1,15}$$

$$R = 0,1217 \text{ m}$$

$$Qp_1 = 60.000 \frac{0,14}{0,012} \cdot 0,1217^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}$$

$$Qp_1 = 12.155,60 \text{ l / min}$$

ii) Vazão de projeto da calha número (2)

$$A = 0,45 \text{ m}$$

$$B = 0,30 \text{ m}$$

$$S = 0,45 \cdot 0,15$$

$$S = 0,0675 \text{ m}^2$$

$$P = 0,45 + 0,30$$

$$P = 0,75 \text{ m}$$

$$R = \frac{0,0675}{0,75}$$

$$R = 0,09 \text{ m}$$

$$Qp_2 = 60.000 \frac{0,0675}{0,012} \cdot 0,09^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}$$

$$Qp_2 = 4.792,78 \text{ l / min}$$

iii) Vazão de projeto da calha número (3)

$$A = 0,80 \text{ m}$$

$$B = 0,40 \text{ m}$$

$$S = 0,80 \cdot 0,20$$

$$S = 0,16 \text{ m}^2$$

$$P = 0,80 + 0,40$$

$$P = 1,20 \text{ m}$$

$$R = \frac{0,16}{1,20}$$

$$R = 0,133 \text{ m}$$

$$Qp_3 = 60.000 \frac{0,16}{0,012} \cdot 0,133^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}$$

$$Qp_3 = 14.739,30 \text{ l / min}$$

iv) Vazão de projeto da calha número (4)

$$A = 0,80 \text{ m}$$

$$B = 0,40 \text{ m}$$

$$S = 0,80 \cdot 0,20$$

$$S = 0,16 \text{ m}^2$$

$$P = 0,80 + 0,40$$

$$P = 1,20 \text{ m}$$

$$R = \frac{0,16}{1,20}$$

$$R = 0,133 \text{ m}$$

$$Q_{p_4} = 60.000 \frac{0,16}{0,012} \cdot 0,133^{2/3} \cdot 0,005^{1/2}$$

$$Q_{p_4} = 14.739,30 \text{ l / min}$$

Agora devemos comparar os valores achados para cada calha, em relação à vazão real e a de projeto, conforme a tabela abaixo:

Tabela 4.3 – Tabela com comparativo entre vazões reais e de projeto nas calhas do projeto.

Calha	Vazão Real (l/min)	Vazão de Projeto (l/min)	Verificação
(1)	1.551,24	12.155,60	Aprovado
(2)	427,08	4.792,78	Aprovado
(3)	739,84	14.739,80	Aprovado
(4)	1.007,44	14.739,80	Aprovado

Comparando a vazão calculada com a vazão suportada pela calha Q_p , conclui-se que a calha foi dimensionada muito além do que precisaria e que não haverá problemas de transbordamento. No entanto este superdimensionamento ira incorrer em aumento de custo, por isso deve-se

fazer o projeto de instalações pluviais, assim como os demais, de forma sincronizada com o de arquitetura, evitando assim superdimensionamentos.

4.2.4. Condutores Verticais

Os condutores verticais nada mais são que tubulações que irão direcionar o fluxo de água proveniente da calha para a parte inferior da edificação, sempre que possível devem ser projetados em uma só prumada, casos onde não é possível essa concepção devem-se instalar peças de inspeção (tubos operculados).

O diâmetro mínimo, segundo norma, para estes tubos deve ser de 70 mm, no entanto deve-se efetuar seu dimensionamento, para tal foi utilizado o ábaco da Figura 4.4 (adotou-se calhas com saídas em aresta viva), levando em conta algumas considerações que seguem abaixo para cada caso. Neste projeto estão previstos cinco prumadas, denominadas (AP), para águas pluviais, cada uma responsável por uma determinada calha ou região, logo será calculado inicialmente a prumada mais crítica, para ver se esta ultrapassa o valor de 70 mm de diâmetro.

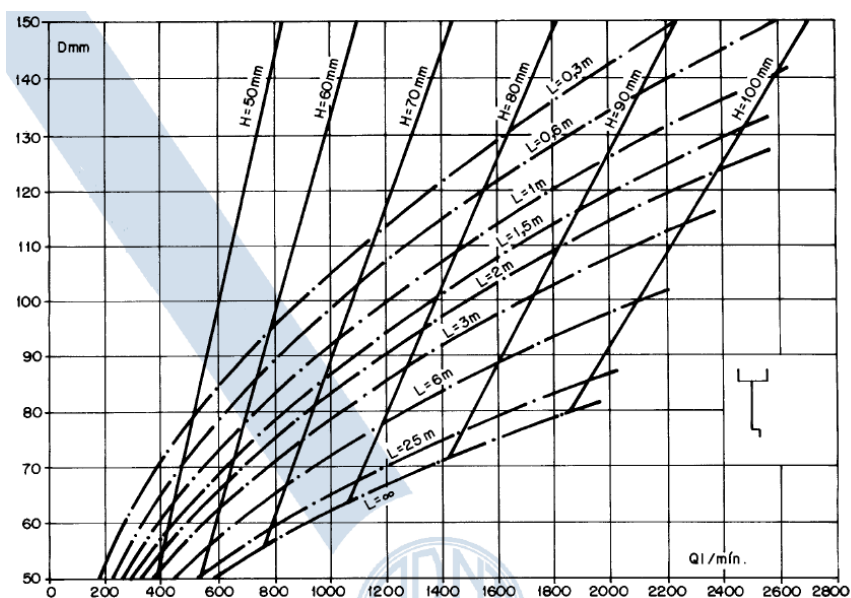


Figura 4.4 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais

i) Dimensionamento de AP-1

Q = Vazão de projeto calculada = 1.551,24 l/min

H = altura da lâmina de água na calha = 200 mm

L = comprimento do condutor vertical = 10,40 m

Portanto, encontra-se um diâmetro interno para os condutores verticais de aproximadamente 83 mm (Figura 4.5). Para uma melhor distribuição da água e maior facilidade na compra, serão utilizados tubos verticais de 100 mm para esta prumada.

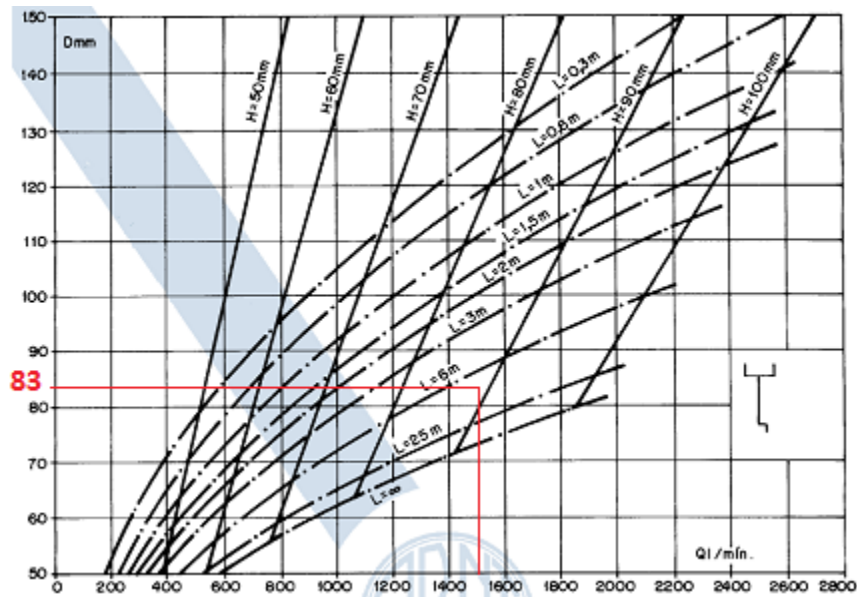


Figura 4.5 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP1

$D_{AP1} = 100 \text{ mm}$

ii) Dimensionamento de AP-2

Q = Vazão de projeto calculada = 427,08 l/min

H = altura da lâmina de água na calha = 150 mm

L = comprimento do condutor vertical = 10,40 m

Portanto, encontra-se um diâmetro interno para os condutores verticais de aproximadamente 52 mm (Figura 4.6). Para atender as especificações mínimas prescritas na norma, serão utilizados tubos verticais de 70 mm para esta prumada.

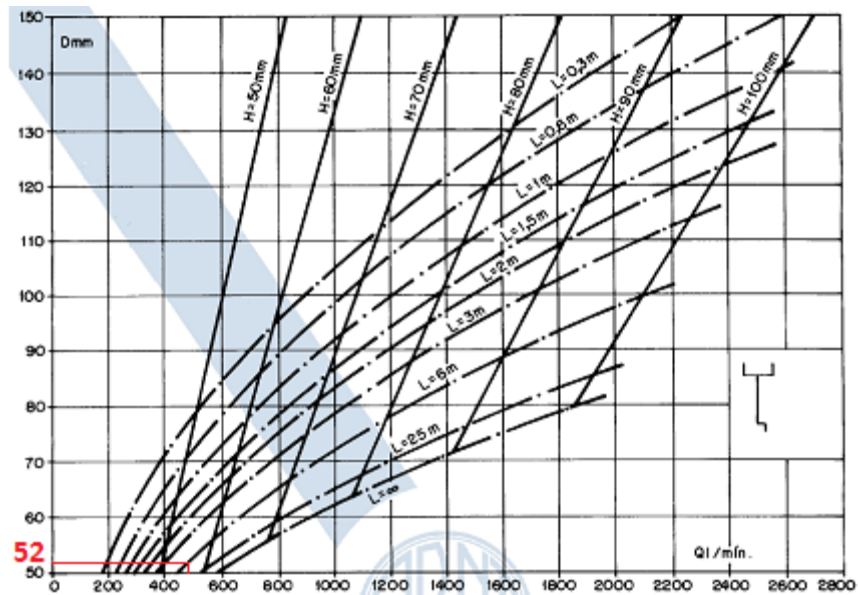


Figura 4.6 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP2

$D_{AP2} = 70 \text{ mm}$ (Utiliza-se 75 mm por ser o diâmetro comercial mais próximo).

iii) Dimensionamento de AP-3

Deve-se considerar a vazão da laje impermeabilizada frontal.

Q = Vazão de projeto calculada = 823,36 l/min

H = altura da lâmina de água na calha = 200 mm

L = comprimento do condutor vertical = 63,65 m

Portanto, encontra-se um diâmetro interno para os condutores verticais de aproximadamente 59 mm (Figura 4.7). Para atender as especificações miniminas prescritas na norma, serão utilizados tubos verticais de 70 mm para esta prumada.

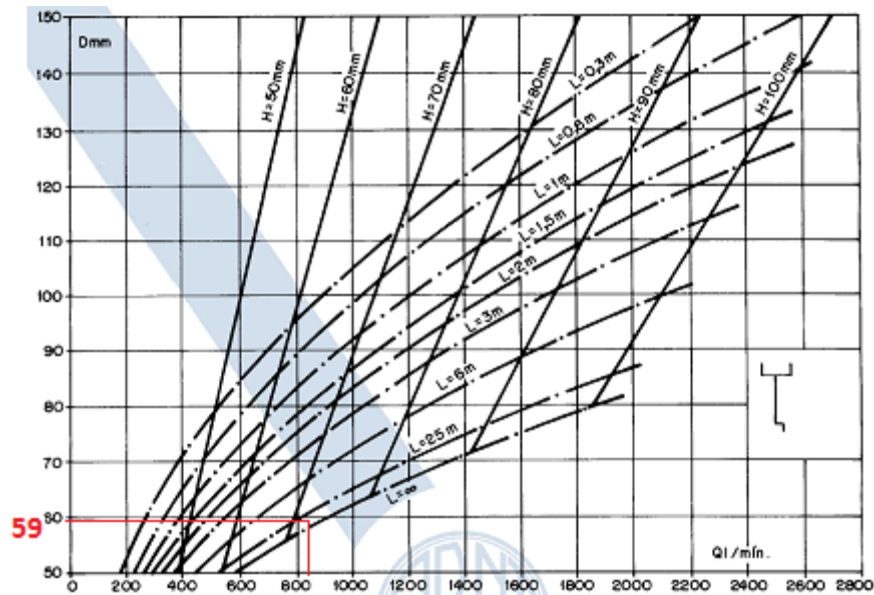


Figura 4.7 – Âbaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP3

$D_{AP3} = 70 \text{ mm}$ (Utiliza-se 75 mm por ser o diâmetro comercial mais próximo).

iv) Dimensionamento de AP-4

Deve-se considerar a vazão da laje impermeabilizada inferior

$Q = \text{Vazão de projeto calculada} = 1.121,84 \text{ l/min}$

$H = \text{altura da lâmina de água na calha} = 200 \text{ mm}$

$L = \text{comprimento do condutor vertical} = 63,65 \text{ m}$

Portanto, encontra-se um diâmetro interno para os condutores verticais de aproximadamente 68 mm (Figura 4.8). Para atender as especificações miniminas prescritas na norma, serão utilizados tubos verticais de 70 mm para esta prumada.

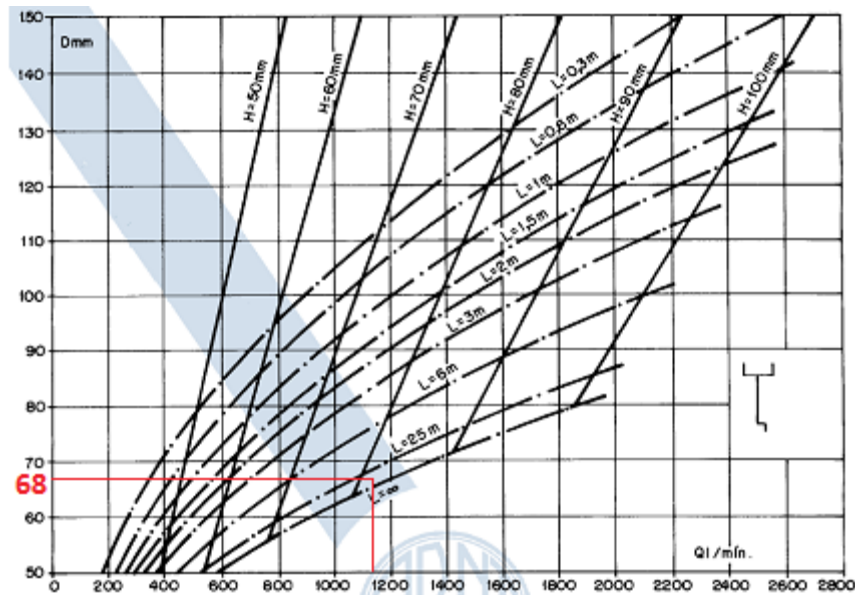


Figura 4.8 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais – AP4

$D_{AP4} = 70 \text{ mm}$ (Utiliza-se 75 mm por ser o diâmetro comercial mais próximo).

v) Dimensionamento de AP-5

Deve-se considerar a vazão da laje impermeabilizada, projeção da caixa d'água e sua respectiva laje.

Q = Vazão de projeto calculada = 391,52 l/min

H = altura da lâmina de água na calha = 100 mm

L = comprimento do condutor vertical = 69,05 m

Como a vazão responsável por essa coluna é muito baixa, adota-se o diâmetro mínimo de 70 mm.

$D_{AP5} = 70 \text{ mm}$ (Utiliza-se 75 mm por ser o diâmetro comercial mais próximo).

Deve-se considerar também a drenagem da água das áreas externas, como o PUC e garagem. Para o cálculo dos condutores verticais dessas áreas,

será considerada a contribuição da parede de maior área do prédio e a área livre projetada, conforme calculo abaixo;

Área de contribuição da parede:

$$\text{Lateral} = (\text{altura do prédio} \times \text{comprimento})/2$$

$$\text{Lateral} = (56,05 \text{ m} \times 31,49 \text{ m})/2 = 882,50 \text{ m}^2$$

$$Q = \frac{240 \cdot 882,50}{60}$$

$$Q = 3.530,09 \text{ l} / \text{min}$$

Área de contribuição livre (sem construção):

$$A_l = 334,89 + 440,98$$

$$A_l = 775,87 \text{ m}^2$$

Calculo da vazão:

$$Q = \frac{240 \cdot 775,87}{60}$$

$$Q = 3.103,48 \text{ l} / \text{min}$$

$$\text{Vazão total} = 6.633,50 \text{ l/min}$$

Dividindo a vazão para três tubos verticais, tem-se:

$$6.633,50 / 3 = 2.211,16 \text{ l/min}$$

$$L = 6,80 \text{ m (distância do pavimento PUC até o térreo)}$$

Encontra-se um diâmetro mínimo de 100 mm (AP-6, 7 e 8)

4.2.5. Condutores Horizontais

Os condutores horizontais adotados serão de seção circular. O escoamento terá lâmina d'água igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo, como recomendado por norma.

A capacidade dos condutores, ou seja, a vazão de escoamento do tubo é dada na Tabela 4.4, levando em consideração sua rugosidade e inclinação.

A ligação entre os condutores verticais e horizontais será feita por curva de raio longo, com tubo de inspeção, ou caixa de areia de 0,70 x 0,70 x 0,60 m. Quando houver conexões com outra tubulação e mudança de declividade ou direção deve ser previstas caixas de areia, assim como em trechos retilíneos a cada 20 m, no máximo.

Tabela 4.4 - Capacidade dos Condutores Horizontais de Seção Circular

Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Referência: Tab. 4 da ABNT 10844 (1989).

A tubulação horizontal adotada será de PVC cuja rugosidade vale 0,011, com declividade de 4%.

Todas as vazões de projeto Q são fornecidas na Tabela 4.5 abaixo:

Tabela 4.5 – Vazão de projeto de cada condutor vertical.

Coluna de Águas Pluviais (AP)	Vazão de Projeto (l/min)
AP1	1.551,24
AP2	427,08
AP3	823,36
AP4	1.121,84
AP5	391,52
AP6	2.211,16
AP7	2.211,16
AP8	2.211,16

Para uma melhor compreensão e visualização dos trechos foi elaborado um fluxograma para dimensionamento dos condutores horizontais, que segue abaixo, nele cada caixa de areia foi nomeada com uma letra e posteriormente com base nas informações das vazões dos trechos foi calculado o diâmetro dos condutos consultando a Tabela 4.4.

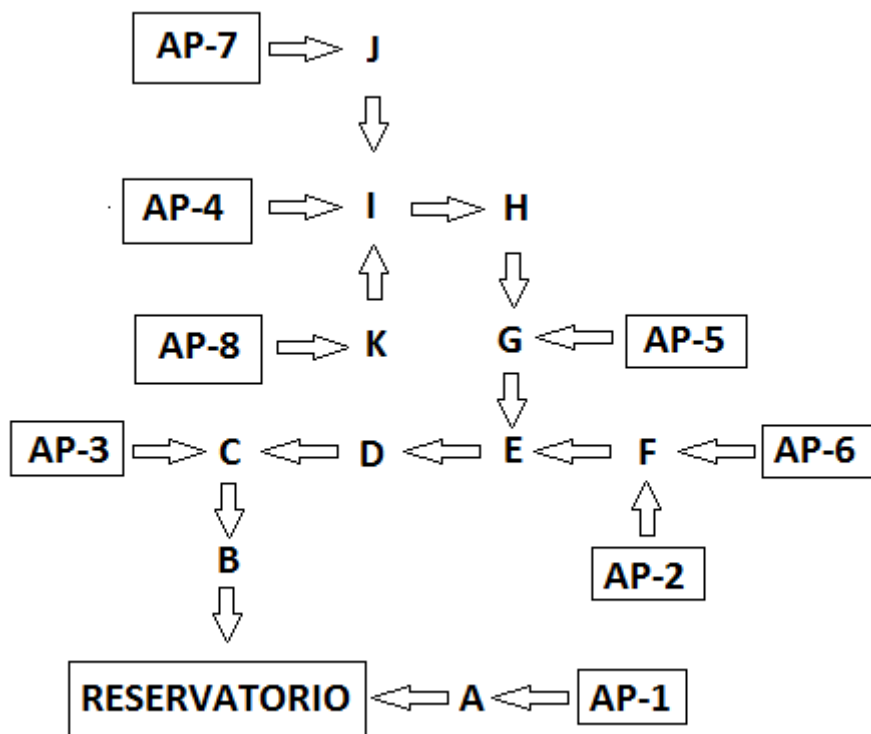


Figura 4.9 – Fluxograma dos condutos horizontais.

- i) Trecho AP7 – J**
 $Q = 2.211,16 \text{ l/min}$
 $D = 200 \text{ mm}$
- ii) Trecho J – I**
 $Q = 2.211,16 \text{ l/min}$
 $D = 200 \text{ mm}$
- iii) Trecho AP8 – K**
 $Q = 2.211,16 \text{ l/min}$
 $D = 200 \text{ mm}$
- iv) Trecho K – I**
 $Q = 2.211,16 \text{ l/min}$
 $D = 200 \text{ mm}$
- v) Trecho AP4 - I**
 $Q = 1.121,84 \text{ l/min}$
 $D = 150 \text{ mm}$
- vi) Trecho I - H**
 $Q = 5.544,16 \text{ l/min}$ (Somatório das vazões de AP4, AP8 e AP7)
 $D = 250 \text{ mm}$
- vii) Trecho H - G**
 $Q = 5.544,16 \text{ l/min}$
 $D = 250 \text{ mm}$
- viii) Trecho AP5 – G**
 $Q = 391,52 \text{ l/min}$
 $D = 100 \text{ mm}$

ix) Trecho G – E

$$Q = (5.544,16 + 391,52) = 5.935,68 \text{ l/min}$$

$$D = 250 \text{ mm}$$

x) Trecho AP2 – F

$$Q = 427,08 \text{ l/min}$$

$$D = 100 \text{ mm}$$

xi) Trecho AP6 – F

$$Q = 2.211,16 \text{ l/min}$$

$$D = 200 \text{ mm}$$

xii) Trecho F – E

$$Q = 2.638,24 \text{ l/min (Somatório das vazões de AP6 e AP2)}$$

$$D = 200 \text{ mm}$$

xiii) Trecho E – D

$$Q = 8.573,92 \text{ l/min (Somatório das vazões do trecho EF com EG)}$$

$$D = 300 \text{ mm}$$

xiv) Trecho D – C

$$Q = 8.573,92 \text{ l/min}$$

$$D = 300 \text{ mm}$$

xv) Trecho AP3 – C

$$Q = 823,36 \text{ l/min}$$

$$D = 125 \text{ mm}$$

xvi) Trecho C – B

$$Q = 9.397,28 \text{ l/min}$$

$$D = 300 \text{ mm}$$

xvii) Trecho B – RESERVATORIO

$$Q = 9.397,28 \text{ l/min}$$

$$D = 300 \text{ mm}$$

xviii) Trecho AP1 – A

$$Q = 1.551,24 \text{ l/min}$$

$$D = 200 \text{ mm}$$

xix) Trecho A – RESERVATORIO

$$Q = 1.551,24 \text{ l/min}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

xx) RESERVATORIO – REDE

$$Q = 10.948,52 \text{ l/min}$$

$D = 300 \text{ mm}$ (Apesar de ultrapassar o valor máximo adota-se este diâmetro pela pequena quantidade a mais)

4.2.6 Reservatório de águas pluviais

As águas pluviais descarregadas nas caixas de areia são previamente filtradas pelas próprias partículas da areia localizada no fundo da caixa.

Após os descartes dos sólidos indesejáveis e desvio da água das primeiras chuvas, com presença de impurezas provenientes da lavagem da atmosfera e das áreas de captação, a água coletada nos telhados e nas áreas externas é armazenada em um reservatório de águas pluviais.

Esta água armazenada poderá ser utilizada posteriormente para pontos de atividades não potáveis, tais como: descarga de vasos sanitários, tanque, máquina de lavar roupa e torneira externa. A água não poderá ser usada para atividades potáveis devido ao risco de contaminação da água coletada.

No projeto real, é previsto a construção deste reservatório para uso na lavagem das áreas comuns (garagem e PUC), no entanto para este projeto final não será considerado este reservatório, sendo que neste caso a tubulação sairá do reservatório e seguirá diretamente para o coletor público. (Na planta em anexo há a previsão do reservatório para futuras implantações).

CAPÍTULO V - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para o bom funcionamento da rede elétrica é necessário um projeto elétrico bem elaborado e otimizado, feito em sincronia com os demais projetos de instalações. Estimativas orçamentárias mostram que as instalações elétricas consomem entre 12 a 17% do custo total da construção, sendo assim de primeira importância a otimização destas instalações.

O objetivo deste capítulo é a definição dos pontos de iluminação, de eletricidade de uma edificação, que leva em conta as necessidades de cada ambiente e das pessoas que irão ali habitar com seus respectivos aparelhos, definição das bitolas dos fios utilizados, assim como seus circuitos e seus respectivos disjuntores.

Dentro de uma instalação elétrica, tem-se como principais elementos utilizados os abaixo listados:

- poste de recepção;
- caixa de medição;
- quadro geral;
- fusíveis e disjuntores;
- diferencial residual;
- eletrodutos;
- fios e cabos;
- conectores;
- tomadas, interruptores e outros pontos;
- transformadores e reatores;
- lâmpadas.

Todo o dimensionamento realizado foi norteado pela norma ABNT 5410 (2004) que estabelece condições para satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão. A norma aplica-se aos circuitos elétricos alimentados sob tensão

nominal igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou a 1500 volts em corrente contínua. A freqüência máxima permitida é de 400 Hz.

Toda a energia gerada para atender o sistema elétrico é sob forma trifásica, alternada, com uma freqüência de 60 ciclos/segundos. A escolha desse sistema foi devido a sua praticidade, economia de material e qualidade da energia.

O sistema responsável pelo transporte de energia elétrica nas unidades geradoras para o prédio é composto basicamente por três subsistemas (Figura 5.1):

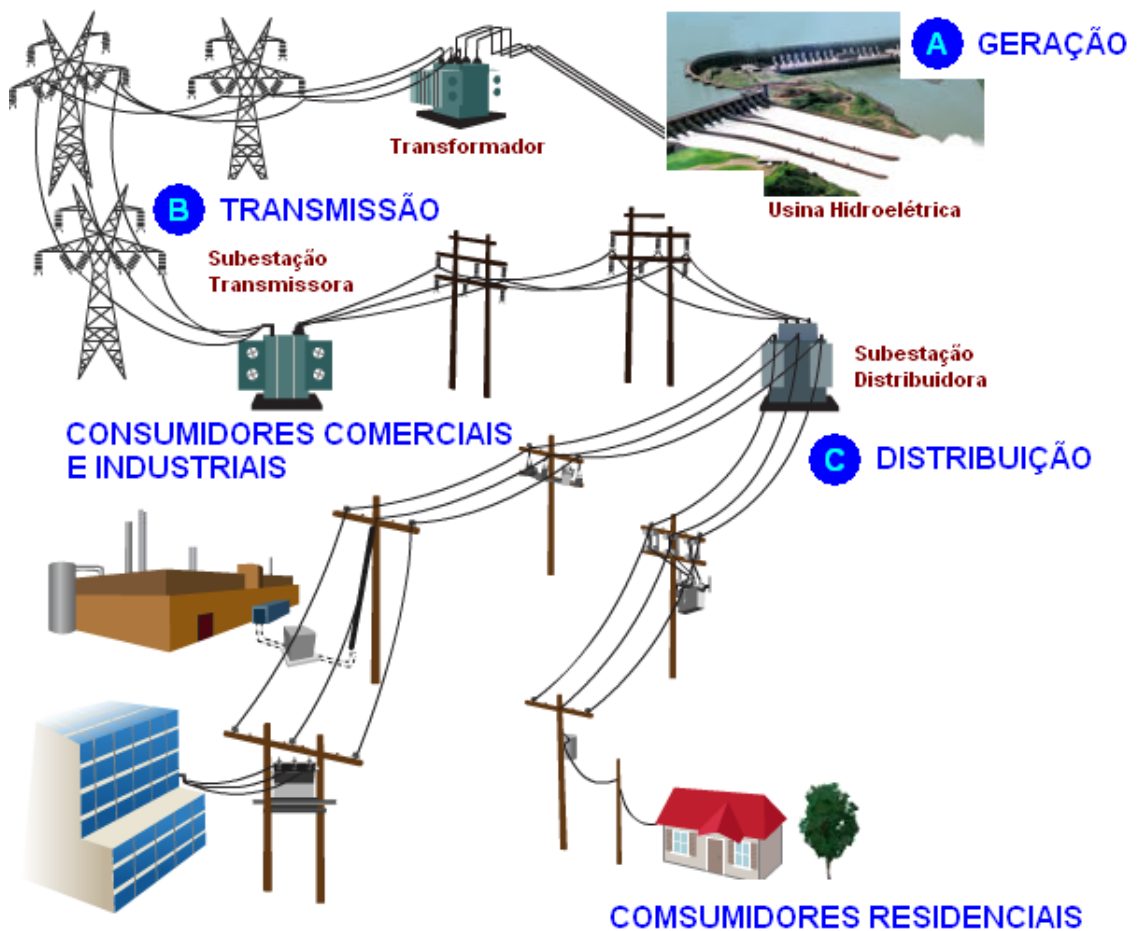


Figura 5.1 - Representação esquemática do sistema elétrico brasileiro.

- Sistema de geração de energia: A geração industrial de energia elétrica pode ser feita por meio da utilização da energia potencial da água (geração hidrelétrica) ou utilizando energia potencial dos combustíveis (geração termoelétrica). No Brasil, a principal fonte de

geração de energia elétrica é a oriunda da hidroelétrica, graças ao grande potencial hídrico do país. ,

- Sistema de transmissão: é feita por meio de um sistema de transformadores e condutores elétricos também chamados de linhas de transmissão os quais transmitem a energia elétrica gerada nas unidades geradoras para unidades consumidoras;
- Sistemas de distribuição: A distribuição e a parte do sistema elétrico já dentro dos centros de utilização (cidades, bairros e indústrias), começam da subestação abaixadora, onde a tensão da linha de transmissão é abaixada para valores padronizados nas redes de distribuição primária.

No dimensionamento deste projeto, em virtude do enorme número de tipos de unidades habitacionais existentes e o tempo corrido decorrente de atrasos na entrega do projeto pela construtora, será dimensionado somente apartamento mais crítico, ou seja o apartamento 104, que possui quatro quartos sendo um suíte. Serão desprezados os dimensionamentos das áreas comuns do edifício.

5.2. PREVISÃO DE CARGA DE ILUMINAÇÃO E PONTOS DE TOMADAS

5.2.1. Pontos de Utilização Especial

É de grande importância conhecer a carga específica, em watts ou VA, que cada aparelho de utilização consome. A Tabela 5.1 fornece como referência às potências médias dos aparelhos eletrodomésticos.

Tabela 5.1 - Potências Médias de Referência dos Aparelhos Elétricos

Aparelho	Potência(W)	Aparelho	Potência (W)
Ar condicionado	1.400	Forno de microondas	1.300
Aquecedor tipo Boiler	1500	Freezer	400
Aparelho de som	300	Geladeira	400
Aspirador de pó	200	Grill	1.000
Barbeador	50	Liquidificador	200
Batedeira	100	Máquina de costura	100
Chuveiro	4.400*	Máquina de lavar roupa	800
Circulador de ar	150	Projektor de slides	100
Computador	200	Rádio	50
Enceradeira	300	Relógio	5
Esterilizador	200	Secador de cabelos	1.200
Exaustor	1.400	Televisor	200
Esteira ergonômica	400	Torradeira	1000
Ferro de engomar	800	Ventilador	150

Referência: Concessionária Light

* Há chuveiros de maior potência

Os pontos de tomada de uso específico devem ser instalados no máximo a 1,5 m do local previsto para o equipamento a ser alimentado.

Para as tomadas de uso específico de instalação fixa e principalmente aqueles de consumo acima de 600 VA (chuveiro, ar condicionado, forno e fogão elétrico, entre outros) devem ter uma tomada específica que suporte a corrente do equipamento. A potência considerada para essa tomada é a potência real do equipamento.

5.2.2. Pontos de Tomadas de Uso Geral

A carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência nominal, dada pelo fabricante ou calculada a partir da tensão nominal, da corrente nominal e do fator de potência.

Nos casos em que for dado a potência nominal fornecida pelo equipamento (potência de saída), e não a absorvida, devem-se considerar o rendimento e o fator de potência.

As potências das tomadas de uso geral seguem os critérios abaixo, definidos pela norma:

- Em banheiros, cozinhas e áreas de serviço no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos de tomadas, e 100 VA por ponto de tomada

para os excedentes, considerando cada um desses ambientes separadamente;

- Demais cômodos no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

Após definida as cargas de tomadas por cômodo, deve-se atentar na sua quantidade e correta disposição, logo o número de tomadas de uso geral foi distribuído da seguinte forma:

- em banheiros, pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório;
- em cozinhas, pelo menos uma tomada a cada 3,5 m ou fração de perímetro, sendo que acima de cada bancada foram utilizadas de uma a duas tomadas;
- para área de serviço, duas tomadas;
- para garagens e varandas foi utilizado pelo menos um ponto de tomada;
- nas demais dependências, um ponto de tomada para áreas inferiores a 6 m², e para as áreas superiores pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração de perímetro.

Na sua localização em relação à altura, foram adotadas três tipos de tomadas, seguindo os critérios abaixo:

- Tomada baixa – 0,30 m do piso acabado;
- Tomada média – 1,10 m do piso acabado;
- Tomada alta – 2,10 m do piso acabado.

5.2.3. Cargas de Iluminação

Para a determinação das cargas de iluminação foram adotados os seguintes critérios:

- Em ambientes com área igual ou inferior a 6 m² foram previstas uma carga mínima de 100 VA;

- Em ambientes com área superior a 6 m² foram previstas uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², e acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

A Tabela 5.2 descreve as potências instaladas em cada cômodo (iluminação e tomadas), para o apartamento 104.

Tabela 5.2 - Potência Instalada no Apartamento 104.

Dependências	Área (m ²)	Potência de luz (VA)	Perímetro (m)	Pontos de tomadas gerais		Pontos de tomadas específicas	
				Quantidade	Potência (VA)	Potência (W)	Discriminação
Sala estar/ Jantar	26,09	400	25,80	5	500	N/A	N/A
Suíte/ Closet	20,67	340	30,37	6	600	1400	Ar-condicionado
Quarto 1	12,07	220	14,89	3	300	1400	Ar-condicionado
Quarto 2	11,07	220	14,50	3	300	1400	Ar-condicionado
Quarto 3	12,15	220	13,99	3	300	1400	Ar-condicionado
Escritório/ Circulação	9,91	160	17,55	4	400	N/A	N/A
Lavabo	2,94	100	7,30	N/A	N/A	1200	Secador
Banheiro Social	3,90	100	7,89	N/A	N/A	4400	Chuveiro
						1200	Secador
Banheiro Suíte	6,12	160	9,98	N/A	N/A	4400	Chuveiro
						1200	Secador
Banheiro Serviço	1,94	100	6,10	1	100	4400	Chuveiro
Cozinha	11,07	220	14,59	5	2000	1400	Exaustor
						1300	Forno de microondas
						400	Freezer
						400	Geladeira
Área de Serviço	5,59	100	9,49	N/A	N/A	800	Ferro de engomar
						800	Máquina de lavar roupas
Quarto de Serviço	4,08	100	8,10	2	200	N/A	N/A
Varanda	12,10	220	14,67	3	300	N/A	N/A

5.3. DIVISÃO DAS INSTALAÇÕES

Todas as instalações elétricas devem ser divididas em diferentes circuitos, que é o conjunto de pontos de consumo, alimentado pelo mesmo condutor e ligado ao mesmo dispositivo de proteção (chave ou disjuntor). Nos sistemas polifásicos, os circuitos devem ser distribuídos de modo a assegurar o melhor equilíbrio de cargas entre as fases.

Existem dois tipos básicos de circuitos elétricos, os circuitos normais e os de segurança. Os primeiros estão ligados a apenas uma fonte, que em geral é a concessionária local, que em casos de falha na rede haverá a interrupção do abastecimento. O segundo tipo, de segurança, são os que garantem o abastecimento mesmo nas situações de falha da concessionária, são usados basicamente em sistemas de alarmes e em instalações de incêndio, onde são acionados sistemas auxiliares com o uso de baterias e geradores.

A divisão das instalações elétricas em circuitos distintos tem como objetivo:

- Limitar as consequências de uma falta, a qual provocará apenas seccionamento do circuito defeituoso;
- Facilitar as verificações, ensaios e a manutenção;
- Evitar os perigos que possam resultar da falha de um único circuito.

Além das situações descritas acima, alguns parâmetros na hora da divisão em circuitos devem ser levados em conta, como por exemplo:

- Em Cozinhas e em áreas de serviços foram distribuídos circuitos independentes de iluminação e tomadas.
- Os circuitos de iluminação devem ser independentes das tomadas em geral.
- Circuitos independentes devem ser previstos para aparelhos com potencia superior a 1500 VA, sendo permitida a alimentação de mais de um aparelho no mesmo circuito.

- Deve-se atentar a seguinte regra geral: Em casos de uso residencial, como neste projeto, utiliza-se um circuito para cada 60 m² ou fração.

5.4. DISPOSITIVOS DE COMANDO DOS CIRCUITOS

5.4.1. Interruptores

Para o controle do circuito trifásico será usado um dispositivo tripolar que atua sobre os três condutores-fase simultaneamente.

Os interruptores possuem a capacidade, em ampères, de suportar por tempo indeterminado as correntes que transportam e serão utilizados em circuitos que envolvem lâmpadas, possibilitando acende-las ou apagá-las quando necessário.

Neste projeto serão utilizados os seguintes tipos de interruptores:

- i) Interruptores comuns para uma lâmpada: Usado para acionamento simples de lâmpadas.
- ii) Interruptores de várias seções: Usado para comandar diversas lâmpadas do mesmo ponto de energia.

5.4.2. Interruptores Temporalizados

Em geral, em condomínios, utilizam-se interruptores temporizados que tem como principal objetivo oferecer maior economia e conforto ao condomínio, são instalados geralmente em áreas comuns de pequena ou média circulação, como os halls e escadas. Os sensores mais usados são os sensores de infravermelho, onde detecta a presença de qualquer coisa que atravesse seu campo de atuação que em geral é de 180 graus radianos. Como neste projeto não haverá o dimensionamento das áreas comuns este tipo de interruptor não será utilizado para cálculo.

5.5. LINHAS ELÉTRICAS

5.5.1. Condutores

Para este trabalho os condutores utilizados serão de cobre, com isolamento de PVC. A maneira de instalar os condutores elétricos pode ser observada na Tabela 5.4.

Após o conhecimento das respectivas potências dos pontos de utilização (lâmpadas e tomadas gerais e específicas), foi calculada a corrente, medida em ampéres, para posterior escolha da bitola do condutor, usando o método da capacidade de condução de corrente (Tabela 5.5), aplicando-se os fatores de correção conforme as temperaturas ambientes e o agrupamento de condutores.

A ABNT 5410 (2004) prevê a seção mínima dos condutores conforme o seu tipo de instalação (Tabela 5.3), a seção do condutor neutro (Tabela 5.6) e a seção mínima do condutor de proteção (Tabela 5.7). O condutor a ser escolhido é o de maior seção.

Tabela 5.3 - Seções Mínimas dos Condutores de Cobre

Tipo de instalação		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor isolado (mm ²)
Instalações fixas em geral	Cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5
		Circuitos de força (tomadas)	2,5
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5
	Condutores nus	Circuitos de força (tomadas)	10
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4
Ligações flexíveis feitas com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra explicação	0,75
		Circuitos a extra-baixa tensão para aplicações especiais	0,75

Referência: Tab. 47 da ABNT 5410 (2004)

A condução dos circuitos será feita através de eletrodutos de seção circular que podem ser de diferentes maneiras dependendo do projeto arquitetônico.

No prédio foram utilizadas basicamente três maneiras de condução: embutidos na parede (B1), sobre o forro de gesso (C) e pelo o piso (C) (Tabela

5.4). A maneira de condução usada para a consulta e dimensionamento foi a B1(Embutido em parede de alvenaria).

Tabela 5.4 - Tipos de Linhas Elétricas – Utilizada o tipo B1 e C.

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

Referência: Tab. 33 da ABNT 5410 (2004).

Tabela 5.5 - Capacidades de Condução de Corrente, em Ampères, para os Métodos de Referência A1, A2, B1, B2, C e D.

Seções nominais mm ²	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
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	387	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Referência: Tab. 36 da ABNT 5410 (2004)

Tabela 5.6 - Seção do Condutor Neutro

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
185	95
240	120
300	150
400	185

Referência: Tab. 48 da ABNT 5410 (2004)

Tabela 5.7 - Seção Mínima do Condutor de Proteção

Seção dos condutores de fase S em mm ²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente em mm ²
S<16	S
16<S<35	16
S>35	S/2

Referência: Tab. 58 da ABNT 5410 (2004)

O método utilizado para o cálculo das seções dos condutores foi o da capacidade de condução da corrente. A intensidade pôde ser calculada em função do somatório das potências de cada circuito dividida pela tensão (127 V), conforme a Equação 5.1.

$$P = U * i$$

$$I = P/U \tag{5.1}$$

No caso de circuitos onde há pouca solicitação diariamente, multiplicou-se a intensidade pelo fator de demanda (Tabela 5.8), reduzindo-se assim o diâmetro dos fios e o valor da capacidade dos disjuntores. O cálculo da intensidade das correntes de cada circuito pode ser vista na Tabela 5.9 de forma mais detalhada.

Tabela 5.8 - Fator de Demanda

Tipo de Carga	Potência Instalada (watt)	Fator de Demanda (%)	Carga mínima (W/m ²)
Residências (casas e apartamentos)	Até 1.000	80	30 e nunca inferior a 2.200 W
	1.000-2.000	75	
	2.000-3.000	65	
	3.000-4.000	60	
	4.000-5.000	50	
	5.000-6.000	45	
	6.000-7.000	40	
	7.000-8.000	35	
	8.000-9.000	30	
	9.000-10.000	27	
	Acima de 10.000	24	
Garagens, áreas de serviços e semelhantes.		80	5

Referência: Tab. 3.20 do livro Instalações Elétricas – 15ª Edição (2007).

Tabela 5.9 – Especificações de cada circuito do apartamento 104.

APARTAMENTO 104																					
Circ.	Lâmpadas (VA)						Pontos de tomadas de uso geral (VA)		Pontos de tomadas de uso especial (W)						Total (W)	Total adotado (W)	Corrente $I_b = P/U$	S (mm ²) Fase Tabela 5.5	S (mm ²) Neutro Tabela 5.6	S (mm ²) Proteção Tabela 5.7	Disjuntor A
	40	60	100	120	150	220	100	600	400	800	1200	1300	1400	4400							
1	2	3	4	2	2										1200	1200	9.45	1.5	1.5	1.5	15
2	2	2	3		2	3									1460	1500	11.81	1.5	1.5	1.5	15
3														1	4400	4400	34.65	6.0	6.0	6.0	40
4														1	4400	4400	34.65	6.0	6.0	6.0	40
5														1	4400	4400	34.65	6.0	6.0	6.0	40
6													1		1400	1400	11.02	2.5	2.5	2.5	25
7													1		1400	1400	11.02	2.5	2.5	2.5	25
8													1		1400	1400	11.02	2.5	2.5	2.5	25
9													1		1400	1400	11.02	2.5	2.5	2.5	25
10									2			1			2100	2100	16.54	2.5	2.5	2.5	25
11											1		1		2600	2600	20.47	2.5	2.5	2.5	25
12							2	3							2000	2000	15.75	2.5	2.5	2.5	25
13										2					1600	1600	12.60	2.5	2.5	2.5	25
14											2				2400	2400	18.90	2.5	2.5	2.5	25
15							15								1500	1500	11.81	2.5	2.5	2.5	25
16							15								1500	1500	11.81	2.5	2.5	2.5	25
TOTAL	4	5	7	2	4		32	3	2	2	3	1	5		35160	35200	277.17	6.0	6.0	6.0	40*

* Foi utilizado o fator de demanda

5.5.2 Disjuntores

Denominam-se disjuntores (Figura 5.2) os dispositivos de manobra e proteção, capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito.



Figura 5.2 – Disjuntor tripolar de 10 A

Os disjuntores possuem um dispositivo de interrupção da corrente constituído por lâminas de metais de coeficientes de dilatação térmica diferentes (latão e aço), soldados. A dilatação desigual da lâminas, por efeito do aquecimento, provocado por uma corrente de sobrecarga faz interromper a passagem da corrente no circuito. Esses dispositivos bimetálicos são relés térmicos e, em certos tipos de disjuntores, são ajustáveis. Além dos relés bimetálicos, os disjuntores são providos de relés magnéticos (bobinas de abertura), que atuam mecanicamente, desligando o disjuntor quando a corrente é de curta duração. Desarmam, também, quando ocorre um curto-circuito em uma ou nas três fases. Os tipos que possuem “bobina de mínima” desarmam quando falta tensão em uma das fases.

Portanto, a função dos disjuntores é desarmar em caso de sobrecarga, protegendo a instalação, pessoas e seus aparelhos conectados a instalação. Têm como característica a capacidade de se rearmar (manual ou eletricamente), quando estes tipos de defeitos ocorrem.

Para o dimensionamento dos disjuntores será preciso conhecer a bitola dos condutores de cada circuito. A corrente nominal máxima dos disjuntores para um circuito com dois condutores carregados pode ser vista na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 - Determinação Prática do Disjuntor Unic de Maior Corrente Nominal a Ser Utilizado na Proteção dos Condutores Contra Correntes de Sobrecarga.

Seção dos condutores (mm ²)	Corrente Nominal* Máxima dos Disjuntores Unic (A)			
	1 Circuito com 2 condutores Carregados	1 Circuito com 3 condutores carregados	2 Circuito com 2 condutores carregados	3 Circuito com 2 condutores carregados
1,5	15	15	15	10
2,5	25	20	20	15
4	35/30**	30	25	20
6	40	40/35**	35	30
10	60	50	50/40**	40
16	70	60	60	50
25	100	70	70	70
35	100	100	100	70
50	100	100	100	100

Referência: Tab. 4.3 do livro Instalações Elétricas – 15ª Edição (2007).

* Valores referidos a 20°C para disjuntores de 10 A a 60 A e a 40°C para disjuntores de 70 A a 100 A.

** O primeiro valor refere-se ao tipo unipolar e o segundo ao multipolar.

Portanto, com todos os dados das Tabelas acima foi possível dimensionar todos os elementos dos circuitos (Tabela 5.9).

5.5.3. Eletrodutos

Os eletrodutos a serem usados neste projeto serão de PVC flexível, expressamente apresentados e comercializados como tal e não ser propagadores de chama. Em qualquer situação devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação.

O tamanho dos eletrodutos deve ser de um diâmetro tal que os condutores possam ser facilmente instalados e retirados. Para tanto é obrigatório que os condutores não ocupem mais de 40% da área útil dos eletrodutos, como pode ser visto na Figura 5.3.



Figura 5.3 - Representação da área útil do eletroduto.

Para o dimensionamento, bastou saber o número de condutores no eletroduto e a maior seção deles, para em seguida, entrar com os valores na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 – Diâmetro Nominal dos Eletrodutos

Seção Nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	31
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	50	50	50	60
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60

Referência: Tab. 3.23 do livro Instalações Elétricas – 15ª Edição (2007).

O cálculo dos eletrodutos será por apartamento ou por pavimento. Para facilitar a execução, será utilizado um único diâmetro do eletroduto para cada compartimento, em função da maior bitola dos condutores e maior quantidade de circuitos.

Apartamento 104:

Tabela 5.12 - Número Máximo de Circuitos por Eletroduto do Apartamento 104.

Número do circuito	Número dos circuitos agrupados	Número do circuito	Número dos circuitos agrupados
1	5	9	5
2	6	10	5
3	6	11	5
4	6	12	5
5	6	13	6
6	5	14	6
7	5	15	5
8	5	16	6

Para uma bitola máxima de 6 mm² e número de circuitos máximo de 6, encontra-se na Tabela 5.11 o eletroduto de diâmetro nominal 25 mm².

Todos os eletrodutos, e suas indicações encontram-se em planta (Prancha 17/17) anexa a este projeto.

5.6. VERIFICAÇÃO DOS CONDUTORES PELA QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL

Os aparelhos de utilização de energia elétrica são projetados para trabalharem a determinadas tensões, com uma tolerância pequena.

Durante o percurso entre o quadro geral ou a subestação até o ponto de utilização de um circuito terminal, ocorre uma queda de tensão devido às resistências dos condutores e equipamentos.

Em virtude dessa queda de tensão, é necessário que os condutores sejam dimensionados de tal maneira que limitem a queda aos valores estabelecidos pela norma ABNT 5410 (2004).

As quedas de tensão admissíveis são dadas em porcentagem da tensão normal ou de entrada, vista na Equação 5.2.

Queda de tensão percentual:

$$(e\%) = \frac{\text{tensão de entrada} - \text{tensão na carga}}{\text{Tensão de entrada}} \times 100 \quad (5.2)$$

Na Tabela 5.13 estão listados os valores máximos de queda de tensão para os diversos tipos de entrada.

Tabela 5.13 – Percentuais Máximos Admissíveis para a Queda de Tensão Total

Tipo de Instalação	Iluminação e tomadas	Outros usos
Alimentada diretamente por um ramal de baixa tensão, a partir de uma rede de distribuição pública de baixa tensão	5%	5%
Instalações alimentadas diretamente por subestação transformadora, a partir de uma instalação de alta tensão	7%	7%
Com fonte própria	7%	7%

A Tabela 5.14 fornece as quedas de tensão percentuais para os alimentadores e ramais em função das distâncias e potências utilizadas, medidas em watts ou VA.

Tabela 5.14 – Soma das Potências em Watts x Distância em metros V = 127 Volts

mm ²	Queda de Tensão (e%)				
	1	2	3	4	5
1,5	7.016	14.032	21.048	28.064	35.081
2,5	11.694	23.387	35.081	46.774	58.468
4	18.710	37.419	56.129	74.839	93.548
6	28.064	56.129	84.193	112.258	140.322
10	46.774	93.548	140.322	187.096	233.871
16	74.839	149.677	224.516	299.354	374.193
25	116.935	233.871	350.806	467.741	584.676
35	163.709	327.419	49.128	654.837	818.547
50	233.871	467.741	701.612	935.482	1.169.353
70	327.419	654.837	982.256	1.309.75	1.637.094
95	444.354	88.708	1.333.062	1.777.416	2.221.770
120	561289	1.122.578	2.104.835	2.806.446	2.806.446
150	701.612	1.403.223	2.595.963	3.461.283	3.508.058

Referência: Tab. 3.18 do livro Instalações Elétricas – 15ª Edição (2007).

A verificação dos condutores pela queda de tensão será feita somente para os circuitos mais longos do apartamento 104.

Apartamento 104:

Circuito 2:

Soma das potências x distância:

$$220 \times (6,72) = 1.478,40$$

$$220 \times (6,72 + 2,73) = 2.079$$

$$220 \times (6,72 + 2,73 + 2,84) = 2.703,8$$

$$40 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 1,69 + 0,64 + 1,35) = 380$$

$$150 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 1,69 + 0,64 + 1,35 + 2,66) = 1.824$$

$$150 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 1,69 + 0,64 + 1,35 + 2,66 + 1,54) = 2.055$$

$$100 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 2,05) = 787$$

$$100 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 2,05 + 1,24) = 911$$

$$100 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 2,05 + 1,24 + 1,50) = 1.061$$

$$100 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 2,05 + 1,24 + 1,50 + 0,94) = 1.155$$

$$60 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 1,69) = 450,6$$

$$40 \times (1,28 + 1,88 + 2,66 + 1,69 + 0,64) = 326$$

Total: 15.210,80 (watts x metro)

Entrando com este valor na Tabela 5.14, com um e% = 2% (circuito entre o quadro de luz e ponto de iluminação), encontra-se condutores de diâmetro de 2,5 mm². Será utilizado o valor encontrado pelo método de condução de corrente, devido a pouca diferença na área na queda de tensão e também na dificuldade para manuseio dessa bitola.

Circuito 15:

Soma das potências x distância:

$$100 \times (6,72 + 1,00) = 1.478,40$$

$$100 \times (6,72 + 1,92) = 864$$

$$100 \times (6,72 + 1,33) = 807$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 0,96) = 1.027$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 0,92) = 1.023$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 0,92 + 0,54) = 2.104$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 0,92 + 0,54 + 0,19) = 2.123$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 1,42) = 1.357$$

$$2 \times 100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 1,42 + 2,74) = 3.262$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 1,42 + 2,74 + 0,88) = 1.719$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 1,42 + 2,74 + 0,88 + 1,37) = 1.856$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 3,43) = 1.558$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 3,43 + 0,94) = 1.652$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 3,43 + 0,94 + 1,31) = 1.783$$

$$100 \times (6,72 + 2,59 + 2,84 + 3,43 + 0,94 + 1,31 + 1,27) = 1.910$$

Total: 24.523,40 (watts x metro)

Entrando com este valor na Tabela 5.14, com um e% = 2% (circuito entre o quadro de luz e ponto de iluminação), encontra-se condutores de diâmetro de 4,0 mm². Será utilizado o valor encontrado pelo método de condução de corrente, devido a pouca diferença na área na queda de tensão e também na dificuldade para manuseio dessa bitola.

CAPITULO VI – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso é de grande importância para o aperfeiçoamento profissional dos novos profissionais, proporcionando um maior conhecimento na área de instalações prediais (Instalações de água fria, sanitárias, pluviais e elétricas), que é uma importante etapa na execução de projetos.

Pode-se observar que na grande maioria das obras os engenheiros e os profissionais responsáveis tem pouco conhecimento nesta área, isto se comprova quando se faz uma visita a um canteiro de obras e se constata a total falta de sincronia entre o que é projetado e o que é executado, existindo erro nas duas etapas. As instalações prediais representam um considerável percentual nos custos de uma construção, logo projetos bem elaborados, planejados e otimizados levam a uma eficiência tanto na fase de projeto, quanto na execução.

Durante a execução deste trabalho, foram feitas visitas periódicas a obra na qual se baseou o projeto para um maior conhecimento prático. Todos os cálculos e desenhos executados seguiram rigorosamente as Normas vigentes já citadas na introdução, de modo a conferir credibilidade aos projetos executados.

Os projetos arquitetônicos foram entregues com atraso, causando dificuldades para seguir o cronograma proposto inicialmente, assim teve-se por optar pela não realização das instalações elétricas de forma completa. Esta opção se deu pelo fato do dimensionamento de cargas elétricas elevadas não ser competência de um engenheiro Civil, logo foi dimensionado um apartamento para ilustrar como deve ser feito o dimensionamento das instalações elétricas.

Ressalta-se que este projeto nos proporcionou um aprendizado pelo fato de não se utilizar nenhum tipo de programas computacionais específicos.

BIBLIOGRAFIA

CREDER, HÉLIO – Instalações Hidráulicas e Sanitárias, Rio de Janeiro, RJ, Ed. LTC, 6ª Edição, 2006;

CREDER, HÉLIO – Instalações Elétricas, Rio de Janeiro, RJ, Ed. LTC, 15ª Edição, 2007;

COTRIM, ADEMARO A. M. B. – Instalações Elétricas, Ed. Pearson Prentice Hall, 2009

MACINTYRE, ARCHIBALD JOSEPH - Instalações Hidráulicas: Prediais e Industriais, Ed. LTC, 4ª Edição, 2010

BOTELHO, MANOEL HENRIQUE CAMPOS; RIBEIRO JR, GERALDO DE ANDRADE - Instalações Hidráulicas Prediais: Usando Tubos de PVC e PPR, Ed. Edgard Bluncher, 2ª Edição, 2008

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-5626 – Instalações Prediais de Água Fria, Rio de Janeiro-1998;

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-8160 – Sistema Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, Rio de Janeiro -1999;

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-9649 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, Rio de Janeiro -1986;

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, Rio de Janeiro -1989;

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, Rio de Janeiro - 2004;

RODRIGUES, D.V., ROSARIO, S.A. Dimensionamento Das Instalações Prediais Do Edifício Solaris Situado No Bairro Da Pelinca Em Campos Dos Goytacazes – RJ [Trabalho de Conclusão de curso]. Campos dos Goytacazes. 2010

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional. Brasília. 2012 (Ano Base 2011).