CENTRO UNIVERSITÁRIO REDENTOR

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BEATRIZ REIS DOS SANTOS RUBIO

TAMIRES RODRIGUES DE OLIVEIRA

PROJETO DE EDIFICAÇÃO MISTA, RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR E ENTRETENIMENTO, CONTENDO PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS E PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

Itaperuna

2019

BEATRIZ REIS DOS SANTOS RUBIO

TAMIRES RODRIGUES DE OLIVEIRA

PROJETO DE EDIFICAÇÃO MISTA, RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR E ENTRETENIMENTO, CONTENDO PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS E PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Redentor como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.ª Muriel Batista de Oliveira, D.S.C.

Itaperuna

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autoras: BEATRIZ REIS DOS SANTOS RUBIO, TAMIRES RODRIGUES DE OLIVEIRA.

Título: PROJETO DE EDIFICAÇÃO MISTA, RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR E ENTRETENIMENTO, CONTENDO PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS E PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso.

Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Instituição: Centro Universitário Redentor.

Área de concentração: Engenharia Civil com ênfase em instalações prediais e projeto de prevenção e combate a incêndio.

Aprovado em: ____/____/ 2019

Banca Examinadora:

_____

Prof.ª Muriel Batista de Oliveira; D.Sc. (Orientadora)

Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho

Centro Universitário Redentor

_____

Profª Vivianne Rosestolato Daruich Pereira Tannus; M.Sc.

Engenheira Civil

Centro Universitário Redentor

_____

Prof. Alexandre Vinícius Gonçalves Dornellas; Esp.

Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho

Centro Universitário Redentor

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus, aos meus amados pais, José Salvador Querubim Rubio e Valdinéa Reis dos Santos Rubio, ao meu namorado Honie de Oliveira Amaral, aos meus queridos avós, à minha família, à minha orientadora e a minha dupla, a todos que estiveram comigo.

Beatriz Reis dos Santos Rubio.

Dedico aos meus queridos e amados pais, José Antonio Pontes de Oliveira e Lecy Rodrigues de Oliveira, ao meu amado noivo Victorhugo Pereira Duarte, à minha avó Lecy Pontes de Oliveira, à minha dupla de TCC e à nossa orientadora, e por fim, aos meus familiares e amigos que sempre torceram por mim.

Tamires Rodrigues de Oliveira.

AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa vencida, primeiramente quero agradecer a Deus que me deu força e sabedoria para enfrentar todos os obstáculos.

Agradecer aos meus pais, Valdinéa e José Salvador, pelo carinho, atenção, incentivo e paciência, por sempre estarem comigo em todos os momentos, minha eterna gratidão a vocês.

A minha família, que estiveram sempre ao meu lado me dando força e torcendo por cada conquista.

Ao meu namorado, Honie, aos meus amigos, que sempre estiveram presentes me apoiando nos momentos difíceis.

Aos professores, a nossa orientadora Muriel Batista de Oliveira, a coordenadora do curso Fernanda, vocês foram essenciais para chegarmos onde estamos hoje.

Agradeço também uma pessoa especial nesse trabalho que foi a minha dupla, Tamires Rodrigues, com toda força e comprometimento.

A todas as pessoas especiais que conheci ao longo dessa caminhada, à todos que de alguma forma participaram e me ajudaram a chegar onde estou, muito obrigada!

Beatriz Reis dos Santos Rubio

AGRADECIMENTOS

Após anos de luta, um sonho se realiza. Muitos conhecimentos foram adquiridos, obstáculos ultrapassados e desafios vencidos, porém, sozinha não seria possível alcançar essa vitória.

Primeiramente, agradeço a Deus, por me guiar e nunca me desamparar ao longo dessa jornada. Também agradeço a Ele por ter me presenteado com amigos ao longo dessa caminhada que levarei para sempre em minha mente e em meu coração.

Aos meus amados pais, Lecy e José Antonio, agradeço por todo o incentivo, dedicação e amor incondicional durante toda a minha vida.

Ao meu noivo amado, Victorhugo, agradeço pelo amor, por acreditar em meu potencial e fazer dos meus sonhos os seus.

A todos os meus familiares e amigos, por torcerem, acreditarem e compreenderem os momentos de ausência.

Aos colegas e amigos de turma, obrigada pelo companheirismo.

Aos professores, por sempre estarem disponíveis e prontos a compartilhar seu conhecimento.

À nossa querida professora e orientadora Muriel Batista de Oliveira, agradeço por todo o compartilhamento de conhecimento, empenho e suporte para a realização deste trabalho.

À Coordenadora do curso, Fernanda, por estar sempre disposta a ajudar e por ter se tornado uma grande inspiração para meu futuro.

À minha companheira de TCC, Beatriz Rubio, que realizou este trabalho ao meu lado com muita dedicação e empenho para que pudéssemos vencer todos os obstáculos e chegarmos até aqui.

A todos os funcionários da instituição, em especial, às funcionárias do Departamento CASA, Alice e Gilmara, pelo acolhimento, ajuda e incentivo nos momentos mais difíceis. Enfim, a todos aqueles que caminharam ao meu lado, muito obrigada!

Tamires Rodrigues de Oliveira

EPÍGRAFE

"Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá."

(Ayrton Senna)

RESUMO

O presente trabalho teve como proposta a realização do projeto de engenharia civil, dos projetos de instalações prediais elétricas, hidráulicas, sanitárias e pluviais e do projeto de prevenção e combate a incêndio de uma edificação mista de dez pavimentos, contemplando três restaurantes, duas salas de cinema e seis pavimentos residenciais multifamiliares com entrada individual. Os projetos seguiram todas as exigências das normas vigentes em âmbito municipal, estadual e normas regulamentadoras da ABNT. No projeto de engenharia civil, obteve-se como resultado uma ampla edificação, com 11.745,09 m² de área projetada, obedecendo a todos os parâmetros de segurança e acessibilidade. Foi elaborado o projeto elétrico de toda a fração residencial da edificação, incluindo a distribuição de lâmpadas, tomadas, circuitos, quadros, a elaboração do quadro de cargas, dos diagramas unifilares e demais requisitos pertinentes. O projeto hidráulico de água fria conta com o dimensionamento de toda a tubulação, detalhes isométricos, reservatório inferior com capacidade de 75 m³, reservatório superior com capacidade de 98,86 m³, com reserva técnica de incêndio, e demais elementos. O projeto sanitário conta com desenhos de detalhes, especificação das peças sanitárias e demais elementos pertinentes. No projeto de instalações pluviais foram distribuídos ralos em vários pontos da laje impermeabilizada e foram adotados coletores laterais e verticais. No projeto de prevenção e combate a incêndio adotou-se todos os requisitos exigidos pelo corpo de bombeiros do estado, a edificação foi enquadrada no risco ordinário, resultando na locação de 25 hidrantes e 447 sprinklers distribuídos por toda a edificação, sendo que apenas para o abastecimento dos sprinklers foram dimensionados dois reservatórios com capacidade total superior a 192 m³. Pode-se concluir que o projeto elaborado é viável, configurando-se em uma edificação de elevada importância, funcional, segura e acessível.

Palavras-chave: Projeto; Instalações Prediais; Segurança Contra Incêndio.

ABSTRACT

The present work had as proposal the accomplishment of the civil engineering project, the electrical, hydraulic, sanitary and pluvial projects and of the project of prevention of fire and fire safety of a mixed building with ten floors, contemplating three restaurants, two rooms of cinema and six multifamily residential floors with individual entrance. The projects followed all the requirements of the current municipal, state norms and the regulatory norms of ABNT. In the civil engineering project, a large building was obtained, with 11,745.09 m² of projected area, obeying all the parameters of security and accessibility. The electrical project of the entire residential fraction of the building was elaborated, including the distribution of light bulbs, power plugs, circuits, board, the elaboration of the switchboard, the single-line diagrams and other pertinent requirements. The hydraulic project counts on the dimensioning of all the pipe, isometric details, lower reservoir with capacity of 75 m³, upper reservoir with capacity of 98.86 m³, with technical reserve of fire, and other elements. The sanitary project has drawings of details, specification of sanitary pieces and other pertinent elements. In the pluvial project were distributed drains in several points on the waterproof slab and were adopted lateral and vertical collectors. The fire prevention and fire safety project adopted all the requirements needed by the state fire department, the building was classified in ordinary risk, resulting in the leasing of 25 fire hydrants and 447 sprinklers distributed throughout the building, for the supply of the sprinklers were designed two reservoirs with a total capacity greater than 192 m³. It could be concluded that the elaborated project is viable, configuring itself in a building of high importance, functional, safe and accessible.

Keywords: Project; Building installations; Fire Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de alimentação de instalações de baixa tensão por rede pública de alta tensão....28
Figura 2 – Símbolos gráficos para projetos de instalações elétricas....29
Figura 3 – Alguns modelos de lâmpadas de LED....32
Figura 4 – Fio, cabos e barramentos, respectivamente....34
Figura 5 – Sistema indireto com bombeamento....38
Figura 6 – Reservatório superior....39
Figura 7 – Reservatório inferior e cada de bombas....40
Figura 8 – Entrada de água fria....41
Figura 9 – Barrilete concentrado....42
Figura 10 – Barrilete Ramificado....43
Figura 11 – Componentes das Instalações de Esgoto Sanitário....45
Figura 12 – Caixa sifonada....45
Figura 13 – Sifão....46
Figura 14 – Caixa de gordura....47
Figura 15 – Condutor horizontal e caixas coletoras....49
Figura 16 – Caixa de areia, grelhas e ralos....49
Figura 17 – Tetraedro do Fogo....51
Figura 18 – Alarme, sirene audiovisual e detectores de fumaça....57
Figura 19 – Modelo de gerador de energia à diesel....58
Figura 20 – Exemplos de placas de sinalização de emergência....59
Figura 21 – Extintores de incêndio portáteis de água, CO2 e pó químico....60
Figura 22 – Tipo de extintor x Classes de incêndio....60
Figura 23 – Sprinkler ou chuveiro automático....61
Figura 24 – Hidrante de parede e hidrante de recalque, respectivamente....62
Figura 25 – Parede corta-fogo entre edificações contíguas....63
Figura 26 – Compartimentação horizontal através de porta corta-fogo....64
Figura 27 – Escada enclausurada à prova de fumaça....65
Figura 28 – Localização do terreno....68
Figura 29 – Área de implantação das poltronas....74
Figura 30 – Ângulos de visão entre espectador e tela....75
Figura 31 – Posicionamento das poltronas....76
Figura 32 – Altura mínima do feixe de projeção....76
Figura 33 – Dimensões, em metros, do módulo de referência....77

Figura 34 – Dimensões mínimas para manobras de cadeiras de rodas sem deslocamento, em metro.....78
Figura 35 – Dimensões, em metro, para manobras de cadeiras de rodas com deslocamento.....78
Figura 36 – Tratamento de desníveis, dimensões em milímetros.....80
Figura 37 – Sinalização tátil de alerta no piso.....80
Figura 38 – Desenho esquemático do elevador escolhido.....82
Figura 39 – Vaga reservada para deficiente físico paralela ao meio fio.....83
Figura 40 – Vaga reservada para deficiente físico perpendicular ao meio fio.....83
Figura 41 – Vaga reservada para deficiente físico em ângulo.....84
Figura 42 – Dimensões em metro de assentos para cadeirantes na primeira fileira, na última fileira e em fileira intermediária, respectivamente.....85
Figura 43 – Assentos para pessoas com mobilidade reduzida e para pessoas obesas, com dimensão em metros.....85
Figura 44 – Mesa acessível a cadeirante, com dimensões em metros.....86
Figura 45 – Medidas mínimas, em metro, de um sanitário acessível.....87
Figura 46 – Patamares das rampas.....89
Figura 47 – corrimãos em escadas e rampas, com dimensões em metro.....89
Figura 48 – Coeficientes de utilização de um modelo de luminária.....94
Figura 49 – Disposição das luminárias.....95
Figura 50 – Quedas de tensão consideradas admissíveis.....101
Figura 51 – Área de monitoramento do sensor de cobertura.....106
Figura 52 – Área máxima de cobertura.....139
Figura 53 – Cobertura do detector de fumaça em áreas retangulares.....140
Figura 54 – Elevador para veículos automotores.....150

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Rotina de dimensionamento das colunas de água frias.....114
Quadro 2 – Classificação das edificações quanto à sua ocupação.....122
Quadro 3 – Classificação das edificações quanto à sua altura.....122
Quadro 4 – Classificação das edificações quanto às suas características construtivas.....123
Quadro 5 – Símbolos utilizados em projeto de iluminação.....137
Quadro 6 – Verificação da pressão no 10º pavimento.....165
Quadro 7 – Verificação da pressão no 4º pavimento.....166
Quadro 8 – Verificação da pressão no 3º pavimento.....166
Quadro 9 – Verificação da pressão no 2º pavimento.....166
Quadro 10 – Verificação da pressão no térreo.....167
Quadro 11 – Resumo dos resultados do dimensionamento dos hidrantes.....176
Quadro 12 – Resumo dos resultados do dimensionamento dos Sprinklers.....180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área mínima, dimensões mínimas e vãos de ventilação/iluminação mínimos..... 70
Tabela 2 - Dimensionamento de garagem e estacionamentos..... 71
Tabela 3 - Síntese dos parâmetros urbanísticos da ZRMD.....72
Tabela 4 - Dimensões mínimas para cabines de elevadores..... 81
Tabela 5 - Dimensões, em milímetros, do modelo de elevador adotado..... 81
Tabela 6 - Dimensionamento de rampas..... 89
Tabela 7 - Iluminância em lux, de acordo com a atividade..... 92
Tabela 8 - Iluminância em mantida, em lux..... 93
Tabela 9 - Índice de reflexão típica..... 94
Tabela 10 - Temperaturas características dos condutores..... 95
Tabela 11 - Número de condutores carregados em função do tipo de circuito..... 96
Tabela 12 - Seções mínimas dos condutores..... 97
Tabela 13 - Redução da seção do condutor neutro..... 97
Tabela 14 - Seções mínimas de condutores de aterramento..... 98
Tabela 15 - Fatores de correção em função da quantidade de eletrodutos ao ar livre..... 100
Tabela 16 - Fatores de correção em função da quantidade de eletrodutos enterrados ou embutidos..... 100
Tabela 17 - Soma das potências em watts x distância em metros, para V= 127 volts..... 102
Tabela 18 - Soma das potências em watts x distância em metros, para V= 220 volts..... 102
Tabela 19 - Fatores de demanda para pequenos aparelhos e cargas de iluminação..... 103
Tabela 20 - Fatores para diversificação em função do número de apartamentos..... 104
Tabela 21 - Eletroduto rígido de PVC, tipo roscável..... 105
Tabela 22 - Tempos e correntes convencionais de atuação para disjuntores termomagnéticos..... 106
Tabela 23 - Tempos e correntes convencionais de fusão para fusíveis gG (aplicação geral)..... 107
Tabela 24 - Taxa de ocupação..... 109
Tabela 25 - Estimativa de consumo diário de água..... 110
Tabela 26 - Ramais Prediais, Abrigos e Hidrômetros..... 112
Tabela 27 - Pesos relativos nos pontos de utilização..... 112

Tabela 28 - Ábaco Simplificado..... 113
Tabela 29 - Diâmetros mínimos dos Sub-ramais..... 113
Tabela 30 - UHC dos aparelhos sanitários e diâmetro mínimo..... 116
Tabela 31 - Aparelhos não citados UHC..... 117
Tabela 32 - Dimensionamento ramais de esgoto..... 117
Tabela 33 - Diâmetro mínimo dos ramais de esgoto..... 117
Tabela 34 - Dimensionamento de tubos de quedas..... 118
Tabela 35 - Dimensionamento do subcoletor e coletor predial..... 118
Tabela 36 - Relação entre a área de contribuição do telhado e o diâmetro dos condutores verticais..... 121
Tabela 37 - Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta..... 124
Tabela 38 - Classificação das cargas de incêndio específicas e equivalentes..... 124
Tabela 39 - Dimensionamento das saídas..... 125
Tabela 40 - Temperatura de rompimento..... 130
Tabela 41 - Área máxima de cobertura do chuveiro automático.....131
Tabela 42 - Expaçamento máximo entre chuveiros automáticos.....131
Tabela 43 - Área máxima protegida por chuveiros automáticos.....132
Tabela 44 - Diâmetros dos Sub-ramais e ramais.....132
Tabela 45 - Vazão mínima das instalações.....133
Tabela 46 - Recomendações para cada unidade extintora.....134
Tabela 47 - Distâncias máximas a serem percorridas.....135
Tabela 48 - Número de saídas.....136
Tabela 49 - Área de cobertura dos detectores de fumaça.....141
Tabela 50 - Composição da brigada de incêndio.....144
Tabela 51 - Exigências de exercícios simulados.....145
Tabela 52 - Dimensões, em milímetro, do elevador automotivo adotado.....151
Tabela 53 - Quantitativo de lâmpadas para ambientes distintos do apartamento 101.....156
Tabela 54 - Quantitativo mínimo de tomadas no apartamento 101.....157
Tabela 55 - Tomadas de uso geral do apartamento 101.....157
Tabela 56 - Tomadas de uso específico do apartamento 101.....158
Tabela 57 - Quadro de distribuição (QD9) apartamento 101.....158
Tabela 58 - Quadro de Cargas - Alimentador Predial.....159
Tabela 59 - Quadro de Demanda - Alimentador Predial.....159
Tabela 60 - Somatório dos pesos da Coluna AF 01.....164
Tabela 61 - Somatório dos pesos Barrilete.....165
Tabela 62 - Composição da brigada de incêndio.....181
Tabela 63 – Características gerais da edificação.....182

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18
1.1 OBJETIVO GERAL 18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
1.3 JUSTIFICATIVA 19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO 20
2 REVISÃO DE LITERATURA 21
2.1 PROJETO DE ENGENHARIA CIVIL 21
2.1.1 Desenho de Projeto de Engenharia Civil 21
2.1.2 Legislação Municipal 21
2.1.3 Conceito de Edificação Mista 22
2.1.4 Características Gerais do Projeto de Cinemas 23
2.1.5 Características Gerais do Projeto de Restaurantes 24
2.1.6 Acessibilidade 25
2.1.7 Medidas Passivas de Proteção contra Incêndio 26
2.2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 26
2.2.1 Instalação Elétrica de Baixa Tensão 27
2.2.2 Simbologias 28
2.2.3 Unidades Consumidoras 30
2.2.4 Tomada de Corrente e Ponto de tomada 31
2.2.5 Iluminação 31
2.2.6 Dispositivos de Comando 32
2.2.7 Quadro de Distribuição 33
2.2.8 Condutores Elétricos – Conceitos Básicos 33
2.2.9 Eletrodutos e Prumada Elétrica 34
2.2.10 Circuito Elétrico 35
2.2.11 Divisão da Instalação em Circuitos Terminais 35
2.2.12 Dispositivos de Proteção e Seccionamento 36
2.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS 36
2.3.1 Instalações Prediais de Água Fria 37
2.3.1.1 Sistema de Abastecimento de Água 37
2.3.1.2 Sistema Indireto de Distribuição com bombeamento 37

2.3.1.3 População do Edifício 38
2.3.1.4 Consumo Diário 38
2.3.1.5 Alimentador Predial 38
2.3.1.6 Reservatório e Reserva Técnica de Incêndio 39
2.3.1.7 Componentes das Instalações de Água Fria 40
2.3.2 Instalações Prediais de Esgoto Sanitário 44
2.3.3 Instalações Prediais de Águas Pluviais 48
2.3.3.2 Condutores Verticais e Horizontais 48
2.4 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO 50
2.4.1 Histórico de Grandes Incêndios no Brasil 50
2.4.2 Conceitos de Fogo e Incêndio 51
2.4.3 Fatores que Influenciam a Propagação do Fogo 52
2.4.4 Classes de Incêndio 53
2.4.5 Métodos de Extinção do Incêndio 53
2.4.6 Agentes Extintores de Incêndio 54
2.4.7 Características da Edificação e Áreas de Risco 55
2.4.8 Medidas Ativas e Passivas de Combate a Incêndio 56
3 METODOLOGIA 67
3.1 METODOLOGIA DO PROJETO DE ENGENHARIA CIVIL 67
3.1.1 Localização e Características do Terreno 67
3.1.2 Código de Obras e Edificações 68
3.1.3 Plano Diretor Participativo (PDP) 71
3.1.4 Características Especiais de Salas de Cinema 73
3.1.5 Acessibilidade 77
3.1.6 Dimensionamento de escadas 87
3.1.7 Dimensionamento de rampas 88
3.2 METODOLOGIA DO PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 90
3.2.1 Pontos de Tomada de Uso Geral 90
3.2.2 Pontos de Tomada de Uso Específico 91
3.2.3 Carga de Iluminação 91
3.2.4 Cálculo Luminotécnico 91
3.2.5 Condutores 95
3.2.6 Seções Mínimas de Condutores 96
3.2.7 Corrente de Nominal ou Corrente de Projeto (I_p) 98
3.2.8 Fatores de Correção para Dimensionamento dos Condutores 99
3.2.9 Corrente de Projeto Corrigida 100

3.2.10 Quedas de Tensão Admissíveis 100
3.2.11 Fator de Demanda 102
3.2.12 Fator de Diversidade 103
3.2.13 Dimensionamento de Eletrodutos 104
3.2.14 Dispositivos de Comando dos Circuitos 105
3.2.15 Dispositivos de Proteção 106
3.2.16 Itens de Projeto 107
3.3 METODOLOGIA DO PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS 109
3.3.1 Instalações prediais de água fria 109
3.3.2 Instalações Prediais de Esgoto Sanitário 116
3.3.3 Instalações prediais de águas pluviais 119
3.4 METODOLOGIA DO PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO 121
3.4.1 Classificação das edificações 122
3.4.2 Cálculo da população 124
3.4.3 Sistema de hidrante 125
3.4.4 Sistema de chuveiros automáticos 130
3.4.5 Extintores 134
3.4.6 Saídas de emergência 135
3.4.7 Iluminação de emergência 136
3.4.8 Sistema de detecção e Alarme 138
3.4.8.1 Detectores de fumaça 139
3.4.8.2 Detectores de chamas 142
3.4.8.3 Acionadores ou detectores manuais 143
3.4.8.4 Alertadores sonoros e/ou visuais 143
3.4.9 Brigada de Incêndio 144
3.4.10 Plano de Emergência 145
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 148
4.1 PROJETO DE ENGENHARIA CIVIL 148
4.2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS 154
4.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS 159
4.3.1 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA 160
4.3.2 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO 168

4.3.3 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAL 169
4.4 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO.....171
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 184
REFERÊNCIAS.....186
ANEXO A – CAPACIDADE DE CORRENTE DOS CONDUTORES 195
ANEXO B – FATORES DE AGRUPAMENTO DE CONDUTORES 196
ANEXO C - CAPACIDADE DE CONDUTORES HORIZONTAIS DE SEÇÃO CIRCULAR (VAZÃO L/MIN) 197
ANEXO D- MÓDULO POR NÍVEL DE TREINAMENTO 198
ANEXO E – CURVAS CARACTERÍSTICAS, GRÁFICO DE QUADRÍCULAS E TABELAS PRÁTICAS DE SELEÇÃO DE BOMBAS KSB, MODELO MEGANORM-BLOC, 4 PÓLOS, 60 HZ, 1750 rpm E 3500 rpm. 199
.....203
APÊNDICE A- VERIFICIAÇÃO DE PRESSÕES PAVIMENTO TIPO 204
APÊNDICE B- VERIFICIAÇÃO DE PRESSÕES PAVIMENTO DE USO COMUM 206
APÊNDICE C- VERIFICIAÇÃO DE PRESSÕES PAVIMENTO TÉRREO.....206

1 INTRODUÇÃO

Itaperuna é um município localizado no interior do estado do Rio de Janeiro, mais especificamente no Noroeste Fluminense, com população de 95.841 habitantes apresentada no último censo (2010) e estimada em 102.626 pessoas para o ano de 2018, com uma economia em constante desenvolvimento, apresentando um Produto Interno Bruto (PIB) per capita no ano de 2015 de R$ 23.749,85, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A partir desses dados, percebe-se que o munícipio apresenta tanto crescimento populacional, quanto econômico.

A cidade conta ainda com a presença de várias instituições de ensino superior bem difundidas e conceituadas, o que atrai jovens de diversas localidades, aquecendo assim o setor imobiliário, comercial e de entretenimento.

De acordo com dados da pirâmide etária apresentada pelo Censo Demográfico de Itaperuna do IBGE (2010), percebe-se também que a maior parte da população itaperunense se enquadra nas faixas etárias abaixo de 50 anos, sendo este o público que mais frequenta locais destinados à lazer, entretenimento e alimentação, como o cinema e os restaurantes. Além disso, a maior porção do PIB provém do setor de prestação de serviços, tais como os serviços referentes à lazer e alimentação, que foram alvos deste projeto.

Visto isso, o presente trabalho propõe a elaboração de um projeto de edificação mista de dez pavimentos, contendo três restaurantes, salas de cinema muito bem projetadas, garantindo conforto e segurança aos usuários e várias unidades residenciais, pretendendo atender a um público alvo de classe média.

Para a execução deste trabalho, foi escolhido como base para o projeto um terreno de 1820 m², situado na Av. Presidente Dutra, Bairro Cidade Nova, na Zona Residencial de Média Densidade (ZRMD). O local escolhido encontra-se em uma área do município que passa por um processo de expansão, tanto residencial quanto comercial, o que o torna propício para o que se pretende projetar.

Todos os projetos aqui abordados foram elaborados de acordo com a legislação vigente e normas técnicas específicas e com o intuito de atender ao proposto nos objetivos específicos deste trabalho.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é projetar uma edificação mista, elaborando o Projeto de Engenharia Civil, com restaurantes, salas de cinema e residencial

multifamiliar, bem como o Projeto de Instalações Prediais e Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio, de acordo com a legislação vigente.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- Elaborar o Projeto de Engenharia Civil de uma edificação de uso misto, composta por dez pavimentos, sendo um pavimento para três restaurantes, um para cinema, um para garagem, um pavimento de uso comum e seis para uso residencial multifamiliar, acessível e com atenção aos parâmetros mínimos de emergência;
- Elaborar o Projeto de Instalações Elétricas, contendo os pontos de iluminação e de tomada, divisão de circuitos, diagramas unifilares, sistemas de proteção e dimensionamento, quantitativo de material;
- Elaborar o Projeto de Instalações Hidráulicas de Água Fria, Esgoto Sanitário e Esgoto de Águas Pluviais, contendo dimensionamento de calhas e condutores verticais e horizontais;
- Elaborar o Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio, incluindo hidrantes, sprinklers, extintores, saídas, sinalização e iluminação de emergência, sistema de detecção e alarme, rota de fuga, brigada de emergência e plano de emergência;
- Elaborar um artigo científico na área de Prevenção e Combate a Incêndio.

1.3 JUSTIFICATIVA

O fato de Itaperuna ser a maior cidade do Noroeste Fluminense, estar situada próxima às divisas do estado do Rio de Janeiro com os estados de Minas Gerais e Espírito Santo e abrigar diversas instituições de ensino superior, atrai um elevado fluxo de pessoas de municípios vizinhos em busca dos serviços que a cidade oferece, inclusive os de entretenimento. Isso justifica perfeitamente a proposta apresentada, pois a cidade desponta como um polo residencial, comercial, de lazer e serviços, necessitando se adequar às novas demandas surgidas com o aumento da população.

O projeto da edificação aqui proposta suprirá a necessidade de um cinema com condições de conforto, qualidade e segurança na cidade de Itaperuna-RJ, dado que o existente não possui estacionamento, nem local de espera para início das seções, expondo os clientes a riscos. Além disso, a proposta prevê o projeto de três restaurantes, que atendam a gostos gastronômicos distintos. Já os imóveis

residenciais, possibilitarão atender à parcela de classe média que busca uma edificação residencial multifamiliar com as características da proposta apresentada por este trabalho.

Segundo o manual sobre cinema do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2018), somente 8% dos municípios do Brasil contam com salas de cinema, o que mostra que ainda há uma grande demanda e um enorme mercado a ser explorado. Destes 8%, nem todos os municípios possuem salas de cinema em condições adequadas, como é o caso de Itaperuna-RJ.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em quatro capítulos, proporcionando melhor organização.

O capítulo 1 dá início ao trabalho, apresentando a introdução, a justificativa e os objetivos geral e específicos.

O capítulo 2 trata da revisão bibliográfica e discorre sobre tópicos importantes do projeto de engenharia civil como as principais características de cinemas e restaurantes, acessibilidade e medidas passivas de prevenção contra incêndio. Este capítulo engloba também o referencial teórico a respeito das instalações elétricas, instalações hidráulicas, sanitárias, pluviais e instalações de proteção e combate a incêndio.

O capítulo 3 aborda toda a metodologia utilizada para a elaboração do projeto de engenharia civil, projetos de instalações prediais e projeto de prevenção e combate a incêndio, como *softwares*, equações para dimensionamento, normas, leis, decretos, entre outros, necessários aos dimensionamentos.

O capítulo 4 traz os resultados obtidos com o trabalho acerca dos objetivos específicos propostos.

O capítulo 5 abrange as considerações finais sobre o trabalho realizado.

Por fim, foram inseridas as referências bibliográficas e os anexos utilizados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo aborda os conteúdos teóricos indispensáveis para a elaboração do Projeto de Engenharia Civil, bem como para a concepção do Projeto de Instalações Hidráulicas, Sanitárias e Pluviais, Projeto de Instalação Elétrica e Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio.

2.1 PROJETO DE ENGENHARIA CIVIL

O projeto de Engenharia Civil tem o intuito de demonstrar graficamente a repartição física dos ambientes de uma edificação, bem como a situação do terreno e a implantação da edificação dentro do terreno por meio de plantas baixas, fachadas, cortes, perspectivas, detalhes, planta de localização, planta de situação, entre outros.

Para que o projeto seja claro e coerente, devem ser seguidas as recomendações da NBR 6492 (1994) que discorre sobre a representação de projetos de arquitetura, do Código de Obras e Edificações e do Plano Diretor Participativo de Itaperuna, como apresentado ao longo do trabalho.

2.1.1 Desenho de Projeto de Engenharia Civil

Desenho de projeto é a representação gráfica de todos os elementos constituintes de um projeto arquitetônico ou de Engenharia Civil, com clareza e riqueza de detalhes, o máximo de informações possível sobre o projeto, de forma que quem irá executar possa compreendê-las da mesma forma.

Segundo Yazigi (2017), o desenho de projeto pode ser conceituado como uma representação gráfica, utilizando uma escala apropriada, colocando em evidência as especificações e dimensões do projeto, por meio de plantas, cortes e detalhes, a fim de facilitar o entendimento do observador, obedecendo as normas técnicas pertinentes.

2.1.2 Legislação Municipal

Para a elaboração deste projeto, foram adotados como base o Código de Obras e Edificações e o Plano Diretor Participativo da cidade de Itaperuna-RJ.

Conforme o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM), *online*, o Código de Obras é um artifício essencial para que os órgãos administrativos municipais competentes possam desempenhar o controle e fiscalizar o espaço das

edificações, bem como seu entorno, assegurando que as edificações sejam seguras e salubres e garantindo a melhoria da qualidade de vida dos habitantes.

Segundo Saboya (2007), o Plano Diretor Participativo pode ser definido como um documento que faz uma síntese e especifica os objetivos para a cidade, estabelecendo instruções, normas e princípios, que devem ser seguidos, visando orientar as ações que venham a intervir sobre o território municipal. Este documento delimita, principalmente, as questões de uso e ocupação do solo, como o coeficiente de aproveitamento, os afastamentos necessários, a área mínima dom lote, a taxa de ocupação máxima, o número de pavimentos e a taxa de permeabilidade, com base no zoneamento da cidade.

2.1.3 Conceito de Edificação Mista

Segundo a NBR 13531 (1995), uma edificação pode ser definida como:

> Produto constituído por conjunto de elementos definidos e articulados em conformidade com os princípios e as técnicas da arquitetura e engenharia para, ao integrar a urbanização, desempenhar determinadas funções ambientais em níveis adequados (NBR 13531, 1995, p.2, item 2.1.2).

As edificações podem ser classificadas a partir do tipo de ocupação e utilização. Podem ser residenciais, comerciais, industriais, de entretenimento, hospitalares, entre outras. As edificações mistas são aquelas que possuem mais de um tipo de ocupação, projetadas para integrar a utilização residencial, em conjunto com utilizações não residenciais, em unidades autônomas e com possibilidade de acessos independentes e nos dias atuais, empreendimentos de uso misto são tendência no cenário mundial, contrariando a antiga visão de segmentação do planejamento urbano (GLOSSÁRIO, 2018).

Como exemplo de edificação mista, pode-se citar a edificação idealizada no presente trabalho, pois se enquadra perfeitamente nesta classificação, visto que será projetada para abrigar, em um único edifício, restaurantes, cinemas e unidades residenciais.

Os projetos de edificações mistas permitem aos usuários a comodidade de atender a diversas funções urbanas essenciais, evitando longos percursos e criando novas centralidades dentro de uma mesma cidade, tornando-se uma solução de mobilidade urbana (AECweb, 2018).

2.1.4 Características Gerais do Projeto de Cinemas

O projeto de salas de projeção cinematográfica deve seguir às recomendações técnicas da Associação Brasileira de Cinematografia, bem como estar em conformidade com a NBR 12237 (1988).

A estrutura de um cinema deve ser dimensionada tendo em vista o número de salas de exibição e o público estimado para cada uma delas. Deverá ser presumido o número de vagas de garagem de acordo com as Leis Municipais.

Segundo o manual Cinema SEBRAE (2018), um cinema é composto basicamente pelas seguintes áreas:

- Sala de Exibição: deve ser composta por cadeiras, tela de projeção, sala de projeção e equipamentos audiovisuais. A quantidade de telespectadores interfere tanto nos equipamentos que devem ser instalados quanto na dimensão da sala.

  É necessário pensar na localização e implantação das portas de saída e emergência, além da porta de entrada. É de extrema importância e indispensável que sejam implementados sistemas de prevenção e combate a incêndio como mangueiras, extintores e sprinklers, portas do tipo corta-fogo com barras “antipânico”, sinalização e iluminação de emergência.

  As poltronas devem garantir conforto e bem-estar ao usuário e ser de preferência estofadas, e é necessário possuir espaço demarcado para cadeirantes. Os carpetes precisam ser antimofo, com indicativos luminosos no chão para proporcionar orientação.

  A distribuição das cadeiras precisa estar escalonada, garantindo que a visão de um espectador não seja interrompida por outras poltronas ou espectadores à sua frente. Todos os revestimentos devem receber tratamento retardante de chama.

  Devem ser seguidas as normas e recomendações específicas referentes às dimensões, tamanho da tela, altura das poltronas, inclinação do plano dos expectadores, entre outros;
- Bilheteria: é o local destinado à compra dos ingressos. Deverá apresentar dimensões que atendam com eficiência ao número de expectadores e salas de cinema, até mesmo com sessões simultâneas. É necessário reservar o espaço proposto para atendimento preferencial a gestantes, deficientes e idosos;
- Sala de Espera: lugar onde as pessoas irão esperar o início da sessão;

- Lanchonete: destinada à compra de pipoca e demais petiscos, pequenos lanches e bebidas para serem consumidos no decorrer da sessão de cinema;
- Banheiros: devem estar de acordo com as normas de acessibilidade e ser dimensionados de acordo com a estimativa da quantidade de pessoas;
- Administração: local onde serão realizados pagamentos à fornecedores, pessoal, contábil, financeiro etc., bem como todas as demais atividades administrativas;

Ainda segundo o manual do SEBRAE (2018), para a instalação dos ambientes citados acima, o ideal é adotar uma área mínima de 400m² para um cinema de aproximadamente 100 lugares. O *layout* do cinema deverá ser agradável e interativo, o que será um artifício diferencial do empreendimento. O uso de ar condicionado é obrigatório e essencial, já que as salas de projeção cinematográfica ficam fechadas e não recebem ventilação e luz natural.

2.1.5 Características Gerais do Projeto de Restaurantes

Restaurantes foram projetados com atenção redobrada aos detalhes, já que os clientes não buscam apenas refeições, mas também um ambiente agradável.

Segundo o SEBRAE (2018), o primeiro passo para projetar é escolher o tipo de restaurante. O restaurante pode ser:

- Self-service: a partir de várias opções anteriormente determinadas, o próprio cliente irá escolher o que vai comer e se servir;
- Delivery: o cliente faz o pedido e o recebe em domicílio;
- À la carte: é apresentado um cardápio com várias opções e o cliente escolhe o que irá comer, em seguida o pedido é preparado e servido;
- Fast-food: tipo de comidas práticas e de preparo rápido, servidas em um curto intervalo de tempo;
- Rodízio: a comida é servida em um esquema de rodízio e o cliente pode comer o quanto quiser, mediante ao pagamento de uma quantia pré-estabelecida;
- Típico ou temático: produzem pratos típicos de um país, região ou alimentos específicos. Exemplo: comida italiana, japonesa, chinesa, temakeria, restaurante vegano, churrascaria, etc.

O projeto abriga três restaurantes, sendo um à *la carte* com rodízio, um *Fast-food* e um típico japonês.

É de extrema importância planejar o layout do restaurante e projetá-lo de acordo com as leis e normas pertinentes. As dimensões de cada ambiente, por exemplo, foram determinadas de acordo com o Código de Obras e Edificações do município e com o número de clientes que se pretende atender em cada restaurante. Também foi aplicada a NBR 9050 (2015), que discorre sobre medidas de acessibilidade.

É comum os restaurantes apresentarem uma divisão básica, que inclui ambientes como entrada, salão de jantar, cozinha e banheiros.

2.1.6 Acessibilidade

A NBR 9050 (2015), define acessibilidade como:

> Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida (NBR 9050, 2015, p.2, item 3.1.1).

A aplicação desta norma é de extrema importância e obrigatória para locais de uso público, pois fixa todos os parâmetros e critérios que devem ser analisados quanto às condições de acessibilidade de edificações, quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação, proporcionando assim melhores condições de acesso para qualquer pessoa, independente de seu estado físico ou de percepção.

Para isto, se faz necessário implantar nas edificações, elementos que as tornem acessíveis, tais como rampas de acesso, piso tátil, passagens que comportem cadeirantes, sinalização em braile, plataformas, elevadores (quando necessário), placas de sinalização nos sanitários de acordo com cada situação, incluindo sinalização de sanitários acessíveis, entre outros.

Segundo a norma, são estabelecidos diversos critérios como as dimensões mínimas de ambientes, sinalização, parâmetros antropométricos, área de manobra para cadeirantes, inclinação adequada para rampas, proteção contra quedas nas rotas acessíveis, entre outros.

2.1.7 Medidas Passivas de Proteção contra Incêndio

O Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio (PPCI) tem o objetivo de minimizar a probabilidade da ocorrência de um incêndio, e caso esse venha a acontecer, evitar que ele se propague, bem como promover desocupação segura e rápida dos usuários da edificação.

As medidas passivas de proteção contra incêndio são aquelas que devem ser adotadas durante a elaboração do projeto arquitetônico/de engenharia civil e de seus projetos complementares, a fim de tentar impedir a ocorrência de um foco de fogo (incêndio) e, caso ocorra, de suprimir as condições favoráveis ao seu crescimento e propagação para outras áreas da edificação, evitando a exposição de seus ocupantes ao fogo, e para edificações vizinhas. Já as medidas ativas, somente entram em ação caso já esteja ocorrendo um incêndio, podendo ser acionadas automaticamente ou manualmente (BRENTANO, 2007).

2.2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Segundo Creder (2016), o projeto de instalações elétricas é constituído pela representação gráfica e escrita da instalação, apresentando todos os seus detalhes e componentes que integram o sistema elétrico.

De acordo com Street (2018), a elaboração de um projeto elétrico deve seguir uma sequência básica de etapas, a saber: locação dos pontos de tomadas de uso geral e de tomadas de uso específico; locação dos pontos de iluminação; locação do quadro de distribuição; definição do caminho dos eletrodutos; distribuição de caixas de passagem; divisão da instalação em circuitos distintos e atribuição de suas respectivas cargas; distribuição de condutores (fase, neutro e terra/proteção), por meio dos eletrodutos; dimensionamento da bitola dos condutores com base nas correntes calculadas; e definição dos dispositivos de comando e de proteção.

O projeto proposto contém um projeto completo de instalações elétricas de baixa tensão, regulamentado pela NBR 5410 (2008), da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), sendo seguro, viável economicamente e funcional, respeitando as normas estabelecidas pela concessionária local.

2.2.1 Instalação Elétrica de Baixa Tensão

Instalações elétricas de baixa tensão são regidas pela NBR 5410 (2008), que fixa os limites de 1000 V para baixa tensão em corrente alternada e 1500 V e para corrente contínua (CREDER, 2016).

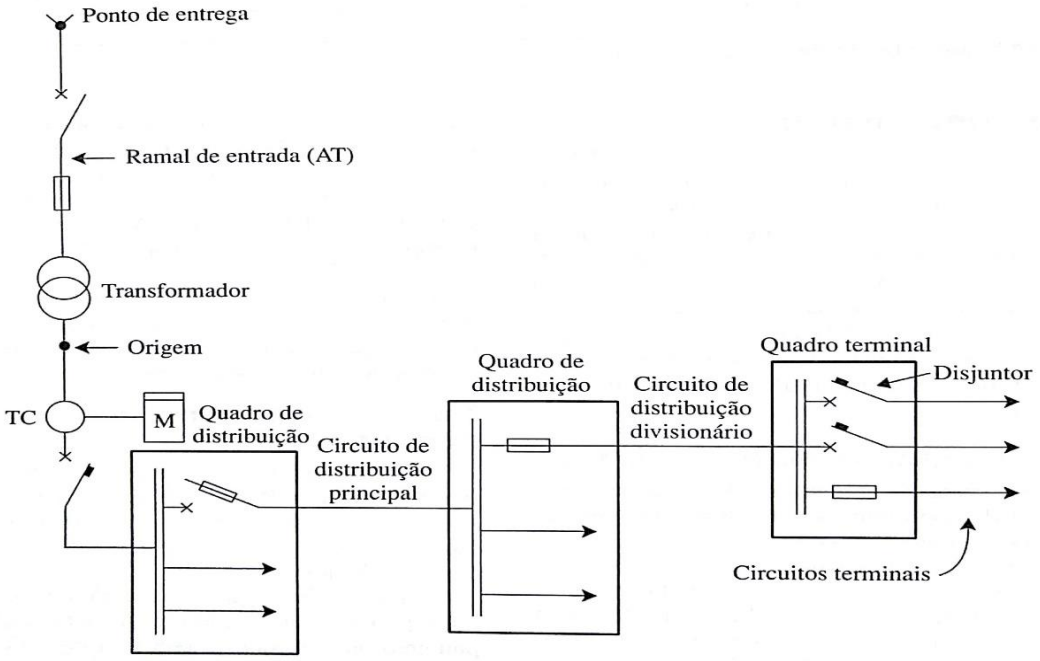
As instalações de baixa tensão referentes a instalações residenciais multifamiliares (apartamentos) e comerciais de grande porte, como é o caso do cinema, devem ser alimentadas de uma rede de distribuição de alta tensão (AT), através de um transformador de uso exclusivo ou de uma subestação, pertencente à concessionária de energia (COTRIM, 2009).

Segundo Creder (2016), na subestação abaixadora é onde se inicia a distribuição de energia, tendo como função baixar a tensão da linha de transmissão de energia, que vem da subestação elevadora, para valores padrão nas redes de distribuição primária, por exemplo, 13,8 kV e 34,5 kV. A partir das subestações de distribuição primária saem as redes de baixa tensão. Por fim, a energia chega à subestação abaixadora para a baixa tensão, ou seja, a tensão comumente utilizada (Sistema trifásico – 380/220 V, 220/110 V; e Sistema monofásico com tape – 220/110 V).

Segundo Cotrim (2009), pode-se definir a entrada consumidora como um conjunto formado por condutores, equipamentos e acessórios compreendidos entre o ponto de entrega da edificação e o quadro de medição e proteção, estando estes inclusos no conjunto. O ramal de ligação ou distribuição compreende todos os acessórios e condutores instalados entre o ponto de onde deriva a rede da concessionária e o ponto de entrega. Finalmente, chega-se ao ramal de entrada, que compreende todo o conjunto de acessórios e condutores localizados entre o ponto de entrega e o quadro de medição e proteção.

Este projeto engloba apenas as instalações a partir da entrada consumidora até os pontos de utilização. Na figura 1, pode-se observar o detalhamento de todo o abastecimento de uma instalação elétrica de baixa tensão.

Figura 1 - Esquema de alimentação de instalações de baixa tensão por rede pública de alta tensão.



Fonte: COTRIM, 2009.

2.2.2 Simbologias

Segundo Creder (2016), os símbolos gráficos são elementos utilizados com o intuito de facilitar a interpretação e execução do projeto e a identificação dos variados pontos de utilização. A figura 2 apresenta os símbolos gráficos para os projetos de instalações elétricas, mostrando em uma coluna a simbologia usual e em outra coluna, os símbolos normalizados pela NBR 5444 (1989), que apesar de cancelada, ainda é utilizada, ficando a critério do projetista.

Figura 2 - Símbolos gráficos para projetos de instalações elétricas.

Designação	Usual	NBR 5444
a) Luminárias, refletores e lâmpadas		
a.1) Luz incandescente no teto	Nº Cir. Pot	-4- (*) 2x100w
a.2) Luz incandescente na parede		-4- 2x60w
a.3) Luz incandescente no teto (embutido)		-4- 2x100w
a.4) Luz fluorescente no teto	Nº Cir. Pot.	4x20w
a.5) Luz fluorescente na parede		-4- 4x20w
a.6) Luz fluorescente no teto (embutido)		-4- 4x20w
a.7) Luz incandescente no teto (vigia/ emergência)		-4-
a.8) Luz fluorescente no teto (vigia/ emergência)		-4-
a.9) Sinalização de tráfego (rampas, entradas etc.)		
a.10) Sinalização		
a.11) Refletor		
a.12) Poste com duas luminárias (externa)		
a.13) Lâmpada obstáculo		
a.14) Minuteria	M	M
a.15) Luz de emergência na parede (independente)		
a.16) Exaustor		
b) Eletrodutos e distribuição		
b.1) Embutido no teto ou parede		ø25mm
b.2) Embutido no piso		ø25mm
b.3) Telefone no teto		
b.4) Telefone no piso		
b.5) Campainha, som, anunciador		
b.6) Condutor-fase no eletroduto		
b.7) Condutor neutro no eletroduto		

Designação	Usual	NBR 5444
b.8) Condutor de retorno no eletroduto		
b.9) Condutor terra no eletroduto		
b.10) Cordoalha de terra		T 50 2 50mm
b.11) Leito de cabos		3(2x25•)(**)
b.12) Caixa de passagem no piso		P (200x200x100)
b.13) Caixa de passagem no teto		P (200x200x100)
b.14) Caixa de passagem na parede		P (200x200x100)
b.15) Eletroduto que sobe		
b.16) Eletroduto que desce		
b.17) Eletroduto que passa descendo		
b.18) Eletroduto que passa subindo		
b.19) Sistema de calhas no piso:		I II III IV
I - Luz e força		
II - Telefone		
III - Telefone (PABX, KS, ramais)		
IV - Especiais (COMUNICAÇÕES)		
b.20) Condutor de 1,0 mm² fase para campainha		
b.21) Condutor de 1,0 mm² neutro para compainha		
b.22) Condutor de 1,0 mm² retorno para campainha		
c) Quadros de distribuição		
c.1) Quadro parcial aparente (luz e força)		
c.2) Quadro parcial embutido (luz e força)		
c.3) Quadro geral aparente (luz e força)		

Observações:
(*) a é a indicação do ponto de comando;
–4– é o circuito correspondente.
(**) Significa 3 condutores de 2 vezes de 25 mm² por fase.

Fonte: CREDER, 2016.

Figura 2 (continuação) - Símbolos gráficos para projetos de instalações elétricas.

Designação	Usual	NBR 5444
c.4) Quadro geral embutido (luz e força)		
c.5) Caixa de telefone		
c.6) Caixa para medidor		MED
d) Interruptores		
d.1) Uma seção	S	a - ponto comandado
d.2) Duas seções	S_2	a b
d.3) Três seções	S_3	a b c
d.4) Paralelo ou three-way	S_W	a
d.5) Intermediário ou four-way	S_{4W}	a
d.6) Botão de minuteria	M	M
d.7) Botão com campainha na parede		
d.8) Botão de campainha no piso		
d.9) Fusível		
d.10) Chave seccionadora com fusível (abertura sem carga)		
d.11) Chave seccionadora com fusível (abertura em carga)		
d.12) Chave seccionadora (abertura sem carga)		
d.13) Chave seccionadora (abertura em carga)		
d.14) Disjuntor a óleo		
d.15) Disjuntor a seco		
d.16) Chave reversora		
e) Ponto de tomada		
e.1) Ponto de tomada de luz na parede, baixa (300 mm do piso acabado)		300 VA -3-

Designação	Usual	NBR 5444
e.2) Ponto de tomada média (1 300 mm do piso		300 VA -3-
e.3) Ponto de tomada alta (2 000 mm do piso		300 VA -3-
e.4) Ponto de tomada de luz no piso		300 VA -3-
e.5) Ponto de tomada para rádio e tv		
e.6) Relógio elétrico no teto		
e.7) Idem na parede		
e.8) Saída de som no teto		
e.9) Idem na parede		
e.10) Cigarra		
e.11) Campainha		
e.12) Quadro anunciador (4 chamadas)		IV
e.13) Ponto de tomada de telefone na parede (externa)		
e.14) Ponto de tomada de telefone na parede (interna)		
e.15) Ponto de tomada de telefone no piso (externa)		
e.16) Ponto de tomada de telefone no piso (interna)		
f) Motores e transformadores		
f.1) Gerador (indicar as características)	G	G
f.2) Motor	M	M
f.3) Transformador de potência		
f.4) Transformador de corrente		
f.5) Transformador de potencial		

Fonte: CREDER, 2016.

2.2.3 Unidades Consumidoras

Segundo Cotrim (2009), unidade consumidora pode ser conceituada como uma instalação elétrica que pertence a apenas um consumidor, recebendo energia elétrica em um único ponto, com a medição referente a este.

Em edificações destinadas a uso coletivo, sejam elas residenciais ou comerciais, no caso apartamentos, cinema e restaurantes, onde existem múltiplos

consumidores de energia, para cada unidade consumidora, existe uma instalação elétrica com origem situada nos terminais de saída do dispositivo geral de comando e proteção referente a ela ou de seu medidor de energia (COTRIM, 2009).

2.2.4 Tomada de Corrente e Ponto de tomada

"Uma tomada de corrente pode ser definida como um dispositivo elétrico com contatos ligados permanentemente a uma fonte de energia elétrica, que alimenta um equipamento de utilização por meio da conexão de um plugue". (COTRIM, 2009, p.9).

Segundo a NBR 5410 (2008), um ponto de tomada equivale a um ponto de utilização elétrico, cuja conexão do equipamento ou dos equipamentos que devem ser alimentados é realizada por meio de tomada de corrente, podendo conter mais de uma tomada de corrente. Ademais, um ponto de tomada pode ser classificado tendo em vista a tensão do circuito alimentador, a quantidade de tomadas de corrente nele previstas, a natureza do equipamento a ser alimentado e a corrente nominal de uma ou mais tomadas de corrente nele utilizadas.

De acordo com Cotrim (2009), em uma instalação elétrica, os pontos de tomada podem ser divididos em:

- Pontos de Tomada de Uso Geral (TUG's): tomadas destinadas à ligação de equipamentos comuns, sendo eles móveis, portáteis e estacionários.
- Pontos de Tomada de Uso Específico (TUE's): são aqueles destinados a suprir a demanda de equipamentos fixos como, por exemplo, chuveiros e aparelhos de ar condicionado e alguns aparelhos estacionários de maior porte.

2.2.5 Iluminação

Os pontos de iluminação estão presentes em toda e qualquer edificação, já que é previsto, pela NBR 5410 (2008), no mínimo um ponto iluminação no teto, de 100 VA, para cada um de seus cômodos, sendo que este valor pode aumentar de acordo com as dimensões e o tipo de uso do ambiente.

- Lâmpadas

Segundo Creder (2016), as lâmpadas são responsáveis por fornecer a energia luminosa, que é sua propriedade, com assistência das luminárias, que são seus apoios e proporcionam melhor distribuição da iluminação, proteção mais eficaz contra

intempéries, possibilitam conexão à rede e tornam o ambiente mais agradável e bonito.

Existem vários tipos de lâmpadas no mercado, mas neste projeto optou-se pela utilização de lâmpadas de Led, devido à sua elevada vida útil, que proporciona maior economia a longo prazo. Seu consumo de energia é ainda menor que o das fluorescentes, chegando a ser até 85% inferior ao das incandescentes (CLAUDIA, 2018).

Conforme o INMETRO (2016), devido à sua maior eficiência luminosa, a lâmpada LED se torna muito mais econômica que as demais, gastando menos energia para promover o mesmo nível de iluminação. Sua durabilidade é pelo menos quatro vezes superior à das lâmpadas fluorescentes compactas. A figura 3 mostra alguns tipos de lâmpadas de LED.

Figura 3 - Alguns modelos de lâmpadas de LED.

Fonte: PHILIPS, 2018.

2.2.6 Dispositivos de Comando

Os interruptores são essenciais quando se trata de iluminação e podem ser definidos como dispositivos de comando dos circuitos, tendo como função permitir ou interromper a corrente elétrica, controlando assim o funcionamento dos dispositivos.

Segundo Creder (2016), existem três tipos principais de interruptores:

- Interruptor de Várias Seções: é utilizado quando pretende-se acionar várias lâmpadas através de um mesmo ponto.
- Interruptor Three-Way (Sw) ou Paralelo: usado em ambientes onde se deseja apagar ou acender as luzes de pontos diferentes.
- Interruptor Four-Way (S4W) ou Intermediário: utilizado quando é preciso comandar a lâmpada, ou as lâmpadas, em vários pontos distintos. É sempre utilizado em conjunto com interruptores paralelos, que devem ser instalados acoplados à fonte e à lâmpada. Sendo assim, pode-se dizer que interruptores four-way realizam duas ligações distintas.

Ainda de acordo com Creder (2016), outros dispositivos de comando importantes são a minuteria e o sensor de presença. Estes dispositivos visam proporcionar economia às edificações, pois funcionam como um interruptor que apaga automaticamente determinado circuito.

Nos dias atuais estão sendo mais utilizados os sensores de presença, que podem ser definidos como relés ativados através de um sensor infravermelho que detecta a movimentação de pessoas e veículos, acionando a iluminação do ambiente (CREDER, 2016).

2.2.7 Quadro de Distribuição

Segundo Cotrim (2009), um quadro de distribuição pode ser definido como um aparelho elétrico, que é abastecido com energia elétrica proveniente de uma ou mais fontes de alimentação, distribuindo-a posteriormente a um ou mais circuitos da edificação. O quadro também pode ter função de proteção, seccionamento, controle e medição. Os quadros que alimentam circuitos terminais são chamados de quadro (de distribuição) terminal.

Conforme a NBR 5410 (2008), o quadro de distribuição principal deve ser instalado em local estratégico, de fácil acesso e o mais perto possível do ponto de entrada da edificação e próximo ao centro de carga da edificação, facilitando a distribuição dos circuitos.

2.2.8 Condutores Elétricos – Conceitos Básicos

Segundo Martins (2017), um condutor elétrico pode ser definido como um corpo formado por material bom condutor, cuja função é transmitir eletricidade. Na maioria das situações, é feito de cobre e, em alguns casos, de alumínio. Em instalações elétricas residenciais, só é permitido empregar condutores de cobre, com exceção de condutores de aterramento e proteção. Já em instalações comerciais, passa a ser liberada a utilização de condutores de alumínio com seções iguais ou maiores a 50 mm^2.

De acordo com Martins (2017), os seguintes conceitos são importantes para um bom entendimento sobre condutores de eletricidade:

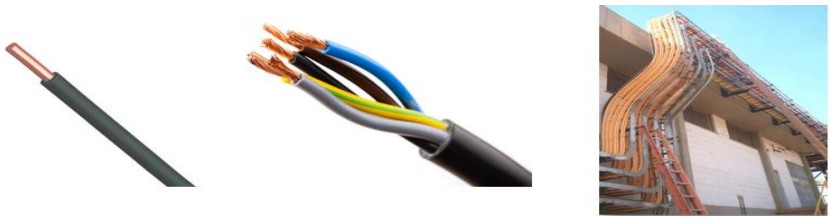
- Fios: são condutores, sólidos e maciços, se apresentam em secção circular e podem ou não ter isolamento (PVC, XLPE etc.).

- Cabos: os cabos são conjuntos de fios encordoados, sem isolação entre si e, conforme à utilização a que se destinam, podem ser isolados por fora ou não. Apresentam flexibilidade maior que um fio com a mesma capacidade de carga. Podem ser divididos em unipolares, quando formados por apenas um condutor de fios encordoados, com cobertura isolante protetora, e multipolares, quando constituídos por dois ou mais condutores isolados, envoltos por uma camada protetora de cobertura comum.
- Barramentos: condutores rígidos, em formato de seção perfilada ou de tubos, usados diretamente em equipamentos.
- Seção Nominal: a seção nominal de um fio ou cabo pode ser definida como a área da seção transversal de um fio ou a soma das áreas das seções transversais dos fios que compõem um cabo, não incluindo a isolação e a cobertura (caso possuam).

Conforme a NBR 5410 (2008), os condutores são especificados de acordo com sua seção transversal em mm², como será visto no dimensionamento de condutores, no capítulo de metodologia.

Na figura 4, pode-se observar os tipos de condutores citados.

Figura 4 - Fio, cabos e barramentos, respectivamente.



Fonte: MARTINS, 2017.

2.2.9 Eletrodutos e Prumada Elétrica

De acordo com Geofoco (2015), eletrodutos podem ser conceituados como conduítes (tubos), que transportam a fiação da instalação elétrica pela edificação, com a finalidade de resguardar os condutores contra corrosões, impedir curtos-circuitos, choques elétricos e superaquecimentos, além disso, os eletrodutos também atuam como condutores de proteção. No mercado, existem eletrodutos rígidos, curváveis e flexíveis.

Prumada elétrica pode ser definida como um conjunto de eletrodutos concentrados em um mesmo local (caixa de passagem) de subida para uma edificação (MARTINS, 2017).

2.2.10 Circuito Elétrico

Segundo Cotrim (2009), um circuito de uma instalação pode ser definido como um conjunto de elementos constituintes da instalação elétrica alimentados pela mesma fonte de origem e protegidos por um único dispositivo de proteção.

Os circuitos têm como principal característica proteger os condutores de sobrecorrentes, tal proteção pode ser garantida por apenas um ou por dois dispositivos, evitando, assim, correntes de sobrecarga e de curto-circuito. Existem dois tipos de circuitos em uma instalação elétrica: os de distribuição, que abastecem um ou mais quadros de distribuição, e os circuitos terminais, que vêm do quadro de distribuição e estão conectados diretamente a tomadas ou equipamentos de utilização (COTRIM, 2009).

2.2.11 Divisão da Instalação em Circuitos Terminais

De acordo com a NBR 5410 (2008), a instalação elétrica precisa ser distribuída em quantos circuitos forem necessários, de forma que cada um dos circuitos arquitetados tenha a possibilidade de ser seccionado, não apresentando risco de realimentação inadvertida por meio de um outro circuito.

De acordo com a NBR 5410 (2008), é necessário diferenciar os circuitos terminais conforme a função dos equipamentos alimentados por cada um deles. Em especial, para pontos de tomada e para pontos de iluminação, devem ser adotados circuitos terminais separados, com exceção em locais de habitação, desde que atendidas as condições da norma.

A NBR 5410 (2008) destaca também alguns aspectos que devem ser atendidos com a divisão da instalação em circuitos. Primeiramente, deve-se levar em conta a segurança, possibilitando impedir que a falha de um circuito interrompa a alimentação de todo o ambiente. O segundo aspecto a ser garantido deve ser a conservação de energia, que permite que as cargas de iluminação e climatização sejam ativadas de acordo com a necessidade.

Segundo Creder (2016), a divisão em circuitos distintos também proporciona o benefício da redução da bitola (área da seção transversal) dos condutores, devido às menores tensões e correntes nominais distribuídas por circuito.

Os circuitos de segurança são destinados a garantir que a instalação continue sendo alimentada, ainda que ocorra alguma falha no abastecimento da concessionária de energia, pois são alimentados ao mesmo tempo pela concessionária local e por uma fonte própria de energia, como um gerador de emergência, por exemplo. Circuitos de proteção contra incêndio e circuitos de alarme são exemplos de circuitos de segurança, chamados também de “essenciais” (CREDER, 2016).

2.2.12 Dispositivos de Proteção e Seccionamento

De acordo com Creder (2016), é necessário que cada um dos condutores fase presentes em uma instalação seja protegido através de dispositivos de seccionamento automático, que têm como função interromper as sobrecargas e curtos-circuitos (sobrecorrentes). Assim, podem ser evitados danos aos isolantes, conexões e demais materiais próximos aos condutores.

- Dispositivo Fusível

Segundo Cotrim (2009), um dispositivo fusível pode ser definido como um dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, responsável por abrir o circuito em que se encontra e seccionar a corrente, sempre que esta ultrapassar um determinado valor de referência em um intervalo de tempo especificado.

Esta medida impede que o isolamento dos condutores seja danificado e que ocorram danos nos demais elementos (CREDER, 2016).

- Disjuntores em Caixa Moldada para Correntes Nominais de 5 a 100 A

Além de ser um dispositivo de proteção, um disjuntor também é um dispositivo de manobra, podendo estabelecer, transportar e seccionar correntes em situações normais ou anormais especificadas do circuito, como por exemplo as de curto-circuito (COTRIM, 2009).

2.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS

Segundo Creder (2006), instalações prediais hidrossanitárias representam um conjunto de instalações destinadas ao fornecimento de água na quantidade e

qualidade necessária para atender às necessidades da construção e promover a retirada da água utilizada, e a sua condução até um local de destinação final adequada. Estas instalações abrangem projetos de instalações de água fria, águas pluviais e esgoto sanitário, de acordo com as NBR 5626 (1998), NBR 10844 (1989) e NBR 8160 (1999).

2.3.1 Instalações Prediais de Água Fria

Instalações prediais de água fria referem-se à um conjunto de tubulações, conexões, peças, aparelhos sanitários, entre outros equipamentos, facilitando, assim, levar a água da rede pública aos pontos de consumo e utilização (MENEZES, 2018).

Conforme a NBR 5626 (1998), as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo que, durante a vida útil do edifício, as mesmas devem preservar a potabilidade de água, oferecer conforto aos usuários, conter níveis de ruídos indevidos, possibilitar uma fácil manutenção e economia, promover economia de água e energia, garantindo fornecimento da mesma com quantidades adequadas, pressões e velocidades compatíveis com um perfeito funcionamento de peças e demais componentes.

2.3.1.1 Sistema de Abastecimento de Água

Segundo Carvalho Júnior (2017) existem três tipos de sistema de abastecimento de água: direto, indireto e misto. De forma que cada um deles deve ser analisado pelas suas vantagens e desvantagens, de acordo com a realidade do local e os aspectos do edifício, para enfim, poder definir qual será o sistema mais conveniente para o projeto. Sendo assim, o projeto proposto adotará apenas o Sistema Indireto de Distribuição com bombeamento.

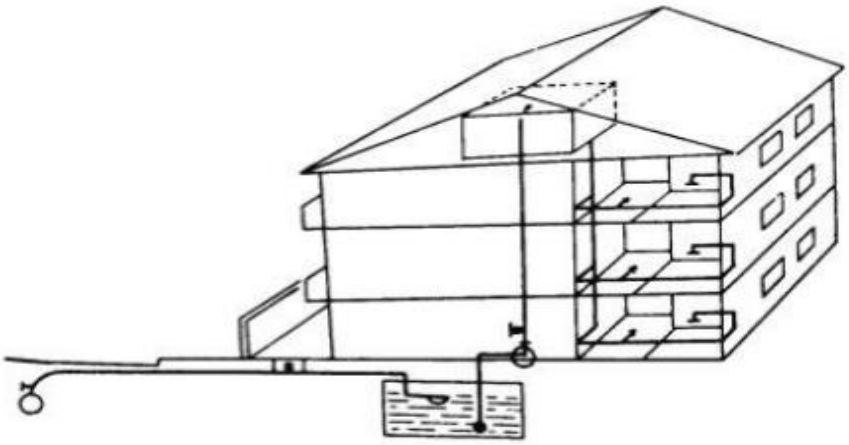
2.3.1.2 Sistema Indireto de Distribuição com bombeamento

O Sistema de distribuição indireto utiliza reservatórios para tratar irregularidades no abastecimento de água e variações de pressões através da rede pública (MACINTYRE, 2017).

O Sistema Indireto de distribuição com bombeamento, mostrado na figura 5, geralmente, é utilizado quando a pressão da rede pública não é suficiente, devendo assim ser composto por dois reservatórios, superior e inferior, tornando-o

indispensável o uso de bombeamento, sendo assim o mais usual em grandes edifícios (CREDER, 2006).

Figura 5 - Sistema indireto com bombeamento.



Fonte: CREDER, 2006.

2.3.1.3 População do Edifício

A população de um edifício é calculada através do número de quartos de cada apartamento, da quantidade de apartamentos por pavimento e do número de pavimentos que contém no edifício a ser projetado. Por ser um projeto de edificação mista, contendo, além de residencial multifamiliar, três restaurantes e dois cinemas, também é necessário calcular a população destes a partir de tabelas para designar a taxa de ocupação de acordo com a natureza do local e, posteriormente, o consumo diário da edificação, como será visto no capítulo de metodologia.

2.3.1.4 Consumo Diário

Consumo diário é o que vai gerar o valor médio de água que será consumida no prédio, em um período de 24 horas, de acordo com a utilização no edifício. Segundo Macintyre (2017), o valor do consumo diário, que se pretende determinar, depende da sua destinação ou da finalidade da edificação.

2.3.1.5 Alimentador Predial

Segundo Botelho & Ribeiro Junior (2014), alimentador predial é uma tubulação que se inicia a partir do ramal predial até a desconexão ou válvula do reservatório, é conhecido também como ponto de suprimento. Para uma maior praticidade ele é

equipado pela torneira de boia na sua extremidade final, com registro de fechamento, de forma que facilite sua manutenção, localizado por fora do reservatório. Sendo assim, o local da sua instalação pode ser enterrado, aparente ou embutido.

2.3.1.6 Reservatório e Reserva Técnica de Incêndio

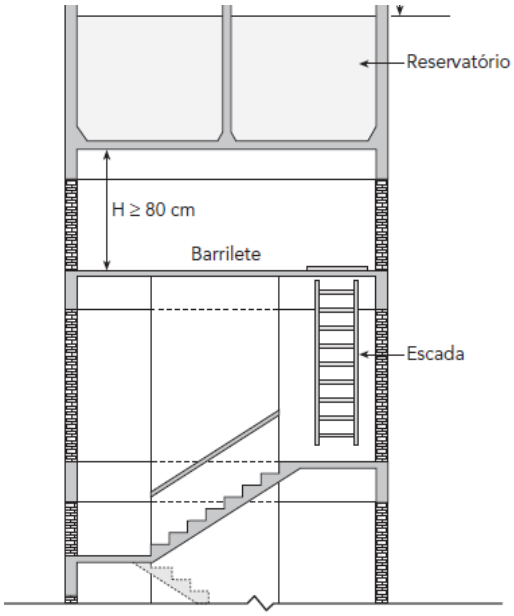
- Reservatório

Segundo a NBR 5626 (1998), reservatório é onde vai ser armazenada a água, para isso deve-se saber a capacidade dos mesmos, devendo atender ao padrão de consumo de água do edifício e, se possível conseguir informações, considerar a frequência e duração de interrupções do abastecimento.

Em todo caso em que a pressão da rede pública não for suficiente para o abastecimento, é necessário a utilização de dois reservatórios, inferior e superior. O reservatório inferior será alimentado pela rede de distribuição, utilizando o sistema de recalque, conjunto de motor e bomba, alimentará o reservatório superior e o mesmo alimentará os postos de consumo por meio da gravidade. (CARVALHO JUNIOR, 2017).

A figura 6 demonstra o reservatório superior, a seguir.

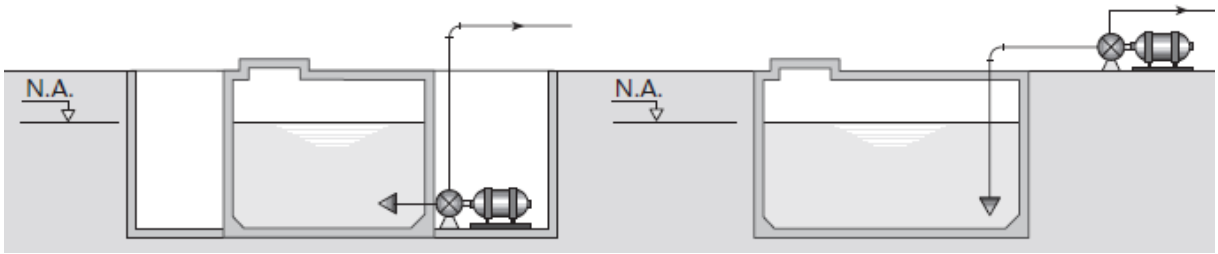
Figura 6 - Reservatório Superior.



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

Na Figura 7, mostra-se reservatório inferior e a casa de bombas, como segue.

Figura 7 - Reservatório Inferior e Casa de bombas.



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Reserva Técnica de Incêndio

Segundo o Código de Segurança contra Incêndio e Pânico para o Rio de Janeiro (Decreto nº 897), reserva técnica de incêndio poder ser definida como: “Volume d’água do reservatório, previsto para combate a incêndio.” Carvalho Júnior (2017) diz que, a sua capacidade deve ser aumentada para portar-se o volume relacionado à reserva, que é colocada no reservatório superior ou em um reservatório independente. Sendo assim, ela deve ser calculada para permitir o combate a incêndio durante um determinado período, alimentando, hidrantes e sprinkler, conforme será mostrado na sequência desse trabalho.

2.3.1.7 Componentes das Instalações de Água Fria

De acordo com Carvalho Junior (2017), instalações de água frias são formadas por vários componentes, como tubos e conexões, válvulas, registros, hidrômetros, bombas, reservatórios, entre outros. Ou seja, qualquer um desses componentes sendo bem escolhidos de acordo com as normas, podem gerar uma adequada funcionalidade, sem comprometer a qualidade da mesma.

- Ramal Predial

Segundo a NBR 5626 (1998), ramal predial é a tubulação composta entre a rede pública e o alimentador predial, sendo que o ponto onde se encerra o ramal predial, é definido pela concessionária.

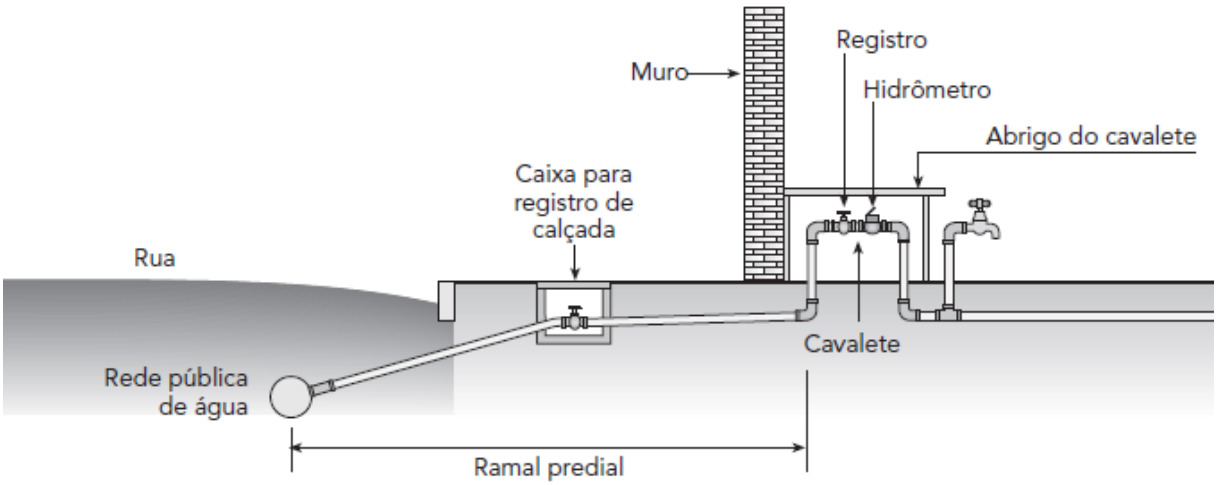
- Cavalete e Hidrômetro

De acordo com a NBR 10925 (2016), cavalete é o grupo de elementos hidráulicos, com tubos e registros direcionados a instalação do hidrômetro e registro

de gaveta. É instalado em um compartilhamento de alvenaria ou concreto, juntamente com o registro de gaveta, dando o nome a canalização de cavalete.

Hidrômetro é um aparelho concedido para medir a quantidade de água usada por uma determinada rede de abastecimento. Na figura 8, observa-se melhor o cavalete e o hidrômetro.

Figura 8 - Entrada de Água Fria.



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Extravasor

Conforme Botelho & Ribeiro Júnior (2014), conhecido vulgarmente por ladrão, trata-se de uma tubulação que é reservada para escoar os excessos de água gerada nos reservatórios, evitando o transbordo. Apontando falha na torneira de boia, o mesmo deve escoar evidentemente, de forma que indique rapidamente a falha no sistema.

- Tubo de Limpeza

É a tubulação atribuída para o esvaziamento do reservatório, proporcionando sua limpeza e manutenção (NBR 5626, 1998).

- Ventilação

Ela é importante, pois, sempre ocorrem bolhas de ar nas tubulações, ocorrendo redução das vazões. A ventilação possibilitará a saída do ar acumulado, melhorando as peças de utilização. Para Creder (2006), são dispositivos destinados à entrada de ar, evitando subpressão dentro das tubulações.

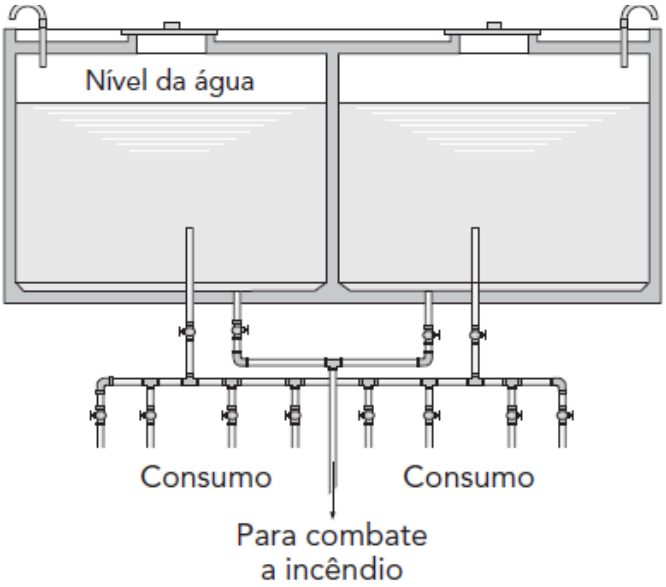
- Barrilete

Segundo Carvalho Junior (2017), barrilete é um componente constituído por tubulações que se iniciam no reservatório, o qual conduzem as colunas de distribuição. Existem dois tipos de barrilete, concentrado e ramificado.

O concentrado em uma área restrita, comporta os registros de operação, possibilitando o controle do sistema e segurança, proporcionando a criação de um local fechado com dimensões maiores. O Ramificado garante uma quantidade menor de tubulações ligado ao reservatório, colocando os registros antes do início das colunas, sendo os mesmos mais espaçados e mais econômico.

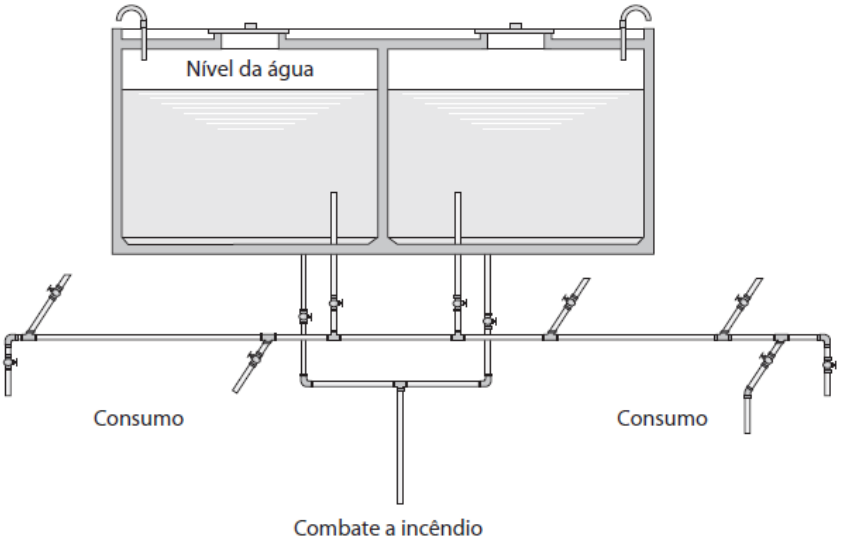
As figuras 9 e 10 representam um esquema de barrilete concentrado e ramificado, como ilustrado a seguir.

Figura 9 - Barrilete concentrado.



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

Figura 10 - Barrilete Ramificado.



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Perdas de Carga

Compreende como a diferença entre energia inicial e energia final de um líquido, ou seja, quando um líquido flui em uma canalização de um ponto ao outro (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

- Recalque

Recalque pode ser definido como o transporte do fluído em um determinado ponto inferior para um ponto superior, empregando o uso de uma bomba hidráulica para o escoamento, sendo destinada para o fornecimento de energia ao fluído e denominando a sua carga manométrica (RODRIGUES, 2017).

- Altura Manométrica

De acordo com Soares (2012), altura manométrica é a energia que uma bomba transportará a um liquido para levar a vazão do reservatório inferior ao superior, ou seja, a mínima distância vertical que o fluído deverá vencer para alcançar o ponto máximo.

- Coluna

Segundo Botelho e Ribeiro Junior (2017), coluna de distribuição pode ser definida como dispositivos que provêm do barrilete e alimentam os ramais que se desenvolvem verticalmente.

- Ramal e Sub-Ramal

Segundo a NBR 5626 (1998), ramal é a tubulação provinda da coluna de distribuição e tem por intuito alimentar os sub-ramais, o mesmo por sua vez, conecta o ramal aos pontos de utilização.

- Especificação das Bombas

A escolha apropriada das bombas é feita a partir dos princípios da vazão e altura manométrica. As informações são lançadas em tabelas de fabricantes e dessa forma encontra-se a bomba ideal para cada conveniência (MENESCAL, 2018).

2.3.2 Instalações Prediais de Esgoto Sanitário

Instalações prediais de esgoto sanitário tem o objetivo de coletar e conduzir os despejos provenientes das edificações ao sistema público de esgoto (AZEVEDO NETO, 2018).

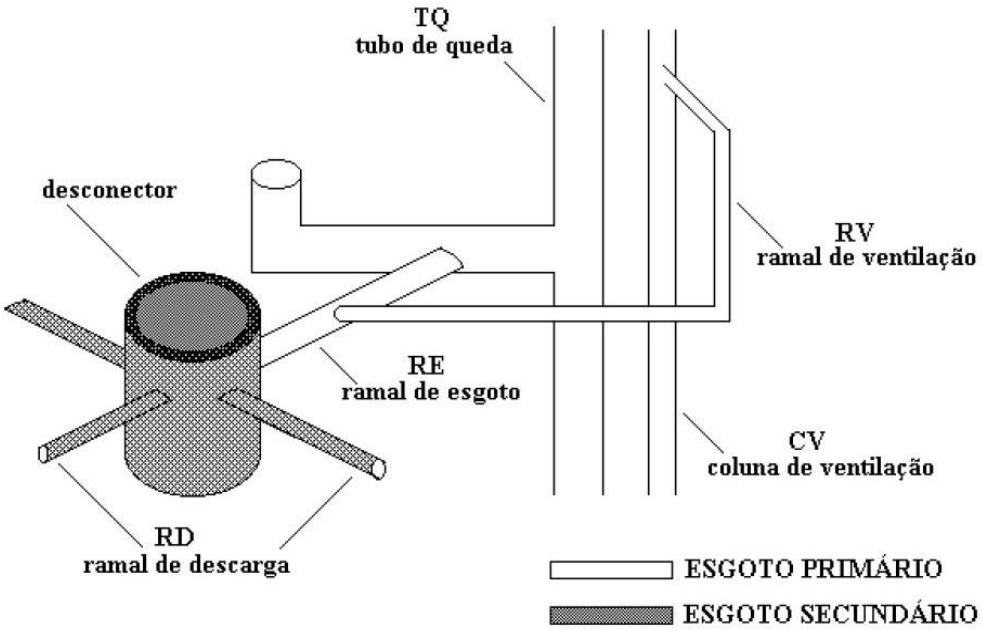
Segundo a NBR 8160 (1999), para se atender exigências mínimas determinadas, relacionado à qualidade, segurança, economia, higiene e conforto dos usuários, os sistemas prediais de esgoto sanitário devem ser condizentes as normas.

- Esgoto Primário e Secundário

As instalações prediais de esgoto sanitário são divididas em duas: Esgoto Primário e Secundário.

As instalações de esgoto primário, envolvem tubulações e dispositivos, visto que, possuem acessos de gases vindos do coletor público ou do esgoto coletado, ao inverso do esgoto secundário, que não têm acesso aos gases (AZEVEDO NETO, 2018). A seguir, na figura 11, pode-se visualizar melhor esgoto primário e secundário.

Figura 11 - Componentes das Instalações de Esgoto Sanitário.



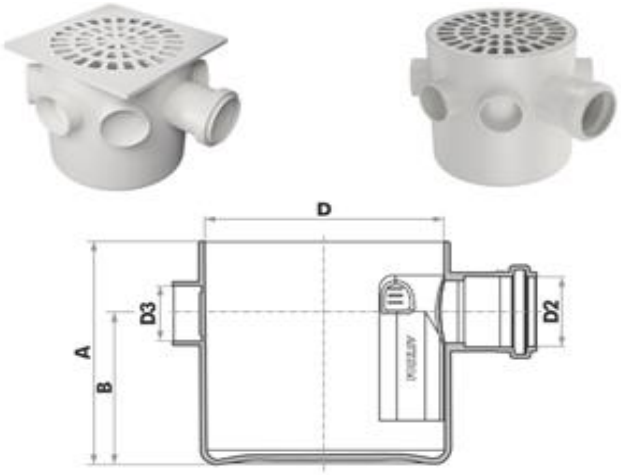
Fonte: PAPITONE, 2018.

- Desconectores e Caixas

Desconectores são equipamentos que possuem um fecho hídrico, com a finalidade de bloquear a passagem de gases para o interior da construção, desassociando o esgoto primário do secundário (PEPITONE, 2018).

A caixa sifonada (Figura 12) é destinada ao recebimento de resíduos da instalação secundária de esgoto de um conjunto de aparelhos sanitários, como banheiras, chuveiros e lavatórios (MACINTYRE, 2017).

Figura 12 - Caixa Sifonada.

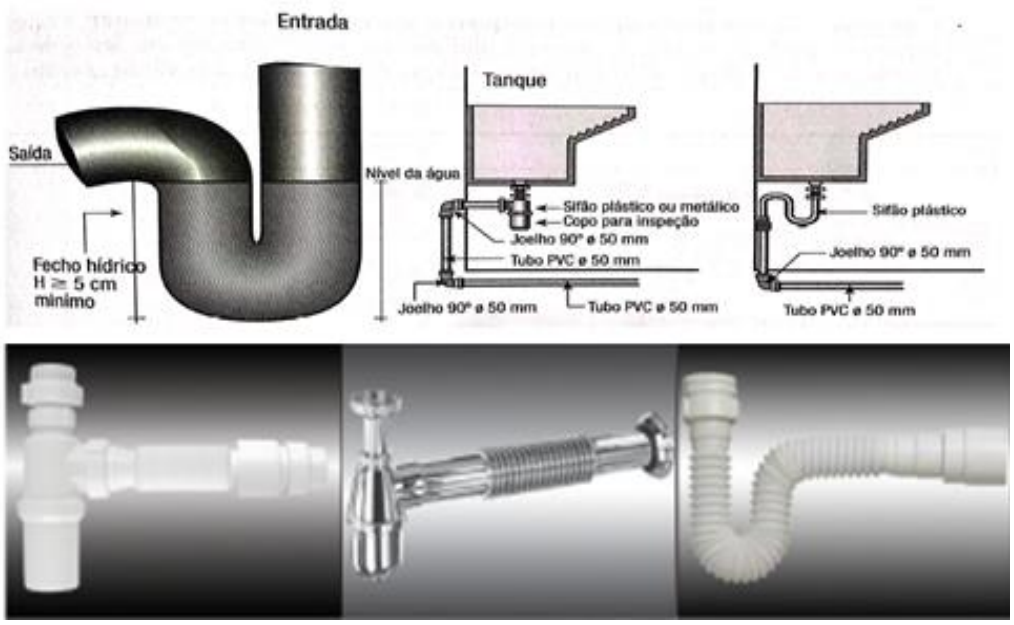


Fonte: FORTLEV, 2018.

O Sifão é atribuído para a coleta de resíduos de lavatórios, pias e tanques, com o fecho hídrico instalado junto às respectivas válvulas, impossibilitando o retorno dos gases (BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2017).

A figura 13, exemplifica o chamado sifão em instalações hidráulicas, a seguir.

Figura 13 - Sifão.



Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2017.

Ralo é o dispositivo destinado ao recebimento de água, proveniente de pisos laváveis, box de chuveiros, áreas externas entre outros, direcionando as mesmas para as caixas sifonadas, que podem ter formas redondas, quadradas ou cilíndricas e é composto por fecho hídrico. Apresenta apenas entrada pela parte superior (BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2017).

- Ramal de Descarga

Conforme a NBR 8160 (1999), é a tubulação que recebe de forma direta os resíduos dos aparelhos sanitários, tais como chuveiros, lavatórios, entre outros. Porém, não se encaixam nesse item rejeitos de gordura e bacia sanitária.

- Ramal de Esgoto

Para Carvalho Júnior (2017), ramal de esgoto é aquele que recebe os resíduos do ramal de descarga, e sua conexão é feita pela caixa de inspeção em tubos de quedas.

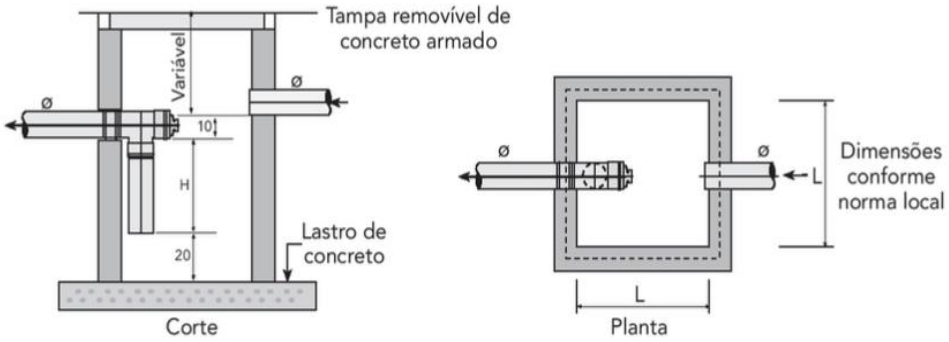
- Tubo de queda

É a tubulação vertical designada para o recebimento de resíduos provenientes de ramais de descarga, ramais de esgoto e subcoletor.

- Caixa de gordura

Tem como objetivo evitar que os resíduos passem pela rede sem causar seu entupimento, devendo assim, sempre que receber resíduos como gorduras, graxas, óleos, entre outros, inclusos no esgoto, retê-los na sua parte superior, para sua posterior remoção (NBR 8160, 1999). Em Edifícios é utilizada caixa de gordura coletiva, encontrada no térreo, como mostra a figura 14.

Figura 14 - Caixa de Gordura.



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Caixa de inspeção

É destinada para facilitar inspeções, desobstruções e limpezas na canalização do esgoto, as mesmas são utilizadas em função da mudança de declividade e direção ou quando a canalização coletora ou subcoletora for maior que doze metros (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

- Coletor predial e subcoletor

Segundo a Macintyre (2017), o coletor predial pode ser definido como a canalização situada entre o coletor público ou sistema particular e a última inserção

de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral. Entretanto, subcoletor pode ser conceituado como a canalização que tem como objetivo, o recebimento de resíduos provenientes dos ramais de esgoto ou tubos de quedas.

2.3.3 Instalações Prediais de Águas Pluviais

Conforme a NBR 10844 (1989), para o projeto de instalações prediais de águas pluviais, deve-se considerar os seguintes requisitos mínimos: durabilidade, higiene, economia, funcionalidade e segurança.

Para Carvalho Júnior (2017), pode-se dizer que toda a água proveniente de água das chuvas, pode ser considerada como água pluvial. A captação da mesma, possibilita um melhor escoamento, impedindo alagamentos, umidade excessiva e erosão do solo. Para garantir um perfeito funcionamento, é composta por elementos, como condutores verticais e horizontais, calhas, grelhas, caixas de areia e de passagem, entre outros.

- Ralos/Grelhas

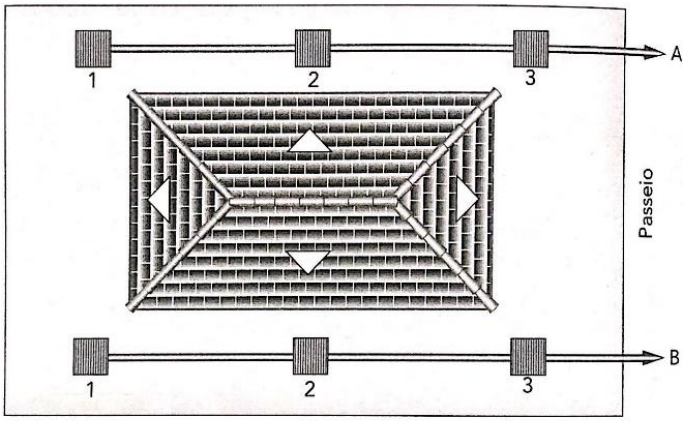
Ralos, segundo a NBR 10844 (1989), podem ser definidos como caixas com grelhas em sua face superior, cuja atribuição é receber as águas pluviais. A instalação de ralos em coberturas horizontais de laje, tem o intuito de recolher às águas das chuvas que caem sobre a laje, levando-as até os condutores verticais.

Sempre que esses elementos são instalados de forma correta, evitam danos, como umidade excessiva nas paredes, evitando a degradação dos elementos da alvenaria, decomposição dos beirais, entre outros (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

2.3.3.2 Condutores Verticais e Horizontais

Os condutores verticais têm o objetivo de receber as águas que vem dos ralos/grelhas instalados na cobertura, levando-as até as redes coletoras ou superfície do solo, quando viável deve ser efetuada em apenas em uma prumada. No entanto, os condutores horizontais eles devem recolher as águas da superfície do terreno ou dos condutores verticais. O material mais utilizado nos tubos de ambos é o PVC (CARVALHO JÚNIOR, 2017). A Figura 15, a seguir mostra o condutor horizontal.

Figura 15 - Condutor Horizontal e Caixas Coletoras



Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Caixa Coletora de águas pluviais

Segundo Carvalho Júnior (2017), caixa coletora é responsável por conceder a conexão de coletores, além de viabilizar a limpeza e desentupimentos das canalizações. Sempre que no diâmetro e na declividade acontecem mudanças de direção, deve-se fazer a instalação das mesmas. Quando ocorrer a viabilidade de entrada de lama e areia na tubulação, é necessário a utilização da caixa de areia, que pode ser definida, de acordo com a NBR 10844 (1989), como “Caixa utilizada nos condutores horizontais destinados a recolher detritos por deposição.” Além disso têm-se também as grelhas ou ralos que são atribuídos para o recebimento das águas pluviais, mostrados na Figura 16.

Figura 16 - Caixa de Areia, Grelhas e Ralo.

Fonte: TIGRE, 2018.

2.4 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

No Brasil e no mundo, há um triste histórico de grandes incêndios que causaram perdas irreparáveis, materiais, culturais e principalmente, de milhares de vidas humanas. Estes incêndios ocorreram por fatores distintos e, na grande maioria dos casos, poderiam ter sido evitados ou ter seus danos minimizados se houvesse a adoção de medidas pré-estabelecidas por um projeto de prevenção e combate a incêndio (PPCI).

Como já dito anteriormente, o PPCI tem o intuito de minimizar a possibilidade de ocorrência de um incêndio, bem como de evitar que ele se propague e propor meios para realizar a evacuação da edificação, com rapidez e segurança, casso este chegue a acontecer.

A elaboração do PPCI deve ser feita por profissionais habilitados, com o objetivo principal de proporcionar segurança às pessoas que utilizarão a edificação, devendo também passar por fiscalização e obter aprovação do Corpo de Bombeiros, através de vistorias, visando a obtenção de alvarás. O Projeto de Prevenção e Combate a Incêndio é exigido por órgãos públicos, sendo importante, principalmente para edificações de uso coletivo.

2.4.1 Histórico de Grandes Incêndios no Brasil

Segundo Oliveira (2018), no Brasil, já ocorreram diversos incêndios catastróficos, que marcaram para sempre a história do país e, lamentavelmente, causaram muitas mortes, além de perdas materiais e culturais. Apenas nos últimos vinte anos, pode-se citar grandes incêndios no Brasil, como o incêndio de uma creche em Uruguaiana - RS, em 2000, que resultou na morte de 12 crianças, o incêndio em uma casa de shows em Belo Horizonte - MG, em 2001, que deixou 7 mortos, o trágico incêndio na Boate Kiss, em Santa Maria - RS, no ano de 2013, que causou a morte de 242 jovens, o incêndio no Edifício Wilton Paes de Almeida, edifício de ocupação irregular, no Largo do Paessandu – SP, em 2018, levando à morte de 7 pessoas e o incêndio no Museu Nacional, no dia 2 de setembro de 2018, na Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro, que destruiu um rico acervo histórico, gerando um prejuízo cultural irreparável para o país.

Estes incêndios ocorreram em locais de uso coletivo, alguns deles destinados a grandes públicos, análogos aos empreendimentos projetados neste trabalho, sendo a maioria causados por curtos circuitos ou negligência, por isso se faz necessário a

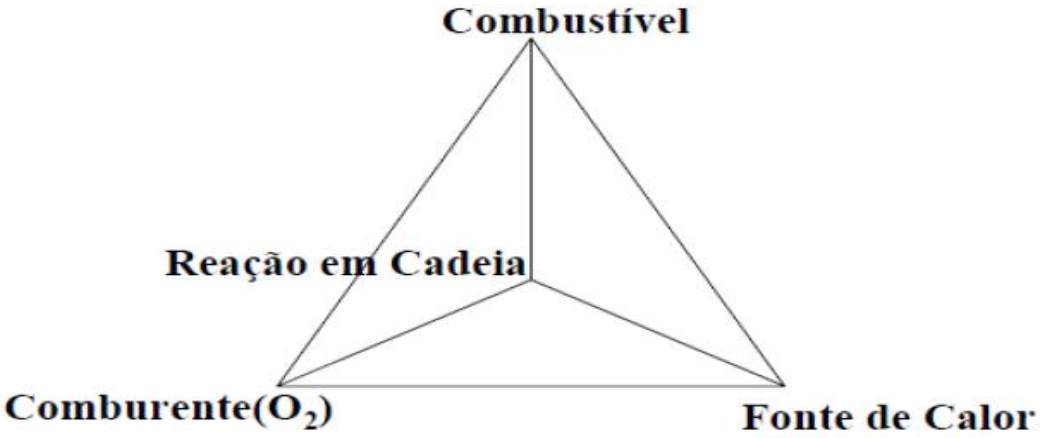
elaboração e implantação de um bom projeto de prevenção e combate à incêndio, visando prevenir catástrofes como as citadas ou, no mínimo, retirar as pessoas da edificação em segurança e promover um controle mais rápido do incêndio.

2.4.2 Conceitos de Fogo e Incêndio

O fogo pode ser definido como uma reação química, chamada combustão, entre um material combustível e o oxigênio (comburente) presente no ar, gerada por uma fonte de calor. O fogo aparece em forma de chamas, que geram luz e transmitem calor, bem como emitem muita fumaça, gases e demais resíduos (BRENTANO, 2007).

A relação entre estes quatro elementos necessários para a ocorrência e propagação do fogo, pode ser expressa na forma chamada de tetraedro do fogo, representado na figura 17.

Figura 17 - Tetraedro do fogo.



Fonte: OLIVEIRA, 2018.

Quanto ao conceito de incêndio, Seito et al. (2008) traz duas definições, à saber:

- Brasil, pela NBR 16860: “O incêndio é o fogo fora de controle.”
- Internacional, pela ISO 8421-1: “Incêndio é a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço.”

A partir destas definições, pode-se dizer então que um incêndio nada mais é que a ocorrência descontrolada do fogo, que se espalha rapidamente, em determinado ambiente e intervalo de tempo.

2.4.3 Fatores que Influenciam a Propagação do Fogo

De acordo com Seito et al. (2008), existem diversos fatores que podem levar ao início e propagação de um incêndio, por isso nenhum incêndio é exatamente igual a outro, dentre esses fatores pode-se citar:

- Geometria e dimensões do ambiente;
- Superfície específica dos elementos combustíveis envolvidos no incêndio;
- A forma como os materiais combustíveis são distribuídos no local;
- Quantidade de materiais combustíveis existentes, sejam eles temporários ou incorporados à edificação;
- Propriedades de queima de cada material envolvido no incêndio;
- Local onde ocorre o início do foco de incêndio no ambiente;
- Condições de temperatura e umidade relativa do ar;
- Aberturas para ventilação
- Aberturas entre ambientes que podem propiciar a propagação do incêndio;
- Projeto arquitetônico/de engenharia do ambiente ou da edificação;
- Medidas existentes de prevenção de incêndios e medidas instaladas de proteção contra incêndios.

Segundo Brentano (2007), a propagação do fogo em uma edificação, geralmente, é imprevisível e os fatores que a influenciam estão diretamente ligados às três formas fundamentais de transmissão do calor, que normalmente ocorrem ao mesmo tempo em um incêndio, apesar de que em um momento específico uma pode predominar sobre as outras, são elas:

- Condução: é a transferência de calor de molécula à molécula e acontece quando um material já aquecido pelo fogo entra em contato com outro material, conduzindo o calor até ele, ou seja, através de um meio físico.
- Convecção: ocorre por meio de ar e gases quentes gerados pelo fogo, que sobem e entram em contado com demais materiais, aquecendo-os até que eles cheguem aos seus pontos de combustão.
- Radiação: quando um material aquecido gera ondas ou raios de calor, irradiando calor no espaço, em todas as direções. Em um incêndio em uma edificação, um determinado material pode ser aquecido apenas por estar próximo ao fogo ou recebendo calor de forros e paredes aquecidos.

2.4.4 Classes de Incêndio

Segundo Carvalho Júnior (2017), os incêndios podem ser classificados em cinco classes distintas, de acordo com o material combustível a ser protegido, são elas:

- Classe A: são os fogos em materiais sólidos e de fácil combustão, como a madeira, papel, lixo comum, tecidos etc., que queimam tanto na superfície quanto em profundidade, deixando cinzas e brasas como resíduos.
- Classe B: é o fogo em líquidos inflamáveis e combustíveis, como, por exemplo, gasolina, graxas, querosene, tintas e álcoois, que tem a propriedade de queimar apenas em sua superfície, sem deixar resíduos após a queima.
- Classe C: ocorrência de fogo em aparelhos elétricos energizados, como máquinas elétricas, transformadores, geradores, quadros de distribuição, ar-condicionado, computadores e qualquer material usado a partir de energia elétrica. Caso o equipamento elétrico não esteja energizado, deverá ser considerado como parte da classe A.
- Classe D: fogo em metais combustíveis, denominados pirofóricos, como magnésio, potássio, titânio, sódio, alumínio, entre outros.
- Classe K: ocorrência de fogo em produtos como óleos gorduras e banhas, utilizados para cocção em cozinhas industriais e comerciais, que são materiais bastante resistentes às formas comuns de combate à incêndio.

2.4.5 Métodos de Extinção do Incêndio

Conhecendo os elementos necessários para obtenção do fogo, pode-se presumir que é preciso eliminar pelo menos um dos três elementos ou cessar a reação em cadeia para levar à sua extinção (BRENTANO, 2007).

Conforme Brentano (2007), a partir do elemento componente do fogo que se deseja eliminar, pode-se definir um dos métodos de extinção do fogo, a saber:

- Isolamento: a extinção por isolamento ocorre em incêndios em que há a possibilidade de retirar o material combustível.
- Abafamento: caracteriza-se pela extinção do comburente, ou seja, neste caso busca-se evitar que o material em combustão entre em contato com mais oxigênio do ar, diminuindo sua concentração na combinação inflamável. Uma outra forma

de extinguir o fogo através do abafamento é reduzir a concentração de oxigênio no ar, por meio do uso de agentes extintores de gases inertes.

- Resfriamento: caracteriza-se pela retirada do calor, por meio do uso de um agente extintor, que tem como função absorver o calor do fogo e dos materiais em combustão, a partir do resfriamento destes. A extinção por resfriamento do material combustível ocorre quando o calor recebido do fogo é menor que a perda de calor para um agente extintor (o mais usado é a água), de forma que o fogo possa ser controlado até que seja totalmente extinto, sendo a forma mais utilizada para extinção do fogo em edificações.

2.4.6 Agentes Extintores de Incêndio

Abaixo, serão listados e definidos alguns agentes extintores adotados no combate a incêndio:

- Água

Segundo Brentano (2007), a água é considerada a principal substância utilizada como agente extintor de incêndios devido a vários fatores, como a sua abundância na natureza, seu baixo custo, seu elevado poder de absorver calor, sendo a mais efetiva no combate ao fogo, bem como pelo fato de não ser uma substância tóxica, nem corrosiva, sento estável e segura.

Ainda de acordo com Brentano (2007), quando se encontra no estado líquido, a água pode ser utilizada na forma de jato compacto, agindo através de resfriamento, ou na forma de jato de neblina, podendo atuar por resfriamento e abafamento. Já no estado gasoso, a água pode ser aplicada sob a forma de vapor, agindo exclusivamente por abafamento.

- Espuma Mecânica

De acordo com Macintyre (2017) sua utilização é recomendada para a extinção do fogo em líquidos inflamáveis, provenientes de petróleo e solventes, e seu lançamento é feito através de dispositivos especiais ou de esguichos ou canhões providos de produtor de espuma. Segundo Brentano (2007), a espuma estingue o fogo agindo por abafamento e resfriamento, pois pelo fato de ser mais leve, a espuma acaba flutuando sobre o líquido combustível.

- Pó Químico Seco

Segundo Brentano (2007), os pós químicos secos são utilizados para extinguir o fogo em líquidos inflamáveis, podendo ser usados também para extinguir o fogo em alguns equipamentos elétricos energizados, porém seu uso deve ser evitado em equipamentos eletrônicos, pois causa a corrosão das placas dos circuitos atingidos, devido ao contato com a umidade do ar. A forma de extinção do fogo com a utilização dos pós químicos ocorre através de abafamento, resfriamento e, sobretudo, pela anulação da reação química em cadeia.

- Gases Inertes

De acordo com Brentano (2007), os gases inertes mais utilizados nas composições são o dióxido de carbono, FM 200, nitrogênio, argônio, inergen, entre outros, sendo que o dióxido de carbono, anidrido carbônico ou gás carbônico (CO_2) é o mais usado entre todos, por ser mais barato e muito efetivo. A forma com que o gás carbônico combate ao fogo é por abafamento, através da diluição da concentração de oxigênio no ar, levando à redução da geração de calor, até extinguir completamente o fogo. Seu uso é bastante diversificado, podendo ser usado para a extinção de incêndios em praticamente todos os materiais combustíveis.

2.4.7 Características da Edificação e Áreas de Risco

Conforme Carvalho Júnior (2017), as edificações podem ser separadas em grupos de risco, de acordo com algumas de suas características, podendo-se destacar as formas de ocupação, ou seja, a utilização da edificação, bem como a altura do edifício e sua respectiva carga de incêndio.

A partir da classificação de cada edificação, podem ser exigidas medidas cabíveis para compor o sistema de segurança. No fator ocupação, considera-se o tipo de atividade para o qual a edificação é destinada, classificando-a, por exemplo, em residencial, comercial, mista, industrial, entre outras. O fator altura, assim como a limitação de área estão diretamente relacionadas ao combate ao fogo, pois quanto mais alta for a edificação, maiores serão os requisitos obrigatórios aos sistemas de segurança, devido à maior dificuldade de evacuação do edifício e de acesso da equipe de bombeiros (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Após a classificação da edificação de acordo com esses fatores, devem ser analisadas as exigências do Decreto Estadual, no caso do estado do Rio de Janeiro, adota-se o Decreto 897/1976.

2.4.8 Medidas Ativas e Passivas de Combate a Incêndio

Neste projeto de prevenção e combate a incêndio foram adotadas uma série de medidas, visando a segurança dos habitantes da edificação, tendo como base os aspectos de proteção ativa e de proteção passiva.

Segundo Carvalho Júnior (2017), as medidas ativas de proteção contra incêndio são aquelas que apenas entrarão em ação caso ocorra, realmente, um incêndio, podendo ser acionadas manualmente ou por sistemas automáticos.

Ainda de acordo com Carvalho Júnior (2017), as medidas passivas de proteção contra incêndio são aquelas incorporadas ao projeto de engenharia/arquitetônico, que não dependem da intervenção humana na ocorrência de um incêndio.

A seguir, serão apresentadas as medidas de combate a incêndio que foram consideradas neste projeto:

- Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio

Os alarmes de incêndio podem ser de acionamento manual ou automático e seu sinal sonoro deve ser escutado por toda a área em que o sistema de segurança estiver instalado. Os dispositivos que acionam os alarmes de forma automática são os detectores de fumaça, de temperatura ou de calor (medidas passivas). Normalmente, os sistemas de detecção são ligados a uma central, destinada a receber os alarmes de incêndio, que indica em seu painel o início de fogo, fumaça ou a elevação da temperatura no lugar onde se encontra, e deve estar localizada em um local fácil de visualizar, com atenção constante de um vigilante (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

A figura 18, mostra alguns exemplos de sistemas de alarme e detecção de incêndio.

Figura 18 - Alarme, sirene audiovisual e detectores de fumaça.

Fonte: DUARTE FIRE, 2018.

- Sistema de Iluminação de Emergência

Este sistema tem como objetivo assegurar uma claridade mínima e a sinalização das saídas, caso ocorra falta de energia elétrica, ascendendo de forma automática e sendo desativado com a retomada da energia. O sistema pode ser alimentado através de baterias de bloco autônomo, central de baterias ou grupos moto geradores (GMG). O uso deste tipo de sistema é exigido por normas pertinentes em corredores, escadas, rotas de fuga e demais ambientes que possam gerar risco à movimentação de pessoas (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Na figura 21, é mostrado um exemplo de iluminação de emergência por luminária autônoma.

Os sistemas moto geradores, chamados também de grupos geradores de energia elétrica, são aparelhos de médio ou grande porte destinados ao fornecimento de energia na ocorrência de oscilações ou falhas na alimentação da rede elétrica pela concessionária de energia, garantindo com sua aplicação maior comodidade e segurança para todos os usuários da edificação (TIVEA GERADORES, *online*).

A seguir, na figura 19, pode-se observar um modelo de luminária de emergência e de gerador de energia elétrica.

Figura 19 - Modelo de gerador de energia à diesel.

Fonte: CLARON ILUMINAÇÃO, 2018 e TIVEA GERADORES, 2018.

- Sistemas de Sinalização de Emergência

Segundo Carvalho Júnior (2017), o emprego de sinalização de emergência tem o objetivo de diminuir o risco da ocorrência de incêndios, funcionando como um sinal de alerta para os riscos que possam existir em determinado local, bem como assegurar que sejam executadas ações apropriadas para a situação de risco, de forma a orientar as medidas de combate a incêndio e facilitar a locação dos equipamentos e de rotas de fuga para evacuação segura, caso ocorra incêndio, das edificações. Esta sinalização é composta por uma série de símbolos, cores e frases, dispostas favoravelmente dentro das edificações e dos locais de risco.

Tem-se a sinalização básica, que engloba o mínimo de sinalizações que devem ser instaladas em uma edificação, divididas em quatro categorias, segundo à sua função. Podem ser de proibição, quando pretendem proibir ações que possam levar ao início ou agravamento de um incêndio; de alerta, que tem o objetivo de alertar sobre materiais e áreas que apresentam risco de incêndio, choques, explosões e contaminação através de produtos perigosos; de orientação e salvamento, quando indicam a direção das rotas de saída e os meios para seu acesso e utilização; ou de equipamentos, quando indicam os tipos de equipamentos de alarme e combate a incêndio existentes na edificação, bem como onde estes estão localizados.

Existem ainda as sinalizações complementares, que têm o objetivo de aprimorar as sinalizações básicas, através de faixas de cor, mensagens ou símbolos. Os principais tipos de sinalização complementar são mensagens escritas, rotas de

fuga, obstáculos, demarcações de área, identificação de sistemas hidráulicos de combate ao incêndio (sprinklers e hidrantes) e extintores.

Na figura 20, serão apresentados alguns exemplos de sinalizações de emergência, como segue.

Figura 20 - Exemplos de placas de sinalização de emergência.

Fonte: SANFEX, 2017.

- Sistema de Proteção por Extintores

Extintores podem ser formados por substâncias de diferentes características, como espuma mecânica, CO2, água pressurizada, pó químico seco e compostos halogenados. Existem extintores portáteis ou sobre rodas, podendo apresentar diferentes capacidades. O tipo de extintor deve ser escolhido a partir da classificação do incêndio a combater. É necessário esclarecer que no presente trabalho só foram adotados extintores portáteis de água, CO_2, pó químico e classe K.

Os extintores deverão ser localizados em pontos onde há facilidade de acesso, em locais visíveis para os usuários, desobstruídos e protegidos de choques elétricos, portanto, nunca devem ser instalados em escadas ou em outros lugares cujos acessos possam ser bloqueados pelo fogo. Além disso, é obrigatório que os extintores obedeçam às normas brasileiras, regulamentadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), devendo possuir selo de conformidade do órgão responsável registrado, trazer no rótulo instruções de aplicação, data de manutenção e número de identificação.

Na figura 21, a seguir, pode-se observar tipos de extintores portáteis, semelhantes aos que serão adotados na elaboração deste trabalho.

Figura 21 – Extintores de incêndio portáteis de água, CO2 e pó químico.

Fonte: BUCKA, 2018.

De acordo com BUCKA (2018), é importante saber quais tipos de extintores são adequados e recomendados para combater cada um dos cinco tipos distintos de classes de incêndio. A figura 22 demonstra os extintores adequados para combater cada classe de incêndio.

Figura 22 - Tipo de extintor x Classes de incêndio.

CLASSES DE INCÊNDIO		TIPO DE EXTINTOR							
		ÁGUA	ESPUMA	CO2	BC	ABC	FE36	UNIDADE EXTINTORA CLASSE K	UNIDADE EXTINTORA CLASSE D
A	PAPEL MADEIRA TECIDO BORRACHA FIBRAS	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO
B	GASOLINA QUEROSENE ÓLEO SOLVENTES G.L.P.	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
C	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS ENERGIZADOS	NÃO (CONDUZ CORRENTE)	NÃO (CONDUZ CORRENTE)	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
D	PÓ DE ALUMÍNIO MAGNÉSIO ZIRCÔNIO POTÁCIO TITÂNIO	NÃO (PODE PROVOCAR EXPLOSÃO)	NÃO (PODE PROVOCAR EXPLOSÃO)	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
K	ÓLEO GORDURA	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO*	NÃO	NÃO	SIM	NÃO

Fonte: BUCKA, 2018.

- Sistema de Proteção por Chuveiros Automáticos (Sprinklers)

Um chuveiro automático, ou sprinkler, possui uma espécie de “armadura”, bem como um elemento sensível à temperatura. Seu bico é rosqueado junto a um sistema de encanamento pressurizado, permanecendo fechado pela tampa do elemento sensível à temperatura. Um líquido, localizado dentro deste elemento expande-se de acordo com a temperatura, causando o rompimento da tampa ao detectar temperaturas elevadas, ou seja, destravando o sistema de proteção e liberando água para inundar o ambiente. Este é um sistema bastante eficaz no combate e extinção de incêndios, pois é acionado imediatamente e automaticamente ao detectar o início de um incêndio, não dependendo da ação humana (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Segundo a legislação estadual, para a edificação projetada neste trabalho é obrigatória a previsão da implantação de sprinklers, devido à altura do prédio e às instalações do cinema.

Na figura 23, a seguir, será mostrado um modelo bastante utilizado de sprinkler.

Figura 23 - Sprinkler ou chuveiro automático.

Fonte: BUCKA, 2018.

- Sistema de Proteção por Hidrantes

Segundo a NBR 13714 (2000), um hidrante pode ser definido como um local de tomada de água, dotado por uma saída, em caso de hidrante simples, ou duas saídas, em caso de hidrante duplo, possuindo válvulas angulares, com seus adaptadores, mangueiras de incêndio, tampões, entre outros acessórios.

Segundo Carvalho Júnior (2017), os hidrantes devem estar localizados em um abrigo sem fechaduras, bem sinalizado, em locais visíveis e de fácil acesso, não devendo ser instalados em escadas.

O presente trabalho adotou o sistema de canalização preventiva por hidrantes, mais especificamente hidrantes de parede e hidrante de recalque.

Hidrantes de parede, apresentados na figura 24, são ideais para edifícios residenciais e comerciais, sendo, geralmente, implantados dentro das caixas de incêndio, que devem conter esguicho regulável, chave de mangueira e mangueiras de incêndio, entre os demais acessórios (BUCKA, *2018*).

Já os hidrantes de recalque ou passeio, também mostrados na figura 24, são geralmente instalados no passeio, e podem ser usados pelos bombeiros tanto para abastecer o sistema de prevenção contra incêndio da edificação e garantir que os hidrantes internos tenham água com pressão suficiente, quanto para abastecer até mesmo às viaturas do Corpo de Bombeiros, caso não haja hidrante urbano próximo (BUCKA, 2018).

Figura 24 - Hidrante de parede e hidrante de recalque, respectivamente.

Fonte: BUCKA, 2018.

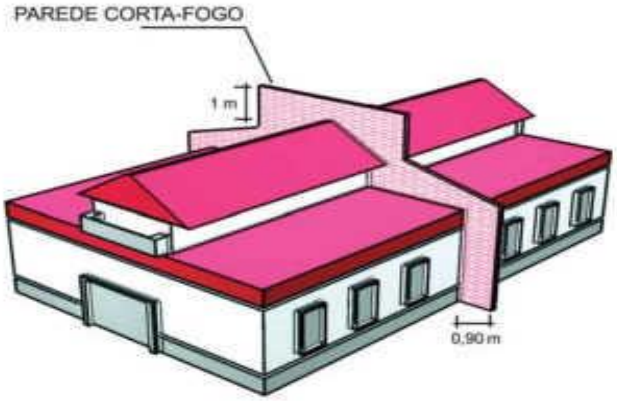
Segundo o COSCIP (1976), o hidrante de recalque deve ser instalado próximo à via de acesso de viaturas à edificação, bem como estar localizado sobre o passeio e afastado da edificação, proporcionando facilidade de operação.

- Separação Entre Edificações

A separação entre as edificações tem o intuito de garantir que o incêndio de uma edificação não se propague, através de radiação de calor, transmissão de calor e convecção de gases aquecidos, para outra edificação vizinha. Uma edificação pode ser isolada em relação à outra por duas formas distintas, sendo elas através do afastamento seguro (isolamento) entre as laterais, ou através de barreiras estanques entre edificações unidas (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Na figura 25, pode-se observar um exemplo de barreira estanque entre edificações unidas, a seguir.

Figura 25 - Parede corta-fogo entre edificações contíguas.



Fonte: BOMBEIROS SOCORRISTAS, 2018 apud IT Nº. 07/2018.

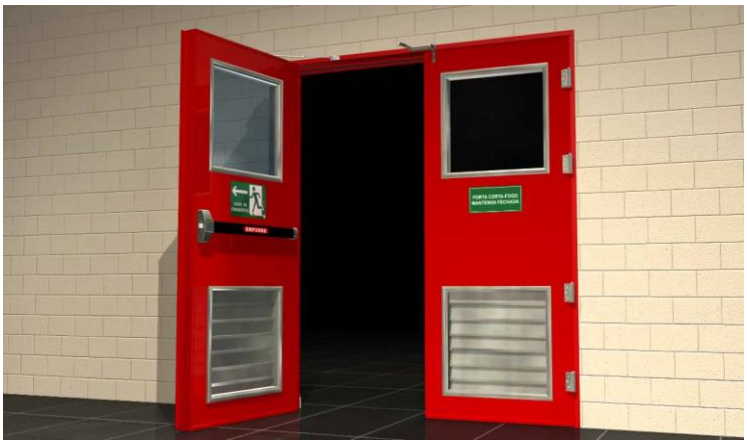
- Compartimentação Horizontal e Vertical

Segundo Carvalho Júnior (2017), a compartimentação tem o objetivo de evitar a disseminação de gases e fumaça, dentro da edificação ou externamente, em um mesmo andar ou para pavimentos superiores, manutenção da segurança das rotas de fuga contra as consequências do incêndio e tornar mais fácil os procedimentos de combate ao incêndio e resgate de pessoas.

A compartimentação horizontal visa impedir que o incêndio se propague do compartimento onde teve início para os demais ambientes no plano horizontal. Este tipo de compartimentação é comumente obtido através da implantação, na edificação, de dispositivos como portas e paredes corta-fogo, registros corta-fogo nos dutos que passam pelas paredes corta-fogo, vedações corta-fogo, selagem corta-fogo do trajeto de tubulações e cabos elétricos de paredes corta-fogo e distanciamentos horizontais entre aberturas (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Na figura 26, mostra-se um exemplo de compartimentação horizontal, a seguir.

Figura 26 - Compartimentação horizontal através de porta corta-fogo.



Fonte: PRIME FIRE SAFETY, 2018.

A compartimentação vertical tem o objetivo de impedir que o incêndio se propague verticalmente, ou seja, do pavimento de origem para os demais, podendo ser feita no interior do edifício ou envolta deles. A compartimentação vertical se dá por meio de alguns elementos construtivos da edificação, são eles: parede corta-fogo para enclausuramento de escadas; entrepisos corta-fogo; enclausuramento dos poços de elevadores e monta-carga, através de paredes corta-fogo; selos corta-fogo; vedadores corta-fogo; registros corta-fogo; elementos construtivos corta-fogo e para-chamas de separação vertical entre pavimentos sucessivos; cortina corta-fogo e selagem perimetral corta-fogo (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

- Saídas de Emergência

De acordo com Carvalho Júnior (2017), as saídas de emergência têm o intuito de garantir a desocupação segura da população da edificação, caso ocorra incêndio ou pânico, protegendo sua saúde física, bem como para permitir o acesso de equipes de bombeiros para retirada de pessoas e combate ao fogo. Saídas de emergência abrangem todos os acessos e rotas de saída horizontais, bem como suas portas; acesso e rotas para o espaço externo de edificações térreas; descarga; escadas ou rampas.

- Escadas

As escadas deste projeto são enclausuradas e à prova de fumaça, ou seja, dotadas de paredes resistentes ao fogo e portas corta-fogo. Possuem também antecâmaras enclausuradas, dificultando que a fumaça entre na caixa de escada, em

caso de incêndio, bem como dutos de entrada e saída de ar. A figura 27 mostra o tipo de escada que foi projetada neste projeto.

Figura 27 - Escada enclausurada à prova de fumaça.

Fonte: Autoras, 2019.

- Segurança Estrutural em Edificações

Segundo Carvalho Júnior (2017), a segurança estrutural em edificações tem o intuito de determinar os requisitos que devem ser atendidos pelos elementos estruturais e de compartimentação, integrantes da edificação, no que se refere aos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF), evitando o colapso estrutural, em caso de incêndio, pelo tempo satisfatório para a evacuação do edifício e para acesso das equipes de operação do Corpo de Bombeiros.

- Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento

Os materiais de acabamento e revestimento utilizados na edificação devem atender às condições necessárias para garantir a restrição da propagação do fogo e o crescimento da fumaça. Materiais de revestimento são aqueles aplicados nas superfícies dos elementos construtivos da edificação, em ambientes internos e externos, incluindo pisos, forros e proteções térmicas dos componentes estruturais. Já os materiais de acabamento, são aqueles empregados como arremate entre componentes construtivos, como rodapés, golas, mata-juntas, entre outros

(CARVALHO JÚNIOR, 2017). No caso do cinema, é ideal empregar materiais especiais para isolamento acústico.

- Acesso de Viaturas na Edificação e Áreas de Risco

Segundo o COSCIP (1976), é necessário garantir as mínimas condições para o acesso das viaturas do Corpo de Bombeiros e da Polícia, nas edificações e áreas de risco.

- Brigada de Incêndio

Segundo a NBR 14276 (2006), brigada de incêndio pode ser definida como uma equipe constituída de pessoas, de preferência indicadas ou voluntárias, muito bem treinadas e habilitadas para agir na prevenção e, até mesmo, durante o combate a um princípio de incêndio, evacuação do ambiente e prestação dos primeiros socorros, no interior de uma área ou ambiente preestabelecido na planta.

- Plano de Emergência

Segundo Oliveira (2018), o plano de emergência abrange todas as normas e métodos lógicos, administrativos e técnicos, organizados de modo a possibilitar soluções rápidas e eficientes, no caso da ocorrência de um incêndio e sua propagação, com o objetivo de diminuir os resultados trágicos identificados antecipadamente em uma área específica, por meio da boa administração dos recursos existentes.

A NBR 15219 (2005) determina a padronização das mínimas exigências referentes à elaboração, implantação, manutenção e revisão de um plano de emergência ideal contra incêndios, com o intuito de preservar a vida dos ocupantes da edificação, bem como de guardar o patrimônio, minimizar os danos ao meio ambiente e os efeitos negativos do sinistro à sociedade.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo apresentará os métodos adotados para a elaboração do projeto de engenharia civil, do projeto de instalações elétricas, do projeto de instalações hidráulicas, sanitárias e pluviais, bem como do projeto de prevenção e combate a incêndio da edificação proposta neste trabalho.

3.1 METODOLOGIA DO PROJETO DE ENGENHARIA CIVIL

Todos os métodos utilizados para a criação do projeto de engenharia civil estão em conformidade com os requisitos do Código de Obras e Edificações e do Plano Diretor Participativo do Município de Itaperuna-RJ. Neste projeto, também foram seguidas as recomendações da NBR 9050 (2015), adotando todos os parâmetros necessários para que a edificação seja considerada acessível, bem como as recomendações da Associação Brasileira de Cinematografia e da NBR 12238 (1988), no que tange ao projeto das salas de cinema.

Os desenhos necessários para o projeto de engenharia civil foram elaborados através do *software* AutoCAD 2018, pertencente à Autodesk, devidamente licenciado.

3.1.1 Localização e Características do Terreno

O terreno escolhido está situado no Loteamento Jardim Três Pinheiros, Bairro Cidade Nova, ZRMD, Itaperuna-RJ, sendo formado pela fusão de 5 lotes, totalizando uma área de 1820 m². Além disso, o terreno encontra-se em um Eixo Comercial e de Serviço 2 (ECS 2), por se tratar de um terreno localizado em uma via urbana em processo de consolidação, sendo um eixo com predominância de atividades comerciais e de serviços de médio porte, dentro da ZRMD.

O terreno fundido possui as seguintes dimensões e confrontações: 26 metros de frente, confrontando com a Avenida Presidente Dutra, 26 metros de fundos, confrontando com a Rua Rodrigues Távora, 70 metros pelo lado direito, confrontando com a Rua Padre Humberto Lindelauf e, por fim, 70 metros pelo lado esquerdo, confrontando com a Churrascaria Boi e Brasa. A localização do terreno é extremamente favorável ao tipo de edificação proposta, visto que se encontra em um local de constante desenvolvimento residencial, comercial e de entretenimento.

Na figura 28, pode-se visualizar a localização do terreno e seu entorno, como segue.

Figura 28 - Localização do terreno

Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2018.

3.1.2 Código de Obras e Edificações

O Código de Obras e Edificações do Município de Itaperuna (Lei nº 081/1991), apresenta as diretrizes a serem seguidas por construções nas áreas urbanas, bem como outras providências, apresentadas a seguir a respeito dos projetos:

- Aprovação de Projetos

a) Planta de situação, localização e cobertura, com escala de no mínimo 1:500, onde devem constar: a projeção da edificação no interior do lote, demonstrando rios, canais e demais elementos que venham a facilitar a análise do projeto; dimensões das confrontações do lote, bem como os afastamentos da edificação em relação às divisas e demais edificações, no caso de existência; indicação do Norte verdadeiro; apresentação do número do lote e dos lotes vizinhos; devem estar escritas a área total do lote, assim como da edificação; cotas indicando a largura do logradouro e do passeio.

b) Planta baixa de todos os pavimentos que a edificação irá comportar, respeitando a escala mínima de 1:100, contendo as seguintes determinações: áreas e dimensões de todos os ambientes, incluindo garagens, áreas de estacionamento e vãos destinados à iluminação; apresentação das medidas externas totais do projeto; indicação da finalidade de cada ambiente; indicação por meio de traços dos cortes transversais e longitudinais.

c) Cortes longitudinais e transversais na escala mínima de 1:100, contendo a indicação da declividade do lote, indicação dos níveis dos ambientes, cotas verticais indicando a altura dos ambientes, das janelas, portas, entre outros elementos importantes para a boa compreensão do projeto.

- Quanto aos Elementos Estruturais e de Circulação

De acordo com o Art. 13º do Código de Obras e Edificações, as fundações, pisos, paredes e coberturas da edificação deverão ser construídas em conformidade com as exigências da ABNT.

O Art. 14º determina que em construções de uso coletivo deverá ser adotada a largura mínima de 1,20 metro para escadas, rampas destinadas a pedestres e corredores.

Segundo o Art. 15º, escadas de edificações de uso coletivo deverão ter degraus com altura máxima de 18 centímetros, ter piso antiderrapante, ser construídas com material incombustível e possuir patamar quando a altura a ser vencida for maior que 2,80 metros.

O Art. 16º determina que a ligação entre dois pavimentos e as rampas destinadas à utilização de pedestres deverão apresentar declividade menor ou igual a 12,5%. Já o Art. 17º, informa que a implantação de elevadores deverá seguir às normas da ABNT.

O Art. 18º determina a obrigatoriedade da instalação de elevadores. No caso da edificação proposta no presente trabalho, é exigida a instalação de no mínimo dois elevadores, por se tratar de edificação com mais de seis pavimentos.

- Ventilação, Iluminação e Dimensões Mínimas dos Ambientes

Segundo o Art. 19º, pode-se considerar compartimentos de permanência prolongada os ambientes cujas funções sejam estar, trabalhar, dormir, estudar, como, por exemplo, salas de estar, quartos, cozinhas, salas de jantar, entre outros que a Prefeitura possa exigir iluminação e ventilação direta. Já os compartimentos de permanência transitória, são os demais ambientes, tais como banheiros, vestiários, depósitos, despensas, áreas de serviço, entre outros.

O Art. 20º apresenta as condições mínimas que deverão ser atendidas, de acordo com a classificação do ambiente, em relação às áreas mínimas, larguras e

alturas mínimas, bem como as áreas mínimas de ventilação e iluminação, mostradas na tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Área mínima, dimensões mínimas e vãos de ventilação/iluminação mínimos.

Compartimentos	Área Mínima	Largura Mínima	Pé Direito Mínimo	Área Mínima de Ventilação/Iluminação
Permanência Prolongada	7,00 m²	2,50 m	2,80 m	1/6 da área total do piso do ambiente
Permanência Transitória	2,50 m²	1,20 m	2,60 m	1/8 da área total do piso do ambiente

Fonte: CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DE ITAPERUNA-RJ, 1991.

Segundo o disposto no Art. 21º, é proibida a instalação de aberturas, como janelas, em paredes localizadas nas divisas do terreno ou à uma distância inferior a 1,50 metro das mesmas.

Já o Art. 22º, determina que para instalação de aberturas destinadas à ventilação ou iluminação em compartimentos confrontantes dentro de um mesmo lote, se pelo menos algum deles for de permanência prolongada, deverá ser respeitada uma distância mínima de 3 metros entre eles.

- Exigências quanto à Edificações Residenciais ou Mistas

Segundo o Art. 25º, os edifícios residenciais ou mistos devem possuir um ambiente adequado destinado a guardar lixo, instalação preventiva contra incêndio de acordo com o COSCIP, instalações hidráulicas seguindo as recomendações da CEDAE, previsão de instalação telefônica, instalações elétricas de acordo com as determinações da concessionária, bem como área destinada à recreação com área mínima de 1,00 m² por ambiente de permanência prolongada, não sendo nunca inferior a 50 m².

- Quanto aos Restaurantes

De acordo com o Art. 30º, as edificações comerciais deverão contar com pé-direito mínimo de 4,50 metros, quando houver jirau dentro da edificação, e 3,00 metros nos outros casos. Além disso, no caso dos restaurantes propostos por este trabalho, deverão ser previstas instalações sanitárias públicas.

- Quanto ao Cinema

Segundo o Código de Obras e Edificações, o cinema se enquadra na classificação de edificações para fins especiais, mais especificamente como um local de reunião. Portanto, de acordo com o Art. 35º, além de outras disposições do Código de Obras que lhe forem aplicáveis, o cinema deverá conter sanitários separados e dimensionados com no mínimo um mictório, um lavatório e um vaso sanitário para homens, bem como um vaso sanitário e um lavatório para mulheres, previstos para cada 100 pessoas ou fração. Além disso, as instalações do cinema obedecem às disposições do COSCIP (Decreto Estadual 897/1976).

3.1.3 Plano Diretor Participativo (PDP)

Neste tópico serão expostas as exigências do PDP do Município de Itaperuna (2007), de acordo, também, com sua revisão e alteração (2011).

Na tabela 2, são estabelecidos os requisitos mínimos para dimensionamento de garagem e estacionamentos, de acordo com a Lei de Revisão e Alteração do PDP (2011), a seguir.

Tabela 2 - Dimensionamento de garagem e estacionamentos.

Uso/Atividades	Número Mínimo de Vagas
Residencial Multifamiliar	Para unidades até 40 m² uma vaga para cada 120 m² de área construída.
	1 vaga por unidade residencial com área construída de 41 m² a 120 m².
	2 vagas por unidade residencial com área construída de 121 m² a 250 m².
	3 vagas por unidade residencial acima de 250 m².
Comércio Varejista e Serviços (Cinema)	Em terreno com testada igual ou superior a 11 m, 01 vaga / 120 m² de área útil principal.
Restaurantes	1 vaga / 20 m² dos locais destinados ao público.

Fonte: Adaptada, REVISÃO E ALTERAÇÃO DO PDP, 2011.

Segundo a revisão e alteração do PDP (2011), as atividades podem ser enquadradas em cinco tipos de usos, além do uso residencial, à saber: nível 1 (usos de baixíssimo impacto), nível 2 (usos de baixo impacto), nível 3 (uso de médio impacto), nível 4 (usos de alto impacto) e nível 5 (usos de altíssimo impacto). O presente trabalho, se enquadra no uso residencial, seus restaurantes se enquadram

no nível 1, pois não possuirão forno à lenha e o cinema se enquadra no nível 3. Apesar da necessidade de estudo de impacto de vizinhança para a implantação de um cinema, devido a estar enquadrado no nível 3, este não será objetivo deste trabalho.

A seguir, a tabela 3 mostra um resumo dos parâmetros urbanísticos que deverão ser seguidos de acordo com a Zona Residencial de Média Densidade (ZRMD), onde se encontra o terreno utilizado no presente trabalho.

Tabela 3 - Síntese dos parâmetros urbanísticos da ZRMD.

Zona Residencial de Média Densidade		
Tamanho Mínimo do Lote		160 m²
Testada Mínima		8 m
Coeficiente de Aproveitamento do Terreno – CAT		Mínimo: 0,5
		Básico: 8
		Máximo: 10
Número Máximo de Pavimentos		Mínimo: 1
		Básico: 10
		Máximo: 13
Taxa de Ocupação Máxima do Terreno		80%*
		*No caso de comércio e vagas de garagem, a taxa de ocupação máxima será de 90%.
Afastamento Lateral da Edificação		1.5
Taxa de Permeabilidade Mínima do Terreno		15%
Usos Compatíveis	**ZRMD**	Uso Residencial, 1 e 2.
	ECS 2	Uso Residencial, 1, 2, 3 e 4.

Fonte: Adaptada, REVISÃO E ALTERAÇÃO DO PDP, 2011.

Segundo o PDP (2007) e sua revisão e alteração (2011), devem ser observadas as seguintes particularidades de alguns parâmetros urbanísticos:

a) Para calcular o CAT, deve-se considerar a área total construída, exceto subsolo totalmente enterrado e áreas de lazer e recreação sem coberturas e permeáveis.

b) Em relação ao cálculo do número máximo de pavimentos, o apartamento de cobertura, desde que não ultrapasse 60% da área de potencial de construção da laje teto do último pavimento permitido, poderá ser executado sem contar como um novo pavimento.

c) Sobre o cálculo da taxa de ocupação máxima do terreno deverá ser observado que sacadas e varandas em balanço com até 1,50 metros de largura, localizadas a partir de 3,00 metros de altura, adotando como referência o passeio, não terão suas projeções somadas ao cálculo máximo da taxa de ocupação.

3.1.4 Características Especiais de Salas de Cinema

A Associação Brasileira de Cinematografia (ABC), apresenta, em sua recomendação técnica, alguns parâmetros especiais para a arquitetura das salas de cinema. Cabe salientar que todas as recomendações da ABC são baseadas nas normas técnicas pertinentes ao assunto.

Esta recomendação técnica da ABC tem como finalidade estabelecer as características arquitetônicas especiais básicas em relação às salas de cinema, visando projeções com alta qualidade e o conforto do expectador (RECOMENDAÇÃO TÉCNICA, ABC).

Segundo a ABC, é recomendável que a tela de projeção tenha largura (L) igual ou, de preferência, superior a metade da distância (D), que é o espaço entre a tela de projeção e a face anterior do encosto da poltrona implantada na fileira final. Uma outra alternativa, que também pode ser aceita, é que a largura (L) seja igual ou, preferencialmente, maior que a distância (D) dividida por 2,9. Ambas as alternativas são expressas pelas equações 1 e 2, respectivamente.

$$\mathrm{L} \geq \mathrm{D} \div 2{,}0 \tag{1}$$

$$\mathrm{L} \geq \mathrm{D} \div 2{,}9 \tag{2}$$

De acordo com a ABC, a tela de projeção mais comum é a plana, mas ela também pode ser curva, sendo, neste caso, obrigatoriamente seu raio de curvatura (R) o dobro da distância (D) entre a tela de projeção e a face anterior do encosto da poltrona que se encontra mais longe da tela.

A ABC recomenda que entre a tela de projeção e a face anterior do encosto da poltrona mais distante da tela tenha uma distância máxima (Dmáx), que precisa ser igual ou, de preferência, inferior ao dobro da largura da tela (L). Também é viável que a Dmáx seja igual ou, ainda melhor, inferior a 2,9 multiplicado pela largura da tela (L). As equações 3 e 4 expressam, respectivamente a condição recomendável e a aceitável.

$$\mathrm{Dmáx} \leq \mathrm{L} \times 2{,}0\ \mathrm{m} \tag{3}$$

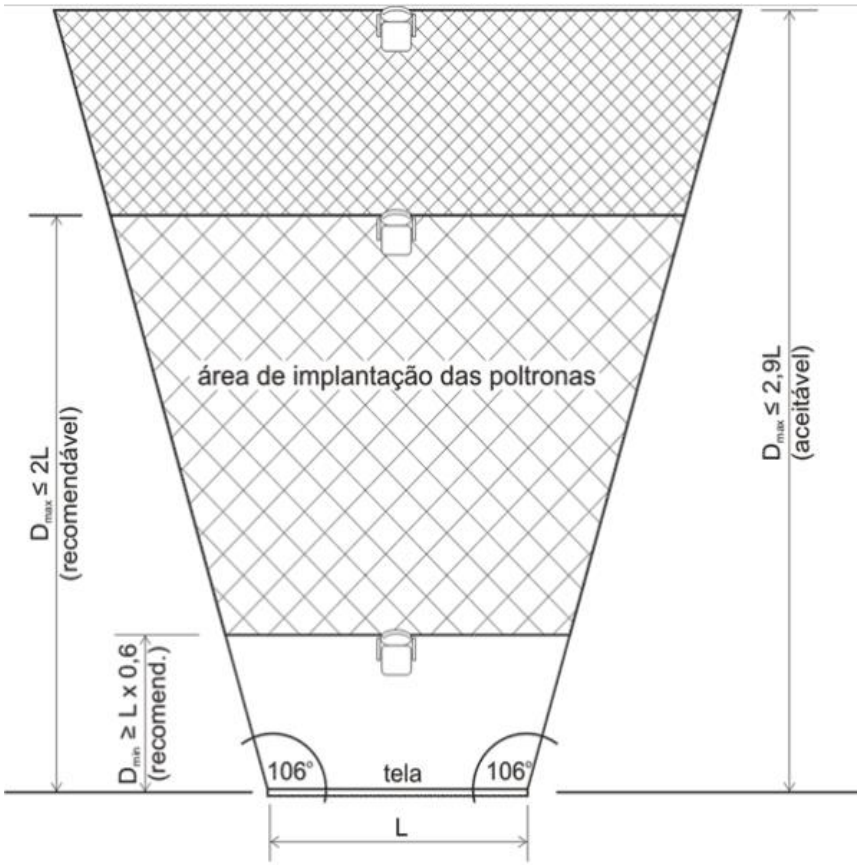
$$\text{Dmáx} \leq \text{L} \times 2{,}9 \text{ m} \tag{4}$$

A recomendação técnica da ABC estabelece também uma distância mínima entre a tela de projeção e a poltrona que se encontra mais perto dela. Essa distância deve ser igual ou superior a 60% da largura da tela, como pode ser expresso na equação 5.

$$\text{Dmin} \geq \text{L} \times 0{,}6 \tag{5}$$

A figura 29 demonstra graficamente a área de implantação das poltronas, como segue.

Figura 29 – Área de implantação das poltronas.

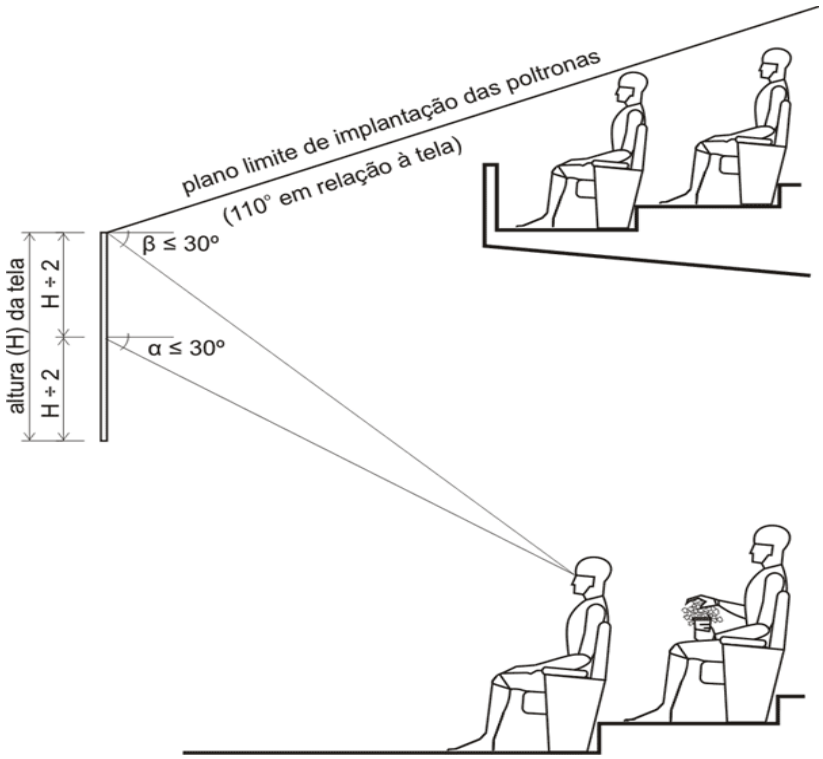


Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CINEMATOGRAFIA, ABC.

Segundo à ABC, é importante adotar ângulos de visão máximos entre a tela e o espectador mais próximo, ou seja, aquele que está sentado na poltrona da primeira

fileira. É necessário que os ângulos adotados sejam iguais ou inferiores a 30º relacionado a um plano horizontal na parte central da altura da tela e, a 40º relacionado a um plano horizontal passando na borda superior da tela de projeção. Também é importante que as linhas de visão estejam compreendidas em uma altura inferior a um plano inclinado 110º em relação ao plano da tela, que passe pela borda superior da tela de projeção. Estes parâmetros podem ser visualizados na figura 30.

Figura 30 – Ângulos de visão entre espectador e tela.



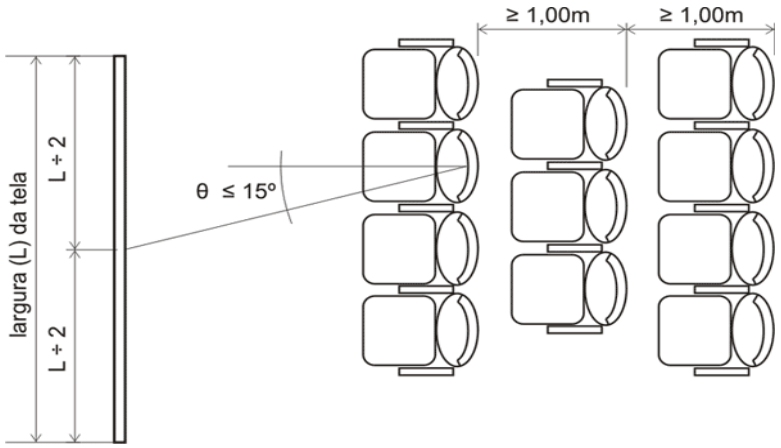
Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CINEMATOGRAFIA, ABC.

As poltronas devem ser instaladas e localizadas de modo a possibilitar que a pessoa que esteja sentada na fileira da frente não atrapalhe a visão do espectador que esteja sentado na cadeira de trás, assim pode-se garantir um escalonamento visual igual ou maior que 15 centímetros, adotando-se uma altura de 1,20 metro entre o piso e o nível dos olhos.

De acordo com as disposições da ABC, a posição das poltronas deverá ser intercalada entre as fileiras; o ângulo gerado através de uma reta perpendicular ao centro da largura da tela de projeção e do eixo perpendicular ao plano do encosto da poltrona, para cada uma das poltronas, deverá ser igual ou inferior a 15º; e o

espaçamento entre as poltronas, de encosto a encosto deverá ser igual ou maior que 1,00 metro, como pode ser visto na figura 31.

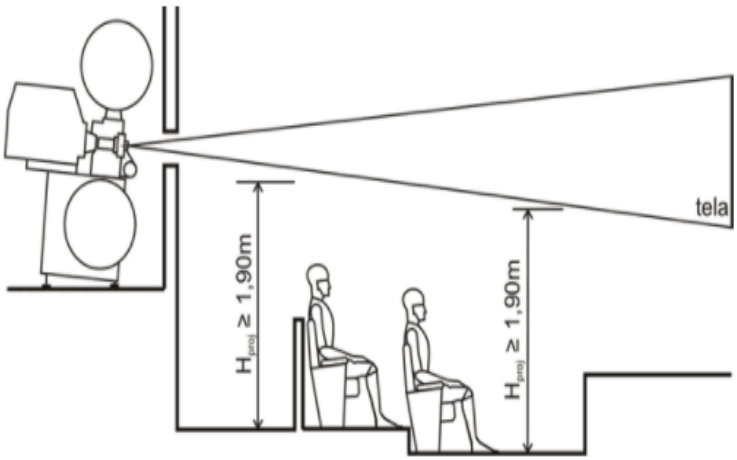
Figura 31 - Posicionamento das poltronas.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CINEMATOGRAFIA, ABC.

A recomendação técnica da ABC dispõe ainda sobre a altura da borda inferior do feixe de projeção (figura 32), que deve ser considerada como um fator importante para a implantação das salas de cinema. Esta altura deverá ser igual ou, de preferência, superior a 1,90 metro, e está relacionada ao plano de instalação das poltronas e de circulação do público.

Figura 32 - Altura mínima do feixe de projeção.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CINEMATOGRAFIA, ABC.

3.1.5 Acessibilidade

A NBR 9050 (2015), regulamenta todos os requisitos para que uma edificação seja considerada acessível.

- Dimensões Adequadas para Locomoção de Pessoas em Pé

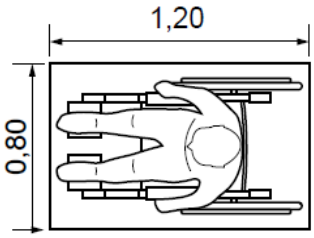
São previstas pela NBR 9050 (2015) as dimensões mínimas para o descolamento de pessoas em pé, de acordo com suas possíveis limitações físicas. A pior situação apresentada para deslocamento de pessoas em pé é quando estas estiverem utilizando muletas, pois é o que ocupa maior espaço, sendo utilizado 1,20 metro como padrão.

- Dimensões Adequadas para Locomoção de Pessoas em Cadeiras de Rodas

A NBR 9050 (2015) traz as dimensões de referência de cadeiras de rodas motorizadas ou manuais, que não possuem reboque, bem como estabelece que a mínima largura frontal de cadeiras cambadas ou esportivas é de 1,00 metro.

É estabelecido, ainda pela NBR 9050 (2015), um módulo de referência para cadeirantes, que corresponde à projeção ocupada no piso por uma pessoa que utilize uma cadeira de rodas comum, seja ela motorizada ou não, como pode ser visto na figura 33.

Figura 33 - Dimensões, em metros, do módulo de referência.



Fonte: NBR 9050, 2015.

A NBR 9050 (2015) regulamenta, também, as dimensões de referência para deslocamento de cadeirantes em linha reta, em diferentes situações. A pior situação neste caso seria o deslocamento em linha reta de dois cadeirantes ao mesmo tempo, exigindo uma largura mínima de 1,80 metro.

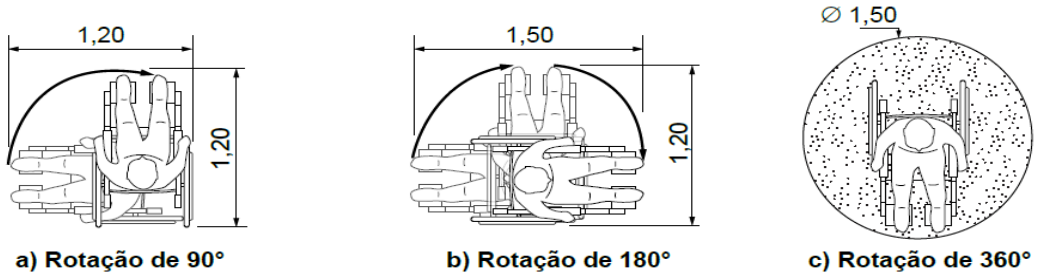
De acordo com a NBR 9050 (2015), a largura mínima que deverá ser adotada para transposição por cadeirantes de obstáculos isolados com extensão máxima de 0,40 m, será de 0,80 m. A referida NBR ressalta ainda que quando a extensão do

obstáculo for superior a 0,40 m, a largura mínima de transposição adotada deverá ser de 0,90 m.

A NBR 9050 (2015) define ainda a área necessária para manobra de cadeira de rodas em duas situações distintas, sem deslocamento e com deslocamento.

As medidas que devem ser adotadas para manobra de cadeirantes sem deslocamento para rotações de 90º, 180º e 360º são estabelecidas pela NBR 9050 (2015) e serão demonstradas na figura 34.

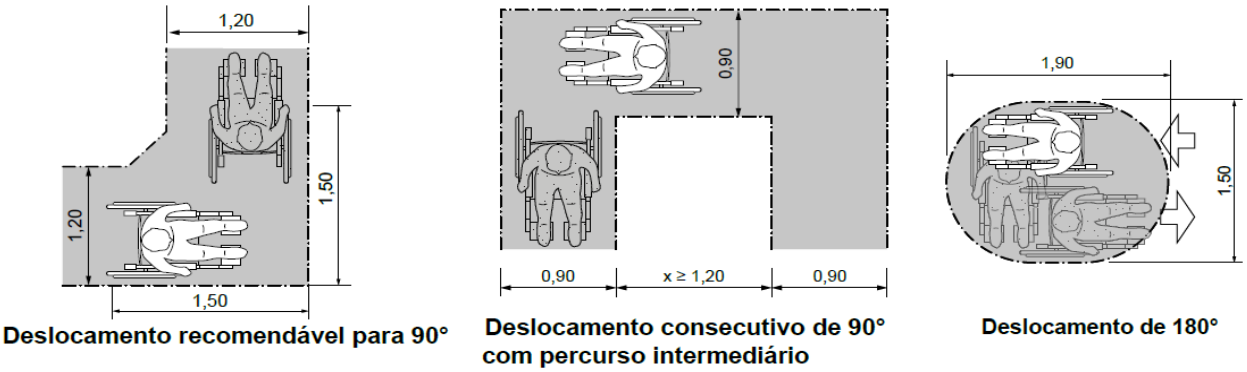
Figura 34 - Dimensões mínimas para manobras de cadeiras de rodas sem deslocamento, em metro.



Fonte: NBR 9050, 2015.

Já as dimensões mínimas que deverão ser adotadas para manobra de cadeiras de rodas com deslocamento para 90º e 180º, segundo à NBR 9050 (2015), são demonstradas na figura 35, como segue.

Figura 35 - Dimensões, em metro, para manobras de cadeiras de rodas com deslocamento.



Fonte: NBR 9050, 2015.

- Corredores

De acordo com a NBR 9050 (2015), os corredores da edificação devem ser dimensionados conforme a intensidade da circulação de pessoas e, também, devem

ser livres de obstáculos ou demais barreiras. As larguras mínimas admitidas para os corredores de edificações são: 0,90 metro para corredores de uso comum com até 4 metros de extensão; 1,20 metro para corredores com extensão de até 10 metros; 1,50 metro para corredores com extensão acima de 10 metros; 1,50 metro para corredores com acesso ao público; superiores a 1,50 metro para elevados fluxos de indivíduos.

- Portas

Conforme a NBR 9050 (2015), todos os tipos de portas deverão apresentar um vão livre mínimo de 0,80 metro de largura e 2,10 metros de altura, quando estiverem abertas. Esta regra vale também para portas de duas folhas ou mais, sendo que no mínimo uma delas deverá possuir o vão livre de 0,80 metro.

Ainda de acordo com a NBR 9050 (2015), no emprego de portas em sequência, deverá ser respeitado um espaçamento para transposição, composto pela soma das extensões da largura das portas e de um círculo com diâmetro de 1,50 metro. Além disso, deve ser adotado, no mínimo, um espaço de 0,60 metro ao lado da maçaneta de cada uma das portas, de modo a possibilitar a aproximação de cadeirantes.

Quando se trata do deslocamento frontal, a norma prevê a necessidade de um espaço de 0,30 metro entre a porta e a parede sempre que a porta se abrir no mesmo sentido no qual o usuário estiver se deslocando, já quando a porta se abrir no sentido contrário ao deslocamento do usuário, deve haver um espaçamento livre de 0,60 metro junto à maçaneta. Para o deslocamento lateral, a norma exige um espaço livre de 0,60 metro em cada lado (NBR 9050, 2015).

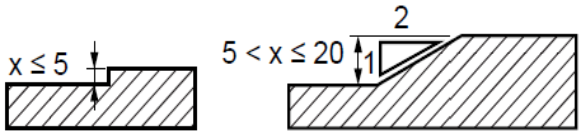
- Piso da Área de Circulação

Segundo a NBR 9050 (2015), os materiais adotados como acabamento e revestimento do piso devem apresentar características que garantam uma superfície firme, regular e estável, que não sofra trepidações diante da passagem de cadeiras de rodas. Além disso, os materiais do piso de rotas de fuga devem ser antiderrapantes, esteja o piso seco ou molhado.

Quanto à inclinação transversal da superfície, admite-se até 3% para pisos externos e 2% para pisos de áreas internas. Já a inclinação longitudinal do piso precisa ser inferior a 5%, visto que inclinações maiores ou iguais a 5% já devem ser consideradas rampas (NBR 9050, 2015).

Conforme a NBR 9050 (2015), ao longo de rotas acessíveis, quando existirem desníveis no piso de até 5 mm não é necessário nenhum tratamento especial, já os desníveis existentes superiores a 5 mm até 20 mm deverão apresentar inclinação máxima de 50%, como pode ser visto na figura 36. Desníveis maiores que 20mm são considerados degraus.

Figura 36 - Tratamento de desníveis, dimensões em milímetros.



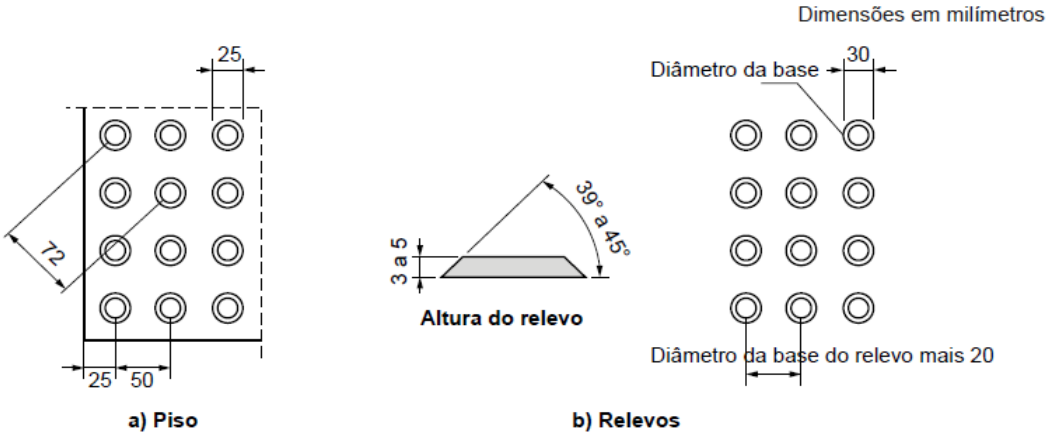
Fonte: NBR 9050, 2015.

- Sinalização Tátil e Visual no Piso

De acordo com a NBR 9050 (2015), a sinalização tátil e visual pode ser de alerta ou direcional e é de extrema importância para facilitar a locomoção autônoma de pessoas com deficiência visual, devendo garantir sua identificação tanto por cegos quanto por pessoas de baixa capacidade visual.

A figura 37 mostra como deve ser instalada a sinalização tátil de alerta no piso, como segue.

Figura 37 - Sinalização tátil de alerta no piso.



Fonte: NBR 9050, 2015.

- Elevadores Acessíveis

A NBR NM 313 (2007) discorre sobre as condições necessárias para garantir a acessibilidade em elevadores (circulação vertical), proporcionando maior facilidade na

locomoção de qualquer pessoa, independentemente de ser deficiente ou não, entre pavimentos com segurança e conforto.

De acordo com a NBR NM 313 (2007), nenhum acabamento decorativo nas paredes dos elevadores acessíveis deve ultrapassar a espessura de 15 mm e as cabines devem possuir área de manobra para uma cadeira de rodas. A norma define ainda as dimensões mínimas da cabine, medidas entre suas paredes estruturais, que correspondem à sua área útil, demonstradas na tabela 4, como segue.

Tabela 4 - Dimensões mínimas para cabines de elevadores.

Tipo de Cabine	Largura (m)	Profundidade (m)	Carga Nominal (Kg)	Largura Livre Mínima da Porta (m)	Nível de Acessibilidade
1	1,10	1,30	525	0,80	1
	1,10	1,40	600	0,80	
	1,00	1,25	450	0,80	
2	1,50	1,50	975	1,10	2
3	1,20	2,20	1200	1,10	3
	1,30	2,10	1275	0,90	
	2,10	1,30	1275	1,10	
	1,10	2,10	1050	0,80	

Fonte: NBR NM 313, 2007.

O nível de acessibilidade 1 significa que o elevador comporta um cadeirante e um outro usuário, já o nível 2 quer dizer que o elevador comporta um cadeirante e vários usuários e, por fim, o nível 3 significa que dentro da cabine cabem mais de uma cadeira de rodas ou uma maca, além de vários usuários (NBR NM 313, 2007).

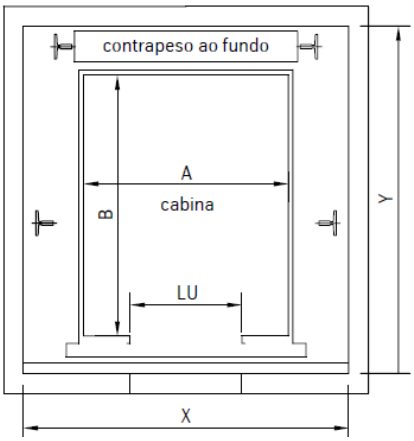
Para este projeto, optou-se por adotar elevadores que se enquadram nos critérios de acessibilidade nível 2. O modelo de elevador escolhido foi o Cabinas Amazon, da marca Thyssenkrupp Elevadores, com máquinas com engrenagem e contrapeso ao fundo, que possui as características apresentadas na tabela 5, de acordo com descrição do fabricante. Na figura 38 pode-se observar um desenho esquemático do elevador a ser utilizado.

Tabela 5 - Dimensões, em milímetros, do modelo de elevador adotado.

Capacidade de Passageiros	Dimensões de Cabina com Porta de Abertura Central						
	Cabina			Porta		1 a 1,75 m/s 60 a 105 m/min	
	Largura	Profundidade	Altura		Largura		
	(A)	(B)	AU	OPH	LU	X	Y
16	1800	1500	2200	2000	1000	2150	1930
					Largura do Contrapeso		140

Fonte: THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2015.

Figura 38 - Desenho esquemático do elevador escolhido.



Fonte: THYSSENKRUPP ELEVADORES, 2015.

- Vagas de Estacionamento

Segundo a NBR 9050 (2015), as vagas reservadas para veículos que conduzam ou sejam conduzidos por idosos ou por pessoas com deficiência devem ser demarcadas e sinalizadas, na horizontal e vertical, com a descrição de idoso ou o símbolo internacional de acessibilidade.

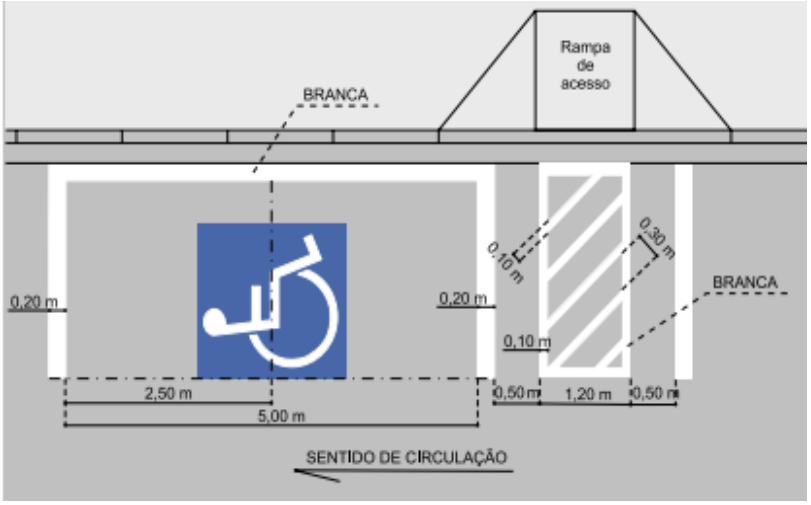
De acordo com o artigo 41 da Lei Federal 10.741 (2003), 5% das vagas existentes no estacionamento devem ser reservadas para o uso de idosos. Já as vagas reservadas para deficientes devem corresponder à 2% das vagas do estacionamento, conforme disposto na Lei 10.098 (2000).

As vagas destinadas a idosos devem estar localizadas o mais próximo possível das entradas, com o intuito de garantir menor necessidade de deslocamento e devem ser sinalizadas com a inscrição da palavra idoso.

Já as vagas reservadas para deficientes devem estar localizadas a uma distância igual ou inferior a 50 metros das entradas e elevadores, além de necessitar de um espaço extra para circulação de 1,20 metro de largura (NBR 9050, 2015).

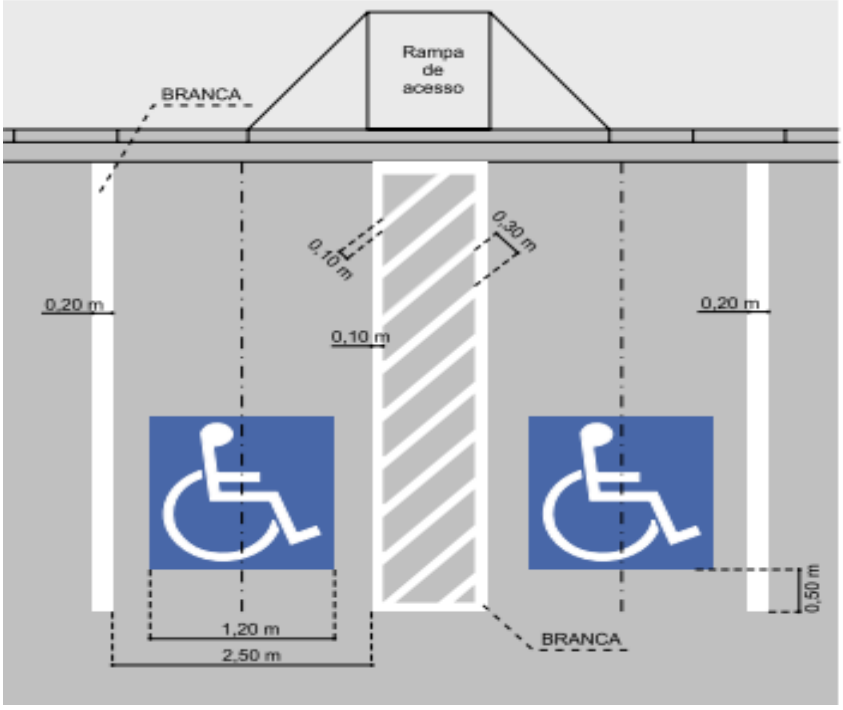
A seguir, nas figuras 39, 40 e 41 serão demonstradas as características de vagas de estacionamento reservadas para deficientes físicos, de acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Volume IV – Sinalização Horizontal (2007).

Figura 39 - Vaga reservada para deficiente físico paralela ao meio-fio.



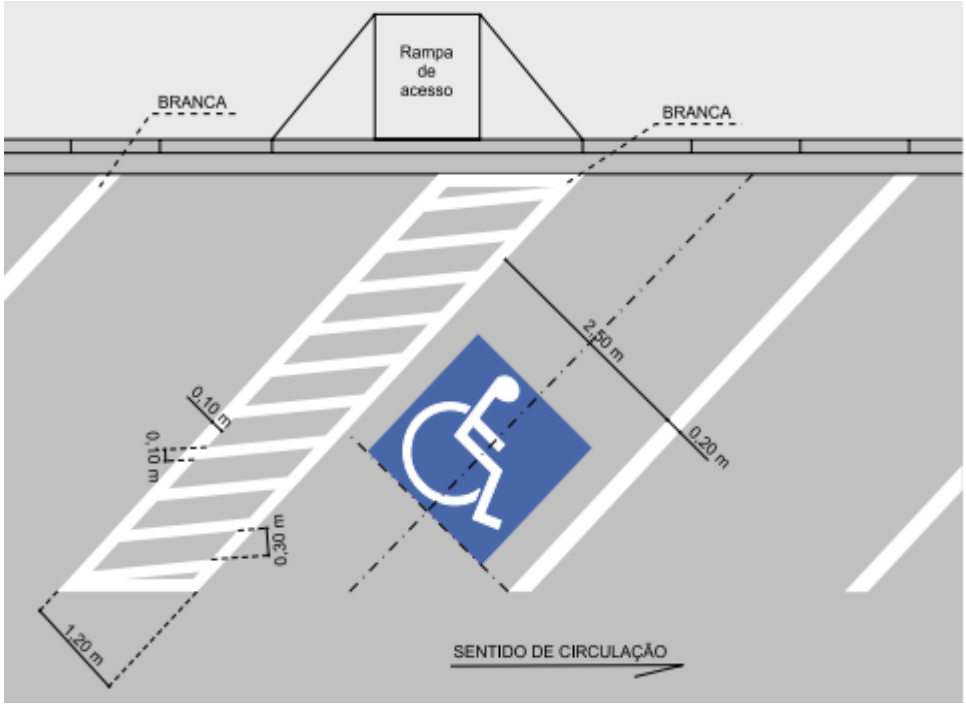
Fonte: CONTRAN, 2007.

Figura 40 - Vaga reservada para deficiente físico perpendicular ao meio-fio.



Fonte: CONTRAN, 2007.

Figura 41 - Vaga reservada para deficiente físico em ângulo.



Fonte: CONTRAN, 2007.

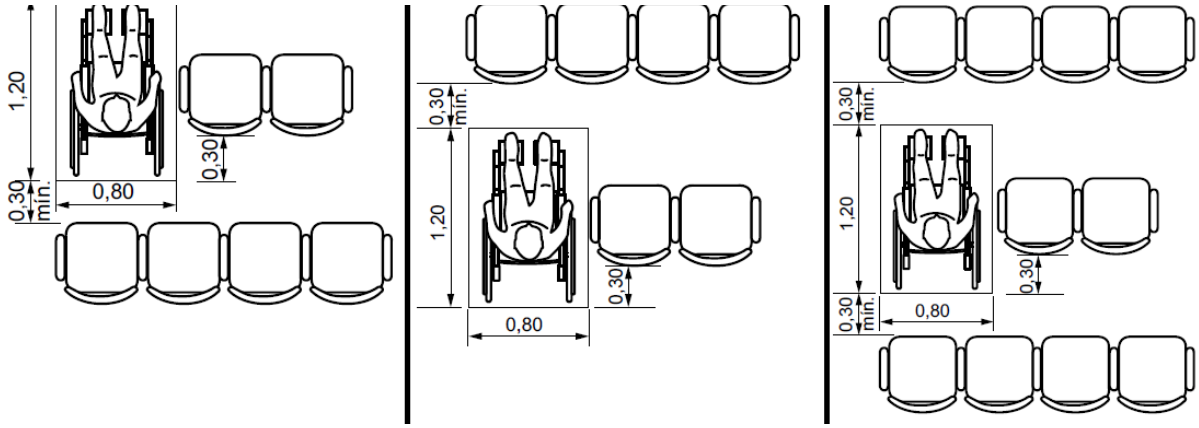
- Cinema

De acordo com o Decreto Nº 5.296 (2004), os cinemas deverão reservar 2% dos assentos do recinto para pessoas em cadeiras de rodas, além de 2% dos assentos para acomodar deficientes visuais e pessoas com mobilidade reduzida, incluindo pessoas obesas.

Segundo a NBR 9050 (2015), esses assentos devem estar situados em uma rota acessível ligada a uma rota de fuga; ser distribuídos pelos setores do estabelecimento com a mesma qualidade de acústica, visibilidade, conforto e segurança que os demais assentos; possuir pelo menos um assento para acompanhante ao lado de cada espaço reservado; estar acomodados sobre superfície horizontal plana; possuir identificação em um mapa de assentos exposto na bilheteria; ter identificação nos assentos para deficientes visuais, pessoas com mobilidade reduzida e pessoas obesas, e no piso dos espaços reservados para cadeirantes.

Conforme a NBR 9050 (2015), os assentos para pessoas em cadeiras de rodas devem apresentar as dimensões e deslocamentos mínimos demonstrados na figura 42.

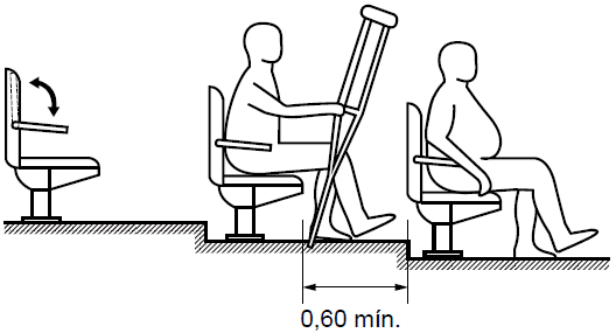
Figura 42 - Dimensões em metro de assentos para cadeirantes na primeira fileira, na última fileira e em fileira intermediária, respectivamente.



Fonte: NBR 9050, 2015.

Segundo a NBR 9050 (2015), os assentos reservados para pessoas com mobilidade reduzida e para pessoas obesas deverão atender aos critérios e dimensões expostos na figura 43, a seguir.

Figura 43 - Assentos para pessoas com mobilidade reduzida e para pessoas obesas, com dimensão em metros.



Fonte: NBR 9050, 2015.

Os assentos para pessoas obesas deverão ter largura mínima de 0,80 metro, de acordo com a NBR 9050 (2015).

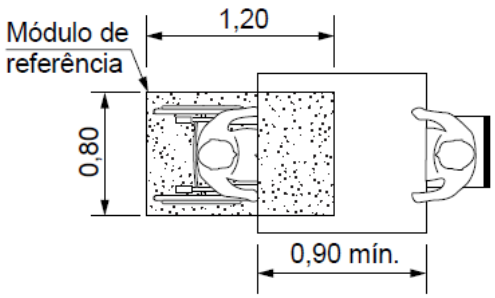
- Restaurantes

Ao menos 5% do total das mesas dos restaurantes devem ser acessíveis a pessoas em cadeira de rodas, sendo no mínimo uma mesa. Estas mesas devem ter ligação com uma rota de fuga e estar distribuídas de modo que proporcione sua

integração, tendo o mesmo conforto e os mesmos serviços oferecidos às demais (NBR 5410, 2015).

A figura 44, a seguir, apresenta as dimensões em metros do módulo de referência para mesas acessíveis a pessoas em cadeira de rodas em restaurantes.

Figura 44 - Mesa acessível a cadeirante, com dimensões em metro.



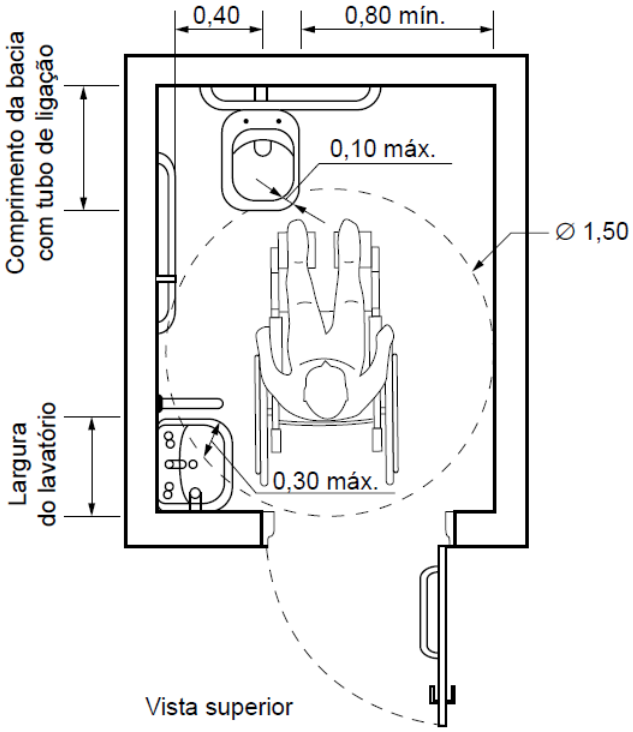
Fonte: NBR 9050, 2015.

- Banheiros

Os banheiros acessíveis devem estar localizados perto da área de circulação principal, em rotas acessíveis e integrados ou contíguos aos sanitários comuns, devendo, porém, possuir uma entrada independente. O número mínimo de sanitários acessíveis deve corresponder a 5% do total de cada peça sanitária existente ou, em locais públicos deve haver pelo menos um sanitário acessível para cada sexo, em cada pavimento; em locais coletivos deve haver no mínimo um sanitário acessível em cada pavimento; em áreas comuns de locais privados será necessário no mínimo um sanitário acessível (NBR 9050, 2015).

De acordo com a NBR 9050 (2015), o boxe do chuveiro de banheiros acessíveis deve possuir uma área mínima de 90 cm por 95 cm, bem como possuir uma área próxima de transferência externa ao boxe, que permita que cadeira de rodas ou de banho se aproxime e possa entrar. Dentro dos banheiros acessíveis deve haver espaço para manobra de 360º para cadeira de rodas, podendo estar apenas 30 cm do lavatório e 10 cm da bacia sanitária dentro desta área, como pode ser visto na figura 45.

Figura 45 - Medidas mínimas, em metro, de um sanitário acessível.



Fonte: NBR 9050, 2015.

3.1.6 Dimensionamento de escadas

De acordo com a NBR 9050 (2015), considera-se escada a ocorrência de três degraus ou mais, em sequência. As escadas são formadas por uma série de elementos como piso, espelho, patamar, lance, corrimão e guarda-corpo.

Ainda segundo a NBR 9050 (2015), as dimensões adotadas para os pisos e espelhos deverão ser invariáveis ao longo de toda a escada e o dimensionamento destes elementos deverá atender às condições da equação 6, a seguir.

$$0{,}63\ \mathrm{m} \leq \mathrm{p} + 2\mathrm{e} \leq 0{,}65\ \mathrm{m} \qquad (6)$$

Onde:

$\mathrm{p} = \mathrm{pisos}, \mathrm{entre}\ 0{,}28\ \mathrm{m}\ \mathrm{e}\ 0{,}32\ \mathrm{m};$

$\mathrm{e} = \mathrm{espelhos}, \mathrm{entre}\ 0{,}16\ \mathrm{m}\ \mathrm{e}\ 0{,}18\ \mathrm{m}.$

Para que uma escada seja considerada acessível, deve possuir, no mínimo, 1,20 metro de largura. A referida norma prevê, também, que as escadas devem possuir pelo menos um patamar a cada mudança de direção ou a cada 3,20 metros

de desnível, porém neste trabalho serão adotados patamares a cada 2,80 metros de desnível, como prevê o código de obras de Itaperuna-RJ. Os patamares entre lances de escada devem possuir dimensão longitudinal de, no mínimo, 1,20 metro. Nos locais de mudança de direção as dimensões dos patamares devem ser as mesmas da largura da escada (NBR 9050, 2015).

O COSCIP (1976) ressalta que em locais de reunião de público, como os cinemas, a largura das escadas deve ser dimensionada de acordo com o fluxo de pessoas nos pavimentos superiores, prevendo a adoção de uma largura mínima de 2 metros para lotação do ambiente de até duzentas pessoas e exigindo, ao ultrapassar este limite, um acréscimo de um metro para cada cem pessoas.

Conforme a NBR 9050 (2015), os corrimãos devem ser fixados de maneira adequada nas escadas, em ambos os lados a uma altura de 0,70 metro da superfície e suas extremidades devem ser curvas ou contínuas, fixadas ao piso ou à parede, como pode ser visto na figura 53, no tópico seguinte.

3.1.7 Dimensionamento de rampas

Segundo a NBR 9050 (2015), devem ser consideradas rampas as superfícies de piso com inclinação superior ou igual a 5% e para garantir que estas sejam acessíveis deve-se calcular sua inclinação de acordo com a equação 7, a seguir.

$$\mathrm{i} = \frac{\mathrm{h} \times 100}{\mathrm{c}} \tag{7}$$

Onde:

$\mathrm{i} = \text{inclinação, em porcentagem } (\%);$

$\mathrm{h} = \text{altura do desnível};$

$\mathrm{c} = \text{comprimento da projeção horizontal}.$

A inclinação das rampas deve respeitar os limites definidos na tabela 6. Para rampas com inclinação entre 6,25% e 8,33%, a norma recomenda a adoção de áreas para descanso, a cada 50 metros de percurso, nos patamares. Quanto à inclinação transversal, é definido que não deve exceder 2% nas rampas internas e 3% nas rampas externas.

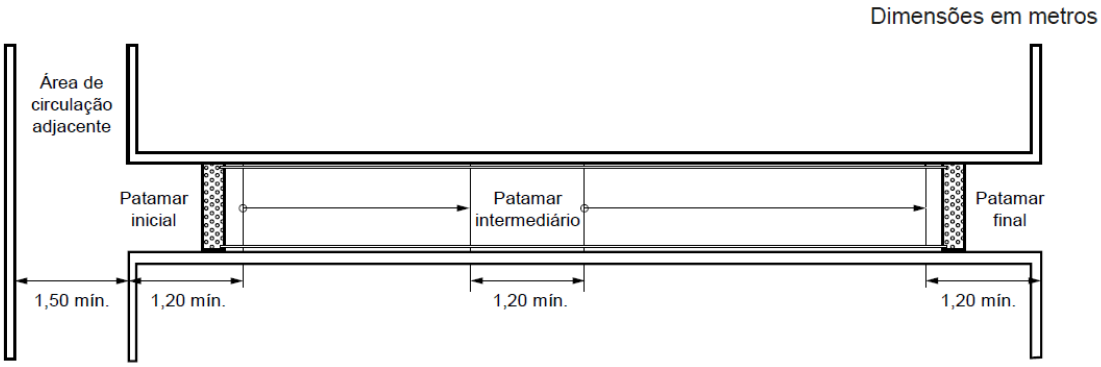
Tabela 6 - Dimensionamento de rampas.

Desníveis máximos de cada segmento de rampa (h)	Inclinação admissível em cada segmento de rampa (i)	Número máximo de segmentos de rampa
1,50 m	5,00 % (1:20)	Sem limite
1,00 m	5,00 % (1:20) < i ≤ 6,25 % (1:16)	Sem limite
0,80 m	6,25 % (1:16) < i ≤ 8,33 % (1:12)	15

Fonte: NBR 9050, 2015.

De acordo com a NBR 9050 (2015), deve ser adotada a dimensão mínima longitudinal de 1,20 metro para os patamares iniciais, intermediários e finais de rampas acessíveis (figura 46), bem como dimensão igual à largura da rampa para patamares localizados em mudança de direção.

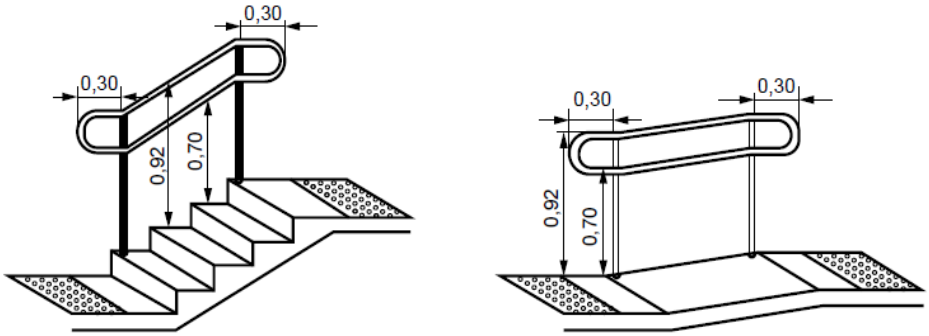
Figura 46 - Patamares das rampas.



Fonte: NBR 9050, 2015.

A largura das rampas deverá ser definida de acordo com o fluxo de pessoas, sendo a mínima admitida de 1,20 metro e a mínima recomendada de 1,50 metro. As rampas devem possuir corrimão em ambos os lados, de duas alturas diferentes em cada lado, como pode ser visto na figura 47.

Figura 47 - Corrimãos em escadas e rampas, com dimensões em metro.



Fonte: NBR 9050, 2015.

3.2 METODOLOGIA DO PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS[1]

Os métodos empregados para a elaboração do projeto de instalações elétricas estão de acordo com as exigências e recomendações da NBR 5410 (2008), que dispõe sobre instalações elétricas de baixa tensão. Além disso, estas instalações foram projetadas com auxílio dos *softwares* Lumine V4 e AutoCAD 2018.

3.2.1 Pontos de Tomada de Uso Geral

Segundo a NBR 5410 (2008), o número de tomadas em cada ambiente deve ser determinado de acordo com os equipamentos que serão utilizados no local, seguindo os seguintes requisitos:

- Em banheiros deverá haver pelo menos uma tomada, situada próxima à pia;
- Em cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e outros ambientes similares, deverá haver pelo menos uma tomada a cada 3,5 metros, ou fração de perímetro, sendo que sobre as bancadas com pias deverá conter no mínimo duas tomadas, em pontos distintos ou em um mesmo ponto;
- Salas e quartos deverão dispor de, no mínimo, uma tomada a cada 5 metros ou fração de perímetro, adotando espaçamentos mais uniformes possíveis;
- Em varandas deverá ser previsto no mínimo um ponto de tomada;
- Em garagens, halls de escadas, salas destinadas à manutenção, espaços destinados a equipamentos, ou locais semelhantes deverá haver no mínimo um ponto de tomada;
- Nos demais ambientes com área inferior a 6 m², deverá haver no mínimo uma tomada a cada 5 metros, com espaçamento o mais uniforme possível;
- No que se refere à potência, devem ser adotados os seguintes valores: em cozinhas, banheiros, lavanderias, copas-cozinhas, copas, áreas de serviço e locais semelhantes, deve ser prevista uma potência mínima de 600 VA para cada ponto de tomada, para os três primeiros pontos, devendo-se adotar para os pontos excedentes uma potência de 100 VA, considerando separadamente cada um desses ambientes. Para os outros cômodos deve-se adotar uma potência mínima de 100 VA para cada ponto de tomada.

---

[1] Este capítulo tem como referência principal CREDER (2016). As demais referências adotadas serão citadas ao longo do texto.

3.2.2 Pontos de Tomada de Uso Específico

Para os pontos de tomada de uso específico (TUE's) deverá ser destinada uma potência igual à potência nominal do equipamento que será alimentado. Sempre que a potência nominal do equipamento a ser alimentado não for conhecida, deverá ser adotada, no ponto de tomada, uma potência igual à do equipamento mais potente que poderá ser conectado, ou uma potência definida com base na corrente de projeto e da tensão do circuito referente.

Conforme a NBR 5410 (2008), as TUE's deverão ser instaladas a uma distância máxima de 1,5 metros do local previsto para o equipamento que será alimentado.

3.2.3 Carga de Iluminação

De acordo com a NBR 5410 (2008), deve ser prevista, no mínimo, uma carga de iluminação igual a 100 VA em ambientes com área igual a 6 m² ou inferior à esta. Já para ambientes que apresentem área superior a 6 m², a norma prevê a adoção de uma carga mínima de 100 VA para os 6 m² iniciais, acrescentando 60 VA para cada 4 m² inteiros aumentados. Esses valores relacionam-se à potência utilizada para dimensionar os circuitos, não sendo obrigatoriamente a potência nominal das lâmpadas.

3.2.4 Cálculo Luminotécnico

Será utilizado como base para o cálculo luminotécnico o método dos lumens, que define o fluxo luminoso total, bem como o número de luminárias e lâmpadas necessárias para suprir o nível de iluminância adequado de acordo com o tipo de ambiente e suas dimensões. A equação 8 expressa o fluxo luminoso total, em lúmens, e a equação 9 refere-se ao número de luminárias.

$$\emptyset = \frac{\mathrm{S} \times \mathrm{E}_m}{\mathrm{u} \times \mathrm{d}} \tag{8}$$

$$\mathrm{n} = \frac{\emptyset}{\varphi} \tag{9}$$

Onde:

$\emptyset = \text{fluxo luminoso total, em lúmens;}$

$\mathrm{S} = \text{área do ambiente, em m}^2;$

E_m = nível de iluminância mantida, em luxes;

u = coeficiente de utilização;

d = fator de manutenção;

n = número de luminárias;

φ = fluxo por luminárias, em lúmens.

Para tanto, devem ser levadas em consideração uma série de etapas, a saber:

- Selecionar a Iluminância mantida (E_m)

Conforme a USP (2017), a primeira etapa consiste em conhecer as seguintes características do recinto: altura em que a luminária será montada; cor do teto, das paredes e dos pisos; e dimensões do ambiente (largura, comprimento e pé-direito).

A iluminância mantida deverá ser selecionada de acordo com o tipo de atividade exercida no local. A tabela 7, mostra as iluminâncias referentes aos tipos de ocupação da edificação aqui proposta.

Tabela 7 - Iluminância em lux, de acordo com a atividade.

Tipo de Atividade			Iluminância em Lux (E)		
			E (mínima)	E (média)	E (máxima)
Cinemas	Durante a exibição (luz de guia)		1	1	1
	Durante os intervalos		30	50	75
	Sala de espera		100	100	200
	Bilheteria		300	500	750
Restaurantes	Restaurantes		100	150	200
	Cozinha	Geral	150	200	300
		Local	300	500	750
Residências	Sala de Estar	Geral	100	150	200
		Local	300	500	750
	Cozinhas, quartos e banheiros	Geral	100	150	200
		Local	200	300	500
Hall, escadas, despensas e garagens		Geral	75	100	150
		Local	200	300	500

Fonte: Adaptada, NBR 5413, 1992.

Das três iluminâncias mostradas na tabela, o valor médio deverá ser considerado para os casos comuns, como é o do projeto em questão.

A NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) também mostra a iluminância mantida para o interior de alguns ambientes, como pode ser visto, por exemplo, na tabela 8.

Tabela 8 - Iluminância em mantida, em lux.

Tipo de Ambiente, tarefa ou atividade		E_m (Lux)
Áreas gerais da edificação	Saguão de entrada	100
	Áreas de circulação e corredores	100
	Escadas	150
	Vestiários, banheiros, toaletes	200
	Sala dos disjuntores	200
	Quadros de distribuição	500
	Depósito, estoques	100
	Estação de controle	150
Restaurantes	Recepção/caixa/portaria	300
	Restaurante, sala de jantar	200
	Cozinha	500
	Corredores	100

Fonte: Adaptada, NBR ISO/CIE 8995-1, 2013.

- Escolher a Luminária e as Lâmpadas

A escolha da luminária e das lâmpadas deve ser feita levando em conta vários fatores, como: utilização da instalação (residencial, comercial etc), critérios de decoração, simplicidade de manutenção, condições econômicas, entre outros. Para esta etapa, será consultado o catálogo de lâmpadas de LED da marca Philips para que se possa escolher os modelos que mais se adequem às características necessárias e às condições econômicas.

- Determinar o Índice do Local

O índice do local relaciona altura de instalação da luminária em relação ao plano de trabalho conforme o tipo de iluminação, que pode ser semidireta, direta, semi-indireta e indireta. Este índice pode ser calculado através da equação 10.

$$k = \frac{cl}{h_m\,(c + l)} \tag{10}$$

Onde:

$c = \text{comprimento do local};$

$l = \text{largura do local};$

$h_m = \text{altura de instalação da luminária (distância da fonte de luz ao plano de trabalho)};$

- Determinar o Coeficiente de Utilização

Após a determinação do índice do local, pode-se encontrar o coeficiente de utilização, que estabelece uma relação entre o fluxo luminoso total (emitido pela luminária) e o fluxo útil que chega à superfície de trabalho. Este coeficiente depende diretamente das dimensões do recinto, do arremate das luminárias, bem como da cor das paredes e do teto.

O fator de utilização de uma luminária é indicado pelo fabricante e é encontrado através da interseção do índice do local (k) com a refletância dos tetos, paredes e pisos (USP, 2017).

A refletância é determinada pela tabela 9, a seguir.

Tabela 9 - Índice de reflexão típica.

Índice	Reflexão	Significado
1	10 %	Superfície escura
3	30 %	Superfície média
5	50 %	Superfície clara
7	70 %	Superfície branca

Fonte: CREDER, 2016.

Como exemplo, pode-se interpretar a refletância 751, circulada na figura 48. O primeiro algarismo (7) indica que o teto é branco, o segundo algarismo (5) indica que a parede tem superfície clara e o terceiro algarismo (1) significa que o piso é escuro.

Figura 48 - Coeficientes de utilização de um modelo de luminária.

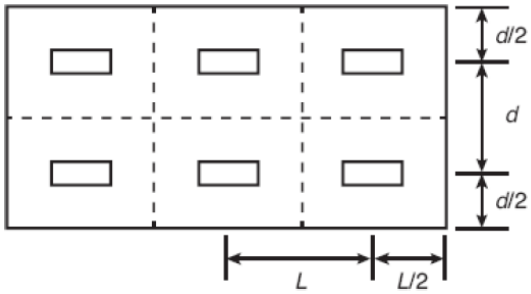
TCW 502 – 2 TL 40W									
ÍNDICE DO LOCAL K	REFLETÂNCIAS 751	731	711	551	531	511	331	311	000
0,60	0,23	0,19	0,15	0,22	0,18	0,15	0,17	0,14	0,13
0,80	0,29	0,24	0,20	0,27	0,33	0,19	0,22	0,19	0,17
1,00	0,33	0,28	0,24	0,31	0,27	0,23	0,26	0,23	0,26
1,25	0,37	0,32	0,28	0,35	0,31	0,28	0,30	0,27	0,24
1,50	0,40	0,36	0,32	0,38	0,34	0,31	0,33	0,30	0,27
2,00	0,45	0,41	0,37	0,43	0,39	0,36	0,38	0,35	0,32
2,50	0,48	0,45	0,41	0,46	0,43	0,40	0,41	0,39	0,36
3,00	0,51	0,47	0,44	0,48	0,45	0,43	0,43	0,41	0,38
4,00	0,53	0,51	0,48	0,51	0,49	0,46	0,46	0,45	0,42
5,00	0,55	0,53	0,51	0,53	0,51	0,49	0,49	0,47	0,44

Fonte: CREDER, 2016 apud PHILIPS.

- Determinar o Espaçamento entre as Luminárias

As luminárias devem ser distribuídas de forma uniforme em todo o ambiente, com espaçamentos que obedeçam ao disposto na figura 49, sendo a distância entre duas luminárias igual ao dobro da distância entre a luminária e a parede. Para sistema indireto, com pé direito de cerca de 3 metros, o espaçamento entre as luminárias deve ser um valor próximo ao da altura da instalação acima da superfície.

Figura 49 - Disposição das luminárias.



Fonte: CREDER, 2016.

3.2.5 Condutores

Segundo a NBR 5410 (2008), em instalações elétricas residenciais só devem ser utilizados condutores de cobre, com exceção de condutores de proteção e aterramento.

Os tipos de isolação de condutores regulamentados são de PVC, EPR e XLPE, sendo a isolação de PVC a mais comum. A corrente conduzida por um condutor, em longo período de funcionamento normal, deve ser dimensionada de forma tal que a máxima temperatura para serviço contínuo (tabela 10) não seja excedida.

Tabela 10 - Temperaturas características dos condutores.

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) oC	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) oC	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) oC
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm2	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm2	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte: NBR 5410, 2008.

- Capacidade de Condução de Corrente

Visando garantir uma longa vida útil aos condutores e aos seus isolantes, a corrente que percorre os condutores e cabos nunca deve ser superior aos valores expostos nas tabelas de capacidade de condução de corrente da NBR 5410 (2008), como exemplificado no Anexo A.

- Número de Condutores Carregados

Deve ser considerada em um circuito a quantidade de condutores que são realmente percorridos por corrente. Sendo assim, para corrente alternada, deve-se considerar o número de condutores de acordo com o circuito, expressos na tabela 11.

Tabela 11 - Número de condutores carregados em função do tipo de circuito.

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotados
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4

Fonte: NBR 5410, 2008.

Quando as correntes forem consideradas equilibradas em um circuito trifásico com neutro, não deve ser considerado o condutor neutro. Sempre que houver circulação de corrente harmônica prevista no condutor neutro pertencente a um circuito trifásico, este condutor deverá ser considerado, sendo, então, o quarto condutor carregado no circuito. Os condutores PEN são considerados neutros e os condutores de proteção não devem ser considerados.

3.2.6 Seções Mínimas de Condutores

De acordo com a NBR 5410 (2008), os condutores fase, pertencentes a circuitos de corrente alternada, não devem ter seções transversais inferiores ao valor definido na tabela 12 e considera-se os circuitos de tomada como circuitos de força.

Tabela 12 - Seções mínimas dos condutores.

Tipo de instalação		**Utilização do circuito**	**Seção mínima do condutor (mm²) - material**
Instalações fixas em geral	Cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Ligações flexíveis feitas com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

Fonte: NBR 5410, 2008.

- Seção Mínima do Condutor Neutro

Segundo a NBR 5410 (2008), deve ser adotada para o condutor neutro a mesma seção dos condutores fase, nas seguintes situações: seja qual for a seção, em circuitos monofásicos, em circuitos compostos por duas fases e neutro, em circuitos trifásicos, se forem previstos harmônicos; sempre que a seção do condutor fase, seja em alumínio ou cobre, for igual ou menor que 25 mm² em circuitos trifásicos. Geralmente, as seções transversais de condutores neutro deverão ser iguais ou superiores às mínimas, determinadas na tabela 13.

Tabela 13 - Redução da seção do condutor neutro.

Seção dos condutores de fase (mm²)	**Seção reduzida do condutor neutro mm²**
S ≤ 25	S (mesma seção do condutor fase)
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Fonte: NBR 5410, 2008.

- Seções Mínimas de Condutores de Aterramento

De acordo com a NBR 5410 (2008), as seções dos condutores de aterramento enterrados no solo não poderão possuir diâmetros inferiores aos mostrados na tabela 14.

Tabela 14 - Seções mínimas de condutores de aterramento.

	Protegido contra danos mecânicos		Não protegido contra danos mecânicos	
Protegido contra corrosão	Cobre	2,5 mm²	Cobre	16 mm²
	Aço	10 mm²	Aço	16 mm²
Não protegido contra corrosão	Cobre: 50 mm² (solos ácidos ou alcalinos)			
	Aço: 80 mm²			

Fonte: NBR 5410, 2008.

3.2.7 Corrente de Nominal ou Corrente de Projeto (I_p)

Segundo Lima Filho (2011), esta é a corrente do circuito calculada de acordo com suas características nominas. Para circuitos monofásicos (fase e neutro) e bifásicos (duas fases) a corrente nominal pode ser calculada conforme a equação 11.

$$I_P = \frac{P_n}{v \times \cos\varphi \times n} \tag{11}$$

Onde:

$I_P = \text{Corrente de Projeto do Circuito, em ampéres (A)};$

$P_n = \text{Potência nominal do circuito, em watts};$

$v = \text{Tensão entre fase e neutro ou tensão entre fases para circuitos bifásicos, em volts};$

$\cos\varphi = \text{Fator de Potência};$

$n = \text{Rendimento } (n = \text{Potência de saída/Potência de entrada}) \text{ de um equipamento.}$

Para circuitos trifásicos de três fases e um neutro utiliza-se a equação 12, a seguir.

$$I_P = \frac{P_n}{3 \times v \times \cos\varphi \times n} \tag{12}$$

Para circuitos trifásicos de três fases, equilibrados, aplica-se a equação 13.

$$I_P = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times v \times \cos\varphi \times n} \quad (13)$$

3.2.8 Fatores de Correção para Dimensionamento dos Condutores

De acordo com Lima Filho (2007), após encontrar o dimensionamento dos condutores, é preciso aplicar fatores de correção à corrente de projeto, devendo ser aplicados três fatores de correção, a saber:

- Fator de Correção de Temperatura

Este fator deve ser aplicado quando a temperatura ambiente for diferente de 30ºC, para cabos não enterrados, e quando a temperatura do solo for diferente de 20ºC, para cabos enterrados.

Este projeto será elaborado considerando a temperatura ambiente de 30ºC e a temperatura do solo de 20ºC, por isso o fator de correção para temperatura será igual a 1,00.

- Fator de Agrupamento de Condutores

Os fatores de correção de agrupamento de condutores, denominados K_2, devem ser empregados sempre que houver um número de circuitos maior que três nos condutores (NBR 5410, 2008).

Os valores de K_2 são encontrados em tabelas da NBR 5410 (2008), como demonstrado, por exemplo, a tabela do Anexo B.

- Fatores de Agrupamento de Eletrodutos (K_3)

A tabela 15 determina os fatores de agrupamento de eletrodutos ao ar livre, como segue.

Tabela 15 - Fatores de correção em função da quantidade de eletrodutos ao ar livre.

Número de eletrodutos dispostos verticalmente	Número de eletrodutos dispostos horizontalmente					
	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,94	0,91	0,88	0,87	0,86
2	0,92	0,87	0,84	0,81	0,80	0,79
3	0,85	0,81	0,78	0,76	0,75	0,74
4	0,82	0,78	0,78	0,73	0,72	0,72
5	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,70
6	0,79	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68

Fonte: NBR 5410, 2008.

Os fatores de agrupamento de eletrodutos enterrados ou embutidos são demonstrados na tabela 16.

Tabela 16 - Fatores de correção em função da quantidade de eletrodutos enterrados ou embutidos.

Número de eletrodutos dispostos verticalmente	Número de eletrodutos dispostos horizontalmente					
	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,87	0,77	0,72	0,68	0,65
2	0,87	0,71	0,62	0,57	0,53	0,50
3	0,77	0,62	0,53	0,48	0,45	0,42
4	0,72	0,57	0,48	0,44	0,40	0,38
5	0,68	0,53	0,45	0,40	0,37	0,35
6	0,65	0,50	0,42	0,38	0,35	0,32

Fonte: NBR 5410, 2008.

3.2.9 Corrente de Projeto Corrigida

Após encontrar todos os fatores de correção, deve-se aplicá-los à corrente de projeto, resultando em uma corrente fictícia do circuito, que deverá ser utilizado para encontrar a bitola do condutor. O valor da corrente corrigida (I'_P) é encontrado através da equação 14 (LIMA FILHO, 2007).

$$I'_P = \frac{I_p}{K_1 \times K_2 \times K_3} \tag{14}$$

3.2.10 Quedas de Tensão Admissíveis

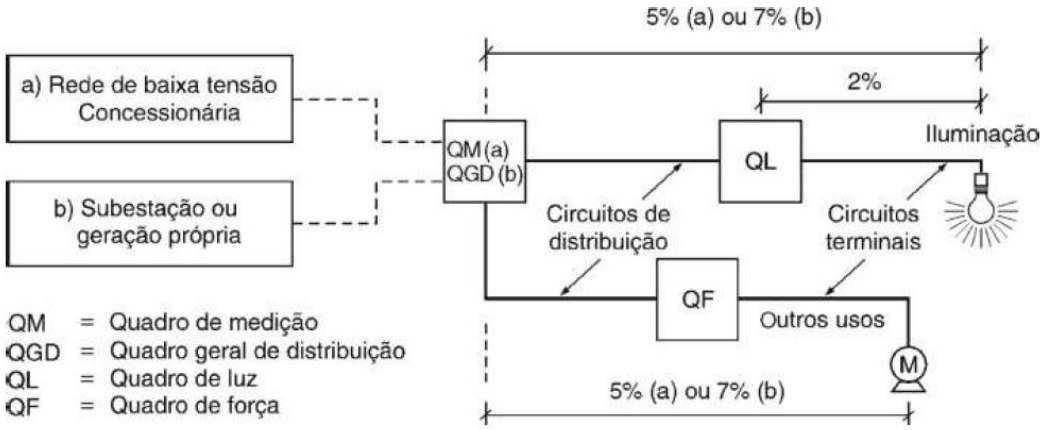
Os aparelhos que utilizam energia elétrica são elaborados para funcionar a tensões específicas, porém existe uma pequena tolerância às quedas de tensão. Essas quedas ocorrem devido à distância que separa a carga e o medidor, bem como

a potência da carga. Tais quedas de tensão admissíveis podem ser calculadas em percentual (e %), através da equação 15.

$$\mathrm{e}\ \% = \frac{\text{tensão de entrada} - \text{tensão na carga}}{\text{tensão de entrada}} \times 100 \qquad (15)$$

De acordo com a NBR 5410 (2008), pode-se admitir quedas de tensão de 5% para instalações que sejam abastecidas de forma direta por um ramal de baixa tensão, através da rede pública de distribuição de baixa tensão. Já quando a alimentação das instalações é feita através de uma subestação de transformação, partindo de uma fonte própria ou de uma instalação de alta tensão, admitem-se quedas de tensão de até 7%, como pode ser visto na figura 50.

Figura 50 - Quedas de tensão consideradas admissíveis.



Fonte: CREDER, 2016.

Através da equação 16 podem ser encontradas as quedas de tensão admissíveis em percentual para circuitos monofásicos e bifásicos. Caso seja necessário calcular as quedas de tensão para circuitos trifásicos, basta substituir o número 2 por $\sqrt{3}$ e V pelo valor apresentado pela tensão fase-fase.

$$\mathrm{S} = 2\rho\ \frac{1}{\mathrm{e}\ \% \times \mathrm{V}^2} \times (\mathrm{P}_1\,\mathrm{l}_1 + \mathrm{P}_2\mathrm{l}_2 + \cdots) \qquad (16)$$

Onde:

$\mathrm{S} = \text{seção do condutor em mm}^2$;

$\mathrm{P} = \text{potência consumida em watts}$;

$\rho = \text{resistividade do cobre} = \frac{1}{58}\frac{\text{ohms} \times \text{mm}^2}{\text{m}}$;

$\text{l} = \text{comprimento em metros};$

$\text{e \%} = \text{queda de tensão em percentagem};$

$\text{V} = 127 \text{ ou } 220 \text{ volts};$

As tabelas 17 e 18 são derivadas da equação 14.

Tabela 17 - Soma das potências em watts x distância em metros, para V= 127 volts.

mm²	Quedas 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	491 128	654 837	818 547
50	233 871	467 741	701 612	935 482	1 169 353
70	327 419	654 837	982 256	1 309 675	1 637 094
95	444 354	888 708	1 333 062	1 777 416	2 221 770

Fonte: CREDER, 2016.

Tabela 18 - Soma das potências em watts x distância em metros, para V= 220 volts.

Condutor (mm²)	Queda de tensão (e %)				
	1 %	**2%**	**3%**	**4%**	**5%**
1,5	21 054	42 108	63 162	84 216	105 270
2,5	35 090	70 180	105 270	140 360	175 450
4	56 144	112 288	168 432	224 576	280 720
6	84 216	168 432	252 648	336 864	421 080
10	140 360	280 720	421 080	561 440	701 800
16	224 576	449 152	673 728	898 304	1 122 880
25	350 900	701 800	1 052 700	1 403 600	1 754 500
35	491 260	982 520	1 473 780	1 965 040	2 456 300
50	701 800	1 403 600	2 105 400	2 807 200	3 509 000
70	982 520	1 965 040	2 947 560	3 930 080	4 912 600
95	1 333 420	2 666 840	4 000 260	5 333 680	6 667 100
Observação: para circuitos trifásicos, deve-se multiplicar a distância por 0,866.					

Fonte: CREDER, 2016.

3.2.11 Fator de Demanda

O fator de demanda (FD) é um coeficiente pelo qual a potência instalada deve ser multiplicada para que se possa encontrar a potência que será verdadeiramente utilizada, como pode ser visto na equação 17. A tabela 19 mostra alguns fatores de potência de acordo com o tipo de ocupação.

$$\mathrm{FD} = \frac{\text{Potência utilizada}}{\text{Potência instalada}} \times 100 \qquad (17)$$

Tabela 19 - Fatores de demanda para pequenos aparelhos e cargas de iluminação.

Tipo de carga	Potência instalada (VA)	Fator de demanda (%)	Carga mínima (kVA/m²)
Residências (casas e apartamentos)	Até 1 000	80	30 e nunca inferior a 2 200 VA
	De 1 000 a 2 000	75	
	De 2 000 a 3000	65	
	De 3 000 a 4 000	60	
	De 4 000 a 5 000	50	
	De 5 000 a 6 000	45	
	De 6 000 a 7 000	40	
	De 7 000 a 8 000	35	
	De 8 000 a 9 000	30	
	De 9 000 a 10 000	27	
	Acima de 10 000	24	
Salas de Vídeo		80	15
Garagens, áreas de serviço e semelhantes	Residencial	Até 10 000	80
		Acima de 10 000	25
	Não residencial	Até 30 000	80
		De 30 000 a 100 000	60
		Acima de 100 000	40
Restaurantes		80	20

Observações: em instalações onde a carga seja usada simultaneamente, deverá ser adotado o fator de demanda 100%. É aconselhável consultar a concessionária local para aprovação dos projetos, visto que as normas para o cálculo da demanda podem divergir.

Fonte: Adaptada, CREDER, 2016.

3.2.12 Fator de Diversidade

Quando existem várias unidades residenciais abastecidas pela mesma fonte de energia, as demandas individuais de cada unidade residencial são diversificadas, por isso existem os fatores de diversidade de acordo com o número de apartamentos existentes.

A edificação projetada conta com quarenta e dois apartamentos, sendo assim, na tabela 20 podem ser vistos os fatores de diversidade.

Tabela 20 - Fatores para diversificação em função do número de apartamentos.

Número de apartamentos	Fator de diversidade
30	23,48
31	24,08
32	24,69
33	25,29
34	25,90
35	26,50
36	27,10
37	27,71
38	28,31
39	28,92
40	29,52
41	30,12
42	30,73

Fonte: Adaptada, CREDER, 2016.

Neste caso, com 42 apartamentos, cada um com demanda de 5000 VA, a demanda gerada pelo agrupamento das 42 unidades será: $5\,000 \times 30{,}73 = 153\,650\ \mathrm{VA}$. Este valor deverá ser considerado no dimensionamento do alimentador predial destinado ao conjunto de apartamentos.

3.2.13 Dimensionamento de Eletrodutos

Os eletrodutos e suas conexões devem possuir dimensões internas tais, que garantam a facilidade de instalação e retirada dos condutores depois que a linha estiver montada. Para que isso aconteça, a máxima área, considerando o isolamento, a ser usada pelos condutores deve ser de 53 % quando houver somente um condutor, 31 % quando existirem dois condutores e 40 % caso haja três condutores ou mais.

A área útil de um condutor pode ser encontrada através da equação 18.

$$\mathrm{A_{ele}} = \frac{\pi \mathrm{Di}^2}{4} \tag{18}$$

O diâmetro interno do eletroduto (Di) pode ser encontrado através da equação 19, adotando-se ∑Acond = soma das áreas externas dos condutores que serão instalados.

$$\mathrm{Di} = \sqrt{\frac{4 \times \sum \mathrm{Acond}}{\mathrm{f} \times \pi}} \tag{19}$$

Onde:

$f = 0{,}53$ para um condutor; $0{,}31$ para dois condutores; $0{,}40$ para três condutores.

Para a edificação proposta, foram adotados eletrodutos de PVC. Caso todos os condutores instalados em um eletroduto sejam iguais, pode-se encontrar o diâmetro nominal do eletroduto diretamente através da tabela 21.

Tabela 21 - Eletroduto rígido de PVC, tipo roscável.

Seção nominal do condutor (mm²)		**Quantidade de cabos**									
		3	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Cu	**Total**	**Diâmetro nominal (DN) dos eletrodutos em mm**									
1,5	6,6	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25
2,5	10,2	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25
4	13,2	20	20	20	20	20	20	20	20	25	25
6	16,6	20	20	25	25	25	25	32	32	32	32
10	28,3	25	25	32	32	32	32	40	40	40	40
16	38,5	25	32	32	40	40	40	40	50	50	50
25	58,1	32	40	40	40	50	50	60	60	60	60
35	78,5	40	40	50	50	60	60	60	75	75	75
50	116,9	40	50	60	60	75	75	75	75	85	85

*Área total do condutor, incluindo a isolação.

Fonte: Adaptada, NBR 15465, 2008.

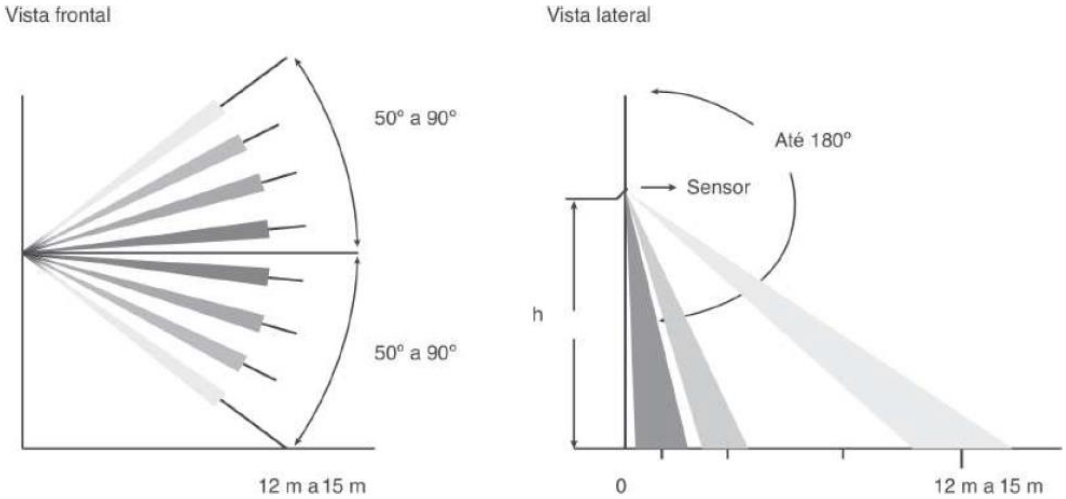
3.2.14 Dispositivos de Comando dos Circuitos

É necessário que os interruptores tenham ampères suficientes para suportar e seccionar as correntes transportadas por eles, por período de tempo indeterminado.

Para instalações residenciais, são utilizados os interruptores comuns de 10 A (250 volts), que possibilitam conduzir cargas de até 1200 watts, em 127 volts, e de até 2200 watts, em 220 volts. Caso existam cargas indutivas e não se possua interruptores especiais, pode-se empregar o interruptor comum, entretanto este deve ter capacidade mínima equivalente ao dobro da corrente que irá interromper.

Os sensores de presença permitem a regulagem do tempo em que a lâmpada permanecerá acesa, entre 15 segundos a 8 minutos. Na figura 51 pode-se observar as áreas de atuação de um sensor de presença típico.

Figura 51 - Área de monitoramento do sensor de presença.



Fonte: CREDER, 2016.

3.2.15 Dispositivos de Proteção

As condições expostas nas equações 20 e 21 deverão ser atendidas para o dimensionamento de dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga.

$$\mathrm{I_B} \leq \mathrm{I_N} \leq \mathrm{I}_Z \tag{20}$$

$$\mathrm{I_2} \leq 1{,}45\,\mathrm{I}_Z \tag{21}$$

Sendo:

$\mathrm{I_B}$ = corrente de projeto do circuito;

$\mathrm{I_N}$ = corrente nominal do dispositivo de proteção;

$\mathrm{I_Z}$ = capacidade de condução de corrente de condutores vivos;

$\mathrm{I_2}$ = corrente convencional de atuação dos dispositivos em função de $\mathrm{I_N}$.

O valor de I_2 pode ser encontrado nas tabelas 22 e 23.

Tabela 22 - Tempos e correntes convencionais de atuação para disjuntores termomagnéticos.

Corrente nominal (I_N)	Corrente conv. de não atuação	Corrente conv. de atuação (I_2)	Tempo convencional (h)	Temp. ambiente de referência
$I_N \leq 50\ A$	1,05	1,35	1	25ºC
$I_N > 50\ A$	1,05	1,35	2	25ºC

Fonte: Adaptada, NBR 5361, 1998.

Tabela 23 - Tempos e correntes convencionais de fusão para fusíveis gG (aplicação geral).

Corrente nominal (I_N)	Corrente conv. de não fusão (I_{nf})	Corrente conv. de fusão (I_f)	Tempo convencional (h)	Temp. ambiente de referência
$I_N \leq 4$	1,5	2,1	1	20ºC
$4 < I_N \leq 10$	1,5	1,9	1	20ºC
$10 < I_N \leq 25$	1,4	1,75	1	20ºC
$25 < I_N \leq 63$	1,25	1,6	1	20ºC
$63 < I_N \leq 100$	1,25	1,6	2	20ºC

Fonte: Adaptada, NBR 11844, 1992.

Já os dispositivos de proteção contra curtos-circuitos, devem possuir capacidade mínima de interrupção equivalente à corrente de curto-circuito prevista em determinado ponto da instalação elétrica, como visto na equação 22.

$$\mathrm{I_{int}} \geq \mathrm{I_{cc}} \tag{22}$$

Onde:

$\mathrm{I_{int}} = \text{capacidade de interrupção do dispositivo de proteção;}$

$\mathrm{I_{cc}} = \text{corrente de curto} - \text{circuito prevista no ponto de aplicação do dispositivo.}$

Só é permitida a utilização de um dispositivo com capacidade inferior, se for implantado a montante um outro dispositivo que possua a necessária capacidade de seccionamento. Nesta situação, é necessário que haja a coordenação entre as características de ambos os dispositivos de modo que a energia que eles permitem que passe não seja maior do que a que o dispositivo de proteção é capaz de suportar, sem nenhum dano.

3.2.16 Itens de Projeto

O projeto de instalações elétricas abrange a representação gráfica, a memória de cálculo, o quantitativo de materiais, as especificações de materiais e o memorial descritivo, de acordo com os critérios especificados a seguir (IFECTC, 2010).

A representação gráfica é composta por:

- Planta de situação da edificação em questão, em escala de 1:500, onde deverá constar o traçado da rede pública de distribuição de energia da concessionária;

- Plantas baixas, em 1:50, mostrando:

- a localização da entrada de serviço, dos quadros de medição, dos quadros de distribuição e dos pontos de consumo, indicando suas cargas, circuitos e dispositivos de comando;
- desenho das linhas de eletrodutos, especificando seus tipos e bitolas;
- a demonstração simbólica dos condutores dentro dos eletrodutos, com indicação de seus tipos, bitolas e circuitos;
- disposição das caixas, representando seus tipos e dimensões;
- quadro com as simbologias adotadas, localizado do lado direito, próximo à legenda da prancha;

- Desenhos de detalhes, em 1:20, abrangendo os seguintes itens:
- entrada de serviço;
- quadros de medição e distribuição;
- caixas de passagem no subsolo;
- localização de equipamentos e aparelhos em quadros ou caixas;
- conexões de aterramento;
- métodos adotados para a passagem de eletrodutos por elementos estruturais;

- Plantas de diagramas, quadros de carga e esquemas, apresentando os seguintes itens:
- diagramas unifilares, especificando os circuitos, bitolas dos condutores, cargas, tipo de equipamento no circuito, dispositivos de proteção e manobra e fases a conectar, para cada um dos quadros de distribuição e de medição;
- esquemas com os elementos mínimos que a concessionária local exige para as instalações elétricas;
- esquemas elétricos para comando de circuitos que necessitem de maiores especificações para suas ligações, como, por exemplo, circuitos de sinalização;
- elaboração de um quadro de cargas para cada um dos circuitos, apresentando resumidamente os elementos constituintes de cada circuito, como: fases em que o circuito esteja ligado, número de identificação do circuito, cargas instaladas parciais, fator de potência, queda de tensão, carga total, entre outros.

A memória de cálculo apresenta os processos utilizados para a elaboração do projeto elétrico, detalhando especificamente os cálculos referentes às seções dos

condutores, quedas de tensão, consumo dos equipamentos, demandas, iluminação, pontos de tomada, correntes de projeto dos dispositivos em geral, dimensionamento de eletrodutos, entre outros.

O projeto apresenta o quantitativo e as especificações dos materiais adotados, de acordo com as mínimas condições de qualidade admissíveis, indicando os modelos, tipos, características e fabricantes.

Também será apresentado um memorial descritivo, onde constará uma apresentação geral do projeto, explanando sobre cada parte do projeto, os critérios em que ele foi baseado, enfim descrevendo todas as características adotadas para a exequibilidade do projeto.

3.3 METODOLOGIA DO PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS

O projeto hidrossanitário abrange o dimensionamento das instalações de água fria, esgoto sanitário e água pluviais.

3.3.1 Instalações prediais de água fria

As Instalações prediais de água fria, incluem cálculos para efetuar sua metodologia, como cálculos da população do prédio, consumo, dimensionamento dos reservatórios (superior, inferior e de reserva técnica de incêndio), colunas, ramais e sub-ramais e barrilete.

- População Predial

Para se calcular a população predial estimada no edifício, analisa-se a tabela 24, a seguir.

Tabela 24 - Taxa de ocupação.

Local	Taxa de Ocupação
Apartamentos	Duas pessoas por dormitório
Cinemas	Uma cadeira para cada 0,70 m² de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,40 m² de área
Térreo	Uma pessoa por 2,50m² de área

Fonte: Adaptada, CARVALHO JÚNIOR, 2019.

- Consumo Predial

Após o cálculo da população predial, determina-se o consumo predial diário, empregando o uso da tabela 25, a partir das características da edificação (BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2017).

Tabela 25 - Estimativa de consumo diário de água.

Prédio	Consumo (litro)
Apartamentos	200 per capita
Cinemas	2 por lugar
Restaurantes	25 por refeição
Garagem	50 por automóvel
Jardim	1,5 por área
Salão de festa	25 per capita
Academia	25 per capita

Fonte: Adaptada, CREDER, 2006.

Logo após da aquisição das informações obtidas, calcula-se o consumo diário através da equação 22:

$$\mathrm{Cd} = \mathrm{Cp} \times \mathrm{n} \tag{22}$$

Em que:

Cd = consumo Predial em litro por dia;

Cp= consumo per capita em litro por dia;

n = número de ocupantes.

- Capacidade dos Reservatórios

Segundo Carvalho Júnior (2017), em consequência das irregularidades do abastecimento da rede pública, deve-se aplicar na capacidade do reservatório o dimensionamento necessário para dois a três dias de consumo. Na qual é calculada através do consumo diário, na equação 23:

$$\mathrm{CR} = 2 \times \mathrm{Cd} \tag{23}$$

Onde:

CR = capacidade total do reservatório por litro;

Cd = consumo diário em litro por dia.

De forma que o Reservatório Inferior armazene 60% e o superior 40%, além disso deve-se presumir a reserva de incêndio atribuída entre 15 a 20% do consumo diário no reservatório superior (CREDER, 2006).

De acordo com o Decreto Nº 897 do estado do Rio de Janeiro, é necessário um reservatório superior e inferior, sendo mais propicio a reserva técnica de incêndio estar localizada no reservatório superior, assim dimensionada:

Em edificações com até quatro hidrantes o reservatório deve ter 6000 litros para reserva técnica de incêndio, e para cada hidrante excedente acrescenta-se 500 litros.

- Alimentador Predial

O sistema utilizado é o sistema Indireto, sendo assim a vazão de abastecimento deve ser suficiente para um período de 24 horas, apesar de o consumo variar bastante ao decorrer do tempo. Podendo assim, ser calculada pela equação 24:

$$\mathrm{Q} = \frac{\mathrm{Cd}}{86.400} \tag{24}$$

Sendo:

Cd = consumo diário em litro por dia;

Q = vazão mínima em litros por segundo.

Através da equação 25, pode-se determinar qual o diâmetro mínimo apropriado a partir dos valores alcançados da velocidade máxima e vazão mínima.

$$\mathrm{D} = \sqrt{\frac{4 \times \mathrm{Q}}{\pi \times \mathrm{v}}} \tag{25}$$

Onde:

D = diâmetro mínimo

v= velocidade máxima, na qual 0,60m/s< v < 1,0m/s.

- Hidrômetro

O dimensionamento do hidrômetro é efetuado em função da vazão, de acordo com a Tabela 26 (BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2010).

Tabela 26 - Ramais Prediais, Abrigos e Hidrômetros.

Ramal Predial Diâmetro D (mm)	Hidrômetro		Cavalete diâmetro D (mm)	Abrigo dimensões: altura, largura e profundidade (m)
	Consumo provável (m^3/dia)	Vazão característica (m^3/ hora)		
20	5	3	20	0,85 x 0,65 x 0,30
25	8	5	25	0,85 x 0,65 x 0,30
25	16	10	32	0,85 x 0,65 x 0,30
25	30	20	40	0,85 x 0,65 x 0,30
50	50	30	50	2,00 x 0,90 x 0,40

Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2010.

- Ramal Predial

Para o dimensionamento do ramal predial é necessário se fazer de trecho a trecho, por motivos de economia. Sendo realizado com base em duas presunções (BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2010).

No projeto em questão o dimensionamento será feito com o consumo máximo possível, no qual emprega-se a tubulação de 20 mm de diâmetro, sendo referência para os outros diâmetros, tem o uso conjunto de todos pontos de consumo, especificamente de chuveiros e lavatórios, aplica-se os pesos relativos, conforme a tabela 27 (BOTELHO & CARVALHO JÚNIOR, 2010).

Tabela 27 - Pesos relativos nos pontos de utilização.

Aparelho Sanitário	Peça de utilização	Vazão de Projeto (L/s)	Peso Relativo
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	32
Chuveiro Elétrico	Registro de Pressão	0,10	0,1
Lavatório	Torneira ou Misturador (água fria)	0,15	0,3
Mictório com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4

Fonte: Adaptada, CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Ramal

Segundo Botelho & Ribeiro Júnior (2010), para o cálculo dos ramais deve-se somar os pesos de cada trecho, onde os pesos são adquiridos através de Tabela 27, posteriormente o valor de cada trecho através do nomograma de vazões, pesos e diâmetros ou pelo ábaco simplificado na Tabela 28.

Tabela 28 - Ábaco Simplificado.

Soma dos Pesos	0	<->	1,1	<->	3,5	<->	18	<->	44	<->	100
Diâmetro Soldável (mm)		20		25		32		40		50	
Diâmetro Roscável (mm)		½"		¾"		1"		1 ¼"		1 ½"	

Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017.

- Sub-Ramal

De acordo com Botelho & Ribeiro Júnior (2010), cada uma das peças de utilização tem um diâmetro mínimo do seu sub-ramal, como mostrado na Tabela 29.

Tabela 29 - Diâmetros mínimos dos Sub-ramais.

Peças de utilização	**Diâmetro**	
	DN (mm)	**Ref. (pol.)**
Caixa de descarga	20	½
Chuveiro	20	½
Filtro de pressão	20	½
Lavatório	20	½
Máquina de lavar pratos ou roupas	25	¾
Mictório autoaspirante	32	1
Pia de cozinha	20	½
Tanque de despejo ou de lavar roupas	25	¾
Válvula de descarga	40	1 ¼

Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JÚNIOR, 2010.

- Coluna

Segundo Botelho & Ribeiro Júnior (2010), o dimensionamento das colunas é feito igual ao dos ramais, através do somatório dos pesos, faz-se o desenho da coluna com os ramais e cotas que conduzem à mesma. Verifica-se as vazões e o cálculo dos pesos em sequências e define-se o diâmetro. As etapas de dimensionamento das tubulações podem ser vistas no quadro 1.

Quadro 1 - Rotina de dimensionamento das colunas de água fria.

Passo	Atividade	Coluna da planilha a preencher
1º	Preparar o esquema isométrico da rede e numerar sequencialmente cada nó ou ponto de utilização desde o reservatório ou desde a entrada do cavalete	
2 º	Introduzir a identificação de cada trecho da rede na planilha	1
3 º	Determinar a soma dos pesos relativos de cada trecho, usando a tabela 26	2
4 º	Calcular para cada trecho a vazão estimada, em litros por segundo	3
5 º	Partindo da origem de montante da rede, selecionar o diâmetro interno da tubulação de cada trecho, considerando que a velocidade da água não deva ser superior a 3 m/s. Registrar o valor da velocidade e o valor da perda de carga unitária (calculada pela vazão) de cada trecho	4,5 e 6
6 º	Determinar a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário	7
7 º	Determinar a pressão disponível na saída de cada trecho, somando ou subtraindo à pressão residual na sua entrada o valor do produto da diferença de cota pelo peso específico da água (10 kN/m³)	8
8 º	Medir o comprimento real do tubo que compõe cada trecho considerado	9
9 º	Determinar o comprimento equivalente de cada trecho somando ao comprimento real os comprimentos equivalentes das conexões	10
10 º	Determinar a perda de carga de cada trecho, multiplicando os valores das colunas 6 e 10 da planilha	11
11 º	Determinar a perda de carga provocada por registros e outras singularidades dos trechos	12
12 º	Obter a perda de carga total de cada trecho, somando os valores das colunas 11 e 12 da planilha	13
13 º	Determinar a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total (coluna 13) da pressão disponível (coluna 8)	14
14 º	Se a pressão residual for menor que a pressão requerida no ponto de utilização, 14º ou se a pressão for negativa, repetir os passos 5º ao 13º, selecionando um diâmetro interno maior para a tubulação de cada trecho	

Fonte: Adaptada, NBR 5626, 1998.

- Barrilete

Primeiro deve-se escolher o tipo de barrilete, o qual no projeto proposto adotará o barrilete ramificado, faz-se o cálculo das vazões máximas prováveis em trecho a

trecho do barrilete, utilizando a tabela 27, posteriormente obtém a medida dos diâmetros de acordo com o nomograma de pesos, vazões e diâmetros (CREDER, 2018).

- Verificação da Pressão

Após dimensionados os diâmetros do sub-ramal até o barrilete, deve-se averiguar a pressão real nas instalações.

Segundo a NBR 5626 (1998), pressões dinâmicas onde se tem escoamento, não pode ser menor que 5 kPa, já pressões estáticas quando não se tem escoamento, deve ser maior que 400 kPa. As sobrepressões são permitidas, contando que não seja maior que 200 kPa.

Para Campos (2018), a expressão elaborada por Fair-Whipple-Hsiao (FWH) deve ser utilizada para o cálculo da perda de carga, de acordo com o tipo de material. Como pode ser visto nas equações 26 e 27.

➢ Método Empírico (tubo lisos de plástico, cobre ou liga de cobre)

$$\mathrm{J} = 8{,}69 \times 10^{6} \times \mathrm{Q}^{1{,}88} \times \mathrm{d}^{-4{,}88} \tag{26}$$

➢ Método Empírico (tubos rugosos de aço carbono, galvanizados)

$$\mathrm{J} = 20{,}2 \times 10^{6} \times \mathrm{Q}^{1{,}88} \times \mathrm{d}^{-4{,}88} \tag{27}$$

Onde:

J = Perda de carga unitária em quilopascals por metro;

Q = vazão estimada na seção considerada, litros por segundo;

d= diâmetro interno do tubo, em mm.

A perda de carga total é calculada pela equação 28.

$$\Delta_{\mathrm{h}} = \mathrm{J} \times \mathrm{L}_{\mathrm{total}} \tag{28}$$

Onde:

Δ_{h}= perda de carga no trecho;

J = perda de carga unitária, em m/m;

L_{total}= comprimento total ($L_{real} + L_{equivalente}$);

Para Campos (2018) o diferencial entre a perda de carga total no sistema e a pressão estática é denominado como pressão dinâmica, usando a equação 29.

$$Pd = Pe - hf \tag{29}$$

Sendo:

Pd = pressão dinâmica;

Pe = pressão estática;

3.3.2 Instalações Prediais de Esgoto Sanitário

As instalações prediais de esgoto sanitário, incluem o dimensionamento das tubulações do ramal de descarga e esgoto, tubo de queda, subcoletores, coletor predial, caixa de gordura e caixa de esgoto ou passagem.

Segundo Carvalho Júnior (2017) o dimensionamento é feito baseado nas UHC (Unidade Hunter de Contribuição), sendo um número que especifica a contribuição de esgoto dos aparelhos sanitários. De forma que cada aparelho tem um valor próprio, de acordo com a Tabela 30.

Tabela 30 - UHC dos aparelhos sanitários e diâmetro mínimo.

Aparelho Sanitário		Número de UHC	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga
Bacia Sanitária		6	100
Bebedouro		0,5	40
Chuveiro	De residência Coletivo	2 4	40 40
Lavatório	De residência Uso geral	1 2	40 40
Mictório	Válvula de descarga Caixa de descarga Descarga automática	6 5 2	75 50 40
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação Lavagem(panelas)	3 4	50 50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50
Máquina de lavar roupas		3	50

Fonte: NBR 8160, 1999.

- Ramal de Descarga

Segundo Carvalho Júnior (2017) para se fazer o dimensionamento do ramal de descarga, aplica a tabela UHC, na qual caracteriza o diâmetro das tubulações dos aparelhos sanitários e para aqueles que não se encontram na mesma, emprega-se a Tabela 31.

Tabela 31 - Aparelhos não citados UHC.

Diâmetro nominal mínimo	Número de UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: NBR 8160, 1999.

- Ramal de Esgoto

Conforme a NBR 8160 (1999) o dimensionamento do ramal de esgoto faz-se de acordo com a Tabela 32. Chega-se ao diâmetro adequado através do somatório de UHC, de acordo com cada aparelho sanitário.

Tabela 32 - Dimensionamento ramais de esgoto.

Diâmetro nominal mínimo do tubo	Número máximo de UHC
40	3
5	6
75	20
100	160

Fonte: NBR 8160, 1999.

O dimensionamento dos diâmetros mínimos dos ramais de esgoto é feito referente a quantidade de aparelhos sanitários, como pode ser visto na Tabela 33 (CARVALHO JÚNIOR, 2017).

Tabela 33 - Diâmetro mínimo dos ramais de esgoto.

Quantidade de aparelhos	Diâmetro (DN)
Banheiros	
Com 3 aparelhos sem banheira	50
Com mais aparelhos	75
Cozinha (sifão até caixa de gordura)	
Com pia de 1 cuba	50
Com pia de 2 cubas	50
Lavanderias	
Com máquina de lavar roupas e tanque	75

Fonte: Adaptada, NBR 8160, 1999.

- Tubos de Queda

Para o dimensionamento dos tubos de queda é feito o somatório das UHC, de acordo com a Tabela 34, a partir dela se encontra o diâmetro nominal do tubo conforme o número de pavimentos da edificação (NBR 8160, 1999).

Tabela 34 - Dimensionamento de tubos de quedas.

Diâmetro nominal do tubo	**Número máximo de UHC**
	Prédio com mais de 3 pavimentos
40	8
50	24
75	70
100	500
150	1900

Fonte: Adaptada, NBR 8160, 1999.

- Subcoletores e Coletor predial

Segundo a NBR 8160 (1999) para o dimensionamento do coletor predial o diâmetro mínimo deve ser 100mm. Em função da declividade faz-se a soma das UHC de acordo com a Tabela 35.

Tabela 35 - Dimensionamento do subcoletor e coletor predial.

Diâmetro nominal no tubo (mm)	**Número máximo de UHC em função das declividades mínimas (%)**			
	0,5	**1**	**2**	**4**
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700

Fonte: Adaptada, NBR 8160, 1999.

- Caixa de gordura

Conforme a NBR 8160 (1999) o dimensionamento das caixas de gordura deve-se levar em consideração a quantidade de cozinhas que se tem na edificação, existem quatro tipos: pequena, simples, dupla e a especial. Assim o projeto posposto empregará apenas a caixa de gordura especial, que é utilizada para mais de 12 cozinhas ou cozinhas de restaurantes, entre outros.

Para o dimensionamento da caixa de gordura especial (CGE) deve-se saber as dimensões mínimas, de acordo com a NBR 8160 (1999), ela deve ser prismática e sua base retangular, entre o septo e a sápida uma distância mínima de 20 centímetros, parte submersa do septo com 40 centímetros, altura molhada de 60 centímetros, tubulação de saída com o diâmetro mínimo de 100 milímetros.

Para obter-se o volume da câmera de retenção de gordura, é utilizada a equação 30.

$$\mathrm{V} = 2\mathrm{N} + 20 \tag{30}$$

Onde:

V = volume, em litros;

N = número de pessoas servidas pelas cozinhas, turno com maior fluxo;

- Caixa de inspeção

De acordo com a NBR 8160 (1999) a instalação da caixa de inspeção deve-se ter uma profundidade de no máximo 1 metro, sua forma é prismática, podendo ser de base retangular ou quadrada, com lado interno de 60 centímetros ou cilíndrica tendo um diâmetro de no mínimo de 60 centímetros. Sua tampa tem que ter uma perfeita vedação, ficar visível e de remoção fácil. Não é recomendado que sua implantação seja a uma distância inferior a 2 metros dos tubos de quedas.

- Destinação final

Para sua destinação, o esgoto sanitário deve ser direcionado para as redes públicas de esgoto.

3.3.3 Instalações prediais de águas pluviais

O dimensionamento das instalações prediais de águas pluviais, inclui área de contribuição, vazão de projeto, ralos/grelhas, condutores verticais e horizontais e caixas coletoras de águas pluviais.

De acordo com a NBR 10844 (1989) é determinada de acordo com a precipitação e o período de retorno no local que vai ser investigado, onde os dados obtidos do local servem como base.

- Área de contribuição

No dimensionamento da área de contribuição devido à inclinação da cobertura e as paredes que interceptam a água da chuva deve-se considerar os incrementos com o item 5.2.1 da NBR 10844 (1989).

- Vazão de projeto

De acordo com a NBR 10844 (1989) com os valores que foram alcançados na intensidade pluviométrica e área de contribuição, determina-se a vazão de projeto através da equação 31.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \tag{31}$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min;

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m².

- Ralos

Segundo a NBR 10844 (1989), as superfícies horizontais de lajes precisam ser projetadas de forma a evitar que a água proveniente de precipitações empoce, com exceção quando a laje for impermeável, onde admite-se que a água se acumule, apenas temporariamente, durante grades tempestades.

A referida NBR estabelece uma declividade mínima de 0,5% em coberturas horizontais de laje, garantindo assim que a água escoe até os pontos de drenagem distribuídos pela laje, no caso os ralos. É importante que a drenagem seja realizada por mais de uma saída e em casos de grande superfície, esta deve ser subdividida em superfícies menores com inclinações voltadas para diferentes orientações, evitando que a água percorra grandes percursos. O perímetro da cobertura e aberturas como escadas, claraboias, entre outras, devem possuir calhas ou platibandas, para que não recebam água devido ao caimento.

- Condutores verticais

Com ábacos específicos, deve-se usar diâmetros maiores ou iguais a 75 milímetros, por causa de entupimentos dos tubos, que recebem água das calhas (CREDER, 2006).

Utiliza-se a Tabela 36 para um dimensionamento que correlata a seção do condutor com a área do telhado.

Tabela 36 - Relação entre a área de contribuição do telhado e o diâmetro dos condutores. verticais.

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área máxima de contribuição de cobertura (m²)
50	0,57	14
75	1,76	42
100	3,78	90
125	7,00	167
150	11,53	275
200	25,18	600

Fonte: NBR 10844, 1989.

- Condutores horizontais

Para a projeção dos condutores horizontais, a NBR 10844 (1989), especifica que a declividade uniforme deve ter no mínimo 0,5%. Em seção circular, o dimensionamento deve ter a altura da lâmina de 2/3 de diâmetro do tubo, no anexo C, mostra a capacidade dos condutores em L/min, para uma correta determinação da capacidade dos mesmo em função do seu diâmetro, rugosidade e declividade.

- Caixa de areia

A caixa de areia deve compreender seção quadrada de no mínimo lado 60 centímetros e com sua profundidade máxima de 1 metro.

- Destinação final

Para sua destinação, as águas pluviais da edificação devem ser direcionadas para as redes públicas pluviais.

3.4 METODOLOGIA DO PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

O projeto de prevenção e combate a incêndio compreenderá a classificação das edificações, o dimensionamento do sistema de hidrante e chuveiros automáticos,

extintores, saídas de emergência, sistema de iluminação, sinalização de emergência, sistema de detecção e alarme e brigada de incêndio.

3.4.1 Classificação das edificações

As áreas de riscos de incêndio e as edificações, são classificadas de acordo com as seguintes considerações:

- Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação

Para o dimensionamento do PPCI, esta classificação se torna essencial, tendo medidas importantes na elaboração do mesmo para averiguações necessárias, de acordo com o que o projeto em questão abrangerá, empregando-se o quadro 2 (NBR 9077, 2001).

Quadro 2 - Classificação das edificações quanto à sua ocupação.

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-2	Habitação multifamiliares	Edifícios de apartamentos em geral
C	Comércio Varejista	C-2	Comércio de grande e médio porte	Edifícios de lojas, lojas de departamentos, galerias comerciais e outros.
F	Locais de reuniões de público	F-5	Locais para produção e apresentação de artes cênicas.	Teatros em geral, cinemas, óperas e outros.

Fonte: Adaptada, NBR 9077, 2001.

- Classificação das edificações e áreas de risco quanto à altura

Como cada vez estão aparecendo edificações mais altas, é necessário para cada empreendimento averiguar os adequados sistemas, o dimensionamento para tal classificação é aplicado pelo quadro 3 (NBR 9077,2001).

Quadro 3 - Classificação das edificações quanto a sua altura.

Tipo	Denominação	Altura (m)
K	Edificações térreas, com ou sem mezanino	Um pavimento
L	Edificações baixas	$H \leq 6{,}00$ m
M	Edificações de baixa a média altura	$6{,}00$ m $< H \leq 12{,}00$ m
N	Edificações mediamente altas	$12{,}00$ m $< H \leq 30$m
O	Edificações altas	Acima de 30,00

Fonte: NBR 9077, 2001.

- Classificação das edificações quanto às suas características construtivas

De acordo com a NBR 9077 (2001) as edificações podem ser classificadas diante das suas características construtivas pelo quadro 4.

Quadro 4 - Classificação das edificações quanto às suas características construtivas.

Código	Tipo	Especificação	Exemplos
X	Edificações em que a propagação do fogo é fácil	Edificações com estrutura e entrepisos combustíveis	Prédios estruturados em madeira, com entrepisos de ferro e madeira, pavilhões em arcos de madeira laminada e outros
Y	Edificações com mediana resistência o fogo	Edificações com estrutura resistente ao fogo, mas com fácil propagação de fogo entre os pavimentos	Edificações com paredes-cortinas de vidro, com janelas sem peitoris, lojas com galerias elevadas e vãos abertos e outros
Z	Edificações em que a propagação do fogo é difícil	Prédios com estrutura resistente ao fogo e isolamento entre pavimentos	Prédios com concreto armado calculado para resistir ao fogo, com divisórias incombustíveis, sem divisórias leves, com parapeitos de alvenaria sob as janelas ou com ambas prolongando os entrepisos e outros

Fonte: Adaptada, NBR 9077, 2001.

- Classificação da edificação quanto as dimensões em planta

Uma das medidas que determinam a escolha de qual proteção contra o fogo deve-se utilizar é a área do pavimento ou da edificação, a qual são classificadas em dois grupos, em função de todas as ocupações com área, de acordo com o COSCIP/RJ:

- Inferior ou igual a 900 m²
- Superior a 900 m²

Sua classificação das dimensões é feita segundo a Tabela 37.

Tabela 37 - Classificação das edificações quanto às suas dimensões em planta.

Natureza do enfoque		Código	Classe da edificação	Parâmetros de área
α	Quanto à área do maior pavimento (sp)	P	De pequeno pavimento	Sp < 750 m²
		Q	De grande pavimento	Sp ≥ 750 m²
β	Quanto à área dos pavimentos atuados abaixo da soleira de entrada (ss)	R	Com pequeno subsolo	Ss < 500 m²
		S	Com grande subsolo	Ss ¯ 500 m²
γ	Quanto à área total st (soma das áreas de todos os pavimentos)	T	Edificações pequenas	St < 750 m²
		U	Edificações médias	750 m² ≤ St < 1500 m²
		V	Edificações grandes	1500 m² ≤ St < 5000 m²
		W	Edificações muito grandes	At > 5000 m²

Fonte: NBR 9077,2001.

- Classificação das edificações de áreas de risco quanto à carga de incêndio

Para Brentano (2016), carga de incêndio na edificação é o somatório do resultado das energias caloríficas, cuja liberação pode ser possível pela combustão absoluta de todos materiais combustíveis compreendidos em um pavimento, ambiente ou edificação, incluindo divisórias, revestimentos das paredes, tetos e pisos.

Carga de incêndio específica é o valor da carga total sendo dividida pela área de piso em megajoules por metro quadrado (Mj/m²). Pode ser classificada em risco baixo, médio e alto, de acordo com a Tabela 38 (Brentano, 2016).

Tabela 38 - Classificação das cargas de incêndio específicas e equivalentes.

Risco	Carga de incêndio especifica (Mj/m²)
Baixo	Até 300
Médio	Entre 300 e 1200
Alto	Acima de 1200

Fonte: BRENTANO, 2016.

3.4.2 Cálculo da população

O cálculo da população se dá através da NBR 9077 (2001), de acordo com Tabela 39, para cada classe de ocupação, a população será a razão dada entre o dado de pessoas por área e a área da edificação.

Tabela 39 - Dimensionamento das saídas.

Ocupação		População	Capacidade da U. de passagem		
Grupo	**Divisão**		**Acessos e descargas**	**Escadas e rampas**	**Portas**
A	A-2	Duas pessoas por dormitório	60	45	100
C	-	Uma pessoa por 3 m² de área	100	60	100
F	F-5	Uma pessoa por m² de área	100	75	100

Fonte: Adaptada, NBR 9077, 2001.

3.4.3 Sistema de hidrante

As tomadas de incêndio são constituídas por válvulas angulares de 65 milímetros de acordo com o diâmetro da mangueira de hidrante. As mesmas podem estar acolhidas em caixas de incêndio apropriadas que já incluem as mangueiras de hidrantes, esguichos troncos ou reguláveis e chaves de mangueiras de hidrantes (BRENTANO, 2016).

De acordo com o Decreto 897 do estado do Rio de Janeiro, os pontos de hidrante devem ser bem sinalizados, pintados de vermelho para que possam permitir rápida localização, não podendo ficar vedados ou evitar a saída dos ocupantes. Sua localização deve ser próxima às portas externas ou acessos à área a ser protegida, sempre visíveis. A altura do registro de hidrante de distância do piso, deve ser de 1 metro, no mínimo, e 1,50 no máximo. A quantidade de hidrantes é determinada de acordo com a área a se proteger, na qual os pontos de risco devem ser alcançados por duas linhas de mangueiras de hidrantes, que não poderão ultrapassar a 30 metros, (2 lances de 15 m). Com no máximo duas seções, as linhas de mangueira, unidas por juntas STORZ, podem ser dotadas de esguichos de jato regulável ou requintes, à escolha do Corpo de Bombeiros.

O dimensionamento do sistema de hidrante será como descrito abaixo.

- Passo 1

  A norma adotada para o dimensionamento é a NBR 13714 (2000).

- Passo 2

  Definir a classe de risco de ocupação da edificação, através do quadro 2.

- Passo 3

  Definir o sistema a ser adotado: o projeto proposto abordará o de Hidrantes.

- Passo 4

Lançamento dos pontos de hidrantes, conforme projeto.

- Passo 5

Cálculo da vazão mínima, através da equação 33 e da pressão residual mínima, pela equação 34:

$$\mathrm{Q} = 200\mathrm{l}/\min = 0{,}0033\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s} \tag{33}$$

$$\mathrm{pr} = 20\ \mathrm{mca} \tag{34}$$

- Passo 6

Definir os diâmetros a serem adotados no sub-ramal. De acordo com a norma, os diâmetros adotados em função da vazão mínima são:

- Diâmetro do esguicho regulável: 13 mm
- Diâmetro da mangueira de hidrante: 40 mm
- Diâmetro da canalização: 65 mm

Deve-se verificar sempre, a partir do cálculo da velocidade de escoamento da água (v ≤ 5 m/s), se o diâmetro da canalização favorece o desempenho hidráulico desejável para o sistema.

- Passo 7

- Determinação da perda de carga do Sub-ramal, por meio da equação 35:

$$\mathrm{hp} = \mathrm{hpc} + \mathrm{hpv} + \mathrm{hpm} + \mathrm{hpesg} \tag{35}$$

Onde:

hp = perda de carga total no ramal do trecho escolhido, em mca;

hpc = perda de carga na canalização, em mca;

hpv = perda de carga na válvula angular, em mca;

hpm = perda de carga na mangueira de hidrante, em mca;

hpesg = perda de carga no esguicho, em mca.

- Calcula-se a perda de carga na canalização, utilizando a equação 36, de Hazen-Williams:

$$\mathrm{hpc} = 10{,}65 \times \mathrm{Q}_{H10}^{1,85} \times \mathrm{It_c} \times \mathrm{C}^{-1,85} \times \mathrm{d_c}^{-4,87} \quad (36)$$

Onde:

Q = vazão do hidrante;

It = comprimento teórico de canalização, (It = ln- le, comprimento linear e comprimento equivalente);

C = coeficiente de atrito de Hazen- Williams;

$\mathrm{d_c}$= diâmetro interno da canalização do hidrante.

- Perda de carga na válvula angular, através da equação 37.

$$\mathrm{hpv} = \mathrm{K} \times \frac{\mathrm{v_v^2}}{2\mathrm{g}} \quad (37)$$

Onde:

K = coeficiente da válvula angular;

$\mathrm{V_v}$= velocidade da válvula angular;

g = aceleração da gravidade (g = 9,8 m/s²).

- Perda de carga na mangueira de hidrante, utilizando a fórmula simplificada de Hazen- Williams, equação 38:

$$\mathrm{hpm} = 280.000 \times \mathrm{Q}_{\mathrm{H10}}^{1,85} \quad (38)$$

- Perda de carga no esguicho regulável

Calcula-se a velocidade na saída do esguicho regulável, pela equação 39:

$$\mathrm{v_{esg}} = \sqrt{2 \times \mathrm{g} \times \mathrm{pr}} \quad (39)$$

Calcula-se a vazão, através da equação 40:

$$\mathrm{Q_{esg}} = \mathrm{A_{esg}} \times \mathrm{v_{esg}} \quad (40)$$

Calcula-se a pressão na entrada, pela equação 41:

$$\mathrm{pe} = \frac{\mathrm{Q}_{\mathrm{esg}}^2}{\mathrm{K}_{\mathrm{esg}}^2} \tag{41}$$

Calcula-se a perda de carga, por meio da equação 42:

$$\mathrm{pesg} = \mathrm{pe} - \mathrm{pr} \tag{42}$$

- Passo 8

Cálculo da pressão no ponto A, que representa a conexão do sub-ramal do hidrante com a coluna de incêndio, pela equação 43:

$$\mathrm{pa} = \mathrm{pr} + \mathrm{hp} \tag{43}$$

- Passo 9

Cálculo do fator de vazão K no ponto A, que é a conexão entre o sub-ramal do hidrante e a coluna de incêndio, através da equação 44, sendo importante para fazer o balanceamento das pressões nas conexões com a coluna de incêndio dos demais sub-ramais, que serão calculados para uso conjunto (BRENTANO, 2016).

$$\mathrm{K_A} = \frac{\mathrm{Q_{H10}}}{\sqrt{\mathrm{pa}}} \tag{44}$$

- Passo 10

Cálculo da pressão no ponto B, deve ser suficiente para que as vazões dos hidrantes sejam bem atendidas para um perfeito funcionamento com valores, iguais os recomendados na norma para hidrante mais desfavorável, é calculada pela equação 45.

$$\mathrm{pb} = \mathrm{pa} + \mathrm{hg} + \mathrm{hp} \tag{45}$$

sendo:

hg = desnível;

hp = perda de carga na canalização.

- Passo 11

O cálculo da vazão no hidrante, se faz através da equação 46.

$$Q_{H9} = Ka\sqrt{pb} \tag{46}$$

- Passo 12

A vazão na coluna de incêndio é calculada através da equação 47.

$$Q_{MB-B} = Q_{H10} + Q_{H9} \tag{47}$$

- Passo 13

O cálculo da altura manométrica total é feito através da equação 48.

$$hm_t = pb + hg_{RI-B} + hp_{RI-MB} + hp_{MB-B} \tag{48}$$

- Pressão em B, calculada no passo 10;
- Altura manométrica em RI e B, que é o desnível entre o fundo do reservatório e o ponto B;
- Perda de carga na canalização de sucção, do fundo do reservatório RI até MB, mesmo procedimento da canalização de recalque;
- Perda de carga na canalização de recalque, do ponto MB até B.

- Passo 14

A vazão dos dois hidrantes mais desfavoráveis é importante para verificar se o diâmetro que foi adotado para a coluna de incêndio é favorável e se a pressão no esguicho do hidrante não é exagerada, além da verificação, calcula-se o volume mínimo necessário para a reserva técnica de incêndio. Através da equação 49.

$$Q_t = 2 \times Q_{H22} \tag{49}$$

- Passo 15

Após feitos os cálculos até aqui, se faz a verificação do diâmetro adotado para a coluna, a partir da vazão máxima da coluna, velocidade máxima na coluna e o diâmetro da coluna de incêndio.

- Passo 16

Se calcula o volume da reserva técnica de incêndio, segundo a vazão do hidrante mais favorável, pela equação 50.

$$V_{RTI} = 2 \times Q_{H1} \times T \tag{50}$$

- Passo 17

Após feito o cálculo da reserva técnica de incêndio, faz-se a seleção das bombas de incêndio, utilizando bomba afogada de acordo com o modelo e o fabricante.

- Passo 18

Os dados obtidos são apresentados em um quadro de resultados.

3.4.4 Sistema de chuveiros automáticos

O sprinkler é composto por uma ampola “Quartzois”, onde se encontra um fluido especial, que é controlado com exatidão, e distribuído em diversas temperaturas de funcionamento como na tabela 40. Entretanto, o fluido vermelho com temperatura de rompimento de 68ºC é o usual.

Tabela 40 - Temperatura de rompimento.

Temperatura Nominal (ºC)	Coloração do líquido
57	Laranja
68	Vermelha
79	Amarela

Fonte: Adaptada, NBR 10897, 2014.

De acordo com Brentano (2016), o dimensionamento de sistemas de chuveiro automáticas se faz da seguinte forma:

- Passo 01

Consultar a norma a ser adotada para o dimensionamento, que é a NBR 10897 (2014).

- Passo 02

Definir a classe de risco da ocupação, de acordo com o item 4 da NBR 10897 (2014).

- Passo 03

Definir a área máxima de cobertura do chuveiro automático de acordo com a tabela 41:

Tabela 41- Área máxima de cobertura do chuveiro automático.

TIPO DE TETO	TIPO DE CHUVEIRO	ÁREA MÁXIMA DE COBERTURA (M²)			
		CLASSE DE RISCO			
		LEVE	ORDINÁRIO	EXTRAORDINÁRIO	ESPECIAL
Liso, incombustível	Padrão	21 (18,6)	12,0 (12,0)	9,3 (8,4)	9,3
				12,0	12,0
	CE	37,0	37,0	-	-
		30,2	30,2	-	-
		24,0	24,0	-	-
		-	-	18,5	18,5
		-	-	13,7	13,7
	GG	-	-	12,0	12,0
	ESFR		-	9,3	9,3

Fonte: Adaptada, BRENTANO, 2016.

- Passo 04

Calcular o espaçamento máximo entre chuveiros automáticos de acordo com a tabela 42:

Tabela 42- Espaçamento máximo entre chuveiros automáticos.

TIPO DE TETO	TIPO DE CHUVEIRO	ESPAÇAMENTO MÁXIMO (M)			
		CLASSE DE RISCO			
		LEVE	ORDINÁRIO	EXTRAORDINÁRIO	ESPECIAL
Liso, incombustível	Padrão	4,6	4,6	3,7	3,7
				4,6	4,6
	CE	6,1	6,1	-	-
		5,5	5,5	-	-
		4,9	4,9	-	-
		-	-	4,3	4,3
		-	-	3,7	3,7
	GG	-	-	3,7	3,7
	ESFR		-	3,7	3,7

Fonte: Adaptada, BRENTANO, 2016.

- Passo 05

A determinação da área a ser protegida é feita a partir do projeto arquitetônico e das características construtivas da edificação, sendo importante para a definição do layout do sistema, de acordo com a tabela 43.

Tabela 43 – Área máxima protegida por chuveiros automáticos.

Classe de Risco	Forma de Cálculo	Área máxima protegida
		m²
Leve	Tabela	4.800
Ordinário	Tabela	4.800
Extraordinário	Tabela	3.700

Fonte: Adaptada, BRENTANO, 2016.

- Passo 06

Para determinação da rede de chuveiros automáticos no ambiente, deve ser levado em conta fatores como a classe de risco de incêndio, limitações de espaçamento, dimensões de ambiente entre outros. E deve-se se considerar um fator muito importante que é o desperdício de materiais. Os espaçamentos mais adequados:

$$A_C = 3{,}60 \times 3{,}30 = 11{,}88m^2$$

$$A_C = 3{,}60 \times 3{,}20 = 11{,}52m^2$$

$$A_C = 3{,}70 \times 3{,}30 = 12{,}21m^2$$

$$A_C = 3{,}70 \times 3{,}20 = 11{,}84m^2$$

- Passo 07

Diâmetros dos Sub-ramais e dos ramais é dimensionado de acordo com a tabela 44.

Tabela 44 - Diâmetros dos Sub-ramais e ramais.

Diâmetro nominal	Número máximo de chuveiros automáticos na canalização
mm	Aço Galvanizado
25	2
32	3
40	5
50	10
65	20
75	40
100	100
150	275
200	(***)

Fonte: Adaptada, BRENTANO, 2016.

- Passo 08

Determinação da vazão mínima da instalação, de acordo com a tabela 45:

Tabela 45 - Vazão mínima das instalações.

Classe de Risco	Vazão mínima da bomba	Tempo mínimo de operação	Volume mínimo do reservatório	Pressões mínimas
	l/min	**Min**	**m³**	**kPa**
Leve	1900-2850	30-60	57	100
Ordinário	3200-5650	60-90	192	140

Fonte: Adaptada, BRENTANO, 2016.

- Passo 09

Diâmetro da coluna de incêndio (canalização de recalque), pela equação 51:

$$V_{CI} = \frac{Q_{CI}}{A_{CI}} \tag{51}$$

Onde:

V_{CI}= Velocidade de escoamento da água na coluna de incêndio, em m/s;

Q_{CI}= Vazão na coluna de incêndio, em m/;

A_{CI}= Área da seção da coluna de incêndio, em m².

- Passo 10

Para a determinação do diâmetro de canalização de sucção, na maioria das vezes adota-se um diâmetro comercial superior ao da canalização de recalque.

- Passo 11

Altura manométrica ou pressão mínima requerida na bomba é determinada pela expressão:

$$hm_t = p_{VGA} + hg_{RI'-A} + hp_{RI'-A} \tag{52}$$

Onde:

hm_t= altura manométrica total ou pressão mínima requerida na bomba em mca;

p_{VGA}= pressão residual, tabela 47 em mca;

$hg_{RI'A}$= Desnível entre o fundo do reservatório e o nível do chuveiro mais elevado;

$hp_{RI'A}$= Perda de carga total do reservatório.

- Passo 12

Feito o cálculo da reserva técnica de incêndio, faz-se a seleção das bombas de incêndio de acordo com o modelo e o fabricante. Os dados das bombas principais e de pressurização são obtidos através das curvas características de bomba, gráfico de quadrículas e tabela prática de seleção de bombas KSB, modelo Meganorm-Bloc, mostradas no anexo E.

- Passo 13

Apresenta-se todos os dados obtidos, resumidamente, em um quadro de resultados.

3.4.5 Extintores

Considerado um sistema portátil, o sistema de combate por extintores de incêndio precisa de um operador que conduza o equipamento até o local do princípio de fogo para apagá-lo.

O decreto nº 897/76 estipula, em seu Art. 81º, obrigatório mesmo com outros sistemas de prevenção contra incêndio, a instalação de extintores em todas as edificações. Cada aparelho é apropriado para as classes de incêndio a eliminar.

- Número de extintores e sua distribuição

A quantidade de extintores a ser instalado na edificação deverá seguir as exigências, de acordo com a Tabela 46, que mostra a distância máxima a percorrer por qualquer ocupante; e, o risco de incêndio (DECRETO Nº 897, 1978).

Tabela 46 - Recomendações para cada unidade extintora.

Risco	Área máxima a ser protegida por unidade extintora	Distância máxima para o alcance do operador
Pequeno	250 m²	20 m
Médio	150 m²	15 m
Grande	100 m²	10 m

Fonte: DECRETO Nº 897, 1978.

Para a distribuição dos extintores deve-se seguir os seguintes princípios: deve estar em um local visível, onde a probabilidade de o fogo bloquear o acesso seja pequeno; devem ficam fixados de maneira que suas partes fiquem acima do piso 1,80m; poderão ser aceitos apenas extintores que tenham o selo de marca de

conformidade da ABNT, inspeção ou vistoria; os locais designados para os extintores devem estar indicados por um círculo vermelho ou por seta larga e bordas amarelas; deve-se pintar uma larga área embaixo do extintor, de vermelho, de no mínimo 1m x 1m; independente da área que for ocupada, deve ter no mínimo 2 extintores para cada pavimento (DECRETO Nº 897, RIO DE JANEIRO, 1978).

3.4.6 Saídas de emergência

Saída de emergência é um caminho percorrido pelo usuário da edificação em casos de sinistro. Determina uma saída segura das pessoas de uma edificação, até seu exterior, além de facilitar a entrada do Corpo de Bombeiros para resgates e combates a incêndio, sendo composta por corredores, portas, escadas e rampas, que promovem uma saída segura (EUZEBIO, 2014).

Segundo a NBR 9077 (2001), as saídas de emergência estabelecem alguns itens de segurança:

- Distâncias máximas a serem percorridas

A distância máxima a ser percorrida quando ocorre um incêndio, é o caminho que se deve traçar para chegar em um ponto da edificação que seja seguro e protegido.

Para a demarcação da distância máxima, deve-se levar em consideração as características construtivas (quadro 4), número de saídas e sistema de chuveiros automáticos, como na Tabela 47 (NBR 9077, 2001).

Tabela 47 - Distância máxima a serem percorridas.

Tipo de edificação	Grupo e divisão de ocupação	Chuveiros automáticos	
		Saída única	Mais de uma saída
X	Qualquer	25 m	35 m
Y	Qualquer	35 m	45 m
Z	C e F	45 m	55 m
	A	55 m	65 m

Fonte: Adaptada, NBR 9077, 2001.

- Número de saídas

Para os diversos tipos de ocupação, há um número de saídas que é exigido, em função das dimensões, altura e características construtivas.

Na Tabela 48, especifica-se o número de saídas obrigatórias, levando-se em conta a classe de ocupação e a área de edificação.

Tabela 48 - Número de saídas.

Dimensão		**Q (área de pavimento >750 m²**				
Altura		**K**	**L**	**M**	**N**	**O**
Ocupação		**Nº**	**Nº**	**Nº**	**Nº**	**Nº**
Gr.	**Div.**					
A	A-1	1	1	1	-	-
C	C-1	2	2	2	2	2
F	F-5	2	2	2	2	3

Fonte: Adaptada, NBR 9077,2001.

- Largura das saídas de emergência

Em qualquer caso, a largura mínima das saídas de emergência deve ser de 1,10 m, sendo dimensionada de acordo com o número de pessoas da edificação. De acordo com a NBR 9077 (2001), a largura das saídas se dá através da equação 53.

$$N = \frac{P}{c} \tag{53}$$

Onde:

N = número de unidades de passagem;

P = população, conforme coeficiente da Tabela 45;

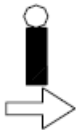
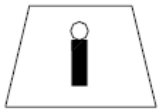
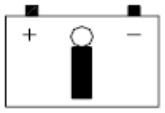
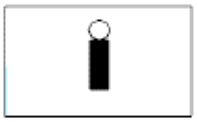
C = capacidade da unidade.

3.4.7 Iluminação de emergência

De acordo com a NBR 10898 (2013) a iluminação de emergência é obrigatória em locais de rotas de saídas, onde deve estabelecer um nível mínimo de iluminação no piso em locais com desnível de 5 lux e em locais planos 3 lux. No qual possibilite reconhecer obstáculos, saídas, escadas, grades, mudanças de direção entre outros, com o fluxo de direção no mínimo a 30 m.

O quadro 5 mostra as simbologias de iluminação de emergência.

Quadro 5 - Símbolos utilizado em projeto de iluminação.

Denominação	Simbologia
Ponto de iluminação de emergência	
Ponto de iluminação de emergência tipo balizamento	
Avisador visual	
Baterias de acumulação para o sistema de iluminação de emergência	
Central do sistema de iluminação de emergência	

Fonte: Adaptado, NBR 14100, 1998.

4.4.8 Sinalização de Emergência

Segundo a NBR 13434 (2004) sinalização de emergência é classificada em duas: sinalização básica e complementar. A sinalização básica é formada por quatro categorias:

- Sinalização de proibição

Instalada em local visível com altura mínima de 1,80m, do piso a base da sinalização, distribuída em mais pontos dentro da área de risco, e a distância entre si é de 15m.

- Sinalização de alerta

Deve ser alocada igual a sinalização de proibição, porém sua distribuição é próxima ao risco isolado ou distribuída ao longo da área de risco.

- Sinalização de orientação e salvamento

Deve mostrar todas as mudanças de sentido ou direção, sendo instalada segundo sua função:

- Portas de saídas de emergência: localizadas acima das portas, máximo 10 centímetros, ou diretamente na porta centralizada a altura de 1,80m;

- Rotas de saída: distância de qualquer ponto da rota de saída até a sinalização esteja no máximo de 7,5m, sendo localizada, visível em qualquer ponto, distância de 15m entre si, altura de 1,80m;
- sinalização de identificação dos pavimentos no interior da caixa de escada de emergência: altura de 1,80m, colocado junto à parede, sobre o patamar de cada pavimento de acesso;
- Rotas de saídas para deficientes: devem ser sinalizadas para uso específico.

- Sinalização de equipamentos de combate e alarme

Deve estar à 1,80m de altura do piso acabado e acima do equipamento sinalizado, se caso houver algum equipamento que atrapalhe a visualização da sinalização deve-se colocar outra em uma altura suficiente; se pode-se ver todas as faces de um pilar, deve-se colocar sinalização em ambas; em situações onde a visualização da sinalização não esteja possível apenas com placa acima do equipamento, deve-se adotar o item 5.1.4 da NBR 13434-1 (2004).

Já a sinalização complementar é composta por faixas de mensagem ou cor: indicação continuada de rotas de saídas, indicação de obstáculos, pilares, vigas entre outros, mensagens escritas para complementar as sinalizações básicas. O espaçamento deve ter no mínimo 3m entre cada sinalização e mudança de sentido, de acordo com algumas circunstâncias:

- aplicada sobre o piso, dando sentido ao fluxo, sinalização deve está centralizada em relação a rota de saída;
- aplicada em paredes, altura deve estar entre 0,25m e 0,50m, aplicada na parede direita e esquerda da rota de saída;
- em casos de obstáculos ou riscos a sinalização deve ser implantada sempre que houver:
- rebaixo de teto, desnível de pisos, outro destaque resultante de elementos construtivos que diminuem as larguras das rotas ou até mesmo impedem sua passagem.

3.4.8 Sistema de detecção e Alarme

O sistema de detecção e alarme constitui-se na identificação do incêndio a partir de três fenômenos físicos: elevação de temperatura, fumaça e calor, no qual o

acionamento se dá através de detectores automáticos, deve-se escolher aquele que rapidamente dê uma resposta a um foco de fogo e será demonstrado abaixo sua distribuição (BRENTANO, 2010).

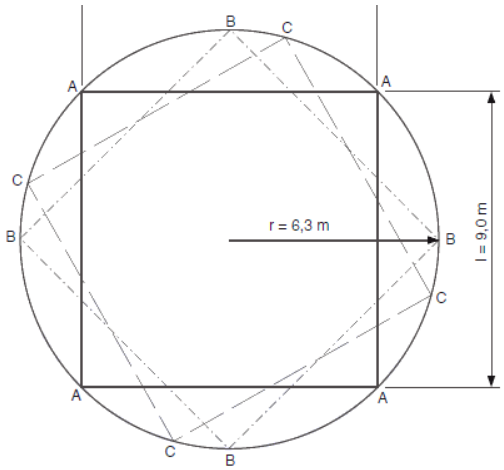
3.4.8.1 Detectores de fumaça

Devem satisfazer as áreas de máxima ação recomendadas pela NBR 17240 (2010), de acordo com o produto a ser utilizado.

- Áreas de ação

Área máxima de 81 m², classificada como um quadrado de 9 metros de lado, alistado em um círculo, com raio igual a 0,7 vezes o lado do quadrado, originando-se em um raio de 6,3 metros, como na figura 52.

Figura 52 - Área máxima de cobertura.

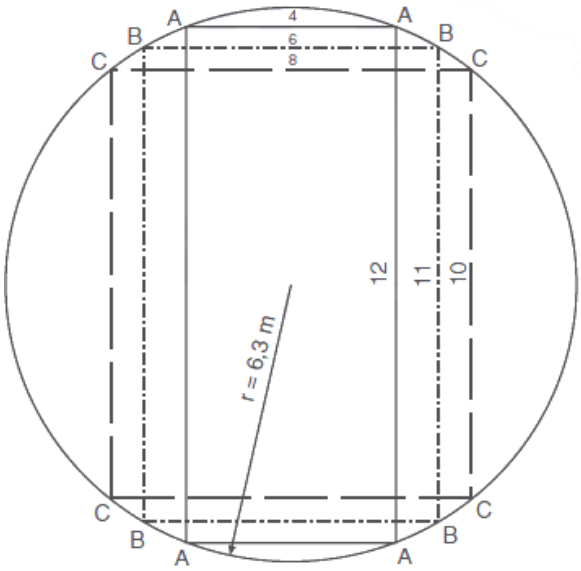


Fonte: NBR 17240, 2010.

- Áreas retangulares

Se as áreas forem retangulares, em função da arquitetura, onde os mesmos devem estar no círculo como mostra na figura 53, de acordo com o tipo de detector, fumaça ou temperatura (NBR 17280, 2010).

Figura 53 - Cobertura do detector de fumaça em áreas retangulares.



Fonte: NBR 17240, 2010.

De acordo com Brentano (2010) se as dimensões ultrapassarem aquelas especificadas nas figuras 54 e 55, divide-se a área total protegida em áreas retangulares ou quadradas menores. Deve ser realizada a correta distribuição dos detectores para que, na ocorrência de um incêndio, estes estejam dentro dos padrões necessários.

- Tetos com obstruções

Caso haja obstruções no teto como vigas, dutos de ar condicionado, calhas de iluminação, entre outros, a instalação dos detectores deve ser feita nos vazios limitados por obstruções. Na qual vai pender da altura das mesmas, como mostra a tabela 49 de acordo com os diferentes tipos de tetos (NBR 17240, 2010).

Tabela 49 - Área de cobertura dos detectores de fumaça.

Tipo de detector	Tipo de teto	Área cobertura	Lado quadrado	Raio do círculo circunscrito	Afastamento máximo entre detectores	Afastamento máximo de cantos dos ambientes
		m²	M	m	M	m
Fumaça	Liso	81	9	6,3	9	6,3
	Viga □□20 cm	81	9	6,3	9	6,3
	20 cm □□viga □□60□cm	54	7,3	5	7,3	5
	Viga□□□60 cm	40	6,3	4,4	6,3	4,4

Fonte: Adaptada, NBR 17240, 2010.

- Localização dos detectores de fumaça no teto

Devem ter intervalos de acordo com a altura do teto e sua forma, de acordo com a NBR 17240 (2010).

➢ Áreas regulares

No teto a distância máxima entre os detectores em tetos lisos deve ser igual ao lado do quadrado registrado no círculo, equivalente a área de ação do detector, figura 54 e tabela 51.

Em paredes laterais, dutos de ar condicionado entre outros, mínima igual a 15 cm, na prática 30 cm e máxima igual a metade da distância entre dois detectores seguintes em um mesmo ambiente.

Distância nos cantos regulares é 0,7 vezes a distância dos detectores, no máximo de 6,3.

Em casos relativos, na parede lateral o detector pode ser instalado em uma distância de no máximo de 15 a 30 cm do teto.

➢ Áreas irregulares

Afastamentos do canto não podem ser superior a 0,7 vezes a raiz quadrada da área de ação do detector, dessa forma, a localização dos detectores deve ser definida pela interseção da circunferência traçada nos cantos mais distantes dos locais protegidos, raio igual a 0,7 vezes a raiz quadrada da área de ação do detector, conforme o detector e o teto (NBR 17240, 2010).

- Áreas estreitas

Corredores de forma retangular, na qual as dimensões ultrapassam as mostradas na figura 55 e a área de cobertura seja menor que a área indicada para o detector, divide-se a área em retângulos menores, com dimensões inferiores ou iguais a um dos retângulos da figura referida, onde o mesmo fique contido num círculo com o diâmetro a 0,7 vezes a raiz quadrada da área de cobertura do detector (BRENTANO, 2010).

- Tetos altos

As alturas máximas do ambiente com espaçamento máximo para o detector de fumaça são de 8 metros com espaçamento máximo entre eles de 9 metros (NBR 17240, 2010).

Para as alturas de teto citadas, o tempo previsto para a detecção é de 9 minutos, em alturas superiores os tempos de detecção é definido de acordo com o caso, avaliação de riscos e recomendações de fabricantes.

A instalação dos detectores de fumaça deve ser feito em níveis de no máximo 8 metros, em locais que tenham altura superior a 8 metros. De acordo com a NBR 17240 (2010) é recomendável que a instalação de coletores de fumaça com área mínima de 900 cm² (30cm x 30cm) em todos os detectores em níveis intermediários.

3.4.8.2 Detectores de chamas

Os detectores de chamas devem ser localizados em locais que possam se ver a radiação luminosa em qualquer ponto do local favorecido. Adequadas para locais com alturas e distâncias maiores, no qual deve ter cuidado na sua localização para garantir um perfeito funcionamento. Há situações que eles devem ser protegidos por anteparos ou distribuídos de forma específica, para evitar falsos alarmes (BRENTANO, 2010).

- Condições de instalação

- No foco do incêndio, deve-se levar em consideração que a percepção dos detectores reduz com o quadrado da sua distância a fonte;
- A diminuição da percepção do detector deve ser de 50% do valor do eixo do cone, ou seja, resolve-se acrescentando mais detectores ou diminuição da distância de cobertura;

- A fumaça também pode atrapalhar a detecção através dos detectores de chamas, principalmente quando o tempo de pirolise até o começo das chamas for estendido e não ter como a fumaça sair do local.
- O projeto deve considerar o combustível que seja mais desfavorável para a detecção;
- É recomendado a utilização de pelo menos dois detectores, quando utilizados para comando de sistemas automáticos;
- No projeto deve-se mostrar todos os detectores de chamas, posicionamento, campos de visão, equipamentos a serem protegidos e obstáculos existentes nos ambientes.

3.4.8.3 Acionadores ou detectores manuais

Deve ser instalado em locais de visibilidade, fácil acesso, em caso de emergência onde houver maior trânsito de pessoas. Atendendo condições como obrigatórias em todas edificações que tem sistemas de detecção instalado, sua instalação deve ser entre 90 cm e 1,35 m acima do piso acabado, tem a forma de sobrepor ou embutida, o ressalto do invólucro do detector de sobrepor não pode ultrapassar de 4 cm em corredores com larguras menores que 1,20 m, o detector embutido com altura máxima de 2,5 m na parede ou no teto, deve ser sinalizado, localizado perto a entradas e próximo as escadas, junto aos hidrantes e que esteja de forma que não atrapalhe as pessoas a saírem em casos de emergência (NBR 17240, 2010).

3.4.8.4 Alertadores sonoros e/ou visuais

Alertadores ou avisadores respondem a algumas situações de instalação, de acordo com a NBR 17240 (2010):

- Deve ser instalado em locais que possibilitam sua audição e visualização, em quantidades suficientes, em locais de trânsito de pessoas em processo de emergência como corredores, saídas de emergências, extintores, entre outros;
- Deve ser instalado a uma altura de 2,20 m a 3,50m embutido ou sobreposto, na parede;
- Além de avisadores sonoros, precisa de avisadores visuais em locais com nível sonoro de 105 dBA.

3.4.9 Brigada de Incêndio

Para o dimensionamento do número de componentes adota-se a NBR 14276 (2006) que utiliza a tabela 50 para a formação da brigada de incêndio ou compartimento com o número de brigadistas já existentes, o nível de treinamento e instalação será demonstrado no anexo D.

Tabela 50 - Composição da brigada de incêndio.

Grupo	Div	Descrição	Grau de risco	População do pavimento (pessoas)						Nível de treinamento	Nível de instalação
				≤ 2	≤ 4	≤ 6	≤ 8	≤ 10	>10		
A	A2	Edifícios de apart. em geral	Baixo	Todos os funcionários da edificação (igual a 4 por turno)						Básico	Básico
			Médio								
			Alto								
C	C2	Edifícios de lojas, galerias, etc.	Baixo	1	2	2	2	2	Nota 1	Básico	Básico
			Médio	1	2	3	4	4	Nota 1	Interm. 11	Interm. 11
			Alto	Todos	2	3	4	5	Nota 1	Intermediário	Intermediário
F	F5	Teatros, cinemas, etc.	Baixo	1	2	2	2	2	Nota 1	Básico	Básico
			Médio	1	2	3	4	4	Nota 1	Inter. 13	Interm. 13
			Alto	Todos	2	3	4	5	Nota 1	Inter. 13	Inter. 13

NOTAS
1 – Quando a população fixa de um pavimento, setor ou compartimento for maior que 10 pessoas, será acrescido mais um brigadista para cada grupo de até:

- 20 pessoas para risco baixo;
- 15 pessoas para risco médio;
- 10 pessoas para risco alto.

Fonte: Adaptada, NBR 14276, 2006.

As atribuições da brigada de incêndio são, segundo a NBR 14276 (2006):

- Ações de prevenções: conhecer o plano de emergência, avaliar riscos existentes, inspecionar as rotas de fuga, entre outros.
- Ações de emergência: Aplicas os conhecimentos básicos do plano de emergência contra incêndio da planta.

- Procedimentos básicos de emergência

Os procedimentos devem estar de acordo com a NBR 15219 (2005) e a brigada de incêndio deve trabalhar com o plano de emergência contra incêndio.

3.4.10 Plano de Emergência

Plano de emergência é um documento estipulado em função dos riscos das edificações, tabela 51, tendo em vista à proteção a vida, meio ambiente e do patrimônio, como a diminuição das decorrências de sinistros.

Tabela 51 - Exigências de exercícios simulados.

Risco de incêndio da edificação (conforme NT 1-04)	**Quantidade mínima de exercícios simulados ao ano**	
	Abandono parcial	**Abandono total**
Risco pequeno	01 (recomendado)	00
Risco médio	00	01
Risco grande	01	01

Fonte: OLIVEIRA, 2018 apud CBMERJ.

Segundo Oliveira (2018), a elaboração do plano de emergência contra incêndio e pânico, deve ser apresentada ao CBMERJ por meio de requisitos mínimos como:

- Características gerais da edificação (Área de risco)
  - Identificar o nome do edifício ou empresa;
  - Designar o tipo de localização: endereço, área rural ou urbana, característica da vizinhança, meios de ajuda externa e distância da unidade do CBMERJ;
  - Tipo de sistema construtivo;
  - Características arquitetônicas;
  - Ocupação;
  - Classificação em função do risco de incêndio de acordo com a NT 1-04;
  - Quantidade da população flutuante e fixa, e características;
  - Mostrar a quantidade de pessoas portadoras de necessidades especiais e/ou mobilidade reduzida e a sua localização na edificação (área de risco);
  - Características de funcionalidade, como horários e turnos de trabalho e demais pontos importantes;
  - Indicar riscos específicos: líquidos inflamáveis, produtos perigosos, entre outros;
  - Indicar a quantidade dos membros da brigada de incêndio e outros meios de ajuda externa;
  - Assinalar medidas preventivas existentes e dispositivos preventivos fixos e móveis;
  - Indicar e identificar o número de saídas de emergência.
- Procedimentos Básicos de emergência contra incêndio e pânico
  - Como a brigada e população em geral será alertada e como será dado o alerta em caso de incêndio;

- Quem será a pessoa a acionar o CBMERJ, com as seguintes informações:

a) Nome e número de telefone utilizado;
b) Endereço da edificação completo;
c) Ponto de referência;
d) Característica do sinistro;
e) Número e estado das vítimas.

- Análise da situação;
- Apoio externo, indicar quem é responsável por acionar outro meio de ajuda externa;
- Primeiros socorros, indicar pessoa aptas para prestar os primeiros socorros;
- Eliminar os riscos, indicar pessoa para corte de energia elétrica e se necessário fechamento das válvulas de tubulação;
- Abandono de área, indicar a pessoa responsável por esse processo e o procedimento usado para acionar o plano de emergência;
- Isolamento de área, indicar pessoas responsáveis e o método usado pra isolar a área de sinistro;
- Confinamento do sinistro, indicar pessoa responsável por este processo e o procedimento usado para evitar o alastramento do incêndio.
- Extinção do incêndio;
- Registro de evento.

- Plano de abandono

O plano de abandono ele determina todos os métodos e ações que são indispensáveis para o abandono total ou parcial da edificação, como o tipo de abandono, distribuição de responsabilidades e funções, localização de pontos de encontro, a forma de ativação e orientação para o abandono.

- Previsão de exercícios simulados

Determinar a previsão anual dos exercícios simulados.

- Plantas de emergência

Fixadas no hall do pavimento de saída e no hall principal dos demais pavimentos da edificação.

- Documentos de regularização junto ao CBMERJ

Deve-se anexar cópias dos documentos expedido pelo CBMERJ, como certificado de despacho, laudo de exigências entre outros.

- Reponsabilidade pelo plano de emergência contra incêndio e pânico (PECIP)

Deve conter o termo de responsabilidade do profissional, termo de responsabilidade do responsável pela edificação e a cópia da ART de elaboração do PECIP, ambas assinadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta como conteúdo principal os resultados obtidos durante a elaboração de todos os projetos propostos anteriormente, visando especificar as características dos projetos e as soluções adotadas para cumprir as metas especificadas nos objetivos. Além disso, o capítulo trará argumentos e justificativas sobre os resultados, objetivando sanar quaisquer questionamentos.

4.1 PROJETO DE ENGENHARIA CIVIL

Este projeto foi elaborado seguindo, principalmente, as diretrizes do Código de Obras e Edificações e do Plano Diretor Participativo do Município de Itaperuna-RJ, bem como da NBR 9050 (2015), que trata sobre acessibilidade à edificação, e do COSCIP/RJ (1976).

A projeção da edificação projetada ocupa 1377,13 m² no terreno que possui área total de 1820,00 m², logo apresenta taxa de ocupação de 75,67%, portanto se enquadra dentro do limite máximo de 90% determinado no PDP para a ZRMD, por possuir instalações comerciais no térreo.

Já o coeficiente de aproveitamento do terreno (CAT) calculado para esta edificação foi de 6,453 com uma área total à construir de 11 745,09 m², encontrando-se inferior ao CAT básico para a ZRMD definido pelo PDP como 8, ou seja, é permitido construir até oito vezes a área do terreno, 14 560,00 m² neste caso, logo a área total do projeto está dentro do limite.

Adotou-se no projeto uma taxa de permeabilidade de 11,06 %, ou seja, 201,37 m² de área permeável. O PDP exige que seja mantida uma taxa de permeabilidade de 15% da área total do terreno, porém, pelo fato de haver uma contradição na própria Lei, que permite uma taxa de ocupação de 90 % na ZRMD, torna-se aceitável uma taxa de permeabilidade de 10% para edificações onde haja comércio no térreo, o que justifica a taxa de permeabilidade adotada no projeto.

O projeto da edificação mista em questão é composto por 10 pavimentos, sendo os dois primeiros pavimentos destinados à utilização comercial e de entretenimento e os demais para uso da fração residencial da edificação. Cada um destes pavimentos será pormenorizado nos tópicos seguintes. Todos os pavimentos possuem pé-direito de 3,05 metros, com exceção do segundo pavimento, onde se encontram as salas de cinema, com pé-direito de 6,20 metros.

Em todos os ambientes onde não foi possível adotar a área de ventilação/iluminação natural mínima, determinada pelo Código de Obras e Edificações, foi adotada a solução de ventilação mecânica, como indicado no projeto, suprindo essa necessidade.

Todos os corredores, escadas e rampas da edificação foram dimensionados com largura superior à 1,20 m, seguindo sempre as recomendações da NBR 9050 (2015) e do COSCIP/RJ (1976).

Cabe ressaltar que apesar de não ter o dimensionamento estrutural como objetivo, reconhece-se a necessidade de adoção de juntas de dilatação a cada 15 metros, bem como do emprego de vigas protendidas de transição entre o pavimento de garagem e o de cinema, devido ao posicionamento dos reservatórios de sprinklers, evitando pilares em locais inadequados.

- Térreo

O térreo do empreendimento é composto pela recepção/entrada social da fração residencial multifamiliar e entrada de sua respectiva garagem, assim como pela entrada do cinema e pelos três restaurantes propostos. Todas as entradas projetadas são independentes, de forma a individualizar cada unidade comercial e, principalmente, isolar a área residencial. Ao todo, o pavimento térreo apresenta 1293,32 m² de área a construir.

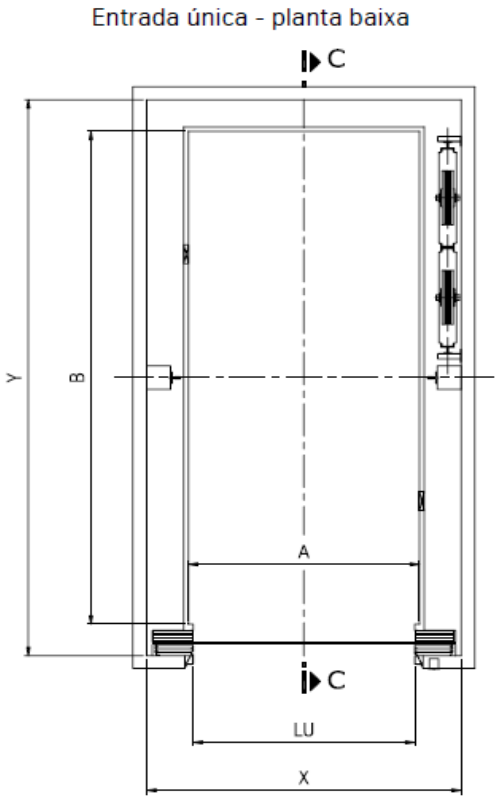
Foi projetada uma ampla recepção para o residencial multifamiliar, com 66,64 m², com entrada e fachada voltadas para a Rua Rodrigues Távora, nos fundos do terreno, assim como a entrada da garagem. A localização destas entradas foi estratégica, visto que esta rua é a menos movimentada entre os três logradouros que dão acesso ao terreno, possibilitando maior tranquilidade para a entrada de moradores e seus respectivos veículos.

A recepção residencial conta com um vestiário/banheiro para os funcionários contendo, inclusive, um sanitário acessível de acordo com a NBR 9050 (2015), bem como um depósito de material de limpeza e um outro depósito onde se encontra a saída de um duto de lixo presente em todos os pavimentos superiores, com acesso direto ao exterior da edificação, onde se encontra um portão exclusivo para o logradouro, facilitando assim o descarte do lixo e evitando a passagem do lixo pelo hall de entrada social.

Nesta recepção encontra-se ainda a escada e os dois elevadores de acesso a todos os pavimentos superiores do residencial multifamiliar. A escada foi projetada de acordo com as exigências da legislação vigente e, principalmente, do Corpo de Bombeiros do estado do Rio de Janeiro para este tipo de empreendimento, sendo enclausurada, à prova de fumaça, com antecâmara, dutos de entrada e saída de ar, portas corta fogo de 90 cm, respeitando todos os critérios de dimensionamento citados no capítulo de metodologia. Além disso, toda a área da caixa de escada e dos elevadores é envolvida por paredes de alvenaria 25 cm de espessura, resistentes ao fogo durante o período de quatro horas, como exige o COSCIP/RJ.

Para acessar as vagas de garagem do residencial multifamiliar, localizadas no segundo e terceiro pavimentos, adotou-se a solução de utilizar dois elevadores automotivos, buscando economizar espaço e apostando em inovação tecnológica. O modelo dos elevadores para transporte vertical de automóveis escolhido, fabricado pela Thyssenkrupp Elevadores, é o Classe B, da linha Cargauto. A figura 54 mostra o desenho esquemático do elevador em planta baixa.

Figura 54 - Elevador para veículos automotores.



Fonte: Thyssenkrupp Elevadores, 2018.

Na tabela 52 são apresentadas as dimensões e especificações do modelo de elevador automotivo adotado.

Tabela 52 - Dimensões, em milímetro do elevador automotivo adotado.

Capacidade (Kg)	Dimensões de cabina com porta de abertura central					
	Cabina				Porta 6 AC	
	Entrada	Largura	Prof.	Altura útil	Altura útil	Largura útil
	Tipo	A	B	AU	OPH	LU
2500	Única	2500	6000	2400	2100	2400

Fonte: Adaptada, Thyssenkrupp Elevadores, 2018.

A porta de acesso ao hall de entrada do cinema localiza-se na lateral direita do terreno, confrontando-se com a Rua Padre Humberto Lindelauf. Este hall de entrada conta com pé direito alto, seguindo até a laje do segundo pavimento, somando 9,35 metros, proporcionando personalidade ao ambiente e sensação de amplitude aos clientes. A bilheteria do cinema fica localizada neste hall. Para permitir o acesso ao segundo pavimento do cinema foi projetada uma ampla escada, com dois lances, e uma rampa com 1,50 metro de largura e quatro lances, proporcionando acessibilidade de acordo com o que indica a NBR 9050 (2015).

O térreo é composto ainda por um restaurante com entrada independente, também localizada na lateral direita do terreno, com um salão de 170,72 m², cozinha industrial, despensa, e banheiros masculino e feminino independentes e amplos, ambos com sanitários acessíveis. Além disso, ainda foram projetados dois restaurantes espelhados, ambos com salão de 125,64 m², cozinha com despensa e banheiros com as mesmas características dos descritos no restaurante citado anteriormente. Porém, estes dois restaurantes possuem entradas situadas na fachada frontal do empreendimento, confrontando com a Av. Presidente Dutra, uma das principais e mais movimentadas avenidas da cidade, o que à torna muito propícia para empreendimentos comerciais.

A exigência das vagas de estacionamento para os restaurantes e o cinema, foi atendida pelo projeto, utilizando um recurso bastante comum nos estabelecimentos próximos, como nas Lojas Americanas, recuando a edificação na parte frontal e lateral do terreno e aproveitando parte do passeio para dispor as vagas. No total, para os

três restaurantes e as duas salas de cinema, foram projetadas 25 vagas, sendo 5 delas destinadas a pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Vale salientar que foi resguardada uma faixa de um metro no passeio para a passagem de pedestres, visto que a NBR 9050 (2015) exige no mínimo 90 centímetros.

Apesar de todo o recuo adotado, dependendo das dimensões do veículo a ser estacionado, as vagas podem atingir uma pequena faixa dos logradouros, porém isto pode ser facilmente justificado, utilizando o argumento de que no local não é proibido o estacionamento de veículos na lateral dos logradouros. Sendo assim, veículos estacionados próximos às sarjetas e paralelamente aos passeios ocupam, teoricamente, uma faixa de 2,50 metros pertencente ao logradouro, enquanto o espaço máximo necessário para complementar algumas vagas do presente empreendimento é de apenas 1,50 metro.

Todas as portas do térreo que proporcionam acesso aos locais voltados ao público são de correr e atendem às condições de escape exigidas pelo Corpo de Bombeiros.

- Segundo Pavimento

As duas salas de cinema foram projetadas no segundo pavimento, com área útil principal de 182,82 m², além de uma sala de projeção de 18,53 m², em cada uma delas. Cada sala tem capacidade para acomodar 112 espectadores, com três vagas inclusas para cadeirantes. Todos os demais assentos são acessíveis a pessoas obesas ou com mobilidade reduzida, visto que possuem um espaço livre de 60 cm à frente dos assentos, como previsto na NBR 9050 (2015).

Todos os requisitos técnicos previstos pela Associação Brasileira de Cinematografia foram seguidos na elaboração do projeto, como a distância mínima entre a tela e a primeira fileira de poltronas, o ângulo de visão adequado ao telespectador e a altura de projeção. Foi adotada uma tela 7,00 metros de comprimento e 3,00 metros de altura.

Em cada sala foi projetada uma arquibancada com 10 degraus, com espelhos de 18 cm e pisos de 1,18 m, onde foram dispostas as fileiras de cadeiras. Apesar de não dimensionar a estrutura, sugere-se no projeto que esta arquibancada seja uma estrutura metálica, devido ao baixo peso próprio do material quando comparado ao concreto.

O projeto prevê uma porta de entrada e uma de saída com abertura de 2,00 metros para cada sala de cinema, além disso as salas são envolvidas por paredes com 25 cm de espessura, resistentes ao fogo por 4 horas, de acordo com o previsto no COSCIP/RJ (1976).

O pavimento engloba também um hall de espera com uma área composta por cozinha, administração e um balcão de vendas, além de um banheiro feminino e um masculino, ambos com sanitário acessível. Apesar de o segundo pavimento ter 6,20 metros de pé-direito, optou-se por adotar pé-direito de 3 metros nos banheiros, na cozinha e na administração, forrados com gesso, para aproveitar um pouco da luz natural no hall de espera, através de grandes janelas no espaço acima desta altura.

Ainda no segundo pavimento, isolada da área do cinema, aproveitou-se uma área remanescente para a disposição de 5 vagas de garagem pertencentes ao residencial multifamiliar, sendo uma delas para deficiente físico, todas dimensionadas de acordo com as exigências do CONTRAN (2007).

No total, o segundo pavimento apresentará área a construir de 1293,32 m².

- Terceiro Pavimento

O terceiro pavimento, com área total a construir de 1293,32 m², foi destinado à disposição de 37 vagas de garagem para o residencial multifamiliar, em uma área de 1160,28 m², sendo duas delas destinadas à deficientes físicos. O pavimento projetado possui espaço adequado para manobras e todas as vagas estão de acordo com as determinações do CONTRAN (2007).

- Quarto Pavimento

Este pavimento foi elaborado para uso comum dos proprietários do residencial multifamiliar, contando com área projetada a construir de 996,66 m², pensando em contribuir para o lazer e qualidade de vida destes.

Foi projetada uma academia com área útil principal de 160,85 m², um banheiro masculino e um feminino, exclusivos para a academia, com sanitários acessíveis. Além disso, o pavimento conta com um playground, duas áreas descobertas e um amplo salão de festas de 399,28 m², com cozinha e banheiros para ambos os sexos com sanitário acessível.

O acesso à casa de máquinas dos elevadores automotivos é feito através do quarto pavimento.

- Pavimento Tipo

O pavimento tipo se repete do 5º ao 10º pavimento. Cada um destes seis pavimentos foi projetado com área total de 1144,74 m² e 7 apartamentos, totalizando 42 apartamentos. Os apartamentos possuem as seguintes áreas e características:

- Dois apartamentos com área total de 157,68 m², sendo 105,81 m² de área útil principal e 51,87 m² compondo as varandas;
- Dois apartamentos com área total de 140,27 m², sendo 103,33 m² de área útil principal e 36,94 m² compondo as varandas;
- Dois apartamentos com área total de 130,50 m², sendo 103,50 m² de área útil principal e 27,00 m² compondo as varandas;
- Um apartamento com área total de 88,42 m², sendo 72,46 m² de área útil principal e 15,96 m² de varanda.

Os seis apartamentos maiores possuem dois quartos, sendo um suíte, um banheiro social, ampla sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e varandas amplas. Já o apartamento de 88,42 m² possui dois quartos, um banheiro social, sala de estar/jantar, cozinha, área de serviço e varandas.

Os apartamentos foram elaborados com o objetivo de atender à classe média da população, com apenas dois quartos, portanto não são considerados apartamentos de alto padrão. Apesar de a maioria dos apartamentos apresentar área total superior a 120,00 m², todas as áreas úteis principais são inferiores a este valor, que só é ultrapassado em consequência das amplas varandas abertas. Devido a estes fatos, adotou-se apenas uma vaga reservada na garagem para cada um deles.

O pavimento possui um amplo hall de circulação, com dimensões superiores às mínimas exigidas.

4.2 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O projeto de instalações elétricas foi elaborado através do software Lumine V4, atendendo a todos os requisitos da NBR 5410 (2008). Foi realizado todo o dimensionamento elétrico da fração residencial da edificação.

- Iluminação

O método de Lúmens foi utilizado para o cálculo luminotécnico, definindo a quantidade de lâmpadas que são necessárias para cada ambiente do projeto segundo a área.

Foram adotadas em todo o projeto lâmpadas do modelo Standard Led Bulb LEDGlobe de 15W, da fabricante Philips. Este modelo de lâmpada apresenta um fluxo luminoso de 1521 Lm. A distribuição das lâmpadas foi realizada no software Lumine V4, porém, para exemplificar o processo de cálculo do número de lâmpadas foi considerada uma suíte do Apartamento 101 com 17,70m².

Na tabela 7, obteve-se o valor médio para iluminância a ser considerada em quartos de 150 lux. De acordo com a equação 8, é possível obter o fluxo luminoso e em sequência, a partir da equação 9 dimensiona-se a quantidade de lâmpadas necessárias ao ambiente, logo:

$$\emptyset = \frac{17{,}70 \times 150}{0{,}802 \times 0{,}95}$$

$$\emptyset = 3485\ Lm$$

$$\mathrm{n} = \frac{3485\ Lm}{1521\ Lm} = 2{,}29\ lâmpadas \approx 2\ lâmpadas$$

Cabe salientar que o projetista pode optar por um número maior de lâmpadas de acordo com a necessidade, adotando uma iluminância superior à média iluminância maior.

Na tabela 53, a título de exemplificação, estão apresentados os resultados do quantitativo de lâmpadas calculado para um dos apartamentos do pavimento tipo, de acordo com o método de Lúmens.

Tabela 53 – Quantitativo de lâmpadas para ambientes distintos do apartamento 101.

APARTAMENTO 101				
Ambiente	**Circuito**	**Área (m²)**	**Quantidade de lâmpadas (15W)**	**Potência (W)**
Quarto1	1	14,53	2	30
Suíte	1	17,70	2	30
Banheiro	1	4,20	2	30
Banheiro Social	1	4,20	2	30
Sala estar/jantar	1	33,30	4	60
Varanda 1	1	6,82	1	15
Varanda 2	1	7,49	1	30
Corredor	1	1,85	1	15
Área gourmet	2	33,25	5	75
Cozinha	2	11,10	2	30
Área de serviço	2	5,40	2	30
Total	-	-	-	375 W

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

- Tomadas

Foram adotados dois tipos de tomadas: tomadas de uso geral e tomadas de uso específico, com o intuito de atender a NBR 5410 (2008). A seguir, a tabela 54 demonstra um exemplo do cálculo da quantidade mínima de tomadas para cada ambiente do apartamento 101, de acordo com as recomendações da referida NBR. Vale salientar que no projeto, em alguns ambientes, foram adotadas quantidades superiores às mínimas, a critério das projetistas.

Tabela 54 – Quantitativo mínimo de tomadas no apartamento 101.

APARTAMENTO 101						
Ambiente	**Dimensões**		**TUG'S**		**TUE'S**	
	Área (m²)	**Perímetro (m)**	**Quantidade mínima**	**Quantidade adotada**	**Equipamento**	**Quantidade**
Quarto1	14,53	15,30	4	6	Ar condicionado	1
Suíte	17,70	18,50	4	6	Ar condicionado	1
Banheiro	4,20	8,80	1	1	Chuveiro	1
Banheiro Social	4,20	8,80	1	1	Chuveiro	1
Sala estar/jantar	33,30	25,40	5	8	-	-
Cozinha	11,10	13,40	4	6	-	-
Área de serviço	5,40	11,56	4	4	-	-
Corredor	1,85	6,00	1	1	-	-
Varanda 1	7,49	3,80	3	3	-	-
Varanda 2	6,82	12,80	3	3	-	-
Varanda Gourmet	33,25	31,70	6	6	-	-

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

De acordo com a Tabela 55 e 56, as tomadas de uso geral e tomadas de uso específico foram divididas em circuitos diferentes.

Tabela 55 – Tomadas de uso geral do apartamento 101.

TUG'S AP 101			
Circuito	**Quantidade (100W)**	**Quantidade (600W)**	**Potência (W)**
3	9		900
4	10		1000
5	8	5	3800
6	6	4	3000
TOTAL	35	9	8700

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Tabela 56 – Tomadas de uso específico do apartamento 101.

TUE'S AP 101		
Circuito	**Descrição**	**Potência (W)**
4	Ar condicionado	1400
7	Ar condicionado	1400
9	Chuveiro	6000
10	Chuveiro	6000

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

- Circuitos

Todos os circuitos dimensionados na edificação foram divididos de forma que a potência instalada em cada um dos circuitos não fosse muito elevada e de forma que caso ocorra algum problema fique mais acessível para uma manutenção. Sendo feito um circuito para cada tomada de uso específico. Os circuitos nos pavimentos tipo foram divididos de forma que cada apartamento possui seu próprio quadro de distribuição. A seguir, na tabela 57, será exemplificado resumidamente o quadro de distribuição do apartamento 101, os demais serão apresentados em prancha:

Tabela 57 – Quadro de distribuição (QD9) apartamento 101.

APARTAMENTO 101: QD9			
Circuitos	**Descrição**	**Alimentação**	**Potência total (W)**
1	Iluminação 01	Monofásico	240
2	Iluminação 02	Monofásico	135
3	TUG	Monofásico	900
4	TUG	Monofásico	1000
5	TUG	Monofásico	3800
6	TUG	Monofásico	3000
7	TUE	Bifásico	1400
8	TUE	Bifásico	1400
9	TUE	Bifásico	6000
10	TUE	Bifásico	6000
TOTAL			23875

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

O alimentador predial (AL1) abastece todos os quadros de distribuição, por isso é importante demonstrar seu quadro de cargas (Tabela 58) e seu quadro de demanda (tabela 59).

Tabela 58 – Quadro de Cargas - Alimentador Predial.

Circuito	Esquema	Método de instalação	V (v)	Pot. Total (VA)	Pot. Total (W)	In'	Seção (mm²)	Ic (A)	Disjuntor
QM2	2F+N+T	B1	220/127	166034	153735	136.2	50	175.0	80
QM1	2F+N+T	B2	220/128	20335	16081	49.6	10	66.0	32
QM3	2F+N+T	B3	220/129	12406	9635	159.8	95	207.0	90
QM4	2F+N+T	B4	220/130	166034	153735	136.2	50	175.0	80
QM5	2F+N+T	B5	220/131	166034	153735	136.3	50	175.1	80
QM6	2F+N+T	B6	220/132	166034	153735	136.4	50	175.2	80
QM7	2F+N+T	B7	220/133	166034	153735	136.5	50	175.3	80
QM8	2F+N+T	B8	220/134	166034	153735	136.6	50	175.4	80
TOTAL				1028944	948126				

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Tabela 59 – Quadro de Demanda – Alimentador Predial.

Tipo de Carga	Potência Instalada (kVA)	Fator de Demanda (%)	Demanda (kVA)
Iluminação e TUG's	421.03	24	101.05
Uso Específico	607.92	100	607.92
		Total	708.96

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Todos os demais resultados do dimensionamento do projeto elétrico estão expressos em planilhas, localizadas nas pranchas do mesmo, visto que não seria viável expressar todos no caderno. Foram elaborados quadros de carga, quadros de demanda, diagramas unifilares e multifilares para todos os pavimentos da edificação.

4.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS, SANITÁRIAS E PLUVIAIS

O Projeto Hidrossanitário foi executado pelo software Hydros V4, seguindo as normas técnicas, de forma que as instalações se tornam viáveis.

4.3.1 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA

Para a realização do projeto de instalações de água fria, foi criado uma harmonização entre o projeto e as tubulações, conexões, peças, aparelhos sanitários.

- Consumo Predial

Para se fazer o dimensionamento foi empregue as tabelas 24 e 25, feito separadamente por se tratar de uma edificação composta por diversas áreas.

Para o consumo dos apartamentos é considerado 2 pessoas por dormitório, contendo, 48 apartamentos, 2 dormitórios em cada apartamento, dessa forma o consumo é obtido pela equação:

$$\mathrm{n} = 48\ \mathrm{apts}\ \times\ 2\ \mathrm{dormitórios}\ \times\ 2\ \mathrm{pessoas}$$

$$\mathrm{n} = 168\ \mathrm{pessoas}$$

$$\mathrm{q} = 200\mathrm{l}\ \mathrm{per\ capita}$$

$$\mathrm{Cd} = 200\mathrm{l}\ \times\ 168\ \mathrm{pessoas}$$

$$\mathrm{Cd} = 33600\mathrm{l}$$

No cinema é considerado o número de assentos, no qual se tem 224 assentos, em duas salas de cinema com área de 182,82 m² cada, assim:

$$\mathrm{q} = 2\mathrm{l}\ \mathrm{por\ lugar}$$

$$\mathrm{Cd} = 2\mathrm{l}\ \times\ 224\ \mathrm{assentos}$$

$$\mathrm{Cd} = 448\mathrm{l}$$

O dimensionamento do restaurante, deve-se ponderar 1 pessoas para cada 1,40m² de área, sendo 1 restaurante com 170,72 m² e 2 com 251,28 m², com área total de aproximadamente 422 m², calcula-se o consumo pela seguinte equação:

$$\mathrm{n} = \frac{422}{1{,}40}\ = 302\ \mathrm{pessoas}$$

Dessa forma entende-se que o restaurante serve 302 refeições diárias, porém para o cálculo foi considerado 423 refeições, aplicando uma margem de segurança de 40%.

$$\mathrm{q} = 25\mathrm{l}\ \mathrm{por\ refeição}$$

$$\mathrm{Cd} = 25\mathrm{l} \times 423 \text{ refeições}$$

$$\mathrm{Cd} = 10575\mathrm{l}$$

No térreo é considerado 1 pessoa para cada 2,50 m² de área, com uma área de 142,10 m², logo:

$$\mathrm{n} = \frac{142{,}10}{2{,}50} = 57 \text{ pessoas}$$

$$\mathrm{q} = 50\mathrm{l} \text{ per capita}$$

$$\mathrm{Cd} = 50\mathrm{l} \times 57 \text{ pessoas}$$

$$\mathrm{Cd} = 2850\mathrm{l}$$

O pavimento de uso comum ele é composto por 1 salão de festas de 399,28 m² onde é considerado 1 pessoas para cada 1,40 m². E 1 academia de 168,85 m² onde se considera o número de pessoas dos apartamentos, assim:

$$\mathrm{n} = \frac{399{,}28}{1{,}40} = 286 \text{ pessoas}$$

$$\mathrm{q} = 25\mathrm{l} \text{ per capita}$$

$$\mathrm{Cdsalão} = 25\mathrm{l} \times 286 \text{ pessoas}$$

$$\mathrm{Cdsalão} = 7150\mathrm{l}$$

Para a academia, emprega-se a equação:

$$\mathrm{q} = 25\mathrm{l} \text{ per capita}$$

$$\mathrm{Cdacademia} = 25\mathrm{l} \times 168 \text{ pessoas}$$

$$\mathrm{Cdsalão} = 4200\mathrm{l}$$

Na garagem é considerado o número de automóveis, tendo-se 42 vagas para automóveis, logo:

$$\mathrm{q} = 50\mathrm{l} \text{ por automóvel}$$

$$\mathrm{Cd} = 50\mathrm{l} \times 42 \text{ automóveis}$$

$$\mathrm{Cd} = 2100\mathrm{l}$$

Para o dimensionamento do jardim, considera-se a área, onde a mesma equivale a 194,96 m², assim:

$$\mathrm{q} = 1{,}5\mathrm{l}\ \text{por área}$$

$$\mathrm{Cd} = 1{,}5\mathrm{l}\ \times 194{,}96\mathrm{m}^2$$

$$\mathrm{Cd}\ = 293\mathrm{l}$$

Após feito o consumo por área, soma-se os valores obtidos, deste modo:

$$\mathrm{Cd}\ = 33600 + 448 + 10575 + 2850 + 7150 + 4200 + 2100 + 293 = 61216\mathrm{l}$$

- Capacidade dos reservatórios

Para o dimensionamento dos reservatórios, foi estabelecido o consumo para 2 dias, assim:

$$\mathrm{CR} = 61216\mathrm{l} \times 2\ \text{dias}$$

$$\mathrm{CR} = 122432\mathrm{l}$$

Foi empregado para o dimensionamento da reserva técnica de incêndio a instrução do COSCIP, como a carga de incêndio é alta, usa-se a rede preventiva contra incêndio que determina o valor de 30000 litros de água para o cinema e pavimentos inferiores. Para os demais utilizou-se canalização preventiva sendo considerado para o cálculo, os 6000 litros para os quatro primeiros hidrantes e acrescentando 500 litros para os demais, tendo um total de 25 hidrantes, logo:

$$\mathrm{R} = (6000\mathrm{l} + 21\text{hidrantes} \times 500\mathrm{l}) + 30000\mathrm{l} = 46500{,}00\mathrm{l}$$

No reservatório inferior o volume equivale a 60% e na parte superior o volume é de 40%, a reserva técnica de incêndio ficará sobre o reservatório superior, dessa forma o volume dos reservatórios:

$$\mathrm{RI} = 122432\mathrm{l} \times 0{,}60$$

$$\mathrm{RI} = 73459{,}20\mathrm{l}$$

$$\mathrm{RS} = 122432\mathrm{l} \times 0{,}40$$

$$\mathrm{RS} = 48969{,}20\mathrm{l} + 46500{,}00\mathrm{l} = 95469{,}20\mathrm{l}$$

Dessa forma, calculado o consumo, adotou-se o uso do reservatório de concreto moldado in loco, com dimensão 5m x 5m x 3m, volume de 75 m³ no reservatório inferior e 5,40m x 7,96m x 2,30m, volume de 98,86 m³ no reservatório superior, no qual ambos atendem a capacidade do consumo predial.

- Alimentador e Ramal Predial

Para o dimensionamento do alimentador e ramal predial, foi considerado o consumo predial mais a reserva técnica de incêndio, onde:

$$Q = \frac{107{,}716}{86400} = 0{,}001246 m^3/s$$

No cálculo do diâmetro é utilizado a vazão na pior hipótese, na qual a velocidade de 0,6m/s:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0{,}001246}{\pi \times 0{,}6}} = 0{,}050m = 50mm$$

Foi empregue um diâmetro maior que o calculado, ficando assim com 75 mm para o alimentador e ramal predial, em decorrência da sucção.

- Hidrômetro

Por meio da tabela 26, determina-se as dimensões do abrigo do hidrômetro: 2,00m x 0,90m x 0,40m.

- Tubulação de limpeza e Tubulação de extravasor

Segundo Creder (2006), para reservatórios acima de 30000 litros, utiliza-se o diâmetro de tubulação de limpeza de 100mm. Para a tubulação de extravasor é recomendado um diâmetro acima do diâmetro selecionado do tubo de entrada de água, contudo adotou-se o diâmetro de 100mm.

- Tubulação de limpeza e Tubulação de extravasor

Segundo Creder (2006), para reservatórios acima de 30000 litros, utiliza-se o diâmetro de tubulação de limpeza de 100mm. Para a tubulação de extravasor é recomendado um diâmetro acima do diâmetro selecionado do tubo de entrada de água, contudo adotou-se o diâmetro de 100mm.

- Sub-Ramal

De acordo com a tabela 29, os sub-ramais que se encontram no projeto, estão seguindo os diâmetros mínimos dos pontos de consumo.

- Ramal

Os ramais da edificação possuem diâmetro de 25mm e 32mm, no qual o somatório dos pesos relativos dos aparelhos em cada ramal estão em concordância com a tabela 28. Obedecendo as pressões imprescindíveis para cada ponto de consumo.

- Coluna

Foi analisado o acúmulo de pesos que a coluna alimenta para o dimensionamento e escolha do diâmetro, somando os pesos dos trechos, como exemplo a coluna AF-01, demostrado abaixo, na tabela 60, o cálculo:

Tabela 60 - Somatório dos pesos da Coluna AF 01.

Ambiente	Elementos	Peso Unitário	Total
12 Banheiros Pav tipo	CH+ LV+ VS+ DH	12 (0,1+0,3+0,3+0,4)	13,2

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Assim, somado os pesos dos trechos, através da tabela 28 é feito a escolha do diâmetro, onde no exemplo foi correspondente a 25mm.

- Barrilete

Soma-se todos os pesos relativos da edificação para o dimensionamento do barrilete, abaixo, na tabela 61, está a demonstração do cálculo dos pesos para chegar a um diâmetro:

Tabela 61 - Somatório dos pesos Barrilete.

Ambiente	Elementos	Somatório dos pesos
Térreo	21LV + 12 PIAS + 17VS + 1MIC + 1CH	22,7
2ª Pavimento	1TQ+ 8VS + 3MIC + 9LV	14,2
3º Pavimento	2TR	0,8
Pavimento de uso comum	13LV+ 2 PIAS+ 11VS+ 3MIC	17
Pavimento tipo	6 x (13 LV+ 13CH+ 13VS+ 13DH+ 13TQ + 6 PIAS)	134,4
Total	-	189

Fonte: Arquivo dos autores, 2019.

Dessa forma o diâmetro para o barrilete é de 50mm.

- Verificação das pressões

Foram feitas verificações de pressões em todos os pavimentos, nos quadros abaixo serão mostrados os resultados de um aparelho de cada pavimento, os demais resultados encontram-se em apêndice.

Quadro 6- Verificação Pressão 10º Pavimento

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Ex.	Int.		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,55	25	20	1,75	3,15	0,01	3,16	0,2017	0,64	3,15	2,51
2	3	0,55	25	20	1,75	0,95	0,01	0,96	0,2017	0,19	3,45	3,26
3	4	0,55	25	20	1,75	1,6	0,22	1,82	0,2017	0,37	4,86	4,49
4	5	0,55	25	20	1,75	0,19	1,5	1,69	0,2017	0,34	4,48	4,14
5	6	0,10	25	20	0,32	0,33	2,2	2,53	0,0102	0,03	4,14	4,11
6	7	0,10	25	20	0,32	0,37	1,5	1,87	0,0102	0,02	4,11	4,09
7	8	0,10	25	20	0,32	0,5	1,5	2	0,0102	0,02	3,59	3,57
8	9	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	2,47	2,46
9	10	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	2,46	2,44

Fonte: Arquivo das autoras (2019).

Quadro 7- Verificação Pressão 4º Pavimento

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,94	32	25	1,92	1,35	0	1,35	0,1786	0,24	1,35	1,11
2	3	0,89	32	25	1,81	1,2	4,6	5,8	0,1623	0,94	2,31	1,37
3	4	0,89	25	20	2,83	0,1	0,22	0,32	0,4683	0,15	1,86	1,71
4	5	0,89	25	20	2,83	3,09	0,6	3,69	0,4683	1,73	1,06	-0,67
5	6	0,88	25	20	2,80	2,05	0,9	2,95	0,4592	1,35	0,70	-0,65
6	7	0,82	25	20	2,61	0,58	0,9	1,48	0,4058	0,60	2,06	1,46
7	8	0,78	25	20	2,48	1,57	0,9	2,47	0,3718	0,92	3,54	2,62
8	9	0,75	25	20	2,39	0,85	0,6	1,45	0,3471	0,50	4,47	3,97
9	10	0,53	25	20	1,69	0,9	0,9	1,8	0,1891	0,34	5,08	4,74
10	11	0,50	25	20	1,59	0,45	3,1	3,55	0,1707	0,61	6,12	5,51
11	12	0,50	25	20	1,59	0	0,9	0,9	0,1707	0,15	6,73	6,58

Fonte: Arquivo das autoras (2019).

Quadro 8- Verificação Pressão 3º Pavimento

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,16	25	20	0,51	8,97	0,01	8,98	0,0232	0,21	1,51	1,30
2	3	0,16	25	20	0,51	5	0,6	5,6	0,0232	0,13	1,60	1,47
3	4	0,16	25	20	0,51	2,65	0,6	3,25	0,0232	0,08	2,29	2,21
4	5	0,16	25	20	0,51	0	1,5	1,5	0,0232	0,03	2,21	2,18

Fonte: Arquivo das autoras (2019).

Quadro 9- Verificação Pressão 2º Pavimento

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,25	25	20	0,80	4,5	0,01	4,51	0,0508	0,23	4,50	4,27
2	3	0,25	25	20	0,80	0,15	0,6	0,75	0,0508	0,04	4,27	4,23
3	4	0,25	25	20	0,80	1,2	0,6	1,8	0,0508	0,09	5,30	5,21
4	5	0,25	25	20	0,80	3,77	1,5	5,27	0,0508	0,27	5,23	4,96
5	6	0,25	25	20	0,80	0	1,5	1,5	0,0508	0,08	5,00	4,92

Fonte: Arquivo das autoras (2019).

Quadro 10- Verificação Pressão Térreo

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,99	32	25	2,02	2,02	3,1	5,12	0,1955	1,00	2,00	1,00
2	3	0,76	25	20	2,42	2,43	0,9	3,33	0,3553	1,18	2,30	1,12
3	4	0,75	25	20	2,39	2,38	0,9	3,28	0,3471	1,14	3,21	2,07
4	5	0,75	25	20	2,39	2,38	0,6	2,98	0,3471	1,03	4,55	3,52
5	6	0,73	25	20	2,32	2,32	0,9	3,22	0,3311	1,07	4,92	3,85
6	7	0,71	25	20	2,26	2,26	0,9	3,16	0,3154	1,00	5,51	4,51
7	8	0,61	25	20	1,94	1,96	0,9	2,86	0,2418	0,69	6,05	5,36
8	9	0,61	25	20	1,94	1,96	0,6	2,56	0,2418	0,62	8,40	7,78
9	10	0,56	25	20	1,78	1,79	0,9	2,69	0,2082	0,56	8,90	8,34
10	11	0,50	25	20	1,59	1,6	0,9	2,5	0,1707	0,43	9,13	8,70
11	12	0,43	25	20	1,37	1,38	0,9	2,28	0,1311	0,30	9,34	9,04
12	13	0,35	25	20	1,11	1,13	0,9	2,03	0,0915	0,19	9,48	9,29
13	14	0,35	25	20	1,11	1,13	3,1	4,23	0,0915	0,39	9,59	9,20

Fonte: Arquivo das autoras (2019).

Através dos quadros, pode-se afirmar que as pressões foram suficientes, foram maiores que as mínimas necessárias.

- Dimensionamento das bombas hidráulicas

Para o cálculo da vazão utilizou-se o consumo diário, já o conjunto de bombas, definiu-se que o mesmo funcione por 6h/dia, onde há tempo suficiente para suprir a reserva de água em um dia.

$$\mathrm{Q} = \frac{62}{6\ \times 3600} = 0{,}00287\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s}$$

$$\mathrm{X} = \frac{6}{24} = 0{,}25\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s}$$

$$\mathrm{Dr} = 1{,}3\ \times \sqrt{0{,}00287} \times\ 4\sqrt{0{,}25} = 0{,}050\mathrm{m}$$

$$\mathrm{Dr} = 50\ \mathrm{mm}$$

O diâmetro de sucção, adota-se um diâmetro maior que o DR, consequentemente, DS é igual a 60 mm.

Têm-se uma altura manométrica de 83 mca. Com esses dados calcula-se a potência da bomba, logo:

$$\mathrm{P} = \frac{0{,}00287\ \times 83\ \times 1000}{75} = 3{,}17\ \mathrm{CV}$$

$$\text{PAB} = \frac{3{,}17}{0{,}7} = 4{,}53\ \text{CV}$$

$$\text{PAM} = \frac{3{,}17}{0{,}7\ \times 0{,}8} = 5{,}66\ \text{CV}$$

De acordo com o dimensionamento, o modelo escolhido foi o BC-22 R1 de 7,5 CV.

4.3.2 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO SANITÁRIO

O dimensionamento do projeto de esgoto sanitário, foi considerado todas as declividades e diâmetros que são determinados para cada situação, obtendo um projeto que siga o que é estabelecido.

- Ramal de descarga

Os ramais do projeto estão de acordo com a tabela 30, dessa forma cada aparelho foi dimensionado com o diâmetro adequado.

- Ramal de esgoto

As tubulações foram calculadas de acordo com a contribuição de UHC, para exemplificar, será feito o dimensionamento de um banheiro do pavimento térreo, com 5 vasos sanitários, assim:

$$\text{Número de aparelhos contribuintes} = \ 5\ \text{vasos sanitários}$$

$$\text{Número de UHC de cada contribuinte} = 6\ \times 5 = 30$$

De acordo com a tabela 31, através do dimensionamento, o diâmetro mínimo é de 100mm.

- Tubo de queda

A partir do somatório das UHC é feito o dimensionamento do tubo de queda, tendo como exemplo de cálculo foi escolhido o TQ1.

$$\text{Número de UHC contribuintes} = \ 6\ \text{banheiros}\ \times (1\text{VS} + 1\text{LV} + 1\ \text{CH})$$

$$\text{Número de UHC contribuinte} = 6 \times (6 + 1 + 2) = 54 \text{ UHC}$$

De acordo com a tabela 34 o diâmetro é de 75mm, mas como se sabe o tubo de queda não deve ser menor ao maior diâmetro da canalização que é ligada a ele, dessa forma têm-se que o diâmetro adequado é de 100mm.

- Subcoletor e coletor predial

Para o dimensionamento foi escolhido o tubo de queda TQ28, dessa forma o diâmetro foi determinado:

$$\text{Número de UHC contribuinte} = 6 \text{ tubos de queda} \times 54 \text{ UHC} = 324 \text{ UHC}$$

Assim, pode-se determinar através da tabela 35, que o diâmetro utilizado no projeto, considerando a declividade de 1% é 150 mm.

- Caixa de Gordura

Conforme o que foi dito, foi utilizado a caixa de gordura especial, assim, para se dimensionar a caixa de gordura, foi considerado o volume de pessoas estimadas para os restaurantes, dessa forma:

$$\text{V} = (2 \times 423) + 20 = 866\text{l}$$

As dimensões escolhidas para caixa de gordura foram de 0,90 x 0,90 x 1,10 m, sendo suficientes para atender as necessidades especificadas.

- Caixa de inspeção

As dimensões das caixas de inspeção foram de 0,80x0,80 m, acima do mínimo recomendado pela NBR 8160 (1999), respeitou a distância mínima em caso de mudança de direção entre a caixa de inspeção e o tubo de queda, que é de 2 metros, e a máxima que é de 12 metros entre si.

4.3.3 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAL

O dimensionamento das instalações prediais de águas pluviais, foi determinado pelo pior caso que se tem mais próximo, sendo Campos dos Goytaguases, para a intensidade pluviométrica.

- Área de contribuição

De acordo com a NBR 10844 (1989), a área de contribuição de quatro superfícies planas é dimensionada da seguinte forma:

$$A = \frac{a \times b}{2}$$

$$A = (19{,}30 \times 2{,}50) + (22{,}30 \times 10{,}75) + (8{,}25 \times 3{,}30) + (20{,}95 \times 12{,}00) + (22{,}30 \times 10{,}35) + (8{,}25 \times 3{,}30) + (22{,}30 \times 10{,}75) + (22{,}30 \times 10{,}85) + (19{,}30 \times 2{,}50) = 1112{,}87\mathrm{m}^2$$

$$A = \frac{1112{,}87}{2} = 556{,}44\ \mathrm{m}^2$$

- Vazão do Projeto

Para o cálculo da área de contribuição, usa a equação 31, logo:

$$Q = \frac{556{,}44 \times 240}{60} = 2225{,}74\ \mathrm{l/min}$$

- Condutores verticais

Para dimensionamento dos condutores verticais é importante identificar a metragem quadrada que o condutor sustenta e metragem quadrada local, para designar a quantidade e o diâmetro dos condutores verticais, assim:

$$\mathrm{AT} = \text{Área total da cobertura} = 556{,}44\ \mathrm{m}^2$$

$$\mathrm{AC} = \text{Área suportada pela tubulação, nessa caso diâmetro de } 200\ \mathrm{mm} = 275\ \mathrm{m}^2$$

$$\text{Condutores verticais} = \frac{\mathrm{AT}}{\mathrm{AC}} = \frac{556{,}44}{600} = 0{,}93 = 1\ condutor$$

De acordo com o que foi calculado, são necessários 1 condutor de 200mm. Conforme o projeto, foram colocados 3 condutores de 150mm, que atenderá adequadamente a necessidade determinada.

- Condutores horizontais

A vazão máxima que é suportada por um cano de 150mm com declividade de 2% é de 757 l/min, dessa forma a tubulação escolhida atende as necessidades.

Assim, a vazão total de cada tubulação que transporta a água ao coletor público, é 2225,74 l/min, logo a tubulação de 150mm na declividade de 2% é suficiente.

- Caixa de areia

Foi considerado os diâmetros mínimos constituídos e também a distância máxima entre as caixas, na qual a que foi utilizada, foi a de modelo simples e sem grelha com dimensões de 60x60 m.

4.4 PROJETO DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

O projeto de prevenção e combate a incêndio foi dimensionado seguindo as normas técnicas.

- Classificação da edificação

De acordo com o quadro 2, verificou-se que a edificação é classificada em três grupos:

Grupo A, divisão A-2

Grupo C, divisão C-1

Grupo F, divisão F-5.

- Classificação da edificação quanto a sua altura

Através do quadro 03, de acordo com a altura da edificação, identificou-se que a mesma é classificada como Tipo O, edificações altas.

- Classificação das edificações quanto às suas características construtivas

As edificações são classificas de acordo com o quadro 4, visto que a edificação em questão se classifica em suas características construtivas no código Z.

- Classificação das edificações quanto as dimensões em planta

A edificação é classificada no grupo superior a 900m² de acordo com o COSCIP/RJ.

- Classificação das edificações quanto sua área de risco

Através da tabela 40, identificou-se que a edificação tem uma carga de risco alta, pois possui carga de incêndio acima de 1200 (mj/m²).

- Hidrantes

➢ Passo 1- Norma adotada para o dimensionamento NBR 13714 (2000);
➢ Passo 2- Grupo A-2, C-1 e F-5;
➢ Passo 3: O sistema adotado foi o de hidrantes;
➢ Passo 4: Os pontos de hidrantes foram lançados no projeto de acordo com as normas;
➢ Passo 5: Vazão mínima definida nas equações 33 e 34;
➢ Passo 6: Os diâmetros adotados para o esguicho foi de 13mm, para mangueira de hidrante foi de 40mm e da canalização 65mm. Verificado que a canalização favorece o desempenho hidráulico desejável para o sistema;
➢ Passo 7: Cálculo da perda de carga no sub-ramal do H25:

a) A perda de carga da canalização se calcula através da equação 36, logo:

$$\mathrm{hpc} = 10{,}65 \times 0{,}0033_{25}^{1{,}85} \times 3{,}4 \times 120^{-1{,}85} \times 0{,}065^{-4{,}87} = 0{,}08\ \mathrm{mca}$$

b) Através da equação 37, determina a perda de carga na válvula angular:

$$\mathrm{hpv} = 5 \times \frac{(2{,}53)^2}{2 \times 9{,}8} = 1{,}63\mathrm{mca}$$

c) Para determinar a perda de carga na mangueira de hidrante, é feito através da equação 38:

$$\mathrm{hpm} = 280.000 \times 0{,}0033^{1{,}85} = 7{,}30\mathrm{mca}$$

d) O dimensionamento da perda de carga no esguicho é feito a partir da equação 42, logo:

$$\mathrm{pesg} = 35 - 20 = 15\ \mathrm{mca}$$

Para descobrir o pe deve-se calcular a velocidade na saída do esguicho regulável, pela equação 39, a vazão através da equação 40 e a pressão na entrada através da equação 41, logo:

$$\mathrm{v_{esg}} = \sqrt{2 \times 2{,}80 \times 20} = 20\ \mathrm{m/s}$$

$$\mathrm{Q_{esg}} = \frac{\pi\ \times 0{,}013^2}{4}\ \times 20 = 150\ \mathrm{l/min}$$

$$\mathrm{pe} = \frac{150\ \mathrm{l/min}}{25{,}3^2}\ = 35\mathrm{m}^3$$

Feitos os cálculos necessários, aplica-se na equação 35, para saber a perda de carga no sub-ramal H22:

$$\mathrm{hp} = 0 + 1{,}63 + 7{,}30 + 15 = 24\mathrm{mca}$$

- Passo 8- Determina-se a pressão no ponto A, através da equação 43:

$$\mathrm{pa} = 20 + 24 = 44\mathrm{mca}$$

- Passo 9- O cálculo do fator de vazão K no ponto A, determina-se pela equação 44, logo:

$$\mathrm{K_A} = \frac{200}{\sqrt{44}}\ = 30{,}15\frac{\mathrm{l}}{\mathrm{min}}.\mathrm{mca}^{-1/2}$$

- Passo 10- Dimensiona-se a pressão no ponto B, de acordo com a equação 45:

$$\mathrm{pb} = 44 + 3{,}05\ +\ 0 = 47\mathrm{mca}$$

- Passo 11- A vazão no hidrante é determinada através da equação 46:

$$Q_{H9} = 30{,}15\sqrt{47} = 207\,\frac{l}{min} = 0{,}0035\ m^3/s$$

- Passo 12- Pela equação 47, determina-se a vazão na coluna de incêndio:

$$Q_{MB-B} = 200 + 207 = 407\ l/min$$

- Passo 13- Dimensiona-se a altura manométrica total através da equação 48, logo:

$$hm_t = 47 + 8 + 1 + 27 = 83\ mca$$

- Passo 14- Para dimensionar a vazão nos hidrantes mais desfavoráveis, pode-se pegar apenas um dos dois, pois ambos estão no mesmo pavimento, concluindo-se que assim terão a mesma vazão, onde a vazão máxima é determinada pela equação 49, assim:

$$p_m = 83 - (3{,}6 + 1{,}2) - 1{,}0 + 0 = 77\ mca$$

$$Q_{H22} = 30{,}15\sqrt{77} = 265\ l/min$$

$$Q_t = 2\ \times 265 = 530\ l/min$$

- Passo 15- Feitos os cálculos, verifica se o diâmetro adotado é adequado:

$$V_{MAX} = \frac{0{,}0088}{\pi\ \times (0{,}065^2)/4} = 2{,}65\ m/s\ \leq\ 5{,}0\ m/s$$

Dessa forma, conclui-se que o diâmetro adotado para coluna de incêndio atende à vazão dos dois hidrantes quando em operação simultânea.

- Passo 16- A reserva técnica de incêndio é calculada através da equação 50, logo:

$$V_{RTI} = 2\ \times 200\ \times\ 60\ = 24\ m^3$$

- Passo 17- A seleção das bombas de incêndio se faz usando o gráfico de quadrículas e as curvas que são fornecidas pelos fabricantes.

a) Bombas principais (afogada):

- Altura manométrica total= 83 mca;

- Vazão da bomba: 24 m³/h
- Modelo: KSB/ Meganorm- Bloc
- Tamanho: 32-200

- Pela tabela do Fabricante:
- Tamanho da bomba= 32-200/ 20 x 209

Onde:

- 32mm é o diâmetro da abertura de saída da água da bomba para a canalização de recalque;
- 200mm é o diâmetro médio do rotor;
- 20 CV é a potência do motor selecionado;
- 209mm é o diâmetro real do rotor da bomba selecionada.

b) Bombas de Pressurização (jockey)

- Altura manométrica total= 97 mca (pressão na bomba principal com vazão zero);
- Vazão da bomba: 1,2 m³/h
- Modelo: KSB/ Meganorm- Bloc
- Tamanho: 25-200

- Curvas Características
- Diâmetro do Rotor: 209 mm
- Rendimento: <10%
- Potência do Motor: 7,5 CV
- NSPH: < 1,0m

- Pela tabela do Fabricante:
- Tamanho da bomba= 32-250.1/ 15 x 221

Onde:

- 32mm é o diâmetro da abertura de saída da água da bomba para a canalização de recalque;
- 250.1mm é o diâmetro médio do rotor;
- 15 CV é a potência do motor selecionado;
- 221mm é o diâmetro real do rotor da bomba selecionada.

- Passo 18 - Após concluído os passos acima, pode-se resumir os resultados no quadro 11:

Quadro 11 – Resumo dos Resultados do Dimensionamento dos Hidrantes

Quadro de Resultados					
Sistema de Bombas		**Abastecimento de água**		**Equipamentos**	
➢ Bombas Principais		➢ Reservatórios	Superior	➢ Canalizações	Aço carbono
• Pressão	83 mca	➢ RTI	24 m³	• Coluna de incêndio	65 mm
• Vazão	407 l/min	➢ Hidrantes		• Canal. De sucção	65 mm
• Motor	20 CV	• Vazão mínima	200 l/min	• Ramal do hidrante	65 mm
- Acionamento	Pressostato	• Pressão residual	20 mca	➢ Mangueira do hidrante	
- Desligamento	Manual	• Vazão máxima	265 l/min	• Diâmetro	40 mm
➢ Bombas de Pressurização		• Pressão no ponto	81 mca	• Comprimento	30 m
• Pressão	97 mca	• Uso simultâneo	2 (dois)	➢ Esguichos	
• Vazão	1,2 l/min	➢ Vazão do sistema	407 l/min	• Tipo	Regulável
• Motor	15 CV	➢ Tempo de operação	60 min.	• Diâmetro real	13 mm
- Acionamento	Pressostato	➢ Hidrante de recalque		• Tipo	Regulável
- Desligamento	Pressostato	• Canalização	65 mm	• Diâmetro comercial	40 mm
		• Válvula angular	65 mm		

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

Todos os valores apresentados no quadro de resultados que não foram obtidos através da metodologia são valores padronizados pela NBR 13714 (2000).

O número total de hidrantes dimensionados foi de 25, distribuídos por toda a área comum da edificação, sendo 02 em cada um dos seis pavimentos tipo, 03 no pavimento de uso comum, 03 no terceiro pavimento, 03 no segundo pavimento e 05 no pavimento térreo.

- Dimensionamento do Sistema de Sprinklers por tabela

- Passo 1 - Norma adotada para o dimensionamento NBR 10897 (2014);
- Passo 2 - A classe de risco da ocupação é ordinária, grupo II;

- Passo 3 - O dimensionamento da área máxima de cobertura do chuveiro automático é feito através da tabela 43, adotando-se teto liso, incombustível e Chuveiro Padrão, obtendo-se:

$$A_C \leq 12m^2$$

- Passo 4 - Utiliza-se a tabela 44 para a escolha do espaçamento máximo entre os chuveiros automáticos, assim:

$$"a" \text{ ou } b \leq 4{,}60m$$

- Passo 5 - A área máxima a ser protegida é dimensionada através da tabela 45, de acordo com a classe de risco:

$$A_m \leq 4800m^2$$

- Passo 6 – Foi escolhido o espaçamento mais adequado para o lançamento da rede de chuveiros automáticos, sendo:

$$A_C = 3{,}60 \times 3{,}30 = 11{,}88m^2$$

- Passo 7 - Os diâmetros dos sub-ramais e dos ramais é designado de acordo com a tabela 46 e o número máximo de chuveiros automáticos na canalização.
- Passo 8- De acordo com a tabela 47 a vazão mínima da instalação, para a classe de risco Ordinária, grupo II:

$$Q_S = 3200 \text{ l/min} = 192 \text{ m}^3\text{/h}$$

- Passo 9 - Para o dimensionamento do diâmetro da coluna de incêndio, utiliza-se a equação 51:

$$V_{CI} = \frac{192\ m^3/h}{\pi \times \frac{0{,}1^2}{4}} = 6{,}8m/s$$

$$d_{CI} = 100mm$$

- Passo 10 – Para o dimensionamento da canalização de sucção, normalmente, adota-se um diâmetro comercial acima ao da canalização de recalque, assim:

$$d_s = 125mm$$

- Passo 11 - A partir da equação 52 determina-se a altura manométrica:

$$p_{VGA} = 14{,}0 \text{ mca, conforme tabela 47;}$$
$$hg_{RI'-A} = 35{,}64 \text{ m;}$$
$$hp_{RI'-A} = 0{,}25\ (14{,}0 + 35) = 12{,}25 \text{ mca}$$
$$hm_t = 14 + 35{,}64 + \ 12{,}25 = 61{,}25 \text{ mca}$$

- Passo 12 - A determinação do volume da reserva técnica de incêndio é feita através da vazão mínima calculada e do tempo de operação do sistema, cujos valores são obtidos em tabela, da NBR 10897 (2014), logo:

$$Q_s = 3200 \text{ l/ min}(vazão\ mínima\ no\ sistema)$$
$$T_s = 60 \text{ min}(tempo\ de\ operação\ mínimo)$$
$$V_R = 192 \text{ m}^3(volume\ mínimo\ do\ reservatório)$$

Após determinado o volume da reserva técnica de incêndio se faz a Seleção das Bombas de Incêndio, usando o gráfico de quadrículas, as curvas fornecidas pelo fabricante e as tabelas práticas de seleção, que podem ser encontradas no anexo E deste trabalho.

a) Bombas principais

- altura manométrica total= 62 mca;
- vazão da bomba: 192 m³/h
- Tamanho da Bomba (1750 rpm) = KSB/ 80-400

Curvas Características:

- Diâmetro do Rotor= 332mm;
- Rendimento= 75%;
- Potência do Motor= 50 CV.

Pela tabela do Fabricante:

- Tamanho da bomba= 100-315/ 60 x 325

Onde:

- 100mm é o diâmetro da abertura de saída da água da bomba para a canalização de recalque;
- 315mm é o diâmetro médio do rotor;
- 60 CV é a potência do motor selecionado;
- 325mm é o diâmetro real do rotor da bomba selecionada.

Deve-se usar sempre um sistema com duas bombas principais, com as mesmas características técnicas, sendo uma reserva da outra.

b) Bomba de pressurização

- $P_J = 70\ \mathrm{mca}$
- $Q_J = 20\ \mathrm{l/min} = 1{,}2\ \mathrm{m^3/h}$
- Tamanho da bomba (3500 rpm) = KSB/ 25-200 Meganorn- Bloc

Curvas Características:

- Diâmetro do Rotor= 176 mm;
- Rendimento= 10%;
- Potência do Motor= 5 CV.

Pela tabela do Fabricante:

- Tamanho da bomba= 25-200/ 7,5 x 190

Onde:

- 25mm é o diâmetro da abertura de saída da água da bomba para a canalização de recalque;
- 200mm é o diâmetro médio do rotor;
- 7,5 CV é a potência do motor selecionado;
- 190mm é o diâmetro real do rotor da bomba selecionada.

- Passo 13 - A partir de todos os dados encontrados através de tabelas, pode-se resumir os resultados no quadro 12:

Quadro 12 – Resumo dos Resultados do Dimensionamento dos Sprinklers

Quadro de Resultados					
Sistema de Bombas		Abastecimento de água		Equipamentos	
➢ Bombas Principais		➢ Reservatórios	Superior	Canalizações	Aço carbono
• Pressão	62 mca	➢ RTI	192 m³	• Coluna de incêndio	100 mm
• Vazão	3.200 l/min	➢ Chuveiros Automáticos		• Canal. De sucção	125 mm
• Motor	60 CV	• Vazão mínima	57 l/min	➢ Conexões	Aço Carbono
- Acionamento	Pressostato	• Pressão mínima	5 mca	➢ Chuveiros Automáticos	
- Desligamento	Manual	➢ Fator de vazão	8,0	• Orientação	Pendente
➢ Bombas de Pressurização		➢ Tempo de operação	60 min	• Acionador	Ampola
• Pressão	70 mca	➢ Hidrante recalque:		• Tipo	Padrão
• Vazão	20l/min	• Canalização	100 mm	• Diâmetro nominal	13 mm
• Motor	7,5 CV	• Válvulas (duas)	2 x 65 mm	• Temperatura	68 ºC
- Acionamento	Pressostato			• Área de Cobertura	11,88 m²
- Desligamento	Manual		100 mm	• Espaçamento	3,30 x 3,60

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

Todos os valores demonstrados no quadro de resultados que não foram obtidos através da metodologia são valores padronizados pela NBR 10897 (2014).

O número total de sprinklers dimensionados foi de 447 sprinklers distribuídos por toda a área comum da edificação, sendo 14 em cada um dos seis pavimentos tipo, 73 no pavimento de uso comum, 110 no terceiro pavimento, 108 no segundo pavimento e 72 no pavimento térreo.

- Dimensionamento dos extintores

Os extintores foram dimensionados de acordo com o decreto Nº 897/76, cada aparelho de acordo com suas classes de incêndio.

Classificado como uma edificação de risco alto de incêndio, foi locado 1 extintor para proteger a cada 100 m², com distância mínima a percorrer de 10m, sendo, 02 extintores em cada andar do apartamento tipo, 13 no pavimento de uso comum, 13 no pavimento de garagem, 17 no segundo pavimento e 13 no pavimento térreo.

- Saídas e Iluminação de emergência

As saídas e iluminação de emergência foram dimensionadas de acordo com as normas descritas no item 3.4.6 e 3.4.7, com suas distâncias máximas a serem

percorridas, o número, largura, atendendo e facilitando a saída dos ocupantes em caso de um sinistro.

- Detectores de fumaça

Os detectores de fumaça foram dimensionados de acordo com a tabela 51, com tipo de teto liso, área de cobertura 81m², como tinha-se uma área grande, foi dividido a área protegida em áreas retangulares menores, assim estando dentro dos padrões necessários em caso de ocorrência de incêndio.

- Acionadores ou detectores manuais e Alertadores sonoros e/ou visuais

Foram todos dimensionados como falado no item 3.4.8.3, seguindo o que é indicado pela NBR 17240 (2010), os acionadores em locais visíveis, de fácil acesso, localizados perto de entradas e próximos as escadas, junto aos hidrantes. Os alertadores sonoros e/ou visuais, em locais que possibilitam visualização e audição, sendo mostrados com clareza em detalhes nas pranchas do projeto.

- Brigada de Incêndio

O dimensionamento da brigada de incêndio foi feito de acordo com o número de pessoas na edificação e de acordo com a tabela 50, estando de acordo com a NBR 15219 (2005), assim apresentado na tabela 62:

Tabela 62 - Composição da brigada de incêndio.

Pavimento	Quantidade de Pessoas	População do Pavimento	Quantidade de Brigadistas
Térreo	35	5 + 3	8
Cinema	20	5 + 2	7
Garagem e Pavimento de Uso Comum (PUC)	4	1 + 1	2
Apartamentos	15	-	15

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

- Plano de Emergência

De acordo com a tabela 51, as exigências de exercícios simulados para a edificação de risco grande é 01 exercício ao ano de abandono parcial e abandono total. Abaixo, na tabela 63, a elaboração do Plano de emergência contra incêndio e pânico da edificação para apresentação ao CBMERJ:

Tabela 63 – Características Gerais da edificação.

Nome	Residencial Solare/ Edificio Muri
Localização	Av. Presidente Dutra, Loteamento Jardim Três Pinheiros, Bairro Cidade Nova, Itaperuna-RJ. Encontra-se a 4,3 km do CBMERJ.
Sistema Construtivo	Alvenaria convencional de vedação, com paredes corta fogo
Características arquitetônicas	Edificação Mista
Ocupação	Residencial, Comercial e Local de Reunião de Público
Classificação de risco	Alta
Quantidade da população flutuante e fixa	751 pessoas
Quantidade de pessoas portadoras de necessidades	10 pessoas
Características de funcionalidade	O edifício residencial funciona 24 horas diárias, com revezamento de turno. No cinema funciona nos turnos vespertinos e noturnos, restaurantes em horário de almoço e jantar. Ambos com segurança 24 horas.
Riscos específicos	Líquidos inflamáveis nas cozinhas, produtos perigosos no cinema e restaurantes, risco de sinistro em apartamentos.
Quantidade de membros da brigada de incêndio	A brigada de incêndio é composta por 32 pessoas.
Medidas e dispositivos preventivos	Plano de abandono, exercícios simulados, treinamentos para a brigada de incêndio. Mesmo os moradores que não são considerados funcionários da edificação residencial recebem treinamento de nível básico de abandono local. O edifício ainda conta com o sistema de hidrantes, chuveiros automáticos (sprinklers) e extintores, saídas de emergência, alarme de incêndio com sensores, todos os equipamentos estão bem sinalizados para fácil identificação.
Número de saídas de emergência	5 saídas de emergência

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

- Procedimentos básicos de emergência contra incêndio e pânico

A brigada e a população em geral será alertada através dos dispositivos colocados para caso de sinistro, citados acima. O acionamento ao CBMERJ será feito através de uma empresa que realiza monitoramento 24 horas, que em caso de incêndio vai mobilizar uma equipe específica em curto espaço de tempo.

- Plano de abandono

No plano de abandono devem ser feitas simulações em caso de incêndio, como a edificação se enquadra em risco alto, é recomendado 01 simulação de abandono parcial e total.

O plano de abandono tem o ponto de encontro para evacuação, a qual deve ser feita pelas escadas, sem afobamento, com calma, sendo mostrado todas as opções de salvamento, seguindo as rotas de fuga, além disso é importante abranger todos os métodos seguidos pelos moradores.

As plantas de emergência são localizadas no hall de entrada. Após aprovação pelo CBMERJ, são anexadas as cópias do certificado de despacho, laudo de exigências, ART da elaboração do PECIP, PECIP, todas assinadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme se pôde vislumbrar, o presente trabalho teve por objetivo elaborar um projeto de uma edificação mista, com dez pavimentos, contando com três restaurantes no primeiro, duas salas de cinema no segundo, garagem residencial no terceiro, pavimento de uso comum no quarto e os demais destinados a quarenta e duas unidades residenciais.

Por abranger três tipos de atividades distintas, esta edificação, caso venha a ser concretizada, apresenta elevado potencial de geração de empregos e renda para o município de Itaperuna-RJ. Além disso, promete aquecer o mercado imobiliário e o setor comercial e de entretenimento.

No que tange à acessibilidade não apenas dos condôminos, bem como de todos os demais usuários da edificação em questão, houve uma evidente preocupação, visto que o projeto está em absoluta conformidade com a norma de acessibilidade, garantindo que qualquer indivíduo, independente de suas condições, possa utilizar seus espaços de uso comum, sem que esteja em contato com algum tipo de barreira.

Um outro ponto a ser ressaltado consiste no projeto de instalações elétricas, que foi inteiramente dimensionado de acordo com a NBR 5410 (2008), uma vez que foi realizada a estratégica locação dos pontos de iluminação, interruptores, pontos de tomada, quadros de distribuição, bem como o correto dimensionamento de todos os elementos imprescindíveis, tais como: o dimensionamento dos condutores, eletrodutos, das correntes de projeto, dispositivos de proteção, dentre outros, visando evitar desperdícios e proporcionar o adequado funcionamento das instalações. Ademais, optou-se pelo emprego de lâmpadas LED no intuito de alcançar maior eficiência energética, aliada à modernidade.

No que concerne às instalações hidráulicas de água fria, dimensionou-se corretamente todos os seus elementos, com o intuito de garantir as vazões solicitadas e um eficiente fornecimento de água aos locais de consumo, podendo-se citar o dimensionamento dos reservatórios, bombas hidráulicas, barrilete, ramais, sub-ramais e colunas de alimentação.

Já as instalações hidráulicas sanitárias, tiveram como objetivo captar a água usada para fins higiênicos e encaminhá-la a uma adequada destinação final. Para isso, foram dimensionados, de acordo com a norma pertinente, elementos variados, destacando-se os ramais de descarga e esgoto, com declividades apropriadas, caixas sifonadas, tubos

de queda, tubulação de ventilação, subcoletores, coletor predial, entre outros, objetivando o adequado funcionamento das instalações.

As instalações hidráulicas pluviais, pelo fato de ter sido adotada a laje impermeabilizada como cobertura da edificação, foram compostas pela implantação correta de um sistema de ralos/grelhas em vários pontos estratégicos da superfície da laje, com a inclinação adequada, bem como de condutores horizontais e verticais que captam as águas das chuvas, encaminhando-as ás redes públicas pluviais.

Por derradeiro, foi elaborado um complexo projeto de prevenção e combate a incêndio, onde foram adotadas todas as medidas ativas e passivas previstas no COSCIP/RJ e nas normas pertinentes, bem como foram dimensionadas todas as instalações hidráulicas de combate a incêndio referentes aos sistemas de hidrantes e instalação de chuveiros automáticos, compreendendo as reservas técnicas de incêndio, bombas hidráulicas, toda a tubulação e a locação dos hidrantes e sprinklers ao longo de toda a edificação. Todas essas medidas têm o intuito de minimizar as consequências de um sinistro, viabilizando, desta forma, maior segurança aos usuários da edificação.

Sendo assim, pode-se concluir que a proposta apresentada traz um modelo de edificação viável, atendendo aos anseios sociais sob a óptica da segurança, acessibilidade e funcionalidade, atingindo os objetivos propostos no trabalho de conclusão de curso.

REFERÊNCIAS

ABC. **Associação Brasileira de Cinematografia**, Projeto de recomendação técnica. Arquitetura de salas de projeção cinematográfica.

AECWEB. **Empreendimentos de uso misto são solução para problemas de mobilidade urbana.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/empreendimentos-de-uso-misto-sao-solucao-para-problemas-de-mobilidade-urbana_13491-10-0>. Acesso em: 25 ago. 2018.

Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. **Resolução Normativa Nº 596**, de 23 de julho de 2013.

_____. **Resolução Normativa Nº 414**, de 9 de setembro de 2010. Atualizada até REN 499/2012.

ARQUITETURA & INSPIRAÇÃO. **Sistemas Prediais: Esgoto Sanitário- Parte 2**. Disponível em: <http://arq.ap1.com.br/sistemas-prediais-instalacao-de-esgoto-sanitario-parte-1/>. Acesso em 10 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos**. NBR 9050. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **Avaliação de Projetos e Instalações de Salas de Projeção Cinematográfica**. NBR 12238. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

_____. **Brigada de Incêndio - Requisitos**. NBR 14276. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

_____. **Disjuntores de baixa tensão.** NBR 5361. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

_____. **Dispositivos-fusíveis de baixa tensão, para uso por pessoas não-qualificadas.** NBR 11844. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **Elevadores de passageiros – Requisitos de segurança para construção e instalação – Requisitos particulares para a acessibilidade das pessoas, incluindo pessoas com deficiência.** NBR NM 313. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**. NBR ISO/CIE 8995-1. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **Iluminância de Interiores**. NBR 5413. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **Instalação Predial de Água Fria**. NBR 5626. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

_____. **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. NBR 5410. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **Instalações Prediais de Águas Pluviais**. NBR 10844. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

_____. **Plano de emergência contra incêndio - Requisitos.** NBR 15219. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **Porta corta-fogo para saída de emergência.** NBR 11742. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **Projetos e Instalações de Salas de Projeção Cinematográfica**. NBR 12237. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

_____. **Proteção Contra Incêndio - Símbolos Gráficos para Projeto**. NBR 14100. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

_____. **Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas**. NBR 5419. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

_____. **Representação de Projetos de Arquitetura**. NBR 6492. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

_____. **Saídas de Emergência em Edifícios**. NBR 9077. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico**. NBR 13434. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio**. NBR 17240. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **Sistema de Iluminação de Emergência**. NBR 10898/2013. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho.** NBR 15465. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **Sistemas de Proteção Contra Incêndio por Chuveiros Automáticos**. NBR 10897. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

_____. **Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio**. NBR 12693. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário- Projeto e Execução**. NBR 8160. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

_____. **Sistemas de Hidrantes e Mangotinhos para Combate a Incêndio**. NBR 13714. Rio de Janeiro: ABNT,2000.

AZEVEDO NETO, J. M. de. **Manual de Hidráulica**. 9ª ed. São Paulo: Blusher, 2018.

BOMBEIROS SOCORRISTAS. **Instrução Técnica Nº 07 – IT Nº 07.** Disponível em: <http://www.bombeirossocorristas.com.br/avcb_legislacao?cidade=&avcb=4&id=8/Instrucao_Tecnica_N__07_-_IT_N_07>. Acesso em: 30 set. 2018.

BOTELHO, & RIBEIRO JÚNIOR, M. H./ G. A. **Instalações Hidráulicas Prediais: Usando tubos de PVC e PPR**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2017.

BRASIL. Decreto nº 897, de 21 de setembro de 1976. **Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico - COSCIP**. Diário Oficial, Rio de Janeiro, RJ, 21 set. 1976. Seção 1.

BRASÍLIA-DF. Lei Nº 10.741/2003. **Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.741.htm>. Acesso em: 28 out. 2018.

_____. Lei nº 10.098/2000. **Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm>. Acesso em: 28 out. 2018.

BRENTANO, Telmo. **A proteção contra incêndio no projeto de edificações**. 2°ed. Porto Alegre, 2010.

_____. **Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações**. 3°ed. Porto Alegre, 2007.

BUCKA. **Classes de incêndio e seus extintores.** Disponível em: <https://www.bucka.com.br/classes-de-incendio-e-seus-extintores/>. Acesso em: 30 set. 2018.

_____. **O que é um sprinkler e como ele atua no combate a incêndios.** Disponível em: <https://www.bucka.com.br/o-que-e-um-sprinkler-e-como-ele-atua-no-combate-a-incendios/>. Acesso em: 30 set. 2018.

_____. **Produtos para extintores de incêndio portáteis.** Disponível em: <https://www.bucka.com.br/extintores/extintores-de-incendio-portateis/>. Acesso em: 16 nov. 2018.

_____. **Tipos de hidrante e seu funcionamento.** Disponível em: <https://www.bucka.com.br/tipos-de-hidrante-e-seu-funcionamento/>. Acesso em: 30 set. 2018.

CALEFFI. **Altura Manométrica VS Perda de Carga**. Disponível em: <https://www.caleffi.com/brazil/pt-br/blog/altura-manometrica-vs-perda-de-carga>. Acesso em 10 set. 2018.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações Hidráulicas e Projeto de Arquitetura**. 11ª ed. São Paulo: Blucher, 2017.

_____. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura.** 11ª ed. São Paulo: Blusher, 2017.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas e Prediais.** 14ª ed. São Paulo: Érica, 2006.

CLARON ILUMINAÇÃO. **Luminária de Emergência.** Disponível em: <http://cdnsite.claron.com.br/luminaria-de-emergencia-30-leds-bateria-litio-2w-elgin?gclid=EAIaIQobChMInsblytu43QIVARKRCh0Q7QgQEAQYBSABEgLc2vD_BwE>. Acesso em: 13 set. 2018.

CLAUDIA (blog). **Lâmpadas e suas Indicações**. 2012. Disponível em: <https://claudia.abril.com.br/sua-vida/tipos-de-lampadas-e-suas-indicacoes/>. Acesso em: 06 set. 2018.

CONSUMER. **Fluxo de pessoas e dicas de layout para bares e restaurantes.** Disponível em: <http://www.programaconsumer.com.br/blog/layout-fluxo-pessoas--+bares-restaurantes/>. Acesso em: 26 ago. 2018.

CONTRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume IV – Sinalização Horizontal.** 2007.

CORPO DE BOMBEIROS PARANÁ. **NPT 009 - Compartimentação horizontal e compartimentação vertical.** Disponível em: <http://www.bombeiros.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=135>. Acesso em: 30 set. 2018.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas.** 5ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

_____. **Instalações Elétricas.** 16ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

DUARTE FIRE. **Sistema de Alarme de Incêndio e Detecção de Fumaça – ABC.** Disponível em:<https://www.duartefire.com.br/abc/sistema-alarme-de-incendio-deteccao-de-fumaca.php>. Acesso em: 13 set. 2018.

ECOCASA. **Iluminação – Tipo de Lâmpada.** Disponível em: <https://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=1>. Acesso em: 02 set. 2018.

ENGBRASIL. **Mecânica dos Fluidos**. Disponível em: <http://www.engbrasil.eng.br/pp/mf/aula14.pdf>. Acesso em 10 set. 2018.

ESCOLA ENGENHARIA. **Tipos de extintores de incêndio.** Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-extintores/>. Acesso em 01 out. 2018.

EUZEBIO, Sandro da Cunha. **PPCI fácil**: manual completo de prevenção de incêndios. Pelotas, RS, 2014.

FORTLEV. **Instalações Prediais- Linhas Esgoto**. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/produto/caixa-sifonada-com-7-entradas/ >. Acesso em 10 set. 2018.

GEOFOCO. **"Para que serve o Eletroduto?"**. Disponível em: <http://geofoco.com.br/para-que-serve-o-eletroduto/>. Acesso em: 02 set. 2018.

GLOSSÁRIO. **Anexo I - Edificação mista.** Disponível em: <http://www.rio.gov.br/dlstatic/10112/4224287/DLFE-272705.pdf/LUOSAnexoIGlossario.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2018.

INMETRO. Lâmpada Led. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL - IBAM. **Código de Obras.** Disponível em: < http://www.ibam.org.br/projeto/3 >. Acesso em: 25 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados estatísticos do município de Itaperuna-RJ.** Disponível em: < cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/itaperuna/panorama>. Acesso em: 13 ago. de 2018.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE – IFECTC. **Instruções para elaboração de projetos elétrico, telefônico e cabeamento estruturado.** Disponível em: < http://ifc.edu.br/wp-content/uploads/2014/05/Instru%C3%A7%C3%B5es-Normativa-Projeto-El%C3%A9trica.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

ITAPERUNA-RJ. Lei Complementar Nº 550/2011. **Lei de Revisão e Alteração do Plano Diretor**.

_____. Lei Nº 081/1991. **Código de Obras e Edificações do Município de Itaperuna-RJ**.

_____. Lei Nº 403/2007. **Lei do Plano Diretor Participativo**.

LIMA FILHO, Domingos L. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais.** 11ª ed. São Paulo: Érica, 2007.

MACYNTYRE, Archibald J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais.** 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MANUAL DE SINALIZAÇÃO URBANA (MSU). **Regulamentação de Estacionamento e Parada**. 2003.

MARTINS, Carlos Eduardo Cunha. **Notas de aula da disciplina Instalações Prediais I.** Centro Universitário Redentor – Itaperuna-RJ, Graduação em Engenharia Civil. 2017.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **Proteção Contra Incêndios**. NR 23/2011.

OLIVEIRA, Muriel Batista de. **Proteção Contra Incêndios e Explosões.** Notas de Aula da Pós-Graduação em Engenharia e Segurança do Trabalho. Centro Universitário Redentor. 2018.

PHILIPS. **Lâmpadas LED.** Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br>. Acesso em: 07 set. 2018.

PORTAL PROFESSOR MENEZES. **Hidráulica predial**. Disponível em: < http://mz.pro.br/hidraulicapredial/06-Calculo_Hunter.pdf>. Aceso em 06 set. 2018.

PRIME FIRE SAFETY. **Porta corta-fogo.** Disponível em: <http://primefire.com.br/blog/portas-corta-fogo/attachment/prime-fire-safety-sorocaba-porta-corta-fogo/>. Acesso em 30 set. 2018.

RESOLUÇÃO 303: CONTRAN. **Vagas de Estacionamento destinadas a idoso**. Dezembro de 2008.

RESOLUÇÃO 304: CONTRAN. **Vagas de Estacionamento destinadas a portadores de deficiências físicas**. Dezembro de 2008.

SABOYA, R. **Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos.** Santa Catarina. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2007. Disponível em: <http://www.academia.edu/1997822/Concep%C3%A7%C3%A3o_de_um_sistema_de_suporte_%C3%A0_elabora%C3%A7%C3%A3o_de_planos_diretores_participativos>. Acesso em: 25 ago. 2018.

SANFEX. **Sinalização de Equipamentos.** Disponível em: <http://www.sanfex.com.br/pdf/catalogo-sinalizacao.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2018.

SEBRAE. **Cinema.** Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um-cinema,2f497a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 08 ago. 2018.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

STREET, J. **Instalações Elétricas**. Disponível em: <http://www.jorgestreet.com.br/arquivos/downloads/Eletronica/Projeto%20de%20instalacoes_eletricas.pdf>. Acesso em: 07 set. 2018.

THYSSENKRUPP ELEVADORES. **Cabinas Amazon.** Disponível em: <file:///C:/Users/Tamires/Downloads/93_Descritivo_tecnico__Grife_Amazon_pt%20(2).pdf>. Acesso em: 03 nov. 2018.

THORUS ENGENHARIA. **Tipos de escadas de emergência.** Disponível em: <http://thorusengenharia.com.br/2017/05/02/quais-sao-os-tipos-de-escada-de-emergencia/>. Acesso em: 30 set. 2018.

TIGRE. **Tubos e Conexões**. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/materiais-para-drenagem>. Acesso em: 30 set. 2018.

TIVEA, Grupos Geradores. **O que é um grupo gerador? Conheça mais sobre o equipamento.** Disponível em: <https://www.tiveageradores.com/o-que-e-um-grupo-gerador/#>. Acesso em: 30 set. 2018.

USP- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Iluminação (notas de aula)**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3314534/mod_resource/content/1/SEL0437_Aula05_Iluminacao_2017.pdf>. Acesso em 03 nov. 2018.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. 16ª ed. rev. e atual. São Paulo: Pini, 2017.

ANEXO A – CAPACIDADE DE CORRENTE DOS CONDUTORES

Seções nominais (mm²)	Métodos de referência											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Cobre												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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
1,25	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	367	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	476	629	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	643	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1000	767	679	698	618	1012	906	827	738	1125	996	792	652

ANEXO B – FATORES DE AGRUPAMENTO DE CONDUTORES

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos de cabos multipolares												Tabela dos Métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 à 11	12 à 15	16 à 19	≥ 20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; Em conduto fechado	1	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A à F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte,etc.	1	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTAS

1 - Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.

2 - Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.

3 - O número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou; à quantidade de cabos multipolares que compõem o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).

4 - Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posso do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas 36 a 39, deve ser então efetuada: na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares;e
na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.

5 - Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos em três condutores carregados.

6 - Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

ANEXO C - CAPACIDADE DE CONDUTORES HORIZONTAIS DE SEÇÃO CIRCULAR (VAZÃO L/MIN)

	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
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	75
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	254	372	524	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	522	882
5	150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
6	200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
7	250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
8	300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

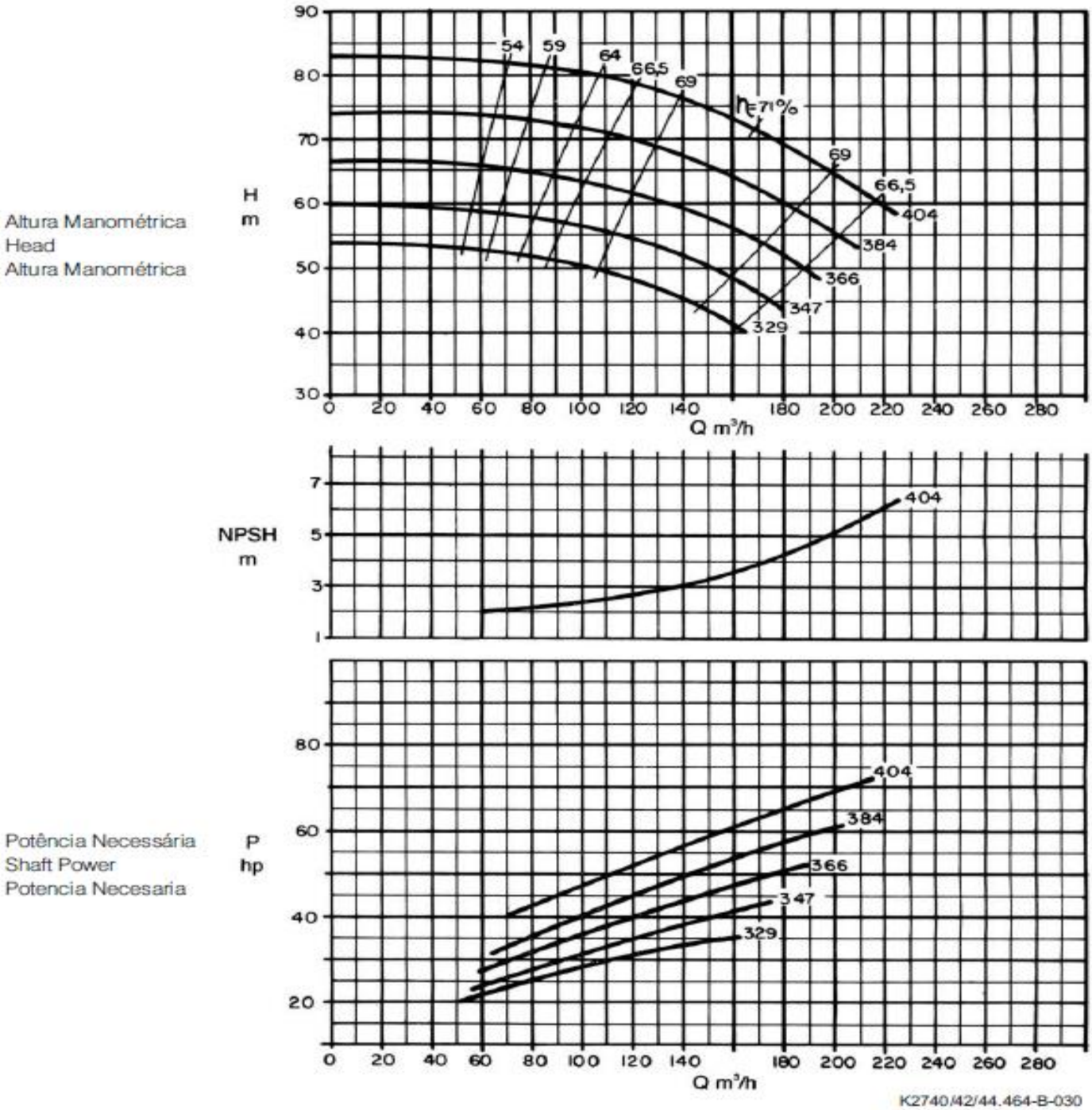
ANEXO D- MÓDULO POR NÍVEL DE TREINAMENTO

Nível de treinamento	Módulo
Básico	Parte teórica de combate a incêndio: 01 a 14 e 26; Parte teórica primeiro-socorros: 15, 16, 17, 20 e 25; Parte prática combate a incêndio: 05, 07, 08, 09 e 10 Parte prática primeiro-socorros: 15, 16, 17, 20 e 25 (só retirada rápida da vítima).
Intermediário	Parte teórica de combate a incêndio: 01 a 14, 26 e 27; Parte teórica primeiro-socorros: 15 a 25; Parte prática combate a incêndio: 05, 07, 08, 09, 10, 11 e 12; Parte prática primeiro-socorros: 15 a 17, 18 (se houver equipamento na planta) e 19 a 25; Parte teórica complementar: 29 a 33 (se aplicável a planta); Parte prática complementar: 30 a 33 (se aplicável a planta).

Fonte: Adaptada, NBR 14276 (2006).

ANEXO E – CURVAS CARACTERÍSTICAS, GRÁFICO DE QUADRÍCULAS E TABELAS PRÁTICAS DE SELEÇÃO DE BOMBAS KSB, MODELO MEGANORM-BLOC, 4 PÓLOS, 60 HZ, 1750 rpm E 3500 rpm.

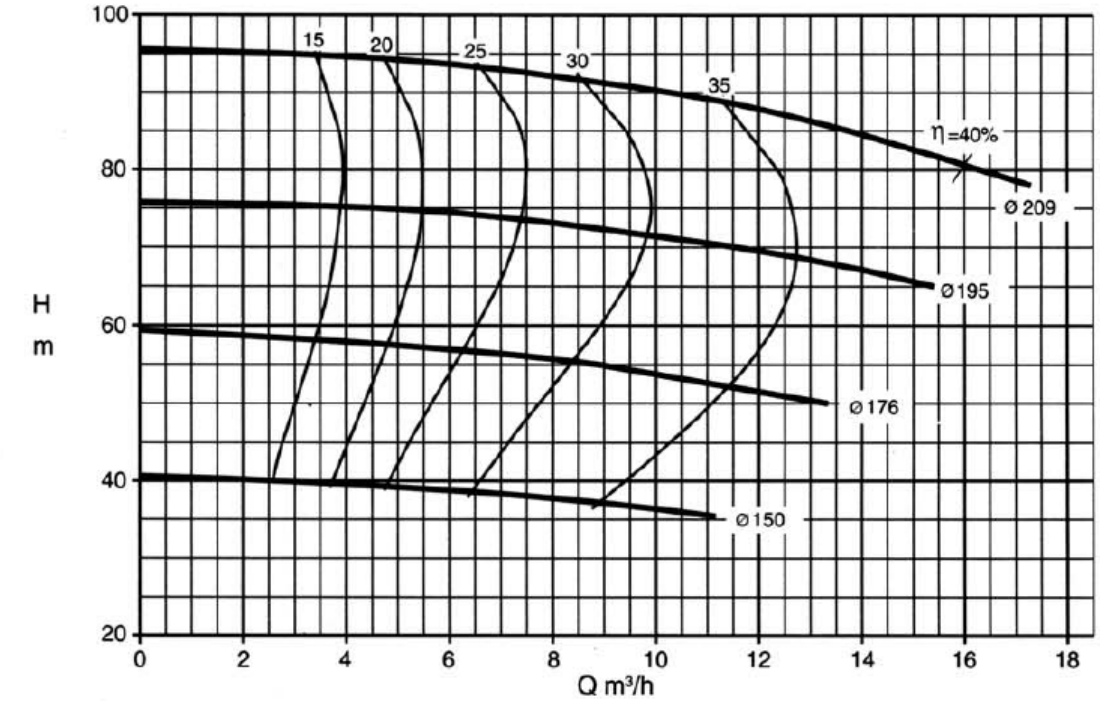
Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	**KSB MEGANORM** **KSB MEGACHEM** **KSB MEGACHEM V**	Tamanho Size Tamaño	**80-400**
Oferta nº Project - No. Oferta - nº		Item nº Item - No. Pos - nº	
Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal	**1750 rpm**		

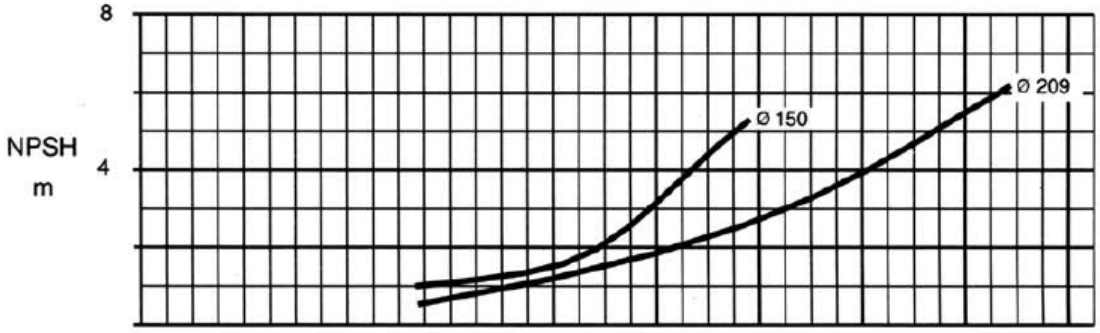


Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	**KSB MEGANORM** **KSB MEGABLOC**	Tamanho Size Tamaño	**25-200**

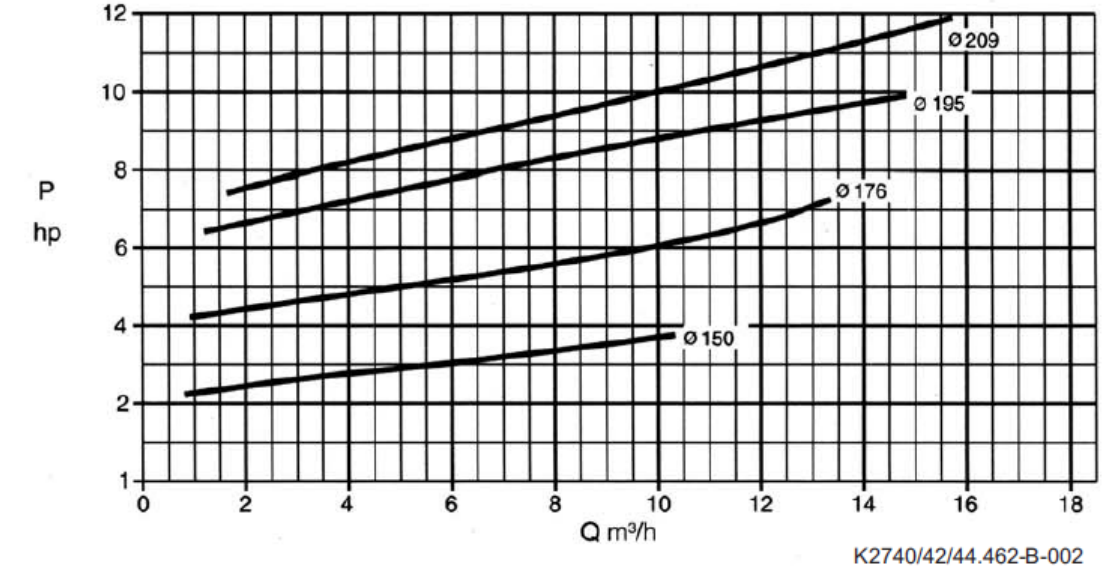
Oferta nº Project - No. Oferta - nº	Item nº Item - No. Pos - nº	Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal **3500 rpm**

Altura Manométrica
Head
Altura Manométrica

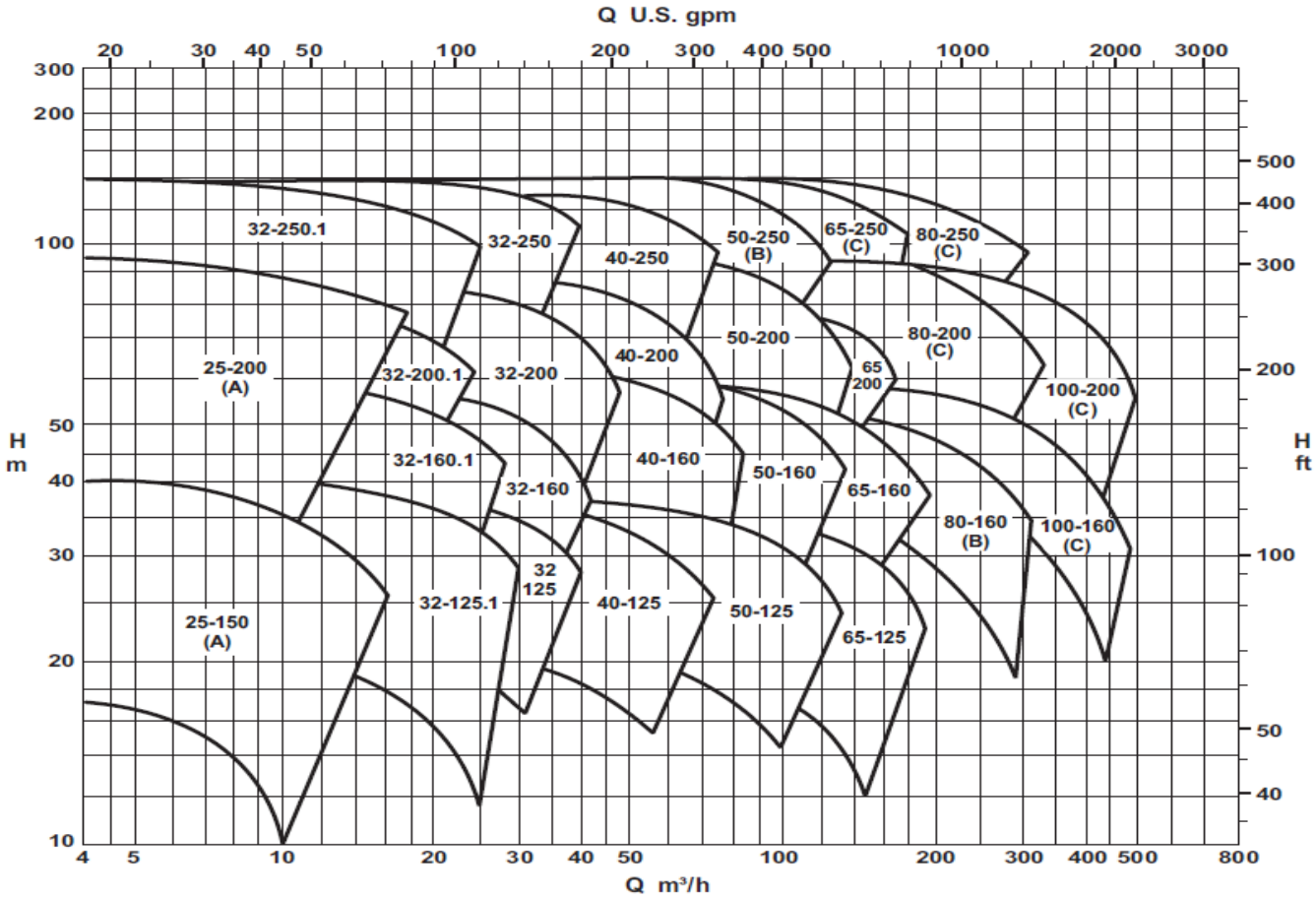




Potência Necessária
Shaft Power
Potencia Necesaria

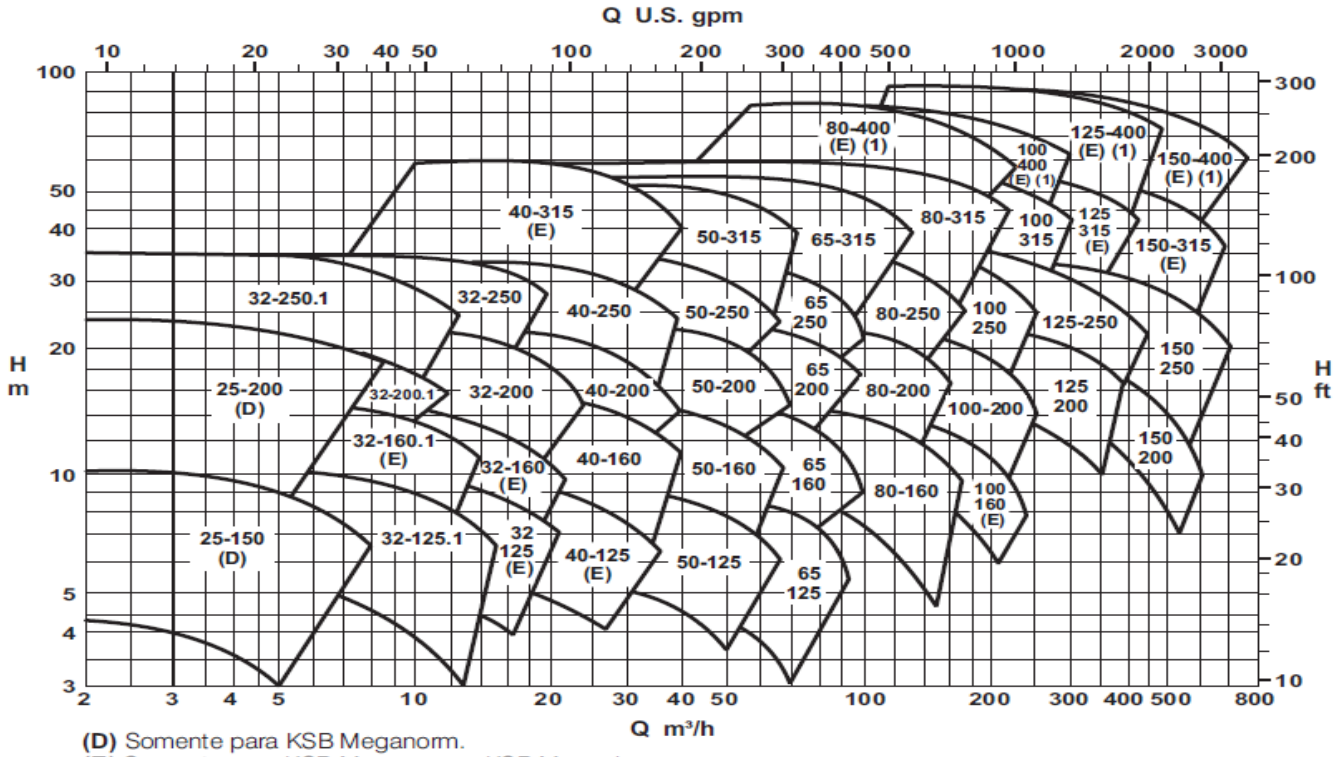


K2740/42/44.462-B-002



(A) Somente para KSB Meganorm e KSB Megabloc.
(B) Somente para KSB Meganorm, KSB Megachem e KSB Megachem V.
(C) Somente para KSB Meganorm e KSB Megachem.

3.500 rpm



(D) Somente para KSB Meganorm.
(E) Somente para KSB Meganorm e KSB Megachem.
(1) Sob consulta para KSB Megachem V.

1.750 rpm

Figura 9.32 | **Tabela prática de seleção de bombas KSB, modelo Meganorm-Bloc, 2 pólos, 60 Hz, 3500 rpm**

Altura (m) →

↑ altura (m)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130
4	25-150 0,75 97	25-150 1,00 101	25-150 2,00 113	25-150 2,00 124	25-150 3,00 130	25-150 3,00 141	25-200 5,00 159	25-200 5,00 165	25-200 5,00 165	25-200 7,50 179	25-200 7,50 184	25-200 7,50 190	25-200 10 195	25-200 10 198	25-200 10 202	25-200 10 205					
6	25-150 0,75 97	25-150 1,50 105	25-150 2,00 116	25-150 2,00 124	25-150 3,00 132	25-150 3,00 141	25-200 5,00 159	25-200 7,50 166	25-200 7,50 173	25-200 7,50 181	25-200 10 185	25-200 10 189	25-200 10 195	25-200 10 199	25-200 10 202	25-200 10 205					
8	25-150 1,00 101	25-150 1,50 111	25-150 2,00 118	25-150 3,00 128	25-150 3,00 134	25-200 5,00 153	25-200 5,00 161	25-200 7,50 168	25-200 7,50 176	25-200 7,50 182	25-200 10 186	25-200 10 192	25-200 10 196	25-200 10 199	32-200 12,5 207	25-200 10 207	32-250.1 15 221	32-250.1 20 226	32-250.1 20 235	32-250.1 20 243	32-250.1 25 254
10	32-125.1 1,50 110/90	32-125.1 2,00 111	25-150 2,00 124	25-150 3,00 131	25-150 3,00 141	32-160.1 5,00 147	25-200 5,00 163	32-160.1 7,50 163	25-200 7,50 179	25-200 7,50 183	25-200 10 188	25-200 10 195	25-200 10 198	32-200.1 10 203	32-200 12,5 207	32-250.1 15 216	32-250.1 20 222	32-250.1 20 227	32-250.1 20 235	32-250.1 20 244	32-250.1 25 254
12	32-125.1 1,50 110/94	32-125.1 2,00 112	32-125.1 3,00 124	25-150 3,00 133	32-125.1 4,00 140	32-160.1 5,00 149	32-160.1 5,00 158	32-160.1 7,50 164	32-160.1 7,50 171	25-200 10 185	32-200.1 10 190	25-200 10 195	32-200.1 10 198	32-200 12,5 203	32-200 12,5 207	32-250.1 15 219	32-250.1 20 223	32-250.1 20 228	32-250.1 20 236	32-250.1 20 245	32-250.1 25 255
14	32-125.1 2,00 110/98	32-125.1 3,00 114	32-125.1 3,00 125	32-125.1 3,00 134	32-125.1 4,00 141	32-160.1 5,00 150	32-160.1 7,50 159	32-160.1 7,50 165	32-160.1 7,50 172	32-200.1 10 187	32-200.1 10 192	32-200.1 10 196	32-200 12,5 197	32-200 12,5 203	32-200 12,5 207	32-250.1 20 220	32-250.1 20 224	32-250.1 20 229	32-250.1 20 237	32-250.1 25 247	32-250.1 25 256
16	32-125.1 2,00 110/102	32-125.1 3,00 115	32-125.1 3,00 126	32-125.1 4,00 135	32-125.1 4,00 143	32-160.1 7,50 151	32-160.1 7,50 160	32-160.1 7,50 166	32-160.1 7,50 173	32-200.1 10 189	32-200.1 10 193	32-200 12,5 192	32-200 12,5 197	32-200 12,5 203	32-200 15 208	32-250.1 20 222	32-250.1 20 227	32-250.1 20 230	32-250.1 25 238	32-250.1 25 248	32-250.1 25 258
18	32-125.1 2,00 110	32-125.1 3,00 118	32-125.1 3,00 128	32-125.1 4,00 136	32-125.1 5,00 144	32-160.1 7,50 153	32-160.1 7,50 160	32-160.1 7,50 168	32-160.1 7,50 174	32-200.1 10 191	32-200 12,5 188	32-200 12,5 192	32-200 12,5 198	32-200 15 204	32-200 15 209	32-250.1 20 224	32-250.1 20 229	32-250.1 25 232	32-250.1 25 241	32-250.1 25 250	32-250.1 30 260
20		32-125.1 3,00 121	32-125.1 4,00 131	32-125.1 4,00 139	32-125 5,00 135	32-160.1 7,50 156	32-160.1 7,50 162	32-160.1 7,50 169	32-200 10 178	32-200 12,5 183	32-200 12,5 188	32-200 12,5 192	32-200 15 201	32-200 15 205	32-200 15 209	32-250.1 20 227	32-250.1 25 231	32-250.1 25 235	32-250.1 25 243	32-250.1 30 253	32-250 30 255
22		32-125 4,00 110	32-125 4,00 121	32-125 5,00 129	32-125 5,00 136	32-160.1 7,50 158	32-160.1 7,50 165	32-160 10 173	32-200 10 178	32-200 12,5 183	32-200 12,5 189	32-200 12,5 194	32-200 15 201	32-200 15 205	32-200 15 209	32-250 20 220	32-250 20 225	32-250 25 230	32-250 25 238	32-250 30 247	32-250 40 257
24		32-125 4,00 111	32-125 4,00 121	32-125 5,00 130	32-125 7,50 137	32-160.1 7,50 160	32-160.1 7,50 166	32-160 10 175	32-200 12,5 180	32-200 12,5 184	32-200 12,5 189	32-200 15 196	32-200 15 201	32-200 15 205	32-200 20 209	32-250 20 221	32-250 25 226	32-250 25 230	32-250 25 238	32-250 30 249	32-250 40 257
26		32-125 4,00 113	32-125 5,00 122	32-125 5,00 131	32-125 7,50 137	32-160 7,50 163	32-160 10 170	32-200 12,5 178	32-200 12,5 181	32-200 12,5 186	32-200 15 191	32-200 15 196	32-200 15 202	32-200 20 206	40-200 20 207	32-250 25 222	32-250 25 227	32-250 25 231	32-250 30 241	32-250 30 249	32-250 40 259
28		32-125 4,00 115	32-125 5,00 124	32-125 7,50 132	32-125 7,50 139	32-160 10 165	32-160 10 172	32-200 12,5 178	32-200 12,5 183	32-200 15 188	32-200 15 192	32-200 15 198	32-200 20 204	32-200 20 207	40-200 20 207	32-250 25 224	32-250 25 230	32-250 25 233	32-250 30 242	32-250 30 251	32-250 40 260
30		32-125 4,00 117	32-125 5,00 125	32-125 7,50 133	32-160 7,50 160	32-160 10 168	32-160 10 176	32-200 12,5 180	32-200 15 186	32-200 15 189	32-200 15 194	32-200 20 199	32-200 20 205	32-200 20 207	40-200 20 207	32-250 25 227	32-250 30 231	32-250 25 235	32-250 30 244	32-250 40 252	40-250 40 260
35		40-125 5,00 111	40-125 7,50 120	40-125 7,50 128	40-125 10 137	40-160 10 147	40-160 10 152	40-160 12,5 160	40-160 12,5 165	40-160 15 171	40-200 20 188	32-200 20 205	32-200 20 207	40-200 25 202	40-200 20 207	40-250 25 223	40-250 30 228	40-250 30 235	40-250 40 244	40-250 40 253	40-250 40 260
40		40-125 5,00 113	40-125 7,50 121	40-125 7,50 130	40-125 10 138	40-160 10 147	40-160 12,5 154	40-160 12,5 162	40-160 15 166	40-160 15 172	40-200 20 190	40-200 20 195	40-200 20 197	40-200 25 203	40-200 25 209	40-250 30 227	40-250 30 233	40-250 40 238	40-250 40 246	40-250 40 254	
45		40-125 7,50 115	40-125 7,50 123	40-125 10 131	40-160 10	40-160 12,5 149	40-160 12,5 157	40-160 15 163	40-160 15 168	40-200 20 188	40-200 20 193	40-200 25 196	40-200 25 200	40-200 25 205	50-200 30 210	40-250 30 229	40-250 40 235	40-250 40 240	40-250 40 250	40-250 50 256	
50		40-125 7,50 118	40-125 7,50 125	40-125 10 133	40-160 12,5 144	40-160 12,5 151	40-160 15 159	40-160 15 164	40-200 20 166	40-200 20 190	40-200 25 195	40-200 25 198	40-200 25 203	40-200 25 207	50-200 30 211	40-250 40 234	40-250 40 239	40-250 40 244	40-250 40 252	40-250 50 259	
60		50-125 10 115	50-125 10 124	40-160 12,5 140	40-160 12,5 149	40-160 15 156	40-160 15 163	50-160 20 160	50-160 20 167	50-160 20 174	50-200 25 191	50-200 25 194	50-200 30 200	50-200 30 208	50-200 40 213	40-250 40 242	40-250 40 245	40-250 50 251	40-250 50 254		
70		50-125 10 117	50-125 10 126	50-125 12,5 134	50-125 15 142	50-160 20 150	50-160 20 156	50-160 20 163	50-160 20 170	50-200 25 187	50-200 25 192	50-200 30 195	50-200 40 204	50-200 40 210	50-200 40 215	50-200 40 219					
80		50-125 10 120	50-125 12,5 128	50-125 12,5 136	50-160 15 146	50-160 20 153	50-160 20 160	50-160 25 165	50-160 25 172	50-200 30 191	50-200 30 194	50-200 30 200	50-200 40 207	50-200 40 211	50-200 40 217						
90		50-125 10 122	50-125 12,5 130	50-125 12,5 139	65-125 20 141	50-160 20 156	50-160 20 163	50-160 25 169	65-160 30 169	65-200 30 182	65-200 40 187	65-200 40 193	50-200 40 210	50-200 40 215							
100		65-125 15 120	65-125 15 129	50-125 15 140	65-125 20 141	50-160 20 160	50-160 25 166	50-160 25 172	65-160 30 170	65-200 40 183	65-200 40 188	65-200 40 194	50-200 40 213								
110		65-125 15 121	65-125 15 130	65-125 20 137	65-160 20 145/145	65-160 25 154	65-160 25 162	65-160 30 168	65-160 40 171	65-200 40 185	65-200 40 190	65-200 40 195	65-200 50 200								
120		65-125 15 122	65-125 15 131	65-125 20 138	65-160 25 148/148	65-160 25 157	65-160 30 163	65-160 30 169	65-160 40 172	65-200 40 187	65-200 40 192	65-200 50 198	65-200 50 203								
130		65-125 15 125	65-125 20 132	65-125 20 139		65-160 25 159	65-160 30 166	65-160 40 169		65-200 40 190	65-200 50 195	65-200 50 200									
140		65-125 15 128	65-125 20 134	65-125 20 140		65-160 30 162	65-160 40 168	65-160 40 171			65-200 50 198	65-200 50 202									
150			65-125 20 137	65-125 20 141			65-160 40 169														

→ Vazão (m³/h)

A	
B	C

A - Tamanho da Bomba

B - Potência do Motor (CV)

C - Diâmetro Nominal do Rotor (mm)

Vazão (m³/h) ←

Altura (m) / Vazão (m³/h)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5			32-200.1 1,0 178	32-200.1 1,5 203	32-250 3,0 226	32-250 3,0 244				
10			32-200 1,5 182	32-200 2,0 203	32-250 3,0 230	32-250 3,0 245				
15		40-160 1,5 145	32-200 2,0 189	32-200 3,0 207	32-250 4,0 238	32-250 4,0 253				
20		40-160 1,5 148	40-160 2,0 174	40-200 3,0 205	40-250 4,0 235	40-250 5,0 254	50-315 10 270	50-315 10,00 287	50-315 10 302	50-315 10 314
25	50-125 1,0 114	40-160 2,0 151	40-200 3,0 190	40-200 4,0 208	40-250 5,0 241	40-250 6,0 257	50-315 10 270	50-315 10,00 288	50-315 10 302	50-315 12,5 315
30	50-125 1,0 115	40-160 2,0 157	50-200 4,0 182	50-200 4,0 207	40-250 6,0 248	50-250 7,5 247	50-315 10 270	50-315 10,00 290	50-315 12,5 303	50-315 15 316
35	50-125 1,5 117	50-160 3,0 156	50-200 4,0 185	50-200 5,0 209	50-250 6,0 233	50-250 7,5 250	50-315 10 272	50-315 12,5 291	50-315 12,5 305	50-315 15 316
40	50-125 1,5 120	50-160 3,0	50-200 4,0 191	50-200 5,0 212	50-250 7,5 237	50-250 10 253	50-315 10 276	50-315 12,5 293	50-315 15 306	50-315 15 318
45	65-125 2,0 118	50-160 3,0 162	65-200 4,0 181	50-200 6,0 215	50-250 7,5 241	50-250 10 257	50-315 12,5 280	50-315 15 296	50-315 15 308	50-315 20 320
50	65-125 2,0 119	50-160 4,0 165	65-200 4,0 183	65-200 6,0 205	65-250 10 240	65-250 10 258	50-315 12,5 285	50-315 15 299	50-315 15 310	65-315 25 318
55	65-125 2,0 119	50-160 4,0 168	65-200 5,0 185	65-200 7,5 206	65-250 10 242	65-250 12,5 260	65-315 15 277	50-315 15 303	50-315 20 314	65-315 25 320
60	65-125 2,0 120	65-160 4,0 159/151	65-200 5,0 188	65-200 7,5 208	65-250 10 244	65-250 12,5 260	65-315 15 279	65-315 20 294	65-315 20 308	65-315 25 320
65	65-125 2,0 124	65-160 4,0 161/156	65-200 6,0 191	65-200 7,5 209	65-250 10 246	80-250 15 253	65-315 15 280	65-315 20 297	65-315 25 308	65-315 25 320
70	65-125 2,0 126	65-160 4,0 164/158	80-200 6,0 179	65-200 7,5 211	65-250 12,5 249	80-250 15 254	65-315 20 282	65-315 20 297	65-315 25 309	80-315 30 310
75		65-160 4,0 165/163	80-200 7,5 181	65-200 10 214	65-250 12,5 252	80-250 15 255	65-315 20 284	65-315 25 299	65-315 25 311	80-315 30 311
80		80-160 5,0 162/139	80-200 7,5 183	80-200 10 204	65-250 12,5 254	80-250 15 257	65-315 20 286	65-315 25 301	65-315 25 312	80-315 30 312
85		80-160 5,0 162/139	80-200 7,5 184	80-200 10 206	80-250 12,5 238	80-250 15 257	65-315 20 288	65-315 25 302	65-315 25 314	80-315 30 312
90		80-160 5,0 164/141	80-200 7,5 185	80-200 10 207	80-250 15 239	80-250 20 259	65-315 25 292	65-315 25 304	65-315 30 316	80-315 30 313
95		80-160 6,0 165/143	80-200 7,5 187	80-200 10 208	80-250 15 240	80-250 20 262	65-315 25 294	65-315 30 306	65-315 30 316	80-315 30 314
100		80-160 6,0 165/140	80-200 10 189	80-200 12,5 209	80-250 15 242	80-250 20 263	80-315 25 271	80-315 30 287	80-315 30 301	80-315 30 315
110		80-160 6,0 166/149	80-200 10 192	80-200 12,5 211	80-250 20 245	80-250 20 266	80-315 25 274	80-315 30 289	80-315 30 303	80-315 40 316
120		80-160 7,5 168/153	100-200 12,5 185	80-200 12,5 215	100-250 20 239	80-315 20 259	80-315 30 276	80-315 30 293	80-315 40 305	80-315 40 318
130		80-160 7,5 169/158	100-200 12,5 189	80-200 15 219	100-250 20 241	80-315 25 264	80-315 30 281	80-315 30 295	80-315 40 308	80-315 40 321
140			100-200 12,5 190	100-200 15 212	100-250 20 243	80-315 30 267	80-315 30 283	80-315 40 298	80-315 40 311	80-315 40 323
150			100-200 12,5 192	100-200 20 214	100-250 20 245	80-315 30 269	80-315 30 287	80-315 40 301	80-315 40 314	80-315 50 326
160			100-200 15 194	100-200 20 216	100-250 25 247	100-250 25 261	80-315 30 290	80-315 40 305	80-315 40 318	80-315 50 328
170			100-200 15 197	100-200 20 219	100-250 25 249	100-250 25 263	100-315 40 280	80-315 40 308	80-315 40 320	80-315 50 330
180			125-200 20 213/163	125-200 20 218/206	100-250 25 252	100-250 30 265	100-315 40 280	100-315 40 296	100-315 50 311	80-315 50 332
190			125-200 20 213/165	125-200 25 218/208	100-250 25 256		100-315 40 282	100-315 40 299	100-315 50 313	100-315 60 325
200			125-200 20 213/169	125-200 25 218/209	100-250 25 257		100-315 40 285	100-315 50 303	100-315 50 316	100-315 60 329
210			125-200 20 213/173	125-200 25 218/212			100-315 40 287	100-315 50 303	100-315 50 318	100-315 60 328
220			125-200 20 213/175	125-200 25 218/215			100-315 40 290	100-315 50 306	100-315 50 320	100-315 60 330
240			125-200 20 218/176	125-200 25 227						
260			125-200 20 218/178	125-200 30 230	125-250 40 249					
280			125-200 20 218/184	125-250 30 233	125-250 40 252					
300		150-200 20 218/153	125-200 25 218/192	125-250 30 237	125-250 40 254					
320		150-200 20 218/154	125-200 25 218/200	125-250 30 239	125-250 40 258					
340		150-200 20 218/165	150-200 30 218/212	150-250 40 226	125-250 40 260					
360		150-200 20 218/173	150-200 30 218/214	150-250 40 228	150-250 50 250					
380		150-200 20 218/178	150-200 30 218	150-250 40 231	150-250 50 252					
400		150-200 20 218/188		150-250 40 233	150-250 60 253					
450		150-200 25 218/202	150-250 40 220	150-250 50 238	150-250 60 256					
500			150-250 40 227	150-250 50 245	150-250 60 261					
Vazão (m³/h) / Altura (m)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

→ Altura (m)

Figura 9.33 Tabela prática de seleção de bombas KSB, modelo Meganorm-Bloc, 4 pólos, 60 Hz, 1750 rpm

APÊNDICE A- VERIFICIAÇÃO DE PRESSÕES PAVIMENTO TIPO

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,25	25	20	0,80	0,2	3,1	3,3	0,0508	0,17	1,20	1,03
2	3	0,10	25	20	0,32	0,5	3,1	3,6	0,0102	0,04	1,25	1,21
3	4	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	1,10	1,09
4	5	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	1,82	1,80

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,55	25	20	1,75	3,15	0,01	3,16	0,2017	0,64	2,00	1,36
2	3	0,55	25	20	1,75	0,95	0,01	0,96	0,2017	0,19	2,35	2,16
3	4	0,55	25	20	1,75	1,6	0,22	1,82	0,2017	0,37	1,60	1,23
4	5	0,55	25	20	1,75	0,19	1,5	1,69	0,2017	0,34	1,60	1,26
5	6	0,10	25	20	0,32	0,33	2,2	2,53	0,0102	0,03	1,60	1,57
6	7	0,10	25	20	0,32	0,37	1,5	1,87	0,0102	0,02	1,60	1,58
7	8	0,10	25	20	0,32	0,5	1,5	2	0,0102	0,02	1,60	1,58
8	9	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	1,30	1,29
9	10	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	2,60	2,58

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,55	25	20	1,75	3,15	0,01	3,16	0,2017	0,64	2,00	1,36
2	3	0,55	25	20	1,75	0,95	0,01	0,96	0,2017	0,19	2,35	2,16
3	4	0,55	25	20	1,75	1,6	0,22	1,82	0,2017	0,37	1,60	1,23
4	5	0,55	25	20	1,75	0,19	1,5	1,69	0,2017	0,34	1,60	1,26
5	6	0,10	25	20	0,32	0,33	2,2	2,53	0,0102	0,03	1,60	1,57
6	7	0,10	25	20	0,32	0,37	1,5	1,87	0,0102	0,02	1,60	1,58
7	8	0,10	25	20	0,32	0,5	1,5	2	0,0102	0,02	1,60	1,58
8	9	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	1,30	1,29
9	10	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	2,70	2,68

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,55	25	20	1,75	3,15	0,01	3,16	0,2017	0,64	1,95	1,31
2	3	0,55	25	20	1,75	0,95	0,01	0,96	0,2017	0,19	2,35	2,16
3	4	0,55	25	20	1,75	1,6	0,22	1,82	0,2017	0,37	1,60	1,23
4	5	0,55	25	20	1,75	0,19	1,5	1,69	0,2017	0,34	1,60	1,26
5	6	0,10	25	20	0,32	0,33	2,2	2,53	0,0102	0,03	1,60	1,57
6	7	0,10	25	20	0,32	0,37	1,5	1,87	0,0102	0,02	1,60	1,58
7	8	0,10	25	20	0,32	0,5	1,5	2	0,0102	0,02	1,60	1,58
8	9	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	1,30	1,29
9	10	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	2,75	2,73

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,55	25	20	1,75	3,15	0,01	3,16	0,2017	0,64	1,95	1,31
2	3	0,55	25	20	1,75	0,95	0,01	0,96	0,2017	0,19	2,35	2,16
3	4	0,55	25	20	1,75	1,6	0,22	1,82	0,2017	0,37	1,60	1,23
4	5	0,55	25	20	1,75	0,19	1,5	1,69	0,2017	0,34	1,60	1,26
5	6	0,10	25	20	0,32	0,33	2,2	2,53	0,0102	0,03	1,60	1,57
6	7	0,10	25	20	0,32	0,37	1,5	1,87	0,0102	0,02	1,60	1,58
7	8	0,10	25	20	0,32	0,5	1,5	2	0,0102	0,02	1,60	1,58
8	9	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	1,30	1,29
9	10	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	2,80	2,78

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,55	25	20	1,75	3,15	0,01	3,16	0,2017	0,64	1,95	1,31
2	3	0,55	25	20	1,75	0,95	0,01	0,96	0,2017	0,19	2,35	2,16
3	4	0,55	25	20	1,75	1,6	0,22	1,82	0,2017	0,37	1,60	1,23
4	5	0,55	25	20	1,75	0,19	1,5	1,69	0,2017	0,34	1,60	1,26
5	6	0,10	25	20	0,32	0,33	2,2	2,53	0,0102	0,03	1,60	1,57
6	7	0,10	25	20	0,32	0,37	1,5	1,87	0,0102	0,02	1,60	1,58
7	8	0,10	25	20	0,32	0,5	1,5	2	0,0102	0,02	1,60	1,58
8	9	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	1,30	1,29
9	10	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	2,65	2,63

APÊNDICE B- VERIFICIAÇÃO DE PRESSÕES PAVIMENTO DE USO COMUM

Conexão analisada: Mictório, com sifão, com joelho de 90°- 25mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,84	32	25	1,71	1,35	0	1,35	0,1467	0,20	1,35	1,15
2	3	0,84	32	25	1,71	0,15	4,6	4,75	0,1467	0,70	1,15	0,45
3	4	0,84	25	20	2,68	1,2	0,22	1,42	0,4233	0,60	1,65	1,05
4	5	0,84	25	20	2,68	2,59	0,6	3,19	0,4233	1,35	1,05	-0,30
5	6	0,82	25	20	2,61	0,78	0,9	1,68	0,4058	0,68	0,30	-0,38
6	7	0,80	25	20	2,55	0,78	0,9	1,68	0,3886	0,65	0,99	0,34
7	8	0,79	25	20	2,52	0,57	0,9	1,47	0,3802	0,56	1,65	1,09
8	9	0,79	25	20	2,52	3,96	0,6	4,56	0,3802	1,73	2,21	0,48
9	10	0,77	25	20	2,45	2,05	0,9	2,95	0,3635	1,07	3,95	2,88
10	11	0,62	25	20	1,97	0,6	3,1	3,7	0,2488	0,92	5,03	4,11
11	12	0,58	25	20	1,85	1,57	0,9	2,47	0,2214	0,55	5,96	5,41
12	13	0,53	25	20	1,69	0,85	0,9	1,75	0,1891	0,33	6,50	6,17
13	14	0,50	25	20	1,59	0,45	3,1	3,55	0,1707	0,61	7,28	6,67
14	15	0,50	25	20	1,59	0	1,5	1,5	0,1707	0,26	7,90	7,64

APÊNDICE C- VERIFICIAÇÃO DE PRESSÕES PAVIMENTO TÉRREO

Conexão analisada: Chuveiro 25 mm x ¾'' (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,38	25	20	1,21	1,35	0	1,35	0,1056	0,14	1,35	1,21
2	3	0,38	25	20	1,21	0,07	3,1	3,17	0,1056	0,33	1,21	0,88
3	4	0,38	25	20	1,21	1,2	0,23	1,43	0,1056	0,15	2,07	1,92
4	5	0,38	25	20	1,21	0,29	0,6	0,89	0,1056	0,09	1,92	1,83
5	6	0,34	25	20	1,08	0,87	0,9	1,77	0,0869	0,15	1,82	1,67
6	7	0,30	25	20	0,96	0,98	0,9	1,88	0,0698	0,13	1,67	1,54
7	8	0,25	25	20	0,80	0,95	0,9	1,85	0,0508	0,09	1,54	1,45
8	9	0,10	25	20	0,32	0,5	3,1	3,6	0,0102	0,04	0,94	0,90
9	10	0,10	25	20	0,32	1,1	0,23	1,33	0,0102	0,01	0,95	0,94
10	11	0,10	25	20	0,32	0	1,5	1,5	0,0102	0,02	1,10	1,08

Conexão analisada: Pia de cozinha com tê de 90° - 25mm x ¾**’’** (PVC rígido soldável)

Trecho		Vazão (l/s)	Diâmetro		Velocidade (m/s)	Comprimento			Perda de Carga		Pressão (m.c.a)	
			Externo	Interno		Real	Unitário	Total	J (m/m)	Total	Dispo.	Jusante
1	2	0,91	32	25	1,85	1,35	0	1,35	0,1687	0,23	1,35	1,12
2	3	0,91	32	25	1,85	0,1	4,6	4,7	0,1687	0,79	1,99	1,20
3	4	0,91	32	25	1,85	1,2	0,22	1,42	0,1687	0,24	1,52	1,28
4	5	0,91	32	25	1,85	0,21	0,6	0,81	0,1687	0,14	1,21	1,07
5	6	0,89	32	25	1,81	0,83	0,9	1,73	0,1623	0,28	1,38	1,10
6	7	0,88	32	25	1,79	0,78	0,9	1,68	0,1591	0,27	1,65	1,38
7	8	0,86	32	25	1,75	0,52	0,9	1,42	0,1528	0,22	1,72	1,50
8	9	0,86	32	25	1,75	4,88	0,6	5,48	0,1528	0,84	2,1	1,25
9	10	0,86	32	25	1,75	0,58	0,6	1,18	0,1528	0,18	1,73	1,55
10	11	0,85	32	25	1,73	0,85	0,9	1,75	0,1497	0,26	2,09	1,83
11	12	0,83	32	25	1,69	1,57	0,9	2,47	0,1436	0,35	2,31	1,96
12	13	0,82	32	25	1,67	0,58	0,9	1,48	0,1406	0,21	3,21	3,00
13	14	0,80	25	20	2,55	0,5	0,9	1,4	0,3886	0,54	3,66	3,12
14	15	0,78	25	20	2,48	1,57	0,9	2,47	0,3718	0,92	4,08	3,16
15	16	0,76	25	20	2,42	0,58	0,9	1,48	0,3553	0,53	5,01	4,48
16	17	0,76	25	20	2,42	1,99	0,9	2,89	0,3553	1,03	5,54	4,51
17	18	0,75	25	20	2,39	2,87	0,9	3,77	0,3471	1,31	6,48	5,17
18	19	0,73	25	20	2,32	0,87	0,9	1,77	0,3311	0,59	7,79	7,20
19	20	0,71	25	20	2,26	0,5	0,9	1,4	0,3154	0,44	8,38	7,94
20	21	0,71	25	20	2,26	2,15	0,6	2,75	0,3154	0,87	8,82	7,95
21	22	0,61	25	20	1,94	8,63	0,9	9,53	0,2418	2,30	9,69	7,39
22	23	0,61	25	20	1,94	1,43	0,6	2,03	0,2418	0,49	12,04	11,55
23	24	0,56	25	20	1,78	0,2	0,9	1,1	0,2082	0,23	12,54	12,31
24	25	0,50	25	20	1,59	0,29	0,9	1,19	0,1707	0,20	12,77	12,57
25	26	0,43	25	20	1,37	0,2	0,9	1,1	0,1311	0,14	12,98	12,84
26	27	0,35	25	20	1,11	0,23	0,9	1,13	0,0915	0,10	13,13	13,03
27	28	0,35	25	20	1,11	0	3,1	3,1	0,0915	0,28	13,23	12,95