

- » Caixa de passagem
- » Forma para pilares
- » Armação de pilar em aço CA-50 com bitola de 10,0mm
- » Instalação provisória de água
- » Forma para vigas
- » Limpeza final da obra
- » Acabamento com argamassa cimento e areia – e = 3 cm
- » Armação de pilar em aço CA-60 com bitola de 5,0 mm
- » Transporte de bota-fora com caminhão basculante – 5 km
- » Locação de contêiner – escritório com banheiro – 6,20 m x 2,40 m
- » Limpeza manual e preliminar do terreno
- » Fixação e instalação de letra caixa – h = 16 cm
- » Fixação e Instalação de lixeira dupla 94 l
- » Plantio de grama em placas
- » Escoramento de pilares laterais com pontaletes
- » Massa única para recebimento de pintura
- » Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos (14 cm x 9 cm x 19 cm)
- » Forma para pilares laterais
- » Armação de sapata em aço CA-50 com bitola de 10,0 mm
- » Forma de madeira para sapata
- » Compactação mecânica
- » Cabo preto, classe 0,6/1 kV com seção de 6,0 mm²
- » Pintura de proteção sobre madeira com aplicação de duas demãos de verniz
- » Contraventamento em aço
- » Assentamento de meio-fio (39 cm x 6,5 cm x 6,5 cm x 19 cm)
- » Carga, manobra e descarga de solos
- » Cabo preto, classe 0,6/1 kV com seção de 4,0 mm²
- » Fita LED em perfil de alumínio extrudado
- » Luminária de LED para iluminação pública – 82 W
- » Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria
- » Ligação provisória de energia elétrica
- » Regularização e compactação de subleito
- » Pintura em acrílico cor cimento queimado
- » Fundo de vala com brita

- » Eletroduto de PVC com diâmetro de $\varnothing 1.1/2''$
- » Placa de obras
- » Relefotoelétrico 1.000 W
- » Escoramento de laje
- » Armação de pilar em aço CA-50 com bitola de 12,5 mm
- » Fixação de madeira plástica para bancos c/madeira
- » Haste de aterramento em aço com revestimento em cobre de $\varnothing 5/8'' \times 2.400$ mm
- » Refletor Slim LED 46 W
- » Alvenaria de blocos de concreto estrutural (14 cm x 19 cm x 29 cm)
- » Eletroduto corrugado de PEAD com diâmetro $\varnothing 1''$
- » Cabo preto, classe 0,6/1 kV com seção de 2,5 mm²
- » Luminária embutida no solo GRID 18 W
- » Poste de concreto para ligação de energia elétrica
- » Reaterro e compactação
- » Quadro de distribuição de embutir em chapa de aço galvanizado
- » Plantio de arbusto
- » Tomada simples 10 A
- » Plantio de árvore ornamental
- » Haste de aterramento em aço revestimento em cobre de $\varnothing 3/4'' \times 3.000$ mm
- » Escavação mecanizada de sapatas
- » Tampa metálica em ferro
- » Chapisco aplicado em alvenaria
- » Cabo de cobre nu 16 mm²
- » Cabo preto, classe 0,6/1 kV com seção de 1,5 mm²
- » Caixa de aterramento
- » Forma para radier e laje em madeira
- » Cabo preto, classe 0,6/1 kV com seção de 10,0 mm²
- » Caixa de passagem quadrada
- » Armação para radier e laje com tela em CA-60
- » Caixa enterrada retangular 0,3 m x 0,3 m x 0,3 m
- » Concretagem de radier e laje superior – FCK = 30 MPa
- » Interruptor triplo
- » Disjuntor monopolar de 20 A
- » Disjuntor monopolar de 50 A
- » Disjuntor monopolar de 40 A

» Policloreto de Vinila

» Polietileno de Alta Densidade.

- » Caixa de passagem octogonal
- » Armação de viga baldrame em aço CA-50 com bitola de 6,3 mm
- » Disjuntor monopolar de 15 A
- » Armação de viga em aço CA-50 com bitola de 6,3 m
- » Lastro de brita – 5 cm.

Reforça-se que o orçamento desenvolvido é apresentado como uma referência, tendo em vista as ponderações realizadas neste manual, de modo que seus custos devem ser atualizados para o momento e para o local da realização da obra. Nesse sentido, acerca dos itens cotados neste orçamento, recomenda-se realizar uma nova cotação para o momento e para o local específico da obra, para que os custos sejam adequados à realidade local e temporal, além de incluir frete e transporte de materiais, caso necessário.

18 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

A elaboração do projeto-tipo do módulo miniconcha acústica foi orientada por normas da ABNT e guias técnicos. Para tanto, o Quadro 6 destaca as normativas atendidas e aquelas que precisam ser verificadas na complementação e adaptação do projeto-tipo, bem como na execução da obra.

NORMATIVAS A SEREM ATENDIDAS	
INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	
NR-18	<i>Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção</i>
PROJETO DE TERRAPLENAGEM	
ABNT NBR 5681	<i>Controle tecnológico de execução de aterro em obras de edificações</i>
ABNT NBR 6484	<i>Solo-sondagens de simples reconhecimento com SPT - método de ensaio</i>
ABNT NBR 6497	<i>Levantamento geotécnico</i>
ABNT NBR 8036	<i>Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios</i>
ABNT NBR 8044	<i>Projeto geotécnico - procedimento</i>
ABNT NBR 9061	<i>Segurança de escavação a céu aberto</i>
ABNT NBR 11682	<i>Estabilidade de taludes</i>
PROJETO DE DRENAGEM	
ABNT NBR 9061	<i>Segurança de escavação a céu aberto</i>
ABNT NBR 12266	<i>Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana</i>
ABNT NBR 15645	<i>Execução de obras utilizando tubos e aduelas pré-moldados em concreto</i>
PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	
ABNT NBR 9781	<i>Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio</i>
ABNT NBR 15953	<i>Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução</i>
ABNT NBR 16416	<i>Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos</i>
PROJETO ESTRUTURAL DE CONCRETO ARMADO	

NORMATIVAS A SEREM ATENDIDAS	
ABNT NBR 6120	<i>Cargas para o cálculo de estruturas de edificações</i>
ABNT NBR 6118	<i>Projeto e execução de obras de concreto armado – Procedimento</i>
ABNT NBR 7480	<i>Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos</i>
ABNT NBR 6119	<i>Cálculo e execução de lajes mistas</i>
ABNT NBR 6122	<i>Projeto e execução de fundações</i>
EXECUÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL DE CONCRETO ARMADO	
ABNT NBR 6118	<i>Projeto de estruturas de concreto – Procedimento</i>
ABNT NBR 6122	<i>Projeto e execução de fundações</i>
PROJETO ESTRUTURAL METÁLICO	
ABNT NBR 8800	<i>Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios</i>
ABNT NBR 5008	<i>Chapas grossas de aço de baixa liga e resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais</i>
ABNT NBR 7007	<i>Aços para perfis laminados para uso estrutural</i>
ABNT NBR 8681	<i>Ações e segurança nas estruturas</i>
ABNT NBR 6123	<i>Forças devidas ao vento em edificações</i>
EXECUÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL METÁLICO	
ABNT NBR 8800	<i>Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios</i>
ALVENARIA	
ABNT NBR 1270	<i>Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria (dividida em três partes)</i>
ABNT NBR 8545	<i>Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos.</i>
ARGAMASSA	
ABNT NBR 13281	<i>Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos (Mês/ano: 10/2005)</i>
PROJETO HIDROSSANITÁRIO	
ABNT NBR 15527	<i>Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos</i>
ABNT NBR 8160	<i>Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução</i>
ABNT NBR 5626	<i>Instalação predial de água fria</i>
PROJETO ELÉTRICO (127 V E 220 V)	
ABNT NBR 5410	<i>Instalações elétricas de baixa tensão</i>
ABNT NBR 5101	<i>Iluminação pública — Procedimento</i>
ABNT NBR 5461	<i>Iluminação</i>
ABNT NBR 14744	<i>Poste de aço para iluminação</i>
ABNT NBR 5123	<i>Relé fotocontrolador intercambiável e tomada para iluminação – Especificação e ensaios.</i>
ABNT NBR 14136	<i>Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização</i>
MANUTENÇÃO	
ABNT NBR 5674	<i>Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção</i>
ACESSIBILIDADE	
ABNT NBR 9050	<i>Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos</i>
ABNT NBR 16537	<i>Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação</i>
DEMAIS DOCUMENTOS	
<i>Manual de uso da marca do Governo Federal – Obras, de 2019</i>	
<i>Guia Brasileiro de Sinalização Turística (Iphan)</i>	

Quadro 6 – Referências normativas para o projeto e a execução do módulo Miniconcha acústica

Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Manual de uso da marca do Governo Federal – Obras**. [Brasília, DF]: Secom, jan. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/acesso-a-informacao/manuais/manual-de-uso-da-marca-do-governo-federal-obras-2019.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 4 out. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. **Portaria nº 3.733, de 10 fevereiro de 2020**. Aprova a nova redação da Norma Regulamentadora nº 18 - Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-3.733-de-10-de-fevereiro-de-2020-242575828>. Acesso em: 8 ago. 2022.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). (Plenário). **Acórdão 2622/2013**. [...] adoção de valores referenciais de taxas de benefício e despesas indiretas – BDI para diferentes tipos de obras e serviços de engenharia e para itens específicos para a aquisição de produtos. Revisão dos parâmetros que vêm sendo utilizados pelo Tribunal de Contas da União por meio dos acórdãos ns. 325/2007 e 2.369/2011, ambos do plenário [...]. Relator Marcos Bemquerer, 25 de setembro de 2013. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/redireciona/acordaocompleto/%22ACORDAO-COMPLETO-1286063%22>. Acesso em: 1 ago. 2022.

CAIXA. **SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal**. 8. ed. Brasília, DF: CAIXA, 2020. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/Livro1_SINAPI_Metodologias_e_Conceitos_8_Edicao.pdf. Acesso em: 4 ago. 2022.

CAIXA. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). **Página inicial**. [Brasília, DF], [20--]. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poderpublico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 1 ago. 2022

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO)**. Sul. Santa Catarina. Janeiro de 2022. [Brasília, DF], 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-epagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro/sul/santacatarina/2022/janeiro/janeiro-2022>. Acesso em: 3 ago. 2022.

TERMOVALE. **Telha Termoacústica com PUR (poliuretano) ou PIR (poliisocianurato)**: Tanto a camada superior quanto a inferior são formadas por telha metálica, tendo como “recheio” o material isolante. c2016. 1 figura. Disponível em: <https://www.termovale.com.br/pt-br/novidades-e-dicas/telha-sanduche-telha-termoacustica>. Acesso em: 5 out. 2022.

SERGIPE. Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE). **Página Inicial**. Sergipe, 2022. Disponível em: <http://orse.cehop.se.gov.br/>. Acesso em: 20 abr. 2022.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Módulo-padrão para concepção dos equipamentos das praças	10
Figura 2 – Modulação de cada um dos equipamentos das praças.....	11
Figura 3 – Módulo complementar	11
Figura 4 – Módulos complementares aos equipamentos das praças	12
Figura 5 – Vista superior esquemática do módulo Miniconcha acústica.....	13
Figura 6 – Exemplo de disposição de 200 cadeiras no módulo Miniconcha acústica .	14
Figura 7 – Perspectiva do módulo Miniconcha acústica	15
Figura 8 – Principais elementos do módulo Miniconcha acústica	16
Figura 9 – Dimensionamento da placa	19
Figura 10 – Seção final da vala de drenagem.....	22
Figura 11 – Infraestrutura e superestrutura do módulo Miniconcha acústica	23
Figura 12 – Parede de alvenaria prevista no módulo Miniconcha acústica.....	27
Figura 13 – Assentamento do tijolo em "uma vez"	27
Figura 14 – Composição da telha semissanduíche	28
Figura 15 – Cobertura da edificação do módulo Miniconcha acústica.....	29
Figura 16 – Revestimentos de ACM previstos no projeto-tipo.....	31
Figura 17 – Planta esquemática de pisos.....	33
Figura 18 – Camadas para assentamento do <i>paver</i>	35
Figura 19 – <i>Paver</i> com arranjo do tipo fileira com amarração.....	35
Figura 20 – Distribuição das áreas e tipo de vegetação.....	36
Figura 21 – Distribuição do mobiliário urbano	38
Figura 22 – Exemplo de lixeira dupla de madeira plástica	39
Figura 23 – Perspectiva do banco	39
Figura 24 – Detalhe do banco (corte)	40
Figura 25 – Disposição da madeira plástica no banco	41

Figura 26 – Poste para iluminação geral	42
Figura 27 – Poste para iluminação baixa.....	42
Figura 28 – Fixação dos postes no solo.....	43
Figura 29 – Letras caixa instaladas no palco	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Documentos entregues juntamente com o <i>Manual de uso do projeto-tipo do módulo Miniconcha acústica</i>	9
Quadro 2 – Normativas para dimensionamento da fundação do módulo Miniconcha acústica.....	24
Quadro 3 – Normativas para dimensionamento da estrutura metálica do módulo Miniconcha acústica.....	26
Quadro 4 – Elementos de comunicação visual do módulo Miniconcha acústica	47
Quadro 5 – Orientações para a manutenção do módulo Miniconcha acústica.....	49
Quadro 6 – Referências normativas para o projeto e a execução do módulo Miniconcha acústica.....	56

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo de áreas	34
Tabela 2 – Quantitativo de vegetação.....	37
Tabela 3 – Descrição das luminárias do projeto: iluminação externa.....	44
Tabela 4 – Descrição das luminárias do projeto: iluminação interna	45
Tabela 5 – Descrição dos itens cotados para o módulo Miniconcha acústica.....	50
Tabela 6 – Valores totais orçados para o módulo Miniconcha acústica	52

LISTAS DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACM	<i>Aluminium composite material</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BDI	Benefícios e Despesas Indiretas
CD	Caixa de distribuição
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FCK	Feature Compression Know
GNSS	Global Navigation Satellite System
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LED	<i>Light-emitting diode</i>
MTur	Ministério do Turismo
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
ORSE	Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe
PEAD	Polietileno de Alta Densidade.
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPCI	Projeto Preventivo Contra Incêndio
PUR	Poliuretano
PVC	Policloreto de Vinila
QD	Quadro de distribuição
RTK	Real Time Kinematic
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCU	Tribunal de Contas da União
TED	Termo de Execução Descentralizada
TUE	Tomada de uso específico
TUG	Tomada de uso geral
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UTM	Universal Transversa de Mercator
UVA	Unidade Verde e Amarela

DEZEMBRO - 2022

**CEPED
UFSC**



**MINISTÉRIO DO
TURISMO**

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTUR)
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (CEPED/UFSC)

ESTUDO LUMINOTÉCNICO DO MÓDULO MINICONCHA ACÚSTICA

DEZEMBRO/2022

SOBRE O DOCUMENTO

O presente documento contém as considerações técnicas para desenvolvimento do estudo luminotécnico do módulo **Miniconcha acústica**, incluindo a iluminação do módulo e da edificação. Diante do exposto, este documento é apresentado em dois capítulos, sendo eles:

- » Capítulo 1 “Iluminação do módulo”
- » Capítulo 2 “Iluminação da edificação”.

Para entendimento do conteúdo exposto, é indicada a leitura das pranchas do projeto arquitetônico, bem como do *Manual de uso do projeto-tipo do módulo Miniconcha acústica*, entregues junto com este estudo.

SUMÁRIO

1	Iluminação do módulo	4
1.1	Postes, luminárias e lâmpadas	4
1.1.1	Iluminação geral	4
1.1.2	Iluminação baixa	6
1.1.3	Iluminação dos bancos.....	7
1.2	Parâmetros de cálculo.....	8
1.3	Resultados.....	9
2	Iluminação da edificação	11
2.1	Iluminação com refletores.....	11
2.1.1	Luminárias.....	12
2.1.2	Lâmpadas	12
2.2	Iluminação embutida no piso do palco.....	12
2.2.1	Luminárias.....	12
2.2.2	Lâmpadas	13
2.3	Iluminação da coxia.....	14
2.3.1	Luminárias.....	14
2.3.2	Lâmpadas	14
	Referências.....	15
	Lista de figuras	16
	Lista de tabelas.....	16
	Lista de Siglas.....	17

1 ILUMINAÇÃO DO MÓDULO

1.1 POSTES, LUMINÁRIAS E LÂMPADAS

Para o estudo luminotécnico do módulo foram considerados: **postes de iluminação geral, postes de iluminação baixa e luminárias embutidas no solo**. Ressalta-se que, apesar de o projeto arquitetônico prever a iluminação dos bancos, essa foi considerada como sendo apenas para efeito decorativo e, portanto, não foram abarcadas por esse estudo.

Buscando proporcionar conforto e segurança aos usuários, este estudo utilizou o *software* DIALux evo e levou em consideração o disposto nas seguintes normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- » *ABNT NBR 5101 – Iluminação pública – Procedimento*
- » *ABNT NBR 5461 – Iluminação.*

As próximas seções descrevem os parâmetros considerados para os postes, as luminárias e as lâmpadas do projeto.

1.1.1 ILUMINAÇÃO GERAL

1.1.1.1 Postes

Para a iluminação geral do módulo foram considerados **postes retos com seis metros de altura**, a saber:

- » Um poste de seis metros com luminárias de **duas pétalas**
- » Um poste de seis metros com luminárias de **três pétalas**
- » Dois postes de seis metros com luminárias de **quatro pétalas**.

Consideram-se os postes em **tubo de aço** com acabamento **galvanizado a fogo e pintados** na cor desejada, fixados através de **flange com chumbadores ou engastados no solo**.

1.1.1.2 Luminárias

Acerca das luminárias, considera-se a decorativa em alumínio com pintura eletrostática para instalação em topo de **poste reto de cinco a oito metros de altura em área externa** com tomada para **rele fotoelétrico**.

¹ Norma Brasileira.

1.1.1.3 Lâmpadas

Foram escolhidas lâmpadas com temperatura de **cor fria** (5.000 k), em virtude da disponibilidade no mercado e por estarem relacionadas à emissão de luz branca, despertando o estado de alerta e, portanto, sendo indicadas para a **iluminação pública**.

Nesse contexto, também foram utilizadas **lâmpadas LED** (do inglês – *light-emitting diode*), pois se considera esta a opção com maior eficiência e largamente difundida no mercado.

A Tabela 1 exibe as informações técnicas do modelo de lâmpada adotado como referência para as luminárias dos postes. Na sequência, a Figura 1 exibe a sua distribuição luminosa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LÂMPADA DE REFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO GERAL	
Fluxo luminoso	14.280 lm
Potência	113 W
Temperatura de cor	5.000 k
Grau IP	IP67
Tensão nominal	100 a 250 V
Vida útil prevista	50.000 h
Módulos LED	3

Tabela 1 – Características técnicas da lâmpada de referência para a iluminação geral

Fonte: Lumicenter (c2022). Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

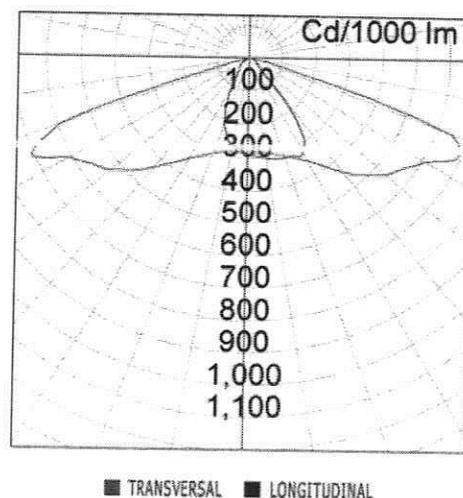


Figura 1 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação geral

Fonte: Lumicenter (c2022).

O modelo especificado acima é indicado em substituição a uma lâmpada vapor metálico/mercúrio de 250 W.

1.1.2 ILUMINAÇÃO BAIXA

1.1.2.1 Postes

Para a iluminação baixa do módulo foram considerados **quatro postes baixos**, ou seja, aqueles no nível da copa das árvores, **com quatro metros de altura**, distribuídos em pontos estratégicos próximos aos bancos e à entrada do módulo. Consideram-se os postes em **tubo de aço** com acabamento com **pintura eletrostática** na cor desejada, fixados através de **flange com chumbadores ou engastados no solo**.

1.1.2.2 Luminárias

Acerca das luminárias, considera-se a luminária **urbana ornamental em alumínio injetado** com **pintura eletrostática** para instalação em topo de **poste reto de três a cinco metros de altura em área externa** com tomada para **relé fotoelétrico e difusor em vidro temperado transparente**.

1.1.2.3 Lâmpadas

No que tange às lâmpadas utilizadas, também foram escolhidas opções com temperatura de **cor fria** (5.000 k), em virtude da disponibilidade no mercado e por estarem relacionadas à emissão de luz branca, despertando o estado de alerta e, portanto, sendo indicadas para a **iluminação pública**. Além disso, foram utilizadas **lâmpadas LED** por serem consideradas de maior eficiência e uma opção largamente difundida no mercado.

A Tabela 2 exibe as informações técnicas do modelo de lâmpada adotado como referência para este estudo. Na sequência, a Figura 2 exibe a sua distribuição luminosa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LÂMPADA DE REFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO BAIXA	
Fluxo luminoso	11.616 lm
Potência	82 W
Temperatura de cor	5.000 k
Grau IP	IP66
Tensão nominal	90 a 305 V
Vida útil prevista	100.000 h

Tabela 2 – Características técnicas da lâmpada de referência para iluminação baixa

Fonte: Conexled ([20--]). Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

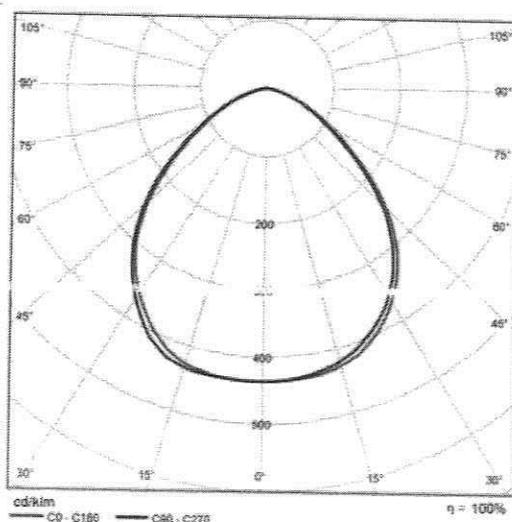


Figura 2 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação baixa

Fonte: Conexled ([20--]).

Ademais, o modelo especificado é indicado em substituição a uma lâmpada vapor metálico/mercúrio de 150 W.

1.1.3 ILUMINAÇÃO DOS BANCOS

Ressalta-se que a iluminação dos bancos **não foi considerada para efeito de cálculo** neste estudo, sendo apenas um elemento decorativo. Todavia, a seguir são descritas as especificações para tal iluminação.

1.1.3.1 Luminárias

Para a iluminação embutida nos bancos considera-se **perfil de alumínio extrudado com difusor em acrílico leitoso de embutir** indicado para **áreas externas (IP68)**.

1.1.3.2 Lâmpadas

Foram escolhidas opções com temperatura de **cor quente** (3.000 k), buscando tornar o **ambiente aconchegante**. Da mesma forma como para os demais componentes de iluminação, foram utilizadas **lâmpadas do tipo fita LED**. A Tabela 3 exibe as informações técnicas dessa lâmpada. Na sequência, a Figura 3 exibe a sua distribuição luminosa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LÂMPADA DE REFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO DOS BANCOS

Fluxo luminoso	650 lm/m
Potência	10 W/m
Temperatura de cor	3.000 k
Grau IP	IP68
Tensão nominal	127 V ou 220 V
Vida útil prevista	25.000 h

Tabela 3 – Características técnicas de referência para iluminação dos bancos

Fonte: Stella (c2019a). Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

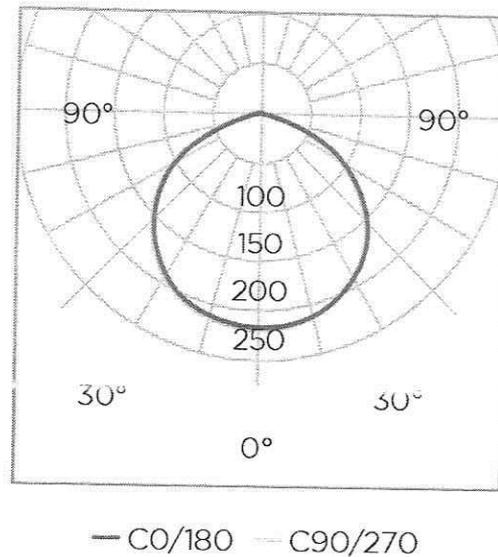


Figura 3 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação dos bancos
Fonte: Stella (c2019a).

1.2 PARÂMETROS DE CÁLCULO

Neste estudo luminotécnico, foi atendido ao **mínimo de 3 lux** referentes a iluminação para espaços públicos com predominância de pedestres, sendo quatro metros a distância mínima necessária para uma pessoa reconhecer qualquer sinal de hostilidade e tomar as ações evasivas apropriadas, conforme dispõe a ABNT NBR 5101 (2018).

Também foi atendido o **fator de uniformidade** (relação da iluminância mínima pela iluminância máxima) **igual ou superior a 1:40** em consonância com a normativa supramencionada e buscou-se evitar a formação de áreas zebradas.

Com o intuito de verificar a distribuição da iluminância, para o presente estudo luminotécnico, foi considerada uma **única superfície** de cálculo e **ângulo de 90°** (potência luminosa perpendicular), levando em consideração que não existem estruturas ou níveis de altura que possam comprometer significativamente a iluminação.

A Tabela 4 exhibe a iluminância média mínima e a uniformidade para cada classe de iluminação para praças, conforme a ABNT NBR 5101, bem como os valores calculados.

ILUMINÂNCIA HORIZONTAL MÉDIA MÍNIMA (Lux) ABNT NBR 5101	FATOR DE UNIFORMIDADE (E_{\min}/E_{\max}) ABNT NBR 5101	ILUMINÂNCIA MÉDIA (Lux) CALCULADA	FATOR DE UNIFORMIDADE (E_{\min}/E_{\max}) CALCULADO
10	0,25	154	0,25

Tabela 4 – Valores de iluminância média mínima e uniformidade por classe de iluminação

Fonte: ABNT (2018); DIAL (2022).

Levando em conta que as áreas com menor iluminância se referem a regiões pontuais, o valor de fator de uniformidade foi considerado aceitável. Outros detalhes acerca dos resultados obtidos podem ser verificados na próxima seção.

1.3 RESULTADOS

Diante das considerações apresentadas nas seções anteriores, foi proposta a distribuição da iluminação ilustrada na Figura 4.

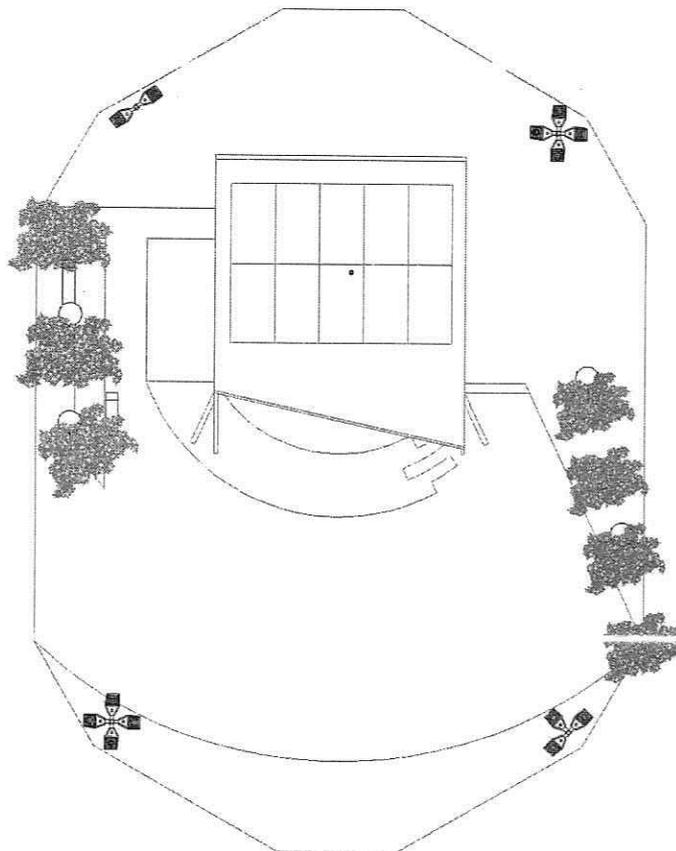


Figura 4 – Distribuição da iluminação considerada no cálculo luminotécnico

Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

Utilizando **cores falsas**, onde quanto mais quente a cor, maior o grau de iluminância, obteve-se o resultado apresentado na Figura 5 para a superfície considerada, na sequência, a Figura 6 exibe o **grau de luminosidade (iluminância)**.

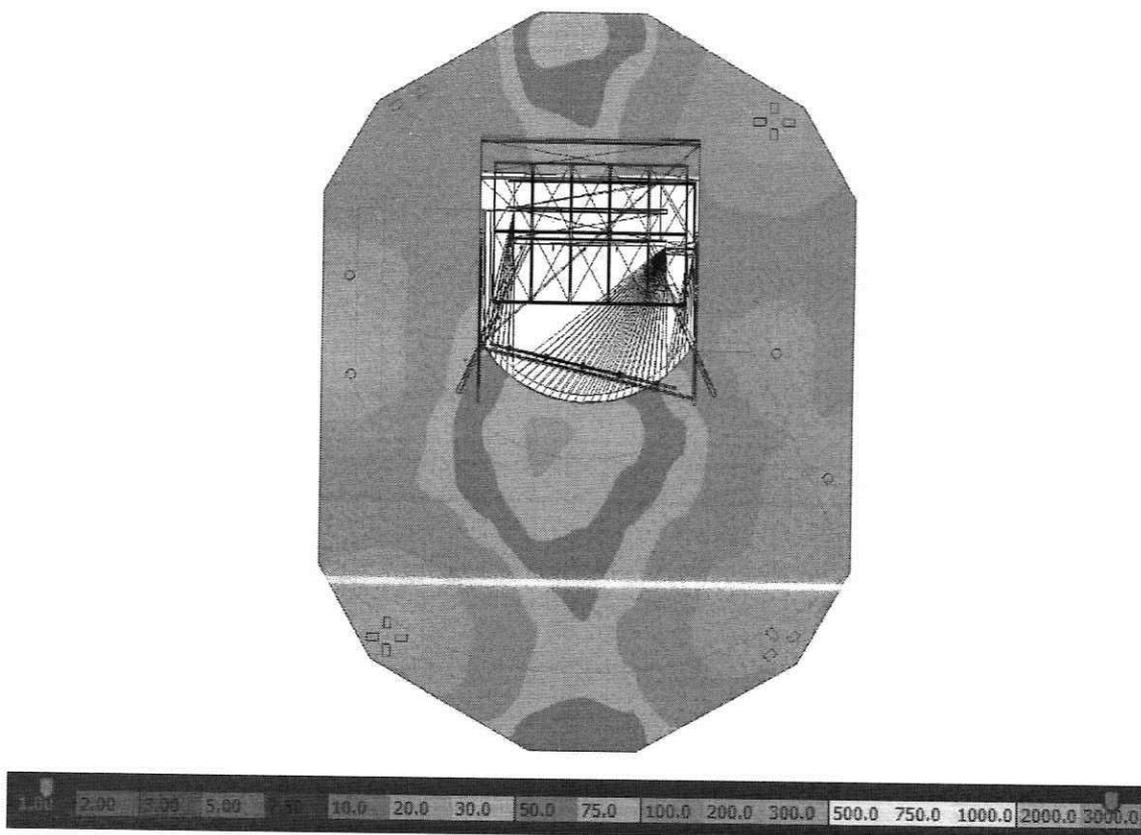


Figura 5 – Resultado do estudo luminotécnico para o módulo de Miniconcha acústica: cores falsas
Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

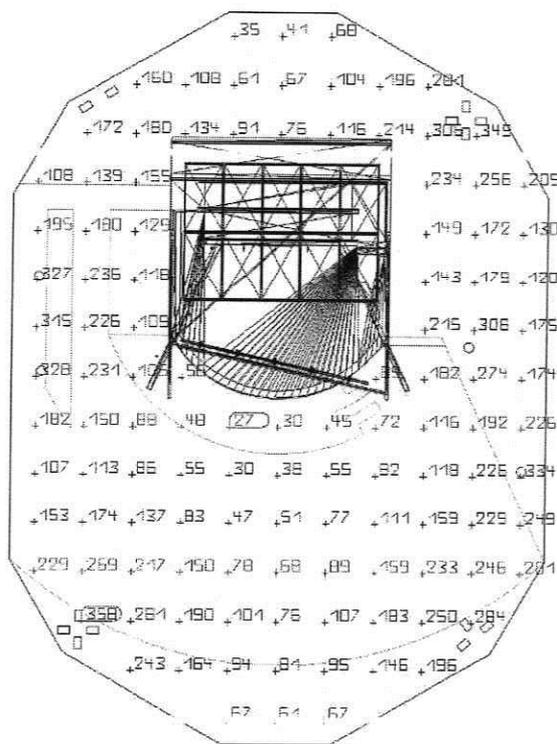


Figura 6 – Resultado do estudo luminotécnico para o módulo de Miniconcha acústica: numérico
Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

Observa-se que tanto para a superfície principal quanto para o conjunto de rampas a **iluminância encontra-se bem distribuída**, atendendo aos parâmetros da ABNT NBR 5101.

Ressalta-se que poderão haver **locais de sombra pontuais** próximos aos guarda-corpos e nas curvaturas da rampa, todavia, sendo mitigados pela iluminação dos refletores, portanto, **sem comprometer a utilização** do conjunto de rampas.

Ademais, reitera-se que os resultados obtidos consideraram **luminárias, lâmpadas e superfícies de referência**, portanto, a utilização de lâmpadas com especificações técnicas diferentes das descritas nesse estudo, bem como a consideração de outras superfícies podem implicar em **resultados distintos**.

2 ILUMINAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A iluminação da miniconcha propriamente dita foi realizada mediante a consideração de um trilho com refletores, iluminação embutida no piso do palco e refletores instalados na coxia, conforme Figura 7.

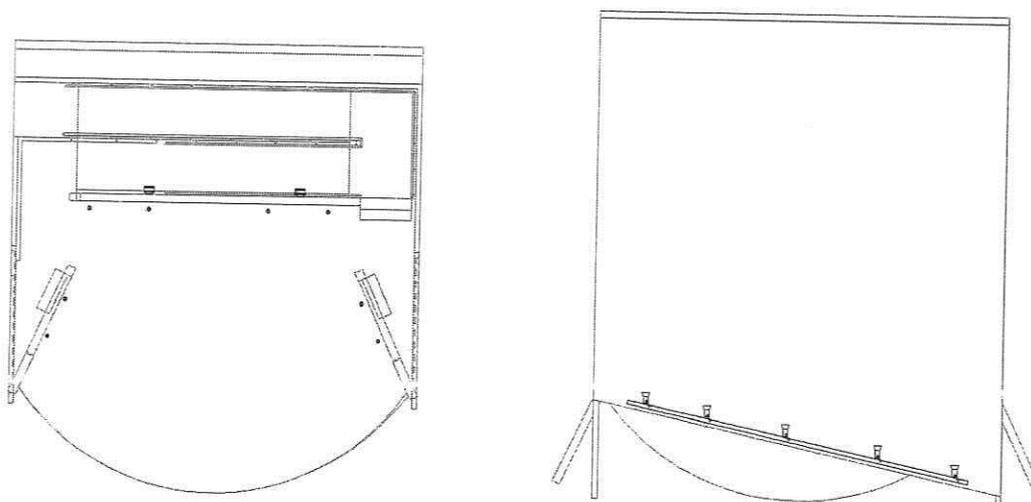


Figura 7 – Distribuição da iluminação da edificação da miniconcha
Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

2.1 ILUMINAÇÃO COM REFLETORES

A depender da finalidade para qual a miniconcha acústica for utilizada, podem ser especificados diferentes tipos de refletores. Nesse sentido, optou-se por indicar refletores comuns para fixação em perfil de alumínio, assumindo-se que serão

previstas tomadas complementares para fornecimento de energia caso se deseje montar uma estrutura de equipamentos de áudio para shows ou outros eventos.

2.1.1 LUMINÁRIAS

Para a iluminação do palco da miniconcha foram considerados **cinco refletores de alumínio com difusor em acrílico instalados fixados em travessa de alumínio de nove metros.**

Levando em consideração que este ambiente estará sujeito a vibrações, é indicado que os refletores sejam do tipo **antivibração.**

2.1.2 LÂMPADAS

Foram escolhidas lâmpadas com temperatura de 4.000 k, em virtude da disponibilidade no mercado. Nesse contexto, também foram utilizadas **lâmpadas LED**, pois considera-se essa a opção com maior eficiência e largamente difundida no mercado.

A Tabela 5 exibe as informações técnicas do modelo de lâmpada adotado como referência para as luminárias dos postes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LÂMPADA DE REFERÊNCIA PARA OS REFLETORES	
Fluxo luminoso	5.100 lm
Potência	50 W
Temperatura de cor	4.000 k
Grau IP	IP66
Alimentação	80 Vac a 250 Vac

Tabela 5 – Características técnicas da lâmpada de referência para os refletores

Fonte: Power Lume (c2018). Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

Ademais, prevendo a sua utilização em apresentações artísticas, é indicado que sejam escolhidos refletores com opção RGB (do inglês – *red, green, blue*).

2.2 ILUMINAÇÃO EMBUTIDA NO PISO DO PALCO

2.2.1 LUMINÁRIAS

Para as luminárias embutidas no piso do palco foram considerados **um ponto de iluminação embutida para iluminar o letreiro no fundo do palco** e outros **oito pontos que iluminam as laterais do palco.**

Foi tomado como referência a luminária embutida no solo **com grade antiofuscante de alumínio**, a fim de proporcionar mais conforto e evitar a possibilidade de ofuscamento.

2.2.2 LÂMPADAS

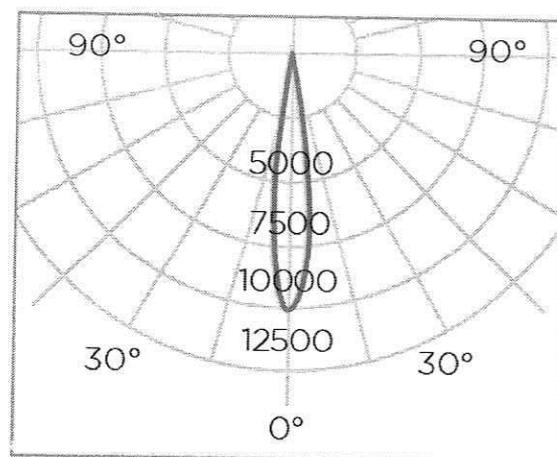
No que tange às lâmpadas utilizadas, cabe mencionar que foram escolhidas opções com temperatura de **cor quente** (3.000 k), buscando tornar o **ambiente aconchegante**. Da mesma forma como para os demais componentes de iluminação, foram utilizadas **lâmpadas LED** em virtude da eficiência e da disponibilidade no mercado.

A Tabela 6 exibe as informações técnicas dessa lâmpada e, na sequência, a Figura 8 exibe a sua distribuição luminosa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LÂMPADA DE REFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO EMBUTIDA NO PISO	
Fluxo luminoso	800 lm
Potência	18 W
Temperatura de cor	3.000 k
Grau IP	IP67
Tensão nominal	100 V a 240 V
Vida útil prevista	25.000 h

Tabela 6 – Características técnicas da lâmpada de referência para iluminação embutida no piso

Fonte: Stella (c2019b). Elaboração: CEPED/UFSC (2022)



— C0/180 — C90/270

Figura 8 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação embutida no piso

Fonte: Stella (c2019b).

2.3 ILUMINAÇÃO DA COXIA

2.3.1 LUMINÁRIAS

Para a iluminação da coxia foram considerados **dois refletores direcionais de polipropileno instalados na parede dessa.**

2.3.2 LÂMPADAS

No que tange às lâmpadas utilizadas, cabe mencionar que foram escolhidas opções com temperatura de **cor quente** (3.000 k), buscando tornar o **ambiente aconchegante**. Da mesma forma como para os demais componentes de iluminação, foram utilizadas **lâmpadas LED**, em virtude da eficiência e da disponibilidade no mercado.

A Tabela 7 exibe as informações técnicas dessa lâmpada e, na sequência, a Figura 9 exibe a sua distribuição luminosa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA LÂMPADA DE REFERÊNCIA PARA A ILUMINAÇÃO DA COXIA

Fluxo luminoso	4.900 lm
Potência	46 W
Temperatura de cor	3.000 k
Grau IP	IP65
Tensão nominal	100-240 V
Vida útil prevista	25.000 h

Tabela 7 – Características técnicas da lâmpada de referência para iluminação da coxia

Fonte: Stella (c2019c). Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

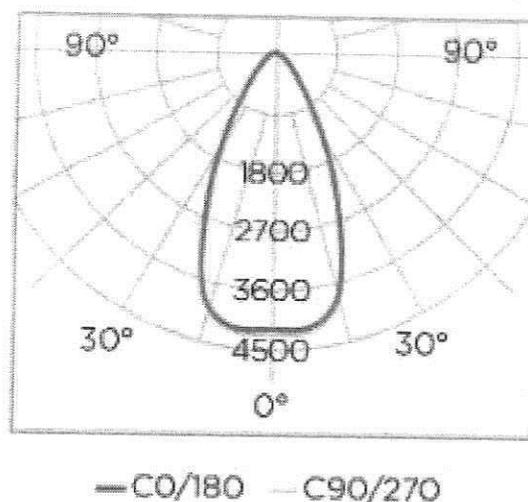


Figura 9 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação da coxia

Fonte: Stella (c2019c).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5101:** Iluminação pública – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5461:** Iluminação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- CONEXLED. **Luminária Urbana Decorativa LED com Difusor em Vidro.** São Bernardo do Campo, [20--]. Disponível em: https://conexled.com.br/uploads//files/CLD-B_2022.pdf. Acesso em: 4 out. 2022.
- DIAL. **DIALux Evo.** Versão 10.1. Lüdenscheid: DIAL, 2022. Disponível em: <https://www.dialux.com/en-GB/download>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- LUMICENTER. Catálogo de produtos. **LEX01-S.** São José dos Pinhais, c2022. Disponível em: <https://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/lex01-s-p3443/>. Acesso em: 7 out. 2022.
- POWER LUME. **Projeto linear LED 50 W.** São Paulo, c2018. Disponível em: <https://www.powerlume.com.br/project/projeto-linear-led-50w/>. Acesso em: 7 out. 2022.
- STELLA. Produtos. **Fita Tensão de Rede Double Line Eco 10W/m.** Sapiranga, c2019a. Disponível em: <https://stella.com.br/produto/fita-double-line-25m>. Acesso em: 4 out. 2022.
- STELLA. Produtos. **FOCCO GRID 12° 18W embutido de solo com grade antiofuscante.** Sapiranga, c2019b. Disponível em: <https://stella.com.br/produto/embutidofoccogrid1218>. Acesso em: 4 out. 2022.
- STELLA. Produtos. **SOLID 46W.** Sapiranga, c2019c. Disponível em: <https://stella.com.br/produto/solid-46w-projeto-linear-60>. Acesso em: 7 out. 2022.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação geral....	5
Figura 2 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação baixa ..	7
Figura 3 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação dos bancos.....	8
Figura 4 – Distribuição da iluminação considerada no cálculo luminotécnico	9
Figura 5 – Resultado do estudo luminotécnico para o módulo de Miniconcha acústica: cores falsas	10
Figura 6 – Resultado do estudo luminotécnico para o módulo de Miniconcha acústica: numérico	10
Figura 7 – Distribuição da iluminação da edificação da miniconcha	11
Figura 8 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação embutida no solo	13
Figura 9 – Distribuição luminosa da lâmpada de referência para a iluminação da coxia	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características técnicas da lâmpada de referência para a iluminação geral	5
Tabela 2 – Características técnicas da lâmpada de referência para iluminação baixa ..	6
Tabela 3 – Características técnicas de referência para iluminação dos bancos.....	7
Tabela 4 – Valores de iluminância média mínima e uniformidade por classe de iluminação.....	8
Tabela 5 – Características técnicas da lâmpada de referência para os refletores.....	12
Tabela 6 – Características técnicas da lâmpada de referência para iluminação embutida no piso	13
Tabela 7 – Características técnicas da lâmpada de referência para iluminação da coxia	14

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEPED	Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
LED	<i>Light-emitting diode</i>
MTur	Ministério do Turismo
NBR	Norma Brasileira
RGB	<i>Red, green, blue</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTUR)
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (CEPED/UFSC)

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO-TIPO ESTRUTURAL DO MÓDULO MINICONCHA ACÚSTICA

ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

SOBRE O DOCUMENTO

O presente documento contém as considerações técnicas para desenvolvimento do projeto estrutural em concreto armado referente ao módulo **Miniconcha acústica**. Diante do exposto, este documento é apresentado em quatro capítulos, sendo eles:

- » Capítulo 1 “Descrição da obra”
- » Capítulo 2 “Modelo estrutural adotado”
- » Capítulo 3 “Estrutura de concreto armado”
- » Capítulo 4 “Normas técnicas”.

Para entendimento do conteúdo evidenciado, é indicada a leitura das pranchas do projeto arquitetônico e estrutural, bem como do *Manual de uso do projeto-tipo do módulo Miniconcha acústica*, entregues junto com este documento.

SUMÁRIO

1	Descrição da obra	4
2	Modelo estrutural adotado	4
3	Estrutura de concreto armado	4
3.1	Generalidades	4
3.2	Disposições gerais	5
3.3	Infraestrutura	6
3.4	Especificações técnicas	6
3.4.1	Formas para pilares e vigas	6
3.4.2	Armaduras - sapatas, pilares e vigas	6
3.4.3	Cobrimento	7
3.4.4	Concretagem - pilar e vigas	7
4	Normas técnicas	9
4.1	Normas técnicas atendidas no projeto	9
4.2	Normas técnicas a serem atendidas na execução	9
	Lista de siglas	10

1 DESCRIÇÃO DA OBRA

Compreende a estrutura de concreto armado para a construção da infraestrutura e laje de piso/rampa para a miniconcha acústica.

Foram apresentadas soluções para fundações rasas, para capacidades de resistência do solo de $3,0 \text{ kg/cm}^2$ e de $1,50 \text{ kg/cm}^2$.

Este projeto padrão contempla fundações rasas para as duas classes de resistências do solo. O executor deverá verificar a aplicabilidade.

A resistência característica do concreto (FCK, do inglês – *Feature Compression Know*) é de 30 MPa.

2 MODELO ESTRUTURAL ADOTADO

A partir da arquitetura apresentada, foi gerado um modelo matemático-computacional formado por barras retas, nós de extremidade e vinculações entre as barras ou apoios externos. Os carregamentos impostos à estrutura foram adicionados ao modelo, conforme ABNT¹ NBR² 6120. A verificação da estrutura foi feita seguindo as prescrições da última revisão da ABNT NBR 6118.

3 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Este memorial compreende um conjunto de informações básicas e essenciais para execução da estrutura em concreto armado da obra em epígrafe.

3.1 GENERALIDADES

O presente memorial tem por objetivo discriminar as especificações, detalhamentos e serviços, para fixar e justificar o projeto de estrutura em concreto armado da obra.

¹ Associação Brasileira de Normas Técnicas.

² Norma Brasileira.

O projeto estrutural é composto por pranchas devidamente enumeradas.

Observa-se que predominarão os detalhes sobre as plantas e as cotas sobre as escalas constantes nos desenhos.

Os materiais deverão ser de qualidade e a mão de obra com comprovada experiência e capacitação, visando à boa técnica e o acabamento esmerado, obedecendo às NBRs pertinentes.

3.2 DISPOSIÇÕES GERAIS

Será de inteira responsabilidade do construtor a execução de todos os escoramentos (verticais, vizinhos, taludes etc.), de tal forma a garantir as condições de segurança da obra.

O concreto a ser utilizado na obra será usinado (convencional e/ou bombeado) com resistência de acordo com o dimensionamento preestabelecido no projeto estrutural (FCK = 30 MPa).

As formas para a fundação serão não aparentes, em madeira do tipo 4ª (pinus). As medidas deverão estar rigorosamente de acordo com os projetos específicos (arquitetônico e estrutural), e executadas de forma a manter as condições de estanqueidade.

O aço a ser empregado será do tipo CA-50A ou CA-60, com bitolas definidas no projeto estrutural, que será fixado e amarrado com arame recozido nº 18.

A execução das escavações da infraestrutura deverá ser realizada com cuidado, para não danificar a estrutura existente, com atenção para as redes de escoamento de água pluvial adjacentes à região da escavação.

A área a que se destina a nova edificação pode possuir diversas redes subterrâneas de instalações elétricas, dutos para cabeamento (fibra óptica), água e esgoto, não mapeados com exatidão. Solicita-se especial atenção nas escavações para impedir a obstrução/ruptura destas redes.

3.3 INFRAESTRUTURA

O tipo e sistema de fundação adotado é de fundações rasas, a serem escavadas por equipamento mecânico ou manual.

Para qualquer elemento estrutural em contato direto com o solo (sapatas, vigas, cintas) deverá ser estendida uma camada de brita de 6 cm.

3.4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.4.1 FORMAS PARA PILARES E VIGAS

As formas deverão ser dimensionadas para suportar o peso e a pressão do concreto, considerando o processo e a velocidade de concretagem, rigidamente contraventadas, robustas, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis, para evitar qualquer alteração de forma e dimensão durante a concretagem.

O material utilizado para a confecção das formas será a madeira tipo pinus, espessura mínima de 25 mm. Podem ainda receber internamente tratamento superficial com líquidos desmoldantes especiais.

Deverão ser evitadas as exposições demoradas das formas às intempéries, vedadas todas as juntas e realizada limpeza cuidadosa, especialmente em peças estreitas e profundas, bem como deverão ser molhadas abundantemente antes do lançamento do concreto.

Deverão ainda ser construídas de maneira a permitir fácil remoção, sem danificar o concreto, e evitados os cantos vivos com a utilização de charnifos triangulares.

3.4.2 ARMADURAS - SAPATAS, PILARES E VIGAS

Esta especificação estabelece as condições exigíveis para recebimento, corte, dobramento e colocação nas formas de barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.

Para as armaduras, barras de aço nas bitolas de 6,3 mm, 8,0 mm, 10,0 mm, 12,5 mm, 16 mm e 20,0 mm do tipo CA-50.

As emendas serão feitas de acordo com os itens 6.3.5 e 10.4 da ABNT NBR 6118, por transpasse.

As barras de aço deverão ser limpas, sendo removidas ferrugens, argamassas, manchas de óleo e graxa etc., antes de introduzidas em formas para montagem. Devem ser verificadas as dimensões, as posições indicadas no projeto, os espaçamentos, os transpasses e os cobrimentos de todas as barras.

Para manter as barras na posição desejada e garantir o cobrimento mínimo, permite-se o uso de arame e de tarugos de aço, espaçadores de plástico ou tacos de concreto ou argamassa. O tarugo de aço só será aceito se o cobrimento de concreto no local tiver a espessura mínima recomendada no projeto.

3.4.3 COBRIMENTO

O pilar deve manter o cobrimento da armadura indicado em projeto, esse valor será garantido com o uso de espaçadores.

3.4.4 CONCRETAGEM – PILAR E VIGAS

Os valores de FCK a serem utilizados na obra são aqueles estabelecidos no projeto executivo, devendo ser usinado.

As tensões características designadas por FCK correspondem aos valores que apresentam uma probabilidade de apenas 5 % de não serem atingidos.

Os cimentos devem satisfazer às especificações brasileiras, podendo ser de qualquer tipo e classe, desde que o projeto não prefira ou faça restrição a este ou àquele.

Os agregados deverão constituir-se de materiais granulosos e inertes, substâncias minerais naturais ou artificiais, britados ou não, duráveis e resistentes, com dimensões máximas características e formas adequadas ao concreto a produzir. Deverão ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural, em assoalho de madeira ou camada de concreto de forma a permitir o escoamento d'água. Não conter substâncias nocivas que prejudiquem a pega e/ou o endurecimento do concreto, ou minerais deletérios que provoquem expansões em contato com a umidade e com determinados elementos químicos.

A utilização de aditivos deve implicar no perfeito conhecimento de sua composição e propriedades, efeitos no concreto e armaduras, sua dosagem típica, possíveis efeitos de dosagens diferentes, conteúdo de cloretos, prazo de validade e condições de armazenamento.

A água para a preparação do concreto não deverá conter ingredientes nocivos em quantidades que afetem o concreto fresco ou endurecido, ou reduzir a proteção das armaduras contra a corrosão. Deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleo, ácidos, álcalis, matéria orgânica etc.

O concreto deve apresentar uma massa fresca trabalhável com os equipamentos disponíveis na obra, para que depois de endurecido se torne um material homogêneo e compacto.

Quando o concreto for preparado por empresa de serviços de concretagem, a central deverá assumir a responsabilidade por este serviço e cumprir as prescrições relativas às etapas de execução do concreto (ABNT NBR 12655), bem como as disposições da ABNT NBR 7212.

O lançamento do concreto só pode ser iniciado após o conhecimento dos resultados dos ensaios da dosagem, verificação da posição exata da armadura, limpeza das formas, que quando de madeira devem estar suficientemente molhadas, e do interior removidos os cavacos de madeira, serragem e demais resíduos de operações de carpintaria. Serão tomadas precauções para não haver excesso de água no local de lançamento, o que pode ocasionar a possibilidade de o concreto fresco vir a ser lavado.

Não serão permitidos lançamentos do concreto de uma altura superior a 2 m, ou acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e posterior deslocamento ao longo das formas. Na concretagem de colunas ou peças altas o concreto deverá ser introduzido por janelas abertas nas formas, fechadas à medida que a concretagem avançar.

Para atingir sua resistência total, o concreto deverá ser curado e protegido eficientemente contra os efeitos do sol, do vento e da chuva. A cura deve continuar durante um período mínimo de sete dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário.

As juntas de concretagem deverão obedecer, rigorosamente, ao disposto no plano de concretagem, inerente ao serviço do construtor. O número de juntas de concretagem deverá ser o menor possível.

Antes da concretagem deverá ser verificado o projeto de estrutura metálica e posicionados os chumbadores nas posições indicadas.

O concreto deverá ser lançado nas formas de acordo com cada situação, com utilização de vibradores de imersão, evitando a sua segregação.

A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser conforme especificado no projeto estrutural. O concreto deverá ser bem vibrado, para que seja evitado o aparecimento de bicheiras. Dever-se-á evitar que o vibrador encoste na forma e na armadura.

As concretagens só poderão ser executadas mediante conferência e aprovação das armaduras pela fiscalização da contratante, sob pena de demolição da estrutura e não aceitação dos serviços. Todos os serviços de concretagens deverão obedecer às NBRs pertinentes ao assunto, com retirada de corpo de prova, de acordo com a ABNT NBR 6118, para posterior rompimento aos 3, 7 e 28 dias, e os resultados deverão ser apresentados à fiscalização da contratante para avaliação e aprovação.

As formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

4 NORMAS TÉCNICAS

4.1 NORMAS TÉCNICAS ATENDIDAS NO PROJETO

- » *ABNT NBR 6118 – Projeto e execução de obras de concreto armado – Procedimento*
- » *ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*
- » *ABNT NBR 6122 – Projeto e execução de fundações*
- » *ABNT NBR 7480 – Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado – Requisitos*
- » *ABNT NBR 6119 – Cálculo e execução de lajes mistas.*

4.2 NORMAS TÉCNICAS A SEREM ATENDIDAS NA EXECUÇÃO

- » *ABNT NBR 6118 – Projeto e execução de obras de concreto armado – Procedimento*
- » *ABNT NBR 6122 – Projeto e execução de fundações.*

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FCK	<i>Feature Compression Know</i>
NBR	Norma Brasileira

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTUR)
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (CEPED/UFSC)

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO-TIPO ESTRUTURAL DO MÓDULO MINICONCHA ACÚSTICA

ESTRUTURA METÁLICA

SOBRE O DOCUMENTO

O presente documento contém as considerações técnicas para desenvolvimento do projeto estrutural metálico referente ao módulo **Miniconcha acústica**. Diante do exposto, este documento é apresentado em cinco capítulos, sendo eles:

- » Capítulo 1 "Descrição da obra"
- » Capítulo 2 "Modelo estrutural adotado"
- » Capítulo 3 "Especificações técnicas básicas"
- » Capítulo 4 "Especificações técnicas complementares"
- » Capítulo 5 "Normas técnicas".

Para entendimento do conteúdo evidenciado, é indicada a leitura das pranchas do projeto arquitetônico e estrutural, bem como do *Manual de uso do projeto-tipo do módulo Miniconcha acústica*, entregues junto com este documento.

SUMÁRIO

1	Descrição da obra	4
2	Modelo estrutural adotado	4
3	Especificações técnicas básicas	5
	3.1 Materiais.....	5
	3.2 Proteção contra corrosão.....	5
	3.3 Soldas.....	5
4	Especificações técnicas complementares.....	6
	4.1 Aços ASTM A-36 – ASTM A-572 G.50.....	6
	4.1.1 Descrição.....	6
	4.1.2 Aplicação.....	6
	4.1.3 Execução.....	6
	4.1.4 Recebimento.....	6
	4.2 Soldas.....	6
	4.2.1 Descrição.....	6
	4.2.2 Aplicação.....	7
	4.2.3 Execução.....	7
	4.2.4 Recebimento.....	7
	4.3 Proteção anticorrosiva.....	7
	4.3.1 Descrição.....	7
	4.3.2 Aplicação.....	7
	4.3.3 Execução.....	8
	4.3.4 Recebimento.....	8
5	Normas técnicas.....	8
	5.1 Normas técnicas atendidas no projeto.....	8
	5.2 Normas técnicas a serem atendidas na execução.....	8
	Lista de siglas	9

1 DESCRIÇÃO DA OBRA

Compreende o projeto para a construção da cobertura metálica para a miniconcha acústica. Foram feitos dois estudos para velocidades de vento, de 40 m/s e de 50 m/s, com resultados muito parecidos, motivo pelo qual foi adotada a solução para velocidades do vento de até 50 m/s.

São diversos os tipos de aços utilizados nesta obra. Com vistas ao menor custo de execução e dos materiais disponíveis no mercado, os aços ASTM A-572 g.50 e ASTM A-36 foram selecionados. Embora existam diferenças entre as tensões de ruptura e tensões de escoamento desses aços, a bibliografia disponível não apresenta impedimentos à sua utilização conjunta. Da mesma forma, devido às características físico-químicas diferentes, o que confere aos aços propriedades distintas quanto ao comportamento à corrosão, não foram encontrados argumentos que impedissem a utilização destes aços em conjunto.

2 MODELO ESTRUTURAL ADOTADO

A partir da arquitetura apresentada, foi gerado um modelo matemático-computacional formado por barras retas, nós de extremidade e vinculações entre as barras ou apoios externos. Os carregamentos impostos à estrutura foram adicionados ao modelo. Pelo método dos elementos finitos, foram determinados os esforços internos e reações de apoio.

A verificação dos perfilados metálicos foi feita seguindo as prescrições da última revisão da ABNT¹ NBR² 8800.

¹ Associação Brasileira de Normas Técnicas.

² Norma Brasileira.

3 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS BÁSICAS

3.1 MATERIAIS

O aço a ser utilizado será ASTM A-36, com $F_y = 25 \text{ kn/cm}^2$ e $F_u = 40 \text{ kn/cm}^2$, para os perfis dobrados, tubos redondos e perfis laminados circulares.

Para as chapas, perfis laminados em cantoneira e perfis chapa soldada, o aço a ser utilizado será ASTM A-36, com $F_y = 25 \text{ kn/cm}^2$ e $F_u = 40 \text{ kn/cm}^2$.

E o aço ASTM A-572 G. 50, com $F_y = 34,5 \text{ kn/cm}^2$ e $F_u = 40,5 \text{ kn/cm}^2$, para os perfis laminados em *i*.

3.2 PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

O aço, quando do início da industrialização das peças da estrutura, deverá apresentar Grau A de intemperismo, ou seja, a superfície deverá possuir carepa de laminação praticamente intacta na sua superfície e sem início de corrosão.

Após a fabricação, todas as peças deverão ser submetidas a jato de granalha e limpeza manual.

A proteção contra a corrosão será dada por galvanização a fogo.

As ligações executadas em fábrica serão soldadas, e quando executadas em obra serão aparafusadas, entretanto em alguns casos algumas soldas serão executadas em obra, e deverão ser revestidas por camada dupla de zinco líquido a fio, da marca CRZ ou equivalente.

A proteção complementar se dará por demãos de tinta específica.

3.3 SOLDAS

As soldas serão com qualidade mínima E70XX: solda por eletrodo revestido. A escória da solda deverá ser retirada em todos os casos após o seu endurecimento. Antes de dar continuidade a um cordão de solda, a escória também deverá ser retirada.

4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS COMPLEMENTARES

4.1 AÇOS ASTM A-36 – ASTM A-572 G.50

4.1.1 DESCRIÇÃO

O aço utilizado será:

- » ASTM A-36, com limite de escoamento maior ou igual a 25 kN/cm² e limite de ruptura maior ou igual a 40 kN/cm²
- » ASTM A-572 G.50, com $F_u = 40,5$ kN/cm².

4.1.2 APLICAÇÃO

- » Vigas e perfis dobrados, soldados – ASTM A-36.
- » Placas de ligação, perfis laminados circulares – ASTM A-36.
- » Perfis laminados em *i* – ASTM A-572 G.50.

4.1.3 EXECUÇÃO

- » Os perfis das chapas que formam as vigas serão do tipo dobrados, confeccionados por dobramento de chapas lisas a frio.
- » As chapas de ligação e chapas enrijecedoras diversas serão do tipo laminado, planas, compondo conjuntos estruturais através de ligações soldadas.
- » Os perfis laminados serão obtidos por laminação a quente.

4.1.4 RECEBIMENTO

Todas as peças deverão ser fornecidas nos comprimentos e bitolas especificados no projeto estrutural metálico.

O material deverá estar isento de intemperismo, óleos e impurezas.

A proteção primária contra corrosão deverá ser aplicada sobre o material antes da montagem da estrutura.

4.2 SOLDAS

4.2.1 DESCRIÇÃO

- » Solda padrão E70XX, podendo ser do tipo eletrodo revestido, por cordões.
- » Serão do tipo filete, contínuos e fechados, em todo o contorno das peças a serem unidas.

4.2.2 APLICAÇÃO

Em todas as ligações soldadas, conforme especificação no projeto metálico, bem como em todas as confecções de peças a serem montadas *in loco*.

4.2.3 EXECUÇÃO

Quando da aplicação de solda por eletrodo revestido, a escória da solda deve ser retirada em todos os casos após o seu endurecimento.

Antes de dar continuidade a um cordão de solda, a escória também deve ser retirada.

Os cordões de solda devem ser contínuos e fechados, com tamanho da perna de acordo com o especificado no projeto metálico.

4.2.4 RECEBIMENTO

A superfície soldada deve apresentar uniformidade, sem rebarbas ou arestas vivas.

Deve estar isenta de escórias do cordão da solda.

4.3 PROTEÇÃO ANTICORROSIVA

4.3.1 DESCRIÇÃO

A proteção anticorrosiva se dará por meio de jateamento ao metal quase branco e, posteriormente, galvanização a fogo. Sendo a pintura:

- » Tinta *primer*: epóxi bicomponente.
- » Tinta de acabamento: tinta automotiva.

4.3.2 APLICAÇÃO

A tinta epóxi deverá ter espessura mínima de 60 microns e a tinta de acabamento deverá ter espessura mínima de 40 microns.

4.3.3 EXECUÇÃO

- » Jato de granalha ao metal quase branco após a fabricação das peças
- » Antes da aplicação do *primer*, remover as rebarbas, respingos de solda e arredondar os cantos vivos, onde for necessário.
- » Fazer aplicação do *primer* com pistola *airless* ou pistola convencional, após a fabricação e limpeza manual.
- » Não pintar quando a umidade relativa do ar ultrapassar 85%.
- » Após a montagem da estrutura, fazer aplicação do acabamento.
- » A superfície deve estar limpa e seca, sem contaminações oleosas.
- » Aplicar com trincha ou rolo.

4.3.4 RECEBIMENTO

A pintura deverá apresentar uniformidade, sem respingos de tinta e riscos.

5 NORMAS TÉCNICAS

5.1 NORMAS TÉCNICAS ATENDIDAS NO PROJETO

- » *ABNT NBR 5008 – Chapas grossas de aço de baixa liga e resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais*
- » *ABNT NBR 7007 – Aços para perfis laminados para uso estrutural*
- » *ABNT NBR 8800³ – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*
- » *ABNT NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas*
- » *ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações.*

5.2 NORMAS TÉCNICAS A SEREM ATENDIDAS NA EXECUÇÃO

- » *ABNT NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.*

³ Método dos estados limites.

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTUR)
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (CEPED/UFSC)

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO DO
PROJETO-TIPO ELÉTRICO DO MÓDULO
MINICONCHA ACÚSTICA**

TENSÃO DE REDE 380/220 V – ILUMINAÇÃO PÚBLICA

SOBRE O DOCUMENTO

O presente documento contém as considerações técnicas para desenvolvimento do projeto elétrico para tensão de rede de **380/220 V** referente à iluminação pública do módulo **Miniconcha acústica**. Diante do exposto, este documento é apresentado em quatro capítulos, sendo eles:

- » Capítulo 1 "Considerações iniciais"
- » Capítulo 2 "Memorial descritivo"
- » Capítulo 3 "Memorial de cálculo"
- » Capítulo 4 "Lista de materiais".

Para entendimento do conteúdo evidenciado, é indicada a leitura das pranchas do projeto arquitetônico e elétrico, bem como do memorial do *Estudo Luminotécnico* e do *Manual de uso do projeto-tipo do módulo Miniconcha acústica*, entregues junto com este documento.

SUMÁRIO

1	Considerações iniciais	4
2	Memorial descritivo	4
	2.1 Entrada de energia	4
	2.2 Proteções	5
	2.3 Caixa de distribuição.....	5
	2.4 Eletrodutos e caixas de passagem.....	5
	2.5 Condutores.....	6
	2.6 Aterramento.....	7
	2.7 Iluminação.....	7
	2.7.1 Acionamento da iluminação.....	7
	2.7.2 Especificações.....	7
	2.8 Considerações sobre os materiais.....	7
3	Memorial de cálculo	8
	3.1 Previsão de cargas.....	8
	3.2 Provável demanda.....	9
	3.3 Distribuição de carga.....	9
	3.3.1 Divisão de circuitos	10
	3.3.2 Divisão de fases	13
	3.3.3 Disjuntor reserva	13
	3.4 Chave magnética.....	13
	3.5 Dimensionamento dos condutores.....	15
	3.6 Dimensionamento dos eletrodutos.....	15
4	Lista de materiais.....	16
	Referências.....	17
	Lista de figura	18
	Lista de tabelas.....	18
	Lista de siglas	18

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para o projeto elétrico do módulo, foram considerados: **postes de iluminação geral** e **postes de iluminação baixa**, com suas respectivas luminárias, bem como **luminárias embutidas no palco** e **bancos iluminados**, que atendem a uma área de **735,8 m²**.

Buscando proporcionar conforto e segurança aos usuários, este projeto atendeu ao disposto nas seguintes normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- » *ABNT NBR 5101: Iluminação pública — Procedimento*
- » *ABNT NBR 5461: Iluminação*
- » *ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão*
- » *ABNT NBR 5123: Relé fotocontrolador intercambiável e tomada para iluminação – Especificação e ensaios*
- » *ABNT NBR 14744: Poste de aço para iluminação.*

Os próximos capítulos descrevem as principais informações referentes aos materiais, às cargas e às demais especificações consideradas durante o projeto.

2 MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 ENTRADA DE ENERGIA

O ponto de tomada de energia elétrica será em **baixa tensão, subterrânea**, com o ramal de entrada de serviço realizado em consonância com normativa própria da concessionária de energia do município.

A tensão de fornecimento se dará conforme a concessionária de energia, e o tipo de ligação será **monofásico** a dois condutores (um fase e um neutro) com derivação indicada em projeto.

A entrada da instalação será com **chave magnética monopolar, instalada no poste de alimentação e terá relé fotoelétrico**. O sistema será montado no poste da concessionária e terá aterramento complementar.

A fiação elétrica será subterrânea, protegida por **eletrodutos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) do tipo Kanaflex ou similar**, diretamente enterrados no solo. Os **condutores do ramal de entrada deverão ser do tipo semirrígido, com classe de isolamento 06/1 kV em policloreto de vinila (PVC)**, sendo o neutro identificado na cor azul-clara e o fase na cor preta.

Caso seja necessário o **cruzamento de ruas ou de avenidas**, deverão ser previstos **vala e envelope de concreto**, conforme detalhado em projeto.

2.2 PROTEÇÕES

A **proteção geral será através de chave magnética monopolar** para iluminação pública, assegurada por disjuntor, em que o circuito de derivação será energizado apenas no período noturno com a ativação do relé fotoelétrico localizado no poste de alimentação. **Cada luminária, individualmente, também deverá possuir um relé fotoelétrico para acionamento no período noturno.**

A **proteção de cada circuito será individual** e efetivada por **disjuntores termomagnéticos** localizados em **caixa de distribuição embutida na parede de alvenaria da coxia**, de acordo com o detalhamento em projeto.

2.3 CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO

A **caixa de distribuição será instalada na parede de alvenaria da coxia.**

A caixa deverá ser metálica, em **chapa de ferro, com tampa e fecho bloqueáveis, com barramentos monofásicos e barra para neutro e terra independentes**, bem como **espaço para futuras ampliações**. Será para fixar até **quatro disjuntores com grau de proteção IP67.**

O condutor neutro será ligado diretamente à barra de neutro, bem como o de aterramento à respectiva barra de terra.

Complementarmente, na tampa da caixa de distribuição, deverá haver uma **placa de advertência: "CUIDADO ELETRICIDADE"**, fixada por rebite ou simplesmente impressa por tintura. Além disso, terá de ser estampada uma tabela simplificada com o **quadro de cargas**, bem como com a **identificação dos circuitos** alimentados junto aos respectivos disjuntores.

2.4 ELETRODUTOS E CAIXAS DE PASSAGEM

Para os circuitos subterrâneos, serão utilizadas **caixas de passagem de concreto**, sem fundo, instaladas **30 cm abaixo do nível do solo**, conforme detalhado em projeto. O **fundo** das caixas de passagem deverá ser **preenchido com 20 cm de brita e de areia média**, para possibilitar a **drenagem** da caixa. Após fechamento das caixas de passagem, estas deverão ter as suas **tampas lacradas e concretadas**, no

intuito de inibir furtos e vandalismos. Deverá existir caixa de passagem **sempre quando o vão do eletroduto ultrapassar 15 m.**

Para **distribuição geral dos circuitos**, o projeto prevê a utilização de **eletrodutos corrugados flexíveis de PEAD do tipo Kanaflex** ou similar ao longo do trecho e **eletroduto de aço galvanizado para realização das travessias**, quando houver.

O eletroduto utilizado para os **ramais de ligação dos postes possui diâmetro de uma polegada** e deverá ser **enterrado, no mínimo, a 40 cm**, fazendo a conexão entre as caixas de passagem. Na **derivação das caixas de passagem**, poderá ser utilizado **eletroduto de 3/4"**, caso não seja possível fazer a instalação da caixa próxima ao poste.

Nos **passeios e nos locais sem pavimentação**, os eletrodutos deverão ser lançados a uma **profundidade mínima de 60 cm** abaixo do nível do solo nas valas a serem abertas, e estas terão de possuir **largura mínima de 30 cm**, devendo ser recobertas com base de **areia média** e, logo após, compactadas. Também deverá ser aplicado um **lastro de concreto magro a 20 cm acima dos condutores**, com **largura mínima de 30 cm e espessura mínima de 5 cm**, e, após compactação, terá de ser reaterrado com o solo escavado, compactando em seguida.

2.5 CONDUTORES

Os circuitos subterrâneos devem ter seus condutores embutidos em **eletrodutos enterrados em PEAD do tipo Kanaflex ou similar**. Os **condutores** serão do **tipo Sintenax ou similar para 0,6/1 KV**, próprios para instalação subterrânea e com proteção contra umidade.

Os **ramais dos circuitos** de ligação deverão ser da cor preta (fase) e azul-clara (neutro), conforme calculado em projeto. A **ligação das hastes de aterramento aos postes** terá de ser efetuada por cabos verdes de mesma seção da fase.

As **emendas** deverão ser do **tipo derivação e desencontradas**, sem cortar o condutor principal, e a isolação deve ser executada com camadas de **fita auto fusão e fita isolante**.

Ademais, terá de ser deixada uma **folga de, no mínimo, 1 metro** em todas as caixas de passagem.

2.6 ATERRAMENTO

Todos os elementos que não possuem condução de corrente elétrica deverão ser **aterrados** nas caixas de passagens **através de condutor singelo e de cobre nu**.

A **haste de aterramento** será em **bastão de aço cobreado \varnothing 5/8" x 2.400 mm**. Deverão ser usados **conectores de aperto mecânico**, tipo *Split Bolt*, para conexão da haste de aterramento aos condutores terra, sendo um conector por condutor.

O **condutor de aterramento** deverá ser tão **curto e retilíneo** quando possível, **sem emenda** e não ter dispositivo que possa causar sua interrupção.

O **ponto de conexão do condutor de aterramento para a haste** deverá ser acessível por meio de uma **caixa de inspeção**, ser revestido com massa de calafetar, e protegido mecanicamente por meio de uma caixa de cimento, alvenaria, PVC ou similar, com tampa de concreto.

2.7 ILUMINAÇÃO

O sistema de iluminação foi dimensionado de acordo com os níveis de iluminamento recomendados pela ABNT. Utilizando luminárias diferenciadas para compor a iluminação do módulo.

2.7.1 ACIONAMENTO DA ILUMINAÇÃO

O acionamento das luminárias dos postes de iluminação será realizado usando **relés fotoelétricos** instalados individualmente, um para cada luminária, acionados através da chave magnética.

2.7.2 ESPECIFICAÇÕES

Foram utilizadas **lâmpadas LED** (do inglês – *light-emitting diode*), pois se considera esta a opção com maior eficiência e largamente difundida no mercado. Para mais informações acerca das especificações de postes, de luminárias e de lâmpadas, consultar o memorial do *Estudo Luminotécnico*.

2.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MATERIAIS

Todos os materiais utilizados deverão, obrigatoriamente, obedecer a todas NBRs pertinentes, bem como ser certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Terão de ser utilizados materiais de marcas de boa qualidade e consagradas no mercado.

3 MEMORIAL DE CÁLCULO

Os condutores foram dimensionados pelos métodos de capacidade de condução de corrente e por queda de tensão. Assim, foi observada a tabela 36 da ABNT NBR 5410, que indica as capacidades de condução de corrente (ABNT, 2008), e considerado o método de referência D (condutores multipolares em eletroduto enterrado no solo). Pelo método da queda de tensão máxima, foram adotados 4% a partir do quadro de distribuição.

3.1 PREVISÃO DE CARGAS

Para a previsão de cargas do módulo, foram considerados os componentes de iluminação previstos no *Estudo Luminotécnico*, portanto referentes à iluminação geral e à iluminação baixa.

3.1.1.1 Iluminação geral

Para a iluminação geral, foram ponderados:

- » Um poste de seis metros com luminárias de **duas pétalas**
- » Um poste de seis metros com luminárias de **três pétalas**
- » Dois postes de seis metros com luminárias de **quatro pétalas**.

Totalizando quatro postes e 13 luminárias. Cada luminária (pétala) possui potência de 113 W. Portanto, a potência total para iluminação geral corresponde a $13 * 113 \text{ W} = 1.469 \text{ W}$.

3.1.1.2 Iluminação baixa

Para a iluminação baixa, foram considerados quatro postes de quatro metros de altura, cada um com uma luminária de 82 W. Portanto, a potência total para iluminação baixa corresponde a $4 * 82 \text{ W} = 328 \text{ W}$.

3.1.1.3 Iluminação embutida no palco

Para a iluminação embutida, foi considerado um ponto embutido no palco, totalizando **18 W**.

3.1.1.4 Iluminação embutida nos bancos

Para a iluminação embutida nos bancos, foram considerados dois bancos a serem iluminados, nos quais foram adotadas fitas LED de 10 W/m. E cada banco possui um perímetro de 4,60 m. Totalizando a potência de $2 * 4,60 * 10 = 92 \text{ W}$.

3.1.1.5 Quadro de cargas

CIRCUITO	ILUMINAÇÃO		NÚMERO DE PONTOS	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	POTÊNCIA TOTAL (W)
Circuito 1	Iluminação geral	Luminária LED, 113 W	6	113	678
	Iluminação baixa	Luminária LED, 82 W	2	82	164
	Iluminação embutida no palco	Luminária LED, 18 W	1	18	18
	Iluminação embutida no banco	Fita LED, 10 W/m	2	10/m	92
Circuito 2	Iluminação geral	Luminária LED, 113 W	7	113	791
	Iluminação baixa	Luminária LED, 82 W	2	82	164
Total					1.907

Tabela 1 – Quadro de cargas: iluminação
Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

3.2 PROVÁVEL DEMANDA

Ponderando o acionamento conjunto de toda a iluminação do módulo em sua total potência, a provável demanda considerada foi de 100%.

3.3 DISTRIBUIÇÃO DE CARGA

A divisão dos pontos de utilização em circuitos foi realizada usando como critérios a localização dos pontos e sua natureza, bem como a segurança, de forma a evitar que, em caso de falha em um circuito, prive de alimentação toda a área do módulo. Assim, foram dimensionados dois circuitos, um para cada área indicada na Figura 1, com disjuntores e fiação adequada.

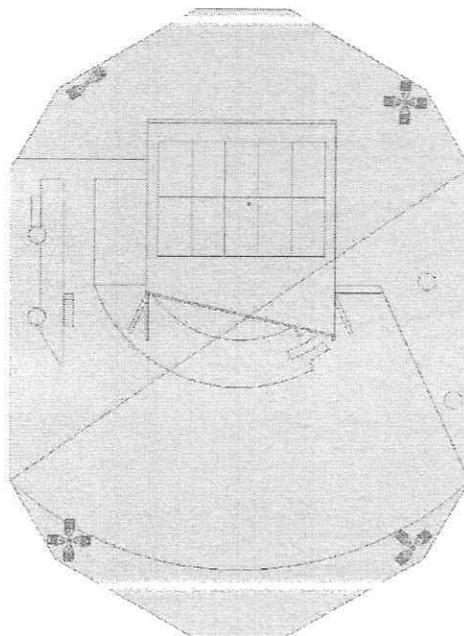


Figura 1 – Áreas atendidas por cada circuito: circuito 1 – laranja e circuito 2 – verde
Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

3.3.1 DIVISÃO DE CIRCUITOS

3.3.1.1 Circuito 1

O Circuito 1 abrange dois postes de iluminação geral (um com quatro e outro com duas luminárias), dois postes de iluminação baixa, uma luminária embutida no solo e dois bancos iluminados, totalizando **952 W**.

3.3.1.1.1 Fator de potência (FP)

Considerando o FP das cargas de iluminação LED de 0,92, obteve-se a Equação (1).

Potência/FP

$$952/0,92 = 1.035 \text{ VA} \quad (1)$$

A partir desse valor, considerando a tensão de atendimento de **380/220 V**, tem-se a Equação (2).

Carga/tensão

$$1.035/220 = 4,70 \text{ A} \quad (2)$$

3.3.1.1.2 Critério da seção mínima

Diante do critério da seção mínima para iluminação (1,5 mm²) e utilizando o método de referência D da ABNT NBR 5410 para cabos unipolares em eletroduto enterrado (ABNT, 2008), bem como considerando um **circuito monofásico a dois condutores**, obteve-se a capacidade de condução do cabo de 22 A. Como **22 A > 4,70 A**, é atendida a seção mínima.

3.3.1.1.3 Fator de agrupamento (FA) e temperatura (FT)

Analisando o FA, levando em consideração que o eletroduto mais carregado possui dois circuitos, adotou-se **FA = 0,80**. Para FT, considerando temperatura de 40° para linhas subterrâneas, adotou-se **FT = 0,77**. Aplicando esses fatores sobre a capacidade de corrente, obteve-se a Equação (3).

Capacidade de condução * FA * FT

$$22 * 0,8 * 0,77 = 13,55 \text{ A} \quad (3)$$

Diante da expressão **4,70 A < disjuntor < 13,55 A**, entende-se que a seção de 1,5 mm² atende ao fator de agrupamento e temperatura.

3.3.1.1.4 Queda de tensão

Diante da máxima queda de tensão admissível ($\Delta_{e\%}$) da ABNT NBR 5410, em que $\Delta_{e\%} < 4\%$, e considerando **condutor do tipo Sintenax**, com comprimento aproximado de **39 m**; tem-se que a queda de tensão corresponde à Equação (4) e à Equação (5).

(Distância em km * corrente * queda de tensão) * 100 / tensão

$$0,039 * 4,70 * 27,8 = 5,1 \text{ V} \quad (4)$$

$$5,1 \text{ V} / 220 \text{ V} * 100\% = 2,32\% \quad (5)$$

Como **2,32% < 4%**, entende-se que é atendido o critério de máxima queda de tensão admissível.

3.3.1.1.5 Resultado do dimensionamento

Visando maior segurança, adotou-se a seção de **2,5 mm²** e disjuntor de **15 A**.

3.3.1.2 Circuito 2

O Circuito 1 abrange dois postes de iluminação geral (um com quatro e outro com três luminárias) e dois postes de iluminação, totalizando **955 W**.

3.3.1.2.1 Fator de potência (FP)

Considerando o FP das cargas de iluminação LED de 0,92, obteve-se a Equação (6).

Potência/FP

$$955/0,92 = 1.038 \text{ VA} \quad (6)$$

A partir desse valor, considerando a tensão de atendimento de **380/220 V**, tem-se a Equação (7).

Carga/tensão

$$1.038/220 = 4,72 \text{ A} \quad (7)$$

3.3.1.2.2 Critério da seção mínima

Diante do critério da seção mínima para iluminação ($1,5 \text{ mm}^2$) e utilizando o método de referência D da ABNT NBR 5410 para cabos unipolares em eletroduto enterrado (ABNT, 2004), bem como considerando um **circuito monofásico a dois condutores**, obteve-se a capacidade de condução do cabo de 22 A. Como $22 \text{ A} > 4,72 \text{ A}$, é atendida a seção mínima.

3.3.1.2.3 Fator de agrupamento (FA) e temperatura (FT)

Analisando o FA, levando em consideração que o eletroduto mais carregado possui dois circuitos, adotou-se **FA = 0,80**. Para o FT, ponderando temperatura de 40° para linhas subterrâneas, adotou-se **FT = 0,77**. Aplicando esses fatores sobre a capacidade de corrente, obteve-se a Equação (8).

Capacidade de condução * FA * FT

$$22 * 0,8 * 0,77 = 13,55 \text{ A} \quad (8)$$

Diante da expressão $4,72 \text{ A} < \text{disjuntor} < 13,55 \text{ A}$, entende-se que a seção de $1,5 \text{ mm}^2$ atende ao fator de agrupamento e temperatura.

3.3.1.2.4 Queda de tensão

Diante da máxima queda de tensão admissível ($\Delta_{e\%}$) da ABNT NBR 5410, em que $\Delta_{e\%} < 4\%$, e considerando **condutor do tipo Sintenax**, com comprimento aproximado de **64 m**; tem-se que a queda de tensão corresponde à Equação (9) e à Equação (10).

(Distância em km * corrente * queda de tensão) * 100 / tensão

$$0,064 * 4,72 * 27,8 = 8,4 \text{ V} \quad (9)$$

$$8,4 \text{ V} / 220 \text{ V} * 100\% = 3,82\% \quad (10)$$

Como $3,82\% < 4\%$, entende-se que é atendido o critério de máxima queda de tensão admissível.

3.3.1.2.5 Resultado do dimensionamento

Visando maior segurança, adotou-se a seção de **$2,5 \text{ mm}^2$** e disjuntor de **15 A**.

3.3.2 DIVISÃO DE FASES

O módulo foi dividido em dois circuitos que são alimentados por **uma única fase**. A estrutura possui **uma chave magnética monopolar**, responsável por proteger todos os circuitos, junto ao poste de alimentação.

3.3.3 DISJUNTOR RESERVA

Segundo a ABNT NBR 5410, deverá ser previsto espaço de reserva para **ampliações futuras**, com base no número de circuitos com que o quadro for efetivamente equipado (ABNT, 2004). Portanto, como o número de circuitos é dois, o número de **circuitos destinados à reserva também será dois**.

3.4 CHAVE MAGNÉTICA

Para o dimensionamento da chave magnética, considerou-se a potência total de **1.907 W**.

3.4.1.1.1 Fator de potência (FP)

Considerando o FP das cargas de iluminação LED de 0,92, obteve-se a Equação (11).

Potência/FP

$$1.907/0,92 = 2.073 \text{ VA} \quad (11)$$

A partir desse valor, considerando a tensão de atendimento de **380/220 V**, tem-se a Equação (12).

Carga/tensão

$$2.073/220 = 9,42 \text{ A} \quad (12)$$

3.4.1.1.2 Critério da seção mínima

Diante do critério da seção mínima para iluminação ($1,5 \text{ mm}^2$) e utilizando o método de referência D da ABNT NBR 5410 para cabos unipolares em eletroduto enterrado, bem como considerando um **circuito monofásico a dois condutores**, obteve-se a capacidade de condução do cabo de **22 A**. Como **22 A > 9,42 A**, é atendida a seção mínima.

3.4.1.1.3 Fator de agrupamento (FA) e temperatura (FT)

Analisando o FA, levando em consideração que o eletroduto mais carregado possui dois circuitos, adotou-se **FA = 0,80**. Para o FT, ponderando temperatura de 40° para linhas subterrâneas, adotou-se **FT = 0,77**. Aplicando esses fatores sobre a capacidade de corrente, obteve-se a Equação (13).

Capacidade de condução * FA * FT

$$22 * 0,8 * 0,77 = 13,55 \text{ A} \quad (13)$$

Diante da expressão **9,42 A < disjuntor < 13,55 A**, entende-se que a seção de 1,5 mm² atende ao fator de agrupamento e temperatura.

3.4.1.1.4 Queda de tensão

Diante da máxima queda de tensão admissível ($\Delta_{e\%}$) entre a alimentação e a caixa de distribuição da ABNT NBR 5410, em que $\Delta_{e\%} < 4\%$, e considerando **condutor do tipo Sintenax**, com comprimento aproximado de **35 m (maior distância da praça)**; tem-se que a queda de tensão corresponde à Equação (14) e à Equação (15).

(Distância em km * corrente * queda de tensão) * 100 / tensão

$$0,035 * 9,42 * 27,8 = 9,17 \text{ V} \quad (14)$$

$$9,17 \text{ V} / 220 \text{ V} * 100\% = 4,12\% \quad (15)$$

Como **4,12 > 4%**, entende-se que não é atendido o critério de máxima queda de tensão admissível. Para seção de **2,5 mm²**, tem-se a Equação (16) e a Equação (17).

$$0,035 * 9,42 * 17,1 = 5,64 \text{ V} \quad (16)$$

$$5,64 \text{ V} / 220 \text{ V} * 100\% = 2,56\% \quad (17)$$

Como **2,56 < 4%**, entende-se que é atendido o critério de máxima queda de tensão admissível.

3.4.1.1.5 Resultado do dimensionamento

Visando maior segurança, adotou-se a seção de **10,0 mm²** e chave magnética de **30 A**.

3.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

De acordo com a ABNT NBR 5410:2008, para seção dos condutores com menos de 16 mm², que é o caso de todos os circuitos, a seção do condutor terra nos circuitos deverá ser igual à do condutor fase (ABNT, 2008). Portanto, **as seções dos condutores fase, neutro e terra são as mesmas para cada circuito e iguais ao diâmetro dos condutores já calculados.**

3.6 DIMENSIONAMENTO DOS ELETRODUTOS

Para o projeto em questão, o **eletroduto** com maior número de fios passando possui três pertencentes ao Circuito 1 e três ao Circuito 2, com 2,5 mm² cada, com isso, considerou-se o diâmetro de **uma polegada**. Para o **alimentador geral**, com três fios de 10,0 mm², ponderou-se, também, diâmetro de **1.1/4 polegada**.

4 LISTA DE MATERIAIS

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	UNID.	QUANT.
1	ILUMINAÇÃO PÚBLICA		
1.1	Luminária para iluminação pública, tecnologia LED, corpo em alumínio com pintura eletrostática, IP67, potência aproximada de 113 W, temperatura de 5.000 k e fluxo luminoso de 14.280 lm	Unid.	13
1.2	Luminária urbana ornamental para iluminação pública, tecnologia LED, corpo em alumínio injetado com pintura eletrostática, IP66, potência aproximada de 82 W, temperatura de 5.000 k e fluxo luminoso de 11.616 lm	Unid.	4
1.3	Luminária de embutir com grade antiofuscante, tecnologia LED, IP67, potência aproximada de 18 W, temperatura de 3.000 k e fluxo luminoso de 800 lm	Unid.	1
1.4	Fita LED em perfil de alumínio extrudado com difusor em acrílico leitoso de embutir	m	8,72
1.5	Poste de iluminação baixa de 4 m de alumínio com acabamento com pintura eletrostática, chumbado no solo	Unid.	4
1.6	Poste de iluminação geral de 6 m, com acabamento galvanizado a fogo e pintado, chumbado no solo	Unid.	4
1.7	Chumbador do tipo "J", de aço galvanizado a fogo Ø7/8" x 600 mm para fixação de poste em base de concreto completa com porcas e arruelas; compatível com os postes do item anterior	Unid.	32
1.8	Caixa de passagem	Unid.	5
1.9	Relé fotoelétrico	Unid.	17
1.10	Disjuntor termomagnético monopolar de 15 A	Unid.	2
1.11	Cabo preto, classe 0,6/1kV com seção de 2,5 mm ² (ref. Sintenax da Prysmian ou similar)	m	142,41
1.12	Cabo azul-claro, classe 0,6/1 kV com seção de 2,5 mm ² (ref. Sintenax da Prysmian ou similar)	m	142,41
1.13	Cabo verde, classe 0,6/1 kV com seção de 2,5 mm ² (ref. Sintenax da Prysmian ou similar)	m	142,41
1.14	Eletroduto corrugado de PEAD diâmetro Ø1"	m	66,21
1.15	Haste de aterramento em aço revestimento em cobre de Ø5/8" x 2.400 mm	Unid.	8
1.16	Caixa em alambreado com tampa em concreto, conforme detalhado no desenho	Unid.	8
1.17	Caixa de concreto com tampa metálica	Unid.	1
1.18	Cabo de cobre nu	m	9,6
1.19	Conector para haste e cabo	Unid.	8
2	ENTRADA DE ENERGIA		
2.1	Chave magnética monopolar, com proteção e fotocélula, para uso ao tempo de 30 A	Unid.	1
2.2	Eletroduto de aço galvanizado em barras de 3 m	Unid.	1
2.3	Cabeçote em alumínio para chegada de fiação externa	Unid.	1
2.4	Haste de aterramento, em aço revestimento em cobre de Ø5/8" x 2.400 mm	Unid.	1
2.5	Conector para haste e cabo	Unid.	1
2.6	Abraçadeira de aço galvanizado a fogo para poste de concreto	Unid.	8
2.7	Cabos entre o poste de alimentação e a CD	m	variável

Tabela 2 – Lista de materiais

Elaboração: CEPED/UFSC (2022)

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5101**: Iluminação pública – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5123**: relé fotocontrolador intercambiável e tomada para iluminação: especificação e ensaios. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5461**: Iluminação. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 14744**: *Poste de aço para iluminação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Áreas atendidas por cada circuito: circuito 1 – laranja e circuito 2 – verde.....9

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro de cargas: iluminação9

Tabela 2 – Lista de materiais16

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEPED	Centro de Estudo e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil
FA	Fator de agrupamento
FP	Fator de potência
FT	Fator de correção da temperatura
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LED	<i>Light-emitting diode</i>
MTur	Ministério do Turismo
NBR	Norma Brasileira
PEAD	Poliétileno de Alta Densidade
PVC	Policloreto de vinila
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

MINISTÉRIO DO TURISMO (MTUR)
CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (CEPED/UFSC)

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO DO
PROJETO-TIPO ELÉTRICO DO MÓDULO
MINICONCHA ACÚSTICA**

TENSÃO DE REDE 380/220 V – EDIFICAÇÃO

SOBRE O DOCUMENTO

O presente documento contém as considerações técnicas para desenvolvimento do projeto elétrico para tensão de rede de **380/220 V** referente à edificação do módulo **Miniconcha acústica**. Diante do exposto, este documento é apresentado em quatro capítulos, sendo eles:

- » Capítulo 1 "Considerações iniciais"
- » Capítulo 2 "Memorial descritivo"
- » Capítulo 3 "Memorial de cálculo"
- » Capítulo 4 "Lista de materiais".

Para entendimento do conteúdo evidenciado, é indicada a leitura das pranchas do projeto arquitetônico e elétrico, bem como do *Memorial do Estudo Luminotécnico* e do *Manual de uso do projeto-tipo do módulo Miniconcha acústica*, entregues junto com este documento.