



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA

Processo: PROA-21/0602-0004036-5

Nome: CENTRO ESTADUAL DE TREINAMENTO - 1ª CROP

Local: Rua Gonçalves Dias, 700 Porto Alegre - RS

Assunto: Iluminação da pista/campo de atletismo

MEMORIAL DESCRITIVO

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Índice:

1. Generalidades.....	2
2. Normas Técnicas consideradas.....	2
3. Elaboração de Projetos.....	5
4. Projeto das Instalações Elétricas.....	6
5. Iluminação.....	7
6. Infraestrutura Elétrica.....	9
7. Especificação Geral.	10
8. Postes de concreto circulares.....	11
9. Caixas de passagem e de derivação.....	11
10. Valas para eletrodutos.....	11
11. Aterramento.....	12
12. Materiais a serem utilizados	12
13. Processo Executivo.....	25
14. Especificações Gerais	30
15. Recomendações.....	31
16. Anexos: I, II e III.	



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

1. GENERALIDADES

Este memorial descritivo tem por finalidade fornecer orientações técnicas atualizadas para a execução dos serviços de instalações elétricas do Sistema de iluminação a LED do Campo e Pista de Atletismo do Centro Estadual de Treinamento (CETE). Na área implantada atual existem outras instalações elétricas independentes que não fazem parte desse projeto.

A área de atletismo é constituída de uma pista olímpica e de um campo de treinamento e lazer. A calçada de caminhada no entorno não faz parte do escopo desse projeto.

OBS.: A planta arquitetônica disponibilizada pelo DPA apresenta inconsistências nas medidas da área atlética (Campo e pista) quando verificadas no local. De modo que as localizações de posicionamento dos postes no projeto elétrico estão conforme as medidas no local para fins do cálculo luminotécnico.

As cargas elétricas de iluminação serão conectadas ao quadro elétrico através de infraestrutura de eletrodutos embutido no piso do tipo PEAD, e eletrodutos metálicos, cada infraestrutura com suas conexões e acessórios específicos, conforme demonstrado em projeto.

O quadro elétrico de força e de acionamento dos grupos de refletores devem ficar instalados em locais específicos e seguros, este quadro é interligado ao Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) localizado junto a Subestação de 150kVA, através de infraestrutura de eletrodutos corrugados, PEAD e caixas de passagem, devidamente embutidos no piso contendo o alimentador elétrico.

2. NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS

2.1 O projeto segue as normas das seguintes Instituições:

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANSI - American National Standard Institute
- ASTM - American Society For Testing and Material
- DIN - Deutsche Industrie Normen
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- NEMA - National Electrical Manufacture's Association
- NBR ISO 8995-1 Iluminação em ambiente de trabalho.
- NBR 5101 iluminação pública - Procedimento.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

- EN 12193/2008 – Light and Lighting – Sports lighting- European Standard For Sports Lighting.
- NF EN 13032-1 Light and Lighting – Measurement and Presentation of Photometric data of lamps and luminaires- Part 1 Measurement and file format.
- DIN 67526-3 Sports lighting- Requirements of daylighting
- IEC/TS- 63116 Lighting Systems – General Requirements

Os casos não abordados em nenhuma norma serão definidos pela fiscalização, de maneira a manter o padrão de qualidade previsto para a obra.

2.2 Normas Brasileiras e Documentos Complementares

A execução de serviços de Instalações Elétricas deverá atender também às Normas e Práticas Complementares da ABNT, destacando-se:

- NBR 5349 - Cabo de Cobre nú para fins elétricos - Especificação
- NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimento
- NBR 13534 - Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde
- NBR 13418 - Cabos resistentes ao fogo para instalações de segurança – Especificação.
Parte 1: Requisitos gerais (IEC 60669-1:2000, MOD)
- NBR IEC 60439-2 - Requisitos particulares para linhas elétricas pré-fabricadas (sistemas de barramentos blindados).
- NBR IEC 60439-3 - 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
- NBR 7288 - Cabos com isolamento sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC)
- ANSI C-3720 (para os casos não definidos nas normas acima).
- NR10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- RIC/BT - Regulamento de Instalações Consumidoras de Baixa Tensão
- NBR 9511 – Cabos elétricos – raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento
- NBR 5471 – Condutores elétricos

2.3 Parâmetros normativos adotados:

A área de atletismo do Centro Estadual de Treinamento (CETE) é constituída de um campo de atividades atléticas e de uma pista de atletismo, contornada em parte por um calçamento de caminhada para as modalidades recreação e



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

treinamento. O posicionamento dos postes foi estabelecido fora da área de atletismo onde foram considerados os parâmetros mínimos normativos requeridos de iluminação (Em em luxes), uniformidade (E_{min}/E_m), índice de ofuscamento (UGR), fator de depreciação, zona de borda, e índice de reprodução de cores(RA). A iluminação horizontal deve ser uniforme de maneira que toda a área fique bem iluminada. A uniformidade vertical é igualmente necessária para tornar os atletas bem visíveis em qualquer ponto do campo principalmente quando se observa de arquibancadas o que não é o caso do CETE. Uma boa qualidade de uniformidade é conseguida através de uma focalização adequada dos projetores.

Para isso, deve-se utilizar um *software* próprio para este tipo de aplicação, através do qual se pode simular os prováveis resultados de luz. Após a obtenção de uma uniformidade teórica adequada através de simulação com o *software*, basta repetir estes pontos de focalização no campo de jogo com alguns ajustes.

Quanto mais uniformidade de luz melhor para a prática de esportes e melhor para a transmissão. Veja tabela do Anexo I, sobre valores normalmente adotados para estádios e ginásios.

Com base nos arquivos de fotometria dos fabricantes de luminárias de alta potência a LED foram feitos os cálculos luminotécnicos conforme anexo II e os parâmetros considerados com base na tabela do anexo I:

Para as atividades Recreação e Competição, priorizando a luminância horizontal para esses casos, a norma estabelece para Luminância média de 150 Lux a 300 lux e Uniformidade horizontal mín/máx de 0,4 e mín/méd de 0,6. Ver tabela do Anexo -1.

Como no CETE as atividades são de recreação e treinamento fixamos o estudo luminotécnico entre os parâmetros de 150 lux a 200lux, característicos para recreação e treinamento, mantendo-se os parâmetros mínimos da uniformidade horizontal acima.

2.3.1 Resultados obtidos:

Quantidade de 48 refletores unitários de alta potência de 960.5 W, Total de lumens: 158398lm e 164.9 lm/W de rendimento e ângulo de abertura 25°;

Propriedades Índice	E	Emín	Emax.	g1	g 2	
Campo de Atletismo	249 lx	179 lx	417 lx	0.72	0.43	CG1
Pista Atlética	265 lx	115 lx	520 lx	0.43	0.22	CG2
Pista de Caminhada	93.0 lx	0.00 lx	276 lx (não se aplica)		CG3	



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Onde, E: luminância média; Emin: luminância mínima e Emax é a luminância máxima; g1uniformidade e g2 ofuscamento e CG classificação. Ver relatório completo do Cálculo luminotécnico em anexo.

O perfeito funcionamento das instalações elétricas ficará sob a responsabilidade da Contratada pela execução, estando a critério da Fiscalização, impugnar quaisquer serviços ou materiais que não estiverem em conformidade com esta especificação ou projeto elétrico.

A execução dos serviços deverá atender o que estabelece a NR10 (segurança em projetos) e ser de acordo com as indicações constantes no memorial técnico.

Após a conclusão dos serviços contratados deverão ser anexados a este processo os projetos executivos "as-built," para recebimento definitivo pela Secretária de Obras do Estado do Rio Grande do Sul. Recomendamos que a futura empresa contratada para execução dos serviços tenha junto ao seu corpo técnico um Engenheiro Eletricista para emissão de anotação de responsabilidade técnica (ART).

3. ELABORAÇÃO DO PROJETO

O projeto das instalações elétricas de Baixa Tensão para o Sistema de Iluminação Esportiva foi elaborado com base na planta de layout de arquitetura, com a locação e a quantidade de pontos de iluminação determinados e especificados no Cálculo Luminotécnico em anexo. As medidas de posicionamento dos postes foram estabelecidas no local.

3.1 NÍVEIS DE TENSÃO DAS CARGAS PREVISTAS

Foram considerados para o sistema de tensões locais 220 V trifásicos/127V monofásicos, conforme a distribuição das cargas a seguir:

Item	Tensão	Pólos
Comando do acionamento dos refletores	127 V monofásico	F + N + T
Iluminação externa com Refletores a LED	220 V Bifásicos	F + F + T

Todos os equipamentos devem ter suas potências e tensões confirmadas antes de sua aquisição e instalação.

Toda a instalação elétrica de iluminação da área de Atletismo será suprida eletricamente através da subestação de energia elétrica existente, com transformador a óleo instalado ao tempo de potência 150 kVA.

O quadro elétrico de força exclusivo do Sistema de Iluminação deverá ser abrigado e ligado a um circuito alimentador com três fases em cabos isolados e como segurança, também está previsto, um cabo reserva que será energizado e



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

pronto para conexão, se houver algum problema com qualquer uma das fases que estão operando.

As **caixas de passagem** devem ser em bloco de concreto e possuir em seu fundo camadas de brita e tubo dreno. A mesma deverá possibilitar que o cabo dê pelo menos uma volta interna antes de penetrar em outro eletroduto.

Os eletrodutos de piso serão em polietileno de alta densidade (PEAD) e flexíveis serão instalados a 0,60 m de profundidade com caimento de 1% em direção às caixas. No trecho de passagem da tubulação em PVC, a instaladora deverá executar envelopamento para suportar uma carga de 50 toneladas no cruzamento da pista, sobre os eletrodutos.

As caixas em concreto possuirão profundidade mínima de 1,00 m e tampa de inspeção de diâmetro mínimo de 0,60 m. No fundo possuirá duas camadas de brita e tubo dreno.

O alimentador será executado através de cabos com tensão de isolamento 0,6/1kV- 90°C - EPR (tipo G7 similar a Pirelli).

A partir do quadro de distribuição e acionamento dos refletores a ser instalado no lado externo e abrigado da Torre, a distribuição de energia, será feita através de eletrodutos envelopados para os pontos de consumo externo (Conjunto de refletores instalados em poste), na tensão bifásica de 220V, com cabos com tensão de isolamento 750 V.

4. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

O projeto de instalações elétricas do Sistema de Iluminação Externa segue os padrões de fornecimento de energia elétrica, às especificações dos fabricantes, às Condições Gerais de Fornecimento da ANEEL e a todas as normas e recomendações elétricas da ABNT, inclusive a atual NBR-14136/2002, regulamentada pela resolução Nº11 de 20/12/2006 do CONMETRO;

4.1 Partes integrantes do Projeto de Instalações Elétricas

- Quadros de cargas, diagramas unifilares e cálculos de demandas prováveis;
- Especificação e detalhamento do quadro geral de baixa tensão;
- Especificação e dimensionamento dos quadros de força e de distribuição;
- Projeto detalhado do Sistema de Iluminação Externa para Campo e Pista Atlética em planta baixa.
- Projeto Luminotécnico gerado por meio do aplicativo DIALUX versão 4.12 e versão -9 EVO.

4.2 As plantas apresentam as seguintes indicações



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

- Pontos ativos ou úteis (Grupos de Refletores);
- Quadro de Distribuição de força com os Pontos de comandos (acionamento);
- Quadros de distribuição terminal de ligação (Fusíveis Diases) a serem instalados junto aos postes a cinco metros de altura em relação ao piso;
- Diagramas unifilar e de comando;
- Quadro com especificação geral de carga;
- Detalhe do local de ligação dos conjuntos de refletores;
- Localização dos pontos de consumo de energia elétrica (com respectiva carga), seus comandos e indicação dos circuitos a que estão ligados;
- Trajeto dos condutores/circuitos e sua proteção mecânica, inclusive dimensões de condutores e caixas;
- Legendas com os símbolos adotados, segundo especificação da ABNT, e notas que se fizerem necessárias;
- Quadro indicativo da divisão dos circuitos (quadros de cargas), constando a utilização de cada fase nos diversos circuitos bifásicos de iluminação e geral (equilíbrio de fases).

4.3 O Diagrama Unifilar

O Diagrama Unifilar apresenta os circuitos principais, as cargas, as funções e as características dos principais equipamentos, tais como:

- Disjuntores: corrente nominal, capacidade de interrupção, classe de tensão;
- Contadoras: corrente nominal, suportabilidade térmica e dinâmica, classe de tensão
- Fusíveis de proteção contra curto circuito: indicação de função;
- Condutores elétricos: tipo e bitola;
- Condutores elétricos isolados: classe de tensão, tipo de isolamento, bitola do condutor;
- Barramentos: corrente nominal, suportabilidade térmica indicada na especificação do quadro elétrico.

5. ILUMINAÇÃO

A escolha das luminárias dos grupos de refletores considerou o nível de iluminamento mínimo para as atividades pertinentes do campo e pista de atletismo, bem como, a parte da pista de caminhada integrada dessa área, conforme a norma técnica de iluminação.

- Para os ambientes de trabalho, o nível de iluminamento mínimo de 200 Luiz, conforme a NBR-5413;



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA

- Para os outros ambientes, foi observada a NBR-5413, quanto ao nível de iluminação;
- Os circuitos de iluminação foram divididos para utilização por grupos de refletores, sem prejuízo do conforto e utilização;

5.1 Critérios para escolha das luminárias

As Luminárias foram escolhidos também em função do padrão, da finalidade e do tipo de local, além de critérios econômicos e durabilidade (115.000 horas de vida útil), eficiência energética e referências de uso por outros clientes, em conformidade com as normas e cálculo iluminotécnico, tais como:

- **Luminárias esportivas de alta potência (960W) e eficiência (172,9 Lm/W);**
- Alto nível de Iluminação com o uso de LED e baixo nível de poluição luminosa;
- **Iluminação externa com refletores padrões de campos esportivos em conformidade com o projeto de Pista de Atletismo, conforme a Confederação Brasileira de Atletismo (CBA);**
- Facilidades de manutenção e reposição.

5.2 Luminárias/Refletores - especificações

O sistema de iluminação foi dimensionado de acordo com os níveis de iluminação recomendados pela ABNT e normas técnicas pertinentes. A iluminação nos postes de concreto circular será dada através de conjuntos formados por refletores de LED de 960W, conforme os arranjos especificados em projeto.

Os refletores deverão ter obrigatoriamente a seguinte especificação:

Luminária modular de 960W de 60Hz para iluminação esportiva a led (diodo emissor de luz);

Refletor de alta potência LED de 960 W, 220V, 60 hz;

Fluxo luminoso efetivo 153.600lm, tolerância +/-7%;

Distorção harmônica (THD) menor que 10% com proteção contra surtos 10kV/5kV;

Confeccionados em Alumínio naval (5052-H34) e parafusos em aço inox com acabamento em pintura eletrostática na cor branca;

Temperatura de cor: 5000K e IRC>80;

Ângulo do fecho luminoso 25°x25° e fator de Cintilação (FF)<3%;



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Para a regulação e fixação da angulação dinâmica os refletores serão instalados em estruturas metálicas com ajuste de movimentos para orientação horizontal e vertical a serem fabricadas com a devida orientação do fornecedor das luminárias. Grau de proteção mínimo IP-66 para o óptico e IP54 para o compartimento, construção robusta resistente a vibrações severas e ação do vento, resistente a impacto mecânico ik-08.

O Sistema de fixação no braço horizontal de ajuste e de inclinação da luminária deverá ser com entrada para tubo 25,4 mm à Ø60,3mm através de 02 parafusos em aço inoxidável na parte superior e 01 na parte inferior para travamento, conforme consulta ao fabricante.

A manutenção dos componentes módulo/driver deverá ser feita através da tampa superior fixada ao corpo por meio de fecho de pressão ou parafusos em aço inoxidável.

Deverá ter Led branco, lighting class, testados de acordo com a IESNA lm80-08 (measuring lumen maintenance off led light sources), temperatura de cor entre 5000k \pm 300;

Potência máxima 960 w (\pm 10%); eficiência mínima do conjunto de 172,9 lumens/watts com driver e com laudo comprobatório;

Índice de reprodução de cor 80 ou maior; classificação quanto à distribuição de intensidade luminosa (item 4.3.3 da NBR 5101:2012) como limitada (cut-off) ou totalmente limitada (fullcut-off), tipo ii, short com maior intensidade no "gamma" mínimo de 62° a 65°.

Fontes de alimentação/driver com grau de proteção mínimo IP-66, alimentação entre 90 - 305 vac ou faixa de variação superior, frequência 50/60hz, classe i de isolamento, 60Hz, FP maior que 0,98);

Distorção harmônica total (thd) de corrente menor que 15%, imunidade contra sobretensões transientes, conforme IEC 61000-4-4 e IEC 61000-4-5; supressor de surto auxiliar de 10ka instalado separadamente e fixado na parte interna da luminária para proteção contra descargas atmosféricas e manobras do sistema elétrico.

Os Refletores deverão apresentar o certificado de teste com os seguintes requisitos:

NBR E IEC 60598-1/10 - luminárias - parte 1: requisitos gerais e ensaios (definição, classificação, marcação e construção);

NBR 15129 - luminárias para iluminação pública - requisitos particulares, e NBR 5101:2012 - iluminação pública - procedimento (classificação);



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Vida útil mínima de 115.000 horas a 85°, temperatura de operação -40° C a 50°C;
Garantia mínima: cinco anos de garantia para a luminária e sete anos para o driver.

Peso médio: 23kg para cada módulo de dimensões 695x743x193mm;

Altura de montagem das estruturas de sustentação dos conjuntos de refletores: 15 metros (altura útil em relação á base) para postes de concreto de 18m de comprimento com engastamento mínimo de 2,40 metros.

Observações:

O alimentador dos grupos de refletores será por meio dos cabos especificados em projeto entre o trecho das contadoras de força e a caixa de ligação (fusíveis diazed) a ser instalada no poste a uma altura de 5 metros. Da caixa de ligação serão utilizados fios de #2,5mm² para cada refletor do conjunto e mais um para o terra.

6. Infra-estrutura elétrica

O encaminhamento dos alimentadores entre o quadro de força e os grupos de refletores será por meio de eletrodutos flexíveis tipo PEAD envaletados, conforme detalhes na planta, passando pelas caixas de passagem de alvenaria com tampa até as caixas de alvenaria de ligação junto aos postes de concreto. Nessas caixas de ligação os alimentadores sobem ao poste pela parte interna até a caixa de proteção onde estão os fusíveis diazed. A partir daí seguem as fiações terminais de 2x(#2,5mm²) + T, dos circuitos de ligação para cada luminária de cada grupo de refletores.

- taxa de ocupação, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a 30%;
- No ponto mais alto de cada estrutura metálica de sustentação dos grupos de refletores deverá ser instalado um terminal captor aéreo em alumínio $\phi 10\text{mm} \times 250\text{mm}$ para Pára raios conectada ao cabo de aterramento.
- Os demais critérios seguirão a NBR-5410/2004;

7. Especificações Gerais

Os requisitos considerados no desenvolvimento do projeto de Instalações Elétricas são aqueles estabelecidos pelas normas Técnicas já mencionadas.

As instalações Elétricas deverão ser realizadas seguindo os padrões definidos pelas normas citadas, utilizando-se dos materiais de instalação especificados e acessórios como curvas, suportes, terminações e outros, que sejam adequados, não sendo aceitos componentes improvisados.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Os cabos deverão ser protegidos fisicamente em toda sua extensão, utilizando-se de um ou mais materiais de instalação, não devendo em nenhuma circunstância serem instalados expostos.

Todos os materiais de instalação deverão ser firmemente fixados às estruturas de suporte, formando conjuntos mecânicos rígidos e livres de deslocamento pela simples operação.

Todas as curvas a serem utilizadas, não deverão em hipótese alguma ter ângulo inferior a 90°.

8. Postes de concreto circular

Serão utilizados postes de concreto cônico tipo CR com conicidade reduzida de 18 metros de comprimento e 15m de altura útil com carga nominal de 200dnA a 400dnA, com topo mínimo de 110mm e base de 340mm, engastamento mínimo de 2,40metros.

8.1 Posicionamento: deverá ser conforme o cálculo luminotécnico. A instalação deverá ser sempre junto ao meio fio da calçada da pista de caminhada que contorna a pista atlética com a seguinte distribuição: considerando os eixos do campo de atletismo, em relação ao transversal os postes manterão posição equidistante do poste central (50m para um lado e 50 m para outro lado) e simétricos para o lado contrário do campo; em relação ao longitudinal, os postes serão equidistantes entre si em relação ao centro (26 m para um lado e 26m para outro lado). Ver desenho anexo do Memorial descritivo.

As características do poste constam na tabela em anexo, devendo ser verificadas em projeto estrutural específico de responsabilidade do executante.

9. Caixas de passagem e de derivação

Foram previstas caixas de alvenarias de passagem (60 x 60 x 60cm) e de derivação (Ligação) junto a base de cada poste a serem instaladas junto ao meio fio da calçada, sendo estas exclusivas para os condutores de energia elétrica e hastes de aterramento. O espaçamento entre estas será de acordo com o projeto, as mesmas terão a seguinte dimensão 30x30x40 cm (C X L X P), esta deverá possuir tampa em concreto, dreno e brita, conforme detalhe no projeto elétrico

10. Vala para eletrodutos

Foi previsto no projeto em questão, a escavação de valas com profundidade de 60cm e largura de 30cm para assentamento de eletrodutos PEAD.

Nos trechos entre caixas de passagens que forem travessias de pista deverá ser previsto o envelopamento em concreto do duto PEAD no trecho onde corta a pista, já nos trechos que não são travessias de pista (canteiros centrais) os



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

mesmos sofrerão apenas o reaterro compactado. O aterro da vala deverá ser feito em camadas sucessivas de 20 e 15cm, sendo cada camada bem compactada antes que a próxima seja lançada. O material utilizado para o reaterro deverá ser isento de pedras de grande porte, pedaços de concreto e materiais estranhos, tal como entulho, etc. Após a execução da escavação, e posterior reaterro para instalação dos eletrodutos o acabamento superficial das pistas de rolamento que sofrerem interferência deverá ser de tal forma que combine e se ajuste as áreas adjacentes. As escavações, construções, reaterros e reparos em superfícies afetadas deverão ser realizadas de forma contínua, com cada fase sendo completada o mais rápido possível.

11. Aterramento

Cada poste de concreto terá um condutor de aterramento individual, para conectar aos refletores e estrutura de sustentação. Ambos os conjuntos serão aterrados por meio de cabo de cobre nú de 16mm² com uma haste de aterramento de 5/8"x3,00 mts, com conector, instalada em caixa de passagem de alvenaria de 30x30x40cm junto a base do poste.

A interligação do cabo com os refletores e estruturas metálicas será feita utilizando uma das pernas do cabo de cobre multipolar de ligação – flexível -PP de 3x2,5mm². Cada estrutura de sustentação deverá ter um terminal aéreo de pára raios, consistindo de uma Ponta captora rígida em alumínio de dimensões $\phi 10\text{mm} \times 250\text{mm}$ ligada ao cabo de aterramento.

12. Materiais a serem utilizados

12.1. Estrutura de sustentação dos refletores

A estrutura para a instalação dos refletores deverá ser confeccionada em cantoneira de aço carbono SAE 1010/1020, galvanizado a fogo e pintura eletrostática conforme especificação de Materiais da Instalação Elétrica. O projeto da estrutura deverá atender as dimensões e espaçamentos de posicionamento para angulação de responsabilidades do Fabricante dos refletores; devendo apresentar comprimento total de projeção horizontal conforme o tipo de Conjunto de refletores detalhados em projeto.

Observações gerais:

A inspeção para recebimento de materiais e equipamentos será realizada no local da obra por processo visual, podendo, entretanto, ser feita na fábrica ou em laboratório, por meio de ensaios, a critério do Contratante.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

12.2. Eletrodutos PVC

Eletrodutos em PVC rígidos roscáveis ou flexíveis (PEAD) pretos, tipo antichama, nos diâmetros indicados em projeto, conforme NBR 6150/80, com rosca paralela BSP, conforme norma NBR 8133:2010. As luvas de emenda devem ser do tipo roscável, assim como as curvas a 90° devem ser do tipo roscável, fabricadas em PVC rígido, conforme a norma NBR 6150/80 da ABNT.

12.3. Eletrodutos metálicos

Eletroduto em aço para ligação ao quadro de força serão com galvanização eletrolítica em aço com especificação SAE 1008/1012 com galvanização eletrolítica, classe média, segundo NBR 5624:2011, com rosca paralela BSP, especificação segundo NBR 8133:2010.

As luvas deverão ser de aço carbono, galvanizadas a fogo, recebendo recobrimento igual a do eletroduto em sua superfície externa. As curvas deverão ser galvanizadas, recebendo recobrimento igual a do eletroduto em sua superfície externa. Referência: APOLO, MANNESMANN.

12.4. Caixas metálicas e de alvenaria

As caixas metálicas para instalação dos refletores deverão ser de aço SAE 1008/1012 galvanizadas a fogo, chapas dotadas de olhais para conexão de eletrodutos e de orelhas para fixação de aparelhos ou no poste, integralmente de acordo com as determinações das normas da ABNT.

As caixas de alvenaria tanto de passagem como de ligação ao poste nas áreas externas deverão ser executadas de acordo com as determinações do projeto, com dimensões adequadas a cada caso específico, impermeabilizadas internamente e/ou providas de um sistema de drenagem de fundo, constituído por manilha preenchida por britada.

12.5 Condutores elétricos

10.5.1 Cabos de força de baixa tensão

Seção maior ou igual a 2.5 mm² até 35 mm² - Cabo de cobre, têmpera mole, isolamento para 750 V, PVC/70° C, antichama, encordoamento flexível.

Seção maior ou igual que 50 mm² – Cabo, condutor de cobre, isolamento classe 0,6 1KV, EPR/XLPE – 90° C, encordoamento flexível.

12.5.2 Cabos de comando e controle

Deverão ser Cabo multipolar, condutores de cobre, seção de 2,5mm² encordoamento flexível, isolamento classe 0,6/ 1KV, PVC /70° C, e cobertura em



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

PVC. Serão constituídos de dois condutores fase e um para terra para ligação de cada refletor.

12.5.3 Cores

As cores da fiação utilizadas nos circuitos terminais com tensão de isolamento 750 V são:

Condutor	Cor
Fases	Preto
Neutro	Azul claro
Terra	Verde

12.6 Quadro Elétrico

12.6.1 Características gerais do Quadros Elétrico

Deverão ser do tipo PTTA (parcial type-tested assemblies) conforme definido pela norma NBR-IEC-60439:

Para alta garantia de segurança, as características construtivas deverão obedecer a norma NBR-IEC-60439-1, com a compartimentação entre unidades funcionais que atendam a forma 2b abaixo definida. Construída em estrutura auto-suportante em chapa de aço carbono e, fechamentos executados em bitola 14USG.

Separações internas por barreiras e divisões deverão ser efetuadas de modo a garantir:

- proteção contra contatos com partes vivas pertencentes às unidades funcionais adjacentes;
- proteção contra passagem de corpos sólidos estranhos;
- limitar a possibilidade de se iniciar um arco, bem como confinar os efeitos decorrentes de um curto-circuito dentro da unidade funcional.

Formas típicas de separação (conforme a norma NBR-IEC-60439-1)

Forma 4b Separação entre barramentos e unidades funcionais e separação entre todas as unidades funcionais, incluindo seus terminais de saída, de uma unidade para outra. Os terminais de saída são separados dos barramentos.

O quadro deverá ser construído por chapas de aço carbono, estas de espessuras, não inferior a 1,96mm (14 MSG). A estrutura deverá ser convenientemente reforçada, de modo que não ocorram deformações resultantes da carga dos elementos nela montados ou das operações de transporte.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

As portas quando necessárias deverão ser providas de fecho tipo cremona. Grelhas de ventilação compatíveis com o grau de proteção e, deverão ser previstas para limitar a temperatura interna em 40°C.

12.6.2 Grau de proteção (conforme a norma NBR 6146 / IEC 529)

IP-42	Protegido contra corpos sólidos superiores a 1mm e contra quedas de gotas de líquido com inclinação não superior a 15° em relação a vertical.
-------	---

O projeto do quadro e o arranjo dos componentes deverão assegurar o espaço adequado para inspeção e manutenção dos componentes, fiação e terminais. Os equipamentos montados no interior do quadro deverão ser arranjados de modo que os bornes dos dispositivos montados nos painéis frontais sejam acessíveis sem necessidade de remoção de qualquer componente.

Todas as junções passíveis de remoção para manutenção e/ou montagem deverão ser feitas através de parafusos de aço galvanizado ou de material não corrosível. As bordas das chapas deverão ser dobradas de tal forma que as cabeças dos parafusos de junção não apareçam externamente. Onde necessário, as porcas dos parafusos deverão ser soldadas às chapas para facilitar o aperto. O quadro deverá ser provido de porta, compreendendo toda a altura. A porta deverá ser equipada com gaxeta, dobradiças embutidas e trinco, deverão ser providos aletas de ventilação, com telas de proteção contra insetos, de material não corrosível.

As partes externas não deverão apresentar sinais de solda ou de furação para não ferir a boa aparência do quadro e deverão ter todas as faces retas sem saliências ou reentrâncias.

As portas deverão ser providas de dobradiças do tipo embutido para acesso aos disjuntores e/ ou outros componentes, possuindo maçanetas providas de trinco do tipo Cremona e fechadura do tipo yale operadas por chave mestra.

As dobradiças e partes móveis, onde a tinta possa soltar ou descascar, deverão ser feitas de material não ferroso, como latão, bronze ou aço inoxidável, Pinos e arruelas de dobradiças deverão ser feitos de aço inoxidável.

A entrada e saída dos cabos deverá ser feita por cima e por baixo devendo ser previstos suportes, furações e aberturas necessárias. Os espaçamentos entre condutores deverão obedecer às normas das entidades anteriormente citadas, bem como aos valores constantes desta especificação.

As fases deverão ser identificadas com fita ou pintura nas seguintes cores:

- Fase A – amarelo
- Fase B – branco
- Fase C – preto
- Neutro – azul claro



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

- Terra – verde

O arranjo das fases vista da parte frontal do quadro deverá ser A, B, C (da esquerda para a direita, de cima para baixo e da frente para trás).

Os dispositivos, barramentos e outros equipamentos envolvendo circuitos trifásicos, deverão sempre que possível atender a sequência de fases. Os barramentos deverão ser de cobre rígido de alta condutividade, dimensionados para suportar os esforços térmicos e mecânicos devido a um curto circuito igual ao indicado nos desenhos do projeto.

Os isoladores das barras deverão ser de epóxi e deverão suportar os esforços citados no item anterior, com espaçamento mínimo a terra de 4cm. Uma barra de terra de cobre rígido, não inferior a 50% do barramento principal, deverá ser prevista.

A barra de terra e respectivos conectores para aterramento deverão ser capazes de conduzir por um período de 2(dois) segundos a corrente de curto circuito indicada para os barramentos principais.

Para barras e conexões, a elevação máxima de temperatura permitida acima do ambiente de 40°C será de 30°C para a corrente nominal em regime contínuo, devendo ainda as derivações e emendas ser prateadas contra oxidação e o aparafusamento permitir que a pressão se mantenha constante com a variação de temperatura.

Os instrumentos e disjuntores de acionamentos deverão ser instalados no espelho da parte frontal do quadro, ficando coberta pela tampa. Deverá ser comprovada a vedação e a proteção mecânica do quadro com a tampa fechada. O acesso aos dispositivos internos deverá ser feito frontalmente. Os contadores serão instalados na parte interna, ficando cobertos devidamente pela tampa de espelho.

O quadro deverá ter calhas de PVC com tampas facilmente removíveis para passagem dos fios de controle que deverão ser ligadas a réguas terminais convenientemente localizadas. Os fios não deverão ficar pendurados pelos respectivos terminais, mais sim devidamente suportados.

Os condutores de controle da Bobina das contadoras serão de cobre com isolamento termoplástico (não propagadores de chama), isolado para 750V, formação mínima 7 (sete) fios e seção mínima de 2,5mm².

Todas as conexões internas deverão ser executadas com conectores apropriados não sendo admitidas emendas na fiação. As pontas dos fios e cabos de controle e sinalização não devem ser estanhadas para formar terminais de ligação às regras, devendo-se usar terminais de pressão pré-isolados do tipo “olhal”. Cada condutor deverá possuir identificação de material indelével.

Todas as ligações internas e ligações externas de comando e controle do quadro deverão ser feitas através de réguas terminais. As réguas terminais



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

deverão ser para 750V, nas capacidades de corrente adequadas, devendo cada terminal ser numerado de forma visível e permanente. A cada borne não deverão ser ligados mais de dois condutores. As réguas terminais deverão apresentar bornes livres da reserva na proporção de 20% daqueles ocupados.

As caixas dos instrumentos, contadoras e dispositivos similares deverão ser considerados como devidamente aterrados quando conectados a estrutura do cubículo por parafusos de metal.

Os conectores e terminais para a ligação a fiação externa deverão constar do fornecimento e serão do tipo a compressão, para condutores de cobre.

Deverão ser fornecidas plaquetas de identificação para todos os circuitos dos cubículos. As plaquetas deverão ser preferencialmente de acrílico aparafusadas, contendo letras brancas em fundo preto. Não serão aceitas plaquetas fixadas com fitas adesivas dupla face.

As plaquetas deverão ser aprovadas pela Contratante ou seu representante e deverão contar no mínimo a sigla, tensão, frequência, no de fases e ano de fabricação.

No lado interno da porta haverá um encaixe adequado para portar uma cópia plotada de desenho do esquema elétrico feito no formato A4.

12.6.3. Barramentos

Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico de alta condutividade, com juntas e derivações revestidas de prata, perfeitamente alinhadas e aparafusadas firmemente para assegurar boa condutividade, seção retangular, dimensionados de acordo com a corrente nominal e a corrente de curto circuito do sistema e suportados por isoladores de epóxi ou resina poliéster.

O quadro deverá ser provido de um barramento de neutro e de um barramento de terra, igualmente em cobre eletrolítico, os quais deverão possuir o mesmo número de pontos de conexão que os de circuitos.

Os Barramentos deverão ser firmemente fixados sobre isoladores.

Os barramentos deverão ser identificados com pintura nas seguintes cores:

- Fase A – azul
- Fase B – branco
- Fase C – violeta
- Neutro – azul claro
- Terra – verde



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

As barras e seus suportes deverão ser dimensionados para suportar a corrente suportável nominal de curta duração, 1s. As barras principais deverão Ter seção constante em toda a sua extensão, sendo dimensionadas para a corrente nominal, conforme indicada em projeto.

O quadro de distribuição e manobra deverá possuir barra de aterramento, fixada na parte inferior, em toda a sua extensão, provida de dois conectores para cabos, em cada uma das extremidades.

12.6.4 Fiação interna do Quadro distribuição

Os condutores dos circuitos de controle e proteção deverão possuir isolamento termoplástico (PVC ou EPR), resistente à umidade, óleo e ozona, não propagador de chama adequado à operação contínua dos condutores na temperatura de 70 °C. A classe de isolamento dos condutores deverá ser 600V. Os condutores serão de cobre estanhado, encordoados e flexíveis. Os condutores sujeitos a dobramentos frequentes, como os que ligam os componentes montados nos painéis basculantes a itens instalados no interior do cubículo, deverão ser de encordoamento extra flexível, NEMA classe K ou equivalente. A bitola mínima dos condutores é 4 mm² para circuitos secundários de transformadores de corrente, e 2,5 mm² para circuitos em geral. Os condutores deverão atender à Norma ABNT NBR NM 280.

Os blocos terminais deverão ser do tipo com barreiras isoladoras, moldados em plástico resistente a impactos e a temperaturas elevadas. Os terminais deverão ser do tipo de aparafusados, adequados a receber conectores aptos a estabelecer conexões à prova de vibrações; deverão ser isolados para 600V e possuírem capacidade mínima de condução de corrente de 30A. Deverá ser previsto 20% de terminais reserva do total de terminais utilizados.

A fixação deverá ser provida de conectores do tipo reforçado e pré-isolado, com olhal para ligação terminal e luva de compressão para a conexão do condutor.

Todos os condutores deverão terminar em bornes de equipamentos ou em blocos terminais. A fiação entre componentes do cubículo e entre estes os blocos terminais deverá ser condicionada em canaletas de material plástico não propagador de chama, com tampas removíveis, instaladas no interior do cubículo em posição horizontal e/ou vertical. A fiação fora das canaletas deverá ser mínima e, quando utilizada, empregam-se grupos de cabos amarrados (chicotes), dispostos horizontal e verticalmente e fixados à estrutura por meio de braçadeiras de material isolante. O desdobramento dos grupos de cabo deverão possuir



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

pequeno raio de curvatura. Deverá ser dada atenção especial aos condutores dos itens instalados nas portas ou em outras partes basculantes, para que seja possível um giro de 180 graus das portas ou das outras partes basculantes sem provocar danos ou esticamentos nos condutores.

12.6.5 Placas de identificação

O quadro de distribuição de baixa tensão deverá ser fornecido com uma placa de identificação, feita de aço inoxidável, contendo, no mínimo, as informações relacionadas no Item 10 da Norma NBR- 60439 da ABNT.

A placa de identificação deverá ser fixadas na parte frontal externa do quadro de distribuição de baixa tensão.

12.6.6 Tratamento das superfícies e pintura

As superfícies metálicas do quadro a ser fornecido deverão ser isentas de respingos de solda, rebarbas, escamas e outras imperfeições. Os bordos serão alisados. As superfícies deverão sofrer um tratamento químico, eliminando todo vestígio de ferrugem.

Os riscos, depressões e demais imperfeições deverão ser emassados e alisados de maneira que se obtenham superfícies perfeitamente lisas. Imediatamente após a limpeza, as superfícies metálicas, deverão ser submetidas a um processo de fosfatização.

As superfícies não pintadas e sujeita à corrosão deverão ser protegidas durante o transporte e armazenagem por um composto preventivo contra ferrugem, facilmente removível.

A pintura de acabamento deverá ser executada na fábrica, de modo que, na obra após a montagem, somente sejam feitos retoques nos pontos em que a pintura tiver sido danificada. Todas as superfícies serão pintadas, com exceção das seguintes:

- Superfícies com acabamento por usinagem;
- Superfícies galvanizadas ou resistentes à corrosão;
- Superfícies embutidas ou em contato com o concreto.

As resinas utilizadas deverão ser do tipo tal que a polimerização das mesmas, durante um eventual trabalho de retoques no campo, não requeira o uso de equipamentos, materiais ou processos especiais, tais como aquecedores e compostos químicos. Na escolha das resinas, é dada especial atenção à facilidade de aderência dos retoques.

A pintura final deverá ser aplicada por processo eletrostático na cor cinza RAL 7032. A espessura final da pintura deverá ser da ordem de 130 micrômetros e o grau de aderência igual a zero, de acordo com a norma ABNT PMB 985.

12.6.7 Conexões internas



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

As conexões internas deverão ser executadas mediante barras rígidas de cobre, montadas em suporte isolantes, capazes de suportar os ensaios dielétricos especificados para o cubículo.

Observações especiais

Especial atenção deverá ser dada, quando houver necessidade de execução de derivações a partir de quadros elétricos existentes.

Deverá ser obedecida não só as marcas dos fabricantes dos equipamentos (disjuntores, contadores, etc.) existentes neste quadro, como também as características técnicas primordiais, tais como:

- A corrente de curto circuito deverá ser igual ou superior a dos equipamentos existentes no quadro elétrico de onde partiram estas derivações.
- Todos os circuitos instalados neste novo quadro, assim como, o alimentador derivado a partir de um quadro existente, deverão possuir plaquetas de identificação, contendo o respectivo nº do circuito, como também, quando indicado no projeto, o descritivo de identificação do destino deste circuito.
- Todos os quadros de distribuição deverão possuir identificação codificada, bem como, faseamento, tensão de operação e frequência de operação, indicadas em plaqueta de acrílico com fundo preto e letras brancas, na parte superior externa do quadro.

12.7 Disjuntores de baixa tensão

Disjuntor monopolar, 10A, TIPO DIN, Icmáx 5kA, Curva B, Tensão Isolamento 250-440V.

Disjuntor tripolar, 150A, TIPO DIN, Cx. Moldada, Icmáx 10kA, Curva C, Tensão Isolamento 250-440V.

12.7.1 Normas técnicas

A fabricação e o ensaio dos disjuntores deverão seguir as seguintes normas:

- NBR IEC 60898 A norma NBR IEC 60 898 fixa as condições exigíveis a disjuntores com interrupção no ar de corrente alternada 60Hz, tendo uma tensão nominal até 440V (entre fases), uma corrente nominal até 125A e uma capacidade de curto-circuito nominal de até 25kA. Os disjuntores são projetados para uso por pessoas não qualificadas e para não sofrerem manutenção.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

- NBR IEC 60947-2 Norma NBR IEC 60 947-2 estabelece que as instalações sejam manuseadas por pessoas especializadas e engloba todos os tipos de disjuntores em BT.

12.7.2 Classificação dos disjuntores no Quadro Distribuição

Quanto à execução (Normas IEC):

- Disjuntores do Tipo Caixa Moldada: Correntes nominais até 50 A (inclusive);
- Disjuntores do tipo IEC/DIN monopulares de até 20 A (Mini disjuntores).

Quanto às proteções (Normas IEC):

- Disjuntores do Tipo Caixa Moldada: Termomagnéticos (TM) ou somente magnético (M)

Quanto aos acessórios (Normas IEC):

- Disjuntores do Tipo Caixa Moldada: sem acessórios.

Quanto ao Número de Polos (Normas IEC):

- Monopulares e tripolar

Obs.: Todos os disjuntores de baixa tensão deverão ser do mesmo fabricante, devendo ainda ser garantida por este a integridade de todos os componentes do sistema em função dos níveis de curto-circuito adotados.

- As especificações limitam-se a direcionar os disjuntores e respectivas localizações, porém, deverá ser seguido o diagrama unifilar para determinação das capacidades e os disjuntores a serem utilizados, assim como o projeto unifilar para determinar quais serão de acionamento ou supervisão remota.
- Caso o fabricante do painel pretenda utilizar outro disjuntor, deverão ser anexadas à proposta as curvas de limitação de corrente, bem como as curvas de limitação de A²s, para a proteção adequada do circuito, conforme exigido nas normas NBR5410: 2008 e NBR 60439.

12.8 Disjuntores tripolares em caixa moldada

12.8.1 Características construtivas



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Disjuntores de acordo com a NBR IEC 60 947-2 serão com 02 posições distintas de ligado/desligado para funcionar como interruptor dos circuitos de iluminação. Fabricados em material reciclável V0 de acordo com a UL94 (norma de flamabilidade).

12.8.2 Características adicionais

Para os quadros com mini disjuntores com capacidade de curto-circuito igual ou superior a 5 kA, considerou-se a proteção de back-up com o disjuntor geral do quadro, com capacidade de curto-circuito estabelecida de 10kA. Estes estudos deverão ser comprovados e testados.

12.8.3 Mini disjuntores (no quadro de luz) (normas iec)

12.8.4 Características construtivas

Mini Disjuntor com proteção termomagnética independentes; interrupção do circuito independente da alavanca de acionamento; construção interna das partes integrantes totalmente metálicas (para garantir uma vida útil maior e evitar deformações internas); contatos banhados a prata; fixação em trilho DIN.

12.8.5 Características elétricas

Classe de Isolação:.....440 Vca
Tensão nominal de operação:.....conforme diagrama unifilar
Tensão máxima de operação:.....440 Vca
Frequência nominal:50/60 Hz
Número de pólos:conforme diagrama unifilar
Capacidade de interrupção simétrica (Icu):.....5 kA-220V
Capacidade de interrupção em serviço (Ics):...conf. modelo especificado no unifilar
Corrente nominal de operação (In):conforme diagrama unifilar
Faixa de disparo da Proteção Magnética (Im):.....conforme modelo especificado no unifilar
Durabilidade elétrica mínima / mecânica mínima:.....10.000 / 20.000 manobras;
Ciclo de ensaio:conforme normas acima.
Curvas de atuação:.....C (de acordo com as normas acima).
OBS.: Para o valor Icu indicado pelo fabricante e Ics= 25%Icu.
Fabricantes de Referência.: ABB, SCHNEIDER, SIEMENS ou similar com equivalência técnica
Obs.: Para os disjuntores terminais, considerou-se a proteção de back up com o disjuntor de proteção geral do quadro.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

12.9 Fusíveis

Deverão ser do tipo Diazed rápido para curto circuitos e utilizados para proteção de circuitos de força de iluminação:

Fusível diazed rápido 500Vca, 25A, Capacidade interrupção até 70A em 500Vca, conforme as normas NBR IEC 60629, NBR11844 e VDE 0636.

Base fusível diazed 25A. Parafuso de ajuste 25 A. Anel de proteção para diazed 25 A e com Tampa para diazed 25 A. Material Similar: SIEMENS, PIAL LEGRANT, WEG, etc.

12.10 Contactores

A fabricação e o ensaio dos contadores deverão seguir a seguinte Norma:

- IEC 60947-4 para manuseio da instalação por pessoas especializadas;

12.10.1. Características construtivas

Contator para uso interno; caixa de construção que atende a Norma Ambiental ISO 14000 (não agride o ambiente, através da liberação de gases tóxicos como bromo ou fósforo, ou gases agressivos ao corpo humano como cádmio) Visando uma diminuição das peças de reposição, deverá possuir a maioria dos acessórios intercambiáveis entre toda a linha, para contadores até 110A; deverá possibilitar a instalação por tilho DIN ou parafuso.

12.10.2. Características elétricas

Classe de Isolação:.....690 Vca
Tensão nominal de operação:.....conforme diagrama unifilar
Tensão máxima de operação:.....690 Vca
Frequência nominal:50/60 Hz
Número de pólos:conforme diagrama unifilar
Corrente nominal de operação (In):conforme diagrama unifilar
Tensão de Comando:.....conforme diagrama unifilar

Fabricantes de Referência.: ABB, SCHNEIDER, SIEMENS ou similar com equivalência técnica.

12.15 Fornecimento e instalação das Luminárias

Independente do aspecto estético desejado serão observadas as seguintes recomendações:

- Todas as partes de aço serão protegidas contra corrosão mediante pintura, esmaltação, zincagem ou outros processos equivalentes.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

- As partes de vidro dos aparelhos devem ser montadas de forma a oferecer segurança, com espessura adequada e arestas expostas, lapidadas, de forma a evitar cortes quando manipuladas.
- Seu invólucro deve abrigar todas as partes vivas ou condutores de corrente;
- Aparelhos destinados a funcionar expostos ao tempo ou em locais /úmidos devem ser construídos de forma a impedir a penetração de umidade em eletroduto, porta-lâmpadas e demais partes elétricas. Não se deve empregar materiais absorventes nestes aparelhos.
- As estruturas que deverão sustentar os grupos de refletores deverão ser projetadas e executadas com a supervisão do Fabricante das luminárias;
- Os postes a serem instalados deverão atender ao projeto estrutural e de fundação de responsabilidade da empresa executante.
- A angulação dos refletores deverá seguir a referência do cálculo luminotécnico (Anexo) com possíveis ajustes a serem feitos em campo de responsabilidade da empresa executante.

Todo aparelho deve apresentar marcado em local visível as seguintes informações:

- Nome do Fabricante de referência: ou marca registrada;
- Tensão de alimentação;
- Potências máximas dos dispositivos que nele podem ser instalados (drivers, etc.).

12.16 Alimentadores de Baixa Tensão:

Os alimentadores da instalação, que interligará o Transformador ao respectivo Quadro Distribuição— serão condutores elétricos flexíveis, duplo isolamento, tipo singelo, conforme projeto, formação em fios encordoados de cobre eletrolítico nu, têmpera meio-dura, encordoamento classe 4, isolamento, capa interna e cobertura em EPR-XLPE, nível de isolamento para 1 kV, temperatura máxima de regime 70° C, 100° C em sobrecarga, 160° C em curto-circuito, tipo Sintenax, secção nominal transversal de 120 mm², um condutor por fase, e de 120 mm², um condutor para o neutro, de fabricação da PIRELLI ou SIMILAR.

12.17 Sistema de aterramento:

O cabo para aterramento será do tipo de cobre nu, classe 2, secção nominal transversal de 16 mm², da PIRELLI ou SIMILAR. Barramento em haste de terra, cobreada, Copperweld, instalado dentro da área da caixa de passagem no piso, seção circular de 5/8in x 2,40m, em malha retangular, com distância entre as hastes de 3,00m, conforme indicado em projeto. Utilizar a quantidade mínima



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

indicada de 1 (uma) haste de aterramento, para resistência máxima de aterramento de 10 Ohms em qualquer época do ano.

13 Processo Executivo

13.1 Eletrodutos

Para os metálicos as roscas deverão ser executadas segundo a NBR NM ISO 7-1, o corte deverá ser feito aplicando as ferramentas na sequência correta e, no caso de cossinetes com ajuste programado. Os eletrodutos ou acessórios que tiverem as roscas com uma ou mais voltas completas ou fios cortados deverão ser rejeitados, mesmo que a falha não se situe na faixa de aperto.

Após a execução das roscas, as extremidades deverão ser escariadas para a eliminação de rebarbas. O rosqueamento deverá abranger, no mínimo, cinco fios completos de rosca. As roscas, depois de prontas, deverão ser limpas com escova de aço.

O curvamento dos eletrodutos metálicos deverá ser executado a frio, sem enrugamento, amassadura, avarias do revestimento ou redução do diâmetro interno. O curvamento dos eletrodutos em PVC deverá ser executado da seguinte maneira:

- Cortar um pedaço reto do eletroduto a encurvar, com comprimento igual ao arco da curva a executar e abrir roscas nas duas extremidades;
- Vedar uma das extremidades por meio de um tampão rosqueado, de ferro, provido de punho de madeira, preenchendo a seguir o eletroduto com areia e serragem. Bater lateralmente na peça a fim de adensar a mistura areia/serragem. Vedar a outra extremidade com um tampão idêntico ao primeiro;
- Mergulhar a peça numa cuba contendo glicerina aquecida a 140°C, por tempo suficiente para o material permitir o encurvamento. O tamanho da cuba e o volume do líquido deverão ser os estritamente necessários à operação;
- Retirar em seguida a peça aquecida da cuba e procurar encaixá-la num molde de madeira tipo meia-cana, tendo o formato (diâmetro, raio de curvatura, comprimento do arco) igual ao da curva desejada.

Os punhos de madeira dos tampões rosqueados servem para o manuseio da peça. Deve-se cuidar de evitar o enrugamento do lado interno da curva. O resfriamento da peça deve ser natural. Não deverão ser permitidos, em uma única curva, ângulos maiores que 90°, conforme NBR-5410:2008. O número de curvas entre duas caixas não poderá ser superior a 3 de 90° ou equivalente a 270°, conforme a NBR-5410:2008.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

As emendas dos eletrodutos só deverão ser permitidas com o emprego de conexões apropriadas, tais como luvas ou outras peças que assegurem regularidade na superfície interna, bem como a continuidade elétrica. Nos eletrodutos de reserva, após a limpeza das roscas, deverão ser colocadas em ambas as extremidades tampões adequados. Durante a construção e montagem todas as extremidades dos eletrodutos, caixas de passagem e condutores deverão ser vedados com tampões e tampas adequadas. Estas proteções não deverão ser removidas antes da colocação da fiação.

Os eletrodutos deverão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, conforme a NBR-5410:2008. Os eletrodutos metálicos, incluindo as caixas de chapa, deverão formar um sistema de aterramento contínuo. Deverão ser usadas graxas especiais nas roscas a fim de facilitar as conexões e evitar a corrosão, sem que fique prejudicada a continuidade elétrica do sistema.

Os eletrodutos subterrâneos (PEAD) deverão ser instalados em envelopes de concreto, nas travessias de vias. Nos eletrodutos de reserva deverão ser deixados, como sonda, fios de aço galvanizado 16AWG.

As linhas de eletrodutos subterrâneas deverão ter declividade mínima de 0,5% entre poços de inspeção, para assegurar a drenagem. A face superior dos envelopes de concreto deverá ficar, no mínimo, 50cm abaixo do nível do solo, nas transversais de vias.

Após a instalação deverá ser feita verificação e limpeza dos eletrodutos por meio de mandris com diâmetro aproximadamente 5 mm menor que o diâmetro interno do eletroduto, passando de ponta a ponta.

Nas lajes, os eletrodutos deverão ser instalados antes da concretagem, assentando os mesmos sob as armaduras. Nas paredes de alvenaria deverão ser montados antes de serem executados os revestimentos. As extremidades dos eletrodutos deverão ser fixadas nas caixas por meio de buchas e arruelas rosçadas.

13.2 Caixas metálicas

A caixa do Quadro distribuição deverá situar-se em recinto seco, abrigado e seguro, de fácil acesso e em área de uso comum da edificação. Não poderão ser localizadas nas áreas fechadas de escadas.

A fixação dos dutos nas caixas deverá ser feita por meio de arruelas e buchas de proteção. Os dutos não poderão ter saliências maiores que a altura da arruela mais a bucha de proteção. Quando a instalação de tubulação aparente, as caixas de passagem, distribuição e distribuição geral deverão ser convenientemente fixadas na parede e as de ligação na parte superior do poste.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

13.4 Caixas subterrâneas em alvenaria

A entrada e saída dos dutos nas caixas de distribuição, passagem e ligação, somente poderão ser feitas nas extremidades superior e inferior das referidas caixas. A entrada dos dutos nos cubículos do poço de elevação somente poderá ser feita no piso. As caixas de passagem de piso serão de 60 x 60 x 60cm enquanto que as de ligação junto ao poste, serão de 30 x 30 x 40 cm.

13.5 Condutores elétricos

13.5.1 Enfição

Só poderão ser enfiados nos eletrodutos condutores isolados para 600V ou mais e que tenham proteção resistente à abrasão.

A enfição só poderá ser executada após a conclusão dos seguintes serviços:

- Revestimento de argamassa;
- Colocação de portas, janelas e vedação que impeça a penetração da chuva;
- Pavimentação que leve argamassa.

Antes da enfição, os eletrodutos deverão ser secos com estopa e limpos pela passagem de bucha embebida em verniz isolante ou parafina. Para facilitar a enfição, poderão ser usados lubrificantes como talco, parafina ou vaselina industrial. Para auxiliar a enfição poderão ser usados fios ou fitas metálicas.

As emendas de condutores só poderão ser feitas nas caixas, não sendo permitida a enfição de condutores emendados, conforme a NBR-5410:2008. O isolamento das emendas e derivações deverá ser no mínimo, características equivalentes às dos condutores utilizados.

A enfição deverá ser feita com o menor número possível de emendas, caso em que deverão ser seguidas as prescrições abaixo:

- Limpar cuidadosamente as pontas dos fios e emendas;
- Para circuitos de tensão entre fases inferior a 240V, isolar as emendas com fita isolante até formar espessura igual ou superior à do isolamento normal do condutor;
- Executar todas as emendas dentro das caixas.

Nas tubulações de pisos, só iniciar a enfição após o acabamento. Todos os condutores de um mesmo circuito deverão ser instalados no mesmo eletroduto. Condutores em trechos verticais longos deverão ser suportados na extremidade superior do eletroduto, por meio de fixador apropriado, para evitar danificação do isolamento na saída do eletroduto e não aplicar força nos terminais.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

13.5.2 Instalação de cabos

Deverão ser sempre observadas as seguintes características para os cabos condutores utilizados na distribuição dos circuitos, a bitola mínima para a ligação dos circuitos de iluminação entre refletores de um mesmo conjunto deverá ser de # 2,5 mm².

Os condutores deverão ser identificados com o código do circuito por meio de identificadores, firmemente presos, e estes, em caixas de junção e onde mais se faça necessário.

As emendas dos cabos deverão ser feitas em conectores de pressão ou luvas de compressão. As emendas, exceto quando feitas com luvas isoladas, deverão ser revestidas com fita de borracha de alta fusão, até se obter uma superfície uniforme, sobre a qual deverão ser aplicadas, em meia sobreposição, emendas de fita isolante de PVC adesiva. A espessura da reposição do isolamento deverá ser igual ou superior à camada isolada do condutor.

As extremidades dos condutores nos cabos, não deverão ser expostas à umidade de ar ambiente, exceto pelo espaço de tempo estritamente necessário à execução de emendas, junções ou terminais.

13.5.3 Instalação de cabos em linhas subterrâneas

Em linhas subterrâneas, os condutores não poderão ser enterrados diretamente no solo, devendo, obrigatoriamente, ser instalados em dutos de PVC corrugados, tipo PEAD.

Os condutores que saem de trechos subterrâneos e que deverão subir ao longo do interior de postes, deverão ser protegidas por meio de eletrodutos PEAD até a entrada do poste abaixo do piso acabado. No interior do poste os cabos seguem até atingirem a caixa de força com os fusíveis terminais a ser localizada na parte externa a cinco metros de altura. A partir daí, os condutores terminais de ligação (bitola 2,5mm²) devem seguir por dentro do poste até a caixa de ligação na parte superior junto da estrutura de sustentação dos refletores.

Na enfição das instalações subterrâneas, os cabos não deverão estar sujeitos a esforços de tração capazes de danificar sua capa externa ou o isolamento dos condutores.

Os condutores de um mesmo circuito deverão fazer parte de um mesmo duto, e em caso de circuitos com mais de um cabo condutor por fase, em que não se tenha possibilidade de transitarem pelo mesmo duto, deverá ser planejado a sua enfição, de forma a que se necessário, tenha-se um caminhamento sempre equilibrado com um conjunto de cabeamentos do circuito completo por duto, isto é, fases-neutro e terra.

Todos os condutores de um circuito deverão fazer parte do mesmo duto.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

13.5.4 Puxamento de cabos e fios

No puxamento de cabos e fios em dutos não deverão ser utilizados lubrificantes orgânicos; somente grafite ou talco.

O puxamento dos cabos e fios deverá ser efetuado manualmente, utilizando alça de guia e roldanas, com diâmetro pelo menos três vezes superior ao diâmetro do cabo ou grupos de cabos, ou pela amarração do cabo ou fio em pedaço de tubo.

Os cabos e fios deverão ser puxados contínua e lentamente evitando esforços brutos que possam danificá-los ou soltá-los.

A amarração do cabo à alça guia e roldana deverá ser efetuada na seguinte sequência:

- Remover aproximadamente 25m de capa e enfaixamento da extremidade do cabo, deixando os condutores livres;
- Passar cada grupo de condutores pela alça-guia e roldana e dobrá-los numa distância conveniente a que as pontas dos condutores sobrepassem a parte encapada do cabo;
- Juntar os grupos de condutores em torno do cabo e fazer uma amarração com arame de aço.

Em poços de elevação a operação deverá ser efetuada simplesmente passando o cabo de cima para baixo.

13.5.5 Emendas

As emendas em cabos e fios somente poderão ser feitas em caixas de ligação. Em nenhum caso deverão ser permitidas emendas no interior de dutos.

As emendas de cabos e fios deverão ser executadas nos casos estritamente necessários, onde o comprimento da ligação for superior ao lance máximo da bobina ou nos circuitos de ligação dos refletores.

13.6 Quadros

13.6.1 Montagem de quadros de distribuição

O quadro de distribuição deverá ser perfeitamente alinhado, protegido e vedado para montagem aparente. Deverá ser fixado à parede da torre, através de chumbadores, em quantidades e dimensões necessárias à sua perfeita fixação.

A fixação dos eletrodutos aos quadros deverá ser feita por meio de buchas e arruelas roscadas.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Após a conclusão da montagem, da enfição e da instalação de todos os equipamentos, deverá ser feita a verificação da vedação, do aterramento e da medição do isolamento, cujo valor não deverá ser inferior ao da tabela 81 do anexo J da NBR-5410:2008.

Antes da energização dos Quadros, todas as conexões deverão ser revistas quanto a aperto de parafusos e fixação de disjuntores e cabos, a fim de serem evitados acidentes por sobre-aquecimento ou deslocamento de conexões.

13.6.2 Normas adotadas

Constituído em invólucro metálico conforme normas da ABNT:

- NBR 60529 - Graus de proteção providos por Invólucros - Especificação.
- NBR 5410:2008 - Instalações elétrica de baixa tensão - Procedimento.
- NBR-IEC-60439-1 e NBR-IEC-60439-3 - Conjunto de manobra e controle de baixa tensão.
- ANSI C - 3720 (para os casos não definitivos nas normas acima).

Todas as estruturas metálicas, corrimãos, alambrados, postes metálicos, cercamento metálico, portões e bebedouros deverão ser obrigatoriamente aterrados.

Deverá ser verificada a resistência de aterramento de cada um desses sistemas, inclusive do para raios existente, como sendo inferior a 10 ohms. Caso contrário, deverá ser corrigido.

14. Especificações gerais

O padrão de qualidade da obra deve ser irrepreensível, devendo ser obedecidas às formas de instalações recomendadas aos materiais. E particularmente deverá ser observado o seguinte:

- O perfeito funcionamento das instalações elétricas ficará sob responsabilidade da Contratada, estando a critério da Fiscalização, impugnar quaisquer serviços ou materiais que não estiverem em conformidade com esta especificação ou projeto elétrico.
- Eventuais danos causados ao prédio durante os serviços deverão ser corrigidos, sendo recompostas integralmente as partes atingidas;
- Após a implantação dos novos sistemas e ativação dos mesmos, a empresa executante deverá promover a limpeza geral de todas as instalações.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

15. Recomendações

Todos os serviços deverão ser executados com esmero e capricho, a fim de manter um bom nível de acabamento e garantir confiabilidade e segurança das instalações elétricas.

Para distribuição de luz e tomadas de força foram obedecidos o “layout” interno, nível luminotécnico previsto por norma, conforme o uso dos mesmos.

Todos os circuitos, sem exceção, possuem condutor de proteção (fio terra). O padrão de qualidade da obra deve ser irrepreensível, devendo ser seguidos além do que exposto neste projeto.

Deverão ser obedecidas as formas de instalações recomendadas pelos fabricantes dos materiais. E particularmente deverá ser observado o seguinte:

a) Quanto à instalação de caixas, condutes e eletrodutos:

A conexão dos eletrodutos com as caixas deverá ser feita com buchas e arruelas, com acabamento esmerado;

A mudança de alinhamento dos dutos deverá ser feita preferencialmente com condutes;

Será admitida a utilização de curvas, desde que no máximo duas, no mesmo plano e não reversas, em cada trecho entre dois condutes;

Deverá ser observada a continuidade elétrica do sistema de tubulação e caixas;

Não será permitido o uso de conectores retos ou curvos para “box” na execução da tubulação;

A fixação das caixas e condutes embutidos deverão ser executadas pelo fundo de modo que as tampas fiquem paralelas à superfície de fixação.

Os cruzamentos de tubulações deverão ser os estritamente necessários.

b) Quanto aos condutores elétricos:

Deverão apresentar, após a enfição, perfeita integridade da isolamento. Para facilitar a enfição, poderá ser utilizado parafina ou talco industrial apropriado;

Não serão admitidas emendas desnecessárias, bem como emendas fora das caixas de passagem; e as emendas necessárias deverão ser soldadas e isoladas com fita auto-fusão e as pontas deverão ser estanhadas;

A conexão dos condutores com barramentos, disjuntores, tomadas, interruptores, etc. deverá ser feita com terminais pré-isolados tipo olhal.

c) Quanto ao acabamento:

Eventuais danos causados ao prédio ou áreas externas durante os serviços deverão ser corrigidos, sendo recompostas integralmente as partes atingidas;

Após a implantação dos novos sistemas e ativação dos mesmos, a empresa executante deverá promover a limpeza geral de todas as instalações.



24290000009228



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

Porto Alegre, 12 de dezembro de 2022.

Eng. Fernando Galarça da Silva
CREA 053681 / ID 3782646
DPE – Seção de Projetos Elétrico
Secretaria de Obras Públicas



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

ANEXO -1

Parâmetros normativos para iluminação externa

Campo			Uniformidade Horizontal		Uniformidade Vertical	
Atividade	Eh (lux)	Ev (lux)	min/Max	min/méd	min/max	min/med
Recreação	150		0.4	0.6		
Competição	300		0.4	0.6		
Profissional	500		0.5	0.7		
TVC						
Nacional		1000	0.4	0.6	0.3	0.5
Internacional		1400	0.6	0.7	0.4	0.6
HDTV		2000	0.7	0.8	0.6	0.7
Ginásio						
Atividade	Eh (lux)	Ev (lux)	min/Max	min/méd	min/max	min/med
Recreação	200		0.4	0.6		
Competição	500		0.4	0.6		
Profissional	750		0.5	0.7		
TVC						
Nacional		750	0.4	0.6	0.3	0.5
Internacional		1000	0.6	0.7	0.4	0.6
HDTV		2000	0.7	0.8	0.6	0.7
Eh = Iluminância Horizontal						
Ev = Iluminância vertical						
Min/Max = relação entre a iluminância mínima e a iluminância máxima						
Min/méd = relação entre iluminância mínima e iluminância média						



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS E HABITAÇÃO
DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS
DIVISÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA**

ANEXO – II

Posicionamento dos postes

Posicionamento determinado no cálculo iluminotécnico: Ver
desenho representativo na “Planta de iluminação Externa”.

ANEXO - III

Poste de concreto CR: ver tabela de dimensões.