

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

DIOCESO CUSTÓDIO FILHO
JOÃO CARLOS CARVALHO DOS SANTOS
MARIA APARECIDA FIRMINO BARROS

INSTITUIÇÃO EDUCACIONAL COM 12 SALAS

ATIBAIA – 2017

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

DIOCESO CUSTÓDIO FILHO
JOÃO CARLOS CARVALHO DOS SANTOS
MARIA APARECIDA FIRMINO BARROS

INSTITUIÇÃO EDUCACIONAL COM 12 SALAS

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado como exigência
parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil pela
FAAT FACULDADES, sob
orientação do (a) professor Henrique
Raymundo

ATIBAIA – 2017

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dados saúde e força para superar as dificuldades e adversidades.

A esta faculdade, seu corpo docente, que se empenhou em nos transmitir o conhecimento necessário, teórico e o prático, para que pudéssemos nos tornar grandes profissionais e assim colocar em prática o aprendizado, nessa nova etapa de nossas vidas.

Ao nosso orientador Henrique Raymundo, pelo suporte e principalmente as horas que dedicou em nos ajudar e pelas suas correções e fomentos.

Eu Maria dedico aos meus pais, pelo amor, incentivo, compreensão e apoio durante o decorrer desses anos de aprendizado.

Eu João Carlos, dedico a minha esposa Cristiane, e filhos Rafaela e João Pedro, pais e irmãos e toda minha família, pelo incentivo, compreensão e apoio durante o decorrer desses anos de aprendizado.

Eu Dioceso, agradeço a minha esposa Michele, pela paciência que teve comigo em momentos de tensão, pela ajuda em momentos difíceis, ao meu filho Gustavo e Ana Lívia, aos meus pais e a todos que me ajudaram a concluir essa etapa da minha vida.

E a todos que de certa forma fizeram parte da nossa formação de maneira indireta ou singular, nossa sincera gratidão.

RESUMO

O presente trabalho tem o intuito de originar o projeto de uma instituição educacional com doze salas, onde são abordados diferentes temas necessários para a viabilidade deste, contando com o auxílio de diversos programas que auxiliam, por exemplo, na elaboração da parte arquitetônica e estrutural. Por se tratar de um grande projeto, alguns conteúdos encontram-se integralizados aqui, definindo claramente o tipo de fundação utilizada, a escolha pela estrutura, os cuidados com o projeto de combate a incêndios, alguns dimensionamentos hidráulicos e a menção apenas do projeto elétrico.

Esta escola de ensino público está direcionada a alunos do ensino fundamental, sabendo disso o projeto deve atender a necessidade dos usuários, sempre visando à segurança.

Cada tema abordado pôde ser desenvolvido com êxito devido ao conhecimento adquirido no decorrer do curso, contando com estudos um pouco mais aprofundados de assuntos aqui citados.

Palavras chave: Projetos, pré-fabricado, sistema construtivo, água pluvial.

ABSTRACT

The present work has the intention to originate the project of an educational institution with twelve rooms, where different subjects are approached necessary for the viability of this one, counting on the aid of several programs that help, for example, the elaboration of the architectonic and structural part. Because it is a large project, some contents are integrated here, clearly defining the type of foundation used, the choice of the structure, the fire protection project, some hydraulic design and the mention of the electrical design only.

This public school is aimed at primary school students, knowing that the project must meet the users' needs, always aiming at safety.

Each subject could be developed successfully due to the knowledge acquired during the course, with a few more in depth studies of subjects mentioned here.

Keywords: Projects, prefabricated, construction system, rainwater.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Hipódromo da Gávea	16
Figura 02: Vista aérea do terreno por satélite	23
Figura 03: Estaca tipo Strauss/ Hélice continua	25
Figura 04: Processo de cravação da estaca	26
Figura 05: Estaca sendo retirada do solo.....	26
Figura 06: Domínios de dimensionamento.....	28
Tabela 07: Taxa de armadura mínima para vigas.	32
Figura 08: Arranjos de armadura de consolo.	33
Figura 09: Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	47
Figura 10: Componentes do sistema	48
Figura 11: Filtro de remoção	49
Figura 12: Filtro de remoção de detritos.....	49
Figura 13: Sistema em construção - Reservatórios inferiores	50
Figura 14: Freio d'água.....	50
Figura 15: Sifão ladrão.....	51
Figura 16: Filtro flutuante	51
Figura 17: Sistema de bombeamento - tratamento	52
Figura 18: Manômetros.....	53
Figura 19: Hidrômetro	53
Figura 20: Clorador.....	54
Figura 21: Reservatório torre	55
Figura 22: Válvula solenoide.....	55
Figura 23: Tubulação de distribuição	56
Figura 24: Filtro removedor de detritos	57
Figura 25: Filtro flutuante	58
Figura 26: Sistema de bombeamento e tratamento	59
Figura 27: Filtro cartucho	59
Figura 28: Clorador.....	60
Tabela 29: consumo de água diário.....	62
Figura 30: Caixa d'água tipo tubular com chumbadores – Sistema Nicho.....	64
Figura 31: Tabela 1 áreas de risco quanto a ocupação.....	67
Figura 32: Classificação das edificações quanto à altura.....	67
Figura 33: Carga de incêndio por ocupação e áreas de risco.	68
Figura 34: Classificação da área de risco quanto a carga de incêndio.....	68

Figura 35: Tabela 6 E Área superior a 750 m ² ou altura superior a 12,00 m.	69
Figura 36: Continuação da tabela 6 E.	69
Figura 37: Largura mínima para a via de acesso.	71
Figura 38: Largura e Altura mínimas para o Portão de Acesso.	71
Figura 39: Tabela 2 do Anexo B da IT 11.	74
Figura 40: Tabela Porcentual de cálculo para composição da brigada de incêndio.	75
Figura 41: Exemplo de iluminação de emergência, em tetos ou paredes.	76
Figura 42: Vista lateral de iluminação de emergência em escada.	77
Figura 43: Variação da intensidade máxima 20:1.	78
Figura 44: Variação da intensidade da iluminação sem ofuscamento dos olhos.	78
Figura 45: Sinalização de orientação de salvamento.	81
Figura 46: Sinalização de Orientação e Salvamento.	82
Figura 47: Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme.	83
Figura 48: Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme.	84
Figura 49: Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme.	85
Figura 50: Exemplos de instalação de sinalização.	86
Figura 51: IT 21 - Distância máxima de caminamento.	87
Figura 52: Seleção do agente extintor segundo a classificação do fogo.	88
Figura 53: Tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m ³).	89
Figura 54: Símbolo Internacional de Acesso - Forma A.	92
Figura 55: Símbolo Internacional de Acesso - Forma B.	92
Figura 56: Símbolo internacional de pessoas com deficiência visual.	92
Figura 57: Símbolo internacional de pessoas com deficiência auditiva.	93
Figura 58: Tipos de equipamentos auxiliares (medidas em metro).	94
Figura 59: Referências para deslocamento de pessoas em pé.	95
Figura 60: Referência para deslocamento de pessoas em pé.	96
Figura 61: Dimensões de referência para cadeiras de rodas.	96
Figura 62: Dimensões de referência para cadeiras de rodas.	97
Figura 63: Dimensões para deslocamento em linha reta.	97
Figura 64: Áreas para manobra sem deslocamentos.	98
Figura 65: Área para manobra com deslocamento.	98
Figura 66: Tabela com número mínimo de sanitários acessíveis.	99
Figura 67: Dimensões das barras de apoio e transferência em bacia sanitária.	100
Figura 68: Boxe para chuveiros com barras verticais e horizontais.	101
Figura 69: Dimensões dos lavatórios.	102
Figura 70: Dimensão da sinalização tátil e visual de alerta.	103
Figura 71: Sinalização tátil de alerta e relevos táteis de alerta instalados no piso.	104

Figura 72: Dimensão da sinalização tátil e visual direcional.....	104
Figura 73: Sinalização tátil e relevos táteis direcionais instalados no piso.	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taxa de armadura mínima para vigas.....	30
Tabela 2: Consumo de água diário.....	60

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa.....	14
1.2	Objetivos	15
1.3	Metodologia.....	15
2	DESENVOLVIMENTO.....	16
2.1	Concreto pré-fabricado e seu histórico	16
2.2	Sistema pré-fabricado ou convencional.	17
2.3	Preservação dos recursos naturais:.....	19
2.4	Captação e reuso de água de chuva nas construções.	19
3	PROJETO.....	20
3.1	Projeto descritivo arquitetônico	20
3.2	Levantamento Planialtimétrico	22
3.3	Fundação	23
3.1.1	Fundação direta	24
3.1.2	Sapatas Isoladas	24
3.1.3	Sapatas corridas.....	24
3.1.4	Radies:	24
3.1.5	Fundações profundas.....	25
3.1.6	Estaca tipo Hélice contínua.	25
3.4	Aspectos de dimensionamento Pré-Moldados.	26
3.4.1	Solicitações	27
3.4.2	Vigas	27
3.5	Pilares	35
3.6	Instalações elétricas.....	38
3.6.1	Luminárias e lâmpadas	39
3.7	Normas Técnicas Relacionadas a Elétrica.....	41

3.8	Resolução Confea, elétrica.....	45
3.9	Operação e manutenção do sistema de aproveitamento de água de chuva.	47
3.9.1	Sistema de aproveitamento de água de chuva	47
3.9.2	Funcionamento do sistema	48
3.9.3	Captação	49
3.9.4	Reservatório de Autolimpeza e Filtração–Remoção de Detritos	49
3.9.5	Reservatório Inferior (enterrado)	50
3.9.6	Freio d’água.	50
3.9.7	Sifão ladrão	51
3.9.8	Filtro flutuante	51
3.9.9	Bombeamento	51
3.9.10	Tratamento	52
3.9.11	Reservatório Superior de Águas Pluviais (intermediário)	54
3.9.12	Distribuição	56
3.9.13	MANUTENÇÃO DO SISTEMA.....	57
3.9.13.1	Captação.....	57
3.9.13.2	Filtro Removedor de Detritos	57
3.9.13.4	Reservatório Inferior – enterrado	58
3.9.13.6	Bombas.....	59
3.9.13.7	Tratamento.....	59
3.9.13.8	Clorador	60
3.9.13.10	Reservatório Superior intermediário.....	61
3.9.13.11	Tubos, Conexões, Válvulas e Junções	61
4.1	Reservatório.....	61
4.2	Prevenção de Incêndios e Projeto Combate	64
4.3	Projeto técnico	65

4.4	Segurança da Edificação Contra Incêndio	72
4.5	Brigada de Incêndio	74
4.6	Sinalização de Emergência.....	80
4.7	ACESSIBILIDADE.....	90
4.7.1	Acessibilidade: Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário ou equipamento urbano.....	90
4.7.2	Barreiras Arquitetônicas	90
4.7.3	Símbolo internacional de acesso (sia)	91
4.7.4	Pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida	93
4.7.5	Dimensões e Módulo de Referência para Deslocamentos	94
4.7.6	Sanitários	99
4.7.8	Lavatórios.....	101
4.7.9	Sinalização.....	102
4.7.10	Contraste tátil e visual.....	102
4.7.11	Sinalização tátil e visual direcional.....	104
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
7	ANEXOS.....	110

1 INTRODUÇÃO

“Pode-se afirmar que a escola é o segundo ambiente mais importante na vida social de um ser humano” (Ivone, 2010). É neste contexto que acontecem às primeiras relações fora da família, nesse processo que marca a socialização do indivíduo. Com a obrigatoriedade da matrícula escolar para crianças a partir de 6 anos, conforme consta na LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação, definindo, pela Lei nº 11.274), os números de crianças matriculadas elevaram-se, aumentando a demanda e exigências deste público.

Ao longo do tempo foram surgindo necessidades frente a este público, ocasionando em emergentes mudanças e transformações, que melhor se adequassem os espaços físicos e as necessidades das crianças. De acordo com dados do INEP (Fonte Censo Escolar/INEP 2015) o número de matrículas no ensino regular no Brasil atingiu cerca de 36.007.360 estudantes. Com o aumento deste público, a preocupação na infraestrutura física das unidades escolares passou a ter importância e relevância para as Políticas Públicas Educacionais, refletindo de forma significativa no desenvolvimento do mercado, no setor da construção civil.

Com a preocupação na infraestrutura física das unidades escolares, o governo federal, subsidiou através de ações de governo estaduais e prefeituras, construção de novas escolas para os diversos níveis de ensino do país. Pensando em edificações escolares, com público mais exigente e carente de ambientes adaptados, é necessário pensar em melhorias da qualidade do espaço educativo, o que resultou em padrões construtivos, com projetos padronizados.

Com o objetivo de prestar assistência técnica e financeira a estados e municípios, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), através de convênios garantiu o repasse de recursos para edificações de escolas, em consonância com as normas técnicas brasileiras, estes projetos obedecem aos conceitos dos Padrões Mínimos Construtivos.

Comparada a outros ramos industriais, a Construção Civil tem sido considerada uma indústria atrasada, por apresentar grande desperdício de materiais e mão de obra não qualificada. Quando o assunto são obras públicas, surgem outros agravantes que comprometem os atrasos no cronograma e na entrega das edificações. Cenários estes vivenciados por atraso nos repassem de verbas, devido ao processo licitatório mal realizado; baixo desempenho das construções existentes, mão de obra desqualificada;

falta de planejamento entre outros agravantes que comprometem a finalização do projeto com êxito.

Pensando na redução desse atraso o mercado da construção civil, está cada vez mais, empregando a utilização de elementos pré-fabricados de concreto, por apresentar muitas vantagens. Conforme cita Spadetto (2011): economia, eficiência, desempenho técnico, condições favoráveis de trabalho e sustentabilidade. Com a utilização do concreto pré-fabricado pode-se atuar no sentido de reduzir o custo dos materiais das estruturas de concreto, basicamente o concreto e a armadura.

A utilização de pré-fabricados de concreto, nas obras públicas proporciona melhor padronização da qualidade, visto que são utilizados blocos regulares, com várias repetições nas edificações, esse sistema construtivo apresenta vantagem em relação ao método convencional.

1.1 Justificativa

A utilização de concreto pré-fabricado, vem sendo utilizada com maior frequência nas obras públicas, por evitar o desperdício de materiais, permitir a agilidade na execução dos projetos, além de ser sustentável em comparação aos sistemas convencionais de concreto moldado in loco. O que tem feito o concreto pré-moldado ganhar espaço no mercado da engenharia civil, devido aos atributos, tornando a construção cada vez mais viável.

Este trabalho apresenta a construção de uma unidade escolar da rede pública de ensino, composta por doze salas. Devido a praticidade e viabilidade o projeto antigo sofreu algumas alterações em sua estrutura, e o novo projeto será executado em concreto pré-moldado, visto que essa técnica pode fornecer uma maior agilidade, e redução de tempo para o término da obra. Tendo em vista que obras públicas, já sofrem desvantagens quanto ao início exato de sua execução, por depender de recursos advindos do Governo Federal e Estadual.

“O concreto pré-moldado oferece recursos consideráveis para melhorar a eficiência estrutural. Vãos grandes e redução da altura efetiva podem ser obtidos usando concreto protendido para elementos de vigas e de lajes. Para construções industriais e comerciais, os vãos do piso podem chegar a 40 m ou mais. Para estacionamentos, o concreto pré-fabricado permite que mais carros sejam colocados na mesma vaga, por causa dos grandes vãos e das seções de pilares mais esbeltas.

Isso oferece não apenas flexibilidade na construção, como também maior vida útil da edificação, pois há maior adaptabilidade para novos usos. Dessa maneira, as construções retêm seu valor comercial por mais tempo.” (Autor: Arnold Van Acker (FIP-2002) – Tradução: Marcelo Ferreira (ABCIC-2003).

Em se tratando de localização e sustentabilidade, a localização da Unidade Escolar, está situada em uma cidade do maior reservatório de água da Grande São Paulo, o sistema Cantareira. Que sofreu a maior crise de abastecimento em 2014, embora se tenha dados de intensas chuvas este ano. É importante pensar em projetos que adotam soluções para reduzir o consumo durante a construção em sua fase de operação, mas que essas soluções não sejam apenas nos períodos de estiagem, mas que sejam incorporadas de forma significativa em toda a execução e de forma contínua. Motivo pelo qual o projeto desta Unidade Escolar utilizou o reaproveitamento de água de chuva através da captação por cisternas.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem por objetivo geral, descrever os processos executivos do projeto de uma Unidade Escolar térrea, composta por doze salas, destinada a atender o público de crianças na modalidade de ensino fundamental I.

Tendo como objetivos secundários, a concepção e o dimensionamento da disposição estrutural dos elementos pré-fabricados, de modo a atender as questões definidas pelo projeto arquitetônico, além de contar com definição de instalações que permitam disposição do conceito “sustentabilidade” na obra, como reaproveitamento de água de chuva através da captação pela cobertura.

1.3 Metodologia

O presente trabalho está sendo realizado através de revisão bibliográfica, apresentada de forma clara e sucinta, a fim de esclarecer aspectos do sistema de pré-moldados, expondo os benefícios desse sistema de construção para implantação de obras públicas, como no caso de uma Unidade Escolar.

Com base nos dados do Censo Escolar e do IBGE, foi realizado pesquisas de estudo, observando preferencialmente a região da unidade escolar a ser atendida, assim como as informações de números de alunos, faixa etária, número de crianças já atendidas pela rede física escolar, assim como demandas de crianças fora da escola,

dados esses respeitando a localização de maior vulnerabilidade e necessidade de implantação de unidade escolar no território.

Na parte seguinte foi descrita o desenvolvimento do projeto arquitetônico e suas etapas, tendo como ênfase o sistema de construção; acessibilidade e a preservação dos recursos naturais, utilizando a captação e reuso de água, durante todo a execução do projeto da Unidade Escolar.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Concreto pré-fabricado e seu histórico

Segundo Vasconcelos (2002), a pré-moldagem surgiu antes mesmo da realização de estruturas com concretagem local, em que a pré-fabricação nasceu com o concreto armado. Não se tem precisão de qual o período em que começou a usar a fabricação pré-moldada do concreto, visto que a mesma era moldada fora do local de sua aplicação final.

No período pós-guerra, a Europa construiu diversos edifícios com elementos pré-fabricados, em virtude da devastação. Neste período não se tinha uma avaliação prévia, das construções, o que fez com que aparecessem vários problemas, causando rejeição com este tipo de edificações.

Na década de 60, foi introduzido o processo construtivo em alvenaria estrutural, que estabeleceu nos anos seguintes a evolução técnica e o crescimento de normas brasileiras. A primeira grande obras que se tem registro no Brasil, com o uso de pré-moldados, segundo Vasconcelos (2002), é no Hipódromo da Gávea, que fica localizado no Rio de Janeiro, também conhecida como Jockey Clube Brasileiro. Esta obra foi construída em 1926, tendo como responsável a construtora Christiani-Nielsen, da Dinamarca.

Figura 01: Hipódromo da Gávea



Fonte: Jockey Clube Brasileiro.

Em 1963, foi construída a primeira obra de edifícios com vários pavimentos, tendo como estrutura reticulada em concreto pré-moldado. Esta obra é o Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo – CRUSP, na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira. O histórico desta obra, é que a mesma seria sede de alojamento para atletas dos Jogos Panamericanos de São Paulo, que iriam ocorrer naquele ano. A construção foi constituída por 12 prédios e 12 pavimentos. Naquele período os envolvidos tinham receio, de que a execução e conclusão não fosse finalizada a tempo, pois a data dos jogos estava próxima e os prédios ainda não tinham sido construídos. A empresa responsável pela execução apresentou a solução para a obra, utilizando o concreto pré-moldado, porém o processo era novo e desconhecido no Brasil. A utilização de estruturas pré-fabricadas de concretos tem ganhado o mercado da construção civil, segundo Iria Doniak, presidente-executiva da ABCIC (Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto), elas foram determinantes na viabilização do prazo, de entrega dos estádios para copa do mundo de 2014.

Segundo a Associação Brasileira de Construção Industrializada (2013), nos últimos anos o uso de pré-fabricados ou pré-moldados de concreto, passaram por evolução, possibilitando a construção de edificações cada vez mais verticais. Ocasionalmente em um elevado aumento, no emprego desses sistemas, exigindo avanços e maior conhecimento de técnicas por parte de projetistas e construtores.

2.2 Sistema pré-fabricado ou convencional.

A construção civil brasileira vem passando por um processo de mudanças e melhorias consideráveis, em um ambiente de inflação controlada e competitividade em alta, os ganhos de gestão e produtividade são a cada dia mais importantes e imprescindíveis, o que faz com que a industrialização do processo construtivo fique em evidência.

A utilização do sistema construtivo pré-fabricado em concreto proporcionou um grande avanço neste sentido, facilitando o gerenciamento, revela ganhos e garante o controle da obra nas diversas etapas do empreendimento, em vez da intensiva fiscalização, o gestor passa a traçar metas e acompanhar resultados. O tempo que seria necessário para executar uma tarefa muito importante (estrutura), porém de valor relativamente menor em uma construção (15% a 20%), passa a ser utilizado na

viabilização do negócio, na comercialização, no marketing, nas instalações e no acabamento.

De acordo com o Fórum da Construção, para exemplificar na execução de um empreendimento escolar, que contemplou cinco blocos, sendo quatro para salas de aula e um para estacionamento, com área total de 43.109m² e um volume de 4.795m³ de concreto para a estrutura pré-fabricada, a estrutura foi executada em um prazo de seis meses, mobilizando um total de 155 pessoas (150.000 horas/homens), das quais 25 participaram diretamente da montagem do pré-fabricado, se a estrutura fosse executada no sistema convencional, o prazo dobraria e a quantidade de pessoas envolvidas aumentaria para 250 trabalhadores (550.000 horas/homens).

Um menor número de pessoas envolvidas na obra diminui o tempo de exposição das mesmas ao risco de acidentes, devido à maior velocidade na execução da estrutura, a construtora obteve ganhos significativos como: equipe de fiscalização e suprimentos reduzida, segurança financeira, gerenciamento simplificado.

Ao empregar o sistema pré-fabricado, a gerenciadora ganha espaço no layout do canteiro de obra, pois não necessita de estocagem de grandes volumes de materiais, este ganho de espaço físico reflete financeiramente, evitando custos adicionais, como a locação de áreas externas à obra, e permitindo outros ganhos advindos de layout enxuto.

Com a adoção do sistema construtivo pré-fabricado, evitou-se gastos com a locação ou aquisição de equipamentos que precisaria para a construção convencional, como 10.000 m³ de cimbramento metálico, quatro guas, além dos equipamentos básicos.

Ao abrigar toda a tecnologia em técnicas e componentes construtivos, o pré-fabricado é considerado uma forma extremamente ágil na edificação de construções, capaz de contemplar do simples ao sofisticado, verificando sempre orçamentos e prazos, dentro de um canteiro de obras limpo e com mínima capacidade de produção de resíduos.

A evolução da indústria do pré-fabricado detém tecnologia à disposição de engenheiros, arquitetos e outros profissionais de projetos para obter o melhor produto possível em termos técnicos, estéticos e funcionais em elementos construtivos.

A solução garante rapidez e facilidade de manutenção, acentuada versatilidade, as qualidades são reconhecidas em empreendimentos comerciais tais como: shopping centers, edifícios, hotéis, indústrias, entre outros que precisam oferecer rápido retorno e a melhor relação custo/benefício ao investidor.

Principais benefícios do sistema pré-fabricado:

- Possibilidade maior de focar o empreendimento;
- Melhoria na qualidade da gestão do projeto;
- Garantia de rapidez à obra;
- Redução e eliminação de diversos custos indiretos ou de difícil contabilização;
- Maior confiabilidade no cumprimento do cronograma;
- Obra sem desperdício, ociosidade e risco de desvios de compra;
- Menor estrutura administrativa, fiscalização, laboratório e controle;
- A obra fica menos suscetível a variações climáticas;
- Redução das horas do pessoal exposto ao risco;
- Garantia de qualidade;
- Obra limpa e menor dano possível ao meio ambiente;
- Rastreabilidade do processo;
- Rotatividade menor da mão-de-obra;
- Maior organização do canteiro de obras.

2.3 Preservação dos recursos naturais:

2.4 Captação e reuso de água de chuva nas construções.

A água é essencial e indispensável para a vida de todos os seres humanos, e sua disponibilidade, envolve preocupações no que refere a quantidade e qualidade, como foi o caso da crise no seu fornecimento, em que foi vivenciada no contexto brasileiro recentemente.

A construção civil, passou a se preocupar com os aspectos sustentáveis em suas edificações, principalmente nos setores que causam impactos relevantes ao meio ambiente. Com a concepção e construção de seus empreendimentos, os profissionais de engenharia civil, sentiram a necessidade de minimizar estes problemas, buscando melhorar seu desempenho nos aspectos ambientais.

Para a conservação de água, utilizam de estratégias convencionais e não convencionais, utilizando-se de aproveitamento de água de chuva, para o consumo não potável. Esse sistema de aproveitamento de águas pluviais, somente são economicamente viáveis para empreendimentos com uma grande área de captação, e com médios e altos índices pluviométricos, seu reservatório também dependem desses fatores, e do consumo.

No processo de coleta de água da chuva, as áreas impermeáveis são as utilizadas, que normalmente é o telhado. Como forma de evitar a contaminação, aconselha-se desprezar a primeira água coletada da chuva. A forma de coleta dessa água é através de calhas, condutores verticais e horizontais, sendo armazenadas em reservatórios de diferentes materiais. A utilização deverá ser feita em bacias sanitárias, torneiras de jardim, lavagem de espaços externos, sendo exclusivo de consumo não potável.

Devido ao aumento da população, urbanização e conseqüentemente a ocupação do solo desordenada, poluição, e desperdícios dos recursos hídricos, a água se torna cada dia um recurso escasso. Fatores estes que, hoje empregam técnicas de uso sustentável da água. Utilizando sistemas de fontes alternativas como o aproveitamento de água pluviais, uma solução inovadora, tanto no aspecto técnico e econômico, deixando a água potável apenas para consumo humano, também contribui na redução do escoamento superficial e minimizam-se os problemas com enchentes.

Para um bom funcionamento do sistema, deve se ter uma profissional com amplo conhecimento em instalações hidráulica, afim de conduzir com soluções viáveis e econômicas, tanto na sua implantação e funcionamento

3 PROJETO

3.1 Projeto descritivo arquitetônico

O projeto arquitetônico foi realizado com base em um projeto modelo fornecido pelo FNDE. A execução deste projeto é destinada a construção de uma unidade escolar para ensino fundamental contendo 12 salas, o antigo sistema construtivo utilizava o método convencional de construção, onde seria utilizada sapatas, baldrame e alvenaria de fechamento com pilares de amarração nos cantos.

O sistema construtivo escolhido, para o atual projeto será o pré-moldado, em que a unidade escolar, contará com 24 pilares pré-moldados de 34x40 direcionados para o pátio com altura de 4,5m e as extremidades externas com 3,5m de altura, e painéis de fechamento. A distância entre os pilares, foram divididas entre eixos para proporcionar um melhor equilíbrio, tendo variações de 1m para o outro. O vão maior ficou localizado na parte da inclinação do telhado tendo 20,40m. A inclinação usada, foi uma inclinação, média com diferença de 1m.

O terreno terá a seguinte dimensão mínima: 8.000,00 m². (80mx100 m). A área total estimada da Unidade Escolar será de 2.945,00 m². Os pisos das áreas internas e das circulações, serão em Granítica, nas cores naturais e vermelho cerâmico, formando desenhos geométricos conforme detalhes arquitetônicos.

Para o novo padrão de escolas, foi adotado um partido arquitetônico de linhas simples com definição de uma água, para os telhados em todos os blocos. A calha e o telhado serão executados em concreto pré-fabricado. A fachada também será em pré-fabricado para ocultar o telhado e a calha e proporcionar um melhor acabamento.

As fachadas, laterais serão o elemento de destaque com uma geometria colorida no sentido de se caracterizar melhor a escola. O sistema construtivo foi concebido de forma a facilitar futuras ampliações, sendo modulado de 1,25 m no sentido longitudinal e de 1,20 m no sentido transversal (exceto nos blocos da Administração e pátio coberto, que possuem modulação de 1,20m nos dois sentidos).

Na distribuição, o projeto possui 2 blocos independentes e distintos, sendo eles: bloco A bloco B. Os 02 blocos juntamente com o pátio coberto são interligados por circulação coberta. Na área externa estão o playground, jardins, o castelo d'água e a área de estacionamento.

O bloco A são compostos pelos seguintes ambientes: Hall, secretaria, sala de professores/reuniões, direção, almoxarifado, sanitários acessíveis adultos: masculino e feminino, bancada de entrega de alimentos prontos, salas de atividades, depósitos, solário, S.I. Telefonia, elétrica sanitário P.N.E. infantil, copa funcionários, lavanderia, balcão de recebimento e triagem de roupas sujas, bancada para passar roupas, tanques e máquinas de lavar e secar, rouparia, balcão de entrega de roupas limpas, depósito de material de limpeza (D.M.L), vestiário masculino, vestiário feminino, refeitório, *cozinha*, bancada de preparo de carnes, bancada de preparo de legumes e

verduras, bancada de preparo de legumes e verduras, bancada de preparo de sucos, lanches e sobremesas, bancada de lavagem de louças sujas, área de cocção, balcão de passagem de alimentos prontos, balcão de recepção de louças sujas, despensa, varanda de serviço: área de recepção e pré-lavagem de hortaliças; pátio de serviço, secagem de roupas (varal), central GLP, depósito de lixo orgânico e reciclável.

O bloco B são compostos pelos seguintes ambientes: 2 salas de atividades, 2 sanitários infantis, 2 salas de atividades, 1 sanitário P.N.E. infantil, sala multiuso, 4 salas pedagógicas, 2 sanitários infantis, feminino e masculino, 2 Sanitários de professores, feminino e masculino, pátio coberto, espaço de integração entre as diversas atividades e diversas faixas etária, playground, espaço não coberto destinado à instalação dos brinquedos infantis.

O pátio descoberto funcionará como uma praça de convivência ao lado do bloco Pátio/cantina. As passarelas cobertas constituem o elo entre os diferentes blocos.

Desta forma, a implantação impõe o máximo possível de independência sem prejuízo à privacidade de cada setor.

3.2 Levantamento Planialtimétrico

O levantamento planialtimétrico tem a função de delimitar o terreno e demonstrar as diferenças de cotas presentes nele, para que possa conhecer relevo para que seja feita a terraplenagem.

Os levantamentos planialtimétricos deverão obedecer às informações indicadas na ABNT NBR 13133: Execução de Levantamento Topográfico. A NBR 13133 tem como objetivo definir as informações necessárias para a apresentação corretas dos levantamentos planialtimétricos do terreno.

Através do levantamento topográfico podemos fazer as medições de ângulos, distancias e inclinação horizontais e verticais, com instrumentos adequados obtemos a exatidão pretendida, primeiramente implantamos pontos de apoio no terreno, determinando as coordenadas topográficas, com esses pontos relacionamos os pontos de detalhes, para termos uma exata representação planimétrica em uma escala pré-estabelecida, e sua representação altimétrica pelas curvas de nível, com distancias predeterminadas ou pontos cotados.

É importante observar-se alguns detalhes visíveis acima do solo e suas finalidades, tais como: limites de vegetação e culturas, cercas internas, edificações, benfeitorias, loteamentos, barrancos, árvores isoladas, valos, valas, drenagem natural e artificial etc.

Segue fotos da vista aérea do terreno:

Figura 02: Vista aérea do terreno por satélite



Fonte: google earth-2016

Levantamento topográfico, independentemente de sua finalidade, deve obedecer a seguinte fase:

- a) planejamento, seleção de métodos, equipes e aparelhagem;
- b) apoio topográfico;
- c) levantamento de detalhes;
- d) cálculos e ajustes;
- e) desenho topográfico final (mídia papel ou em formato eletrônico);
- f) relatório técnico (quando aplicável).

3.3 Fundação

A escolha do tipo de fundação e demais parâmetros que sejam necessários para o desenvolvimento do projeto devem ser feitos por especialista em solos, através de Parecer Técnico elaborado com base nas características do subsolo obtidas por sondagens do terreno e em função do entorno onde será implantada a Unidade Escolar. As cotas das faces superiores dos blocos e baldrames, 30 cm abaixo do piso acabado ou de acordo com as determinações do projeto de Hidráulica e Parecer Técnico de

solos. Sempre que possível utilizar largura mínima para vigas baldrame de 20 cm, em função do cobrimento das armaduras.

O ensaio SPT deve ser feito acordo com a NBR 6484, onde o amostrador padrão deve descer livremente no furo de sondagem. A cada um metro de perfuração deve ser coletado uma amostra, caso não haja a perfuração nos 45 cm o método deve ser repetido, agora com uma altura de 75 cm descendo livremente.

No caso de piso estruturado em contato com solo, utilizar laje maciça. Para as áreas molhadas, compatibilizar com hidráulica, providenciando rebaixos necessários para passagem das tubulações. Para estruturas pré-fabricadas de concreto, recomendamos comprimento de embutimento nos cálices dos blocos de fundação de 2 vezes a maior dimensão do pilar ou utilização de ranhuras nas paredes do pilar / cálice, permitindo a redução do comprimento conforme norma ABNT – NBR 9062. Prever mais 3 cm para regularização. As paredes do cálice acima do corpo do bloco devem ter no mínimo 15 cm de espessura.

3.1.1 Fundação direta

Tipos utilizados: sapatas isoladas, sapatas corridas e radie.

3.1.2 Sapatas Isoladas

São as mais utilizadas nas edificações, elas transferem as ações do solo em um único pilar. O formato pode ser bem variado, porem o mais utilizado é a sapata isolada retangular. As forças que atuam são: Força normal, momentos fletores e força horizontal.

3.1.3 Sapatas corridas

Conforme a NBR 6122, sapata corrida é aquela “sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento”.

As sapatas corridas são comuns em construções de pequeno porte, como casas e edificações de baixa altura, galpões, muros de divisa e de arrimo em paredes de reservatórios e piscinas, etc. Constituem uma solução economicamente muito viável quando o solo apresenta a necessária capacidade de suporte em baixa profundidade.

3.1.4 Radies:

Um tipo de fundação superficial que distribui os carregamentos.

Deverão ser dimensionadas em função das tensões máximas a serem aplicadas ao solo, constantes no Parecer Técnico de solos. As cotas de assentamento previstas

no parecer devem ser confirmadas em obra por engenheiro especialista em solos e fundações.

3.1.5 Fundações profundas

Tipos utilizados: Broca de concreto, estaca escavada mecanicamente, estaca de reação (prensada), estaca tipo Strauss, Estaca pré-moldada de concreto, Tubulão a céu aberto, estaca raiz.

3.1.6 Estaca tipo Hélice contínua.

Para fundações em estacas ou brocas, os blocos de coroamento deverão estar travados em duas direções, exceto para apoio de baldrames (“quebra de vãos”). Considerar as cotas de arrasamento 5 cm acima da face inferior dos blocos para brocas e estacas e 10 cm para tubulões. Os comprimentos das estacas e as cotas de assentamento dos tubulões e sapatas previstas no parecer devem ser confirmadas em obra por engenheiro especialista em solos e fundações. Espaçamento mínimo entre eixos de estacas: 3 vezes o diâmetro para estaca moldada “in loco”; 2,5 vezes o diâmetro para estacas pré-moldadas ou de acordo com o parecer técnico. Nos projetos de fundações procurar otimizar a quantidade de estacas para evitar a necessidade da execução de provas de carga, conforme NBR 6122/2010 – Projeto e Execução de Fundações.

As figuras a seguir mostram alguns passos da execução da fundação tipo hélice contínua:

Figura 03: Estaca tipo Strauss/ Hélice contínua



Fonte: Proprio Autor

Figura 04: Processo de cravação da estaca



Fonte: Proprio Autor

Figura 05: Estaca sendo retirada do solo



Fonte: Proprio Autor

3.4 Aspectos de dimensionamento Pré-Moldados.

O projeto de estruturas pré-moldado, diferencia-se do de estruturas de concreto moldado no local quanto análise estrutural, pois considera-se outras situações de cálculo e situação final da estrutura, considera também as particularidades das ligações dos elementos pré-moldado.

Os aspectos mais importantes na análise da estrutura pré-moldado (El Debs, 2000):

Comportamento dos elementos isoladamente: situações transitórias como desmoldarem, armazenamento, transporte e montagem.

Efeito dinâmico da movimentação dos elementos, levado em conta por meio de um coeficiente que afeta o peso do elemento, na situação mais desfavorável.

Incerteza na transmissão de forças nas ligações: mal dimensionamento dos elementos e apoio, assim como variações volumétricas, ou falta de conhecimento do comportamento das ligações.

Ajustes na introdução de coeficientes de segurança: são utilizadas as mesmas regras do concreto moldado no local quanto a resistência e utilização. Porém, como existem particularidades da produção, alguns coeficientes podem ser diferentes.

3.4.1 Solicitações

O dimensionamento é estabelecido pela NBR9062 (ASSOCIACAO..., 2006) onde considera-se as ações decorrentes de carga permanente, carga acidental, vento, variações de temperatura, choques, vibrações, esforços repetidos e deslocamentos de apoio.

3.4.2 Vigas

Melo (2007) explica as vigas retangulares armadas, podem ter qualquer seção, porem procura-se adotar seções múltiplas de 10 cm, para utilização de formas metálicas, para o aumento da produtividade e qualidade, a menor largura possível deve ser de 15 cm, e a ideal de 20 cm.

“De acordo com as indicações feitas nos consolos, geralmente as vigas armadas apresentam dentes Gerber com metade da altura da viga” (Manual Munte 2004, p.314).

3.4.2.1 Dimensionamento de Vigas

3.4.2.1.1 Armadura Longitudinal

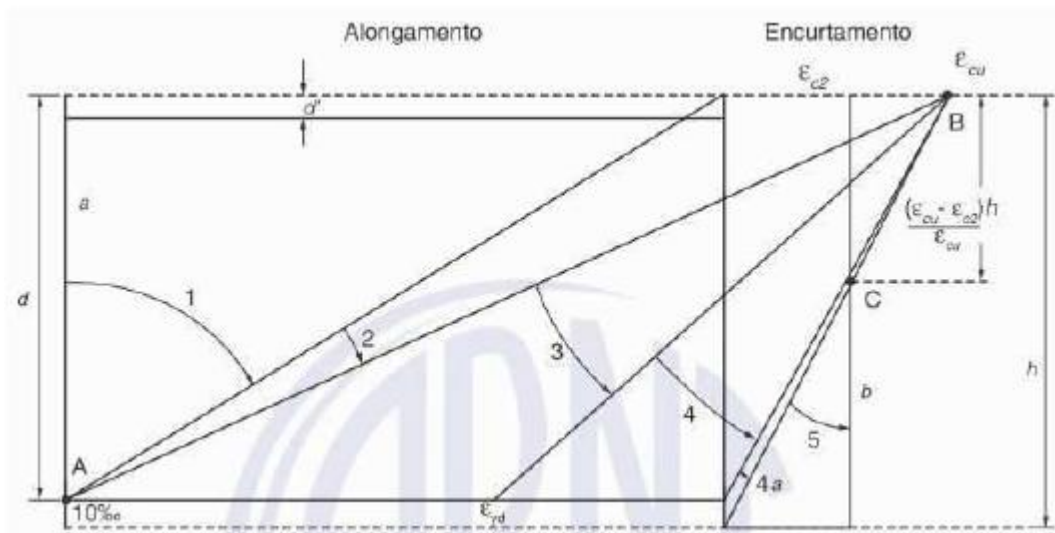
O dimensionamento das vigas pré-moldadas segue-se a NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014). Seções retangulares, as variáveis necessárias ao cálculo das armaduras podem ser determinadas a partir do equilíbrio de forças atuantes na seção.

Primeiramente definir o domínio de dimensionamento das peças (domínios 2, 3, 4 e 4a) conforme Figura 3 para concretos com resistências entre 20 e 50 Mpa.

$$\text{Domínio 4: } \begin{cases} \varepsilon_{s,i} = \varepsilon_{yd}; \varepsilon_{s,f} = 0 \\ \varepsilon_c = 3,5\text{‰} \end{cases} \text{ seção super armada}$$

$$\text{Domínio 4a: } \begin{cases} \varepsilon_{s,i} = 0; \varepsilon_{s,f} < 0 \\ \varepsilon_c = 3,5\text{‰} \end{cases} \text{ armaduras comprimidas}$$

Figura 06: Domínios de dimensionamento.



Fonte: NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014).

Verificar as seções pré-dimensionadas, já estabelecidas as condições da peça, o f_{ck} do concreto, a seção das peças e o momento solicitante de cálculo.

Segundo o apresentado por Carvalho e Figueiredo Filho (2013), o equilíbrio na seção de concreto se dá pelas equações.

$$\sum F = 0 \rightarrow F_s - F_c = 0 \therefore F_s = F_c$$

$$\sum M = M_d \rightarrow M_d = F_c z \therefore M_d = F_s z$$

Na determinação do braço de alavanca Z , e da resultante de compressão atuante no concreto F_c , calcula-se a posição da linha neutra na seção composta de aço e concreto empregando as equações.

$$F_c = (0,85f_{cd})(b_w)(0,8x)$$

$$z = d - 0,4x$$

$$M_d = (0,68dx - 0,272x^2)b_w f_{cd}$$

em que x e a posição da linha neutra.

Admitindo que a peça possa trabalhar nos domínios 2 ou 3, tem-se pela equação:

$$A_s = \frac{M_d}{z f_{yd}}$$

Verificar o domínio de dimensionamento da peça no estado limite último. Para que a peça trabalhe no domínio 3 utiliza-se a relação entre deformações, para as seções permanecerem planas após a deformação, equação .

$$\frac{x}{\varepsilon_c} = \frac{d}{\varepsilon_c + \varepsilon_s} \rightarrow \frac{x}{d} = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_s}$$

A posição da linha neutra no limite do domínio 2 e no domínio 3 a deformação específica do concreto e de $\varepsilon_c = 3,5\%$ para concretos com resistência menor que 50 MPa. Portanto na equação acima, tem-se, equação.

$$\beta = \frac{x}{d} = \frac{0,0035}{0,0035 + \varepsilon_s}$$

3.4.2.1.2 Armadura Transversal

A NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014), defini a taxa de armadura transversal mínima pela equação 9.

$$\rho_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_w s \sen \alpha} \geq 0,2 \frac{f_{ct,m}}{f_{ywk}}$$

A_{sw} - área transversal dos estribos;

s - Espaçamento dos estribos;

α - a inclinação dos estribos

f_{ywk} - resistência característica ao escoamento do aço da armadura;

A resistência da peça é satisfatória se atendidas as equações

$$V_{sd} \leq V_{Rd2}$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd3} = V_C + V_{sw}$$

V_{sd} é a força cortante solicitante de cálculo.

V_{Rd2} é a força cortante resistente de cálculo de acordo com o modelo escolhido

V_{Rd3} é a força cortante resistente de cálculo relativa a ruína por tração diagonal.

O modelo de cálculo II determina que as bielas de compressão estejam inclinadas, e o ângulo: varia de 30° a 45° , de modo que, nas equações .

$$V_{Rd2} = 0,54 \alpha_{v2} f_{cd} b_w d \text{sen}^2 \theta (\cot \alpha + \cot \theta)$$

$$\alpha_{v2} = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \text{ com } f_{ck} \text{ em MPa}$$

Cálculo da área de aço da armadura transversal, utiliza-se da equação.

$$V_{Rd3} = V_C + V_{sw}$$

$$V_{sw} = \left(\frac{A_{sw}}{s} \right) 0,9 d f_{ywd} (\cot \alpha + \cot \theta) \text{sen } \alpha$$

$V_C = 0$, para elementos tracionados com linha neutra fora da seção;

$V_C = V_{c1}$, na flexão simples e flexo-tração com linha neutra cortando a seção;

$V_C = V_{c1} \left(1 + \frac{M_0}{M_{Sd,máx}} \right)$ na flexo-compressão, neste caso, pela equação

$$V_{c0} = 0,6 f_{ctd} b_w d$$

$$V_{c1} = V_{c0} \text{ quando } V_{Sd} \leq V_{c0}$$

$V_{c1} = 0$ quando $V_{Sd} = V_{Rd2}$ deve-se interpolar linearmente para valores intermediários.

Para o cálculo da armadura transversal tem-se a equação.

$$V_{sw} = \left(\frac{A_{sw}}{s} \right) 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} (\cot\alpha + \cot\theta) \text{sen}\alpha$$

Simplificando para angulo de inclinação dos estribos de 90° como usual e isolando a área de aço pelo espaçamento entre estribos, tem-se a equação.

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9df_{ywd}\cot\theta}$$

A_{sw} é definido como o número de ramos do estribo multiplicado pela área da seção transversal da barra.

Ao se optar pelo diâmetro da barra empregada, pode-se obter o espaçamento entre estribos pela equação.

$$s = \frac{n_{ramos} \cdot A_{s\phi}}{A_{sw}}$$

Deve se adotar um espaçamento mínimo afim de permitir a vibração com passagem dos agregados pelos espaços e envolvimento das armaduras pelo concreto. O espaçamento longitudinal máximo é definido de acordo com a NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014) pela equação:

$$S_{MÁX} \leq \begin{cases} 0,6d \leq 300mm \text{ se } V_{sd} \leq 0,67V_{Rd2} \\ 0,3d \leq 200mm \text{ se } V_{sd} > 0,67V_{Rd2} \end{cases}$$

Quanto ao espaçamento transversal máximo, na equação.

$$S_{t,MÁX} \leq \begin{cases} d \leq 800mm \text{ se } V_{sd} \leq 0,20V_{Rd2} \\ 0,6d \leq 350mm \text{ se } V_{sd} > 0,20V_{Rd2} \end{cases}$$

A NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014) determina que a armadura mínima na seção transversal é determinada por um momento fleto mínimo, que representa a ruptura da seção com concreto simples, somente o concreto resistindo a tração.

Calculado por:

$$M_{d,min} = 0,8 \cdot W_o \cdot f_{ctk,sup}$$

W_o é o modulo de resistência da seção transversal bruta de concreto relativa a fibra mais tracionada.

$f_{ctk,sup}$ é a resistência característica do concreto na fibra mais tracionada, dados pelas equações.

$$f_{ctk,sup} = 1,3 \cdot (0,3 \cdot f_{ck}^{2/3})$$

$$W_o = I_c / y_t$$

I_c é o momento de inercia da seção bruta;

y_t distancia da linha neutra a fibra mais tracionada.

A armadura mínima deve ser maior do que a expressa pela Tabela 1 abaixo para os diferentes f_{ck} 's.

Tabela 07: Taxa de armadura mínima para vigas.

Forma da seção	Valores de ρ_{min}^a ($A_{s,min}/A_c$) %														
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Retangular	0,150	0,150	0,150	0,164	0,179	0,194	0,208	0,211	0,219	0,226	0,233	0,239	0,245	0,251	0,256

^a Os valores de ρ_{min} estabelecidos nesta Tabela pressupõem o uso de aço CA-50, $d/h = 0,8$ e $\gamma_G = 1,4$ e $\gamma_Q = 1,15$. Caso esses fatores sejam diferentes, ρ_{min} deve ser recalculado.

Fonte: NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014).

A soma das armaduras de compressão e tração, determina a armadura máxima, e não devem ser superiores a 4% da seção transversal da peça.

Em vigas com alturas a partir de 60 cm, aplicar a armadura de pele, dada pela equação.

$$A_{s,pele} = 0,10\% A_{c,alma}$$

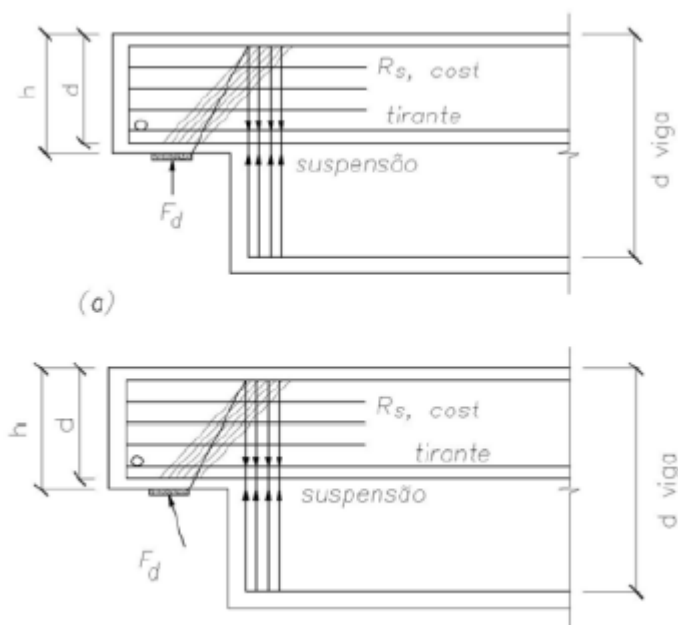
3.4.2.1.3 Dimensionamento do dente Gerber

Os dentes Gerber são os elementos de apoio nas vigas com recorte. Muito solicitados por tensões de cisalhamento, pois é o mecanismo de transferência de esforços da peça.

O dimensionamento dos dentes de concreto segue a metodologia para dimensionamento dos consolos.

El Debs (2000) mostra dois arranjos de armaduras para o dente de concreto, conforme a Figura 4 abaixo. A NBR 9062 (ASSOCIACAO..., 2006) trata a respeito das armaduras que precisam ser dispostas para a transmissão dos esforços pelo dente Gerber.

Figura 08: Arranjos de armadura de consolo.



Fonte: El Debs, 2000.

3.4.2.1.4 Armadura de Suspensão

Para resistir as cargas verticais aplicadas, é necessário armadura de suspensão nas extremidades da viga. A armadura de suspensão consiste geralmente em estribo fechado envolvendo a armadura longitudinal da viga, e deve ser disposta a distância $d/4$ do recorte. A NBR 9062 (ASSOCIACAO..., 2006) permite que a armadura longitudinal da viga seja dobrada em 90 graus e utilizada como complemento a suspensão.

Recomenda-se que se considere apenas 40% da força cortante.

Dada pela equação.

$$A_{s,sus} = \frac{V_d}{f_{yd}}$$

3.4.2.1.5 Estribos horizontais e verticais

Faz se necessário estribos horizontais e verticais no dente Gerber. A NBR 9062 (ASSOCIACAO..., 2006) os estribos horizontais (A_{sh}) devem ser ancorados na viga 1,5 vezes o comprimento de ancoragem da armadura na viga. O diâmetro da armadura de costura não deve ser superior a 1/15 da menor dimensão do consolo, e o espaçamento vertical não deve ser superior a: 1/5 da altura útil “d”; 20 cm; distancia “a”. A área de aço e calculada pela equação:

$$A_{sh} \geq 0,4 A_{s,tir}$$

Os estribos verticais no dente são dimensionados da mesma forma que os estribos do consolo. Para consolos ou dentes com relação $a/d < 1$ adota-se como armadura de estribo a armadura mínima transversal para vigas, sendo que este valor deve ser superior a $0,2 A_{s,tir}$.

3.4.2.1.6 Armadura do tirante

No dente a armadura do tirante e dimensionada analogamente ao consolo. Para dentes com relação $0,5 \leq a/d \leq 1$ a armadura e obtida pela equação.

$$A_{s,tir} = \frac{V_d}{0,9 f_{yd}} \frac{a}{d} + 1,2 \frac{H_d}{f_{yd}}$$

H_d é a força horizontal devido a variação volumétrica.

3.5 Pilares

Os pilares são as peças mais difíceis para projetar e executar, pois existem uma grande variedade de tipos, disposições e dimensões dos consolos empregados, requer um grande número de detalhes no projeto e desta forma são as peças menos padronizadas do sistema.

O cálculo estrutural dos pilares pré-fabricados envolve dimensionamento das seções a flexão e a flexo-compressão, pode também se recorrer aos ábacos.

3.5.1 Dimensionamento de Pilares

Os cálculos dos pilares pré-moldado seguem as exigências da NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014)

A armadura longitudinal mínima deve ser considerada pela equação.

$$A_{s,min} = \left(0,15 \cdot \frac{N_d}{f_{yd}} \right) \geq 0,004 A_c$$

A armadura máxima possível em pilares deve ser 8% da seção real, considerando-se inclusive a sobreposição de armaduras em regiões de emenda, conforme a equação.

$$A_{s,máx} = 8,0\% A_c$$

Os pilares estão sujeitos a flambagem, que é o fenômeno que causa equilíbrio instável da barra, pelo fato das ações principais serem de compressão, onde o estado de deformação da estrutura influi nos esforços internos. Assim, os efeitos de segunda ordem são aqueles somados aos obtidos na análise de primeira ordem, quando a análise do equilíbrio passa a ser efetuada considerando a configuração deformada. A flambagem está relacionada ao índice de esbeltez.

O índice de esbeltez é uma grandeza que depende do comprimento do pilar, da seção transversal e das condições de extremidade. Para o caso de seções simétricas, e pode ser definido para direções x e y nas equações.

$$\lambda_x = \frac{l_{e,x}}{i_y}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

O momento mínimo no pilar, e definido na equação.

$$M_{1d,min} = N_d \cdot (0,015 + 0,03h)$$

Momento mínimo de primeira ordem, isto e, o momento de primeira ordem acrescido dos efeitos das imperfeições locais; 0,015 e dado em metros; h e a altura total da seção transversal na direção considerada, em metros; Nd é o esforço normal de cálculo.

As excentricidades iniciais são obtidas dividindo-se os momentos na ligação pelas forças Normais.

$$e_{i,x} = \frac{M_x}{N}$$

$$e_{i,y} = \frac{M_y}{N}$$

Os esforços locais de segunda ordem podem ser desprezados quando o índice de esbeltez for menor que o valor limite.

$$\lambda_1 = \frac{25 + 12,5 \cdot (e_1/h)}{\alpha_b} \begin{cases} \leq 90 \\ \geq 35 \end{cases}$$

O valor depende da vinculação dos extremos da coluna isolada e do carregamento atuante, devendo ser determinado da seguinte forma para pilares em balanço.

$$\alpha_b = 0,80 + 0,20 \cdot \frac{M_C}{M_A} \begin{cases} \geq 0,85 \\ \leq 1,00 \end{cases}$$

O momento máximo no pilar é calculado pela expressão.

$$M_{d,tot} = \alpha_b \cdot M_{1d,A} + N_d \cdot \frac{l_e^2}{10r} \geq M_{1d,A}$$

Na expressão acima, $1/r$ é a curvatura na seção crítica, que é expressa nas equações.

$$\frac{1}{r} = \frac{0,005}{h(v + 0,5)} \leq \frac{0,005}{h}$$

$$v = \frac{N_d}{(A_c \cdot f_{cd})}$$

A distribuição da armadura, deve ser feita de modo a necessitar no menor consumo de aço. Para isso ser possível, é preciso considerar a direção do momento atuante e a sua intensidade em relação a força normal. Por exemplo, se a seção está submetida somente a uma força normal de compressão, torna-se interessante distribuir as barras ao longo do perímetro da seção.

Para as seções retangulares, admitindo-se a armadura distribuída nas faces opostas na seção de modo a resistir mais ao momento fletor, pode-se ter armadura simétrica ou não-simétrica. Em situações onde os pilares estão sujeitos a ação de ventos, efeitos de segunda ordem ou defeitos de execução, onde o momento tem apenas a direção definida e não o sentido, é preferível usar armadura simétrica.

Essa disposição também simplifica o processo de montagem, colocação e conferência das armaduras.

O dimensionamento da armadura simétrica em duas faces de seção retangulares é feito através do equilíbrio das forças e dos momentos na seção.

Assim constroem-se os gráficos, que são valores reduzidos adimensionais, a partir das equações.

$$\mu_x = v \cdot \frac{e_x}{h_x}$$

$$A_s = \frac{\omega \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$$

Os ábacos adimensionais são obtidos a partir dessas equações de maneira simples:

O diâmetro das barras longitudinais, como está disposto na NBR 6118 (ASSOCIACAO..., 2014), não pode ser inferior a 10 mm nem superior a 1/8 da menor dimensão transversal.

A armadura transversal de pilares, constituída por estribos, deve ser colocada em toda a altura do pilar. O diâmetro das barras não deve ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra que constitui a armadura longitudinal.

O espaçamento longitudinal entre estribos para garantir o posicionamento e impedir a flambagem das barras longitudinais, medido na direção do eixo do pilar, deve ser igual ou inferior aos seguintes valores:

- 200 mm
- Menor dimensão da seção;
- $24 \phi_l$ para CA-25, $12 \phi_l$ para CA-50, em que ϕ_l é o diâmetro da armadura longitudinal do pilar.

Se as armaduras forem constituídas do mesmo tipo de aço, pode ser adotado o valor $\phi_t < \phi_l/4$, desde que o espaçamento respeite também a limitação:

$$S_{m\acute{a}x} = 90000 \cdot \left(\frac{\phi_t^2}{\phi_l} \right) \cdot \frac{1}{f_{yk}}$$

3.6 Instalações elétricas

No projeto de instalações elétricas foi definido a distribuição geral das luminárias, pontos de força, comandos, circuitos, chaves, proteções e equipamentos. O atendimento à edificação foi considerado em baixa tensão, conforme a tensão operada pela concessionária local em 110V ou 220V. Os alimentadores foram dimensionados com base o critério de queda de tensão máxima admissível considerando a distância aproximada de 40 metros do quadro geral de baixa tensão até a subestação em poste. Caso a distância seja maior, os alimentadores deverão ser redimensionados.

Os circuitos que serão instalados seguirão os pontos de consumo através de eletrodutos, condutes e caixas de passagem. Todos os materiais deverão ser de qualidade para garantir a facilidade de manutenção e durabilidade.

As instalações elétricas foram projetadas de forma independente para cada bloco, permitindo flexibilidade na construção, operação e manutenção. Os alimentadores dos quadros de distribuição dos blocos têm origem no QGBT, localizado na sala técnica do bloco A que seguem em eletrodutos enterrados no solo conforme especificado no projeto. Os alimentadores foram dimensionados com base no critério de queda de tensão máxima admissível considerando a distância entre os quadros de distribuição e o QGBT, definidas pelo layout apresentado. Os alimentadores do quadro geral de bombas e os circuitos de iluminação e tomadas do Castelo d'água ficarão localizados dentro do volume do mesmo, em local apropriado para sua instalação.

Não foram consideradas no projeto tomadas baixas em áreas de acesso irrestrito das crianças, - salas de atividades, repouso, solários, salas multiuso, sanitários infantis, refeitório e pátio - por segurança dos principais usuários, que são as crianças. Todos os circuitos de tomadas serão dotados de dispositivos diferenciais residuais de alta sensibilidade para garantir a segurança. As tomadas para ligação de computadores terão circuito exclusivo, para assegurar a estabilidade de energia.

As luminárias especificadas no projeto preveem lâmpadas de baixo consumo de energia como as fluorescentes e a vapor metálica, reatores eletrônicos de alta eficiência, alto fator de potência e baixa taxa de distorção harmônica. Foram previstas luminárias com aletas para as áreas de trabalho e leitura pelo fato de proporcionar melhor conforto visual aos usuários já que limita o ângulo de ofuscamento no ambiente. Para as áreas de preparo e manipulação de alimentos também foi especificado este tipo de luminária.

O acionamento dos comandos das luminárias é feito por seções, sempre no sentido das janelas para o interior dos ambientes. Dessa forma aproveita-se melhor a iluminação natural ao longo do dia, permitindo acionar apenas as seções que se fizerem necessária, racionalizando o uso de energia.

3.6.1 Luminárias e lâmpadas

3.6.1.1 Luminárias

São previstos os seguintes tipos de luminárias, previstas para a utilização com lâmpadas tipo T8, nas potências especificadas. Poderão ainda ser utilizados outros tipos de luminárias/lâmpadas, desde que observada a modulação do forro, e a equivalência entre índices como luminância e eficiência luminosa/ energética:

Luminária de embutir 2x32 / 2x36 com refletor e aletas

Luminária completa de embutir para forro de gesso ou modulado em perfil T, com refletor e aletas, para duas lâmpadas T8 de 32/36W. Dimensões 312 mm X 1250 mm.

Modelo de referência: Itaim. Ref. 2001

Luminária de embutir 2x32 / 2x36 com refletor

Luminária completa de embutir para forro de gesso ou modulado em perfil T, com refletor, para duas lâmpadas T8 de 32/36W. Dimensões 270 mm X 1250 mm.

Modelo de referência: Itaim. Ref. 2530

Luminária de embutir 2x16 / 2x18 com refletor

Luminária completa de embutir para forro de gesso ou modulado em perfil T, com refletor, para duas lâmpadas T8 de 16/18W. Dimensões 270 mm X 625 mm.

Modelo de referência: Itaim. Ref. 2530

Luminária de sobrepor tipo Arandela

Luminária de sobrepor tipo arandela com difusor em vidro jateado, para lâmpada fluorescente compacta 15, 20 ou 23 watts. Dimensões aproximadas 250 mm X 140,5 mm.

Modelo de referência: Itaim Olivino.

3.6.1.2 Lâmpadas

São especificadas Lâmpadas tipo T8 – Fluorescente tubular econômica. Poderão ser utilizadas ainda lâmpadas tipo T5 e luminárias correspondentes.

Lâmpada 18W/830

Potência nominal – 18 watts

Diâmetro do tubo – 26 mm

Comprimento do Tubo – 590 mm

Modelo de Referencia: LUMILUX T8

Lâmpada 36W/830

Potência nominal – 36 watts

Diâmetro do tubo – 26 mm

Comprimento do Tubo – 1200 mm

Modelo de Referencia: LUMILUX T8

3.7 Normas Técnicas Relacionadas a Elétrica

- NR 10 – *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*;
- ABNT NBR 5123, *Relé fotelétrico e tomada para iluminação – Especificação e método de ensaio*;
- ABNT NBR 5349, *Cabos nus de cobre mole para fins elétricos – Especificação*;
- ABNT NBR 5370, *Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência*;
- ABNT NBR 5382, *Verificação de iluminância de interiores*;
- ABNT NBR 5410, *Instalações elétricas de baixa tensão*;
- ABNT NBR 5413, *Iluminância de interiores*;
- ABNT NBR 5444, *Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais*;
- ABNT NBR 5461, *Iluminação*;
- ABNT NBR 5471, *Condutores elétricos*;
- ABNT NBR 5597, *Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca NPT – Requisitos*;
- ABNT NBR 5598, *Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP – Requisitos*;
- ABNT NBR 5624, *Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca NBR 8133 – Requisitos*;
- ABNT NBR 6516, *Starters – A descarga luminescente*;
- ABNT NBR 6689, *Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais*;
- ABNT NBR 8133, *Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca – Designação, dimensões e tolerâncias*;
- ABNT NBR 9312, *Receptáculo para lâmpadas fluorescentes e starters – Especificação*;
- ABNT NBR 10898, *Sistema de iluminação de emergência*;
- ABNT NBR 11839, *Dispositivo-fusíveis de baixa tensão para proteção de semicondutores – Especificação*;
- ABNT NBR 11841, *Dispositivo-fusíveis de baixa tensão, para uso por pessoas autorizadas - Fusíveis com contatos tipo faca – Especificação*;

ABNT NBR 11848, *Dispositivo-fusíveis de baixa tensão para uso por pessoas autorizadas - Fusíveis com contatos aparafusados – Especificação;*

ABNT NBR 11849, *Dispositivo-fusíveis de baixa tensão para uso por pessoas autorizadas - Fusíveis com contatos cilíndricos – Especificação;*

ABNT NBR 12090, *Chuveiros elétricos – Determinação da corrente de fuga – Método de ensaio;*

ABNT NBR 12483, *Chuveiros elétricos – Padronização;*

ABNT NBR 14011, *Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas – Requisitos;*

ABNT NBR 14012, *Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas – Verificação da resistência ao desgaste ou remoção da marcação – Método de ensaio;*

ABNT NBR 14016, *Aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas – Determinação da corrente de fuga – Método de ensaio;*

ABNT NBR 14417, *Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares – Requisitos gerais e de segurança;*

ABNT NBR 14418, *Reatores eletrônicos alimentados em corrente alternada para lâmpadas fluorescentes tubulares – Prescrições de desempenho;*

ABNT NBR 14671, *Lâmpadas com filamento de tungstênio para uso doméstico e iluminação geral similar – Requisitos de desempenho.*

ABNT NBR IEC 60061-1, *Bases de lâmpadas, porta-lâmpadas, bem como gabaritos para o controle de intercambialidade e segurança – Parte 1: Bases de lâmpadas;*

ABNT NBR IEC 60081, *Lâmpadas fluorescentes tubulares para iluminação geral;*

ABNT NBR IEC 60238, *Porta-lâmpadas de rosca Edison;*

ABNT NBR IEC 60269-3-1, *Dispositivos-fusíveis de baixa tensão – Parte 3-1: Requisitos suplementares para dispositivos-fusíveis para uso por pessoas não qualificadas (dispositivos-fusíveis para uso principalmente doméstico e similares) – Seções I a IV;*

ABNT NBR IEC 60439-1, *Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 1: Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA)*;

ABNT NBR IEC 60439-2, *Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 2: Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados)*; □ ABNT NBR IEC 60439-3, *Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão – Parte 3: Requisitos particulares para montagem de acessórios de baixa tensão destinados a instalação em locais acessíveis a pessoas não qualificadas durante sua utilização – Quadros de distribuição*;

ABNT NBR IEC 60669-2-1, *Interruptores para instalações elétricas fixas residenciais e similares – Parte 2-1: Requisitos particulares - Interruptores eletrônicos*;

ABNT NBR IEC 60884-2-2, *Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Parte 2-2: Requisitos particulares para tomadas para aparelhos*;

ABNT NBR NM 243, *Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) ou isolados com composto termofixo elastomérico, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Inspeção e recebimento*;

ABNT NBR NM 244, *Condutores e cabos isolados – Ensaio de centelhamento*;

ABNT NBR NM 247-1, *Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60227-1, MOD)*;

ABNT NBR NM 247-2, *Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensão nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 2: Métodos de ensaios (IEC 60227-2, MOD)*;

ABNT NBR NM 247-3, *Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 3: Condutores isolado (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3, MOD)*;

ABNT NBR NM 247-5, *Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 5: Cabos flexíveis (cordões) (IEC 60227-5, MOD)*; □ ABNT NBR NM 287-1, *Cabos isolados com compostos elastoméricos termofixos, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60245-1, MOD)*;

ABNT NBR NM 287-2, *Cabos isolados com compostos elastoméricos termofixos, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 2: Métodos de ensaios (IEC 60245-2 MOD)*;

ABNT NBR NM 287-3, *Cabos isolados com compostos elastoméricos termofixos, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 3: Cabos isolados com borracha de silicone com trança, resistentes ao calor (IEC 60245-3 MOD)*;

ABNT NBR NM 287-4, *Cabos isolados com compostos elastoméricos termofixos, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive – Parte 4: Cordões e cabos flexíveis (IEC 60245-4:2004 MOD)*;

ABNT NBR NM 60454-1, *Fitas adesivas sensíveis à pressão para fins elétricos – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60454-1:1992, MOD)*;

ABNT NBR NM 60454-2, *Fitas adesivas sensíveis à pressão para fins elétricos – Parte 2: Métodos de ensaio (IEC 60454-2:1992, MOD)*;

ABNT NBR NM 60454-3, *Fitas adesivas sensíveis à pressão para fins elétricos – Parte 3: Especificações para materiais individuais - Folha 1: Filmes de PVC com adesivos sensíveis à pressão (IEC 60454-3-1:1998, MOD)*;

ABNT NBR NM 60669-1, *Interruptores para instalações elétricas fixas domésticas e análogas – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60669-1:2000, MOD)*;

ABNT NBR NM 60884-1, *Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60884-1:2006 MOD)*.

Normas internacionais:

ASA – *American Standard Association*;

IEC – *International Electrical Commission*;

NEC – *National Electric Code*;

NEMA – *National Electrical Manufacturers Association*;

NFPA – *National Fire Protection Association*;

VDE – *Verbandes Deutscher Elektrotechniker*.

3.8 Resolução Confea, elétrica.

Ref. SESSÃO: Sessão Plenária Ordinária 1.378
Decisão Nº: PL-0242/2011
Referência:PT CF-3638/2009
Interessado: CCEEC

Ementa: Acata o pedido para exclusão do item “4.2” da Decisão PL-1884/2008. O Plenário do Confea, reunido em Brasília no período de 23 a 25 de março de 2011, apreciando a Deliberação nº 0313/2010-CEEP, após análise do documento em epígrafe, que trata de proposta dirigida ao Confea pela Coordenadoria das Câmaras Especializadas de Engenharia Civil – CCEEC, em sua 3ª Reunião Ordinária, realizada nos dias 21 a 23 de outubro de 2009, e considerando a proposta, segundo a qual: “a) Situação Existente: PL 1884 constituiu grupo de trabalho no âmbito do Plenário do CONFEA, que tem como objetivo estabelecer limites de atribuições para projetos de instalações elétricas, especificamente para os profissionais Engenheiros Eletricistas, Engenheiros Mecânicos, Engenheiros Cíveis e Arquitetos Urbanista”; considerando ainda: “b) Propositura: A retirada do item 4.2 da PL 1884”; considerando a justificativa: “c) Justificativa: Os engenheiros civis já possuem atribuições relativas às instalações elétricas prediais de forma pacífica pelo Decreto 23.569 e pela Resolução 218. Não há limite de qualquer ordem para concessão das atribuições enquadradas quer no Decreto 23.569, quer na Resolução 218, aos engenheiros civis. O item 4.2 da PL 1884 impõe limite para o exercício das atribuições já concedidas aos engenheiros civis. Uma decisão plenária não pode versar sobre atribuições profissionais”; considerando que sugerem: “e) Sugestão de Mecanismos: Que a CEEP recomende ao Plenário do CONFEA acatar a propositura da CCEEC”; considerando que a Decisão Plenária PL nº 1884/2008 decidiu “instituir um Grupo de Trabalho no âmbito de seu Plenário, com o objetivo estabelecer limites de atribuições para projetos de instalações elétricas, especificamente para os profissionais Engenheiros Eletricistas, Engenheiros Mecânicos, Engenheiros Cíveis e Arquitetos Urbanistas”; considerando que a CCEEC propôs retirar o item 4.2 da respectiva Decisão Plenária; considerando que o referido item 4.2 afirma que o Grupo de Trabalho instituído deverá propor como diretrizes o seguinte: “(...) 4.2) **Os profissionais das áreas de Engenharia Civil e Arquitetura teriam atribuições para projeto, execução e correlatos, em projetos elétricos de baixa tensão, limitados às exigências das concessionárias públicas e da ANEEL em razão da potência instalada, limitada a no máximo 75 kVA, além de outras limitações impostas por questões técnicas específicas**”; considerando que a Resolução nº 1.015, de 2006, do Confea - Regimento do Confea - estabeleceu em seu art. 81 que “o grupo de trabalho tem por finalidade coletar dados e estudar temas específicos, objetivando orientar os órgãos do Confea na solução de questões e na fixação de entendimentos”; considerando que, desta forma, não procede a retirada do item 4.2 da PL-1884/2008 em tela, já que este se constitui apenas numa diretriz, de forma que o Grupo de Trabalho, a partir da realização de estudos aprofundados e reuniões para sistematização de tais estudos, provavelmente aprofundará seus trabalhos nesta e nas outras diretrizes propostas pela Decisão Plenária e terá condições de alcançar seu objetivo maior, que é o de orientar os órgãos do Confea na solução de questões e fixação de entendimentos; considerando o Parecer nº

1.176/2009-GAC/ATE, sugerindo a manutenção do item 4.2; e considerando, porém que uma Decisão Plenária não é instrumento legal para definir atribuições, **DECIDIU**, por unanimidade, acatar o pedido para exclusão do item “4.2” da PL-1884/2008, ficando o item “4” com a seguinte descrição: “4) Propor como diretriz que o referencial para atribuições profissionais é a Resolução nº 1.010, de 2005, vinculando a atribuição do profissional à sua formação”, visto que Decisão Plenária não é instrumento legal para definir atribuições. Presidiu a sessão o **Presidente MARCOS TULIO DE MELO**. Presentes os senhores Conselheiros Federais AFONSO LUIZ COSTA LINS JUNIOR, CLEUDSON CAMPOS DE ANCHIETA, DIRSON ARTUR FREITAG, FRANCISCO XAVIER RIBEIRO DO VALE, GRACIO PAULO PESSOA SERRA, IDALINO SERRA HORTÊNCIO, JOSE CICERO ROCHA DA SILVA, JOSE LUIZ MOTA MENEZES, JOSE ROBERTO GERALDINE JÚNIOR, KLEBER SOUZA DOS SANTOS, LUIS EDUARDO CASTRO QUITÉRIO, MARCOS VINICIUS SANTIAGO SILVA, MARIA LUIZA POCI PINTO, MELVIS BARRIOS JUNIOR, ORLANDO CAVALCANTI GOMES FILHO, PEDRO LOPES DE QUEIRÓS, PETRUCIO CORREIA FERRO, REGINA CARDOSO MORANDI, ROBERTO DA COSTA E SILVA e VERA THEREZINHA DE ALMEIDA DE OLIVEIRA SANTOS.

Cientifique-se e cumpra-se.

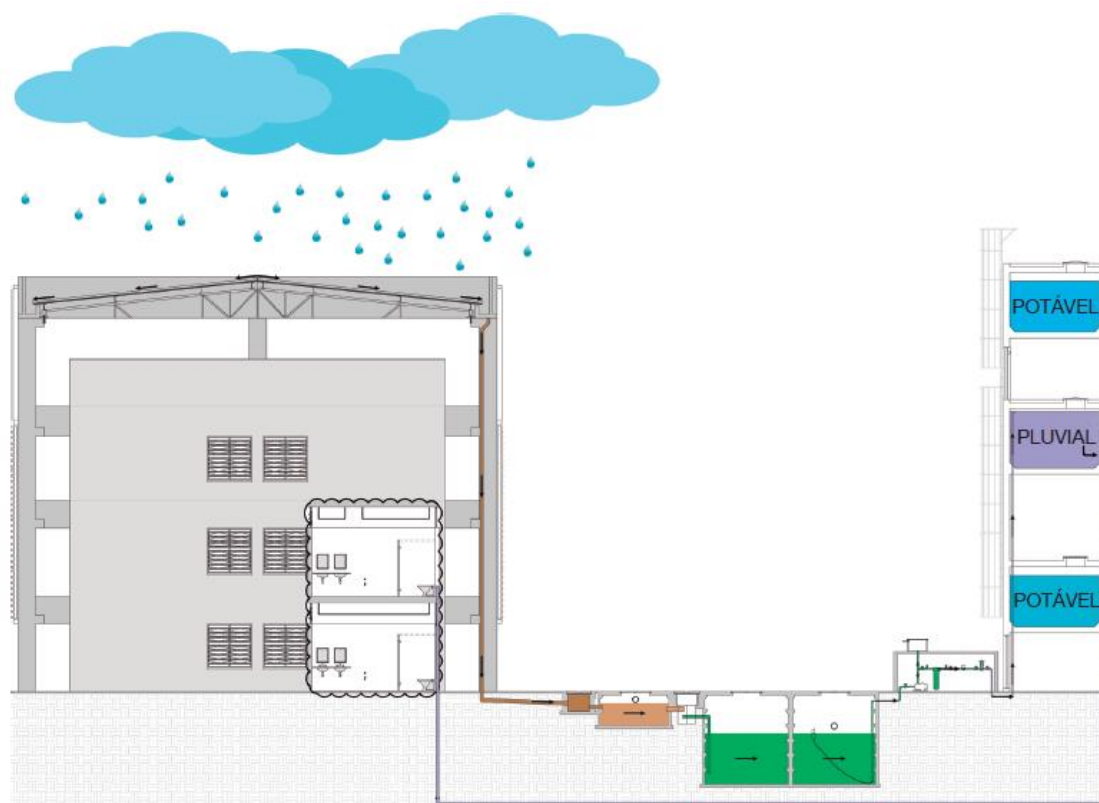
Brasília, 06 de abril de 2011.

Marcos Túlio de Melo
Presidente.

3.9 Operação e manutenção do sistema de aproveitamento de água de chuva.

3.9.1 Sistema de aproveitamento de água de chuva

Figura 09: Sistema de aproveitamento de água pluvial

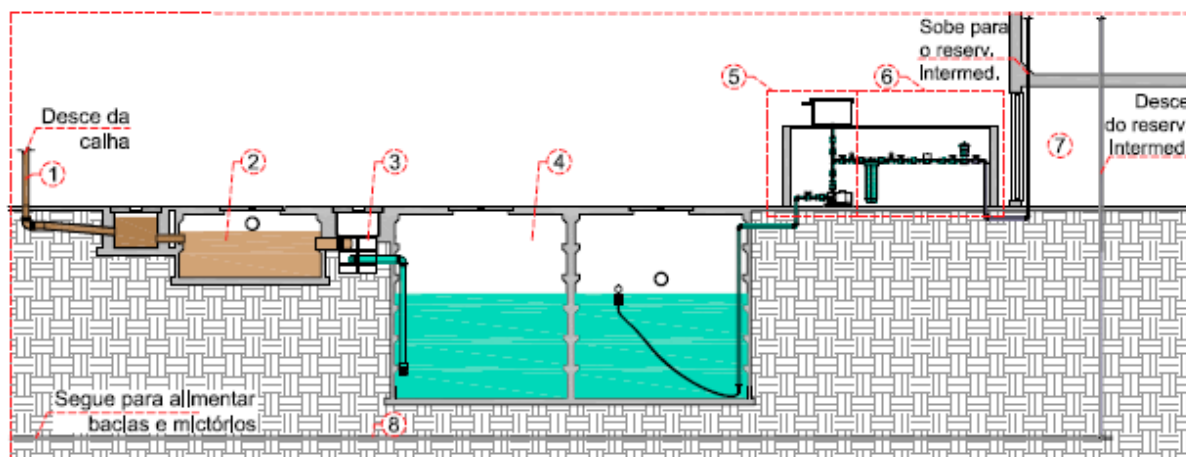


Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

Em novas obras de unidades escolares, esse sistema já é uma exigência do FDE (Fundação para o Desenvolvimento da Educação), as águas captadas nas coberturas são tratadas, armazenadas e utilizadas nos vasos sanitários e mictórios, lavagem de pisos e regas de jardins.

De acordo com a norma ABNT 15527:2007 a água da chuva não pode ser utilizada para fins potáveis como água para beber, tomar banho, preparar alimentos entre outros. Isso quer dizer que essa água não é própria para o consumo humano.

Figura 10: Componentes do sistema



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

1. Captação;
2. Reservatório de autolimpeza;
3. Filtração - remoção de detritos;
4. Reservatório inferior (enterrado);
5. Bombeamento;
6. Tratamento;
7. Reservatório superior (intermediário do reservatório superior);
8. Distribuição e utilização.

No caso de não haver água de chuva suficiente no reservatório inferior para o superior, o mesmo deve ser alimentado automaticamente pelo sistema de abastecimento de água potável. No caso de volume superior ao do reservatório inferior, a água excedente escoar pelo extravasor, que será direcionada para rede pública de galerias de águas pluviais.

3.9.2 Funcionamento do sistema

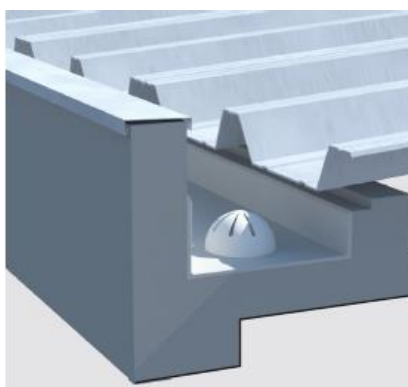
Nas unidades escolares o sistema é composto por calhas e condutores, dois reservatórios enterrados, sendo que o primeiro é de autolimpeza, descartando a água coletada nos primeiros minutos de chuva, o segundo de armazenamento, sistema de bombeamento para o reservatório superior, onde estará pronto para distribuição.

3.9.3 Captação

Somente as águas pluviais captadas na cobertura vão para o sistema.

A água captada pela cobertura é direcionada para as calhas e condutores, passando por filtro removedor de detritos e depositada no reservatório inferior de autolimpeza.

Figura 11: Filtro de remoção



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.4 Reservatório de Autolimpeza e Filtração-Remoção de Detritos

A água de chuva captada pelas calhas e conduzidas pelos condutores, passa primeiro pelo filtro removedor de detritos, antes de chegarem no reservatório de autolimpeza. O filtro removedor de detritos, separa os sólidos grosseiros, como folhas e galhos como outros, que vem com a água.

Os detritos juntamente com uma pequena quantidade de água, seguem para a rede de águas pluviais.

Figura 12: Filtro de remoção de detritos



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.5 Reservatório Inferior (enterrado)

Após a água passar pelo filtro removedor de detritos, ela é direcionada para o reservatório inferior, onde os detritos de partículas finas, que passaram pelo filtro, são depositados no fundo do reservatório, e tendem a decantar.

Esse reservatório é executado em anéis de concreto pré-moldado, e fica enterrado.

Exemplo de sistema em construção:

Figura 13: Sistema em construção - Reservatórios inferiores



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.6 Freio d'água.

O freio d'água fica localizada na entrada do primeiro reservatório inferior, tem a função de diminuir a velocidade da água e turbilhamento, invertendo o fluxo que entra no reservatório.

Os detritos finos que ficam acumulados no fundo do primeiro reservatório, criam uma camada, onde apresentam uma água mais límpida. O freio impede que a água que entra agite esses detritos, e auxilia na oxigenação da água que já está lá, impedindo que haja um processo anaeróbico, e mantém a água mais fresca por mais tempo.

Figura 14: Freio d'água



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.7 Sifão ladrão

As partículas mais leves do que a água, como os pólenes de flores, flutuam para a superfície, onde o sifão ladrão remove essa camada e encaminha para rede de águas pluviais: Esse sistema é de total importância para a qualidade da água captada, e também impede a entrada de pequenos animais, insetos e odores, no sistema.

Figura 15: Sifão ladrão



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.8 Filtro flutuante

A mangueira e o filtro flutuante, fica próximo à superfície da água, onde a água se encontra mais limpa, onde ela é captada evitando que venha com impurezas, garantindo que esta seja mais limpa possível.

Figura 16: Filtro flutuante



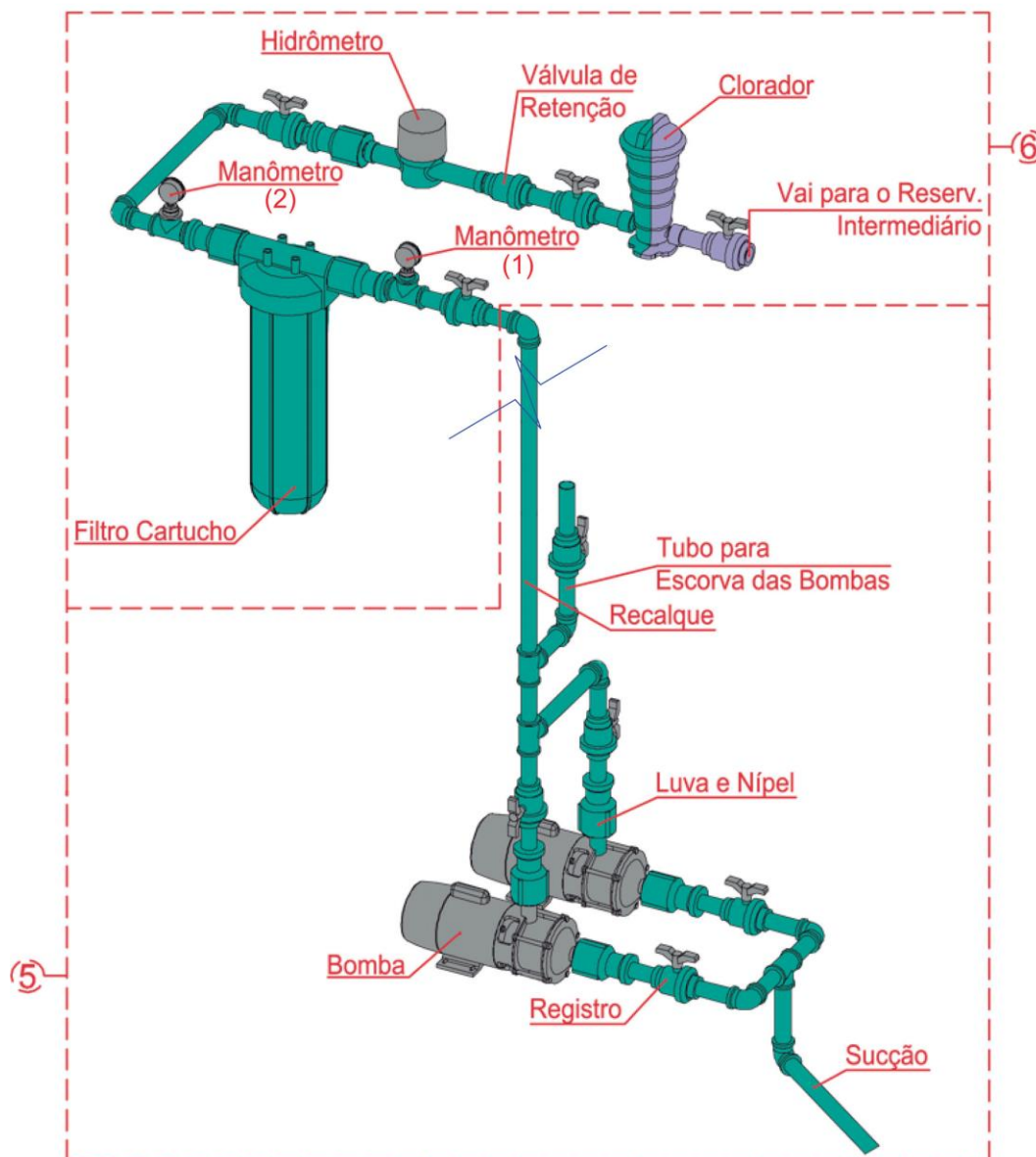
Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.9 Bombeamento

Com dois conjuntos de moto-bombas, instalados paralelo, sendo uma principal e uma reserva, para quando houver necessidade de manutenção, não seja rompido o ciclo do sistema. Pode se criar uma casa de bomba para esse sistema ou criar um abrigo separado, o sistema de tratamento também acompanha.

Esse conjunto de bombas, tem como função retirar a água do reservatório inferior, e levá-la ao superior.

Figura 17: Sistema de bombeamento - tratamento



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.10 Tratamento

3.9.10.1 Filtro cartucho

O filtro cartucho é instalado após a bomba hidráulica, com a função de remover partículas e reduzir a turbidez de água, para garantir um aspecto similar ao de uma água potável e garantir sua qualidade.

3.9.10.2 Manômetro

Os manômetros são instalados junto ao filtro, pois quando eles apresentam uma diferença de pressão, indicam a necessidade de manutenção do filtro.

Figura 18: Manômetros



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.10.3 Hidrômetro

O hidrômetro é instalado após o segundo manômetro, afim de medir o consumo de água de chuva utilizado, assim avaliando a economia mensal obtida.

Figura 19: Hidrômetro



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.10.4 Cloração

Após o hidrômetro é instalado o dosador automático de cloro, que tem a função de eliminar os coliformes fecais da água de chuva, promovendo a desinfecção da água.

Utilizando pastilhas de hipoclorito de sódio acondicionados no clorador de passagem, por onde é feita a cloração da água.

Esse tratamento já permite a utilização da água, menos para consumo humano.

Figura 20: Clorador



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.11 Reservatório Superior de Águas Pluviais (intermediário)

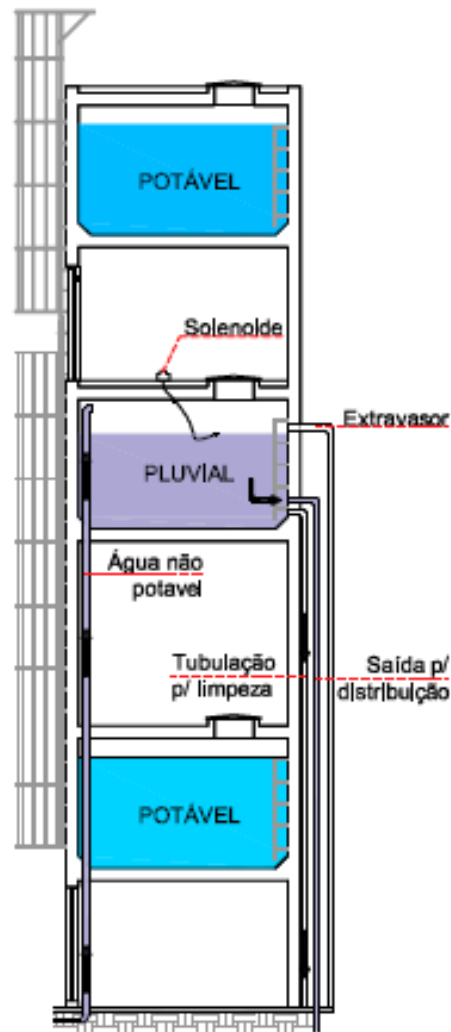
O reservatório superior de águas pluviais, fica entre os reservatórios de água potável, com nome de reservatório intermediário, essa água vem bombeada do segundo reservatório inferior, onde já está tratada, o volume adotado para prédios escolares é de 10m³.

O volume mínimo é 35% da sua capacidade máxima, quando o valor fica abaixo desse mínimo, aciona se um dispositivo de recuperação, onde o reservatório de água potável estabiliza o sistema.

Para não ocorrer contaminação da água potável com a água de chuva, utiliza-se uma válvula solenoide, pois nesse contato de reabastecimento do reservatório de água de chuva, existe um grande risco de contaminação.

A válvula solenoide é uma válvula de controle, unidirecional, que tem a função de abrir e fechar por controle elétrico.

Figura 21: Reservatório torre



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

Figura 22: Válvula solenoide



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.12 Distribuição

Por gravidade, a água tratada do reservatório superior intermediário, segue por tubulações para os banheiros, para mictórios e bacias sanitárias.

As tubulações e os componentes de água de chuva tratada, devem ser de cor roxa para se diferenciarem das demais, como as de água potável e de incêndio.

Figura 23: Tubulação de distribuição



Água de chuva tratada



Água potável



Água combate a incêndio

Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.13 MANUTENÇÃO DO SISTEMA

A importância da manutenção do sistema, deve se a qualidade da água, mantendo sempre uma análise periódica em períodos previstos.

A análise deve ser feita por laboratório químico idôneo quanto a parâmetros físicos, químicos ou microbiológicos.

Se houver algum tipo de contaminação ou desinfecção inadequada, o uso deve ser suspenso até que se resolva o problema.

3.9.13.1 Captação

Nas coberturas fazer manutenção três vezes ao ano, removendo ninho de pássaros, folhas ou detritos que possam dificultar o escoamento da água. Em áreas onde existem muitas árvores, a limpeza deve ser feita com frequência.

Calhas e condutores, limpar três vezes ao ano, especialmente ao final das estações de chuva e seca.

3.9.13.2 Filtro Removedor de Detritos

Limpar o reservatório de autolimpeza na mesma época do inferior enterrado, o filtro deve ser limpo a cada três meses, a não ser que seja detectado uma frequência maior de resíduos, ou água turva, no caso de água turva, fazer a limpeza imediatamente.

Durante chuvas de extremas necessidades pode haver uma elevação no nível da água no reservatório inferior, ultrapassando o nível do sifão ladrão, nesse caso a limpeza deve ser feita após o rebaixamento do nível.

Figura 24: Filtro removedor de detritos



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.13.3 Para limpeza do filtro:

- a) Retirar a tampa de fechamento do filtro na parte superior;
- b) Inserir a alça metálica no interior do filtro e apoiar a mesma na grade metálica interna;
- c) Girar a alça no sentido anti-horário e encaixar a mesma no pino de encaixe da grade;
- d) Retirar a grade metálica interna;
- e) Limpar a grade com água em contracorrente;
- f) Inserir e encaixar a grade no filtro;
- g) Rosquear a tampa.

3.9.13.4 Reservatório Inferior – enterrado

A manutenção do reservatório inferior enterrado, deve ser feito a cada dois anos, nos períodos que não houver previsão de chuvas e no inverno: No caso de se detectar uma degradação na qualidade da água, recomenda a limpeza anualmente.

Para a limpeza utilizar equipamentos utilizados em piscinas ou caminhões limpa fossa, esvaziando por meio de bombeamento da água e sujeira acumulada no fundo.

3.9.13.5 Filtro Flutuante

Verificar e limpar o conjunto filtro flutuante ao menos uma vez ao mês, mas caso se observe necessidade alterar essa frequência de manutenção.

Para este tipo de manutenção desligar as bombas, caso haja elevação do nível d'água acima do nível do sifão, repetir a rotina de limpeza.

Figura 25: Filtro flutuante

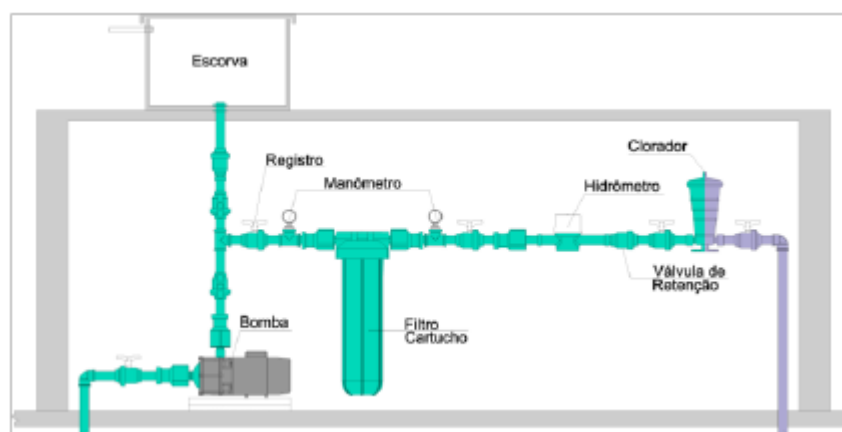


Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.13.6 Bombas

Para uma continuação do sistema, em caso de manutenção, são instaladas duas bombas paralelas, uma chave de partida é responsável pelo acionamento e controle de partida dos motores, e pela proteção caso haja sobrecargas, também possui um botão para desligamento manual imediato das bombas, para eventuais emergências.

Figura 26: Sistema de bombeamento e tratamento



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

3.9.13.7 Tratamento

Necessidade de troca do cartucho de polipropileno duas vezes ao ano, início do verão, e a segunda após três meses, caso após essas trocas a água apresentar turbidez, ou os manômetros apresentarem diferença de pressão, deve-se fazer a troca imediatamente.

Figura 27: Filtro cartucho



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

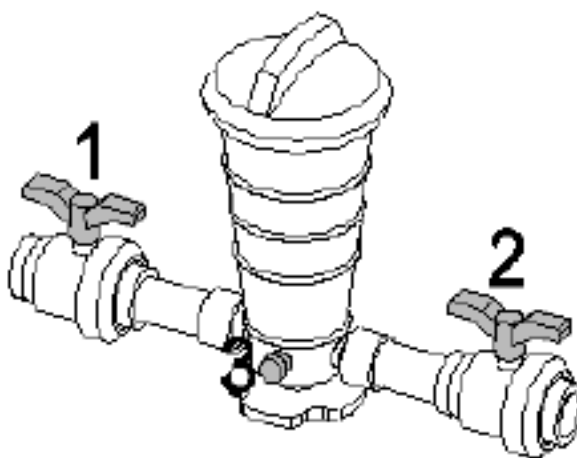
3.9.13.8 Clorador

Manter sempre com duas pastilhas de cloro, regular a dosagem conforme o fluxo que passa pela pastilha, e a necessidade, caso essa seja menor, fechar o registro três para aumentar a fração de água que passa pela pastilha, caso seja superior abrir o registro três, que aumenta a fração de água que não passa pela pastilha.

O consumo de pastilhas de cloro é de aproximadamente 9,1 g/m³, de como o consumo diário não potável estimado é de 11 m³/dia e a taxa de atendimento pretendida é de 51%, estima-se um consumo médio mensal de 1,2 kg, o equipamento comporta até 1,2 kg de pastilhas de cloro e, portanto, é prevista a reposição das mesmas 1 vez por mês, em média; nos meses de verão, deve ser necessária a reposição a cada duas semanas.

3.9.13.9 Para reposição das pastilhas de cloro:

Figura 28: Clorador



Fonte: Manual Aproveitamento chuva FNDE

- a) Utilizar os equipamentos de proteção individual (EPI) necessários;
- b) Fechar os registros 1 e 2;
- c) Desrosquear a tampa da carcaça do clorador;
- d) Inserir as pastilhas, empilhadas, no centro do clorador;
- e) Rosquear a tampa da carcaça;
- f) Abrir totalmente os registros 1 e 2;
- g) A regulagem da dosagem de cloro deve ser feita no registro 3.

3.9.13.10 Reservatório Superior intermediário.

A limpeza do reservatório superior, e a tubulação de distribuição para bacias, devem ser feitas no início do sistema, e posteriormente quando houver alterações no sistema e um período mínimo de seis meses inoperante.

Para a realização dessa limpeza, desligar as bombas e válvula solenoide: A limpeza da válvula deve ser feita periodicamente, e deverá coincidir com a limpeza do reservatório.

3.9.13.11 Tubos, Conexões, Válvulas e Junções

Os tubos, conexões, válvulas, junções, e demais componentes do sistema devem ser verificados quanto à ocorrência de vazamentos, corrosão, incrustação e funcionamento.

4 Implantação do Projeto de Incêndio

O projeto hidro sanitário da Pro infância não foi abordado nesse trabalho, apenas o cálculo de reserva para o dimensionamento do reservatório.

4.1 Reservatório

Reservatório de distribuição é um elemento designado para regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição, de acordo com a NBR 12217.

Deve ser dimensionado observando o padrão de consumo de água, possível interrupção do fornecimento e reserva de incêndio (NBR 5626/1998).

Os métodos de cálculos utilizados para o dimensionamento do reservatório estão demonstrados abaixo:

1º). Com a quantidades de pessoas que frequentarão a instituição pro infância, considerando todos os alunos e aqueles que irão trabalhar na instituição. Foram considerados no total de 780 alunos contanto os dois períodos e mais 40 funcionários.

2º). Com o número de pessoas, calculou-se o consumo diário com base nos dados fornecidos pela tabela 29.

Tabela 29: consumo de água diário.

<i>Prédio</i>	<i>Consumo (litros)</i>
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	120 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas – internatos	150 <i>per capita</i>
Escolas – externatos	50 <i>per capita</i>
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros – animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço p/automóvel	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²

Fonte: Creder, 2012.

Dada a Equação 1:

$$Cd = Cp * N$$

Onde:

Cd = consumo médio diário (litros).

Cp= consumo por pessoa (litros).

N= números de pessoas.

Tem-se:

$$Cd = 50 * 820$$

litros

$$Cd = 41.000 \text{ dia}$$

3º). Prevendo que possa haver falta de abastecimento por parte da rede pública, calculou-se uma reservação de emergência, com a Equação 2, neste caso, foram considerados 2 dias.

$$R = Cdx 2$$

Equação 2: Reservação

Onde:

R: reservação para 2 dias (l); Cd: consumo diário total (l/dia);

Logo:

$$R = 41.000 \frac{\text{litros}}{\text{dia}} \times 2 \text{ dias}$$

$$R = 82.000 \text{ litros}$$

4º) Reserva de incêndio (IT 22), acima de 2.500m² até 5.000m;

Tipo1= RTI=8m³;

Logo:

$$R_i = 20\% * R$$

$$R_i = 0,2 * 82.000$$

$$R_i = 16.400 \text{ litros}$$

5º) O volume total de reservação é dado pela Equação 3:

$$R_t = I + R$$

Equação 3: Reservação total do volume

Onde:

I: volume para combate a incêndio (l);

R: reservação para um dia e meio (l);

Logo:

$$R_t = 16.400 + 8.000$$

$$R_t = 90.000 \text{ litros}$$

Como 1 m³ tem 1000 litros, a reservação total será:

$$R_t = 90.000 \text{ litros} * \frac{m^3}{1000 \text{ litros}}$$

$$R_t = 90m^3$$

6º). Tendo o volume de reservação total 90m³, consultou-se empresas fornecedoras de reservatório e selecionou-se por fim como referência de medidas para projeto o reservatório para 100.000 litros, com diâmetro de 3,20m e altura de 12,6m, disponível na empresa S&F Reservatórios, conforme a tabela do Quadro 1.

Figura 30: Caixa d'água tipo tubular com chumbadores – Sistema Nicho.

LITROS	ALTURA	DIÂMETRO
3.000	6,00	0,80
3.600	7,20	0,80
5.000	5,40	1,11
7.500	7,80	1,11
10.000	6,00	1,43
10.500	8,40	1,27
12.500	7,80	1,43
15.000	9,60	1,43
18.500	6,60	1,91
20.000	7,20	1,91
25.000	9,00	1,91
*30.000	10,80	1,91
*40.000	10,40	2,23
*40.000	14,00	1,91
*50.000	10,00	2,54
*61.000	9,60	2,86
*60.000	12,00	2,54
*70.000	10,80	2,86
*80.000	10,00	3,20
*100.000	12,60	3,20
*120.000	15,00	3,20
*150.000	15,60	3,50

Fonte: S&F Reservatórios

4.2 Prevenção de Incêndios e Projeto Combate

O Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo foi criado em 1881, mas foi em 1936 que realmente começaram a atuar efetivamente na fiscalização como Departamento de Obras, nos anos seguintes as seções técnicas, emissão de laudos de vistoria e etc. Em 1961 foi editada a Primeira Especificação para Instalação de Proteção contra Incêndios (extintores e hidrantes).

Em 1970 tivemos casos de incêndios em prédios no estado de São Paulo, que até hoje são comentados pela gravidade do que aconteceu, um foi com o Edifício Andraus e depois com o Edifício Joelma. Recentemente tivemos o caso da boate Kiss em janeiro de 2013, que com a acontecido e a repercussão desse acidente acarretou com a preocupação em relação com a segurança e ao combate e preservação contra o incêndio, ficou muito mais rigorosa depois de passar por uma reforma na legislação.

O Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), conta com um Regulamento de Segurança contra Incêndio das Edificações e Áreas de

Risco, consulta-lo é o primeiro passo a ser dado, quando se trata de edificações que não seja “Unifamiliar”. São consideradas residências unifamiliares edificações com até 750m².

Para a construção de uma escola tipo Proinfância, onde atenderá 780 alunos, onde contará com mais de 2.945,00 m² de área, contanto com 12 salas e uma quadra coberta, é preciso fazer e elaborar um Projeto Técnico (PT), e de suma importância que um Engenheiro ou Arquiteto assine os documentos e plantas da edificação. Para os Projetos Técnicos (PT), as medidas de segurança contra incêndio (hidrantes, detecção e alarme contra incêndio, todas as exigências e documentos necessários e exigências estão contidas na Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros (IT) de número 01 (Procedimentos Administrativos).

Todas as informações necessárias para a regularização da Escola que variam de acordo com a área, altura da edificação e em função do uso, encontram-se no Regulamento de Segurança Contra Incêndio das Edificações e Áreas de Risco do Estado de São Paulo (Decreto Estadual 56.819/11), que pode ser obtido na página do Corpo de Bombeiros, www.corpodebombeiros.sp.gov.br, sendo a forma e o conteúdo para apresentação conforme as Instruções Técnicas de número 01 e 42. (Cartilha de Orientações básicas, noções e Prevenção Contra Incêndio/Dicas de Segurança 05/2011).

4.3 Projeto técnico

Características da edificação e áreas de risco

Em edificações com até 750m² é necessário um Projeto Técnico Simplificado (PTS), baseando-se na Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de número 42.

Nas edificações acima de 750 m² e/ou com altura acima de 5 metros de altura faz-se necessário um Projeto Técnico (PT), tendo como base a Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de número 1, algumas Normas como a NBR 9077/2001 – Saída de Emergência em Edifícios, NBR 6118/2003 - Projeto de Estrutura de Concreto, NBR 6122/1996 - Projeto e Execução de Fundações, NR 23 Proteção Contra Incêndios.

4.3.1 Composição do Projeto

Na composição do Projeto Técnico são necessárias as seguintes documentações:

1. cartão de identificação;
2. pasta do Projeto Técnico;
3. formulário de segurança contra incêndio de Projeto Técnico;
4. procuração do proprietário, quando este transferir seu poder de signatário;
5. Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável técnico pela elaboração do Projeto Técnico, que deve ser juntada na via que permanece no Serviço de Segurança contra Incêndio;
6. documentos complementares, quando necessário;
7. implantação, quando houver mais de uma edificação e áreas de risco, dentro do mesmo lote, ou conjunto de edificações, instalações e áreas de risco;
8. planta das medidas de segurança contra incêndio.

De acordo com o Decreto Estadual 56.819/11, devemos consultar quadros e tabelas para saber quais medidas preventivas devem ser adotadas de acordo com a edificação.

4.3.2 Objeto de estudo

O objeto de estudo em questão trata-se de uma instituição educacional infantil, a edificação contará com 2.945,00 m² de área construída, contendo com 12 salas, quadra coberta, área de lazer. Por se tratar de uma escola Proinfância, as medidas de proteção contra incêndio são rigorosas.

A edificação citada acima será enquadrada nas tabelas a seguir do item

4.3.3 Enquadrando a Edificação

As tabelas que serão exibidas a seguir fazem parte dos anexos do Decreto Estadual 56.819/11.

4.3.4 Anexos do Regulamento de Segurança Contra Incêndio

Quanto à ocupação: para dar início ao Projeto Técnico, consultaremos a tabela 1 do quadro 2 da Figura 28 onde podemos visualizar a ocupação de uma edificação.

Figura 31: Área de risco quanto a ocupação.

Grupo	Ocupação/Usu	Divisão	Descrição	Exemplos
E	Educativa e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas, jardins de infância
		E-6	Escola para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados

Fonte: Decreto Estadual 56.819 /2011.

Quanto à altura: em se tratando da altura da edificação e como será enquadrada, consultamos a tabela 2 do Figura 29.

Figura 32: Classificação das edificações quanto à altura.

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

Fonte: Decreto Estadual 56.819 /2011.

Referente à carga de incêndio: depois de uma consulta ao Anexo A da Instrução Técnica de número 14 – Carga de Incêndio nas Edificações e áreas de Risco (Figura 30), nela consta a tabela de Cargas de Incêndio Específicas por Ocupação, definindo-se a carga de incêndio, consulta-se a tabela 3 do Decreto Estadual 56.819/2011 no Figura 31, para definir a classificação da edificação.

Figura 33: Carga de incêndio por ocupação e áreas de risco.

Ocupação/Usou	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	D-2	300
	Agências de correios	D-1	400
	Centrais telefônicas	D-1	200
	Cabeleireiros	D-1	200
	Copiadora	D-1	400
	Encadernadoras	D-1	1000
	Escritórios	D-1	700
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	D-1	300
	Laboratórios químicos	D-4	500
	Laboratórios (outros)	D-4	300
	Lavanderias	D-3	300
	Oficinas elétricas	D-3	600
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	D-3	200
	Pinturas	D-3	500
	Processamentos de dados	D-1	400
Educativa e cultura física	Academias de ginástica e similares	E-3	300
	Pré-escolas e similares	E-5	300
	Creches e similares	E-5	300
	Escolas em geral	E-1/E-2/E-4/E-6	300

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo

Figura 34: Classificação da área de risco quanto a carga de incêndio.

CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO À CARGA DE INCÊNDIO	
Risco	Carga de Incêndio MJ/m ²
Baixo	até 300MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200MJ/m ²

Fonte: Decreto Estadual 56.819/2011.

Para estabelecer quais seriam as medidas necessárias que serão adotadas para a segurança, prevenção e combate a incêndio, utilizaremos a Tabela 6 E existente no Figura 34 e figura 35.

Figura 35: Tabela 6 E Área superior a 750 m² ou altura superior a 12,00 m.

Divisão	E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6					
	Térrea	Classificação quanto à altura (em metros)				
		H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X ¹	X ¹	X ²
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ³
Plano de Emergência	-	-	-	-	X	X
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	-	-	-	-	X	X
Alarme de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emerg.	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁴

Fonte: Decreto Estadual 56.819/2011.

Figura 36: Continuação da tabela 6 E.

NOTAS ESPECÍFICAS:
1 – A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos <u>shafts</u> e dutos de instalações;
2 – Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, deteção de incêndio e chuveiros automáticos, até 60 metros de altura, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos <u>shafts</u> e dutos de instalações, sendo que para altura superior deve-se, adicionalmente, adotar as soluções contidas na ITCB-09;
3 – Deve haver Elevador de Emergência para altura maior que 60 m;
4 – Acima de 60 metros de altura.
NOTAS GERAIS:
<u>a</u> – As instalações elétricas e o SPDA devem estar em conformidade com as normas técnicas oficiais;
<u>b</u> – Para subsolos ocupados ver Tabela 7;
<u>c</u> – Os locais destinados a laboratórios devem ter proteção em função dos produtos utilizados;
<u>d</u> – Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas Instruções Técnicas.

Fonte: Decreto Estadual 56.819/2011.

4.3.5 Medidas de Segurança Contra Incêndio

A escola em estudo está enquadrada no Grupo E, então foram definidas as várias medidas de proteção e segurança contra incêndio que serão instaladas

obrigatoriamente na edificação, para garantir a integridade física da edificação e também dos alunos.

A implantação das medidas de segurança contra incêndio, tem que seguir à Norma de Procedimento Técnico – NPT's, que foram elaboradas pelo Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo – CBMSP. Também deve-se utilizar as NBR correspondentes ao estudo.

Todos os equipamentos que serão instalados passam por uma verificação para atender os mais altos testes de qualidade, feitos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, que trabalha para a Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior a e NR 23.

A instalação das medidas de segurança contra incêndio na edificação, só poderão ser executadas após a análise e aprovação do Projeto Técnico, conforme as Instruções Técnicas do CBPMESP. Após a instalação completa a edificação passa por uma vistoria do Corpo de Bombeiro que emite um alvará de liberação dos sistemas, solicita-se a vistoria do Corpo de Bombeiros para obtenção do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB).

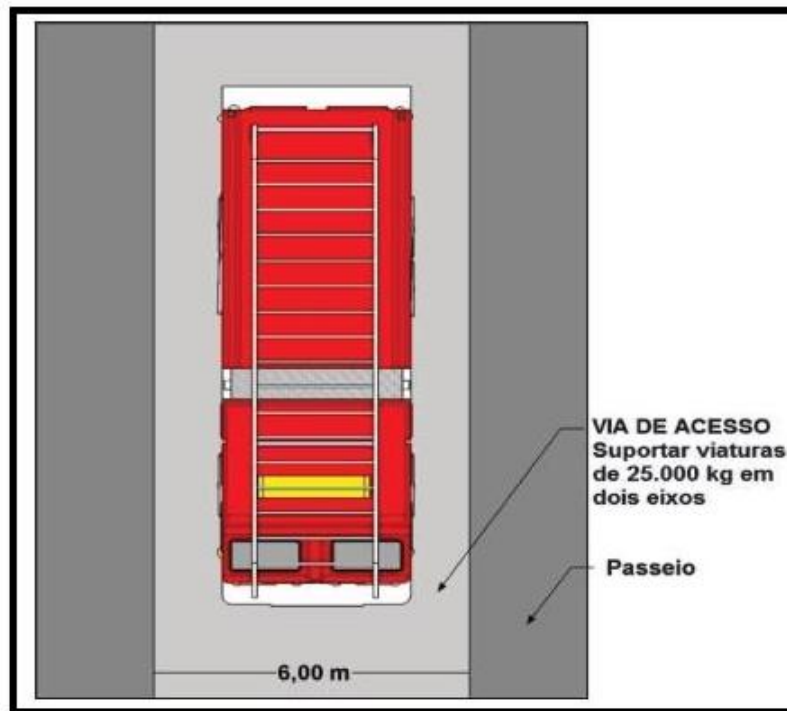
4.3.6 Acesso de Viatura na Edificação

De acordo com o Decreto Estadual nº 56.819/11 – Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo, para que o acesso das viaturas nas edificações deve-se observar a Instrução Técnica de número 6 (IT 06), que tem por objetivo estabelecer as condições mínimas para o acesso de viaturas de bombeiros nas edificações e áreas de risco, visando o emprego operacional do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo.

As vias de acesso devem ser trafegáveis para aproximação e operação dos veículos e equipamentos de emergência. A largura mínima deve ser de 6 m como mostra-se no Figura 34, o portão de acesso deve seguir as seguintes dimensões mínimas (largura 4,0 m e altura 4,5m) como pode-se observar no Figura 35, conforme normas regulamentadoras.

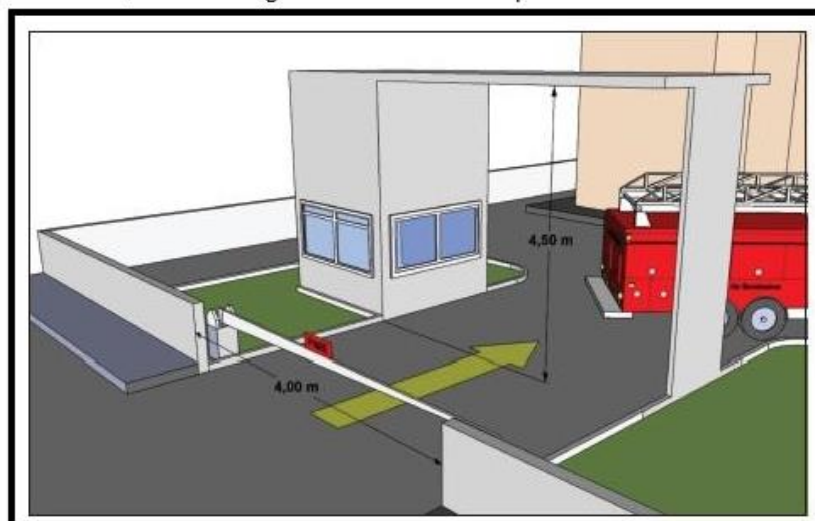
O objeto de estudo em questão está rigorosamente atendendo a todas as exigências do CBMSP.

Figura 37: Largura mínima para a via de acesso.



Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

Figura 38: Largura e Altura mínimas para o Portão de Acesso.



Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

4.4 Segurança da Edificação Contra Incêndio

De acordo com o que o Decreto Estadual nº 56.819/11 – Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo, seguindo as Instrução Técnica de número 08 - Resistência ao Fogo dos Elementos de Construção, tem a finalidade de indicar as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e as repartições que integram as edificações, quanto aos (TRRF) Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo, ou seja, que em situação de incêndio, evitando o colapso estrutural por tempo suficiente para que possibilite a saída segura das pessoas e o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

Conforme os critérios indicados pelo anexo A da norma aplicada o tempo determinado de resistência ao fogo (TRRF) dos elementos estruturais e da repartição da edificação em questão é de *60 (sessenta) minutos*.

Para que a escola Proinfancia atenda a (NBR) Normas Brasileiras Regulamentadoras, e seja liberada, o dimensionamento dos elementos estruturais em condição de incêndio, deverão atender os critérios da NBR 14323/99 - Dimensionamento de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas Aço-Concreto de Edifícios em Situação de Incêndio, NBR 15200/04 - Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio – Procedimento e NBR 5628/01 - Componentes Construtivos Estruturais - Determinação da Resistência ao Fogo.

4.4.1 Saídas de Emergência

Segundo a PORTARIA Nº 001/DSCIP/CBMMT/2011, considerando e aplicando o que diz a NBR 9077/2001 - Saídas de Emergência em Edifícios, pretendendo descrever e caracterizar as indicações e sinalizações de rotas e fugas, tendo como principal objetivo garantir que as pessoas que usam essa edificação possa abandoná-la, em caso de incêndio, totalmente protegida em sua integridade física, igualmente permitindo o fácil acesso de reforço externo (bombeiros) para o combate ao fogo e a retirada em segurança dos usuários.

A Instrução Técnica de número 11 classifica como componentes de saída de emergência:

4.4.2 Acessos ou corredores;

Rotas de saídas horizontais e respectivas portas ou espaço livre exterior;

Escadas ou rampas;

Descarga;

4.4.3 Distância máxima a ser percorrida

Conforme a IT 11 o percurso máximo a ser percorrido para atingir um local com segurança (espaço livre exterior, área de refúgio, área que tenha pelo menos uma saída direta para o espaço livre exterior, tendo em vista o risco à vida humana decorrente do fogo e da fumaça, devem considerar:

O acréscimo de risco quando a fuga é possível em apenas um sentido;

A redução de risco em caso de proteção por chuveiros automáticos, detectores ou controle de fumaça;

A redução de risco pela facilidade de saídas em edificações térreas.

De acordo com a NR 23:

A abertura de saída deverá ter no mínimo 1,20m (um metro e vinte centímetros);

A porta deverá abrir para o lado oposto do local de trabalho.

Deverá existir corredores e circulações internas com passagem liberadas, onde não for possível o acesso imediato às saídas, obedecendo a largura mínima de 1,20m (um metro e vinte centímetros).

As saídas e vias de passagem deverão ser sinalizadas por meio de placas ou sinais luminosos, indicando a direção da saída.

As saídas deverão ter no máximo quando o risco for grande uma distância de 15m (quinze metros) e quando o risco de pequeno ou médio porte a distância será de 30m (trinta metros),

Essas distâncias poderão ser modificadas, para mais ou menos, a critério da autoridade competente em segurança do trabalho, se houver instalações de chuveiros *sprinklers*, automáticos, e segundo a natureza do risco.

No anexo B da IT 11 consta a tabela 2 com as distâncias máximas a serem percorridas em caso de incêndio, como pode-se observar no Figura 36.

Figura 39: Tabela 2 do Anexo B da IT 11.

Grupo e divisão de ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saida única		Mais de uma saída		Saida única		Mais de uma saída	
		Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça	Com detecção automática de fumaça
A e B	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
	Demais andares	30 m	35 m	40 m	45 m	45 m	55 m	65 m	75 m
I-1 e J-1	De saída da edificação (piso de descarga)	80 m	95 m	120 m	140 m	-	-	-	-
	Demais andares	70 m	80 m	110 m	130 m	-	-	-	-

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

4.5 Brigada de Incêndio

A Instrução Técnica 17 do CBMSP tem como objetivo de indicar as condições mínimas para a composição, treinamento e reciclagem de brigada de incêndio para atuação em edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo. Ela se aplica a todas as edificações ou áreas de risco enquadradas na tabela 1 do Decreto Estadual 56819/2011.

Na NBR 14276/2007 – Brigada de Incêndio – Requisitos, explica várias recomendações que devem ser seguidas, a brigada de incêndio deve ser combinada pela população fixa e o porcentual de cálculo do Anexo A da Figura 37, que é obtido levando-se em conta o grupo e a divisão de ocupação da planta.

Figura 40: Tabela Porcentual de cálculo para composição da brigada de incêndio.

Grupo	Divisão	Descrição	População fixa por pavimento	
			Coluna 1	Coluna 2
A Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Isento	
	A-2	Habitação multifamiliar	todos os funcionários da edificação mais um brigadista (morador ou funcionário ⁽¹⁾) por pavimento	
	A-3	Habitação coletiva ⁽¹⁾	50%	10%
B Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	50%	10%
	B-2	Hotel residencial ⁽²⁾	50%	10%
C Comercial	C-1	Comércio com baixa carga incêndio	40%	10%
	C-2	Comércio com média e alta carga incêndio	40%	10%
	C-3	Shoppings centers	50%	20%
D Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	30%	10%
	D-2	Agência bancária	40%	10%
	D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G4)	40%	10%
	D-4	Laboratório	40%	10%
E Educativa e cultura física	E-1	Escola em geral	40%	20%
	E-2	Escola especial	40%	20%
	E-3	Espaço para cultura física	40%	20%
	E-4	Centro de treinamento profissional	40%	20%
	E-5	Pré-escola	Faz parte da brigada de incêndio todos os funcionários da edificação	
	E-6	Escola para portadores de deficiências	Faz parte da brigada de incêndio toda a população fixa	
F Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	100%	50%
	F-2	Local religioso e velório	100%	50%
	F-3	Centro esportivo e de exibição ⁽³⁾	100%	50%
	F-4	Estação e terminal de passageiro	60%	20%
	F-5	Arte cênica e auditório	100%	50%
	F-6	Clube social e diversão ⁽⁴⁾	100%	50%

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

4.5.1 Iluminação de Emergência

De acordo com a NBR 10898/2013 - Iluminação de Emergência e a IT 18, aplica-se às edificações e áreas de risco onde o sistema de iluminação de emergência é exigido. Tem como principal objetivo a iluminação que deve clarear as áreas com pessoas presentes, passagens horizontais e verticais para saídas de emergência, áreas técnicas de controle de restabelecimento de serviços essenciais na edificação, na falta ou falha no fornecimento de energia elétrica.

(NBR 10898/13) Modelo de limitações, sinalização e visualização

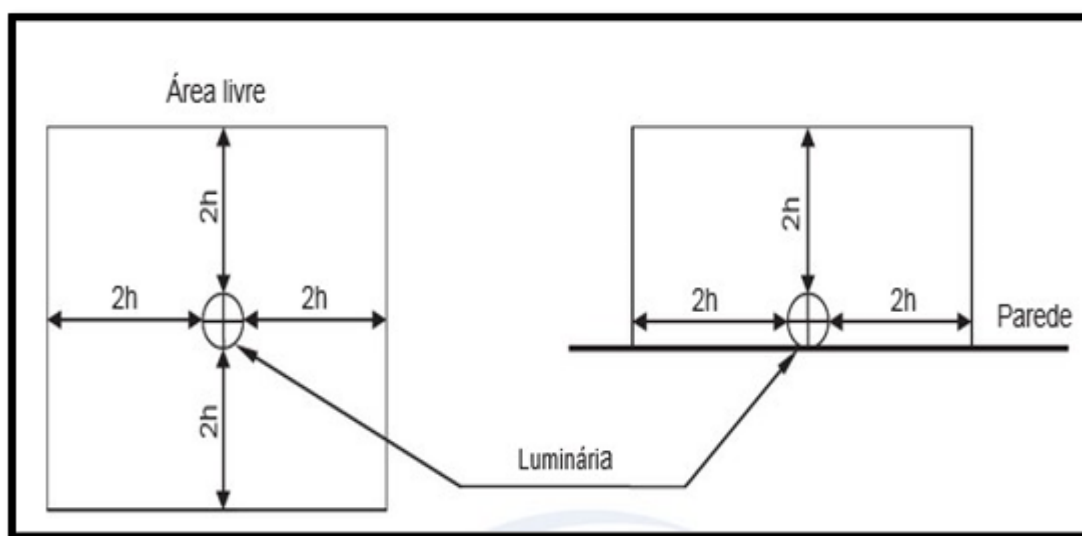
Limitações para altura da instalação da iluminação, sem fumaça: intensidade de iluminação no chão e visibilidade de obstáculos;

Limitações para a altura da instalação da iluminação em caso de incêndio: as luminárias devem ser instaladas abaixo do ponto mais baixo do colchão de fumaça possível de se formar no ambiente. Este colchão de fumaça pode baixar até as saídas naturais e de ventilação forçada existentes;

Para sinalização de saída, os pontos de indicação devem ser instalados abaixo do colchão de fumaça citado no Figura 38 e Figura 39.

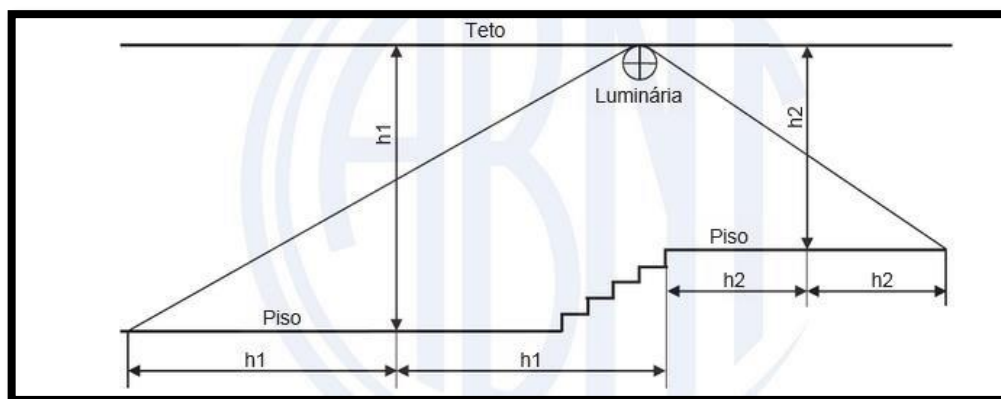
Nos casos em que a fumaça tenha a possibilidade de invadir totalmente o ambiente pela falta de ventilação adequada, impedindo a visualização da rota de fuga, aconselha-se a utilização de indicações com pintura auto luminescente na parede ou no chão, devidamente protegida contra o desgaste natural, ou faixas no chão com iluminação própria. Esta iluminação também pode ser instalada nos rodapés, corredores e escadas.

Figura 41: Exemplo de iluminação de emergência, em tetos ou paredes.



Fonte: NBR 10898/2013 Sistema de Iluminação de Emergência.

Figura 42: Vista lateral de iluminação de emergência em escada.



Fonte: NBR 10898/2013 Sistema de Iluminação de Emergência.

NOTA A: conforme o Figura 39 fica demonstrado que a distância máxima entre dois pontos de iluminação ambiente é equivalente a quatro vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso.

(NBR 10898/13) Visibilidade e Medição

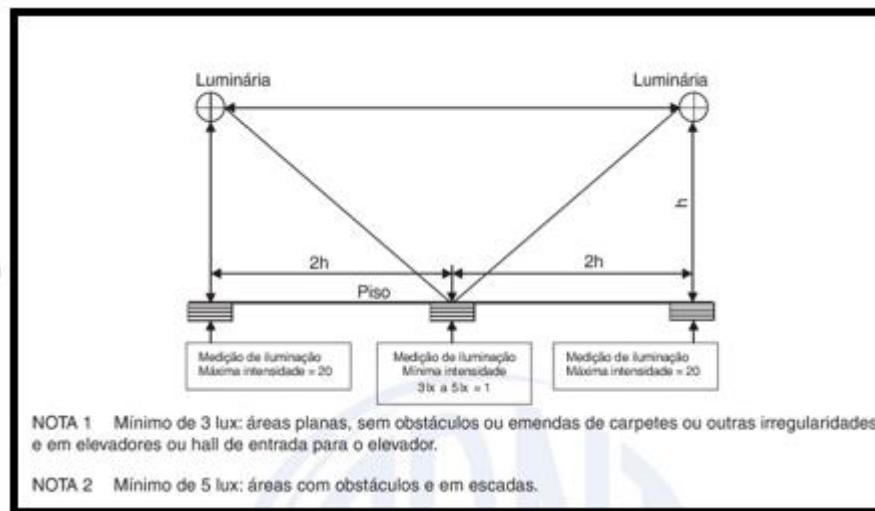
De acordo com os Figura 40 e 41 podemos observar que para garantir a visibilidade com a iluminação mínima de 3 lux e 5lux, utilizar um dispositivo de acordo com o desenho a seguir, com o mesmo revestimento, na mesma cor e tonalidade do piso.

O observador deve estar a uma distância mínima de 5m do dispositivo na iluminação mais desfavorável, se possível, com a sombra do observador sobre o dispositivo.

A colocação do dispositivo deve ser alterada no ângulo de visão do observador pelo menos quatro vezes, e o observador deve acertar 75 % dos ângulos.

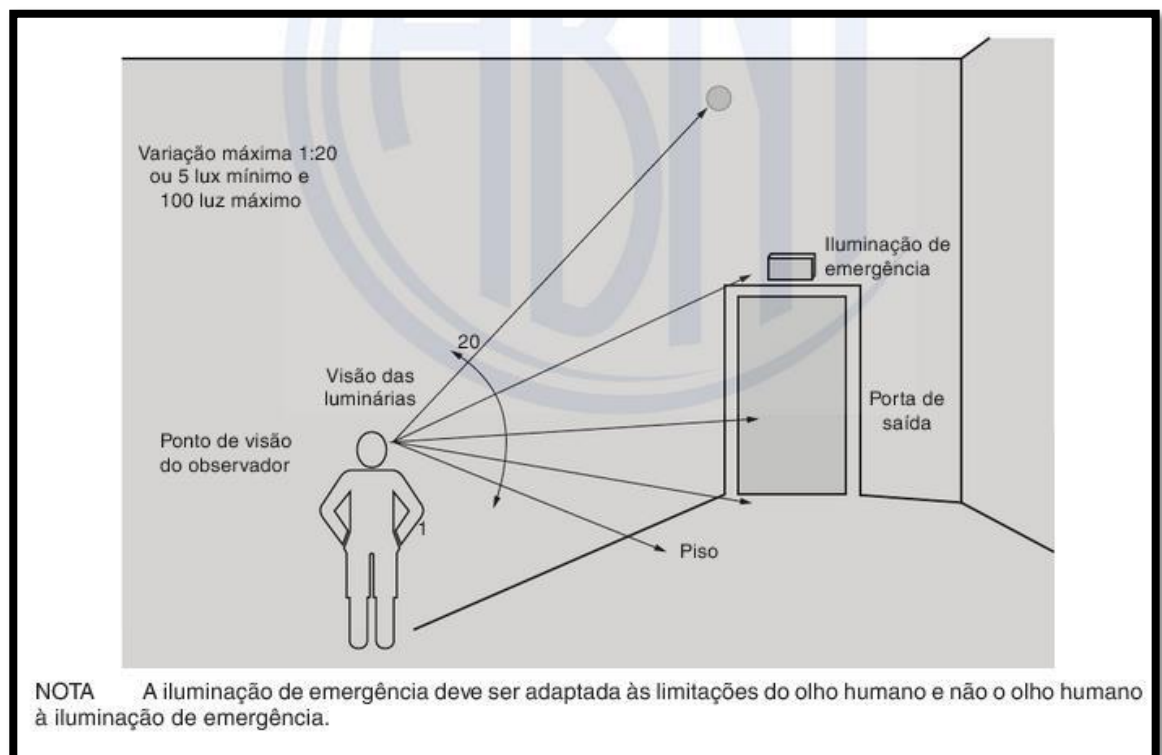
O observador ideal é um usuário representativo para as pessoas que irão frequentar o local. O observador deve ser escolhido entre os transeuntes, sem conhecimento prévio do ensaio proposto ou do local onde deve ser executado o ensaio de visão. Em áreas onde se deve assegurar a continuidade de trabalho, como em salas de controles de aeroportos, metrô, rodoviárias ou ferroviárias, subestações de distribuição de energia elétrica e água, assim como geradores de emergência para alimentar áreas de risco, pontos de vigia, áreas essenciais em hospitais e de primeiros-socorros etc., a iluminação deve garantir um mínimo de 70 % da intensidade de iluminação exigida normalmente.

Figura 43: Variação da intensidade máxima 20:1.



Fonte: NBR 10898/2013 Sistema de Iluminação de Emergência.

Figura 44: Variação da intensidade da iluminação sem ofuscamento dos olhos.



Fonte: NBR 10898/2013 Sistema de Iluminação de Emergência.

4.5.2 Alarme de Incêndio

Com principal objetivo de demonstrar as exigências mínimas necessárias para o dimensionamento do sistema de detecção e alarme de incêndio, na segurança e proteção de uma edificação, segundo a IT 19 e a NBR 17.240/2010 - Sistema de

detecção e alarme de incêndio - projeto instalação comissionamento e manutenção de sistemas – requisitos.

A NBR 17.240/2010 apresenta:

Planejamento do sistema

Responsabilidade:

Aconselha-se que um documento deve ser feito levando em conta a responsabilidade para cada fase e planejamento de um sistema de alarme de incêndio e sempre assinado pelas pessoas responsáveis, descrevendo em detalhes seus campos de responsabilidade.

Qualificação:

Aconselha-se contratar a (s) empresa (s) e/ou profissional (is) responsável (is) para o planejamento do sistema, comprovem a experiência na área de tecnologia de detecção e alarme de incêndio.

Documentação:

Aconselha-se que reúnam todos os dados necessários para o planejamento do sistema de detecção de incêndio e alarme de incêndio, como por exemplo:

Plantas da edificação (planta baixa, cortes etc.);

Levantamento do material combustível do ambiente a ser protegido;

Descrição das condições ambientais, tais como:

Temperatura;

Umidade;

Atmosferas corrosivas, agressivas ou poluídas;

Número de trocas de ar para ambientes com ventilação;

Nível de ruído, visibilidade etc.;

População fixa e flutuante;

Normas ou códigos específicos pertinentes ao projeto a ser desenvolvido.

De acordo com as Normas Brasileiras e Internacionais da série ISO 7240, todas as empresas devem comprovar os resultados dos ensaios de seus produtos feitos por uma empresa reconhecidas nacionalmente ou internacionalmente.

4.5.3 Projeto do sistema

Fazer um memorial descritivo bem elaborado, onde descreve as ideias iniciais de detecção, arquitetura do sistema, conexões entre sistemas, lógica de funcionamento e ações a serem tomadas para cada evento do sistema. Este documento é o resultado de toda a fase de planejamento e a base para a escolha dos componentes do sistema de detecção e alarme de incêndio.

Um bom sistema garante a detecção de um início de incêndio num menor tempo possível, quando contém todos elementos indispensáveis para o seu funcionamento completo.

O tipo de sistema de detecção e o tipo de detector apropriado para cada ambiente a ser protegido, é definido com dados levantados na fase de planejamento, levando-se em consideração a sensibilidade do detector e o tempo de resposta do sistema.

Modelos de sistema de detecção:

Sistema de detecção convencional;

Sistema de detecção endereçável;

Sistema de detecção analógico; - Sistema de detecção algoritmo.

4.6 Sinalização de Emergência

A sinalização de emergência tem como objetivo reduzir o risco de incêndio, prevenindo os riscos existentes e garantindo que sejam adotadas ações corretas à situação de risco, facilitando a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio.

A Instrução Técnica 20 apresenta todas as especificações, orientações e exemplos de como fazer a sinalização em edificações. Nas Figuras 42 e a 43, observa-se as Sinalização de Orientação e Salvamento, na Figuras 44, 45 e 46, tem-se Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme e na Figura 47, observa-se um exemplo de aplicação de sinalização.

Figura 45: Sinalização de orientação de salvamento.

Código	Simbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação	
S1		Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência, especialmente para ser fixado em colunas Dimensões mínimas: L = 1,5 H	
S2				Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência Dimensões mínimas: L = 2,0 H	
S3				Indicação de uma saída de emergência a ser afixada acima da porta, para indicar o seu acesso.	
S4					
S5				a) indicação do sentido do acesso a uma saída que não esteja aparente; b) indicação do sentido de uma saída por rampas; c) indicação do sentido da saída na direção vertical (subindo ou descendo).	
S6				NOTA - A seta indicativa deve ser posicionada de acordo com o sentido a ser sinalizado.	
S7					

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

Figura 46: Sinalização de Orientação e Salvamento.

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
S8		Escada de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido de fuga no interior das escadas. Indica direita ou esquerda, descendo ou subindo. O desenho indicativo deve ser posicionado de acordo com o sentido a ser sinalizado
S9				
S10				
S11				
S12		Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Mensagem "SAÍDA" ou Mensagem "SAÍDA" e pictograma e/ou seta direcional: fotoluminescente, com altura de letra sempre ≥ 50 mm	Indicação da saída de emergência, com ou sem complementação do pictograma fotoluminescente (seta ou imagem, ou ambos)
S13				
S14				
S15		Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Mensagem "SAÍDA": fotoluminescente, com altura de letra sempre ≥ 50 mm	Indicação da saída de emergência com rampas para deficientes, utilizada como complementação do pictograma fotoluminescente (seta ou imagem, ou ambos)
S16				

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo

Figura 47: Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme.

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
E1		Alarme sonoro		Indicação do local de acionamento do alarme de incêndio
E2		Comando manual de alarme ou bomba de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Ponto de acionamento de alarme de incêndio ou bomba de incêndio; Deve vir sempre acompanhado de uma mensagem escrita, designando o equipamento acionado por aquele ponto
E3				
E4		Telefone ou interfone de emergência		Indicação da posição do interfone para comunicação de situações de emergência a uma central
E5		Extintor de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Indicação da localização dos extintores de incêndio

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

Figura 48: Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme.

Código	Simbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
E6		Mangotinho		Indicação de localização do mangotinho
E7		Abrigo de mangueira e hidrante		Indicação do abrigo da mangueira de incêndio com ou sem hidrante no seu interior
E8		Hidrante de incêndio	Simbolo: quadrado Fundo: vermelha Pictograma: fotoluminescente	Indicação da localização do hidrante quando instalado fora do abrigo de mangueiras
E9		Coleção de equipamentos de combate a incêndio		Indica a localização de um conjunto de equipamentos de combate a incêndio (hidrante, alarme de incêndio e extintores), para evitar a proliferação de sinalizações correlatas
E10		Válvula de controle do sistema de chuveiros automáticos		Indicação da localização da válvula de controle do sistema de chuveiros automáticos

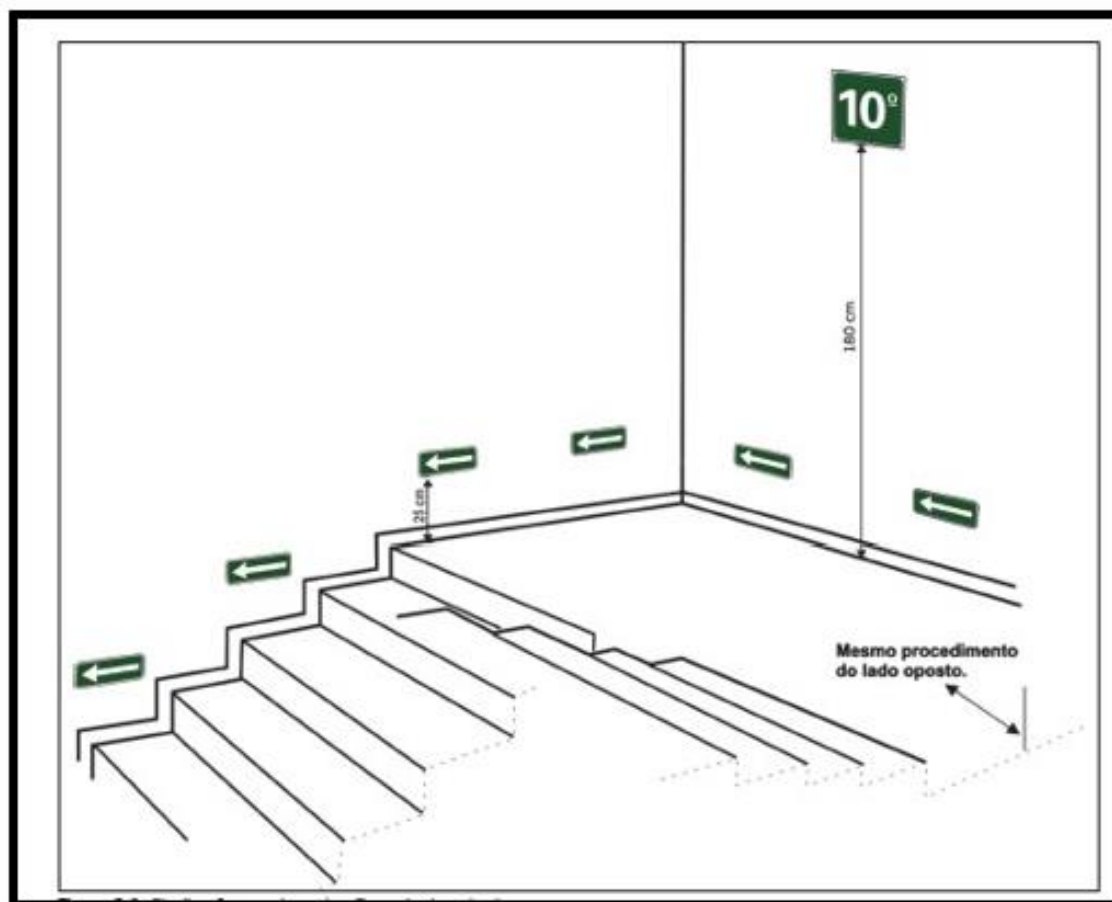
Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

Figura 49: Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme.

Código	Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
E11		Extintor de incêndio tipo carreta		Indicado para facilitar a localização de extintor tipo carreta em caso de incêndio de maior proporção
E12		Manta antichama		Indicada para o abatimento de chamas em pessoas
E13		Seta à esquerda, indicativa de localização dos equipamentos de combate a incêndio ou alarme	Símbolo: quadrado Fundo: vermelha	Indicação de localização dos equipamentos de combate a incêndio ou alarme. Deve sempre ser acompanhado do símbolo do(s) equipamento(s) que estiver(em) oculto(s)
E14		Seta à direita, indicativa de localização dos equipamentos de combate a incêndio ou alarme	Pictograma: fotoluminescente	
E15		Seta diagonal à esquerda, indicativa de localização dos equipamentos de combate a incêndio ou alarme		
E16		Seta diagonal à direita, indicativa de localização dos equipamentos de combate a incêndio ou alarme		
E17		Sinalização de solo para equipamentos de combate a incêndio (hidrantes e extintores)	Símbolo: quadrado (1,00 m x 1,00 m) Fundo: vermelha (0,70 m x 0,70 m) Borda: amarela (largura = 0,15 m)	Usado para indicar a localização dos equipamentos de combate a incêndio e alarme, para evitar a sua obstrução

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

Figura 50: Exemplos de instalação de sinalização.



Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

4.6.1 Extintores

Conforme a NBR 12.693/2010 - Sistemas de proteção por extintores de incêndio determina as condições exigíveis para projeto, seleção e instalação de extintores de incêndio portáteis e sobre rodas, em edificações e áreas de risco, para combate a princípio de incêndio.

Extintores de incêndio são utilizados como primeira linha de ataque contra incêndio de tamanho limitado. Eles são necessários mesmo que o local esteja equipado com chuveiros automáticos, hidrantes e mangueiras, ou outro sistema fixo de proteção.

Esta Norma não se aplica à proteção de aeronaves, embarcações e veículos, nem a outras classes de fogos que não sejam A, B e C.

A Instrução Técnica de número 21 traz que os extintores portáteis devem ser distribuídos de tal forma que o operador não percorra distância maior do que a estabelecida na Tabela 1 Figura 51.

Figura 51: IT 21 - Distância máxima de caminhamento.

A. RISCO BAIXO	25 m
B. RISCO MÉDIO	20 m
C. RISCO ALTO	15 m

Fonte: corpo de bombeiro do Estado de São Paulo.

4.6.2 Classificação

Conforme a NBR 12.693/2010, que o fogo se classifica em função do material combustível, está compreendida numa das quatro classes:

Fogo classe A:

Fogo envolvendo materiais combustíveis sólidos, tais como madeiras, tecidos, papéis, borrachas, plásticos termoestáveis e outras fibras orgânicas, que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos;

Fogo classe B:

Fogo envolvendo líquidos e/ou gases inflamáveis ou combustíveis, plásticos e graxas que por ação do calor queimam somente em superfície;

Fogo classe C:

Fogo envolvendo equipamentos e instalações elétricas energizados;

Fogo classe D:

Fogo em metais combustíveis, tais como titânio, sódio, lítio, magnésio, zircônio e potássio.

De acordo com a NBR 12693/2010 os agentes extintores devem ser selecionados entre os constantes da tabela a seguir Figura 49, conforme a situação do fogo.

Figura 52: Seleção do agente extintor segundo a classificação do fogo.

Classe de fogo	Agente extintor						
	Água	Espuma química ⁽²⁾	Espuma mecânica	Gás carbônico (CO ₂)	Pó B/C	Pó A/B/C	Hidrocarbonetos halogenados
A	(A)	(A)	(A)	(NR)	(NR)	(A)	(A)
B	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
C	(P)	(P)	(P)	(A)	(A)	(A)	(A)
D	Deve ser verificada a compatibilidade entre o metal combustível e o agente extintor						

Nota: (A) Adequado à classe de fogo.
 (NR) Não recomendado à classe de fogo.
 (P) Proibido à classe de fogo.

NBR 12.693/2010 - Sistemas de proteção por extintores de incêndio.

4.6.3 Hidrantes e Mangotinhos

A IT 22 recomenda as condições necessárias exigíveis para determinar a instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características, dos componentes de sistemas de hidrantes e/ou de mangotinhos para uso exclusivo de Combate a Incêndio em edificações.

Para definir-se a quantidade de água a ser reservada, para o objeto de estudo em questão, deve-se observar a Figura 50, que através da classificação do risco da edificação, que se definiu no item 2.4, sabe-se exatamente a quantidade de água necessária para atender aos hidrantes constantes na edificação.

Figura 53: Tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³).

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 56.819/11				
	A-2, A-3, C-1, D-1 (até 300 MJ/m²), D-2, D-3 (até 300 MJ/m²), D-4 (até 300 MJ/m²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	D-1 (acima de 300 MJ/m²), D-3 (acima de 300 MJ/m²), D-4 (acima de 300 MJ/m²), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m²), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m²)	C-2 (acima de 1000 MJ/m²), I-2 (acima de 800 MJ/m²), J-3 (acima de 800 MJ/m²), L-1, M-1, M-5	G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 2.500 m²	Tipo 1 RTI 5 m³	Tipo 2 RTI 8 m³	Tipo 3 RTI 12 m³	Tipo 4 RTI 28 m³	Tipo 4 RTI 32 m³
Acima de 2.500 m² até 5.000 m²	Tipo 1 RTI 8 m³	Tipo 2 RTI 12 m³	Tipo 3 RTI 18 m³	Tipo 4 RTI 32 m³	Tipo 4 RTI 48 m³
Acima de 5.000 m² até 10.000 m²	Tipo 1 RTI 12 m³	Tipo 2 RTI 18 m³	Tipo 3 RTI 25 m³	Tipo 4 RTI 48 m³	Tipo 5 RTI 64 m³
Acima de 10.000 m² até 20.000 m²	Tipo 1 RTI 18 m³	Tipo 2 RTI 25 m³	Tipo 3 RTI 35 m³	Tipo 4 RTI 64 m³	Tipo 5 RTI 96 m³
Acima de 20.000 m² até 50.000 m²	Tipo 1 RTI 25 m³	Tipo 2 RTI 35 m³	Tipo 3 RTI 48 m³	Tipo 4 RTI 96 m³	Tipo 5 RTI 120 m³
Acima de 50.000 m²	Tipo 1 RTI 35 m³	Tipo 2 RTI 48 m³	Tipo 3 RTI 70 m³	Tipo 4 RTI 120 m³	Tipo 5 RTI 180 m³

Notas:

- 1) As ocupações enquadradas no sistema tipo 5 que possuem a exigência de sistema de chuveiros automáticos, podem aplicar o sistema tipo 4;
- 2) As ocupações enquadradas no sistema tipo 5 e as ocupações enquadradas no sistema tipo 4, que não possuem a exigência de sistema de chuveiros automáticos, mas que, por outras circunstâncias, tal sistema for instalado, podem aplicar, respectivamente, o sistema tipo 4 e o sistema tipo 3, com a RTI de um nível inferior no quadro acima;
- 3) Para o grupo A, a área a ser considerada para determinar a reserva de incêndio deve ser apenas a do maior bloco, desde que respeitada a distância de isolamento entre os blocos (IT 07);
- 4) Para divisão M-2, atender à IT 25/11 – Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis.

Fonte: Decreto Estadual 56.819/2011. / Instrução Técnica 22.

4.7 ACESSIBILIDADE

4.7.1 Acessibilidade: Possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário ou equipamento urbano.

De acordo com Constituição Federal de 1988 procurou dar dignidade à pessoa humana, reduzindo as diferenças sociais e dando o tratamento igual a cada indivíduo, valorizando as aptidões individuais e garantindo o acesso à cidadania. Onde o autor utilizou suas prerrogativas para criação de um valioso conjunto de normas e outros instrumentos que possibilitassem à Pessoa Portadora de Deficiência (PPD) condições mínimas de participação na vida ativa da sociedade brasileira.

Como podemos observar, os mandamentos são complementares: o § 2º do art. 227 destina-se aos novos empreendimentos, como logradouros e edifícios de uso público, assim como à fabricação de novos veículos de transporte coletivo; por sua vez, o art. 244 cuida da adaptação dos logradouros, dos edifícios de uso público e dos veículos de transporte coletivo existentes anteriormente à promulgação da Carta. Em ambas as situações, é idêntica a intenção do constituinte: garantir acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência.

“Art. 227. ...§ 2º - A lei disporá sobre normas de construção dos logradouros e dos edifícios de uso público e de fabricação de veículos de transporte coletivo, a fim de garantir acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência.

Art. 244. A lei disporá sobre a adaptação dos logradouros, dos edifícios de uso público e dos veículos de transporte coletivo atualmente existentes a fim de garantir acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência, conforme o disposto no artigo 227, § 2º.”

4.7.2 Barreiras Arquitetônicas

Barreira Arquitetônica: é qualquer elemento natural, instalado ou edificado que evite a aproximação, transferência ou circulação em um espaço. Essas barreiras são mais comuns do que pensamos, encontramos em quase todos os lugares, tais como: ruas, praças, escolas, empresas, equipamentos e mobiliários urbanos. Elas representam a maior dificuldade de acesso da Pessoa Portadora

de Deficiência PPD ao mercado de trabalho, locais públicos, escolas e a todos os locais procurados no cotidiano.

Não existe nada mais frustrante para uma PPD ao se deparar com uma barreira arquitetônica, seja ela sanitários, portas, balcões altos, catracas em prédios públicos e principalmente degraus e calçadas altas, esses são algumas das coisas que eles enfrentam diariamente.

No dia 19 de dezembro de 2000, foi decretado pela LEI nº 10.098, que estabelece as normas gerais, critérios básicos e para realização de adequações das obras públicas para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, visando a democratizar espaços antes inacessíveis e também a que o espaço urbanístico atenda a necessidade especial do usuário.

4.7.3 Símbolo internacional de acesso (sia)

De acordo com o Símbolo Internacional de Acesso (SIA), essa representação de pessoas com deficiência consiste em pictograma branco sobre fundo azul. Este símbolo pode, opcionalmente, ser representado em branco e preto (pictograma branco sobre fundo preto ou pictograma preto sobre fundo branco) e deve estar sempre voltado para o lado direito, conforme Figura 51 ou, preferencialmente, Figuras 52, 53 e a 54. Nenhuma modificação, estilização ou adição deve ser feita a estes símbolos sendo utilizado na sinalização de acessibilidade das edificações, do mobiliário, dos espaços e dos equipamentos e a indicação da existência de elementos acessíveis ou utilizáveis por pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

O Símbolo Internacional de Acesso deve ser fixado em local visível ao público, sendo utilizado, principalmente, nos seguintes locais, quando acessíveis:

- Entradas;
- Áreas e vagas reservadas de estacionamentos de veículos;
- Áreas acessíveis de embarque/ desembarque;
- Sanitários;
- Áreas de assistência para resgate, áreas de refúgio e saídas de emergência;
- Áreas reservadas para pessoas em cadeira de rodas;

- Equipamentos exclusivos para o uso de pessoas com deficiência.

Figura 54: Símbolo Internacional de Acesso - Forma A.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaço e Equipamento Urbano.

Figura 55: Símbolo Internacional de Acesso - Forma B.



NBR

9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaço e Equipamento Urbano.

Figura 56: Símbolo internacional de pessoas com deficiência visual.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaço e Equipamento Urbano.

Figura 57: Símbolo internacional de pessoas com deficiência auditiva.



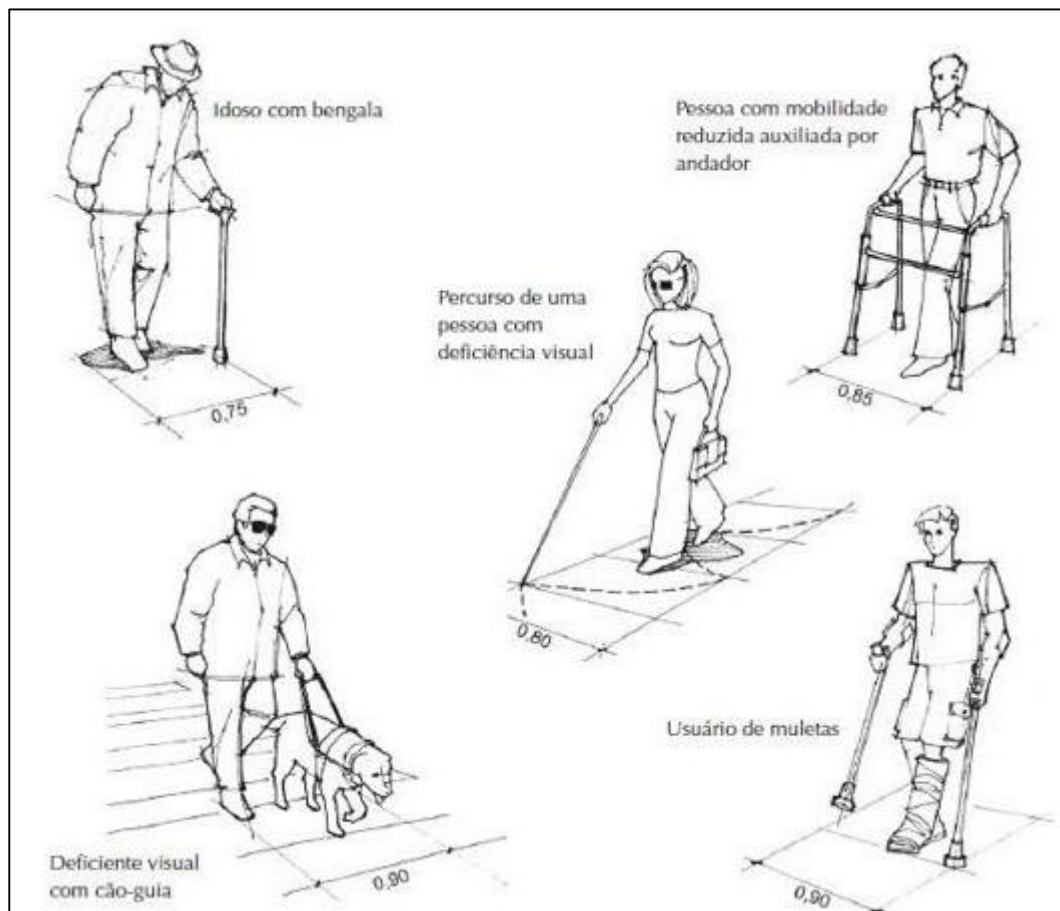
NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaço e Equipamento Urbano.

4.7.4 Pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida

De acordo com a Comissão Permanente de Acessibilidade (CPA) pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, deslocam-se com a ajuda de equipamentos auxiliares: cadeiras de rodas, bengalas, muletas, andadores, inclusive com a ajuda de cães guias. Por este motivo, se faz necessário considerar o espaço de circulação com esses equipamentos.

Na Figura 58, pode-se observar como essas dimensões variam a depender do apoio utilizado.

Figura 58: Tipos de equipamentos auxiliares (medidas em metro).



Fonte: Secretaria Municipal da Pessoa com Deficiência e Mobilidade Reduzida (SMPED).

Segundo a Comissão Permanente de Acessibilidade (CPA), é necessário considerar as limitações do homem ao elaborar projetos arquitetônicos e urbanísticos, igualmente no desenho de mobiliário.

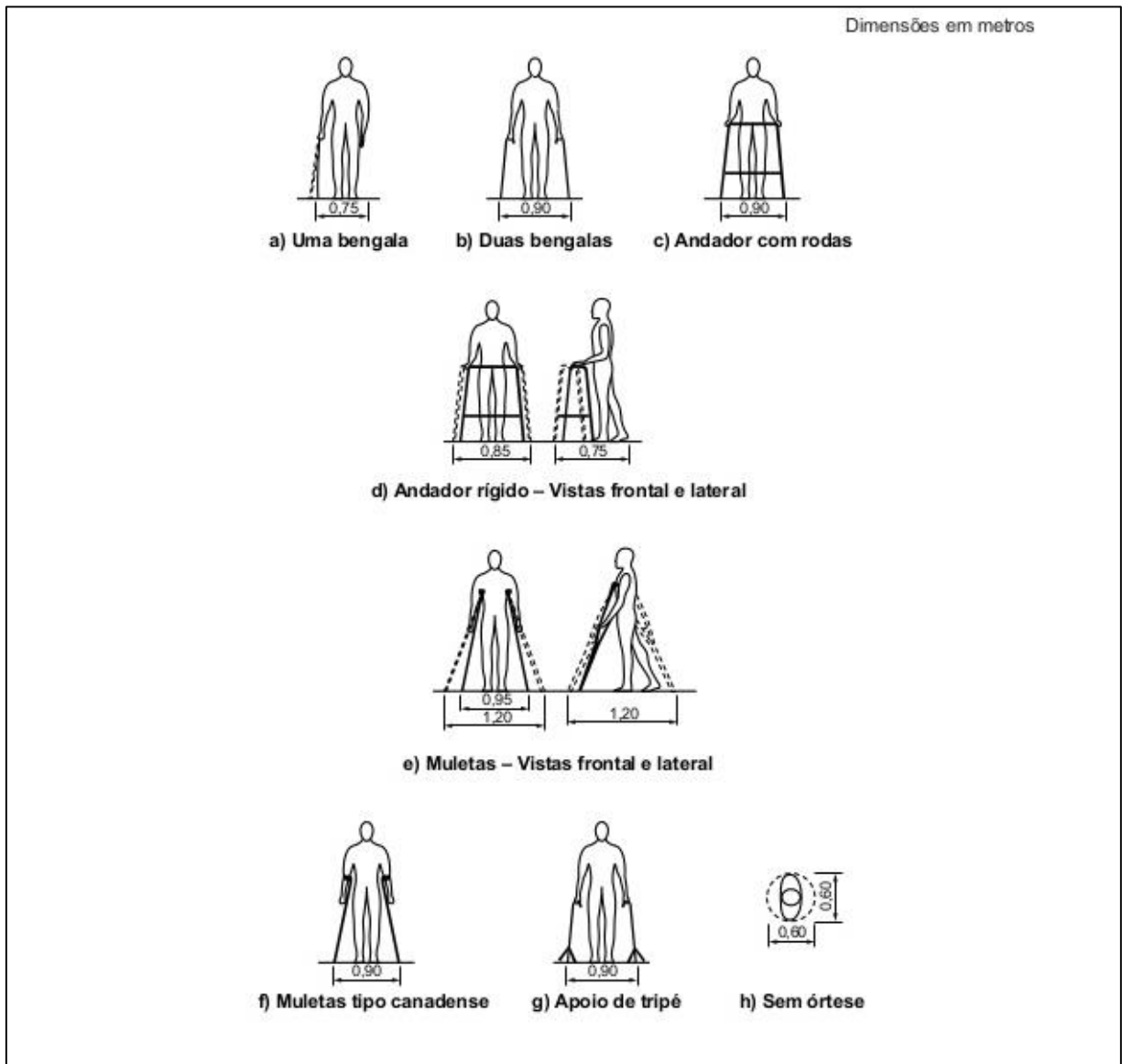
O objeto de estudo foi projetado para ser completamente acessível, atendendo rigorosamente as normas de acessibilidade.

4.7.5 Dimensões e Módulo de Referência para Deslocamentos

Deslocamentos para pessoas em pé.

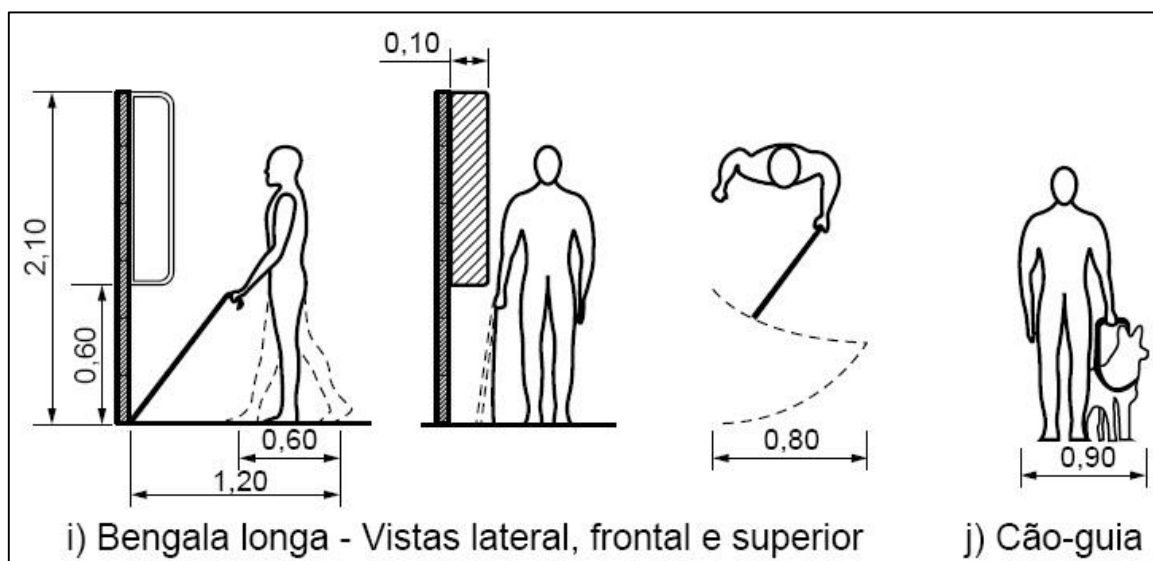
As Figuras 56 e 57, representam as dimensões de pessoas em pé para referência de deslocamento. Com referência homens de estatura elevada e mulheres com baixa estatura.

Figura 59: Referências para deslocamento de pessoas em pé.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Figura 60: Referência para deslocamento de pessoas em pé.

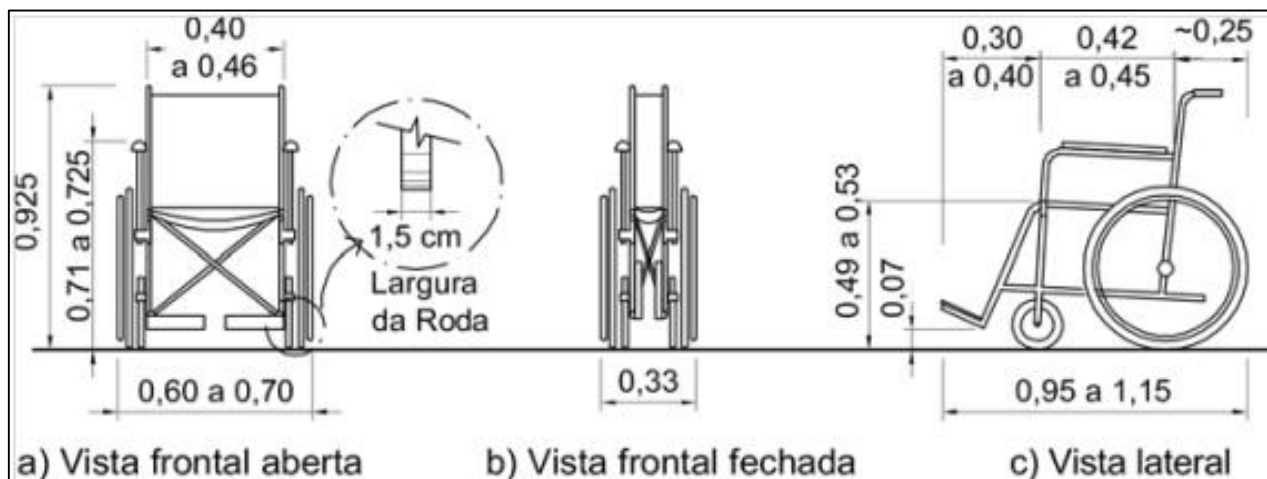


NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Deslocamento para pessoas com cadeira de rodas.

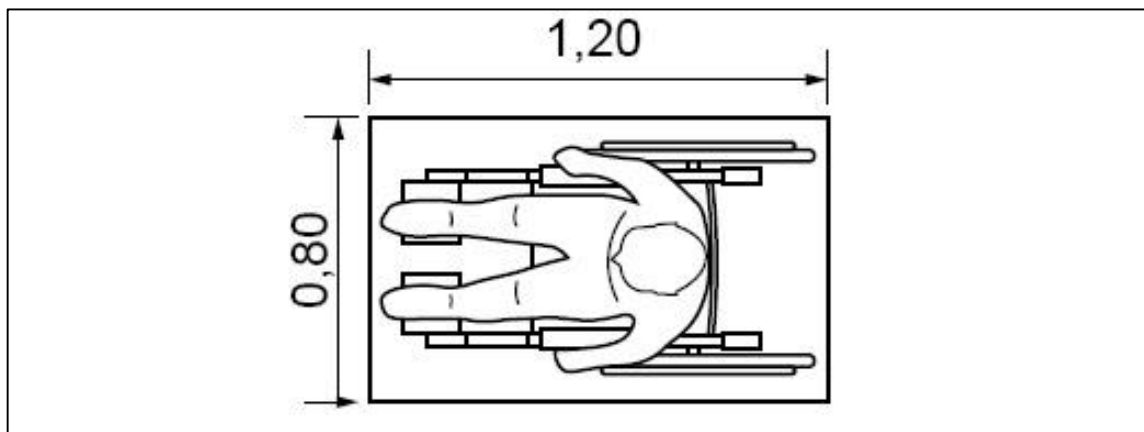
Conforme demonstrado nas Figuras 58 e 59 existe um espaço mínimo necessário para a mobilidade de cadeiras de rodas (modulo de referência, MR). Portanto, essas dimensões devem ser usadas como referência para qualquer projeto que atenda o público em geral.

Figura 61: Dimensões de referência para cadeiras de rodas.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

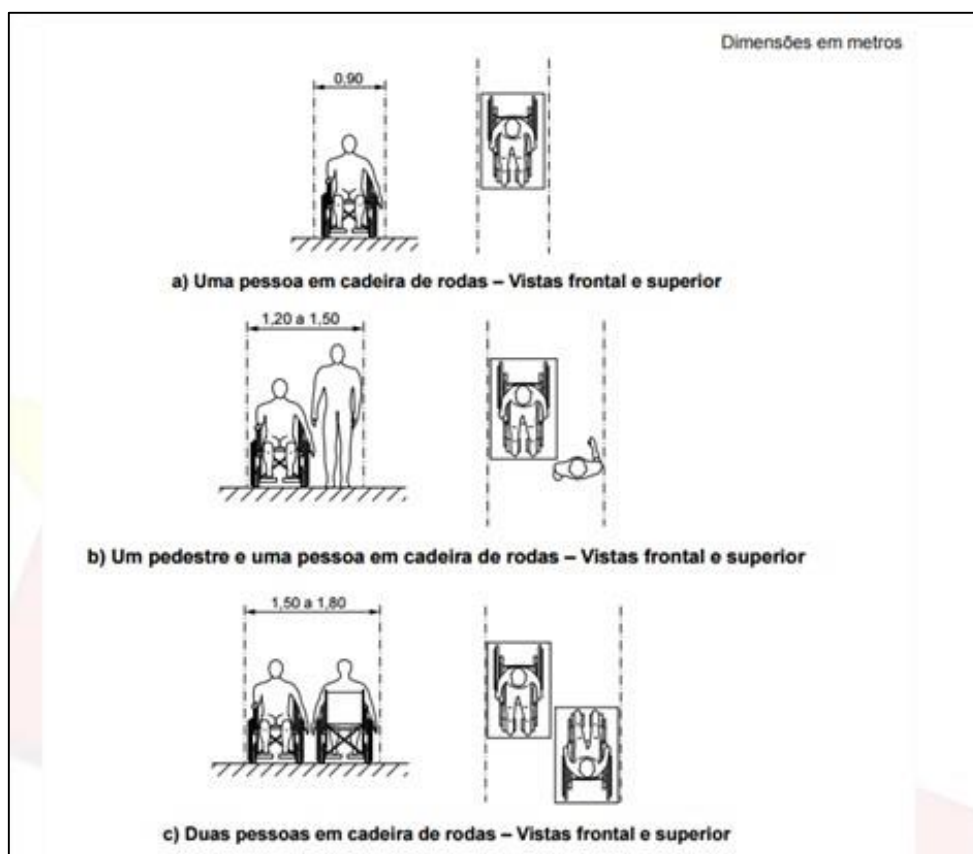
Figura 62: Dimensões de referência para cadeiras de rodas.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Abaixo na Figura 63 os parâmetros para os deslocamentos com cadeiras de rodas manuais, motorizadas e esportivas.

Figura 63: Dimensões para deslocamento em linha reta.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Dimensionamento para área de manobra de cadeira de rodas.

Sem deslocamento:

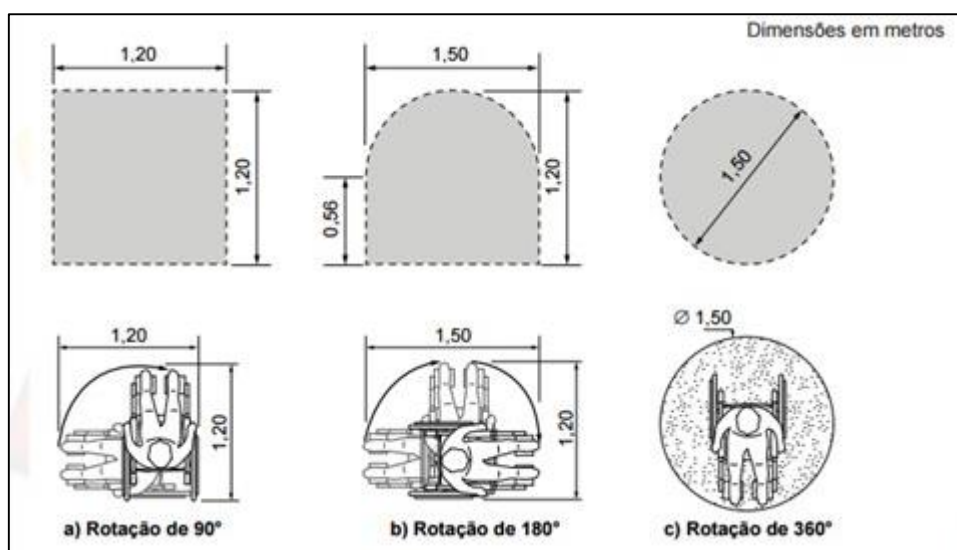
Para manobra sem deslocamento de cadeira de rodas de acordo com a Figura 64, recomenda-se as seguintes medidas:

Para rotação de 90° = 1,20m x 1,20m

Para rotação de 180° = 1,50m x 1,20m

Para rotação de 360° = círculo com diâmetro de 1,50m.

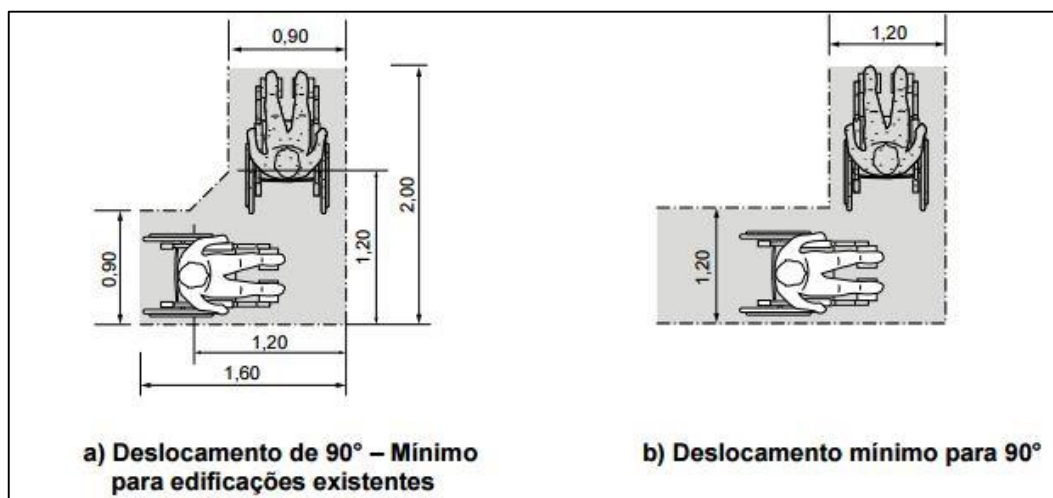
Figura 64: Áreas para manobra sem deslocamentos.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos Com Deslocamento:

A Figura 65 representa a área de manobra com deslocamento.

Figura 65: Área para manobra com deslocamento.



BR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

4.7.6 Sanitários

No objeto de estudo em questão aplicou-se as recomendações exigidas na NBR 9050/2015 Figura 63, onde define a quantidade mínima de sanitários acessíveis que se deve ter na instituição.

Figura 66: Tabela com número mínimo de sanitários acessíveis.

Tabela 9 – Número mínimo de sanitários acessíveis		
Edificação de uso	Situação da edificação	Número mínimo de sanitários acessíveis com entradas independentes
Público	A ser construída	5 % do total de cada peça sanitária, com no mínimo um, para cada sexo em cada pavimento, onde houver sanitários
	Existente	Um por pavimento, onde houver ou onde a legislação obrigar a ter sanitários
Coletivo	A ser construída	5 % do total de cada peça sanitária, com no mínimo um em cada pavimento, onde houver sanitário
	A ser ampliada ou reformada	5 % do total de cada peça sanitária, com no mínimo um em cada pavimento acessível, onde houver sanitário
	Existente	Uma instalação sanitária, onde houver sanitários
Privado áreas de uso comum	A ser construída	5 % do total de cada peça sanitária, com no mínimo um, onde houver sanitários
	A ser ampliada ou reformada	5 % do total de cada peça sanitária, com no mínimo um por bloco
	Existente	Um no mínimo

NOTA As instalações sanitárias acessíveis que excederem a quantidade de unidades mínimas podem localizar-se na área interna dos sanitários.

NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Os sanitários acessíveis devem localizar-se em rotas acessíveis, próximos à circulação principal, preferencialmente próximo ou integrados às demais instalações sanitárias, e devem estar devidamente sinalizados. Em sanitários acessíveis isolados é necessária a instalação de dispositivo de sinalização de emergência ao lado da bacia e do boxe do chuveiro, a uma altura de 400 mm do piso acabado, para acionamento em caso de queda.

Boxes Adaptados – Bacias Sanitárias

No acesso de peças sanitárias por pessoas usuárias de cadeira de rodas recomenda-se área de aproximação e alcance de 1,20 x 1,80m;

A área necessária para garantir a transferência lateral, perpendicular e diagonal para a bacia sanitária;

Área de giro de 360°

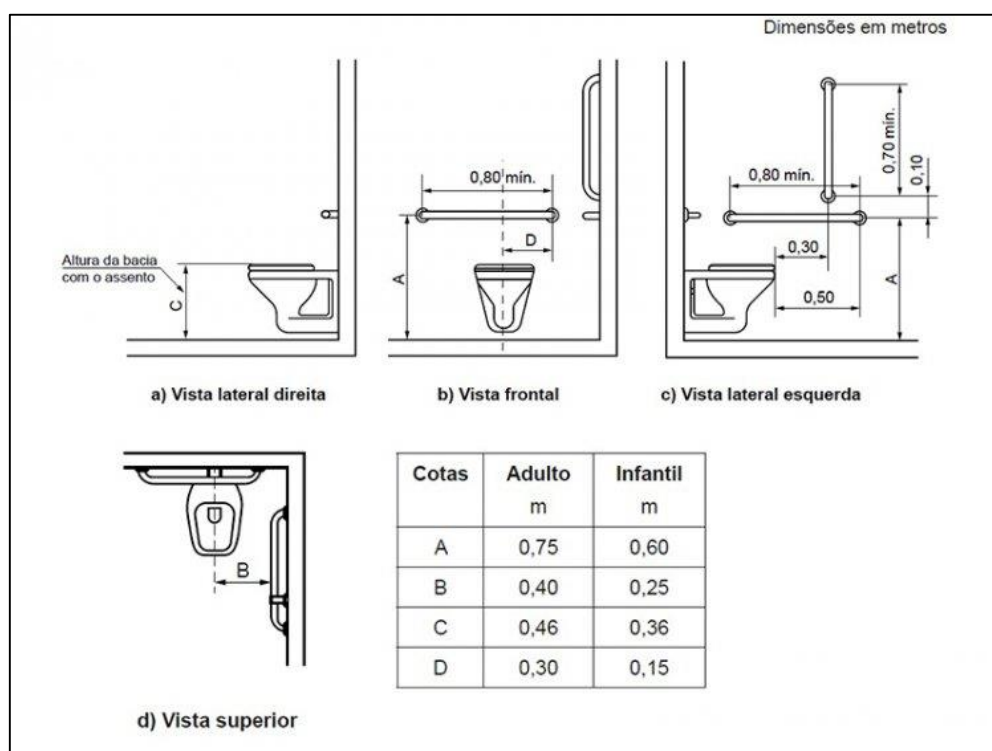
Para instalação de bacias sanitárias devem ser previstas áreas de transferência lateral, perpendicular e diagonal;

As bacias e assentos sanitários acessíveis não podem ter abertura frontal e devem estar a uma altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso acabado, medidas a partir da borda superior sem o assento. Com o assento, esta altura deve ser de no máximo 0,46 m para as bacias de adulto;

Acionamento da descarga a 1,00m do eixo do piso acabado, preferencialmente do tipo alavanca ou de mecanismos automáticos. Recomenda-se que a força de acionamento humano seja inferior a 23N.

Deve ser instalada barras de apoio e transferência junto à bacia sanitária. Quando houver parede lateral, instalar barra horizontal e vertical. Na ausência de parede lateral, uma barra reta deve ser instalada horizontalmente na parede do fundo junto à bacia sanitária, conforme Figura 67.

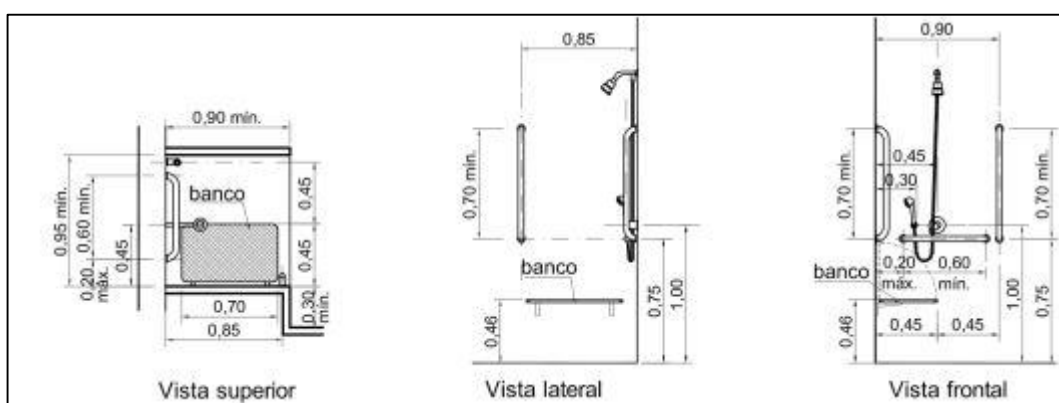
Figura 67: Dimensões das barras de apoio e transferência em bacia sanitária.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Os boxes para chuveiros devem ser providos de barras de apoio verticais, horizontais ou em “L”. Na parede de fixação do banco deve ser instalada uma barra vertical com altura de 0,75 m do piso acabado e comprimento mínimo de 0,70 m, a uma distância de 0,85 m da parede lateral ao banco. Na parede lateral ao banco devem ser instaladas duas barras de apoio, uma vertical e outra horizontal ou, alternativamente, uma única barra em “L”, obedecendo aos seguintes parâmetros: barra vertical – com comprimento mínimo de 0,70 m, a uma altura de 0,75 m do piso acabado e a uma distância de 0,45 m da borda frontal do banco; barra horizontal com comprimento mínimo de 0,60 m, a uma altura de 0,75 m do piso acabado e a uma distância máxima de 0,20 m da parede de fixação do banco conforme Figura 68.

Figura 68: Boxe para chuveiros com barras verticais e horizontais.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

4.7.8 Lavatórios

A instalação dos lavatórios deve possibilitar a área de aproximação de uma pessoa em cadeira de rodas, quando se tratar do sanitário acessível, devendo estender-se no mínimo 0,25m sob o lavatório e garantir a aproximação frontal de uma pessoa em pé, quando se tratar de um sanitário qualquer;

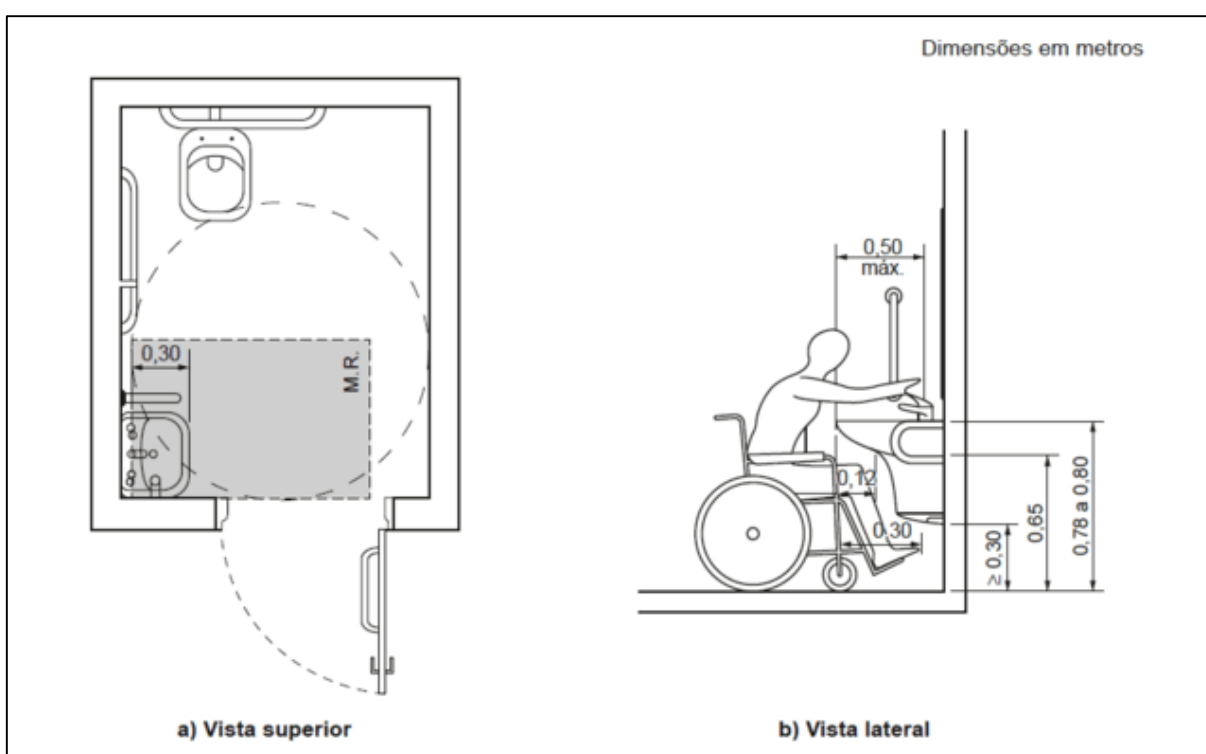
Os lavatórios devem ser suspensos de acordo com a Figura 66, sendo que sua borda superior deve estar a uma altura de 0,78m a 0,80m do piso acabado e respeitar uma altura mínima de 0,73m na sua parte inferior frontal. O sifão e a tubulação devem estar situados no mínimo a 0,25m da face externa frontal e ter dispositivo de proteção do tipo coluna do tipo suspensa ou similar, não é permitido

o uso de colunas até o piso ou gabinetes. Sob o lavatório não deve haver elementos com superfícies cortantes ou abrasivas,

As torneiras do lavatório devem ser acionadas por alavanca, sensor eletrônico ou dispositivos equivalentes. O comando da torneira deve estar no máximo a 0,50 m da face externa frontal do lavatório;

Devem ser instaladas barras de apoio junto ao lavatório, na altura do mesmo. No caso de lavatórios embutidos em bancadas, devem ser instaladas barras de apoio fixadas nas paredes laterais aos lavatórios das extremidades;

Figura 69: Dimensões dos lavatórios.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

4.7.9 Sinalização

Segundo a NBR 9050/2015 a sinalização tátil e visual pode ser de alerta e direcional, conforme critérios definidos e normas específicas.

4.7.10 Contraste tátil e visual

A sinalização tátil e visual no piso deve ser detectável pelo contraste tátil e pelo contraste visual. O contraste tátil, por meio de relevos, deve estar conforme as Tabelas da Figura 70.

Figura 70: Dimensão da sinalização tátil e visual de alerta.

Dimensões em milímetros			
Piso tátil de alerta	Recomendado	Mínimo	Máximo
Diâmetro da base do relevo	25	24	28
Distância horizontal entre centros de relevo	50	42	53
Distancia diagonal entre centros de relevo	72	60	75
Altura do relevo	4	3	5
NOTA A distância do eixo da primeira linha de relevo até a borda do piso é igual à metade da distância horizontal entre centros. O diâmetro do topo é igual à metade a dois terços do diâmetro da base, respeitando-se os limites acima.			
Relevos táteis de alerta instalados no piso	Recomendado	Mínimo	Máximo
Diâmetro da base do relevo	30	25	30
Diâmetro do topo do relevo	$\frac{1}{2}$ do diâmetro da base		
Distância diagonal entre centros do relevo	Diâmetro da base do relevo mais 20		
Altura do relevo	4	3	5

NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

O contraste tátil e o contraste visual da sinalização de alerta consistem em um conjunto de relevos tronco-cônicos conforme Figura 68.

A sinalização tátil e visual de alerta no piso deve ser utilizada para: informar à pessoa com deficiência visual sobre a existência de desníveis ou situações de risco permanente, como objetos suspensos não detectáveis pela bengala longa; orientar o posicionamento adequado da pessoa com deficiência visual para o uso de equipamentos, como elevadores, equipamentos de autoatendimento ou serviços; informar as mudanças de direção ou opções de percursos; indicar o início e o término de degraus, escadas e rampas; indicar a existência de patamares nas escadas e rampas; indicar as travessias de pedestres.

Figura 71: Sinalização tátil de alerta e relevos táteis de alerta instalados no piso.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

4.7.11 Sinalização tátil e visual direcional

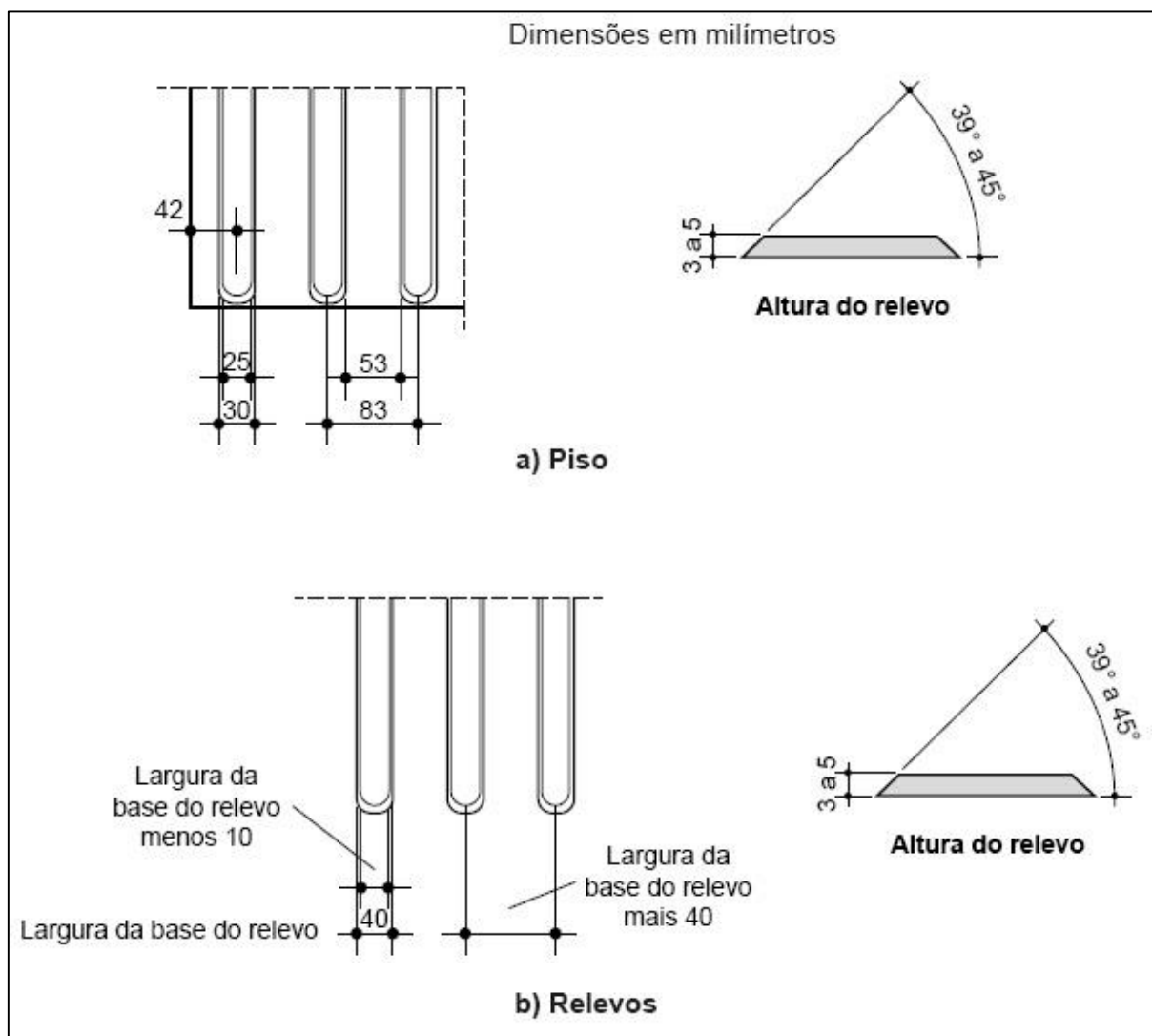
A sinalização tátil e visual direcional no piso deve ser instalada no sentido do deslocamento das pessoas, quando da ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável, em ambientes internos ou externos, para indicar caminhos preferenciais de circulação. O contraste tátil e o contraste visual da sinalização direcional consistem em relevos lineares, regularmente dispostos, conforme Figura 69 e 70.

Figura 72: Dimensão da sinalização tátil e visual direcional.

Dimensões em milímetros			
Piso tátil direcional	Recomendado	Mínimo	Máximo
Largura da base do relevo	30	30	40
Largura do topo	25	20	30
Altura do relevo	4	3	5
Distância horizontal entre os centros de relevo	83	70	85
Distância horizontal entre as bases de relevo	53	45	55
Relevos táteis direcionais instalados no piso	Recomendado	Mínimo	Máximo
Largura da base do relevo	40	35	40
Largura do topo do relevo	Largura da base do relevo menos 10		
Distância horizontal entre centros do relevo	Largura da base do relevo mais 30		
Altura do relevo	4	3	5

NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

Figura 73: Sinalização tátil e relevos táteis direcionais instalados no piso.



NBR 9050/2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário Espaços e Equipamentos Urbanos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho foi desenvolvido através das normas e regulamentação da FNDE para atender a demanda de alunos da região, em que foi escolhida para a execução do projeto. Sendo assim encontra-se aqui, a escolha do melhor método para desenvolver os sistemas construtivos, desde a fundação até o arquitetônico, se baseando nas normas da ABNT.

De maneira geral este, contem artifícios do pré-fabricado pela qual foi o método construtivo escolhido para execução de toda escola, por ser mais rápido, limpo e elimina canteiro de obras. Quando se trata de obras públicas, há sempre uma necessidade em reduzir tempo, e esse método ajuda bastante.

Baseando-se em toda normatização, as estruturas em concreto pré-fabricado, além das características abordadas, proporcionam facilidade no controle de qualidade das peças, o que simplifica o processo de inspeção e fiscalização comum as obras públicas. Por esta perspectiva convém citar que as obras públicas de modo geral são pré-dispostas.

Para trabalhos futuros é interessante explorar mais a parte de sustentabilidade que vem ganhando espaço nesse método construtivo, e reduzindo os impactos que a construção em si proporciona ao meio ambiente, também é interessante lembrar a captação de água para reutilização, que é algo que pode se tornar via de regra em todo projeto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Augusto T. de; EL DEBS, Mounir. K. **Levantamento dos sistemas estruturais em concreto pré-moldado para edifícios no Brasil**. 1º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-moldado. São Carlos, 2005.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 9062 -Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2006.

SPADETO, Tatiana, F. **Industrialização na Construção Civil – uma contribuição a política de utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto**. 2011. 212f.Dissertacao (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitoria, 2011.

EL DEBS, Mounir K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

LEAL, U. **Ciclo da água na edificação**. Técnica, v. 9, n. 48, p.45-6, set-out. 2000.

Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto/ Munte Construções industrializadas; Carlos Eduardo Emrich Melo, organizador – São Paulo: Pini, 2004.

SANTOS, Manuel F. P. **Projeto Estrutural: Espaço Educativo Urbano II – 06 salas de aula**. 2006.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de. **O concreto no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 2002. 3 v.

Seguir a NBR 6023.

- ABNT/NBR 15.527/2007 – Aproveitamento de Água de Chuva;
- ABNT/NBR 5626/1998 – Instalação Predial de Água Fria;
- Manual de reuso – FIESP/Sinduscon;
- Manual de operação e manutenção do sistema de aproveitamento de água de chuva
- www.aquastock.com.br;
- www.agua-de-chuva.com;
- www.metalcacupe.com.br;
- www.ascoval.com.br.

FNDE

LDB

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8160**. Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050**. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, Rio de Janeiro, 2015. 148 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9077**. Saída de Emergência em Edifícios, Rio de Janeiro, 2001. 35 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10898**. Sistema de Iluminação de Emergência, Rio de Janeiro, 1999. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12217**. Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, Rio de Janeiro, 1994. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12693**. Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio, Rio de Janeiro, 2010. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13714**. Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate a Incêndio, Rio de Janeiro, 2000. 25 p.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14276**. Brigada de Incêndio – Requisitos, Rio de Janeiro, 2006. 33 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15200**. Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio – Procedimento, Rio de Janeiro, 2004. 17 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17240**. Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio - Projeto Instalação Comissionamento e Manutenção de Sistemas – Requisitos, Rio de Janeiro, 2010. 54 p.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura – Prática da construção civil**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 182 p. il. Inclui bibliografias.

BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em aço: Projeto e Cálculo** (Vol. 6ºd.). Editora PINI. São Paulo, 2010.

BEZERRA, J. E. (2003). **Estudo do Comportamento de Fundações em Radier Estaqueado: Conceitos e Aplicações**. 2003, 193 p. Dissertação de Mestrado, Publicação nº G.DM-104/03, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, UnB, Brasília, DF.

BIDIM. Mexichem Ltda. Aplicação do Geotêxtil Bidim no Revestimento Termo-Acústico da Cobertura do Hospital Sarah Kubitschek, Belo Horizonte – MG. 1995.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**, 2ª edição, Editora: Blucher, São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Cartilha de Orientações básicas, noções e Prevenção Contra Incêndio/Dicas de Segurança** (05/2011). 35p. cartilha.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 01.** Procedimentos Administrativos. São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 03.** Terminologia de Segurança Contra Incêndio. São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 06.** Acesso de Viaturas na Edificações e Área de Risco. São Paulo, 2011. 150

NORMAS REGULAMENTADORAS (NR). **NR 23.** Proteção Contra Incêndios, Ministério do Trabalho Brasileiro, Governo Federal, Brasília, 1978.

PANERO, Julius. **Dimensionamento humano para espaços interiores.** 1ª edição. São Paulo: GG BRASIL, 2003.

PEREIRA, José Almir Rodrigues. **Rede Coletora de Esgoto Sanitária - Projeto, Construção e Operação.** 2ª edição. São Paulo ABES 2010.

SÃO PAULO (Município). Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal da Pessoa com Deficiência e Mobilidade Reduzida – SMPED. Manual de Instruções Técnicas de Acessibilidade para Apoio ao Projeto Arquitetônico. p.112.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 11.** Brigada de incêndio. São Paulo, 2014.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 14.** Brigada de incêndio. São Paulo, 2014.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 17.** Brigada de incêndio. São Paulo, 2014.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 18.** Iluminação de emergência. São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 19.** Sistema de detecção e alarme de incêndio. São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 20.** Sinalização de emergência. São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 21.** Sistema de proteção por extintores de incêndio. São Paulo, 2011.

BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 22.** Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. São Paulo, 2011.

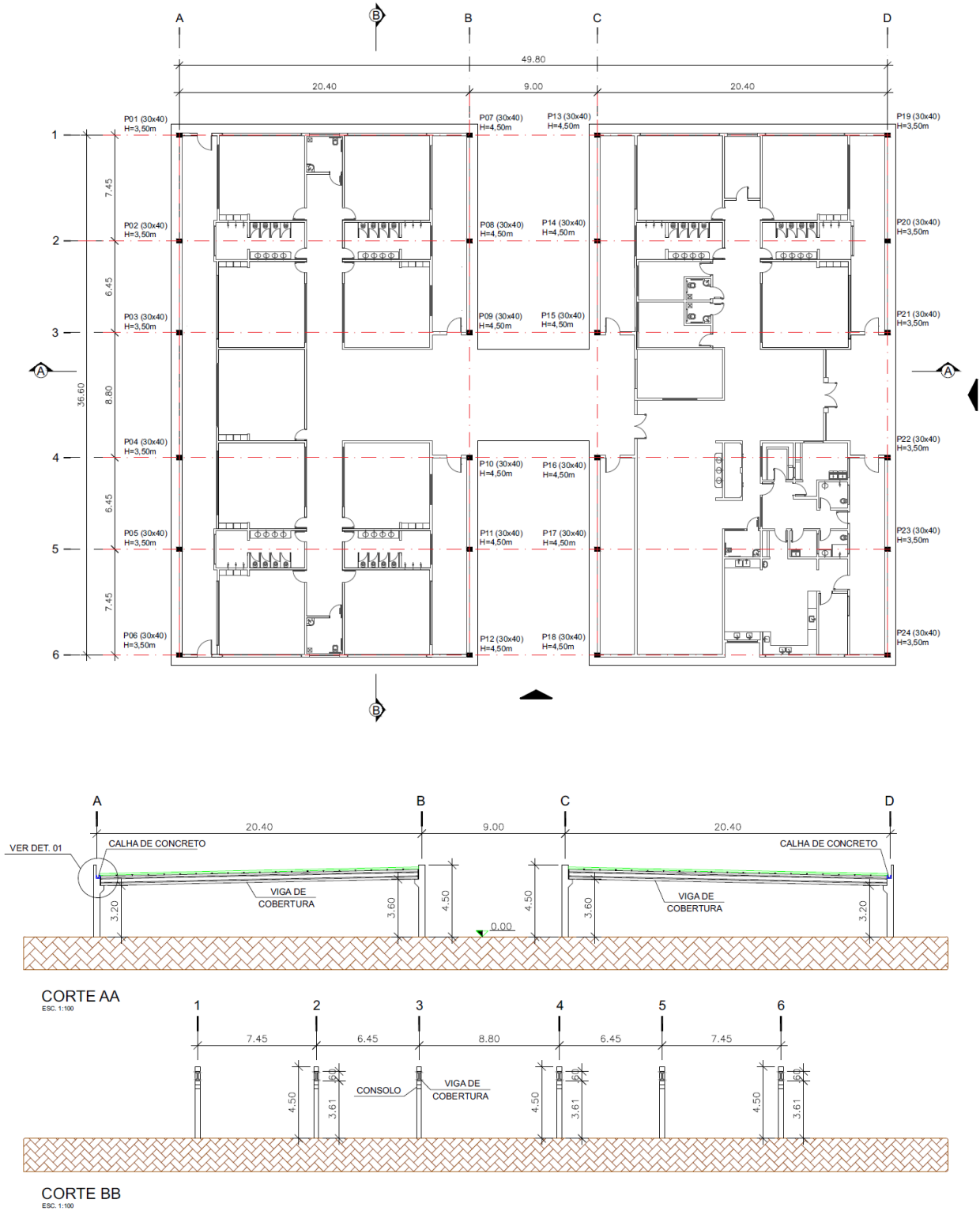
BOMBEIROS, Comando do Corpo de, do Estado de São Paulo. **Instrução Técnica 42.**

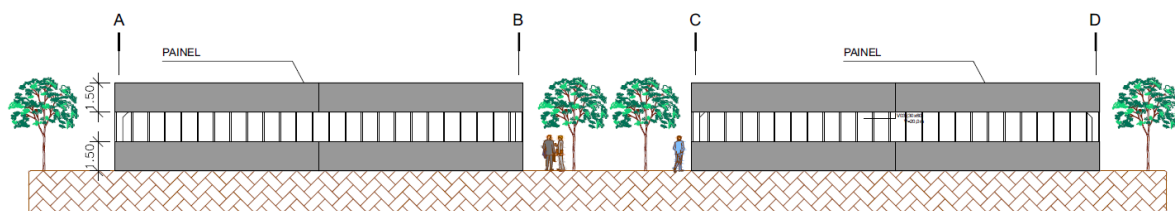
7 ANEXOS

Anexo A – Memorial cálculo de tensões Elétricas.

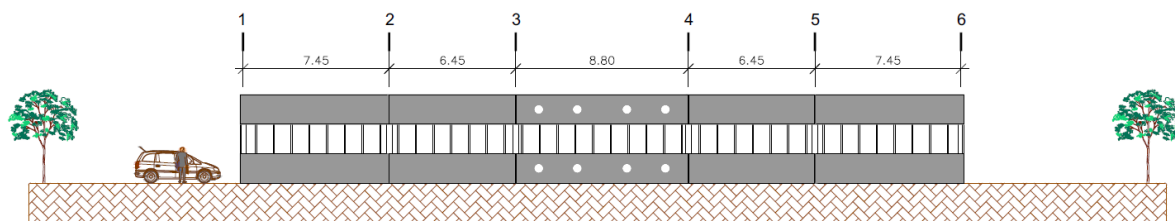
Quadro de Cargas (AL1)	Pot. total. (VA) 233541	Pot. total. (w) 205358	Pot. total. (KVA) 205,358
Quadro de Cargas (QM1)	Pot. total. (VA) 233541	Pot. total. (w) 205358	Pot. total. (KVA) 205,358
Quadro de Cargas (QGBT)	Pot. total. (VA) 233541	Pot. total. (w) 205358	Pot. total. (KVA) 205,358
Quadro de Cargas (QD1)	Pot. total. (VA) 7948	Pot. total. (w) 6598	Pot. total. (KVA) 6,598
Quadro de Cargas (QD2)	Pot. total. (VA) 50322	Pot. total. (w) 42373	Pot. total. (KVA) 42,373
Quadro de Cargas (QD3)	Pot. total. (VA) 50222	Pot. total. (w) 45200	Pot. total. (KVA) 45,2
Quadro de Cargas (QD4)	Pot. total. (VA) 6753	Pot. total. (w) 4400	Pot. total. (KVA) 4,4
Quadro de Cargas (QD5)	Pot. total. (VA) 53098	Pot. total. (w) 44638	Pot. total. (KVA) 44,638
Quadro de Cargas (QD6)	Pot. total. (VA) 6785	Pot. total. (w) 5549	Pot. total. (KVA) 5,549
Quadro de Cargas (QD7)	Pot. total. (VA) 58414	Pot. total. (w) 56600	Pot. total. (KVA) 56,6
TOTAL	Pot. total. (VA) 934165	Pot. total. (w) 821432	Pot. total. (KVA) 821,432
Quadro de Demanda (AL1)	Potência instalada (kVA) 233,540	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 93,420
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QM1)	Potência instalada (kVA) 233,540	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 93,420
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QGBT)	Potência instalada (kVA) 233,540	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 93,420
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD1)	Potência instalada (kVA) 7,950	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 3,180
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD2)	Potência instalada (kVA) 50,320	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 20,130
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD3)	Potência instalada (kVA) 50,220	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 20,090
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD4)	Potência instalada (kVA) 6,750	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 2,700
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD5)	Potência instalada (kVA) 53,100	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 21,240
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD6)	Potência instalada (kVA) 6,790	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 2,710
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD7)	Potência instalada (kVA) 58,410	Fator de demanda (%) 40	Demanda (kVA) 23,370
Tipo de carga Iluminação e TUG's			
Quadro de Demanda (QD7)	Potência instalada (kVA) 934,160		Demanda (kVA) 373,680
TOTAL			

Anexo B – Arquitetônico.





ESC. 1:100



ESC. 1:100

