MEMORIAL DESCRITIVO

OBRA: ELABORAÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO EXECUTIVO PARA O GINÁSIO DE ESPORTES DO MUNICÍPIO DE SULINA-PR

LOCAL: CIDADE DE SULINA, PARANÁ

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE SULINA

NOVEMBRO DE 2020

ÍNDICE

1. OBJETIVO **3**
2. NORMAS **3**
3. COMPONENTES DO PROJETO **4**
4. DISPOSIÇÕES GERAIS **4**
5. ENTRADA DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DO GINÁSIO **4**
6. MEMORIAL DE CÁLCULO **4**
6.1 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES 5
6.1.1 Método Da Capacidade De Condução De Corrente 5
6.1.2 Método Das Seções Mínimas 8
6.1.3 Método Da Queda De Tensão 9
6.1.4 Dimensionamento Dos Condutores De Acordo Com A Metodologia Apresentada. 9
6.2 DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS 11
6.2.1 Seção Interna E Seção Útil De Um Eletroduto 11
6.3 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES 13
6.3.1 Malha De Aterramento 14
6.4 CAIXAS PARA INTERRUPTORES, TOMADAS E LUMINÁRIAS 14
6.5 ILUMINAÇÃO 15
6.5.1 Simulação Da Iluminação Com Luminárias Led 16
6.5.2 Descrição Das Luminárias Led 18
6.5.2.1 Luminária Modelo Para a Quadra 18
6.5.2.2 Luminária Modelo Para a Arquibancada 19
7. EQUIPAMENTOS A SEREM ADQUIRIDOS **21**
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS **22**
ANEXO I **23**
ANEXO II **24**
ANEXO III **29**

Obra: Elaboração de Projeto Elétrico

Local Da Obra: Ginásio de Esportes Municipal – Sulina-PR

Proprietário: Prefeitura Municipal de Sulina

Data: Novembro/2020

Projetistas: Daniel Scopel e Luís Henrique Andreetta Alberti.

1. OBJETIVO

O respectivo memorial descritivo tem como propósito detalhar a elaboração do projeto elétrico do ginásio municipal de Sulina-PR. Para tal, fora respeitado as normas regulamentadoras respectivas aos materiais e equipamentos na elaboração do projeto, para que as instalações possam ser feitas com maior segurança, respeitando todos os critérios de seletividade e considerando os princípios de conservação de energia através da redução de perdas nas instalações elétricas.

2. NORMAS

O presente memorial tem como referência as seguintes normas:

- NTC 901100:2020 - COPEL – Fornecimento em tensão secundaria de distribuição;
- NBR 5410:2004 - ABNT – Instalações elétricas em baixa tensão;
- NBR 15465:2020 - ABNT – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão — Requisitos de desempenho;
- NBR ISO/CIE 8995-1:2013 - ABNT – Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior;
- BS EN 12193 - CEN – *Light and Lighting – Sports Lighting.*

Não havendo uma NBR específica para um equipamento ou serviço, deverão ser atendidas as normas internacionais pertinentes, que são:

ASA American Standard Association;

IEC International Electrical Comission;

NEC National Eletric Code;

NEMA National Eletrical Manufactures Association;

NFPA National Fire Protection Association;

VDE Verbandes Desutcher Elektrote;

3. COMPONENTES DO PROJETO

Este projeto é composto dos seguintes documentos:

- ART nº 1720204941559;
- Memorial Descritivo;
- 3 pranchas contendo plantas baixas e implantação do projeto elétrico;
- Planilha de quantitativo de materiais e preços (baseados na tabela SINAPI);
- Planilha de cronograma físico-financeiro;
- Planilha de composição do BDI.

4. DISPOSIÇÕES GERAIS:

- Todos os materiais deverão atender as normas e especificações dispostas neste memorial descritivo;
- Recebimento das instalações elétricas estarão condicionados quanto a verificação e aprovação dos equipamentos, materiais e da execução dos serviços;
- As instalações elétricas devem ser entregues em perfeitas condições de funcionamento e operação;
- No dimensionamento dos disjuntores gerais e alimentadores dos quadros de distribuição de energia foram considerados os fatores de demanda aplicáveis.

5. ENTRADA DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DO GINÁSIO

O suprimento de energia do Quadro Geral de Energia é EXISTENTE e feito pela concessionária local – COPEL. A alimentação do quadro de distribuição de energia do ginásio de esportes é originada a partir do padrão de entrada trifásico de 200A EXISTENTE (3x200A), com cabo de cobre de 25mm² de isolação XLPE ou HEPR ou 35mm² de isolação PVC, através de eletroduto rígido de PVC de 40mm subterrâneo.

6. MEMORIAL DE CÁLCULO

Como apresentado no projeto elétrico, os disjuntores dos circuitos terminais serão instalados em quadro de distribuição que será substituído por um novo quadro de aço jateado.

6.1 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Os critérios utilizados para dimensionamento dos condutores são: capacidade de condução de corrente, seção mínima e queda de tensão.

6.1.1 Método Da Capacidade De Condução De Corrente

A importância da capacidade de condução de corrente dos condutores é a avaliação do efeito térmico, e deve ser levada em consideração devido ao fluxo de corrente elétrica em condições normais de operação de acordo com os seguintes passos:

a) Cálculo da corrente de projeto do circuito:

- Circuitos monofásicos e bifásicos:

$$Ip = \frac{P}{V.FP}$$

- Circuitos trifásicos:

$$Ip = \frac{P}{\sqrt{3}.\ V.FP}$$

Onde:

Ip – corrente de projeto;

P – Potência ativa total do circuito;

FP – Fator de potência total do circuito.

A NBR 5410 oferece tabelas para a capacidade de condução de corrente para cada tipo de condutor, conforme o método de instalação adotado. Além disso, considera-se também a quantidade de condutores carregados do circuito sob análise, conforme a Figura 1.

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4[1)]
[1)] Ver 6.2.5.6.1.	

Figura 1: Tabela 46 da NBR 5410:2004 – Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito.

b) Análise dos fatores de correção:

Fatores de Correção para Temperatura – FCT. Aplicado para temperaturas ambientes diferentes de 30°C para linhas não subterrâneas e de 20°C (temperatura do solo) para linhas subterrâneas, de acordo com o Anexo I (Tabela 40 da NBR 5410:2004).

Fatores de Correção para Agrupamento (FCA) de Circuitos, conforme Figura 2.

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Figura 2: Tabela 42 da NBR 5410:2004 – Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única.

c) Determinação do Método de Referência

Através do Anexo II (Tabela 33 da NBR5410:2004) pode-se verificar qual o método de instalação que o circuito se enquadra.

d) Cálculo da Corrente de Projeto Corrigida

Para se ter o valor efetivo da corrente utilizada no dimensionamento dos condutores, deve-se aplicar os fatores de correção de agrupamento e de temperatura:

$$In' = Ip/(FCT\,.FCA)$$

Onde:

In' – corrente corrigida;

Ip – corrente de projeto;

FCA – fator de correção de agrupamento;

FCT – fator de correção de temperatura.

Com o valor da corrente de projeto corrigida, do método de referência e da quantidade de condutores carregados, é possível calcular a seção nominal do condutor do circuito em análise através das Figuras 3 e 4, sendo que no projeto elétrico, a capacidade de condução de corrente do condutor é denominada Ic.

Isolação: PVC
Temperatura no condutor: 70°C
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Figura 3: Tabela 36 da NBR 5410:2004 – Capacidades de condução de corrente para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.

Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90°C
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1014	908	923	826	1332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767

Figura 4: Tabela 37 da NBR 5410:2004 – Capacidades de condução de corrente para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D.

6.1.2 Método Das Seções Mínimas

As seções mínimas admitidas em qualquer instalação - independente da seção obtida através dos demais métodos - estão definidas na Figura 5.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm^2 - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força[2)]	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu[3)]
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu[4)]
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

Figura 5: Tabela 47 da NBR 5410:2004 – Seção mínima dos condutores.

6.1.3 Método Da Queda De Tensão

A queda de tensão entre a origem da instalação e qualquer ponto de utilização não deve ser superior aos valores indicados no item 6.2.7 da NBR5410:2008, em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT;
- 5%, calculados a partir do ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador;
- em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.

Deve-se ressaltar também que não foi realizada a redução da seção no condutor de neutro.

6.1.4 Dimensionamento Dos Condutores De Acordo Com A Metodologia Apresentada

O dimensionamento dos condutores foi realizado seguindo as metodologias apresentadas nas seções anteriores, como se pode ver na tabela 1.

Tabela 1 – Quadro de cargas do projeto com os condutores dimensionados

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	TENSÃO	CORRENTE	CONDUTOR
1	ILUMINAÇÃO QUADRA	2400 W	220 V	10,91 A	2,5 mm²
2	ILUMINAÇÃO ARQUIBANCADAS	1200 W	220 V	5,45 A	1,5 mm²
3	TUG'S QUADRA	1900 W	127 V	14,96 A	2,5 mm²
4	ILUMINAÇÃO CÔMODOS E ENTRADAS	778 W	127 V	6,13 A	1,5 mm²
5	ILUMINAÇÃO REFLETORES EXTERNOS	200 W	220 V	0,91 A	1,5 mm²
6	TUG'S 20A COZINHA	2000 W	127 V	15,75 A	2,5 mm²
7	TUGS COZINHA	1300W	127 V	10,24	2,5 mm²
8	TUG'S DEPOSITO, COPA E ADM	1300W	127 V	10,24	2,5 mm²
9	TUG'S VESTIARIOS E BWC'S	1400 W	127 V	11,02 A	2,5 mm²
10	CHUVEIRO VESTIARIO 1	5500 W	220 V	25,00 A	6,0 mm²
11	CHUVEIRO VESTIARIO 1	5500 W	220 V	25,00 A	6,0 mm²
12	CHUVEIRO VESTIARIO 2	5500 W	220 V	25,00 A	6,0 mm²
13	CHUVEIRO VESTIARIO 2	5500 W	220 V	25,00 A	6,0 mm²

Todas as emendas ou derivações em condutores serão feitas de acordo com a técnica correta e isoladas com fita de autofusão e fita isolante. Para condutores com bitola igual a 6,0 mm², deverão ser usados conectores de pressão (*Split bolt*), fita de autofusão e fita isolante.

Qualquer tipo de emenda ou derivação nos condutores elétricos poderá ser realizado somente no interior de caixas de passagem, caixas de luminárias, interruptores ou de tomadas, e nunca no interior dos eletrodutos.

Os condutores deverão ser instalados de forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência ou com a do isolamento ou revestimento. Nas deflexões os condutores serão curvados segundo raios iguais ou maiores que os raios mínimos admitidos para seu tipo.

Os condutores para alimentação de circuitos terminais serão flexíveis na cor azul claro para neutro, verde para terra, vermelho, preto ou cinza para fase e branco ou amarelo para retorno. Para os circuitos de alimentação será adotada a cor preta para fios fase e azul claro para o neutro.

A conexão dos condutores com os disjuntores deverá ser realizada através de terminal próprio para cabo flexível crimpado através de alicate de pressão com a respectiva bitola correspondente.

Especificações:

- Condutores para instalação interna: Com isolamento 450/750V, singelos, do tipo Antiflan;
- Condutores para instalação externa: Com isolamento 0,6/1kV, singelos, do tipo Antiflan;
- Fita isolante: Plástica, antichama (PIRELLI, 3M ou equivalente do mesmo padrão de qualidade);
- Fita de autofusão: Plástica, antichama (PIRELLI, 3M ou equivalente do mesmo padrão de qualidade).

6.2 DIMENSIONAMENTO DE ELETRODUTOS

Na instalação de condutores em eletrodutos, a NBR 5410:2004 e NBR 15465:2020 estabelecem os seguintes critérios:

1) Em instalações embutidas só são admitidos eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada;
2) Qualquer que seja a situação, os eletrodutos a serem utilizados em uma instalação devem suportar as solicitações mecânica, química, elétrica e térmica a que forem submetidos;
3) Nos eletrodutos só podem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares e cabos multipolares.

O tamanho dos eletrodutos deve ser de uma dimensão que permita que os condutores possam ser facilmente instalados ou retirados. Para isso, é obrigatório que não ocupem uma determinada seção útil indicado pelo item 6.2.11.1.6 da NBR 5410:2004, devendo ser inferior a:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

6.2.1 Seção Interna E Seção Útil De Um Eletroduto

A seção interna de um eletroduto (S_{ie}) deve ser determinada a partir do seu diâmetro interno D_i, e a sua seção útil (S_u) a partir de S_{ie} e da taxa máxima de ocupação (TO), de acordo com as equações da Figura 6.

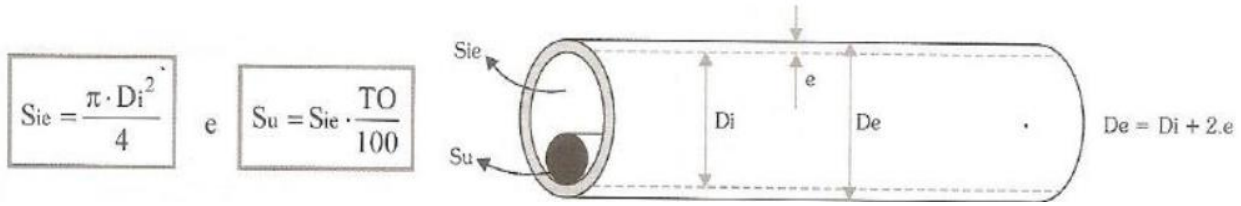


Figura 6: Equações da seção interna de eletrodutos.

A área total utilizada pelos condutores é dada por (utiliza-se a área externa):

$$St = \sum Sec$$

Deste modo, a área útil do eletroduto (S_u) tem que ser maior que a área total dos condutores (St).

Respeitando o cálculo acima, foram dimensionados os eletrodutos da instalação, sendo que o diâmetro de cada eletroduto está indicado no projeto elétrico. Os eletrodutos não especificados no projeto elétrico serão de Ø3/4".

Especificações:

- Só serão aceitos condutos e dutos que tragam impressos indicação de marca, classe e procedência;
- Nas emendas de eletrodutos, deverão ser empregadas luvas, e nas mudanças de direção de 90° curvas de mesma fabricação dos eletrodutos;
- Após a serragem ou corte do eletroduto, as arestas cortantes deverão ser eliminadas a fim de deixar o caminho livre para passagem dos condutores;
- Nas junções de eletrodutos com caixas de passagem metálicas deverão ser utilizadas buchas e arruelas metálicas, e nas extremidades de eletrodutos em caixa de passagem subterrânea deverão ser utilizadas apenas as buchas;
- As eletrocalhas somente serão aceitas sem deformação e completas;
- As derivações e mudanças de direção, assim como as saídas, deverão ser montadas com suas peças específicas, respectivamente;
- Os acessórios, tais como buchas, arruelas, adaptadores, luvas, curvas, conduletes, abraçadeiras e outros, deverão ser preferencialmente da mesma linha e fabricação dos respectivos dutos;
- Os eletrodutos deverão estar completamente limpos e sem umidade quando da passagem de condutores elétricos pelos mesmos.

6.3 DIMENSIONAMENTO DOS DISJUNTORES

A função do disjuntor é de proteção, evitando que o aquecimento da parte massa metálica dos condutores danifique a sua isolação ou de circuitos interligados. Assim, o disjuntor deve assegurar o funcionamento do circuito em condições nominais de operação, mas interrompê-lo em condições adversas.

Para isso, é necessário que sejam satisfeitas as condições do item 5.3.4.1 da NBR 5410:2004 referentes às características de atuação dos disjuntores:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1{,}45\ I_z$$

Onde:

I_B – corrente de projeto do circuito;

I_z – capacidade de condução de corrente dos condutores;

I_n – corrente nominal do dispositivo de proteção.

I_2 – corrente convencional de atuação (para disjuntores) ou corrente convencional de fusão (para fusíveis).

A tabela 2 apresenta os circuitos com seus devidos disjuntores dimensionados de acordo com as condições da NBR 5410:2004.

Tabela 2 – Quadro de cargas do projeto com os disjuntores dimensionados

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	DISJUNTOR
1	ILUMINAÇÃO QUADRA	20 A
2	ILUMINAÇÃO ARQUIBANCADAS	16 A
3	TUG'S QUADRA	20 A
4	ILUMINAÇÃO CÔMODOS E ENTRADAS	16 A
5	ILUMINAÇÃO REFLETORES EXTERNOS	16 A
6	TUG'S 20A COZINHA	20 A
7	TUGS COZINHA	20 A
8	TUG'S DEPOSITO, COPA E ADM	20 A
9	TUG'S VESTIARIOS E BWC'S	20 A
10	CHUVEIRO VESTIARIO 1	32 A
11	CHUVEIRO VESTIARIO 1	32 A
12	CHUVEIRO VESTIARIO 2	32 A
13	CHUVEIRO VESTIARIO 2	32 A

O quadro de distribuição existente deverá ser substituído por um novo, construído em chapa de aço, com espessura mínima de 1,5 mm, de embutir, pintura eletrostática, porta de 1 folha, com fechadura e/ ou trinco, tampa interna removível, acessórios para montagem de disjuntores e barramento de neutro, fase e terra.

Todos os cabos/e ou fios deverão ser arrumados no interior dos quadros utilizando-se canaletas, fixadores, abraçadeiras, e serão identificados com marcadores apropriados para tal fim. Após a instalação do quadro, o diagrama unifilar do mesmo deve ser armazenado no seu interior em porta planta confeccionado em plástico apropriado.

6.3.1 Malha De Aterramento

Deverá ser implantada uma malha de terra constituída de hastes de aterramento tipo *copperweld* de 5/8” x 3m, interligadas por cordoalha de cobre nu de 50mm² através de solda exotérmica. Deverão ser instaladas 8 (oito) hastes de aterramento ou até que se obtenha resistência mínima de 10 Ohms em terreno seco. Tanto as hastes quanto a cordoalha de interligação deverão ser enterradas a uma profundidade mínima de 50cm.

Deverá ser executada uma caixa de inspeção da haste principal construída em alvenaria com tampa de ferro fundido tipo T-16. A malha de aterramento executada deverá ser interligada às malhas de aterramento porventura existentes nas proximidades.

O aterramento da edificação será único, sendo que todas as ligações dos condutores de terra serão interligadas à barra de terra do painel geral de energia. Todas as partes metálicas da edificação, como tubulações, eletrocalhas, perfilados, carcaças dos equipamentos e qualquer outro elemento metálico deverão estar ligados à barra geral de terra (utilizar conectores de aperto mecânico).

Especificações:

- A malha de aterramento deve ser interligada ao quadro geral apresentando comprovação de que a resistência de terra seja igual ou inferior a 10 Ohms;
- A empresa que for executar o projeto deverá apresentar um laudo de aterramento ou comprovar a resistência de terra mínima através de medição.

6.4 CAIXAS PARA INTERRUPTORES, TOMADAS E LUMINÁRIAS

Todas as caixas para luminárias, interruptores e tomadas serão de PVC. Serão instaladas no mesmo plano do reboco, para que não haja necessidade de amarrar o equipamento (interruptores e tomadas), com arame às mesmas. As caixas de interruptores e tomadas deverão ser instaladas com a direção de sua maior dimensão, na posição vertical.

Em todas as caixas, as conexões destas com os eletrodutos deverão possuir buchas e arruelas em suas extremidades, a fim de proporcionar maior proteção e rigidez ao sistema. As caixas deverão ficar, rigorosamente, de acordo com as modulações previstas no projeto e, ainda, bem afixadas na parede, garantindo boa estética.

Todos os interruptores serão com espelho cor branca, parafuso de fixação, contatos fixos em prata ou outro de igual qualidade e tradição no mercado, que atenda a NBR NM 60884-1:2010 e NBR NM 60669-1:2004.

Especificações:

- As caixas para interruptores e tomadas serão de formato retangular ou quadradas, com dimensões respectivamente de 4x2x2” ou 4x4x2”;
- As tomadas comuns, de embutir em caixa 4x2x2”, serão de 2P+T, universal, com placa ou espelho na cor branca.

Condições para aceitação da instalação

As instalações elétricas apenas serão recebidas quando entregues em perfeitas condições de funcionamento, ligadas à rede existente, perfeitamente dimensionada e balanceada e dentro das especificações.

6.5 ILUMINAÇÃO

A iluminação é um fator determinante em projetos de ginásios poliesportivos, devendo ser uniforme, sem projeção de sombras e não ofuscante, permitindo a clara percepção de objetos e linhas demarcatórias pelos atletas. De acordo com especialistas, estes espaços podem ter diferentes níveis de iluminação conforme o tipo de modalidade esportiva (recreativa, amadora, profissional, televisiva, entre outras...).

Portanto, o sistema de iluminação mais indicado para este projeto é através de refletores de alto rendimento direcionados para a quadra com distribuição uniforme. É fundamental que o dimensionamento dos refletores, lentes e projetores evite o ofuscamento. Para isso, o cálculo deve manter a luz direta fora do alcance dos olhos dos profissionais envolvidos e espectadores. As luminárias utilizadas neste projeto possuem tecnologia LED, respeitando os princípios de conservação de energia.

Para a elaboração do projeto, fora considerado as dimensões do local que se encontra a quadra do ginásio e arquibancadas, totalizando uma área de 1.219 m², pé direito de 4 m e cumeeira de 11 m de altura, dados obtidos mediante arquivos fornecidos pela prefeitura do Município de Sulina/PR para realização de estudo sobre a luminosidade adequada no local.

As referências normativas consideradas para base de cálculo luminotécnico foram a NBR ISO/CIE 8995-1:2013 e a norma europeia britânica BS EN 12193, indicadas através da tabela 3.

Tabela 3 – Índices de iluminamento

NORMA	ILUMINAMENTO		
APLICAÇÕES	Recreativo	Competitivo	Profissional
NBR ISO/CIE 8995-1	300 lx		
BS EN 12193	200 lx	500 lx	750 lx

A norma europeia será tomada como referência pelo nível de detalhes de iluminação esportiva que apresenta. O Anexo III (Tabela A.2 do Anexo A da BS EN 12193) apresenta os requerimentos para a prática de basquete, voleibol, handebol e futebol de salão, estabelecendo a categoria II para a prática de competições de nível médio, como competições de clubes regionais ou locais que geralmente envolvem capacidades de espectadores de tamanho médio com distâncias de visão médias, e também treinamentos de alto nível, sendo 500 lx o nível de iluminância média para este projeto, com fator de uniformidade geral de 70%.

6.5.1 Simulação Da Iluminação Com Luminárias Led

O principal objeto de cálculo luminotécnico é a área que compreende a quadra poliesportiva e arquibancadas. A Figura 7 apresenta a planta baixa do Ginásio de Esportes do Município de Sulina-PR.

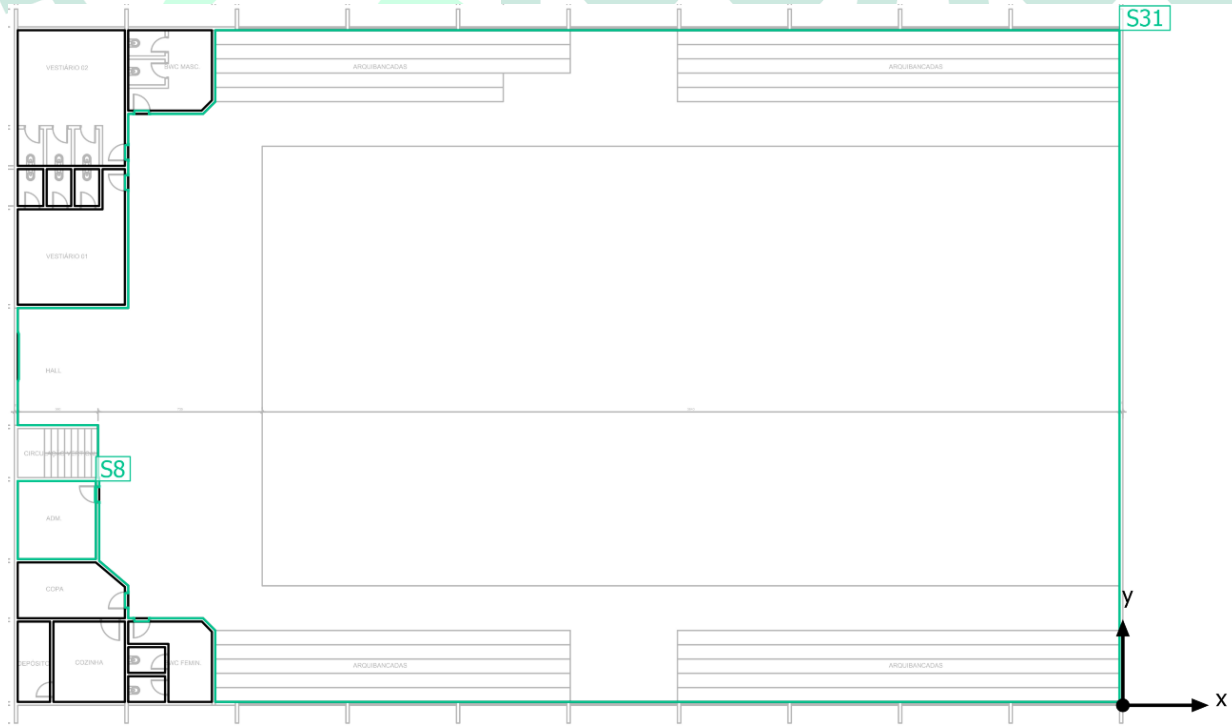


Figura 7: Planta baixa do ginásio de esportes.

Os pontos de iluminação estão indicados no projeto elétrico, levando em conta uma altura de instalação de aproximadamente 9,5 metros alinhados e fixados na estrutura metálica (treliça) presentes no ginásio. Compreende 4 linhas por 9 colunas, sendo 2 linhas nas extremidades das arquibancadas, avaliando luminárias de menor potência, e 2 linhas mais centrais para iluminamento da quadra poliesportiva, tendo em vista luminárias de maior potência.

A Figura 8 ilustra os resultados obtidos por simulação no *software* Dialux Evo 9, apresentando uma projeção em 3D da disposição das luminárias conforme indicação no projeto elétrico.

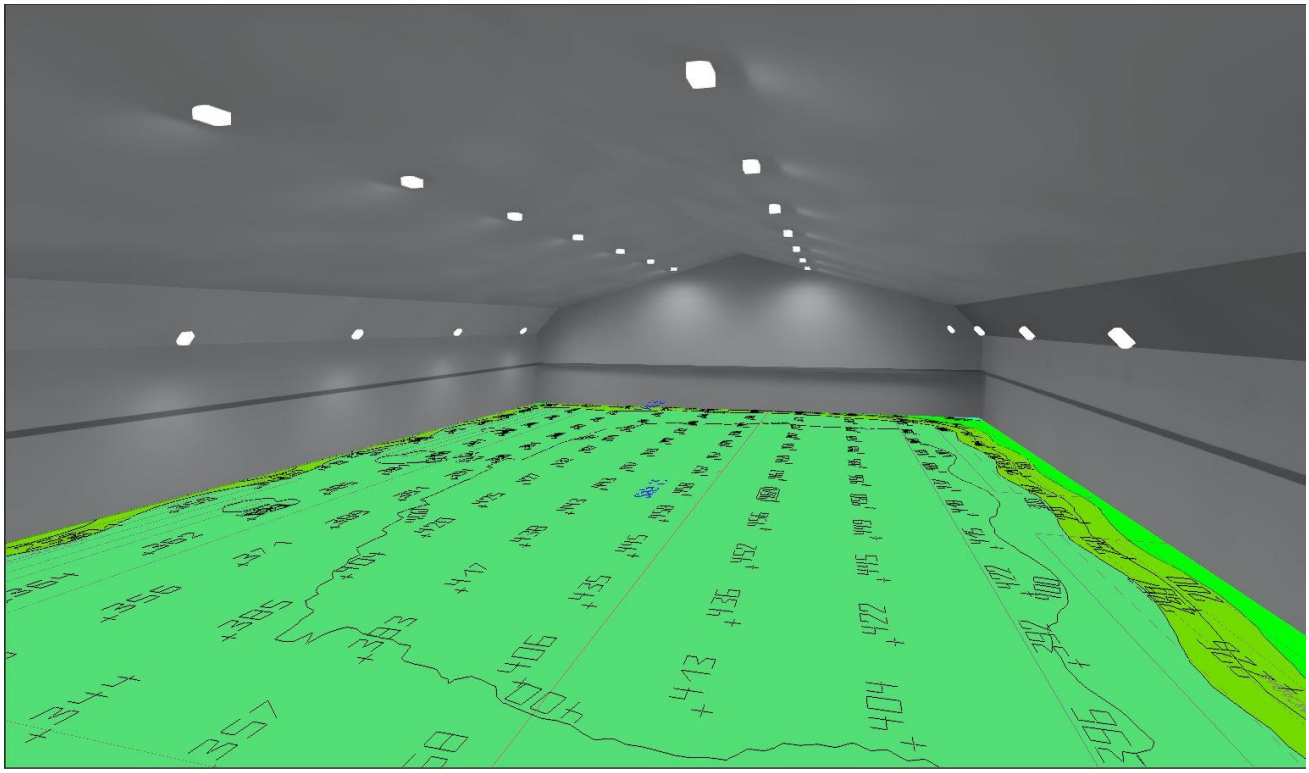


Figura 8: Imagem 3D obtida por simulação no *software* Dialux Evo 9.

Através da Figura 9 fica evidente que os pontos de iluminação dimensionados no projeto elétrico estão de acordo com o nível de iluminamento presente na norma internacional BS EN 12193, sendo 500 lx de referência. A simulação apresenta níveis de iluminância que variam entre 300 lx a 500 lx no local onde se encontra a quadra poliesportiva.

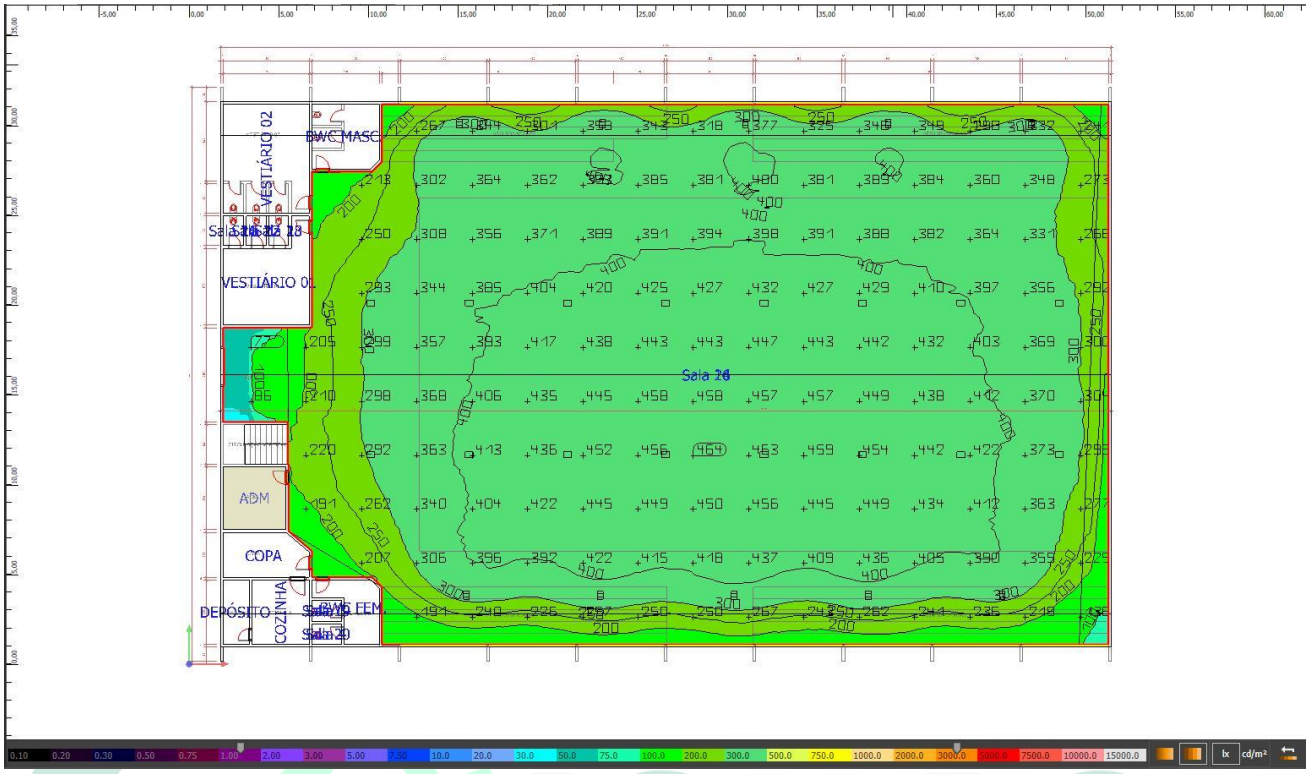


Figura 9: Representação em cores falsas através de simulação no *software* Dialux Evo 9.

6.5.2 Descrição Das Luminárias Led

Para fins de esclarecimentos sobre os equipamentos utilizados nas simulações, esta seção apresenta as especificações das luminárias utilizadas para o presente estudo. Portanto, para obter resultado prático semelhante ao estudo teórico, deve-se também levar em consideração as luminárias com especificações semelhantes na execução.

6.5.2.1 Luminária Modelo Para a Quadra

Corpo: Produzido em perfil de alumínio extrudado e chapa de alumínio.

Acabamento: Pintura de alta resistência na cor cinza.

Lente: Fabricada em PMMA injetado com elevado índice de transmissão luminosa, proporcionando facho luminoso de 60° de abertura. Vedação em silicone.

LED: Equipada com 2 módulos de LEDs SMD de alta eficiência aplicados sobre placa de metalcore.

Driver: Driver multitensão 100~250V, com alto fator de potência (FP>0,98) e baixo THD (<10%).

Durabilidade: acima de 66.000h de uso, em ambientes com temperatura entre -30 e 50°C.

Equivalência: Para substituição de uma lâmpada vapor metálico/mercúrio de 400W.

Observação: Equipada com módulos de LED e driver com índice de proteção IP67.

A Figura 10 apresenta o modelo da luminária e sua Curva de Distribuição de Intensidade Luminosa (CDL).

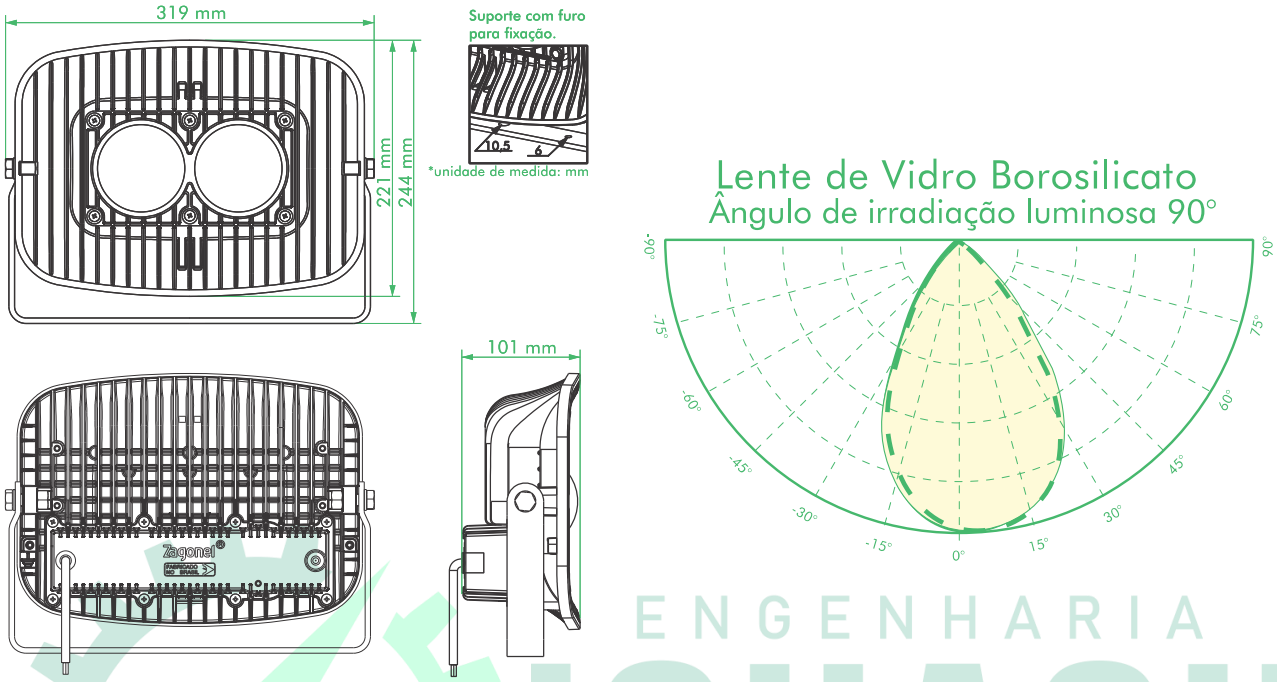


Figura 10: Modelo da luminária utilizada na simulação e sua CDL Polar.

A tabela 4 apresenta as especificações técnicas do modelo de luminária utilizada.

Tabela 4- Especificações técnicas das luminárias para a quadra

Fluxo	**20000lm**
Potência	150W
Eficácia	133lm/W
Temperatura de Cor	6500K
IRC	70
Facho	90°
Grau IP	IP67
Tensão de Entrada	100 a 250V
Frequência	50/60Hz
Vida Útil	66.000h
Temperatura de Operação	-30°C A 50°C

6.5.2.2 Luminária Modelo Para a Arquibancada

Corpo: Alumínio extrudado e chapa de alumínio.

Acabamento: Tinta pó poliéster de alta resistência na cor branca microtexturizada.

Lente: Fabricada em PMMA injetado com elevado índice de transmissão luminosa. Vedação em silicone. Facho luminoso de 60° de abertura ou facho oval com abertura de 30°x100°.

LED: Equipada com 2 módulos de LEDs SMD de alta eficiência aplicados sobre placa de metalcore.

Driver: Driver multitensão 100~250V, com alto fator de potência e baixo THD. Possui conectores IP67 para os módulos.

Equivalência: Para substituição de uma lâmpada vapor metálico/mercúrio de 200W.

A Figura 11 apresenta o modelo da luminária e sua Curva de Distribuição de Intensidade Luminosa (CDL).

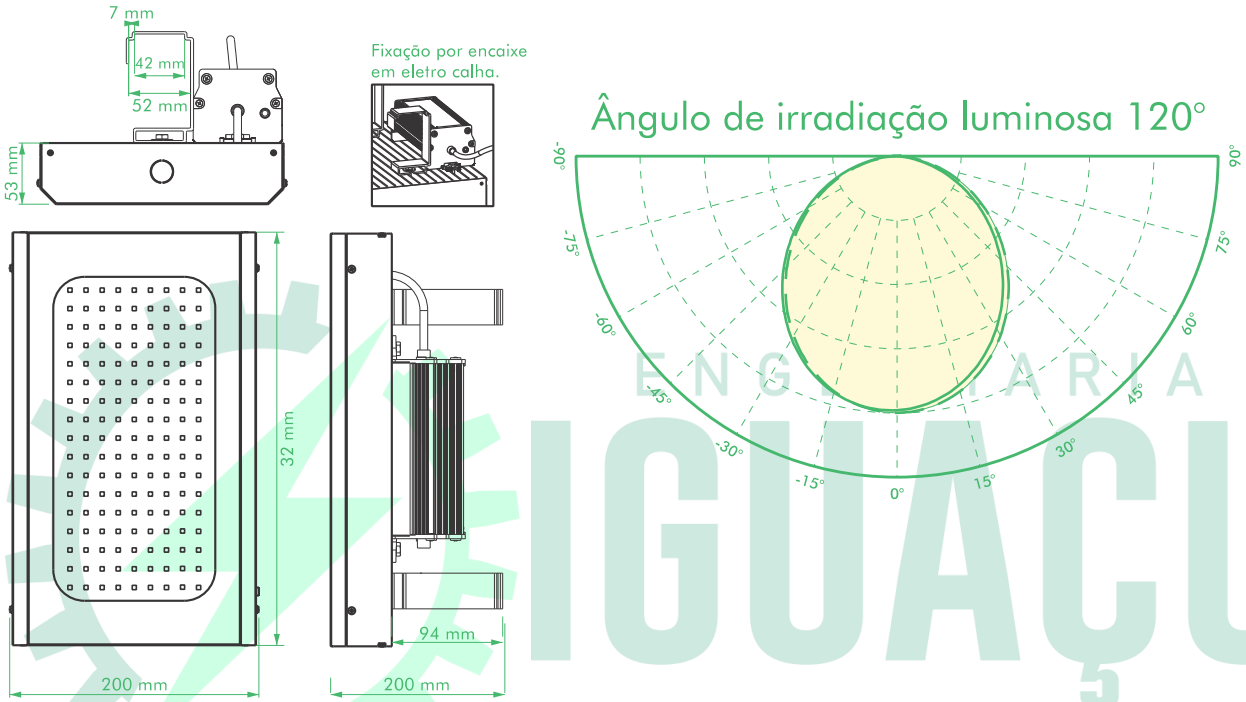


Figura 11: Modelo da luminária utilizada na simulação e sua CDL Polar.

A tabela 5 apresenta as especificações técnicas do modelo de luminária utilizada.

Tabela 5 – Especificações técnicas das luminárias para a arquibancada

Fluxo	**11100lm**
Potência	100W
Eficácia	111lm/W
Temperatura de Cor	6500K
IRC	80
Facho	120°
Grau IP	IP67
Tensão de Entrada	100 a 250V
Frequência	50/60Hz
Vida Útil	50.000h
Temperatura de Operação	-30°C A 50°C

Especificações:

- As luminárias da quadra devem conter as especificações técnicas contidas na tabela 4, respeitando o fluxo luminoso mínimo, bem como a vida útil da luminária;
- As luminárias da arquibancada devem conter as especificações técnicas contidas na tabela 5, respeitando o fluxo luminoso mínimo, bem como a vida útil da luminária.

7. EQUIPAMENTOS A SEREM ADQUIRIDOS

Na sequência será apresentada a listagem dos materiais a serem adquiridos para a execução do projeto elétrico do ginásio municipal, descrita detalhadamente na tabela 6. O levantamento é uma estimativa, haja vista que a quantidade dos materiais pode sofrer alteração até o momento final da realização da obra.

Tabela 6 – Descrição dos materiais que compõem o projeto elétrico

(continua)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	QUANTIDADE
1	Luminária LED 150W, eficácia de 133lm/W, 6500k	16
2	Luminária LED 100W, eficácia de 111lm/W, 6500k	12
3	Luminária LED 50W, eficácia de 103lm/W, 6500k (Luminárias Externas)	4
4	Condulete PVC (7 entradas)	103
5	Tampa para Condulete Pvc 3/4'' 2 Interruptores	1
6	Tampa 1 Tomada e 1 Interruptor Condulete	6
7	Tampa 1 Tomada Condulete	31
8	Tampa Cega Condulete (Caixas de Passagem)	10
9	Tampa para Condulete Pvc 3/4'' 3 Interruptores	1
10	Tampão 3/4'' para Condulete Pvc	140
11	Adaptador 3/4'' Condulete Pvc	140
12	Eletroduto 90 Graus Pvc 3/4"	140
13	Tampão 1'' para Condulete Pvc	66
14	Adaptador 1'' Condulete Pvc	66
15	Abraçadeira para Eletroduto Rígido PVC 1”	200
16	Abraçadeira para Eletroduto Rígido PVC 3/4”	300
17	Eletroduto 90 Graus Pvc 1”	66
18	Conector 3P Porcelana 10mm²	4
19	Luminária Plafon/Plafonier E27	4
20	Eletroduto PVC Rígido 3/4'' LEVE	300m
21	Eletroduto PVC Rígido 1'' LEVE	200m
22	Condutor de cobre, flexível, 1,5mm², 1kv Preto	200m
23	Condutor de cobre, flexível, 1,5mm², 1kv Azul	200m
24	Condutor de cobre, flexível, 1,5mm², 1kv Verde	200m
25	Condutor de cobre, flexível, 1,5mm², 1kv Outra Cor	100m
26	Condutor de cobre, flexível, 2,5mm², 1kv Preto	200m
27	Condutor de cobre, flexível, 2,5mm², 1kv Azul	200m
28	Condutor de cobre, flexível, 2,5mm², 1kv Verde	200m

(conclusão)

ITEM	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	QUANTIDADE
29	Condutor de cobre, flexível, 6,0mm², 1kv Preto	50m
30	Condutor de cobre, flexível, 6,0mm², 1kv Azul	50m
31	Condutor de cobre, flexível, 6,0mm², 1kv Verde	50m
32	Disjuntor 32A, Curva C Bipolar	4
33	Disjuntor 20A, Curva C Monopolar	5
34	Disjuntor 20A, Curva C Bipolar	1
35	Disjuntor 16A, Curva C Monopolar	1
36	Disjuntor 16A, Curva C Bipolar	2
37	Tomada Padrão ABNT 2P+T 10A/250V (para condulete)	27
38	Tomada Padrão ABNT 2P+T 20A/250V (para condulete)	3
39	Tomada Dupla Padrão ABNT 2P+T 10A/250V (para condulete)	2
40	Tomada Tripla Padrão ABNT 2P+T 10A/250V (para condulete)	3
41	Interruptor simples com Tomada Padrão ABNT (para condulete)	8
42	Interruptor Duplo (para condulete)	1
43	Lâmpada Tubular LED 20W	34
44	Luminária TuboLed 2x20W	17
45	DPS Quadripolar 175V/40KA Classe 2	1
46	Quadro para Disjuntores com Barramento Trifásico, 36 Lugares, 100A	1
47	Disjuntor 100A Tripolar	1
48	Barramento Simples de Cobre para Neutro e terra 100A (1/2''x1/8'')	2
49	Haste tipo copperweld de 5/8” x 3m	8
50	Cabo cobre nú 50mm²	40m
51	Grampo duplo para haste de aterrmento - GTDU duplo - 5/8"	8
52	Luva PVC Eletroduto 3/4”	400
53	Luva PVC Eletroduto 1”	300
54	Eletricista	160h
55	Ajudante de Eletricista	80h
56	Engenheiro Eletricista	40h

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projetista não se responsabiliza por alterações deste projeto durante sua execução. As potências dos equipamentos previstos no Projeto não devem ser em hipótese alguma extrapoladas sem prévia consulta e autorização do Projetista. Recomenda-se que sejam utilizados produtos de qualidade e confiabilidade comprovadas, pois o bom funcionamento das instalações também depende do material empregado.

Este projeto foi baseado nas informações fornecidas e nas características estruturais e geométricas do ginásio municipal. Na dúvida com relação à localização exata dos componentes da instalação, o Contratante e os responsáveis pela Fiscalização da obra deverão ser consultados.

Os níveis de iluminação foram dimensionados conforme prevê a norma NBR ISO/CIE 8995-1:2013 e a norma europeia britânica BS EN 12193, garantindo um nível correto de iluminação. Todos os dimensionamentos contidos neste projeto devem ser rigorosamente atendidos.

Qualquer tipo de dúvida ou problema detectado na instalação, o contratado deve se reportar ao engenheiro responsável imediatamente e efetuar o registro em ata. Problemas resultantes de uma instalação em não conformidade por incompatibilidade física entre projeto e execução que não foram tratados antes da execução, são de inteira responsabilidade do contratado.

ANEXO I

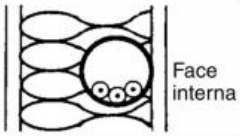
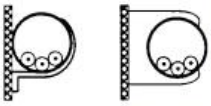
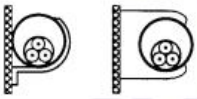
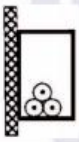
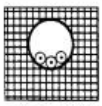
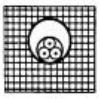
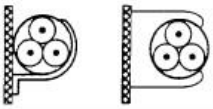
Tabela 40 da NBR 5410:2004 – Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30ºC para linhas não-subterrâneas e de 20ºC (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

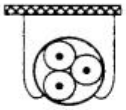
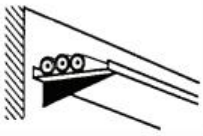
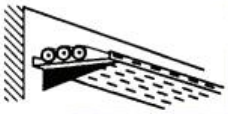
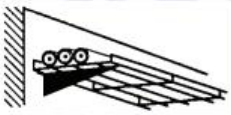
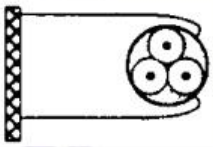
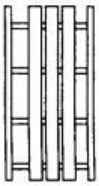
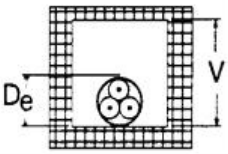
ANEXO II

Tabela 33 da NBR 5410:2004 – Tipos de linhas elétricas

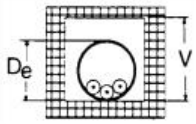
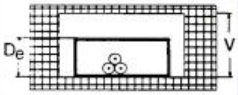
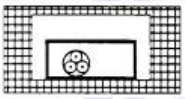
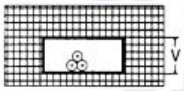
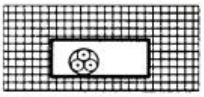
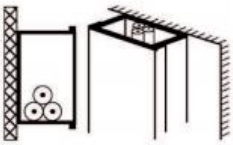
(continua)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante[2)]	A1
2		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante[2)]	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

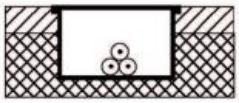
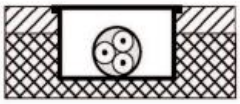
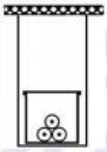
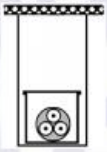
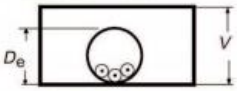
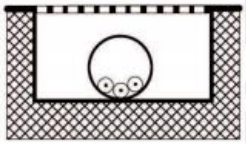
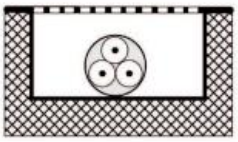
(continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira[3)]	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical [4)]	E (multipolar) F (unipolares)
14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não	E (multipolar) F (unipolares)
18		Condutores nus ou isolados sobre isoladores	G
21		Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção[5)], sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção [5) 6)]	$1{,}5\ D_e \leq V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \leq V < 50\ D_e$ B1

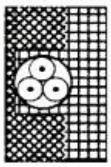
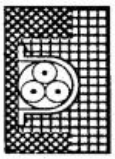
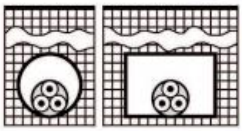
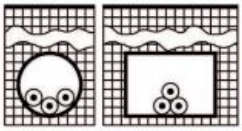
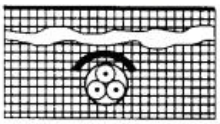
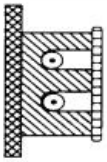
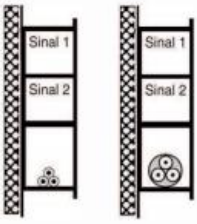
(continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
22		Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção [5) 7)]	$1,5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
23		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção [5) 7)]	B2
24		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção[5)]	$1,5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
25		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção [5)]	B2
26		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria[6)]	$1,5 \leq V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \leq V < 50\ D_e$ B1
27		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria	B2
31 32		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B1
31ª 32ª		Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B2

(continuação)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1
34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso	B2
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B1
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B2
41		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical [7)]	$1{,}5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso	B1
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso	B1
51		Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante [2)]	A1

(conclusão)

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
52		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional	C
53		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional	C
61		Cabo multipolar em eletroduto(de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	D
61A		Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)[8)]	D
63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional[9)]	D
71		Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura	A1
72 72A	 72 72A	72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede	B1 B2
73		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta	A1

ANEXO III

Tabela A.2 do Anexo A da BS EN 12193

Table A.2

Indoor		Reference Area		Number of grid points	
		Length m	Width m	Length	Width
Basketball (see NOTE 1)	PA	28	15	13	7
	TA	32	19	15	9
Cycle racing (see NOTES 2 and 3 and Figure 2) 250 m	PA	62,5	7	17	3
333,3 m	PA	83,33	7	19	3
Fistball	PA	50	20	17	7
	TA	66	32	17	9
Floorball	PA	40	20	15	7
	TA	43	22	15	7
Football (5/6-a-side)	PA	30 to 40	18,5 to 20	13 to 15	9
	TA (max)	44	24	15	9
Go cart		-	-	-	-
Handball	PA	40	20	15	7
	TA	44	24	15	9
Judo	PA	10	10	11	11
	TA	17	17	11	11
Korfball (see note 1)	PA	40	20	15	7
	TA	44	24	15	9
Martial arts Kendo	PA	11	11	11	11
Karate	PA	8	8	9	9
	TA	11	11	11	11
Netball (see NOTE 1)	PA	30,5	15,3	13	7
	TA	37,5	22,5	15	9
School sports (Physical education) (see NOTE 5)		-	-	-	-
Tug of War		-	-	-	-
Volleyball (see NOTE 4)	PA	24 (see NOTE 6)	15	13 (see NOTE 6)	9
Weight lifting	PA	4	4	7	7
	TA	6	6	9	9
Wrestling	PA	9	9	9	9
	TA	12	12	11	11

Class	Horizontal illuminance					R_a
	$\bar{E}_m$ lx	$E_{min}/\bar{E}_m$				
I	750	0,7				60
II	500	0,7				60
III	200	0,5				20

NOTE 1 No luminaires should be positioned in that part of the ceiling, which is above a 4 m diameter circle around the basket.

NOTE 2 Illuminance is taken on the surface of the track.

NOTE 3 The vertical illuminance at the finishing line should be 1 000 lx for photo-finish equipment and officials.

NOTE 4 No luminaires should be positioned in that part of the ceiling, which is directly above at least the net area.

NOTE 5 Dimensions and grid sizes depend on the specific sport.

NOTE 6 For Class I, international competition at top level may justify a surface of 34 m x 19 m for the principal area (PA). The corresponding number of grid points is then 15 x 9.