



PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAJAÍ - SC

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA PARA FORNECIMENTO DE MATERIAL E MONTAGEM ELETROMECÂNICA, EM ATENDIMENTO AO PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA, INFRAESTRUTURAS DE ENERGIA E TELECOM, DA RUA HERCÍLIO LUZ, E PRAÇA DO ANTIGO CORREIO, CENTRO, MUNICÍPIO DE ITAJAÍ / SC.

MEMORIAL DESCRITIVO

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente memorial destina-se a descrever os procedimentos para o fornecimento de materiais elétricos, obra civil e montagem eletromecânica em atendimento ao projeto de iluminação pública, infraestruturas de energia e telecom, da rua Hercílio Luz, e praça do antigo correio, Centro, Município de Itajaí / SC.

Este projeto atende à necessidade da requalificação da via, proposta pela prefeitura municipal de Itajaí – SC.

2. PREMISSAS LUMINOTÉCNICAS

Neste item do memorial serão abordadas as principais definições luminotécnicas utilizadas nos estudos e na elaboração deste projeto. A base das definições foi extraída da norma ABNT NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento.

2.1. Iluminância

A iluminância é a quantidade de luz ou fluxo luminoso que atinge uma unidade de área de uma superfície, aferida em lux (lx). Em áreas urbanas, de acordo com a norma ABNT NBR 5101, os níveis de iluminância são determinados pela atividade desempenhada em determinado local e a respectiva intensidade de uso. Deverão ser considerados os níveis de iluminância média e mínima (E_{med} e E_{min}), obtidos pela média aritmética de um plano horizontal ou vertical (fachadas), especificados em norma vigente.

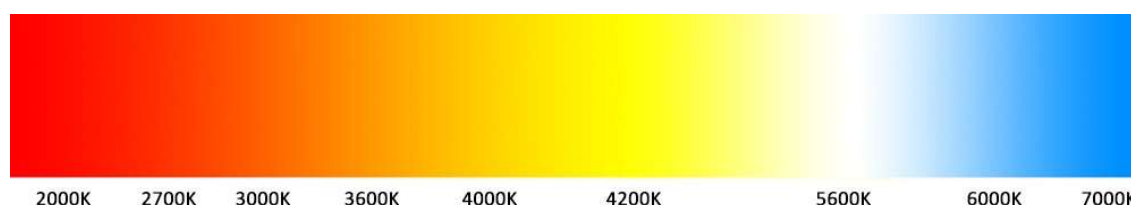
2.2. Fator de Uniformidade da Iluminação

A uniformidade é “a razão entre o valor mínimo e o valor médio” dos níveis de iluminância obtidos por meio de cálculo luminotécnico de um plano horizontal ou vertical especificado, conforme descrito no item anterior.

2.3. Aparência de Cor

A temperatura de cor, temperatura aparente da cor ou temperatura correlata de cor, emitida através de uma fonte luminosa, é uma grandeza luminotécnica que expressa a tonalidade da cor de luz que é obtida. A unidade de medida é o Kelvin (K) e na prática, quanto maior o grau expresso, a tonalidade da luz será mais branca (fria) e quanto menor, mais amarelada (quente). Na Figura 1 é apresentada escala representativa da temperatura correlata de cor.

Figura 1 – Temperatura correlata de cor - TCC



Fonte: <https://medium.com/@rafaelfrota/temperatura-de-cor>

2.4. Ofuscamento

O ofuscamento é a sensação visual resultado da presença de uma ou mais áreas excessivamente brilhantes dentro do campo visual do observador, caracterizadas por ofuscamento desconfortável ao ofuscamento inabilitador (NBR ISO/CIE 8995-1). A medição do índice de ofuscamento se dá por meio do índice de ofuscamento unificado (UGR) e pelo índice limite de ofuscamento unificado (UGRL). Caracterizam-se os níveis de desconforto visual na escala de 1 (insuportável) a 9 (imperceptível) (CIE 31:1976).

2.5. Bug Rating

O BUG Rating define uma metodologia de análise e avaliação das características óticas de uma luminária de uso externo. O BUG representa a observação e ensaio de um determinado equipamento luminoso nas regiões (zonas) posterior (Back), acima dos 90º zênite (*Up*) e índice de ofuscamento (*Glare*). Desta maneira, pode-se observar o desempenho da luminária

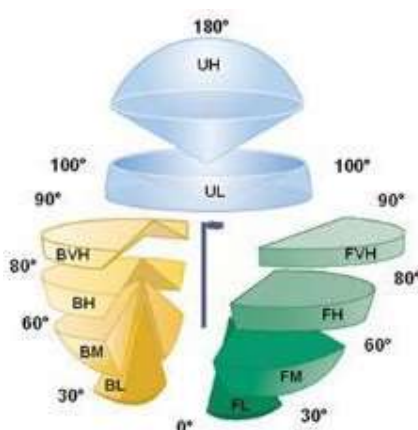
relacionado ao descontrolo óptico (*control spill light*), da luz emitida para o céu (*sky glow*) e luz transgredida (*light trespass*).

Segundo o IES (Illuminating Engineering Society), classificam-se os equipamentos luminosos pela quantidade de lumens quantificados em determinada zona, definidos na Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3 a seguir. Os valores variam de 0 (zero) a 5 (cinco), sendo 0 restrito e 5 irrestrito.

Classificação:

- Back Light Zone: avalia a quantidade de lumens nas zonas BL, BM, BV e BVH, que são zonas opostas aquela sendo iluminada. O índice B0 a B5 é definido pela quantidade de lumens na zona BL;
- Upper Light Zone: avalia a quantidade de lumens nas zonas UL e UH, que são zonas acima dos 90º zênite, o que pode acarretar em baixa eficiência energética e maior índice de poluição luminosa. O índice U0 a U5 baseia-se na quantidade de lumens nas zonas UL e UH;
- Glare: avalia a quantidade de lumens nas zonas FH, FVH, BH e BVH. O índice G0 a G5 é definido pela quantidade de lumens na zona FH. O menor índice garantirá menor desconforto visual e ofuscamento.

Figura 2 – Zonas de distribuição luminosa



Fonte: Innovative Light.

Tabela 1 – Valor máximo de fluxo luminoso [lm] por zona de distribuição luminosa

Ângulo sólido secundário		B0	B1	B2	B3	B4	B5
Luz de fundo / Transgressão	BH	110	500	1.000	2.500	5.000	>5.000
	BM	220	1.000	2.500	5.000	8.500	>8.500
	BL	110	500	1.000	2.500	5.000	>5.000

Fonte: Illuminating Engineering Society (IES).

Tabela 2 – Valor máx de fluxo luminoso [lm] por zona de distribuição luminosa acima de 90°

Ângulo sólido secundário		U0	U1	U2	U3	U4	U5
Luz para cima / Brilho do céu	UH	0	10	50	500	1.000	>1.000
	UL	0	10	50	500	1.000	>1.000

Fonte: Illuminating Engineering Society (IES).

Tabela 3 – Valores de taxa de ofuscamento – Luminárias Assimétricas

Ângulo sólido secundário		B0	B1	B2	B3	B4	B5
Brilho / Ofuscamento	FVH	10	100	225	500	750	>750
	BVH	10	100	225	500	750	>750
	FH	660	1.800	5.000	7.500	12.000	>12.000
	BH	110	500	1.000	2.500	5.000	>5.000

Fonte: Illuminating Engineering Society (IES).

2.6. IRC – Índice de Reprodução de Cor - IRC

O Índice de Reprodução de Cores (IRC), com escala que varia de 0 a 100, define a capacidade de uma determinada fonte luminosa artificial em reproduzir, com fidedignidade, as cores de um espaço e/ou objeto. O Sol é considerado a fonte de luz mais natural que dispomos, tornando-se assim o padrão de comparação (índice 100) para as demais fontes luminosas. Desta forma, quanto maior o IRC, melhor os objetos e espaços terão suas cores reproduzidas por uma, ou conjunto, de fontes luminosas. Na Figura 4 é apresentada representação do índice de reprodução de cores.

Figura 3 – IRC – Índice de Reprodução de Cores



Fonte: enigmilighting.com (adaptado).

2.7. Poluição Luminosa

A poluição luminosa ocorre pelo uso inapropriado ou excessivo da luz artificial, ocasionada por níveis de iluminância inadequados no ambiente urbano. Os efeitos deste fenômeno impactam diretamente o meio ambiente, meio social e esfera econômica, ao onerar o consumo de energia das cidades, afetar a saúde da população urbana e no desarranjo dos ecossistemas.

Os componentes que compõem a poluição luminosa são:

- Abóbada Celeste (*sky glow*): clareamento do céu noturno em áreas inabitadas;
- Transposição de Luz (*light trespass*): iluminação de maneira não intencional ou necessária;
- Desordem Luminosa (*clutter*): uso excessivo de fontes luminosas, causando brilho abundante e desorientação;



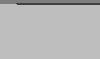
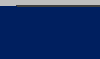












- Ofuscamento (*glare*).

Segundo o estudo publicado na revista Science Advances, em 2016, intitulado “World Atlas of Artificial Night Sky Brightness”, 80% da população mundial vivem sob as abóbadas celestes. No caso do Brasil, esse valor equivale a 32,3%.

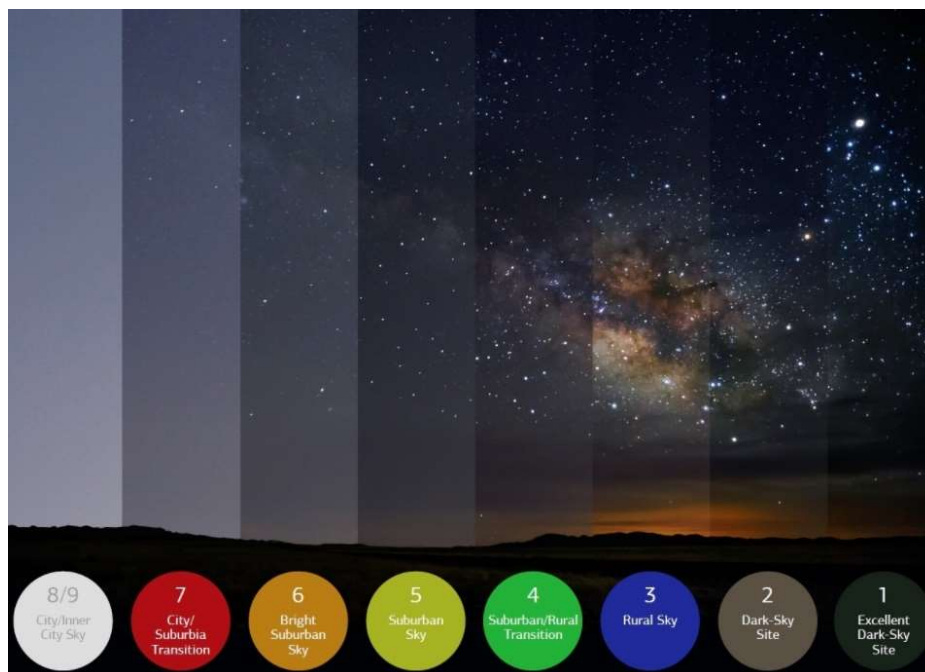
Na Tabela 4 é apresentada escala de definição dos níveis de poluição luminosa e na Figura 6 é apresentado exemplo para visualização do efeito da poluição luminosa.

Tabela 4 – Níveis de poluição luminosa

Relação com brilho natural	Brilho artificial (ucd/m ²)	Brilho total aproximado (mcd/m ²)	Cor	
<0,01	<1,75	<0,176	Preto	
>0,01-0,02	>1,74-3,48	>0,176-0,177	Cinza Escuro	
>0,02-0,04	>3,48-6,95	>0,177-0,181	Cinza	
>0,04-0,08	>6,95-13,9	>0,181-0,188	Azul Escuro	
>0,08-0,16	>13,9-27,8	>0,188-0,202	Azul	
>0,16-0,32	>27,8-55,7	>0,202-0,230	Azul Claro	
>0,32-0,64	>55,7-111	>0,230-0,285	Verde Escuro	
>0,64-1,28	>111-223	>0,285-0,397	Verde	
>1,28-2,56	>223-445	>0,397-0,619	Amarelo	
>2,56-5,12	>445-890	>0,619-1,065	Laranja	
>5,12-10,2	>890-1.780	>1,07-1,96	Vermelho	
>10,2-20,5	>1.780-3.560	>1,96-3,74	Roxo	
>20,5-41,0	>3.560-7.130	>3,74-7,30	Rosa	
>41,0	>7.130	>7,30	Branco	

Fonte: cires.colorado.edu/artificial-light (adaptado).

Figura 4 – Escala de poluição luminosa



Fonte: skyglowproject.com.

ESCALA BORTLE

A escala Bortle é uma medida numérica de nove níveis do brilho do céu noturno em um determinado local. Ele quantifica a visibilidade astronômica de objetos celestes e a interferência causada pela poluição luminosa. John E. Bortle criou a escala e publicou na edição de fevereiro de 2001 da revista Sky & Telescope para ajudar astrônomos amadores a avaliar e comparar a escuridão de locais de observação. A escala varia de Classe 1, os céus mais escuros disponíveis na Terra, a Classe 9, céus urbanos internos semelhantes à luz do dia.

Fonte: skyglowproject.com.

2.8. Coeficiente S/P Ratio

Pela relação entre a visão escotópica e fotópica tem-se o S/P Ratio. A visão fotópica é aquela em que a visão humana se adapta respondendo a estímulos de luz em ambientes claros, que



possuem luminância acima de $5,0 \text{ cd/m}^2$ (*photopic vision*). A visão escotópica é aquela que predomina em ambientes considerados escuros, com luminância abaixo de $0,005 \text{ cd/m}^2$ (*scotopic vision*). O controle da visão escotópica e fotópica ocorre, respectivamente, através dos bastonetes e dos cones. Quando estes dois elementos do sistema visual humano atuam simultaneamente ocorre a visão mesópica (*mesopic vision*), ou seja, nesse caso o olho é adaptado a níveis intermediários de luminância, entre $0,005$ e $5,0 \text{ cd/m}^2$.

O S/P Ratio é a razão entre os lúmens escotópicos e fotópicos gerados por uma determinada fonte luminosa, representam a capacidade que a luz emitida pode impactar a visão humana. Em outras palavras, essa razão indica o fluxo luminoso produzido por certa fonte de luz que efetivamente estimula o olho humano. Logo, ao saber o S/P Ratio é possível estabelecer estratégias de economia de energia.

Em geral, fontes de luz com espectro de ondas menores, ou seja, que possuem maior quantidade de luz azul, costumam possuir um S/P Ratio maior. Na Tabela 5 são apresentados valores para o coeficiente S/P Ratio de alguns tipos de fontes luminosas, observa-se que o coeficiente do LED é superior ao da lâmpada vapor de sódio e se aproxima dos valores para as lâmpadas multivapor metálico.

Tabela 5 – Valores dos coeficientes S/P Ratio

Tipo de lâmpada	Coeficiente S/P Ratio
Vapor de sódio a baixa pressão	0,2
Vapor de sódio a alta pressão	0,4 a 0,6
Lâmpada halógena	1,4
Fluorescente tubular	1,3 a 2,3
Vapor metálico	1,2 a 2,1
LED (luz quente – luz amarelada)	1,2
LED (luz fria – luz branca)	2,0

Fonte: AGI32 (adaptado).



Por exemplo, ao substituir um equipamento luminoso existente de sódio de alta pressão (HPS) que possui um fluxo de 20.000 lumens por uma luminária LED de 5.000 lumens, observa-se que o fluxo luminoso do equipamento LED corresponde à apenas 25% do fluxo luminoso do equipamento vapor de sódio. Mas ao considerar as relações S/P típicas da tabela anterior (0.5 para HPS e 2.0 para LED) obtém-se:

- Lumens escotópico HPS: $20.000 \times 0.5 = 10.000 \text{ lm}$;
- Lumens escotópico LED: $5.000 \times 2.0 = 10.000 \text{ lm}$.

Observa-se que ambas as fontes (HPS e LED) possuem fluxos luminosos equivalentes em ambientes a onde a anatomia da visão humana responde aos estímulos por meio da visão escotópica, como é o caso da iluminação pública noturna.

Dessa forma, deverão ser consideradas as razões S/P na elaboração dos projetos de IP de destaque sem prejuízo da observação e aplicação da norma técnica ABNT NBR 5101 vigente ou a que vier substituí-la.

2.9. NBR 5101

Além das premissas ilustradas acima, os parâmetros mínimos considerados por este projeto foram estabelecidos baseando-se às recomendações da norma ABNT NBR 5101 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 5101 foram utilizados nas etapas de projeto e definição das tecnologias a serem utilizadas nos logradouros do município de Balneário Piçarras. Dessa forma, todas as soluções adotadas atendem aos parâmetros da norma e os resultados obtidos buscaram proporcionar benefícios econômicos e sociais aos munícipes, incluindo:

- Redução de acidentes noturnos;
- Melhoria das condições de vida, principalmente nas comunidades carentes;

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



- Auxílio à proteção policial, com ênfase na segurança dos indivíduos e propriedades;
- Facilidade do fluxo do tráfego;
- Destaque a edifícios e obras públicas durante à noite;
- Eficiência energética.

Os termos mais importantes para compreensão deste relatório estão reunidos abaixo, apresentados na ordem de forma a proporcionar um melhor entendimento do assunto.

2.9.1. Fator de uniformidade da iluminância (em determinado plano) - U:

razão entre a iluminância mínima e a iluminância média em um plano especificado:

$$U = \frac{E_{min}}{E_{med}}$$

Sendo:

- E_{min} é igual à iluminância mínima;
- E_{med} é igual à iluminância média.

2.9.2. Fator de uniformidade da luminância (uniformidade global) - U_o :

razão entre a luminância mínima e a luminância média em um plano especificado:

$$U_o = \frac{L_{min}}{L_{med}}$$

Sendo:

- L_{min} é igual à luminância mínima;
- L_{med} é igual à luminância média.

2.9.2. Fator de uniformidade da luminância (uniformidade longitudinal) - U_L :

razão entre a luminância mínima e a luminância máxima ao longo das linhas paralelas ao eixo longitudinal da via em um plano especificado:

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



$$UL = \frac{Lmin}{Lmax}$$

Sendo:

- Lmin é igual à luminância mínima;
- Lmax é igual à luminância máxima.

2.9.3. Incremento de limiar - TI:

limitação do ofuscamento perturbador ou inabilitador nas vias públicas, que afeta a visibilidade dos objetos. O valor de TI % é baseado no incremento necessário da luminância de uma via para tornar visível um objeto que se tornou invisível devido ao ofuscamento inabilitador provocado pelas luminárias:

$$TI\% = 65x \frac{Lv}{(Lmed)^{0,8}}$$

Sendo:

- Lmed é a luminância média da via;
- Lv é a luminância de velamento.

2.9.4. Índice de ofuscamento - GR:

definido pela CIE Nº 31:1976 [19], caracteriza o desconforto provocado pelo ofuscamento das luminárias em uma escala de números que vai de 1 (insuportável) até 9 (imperceptível).

2.9.5. Razão das áreas adjacentes à via - SR:

relação entre a iluminância média das áreas adjacentes à via (faixa com largura de até 5 m) e a iluminância média da via (faixa com largura de até 5 m ou metade

da largura da via) em ambos os lados de suas bordas. O parâmetro SR pressupõe a existência de uma iluminação própria para a travessia de pedestres, levando em consideração o posicionamento da luminária, de forma a permitir a percepção da silhueta do pedestre pelo motorista (contraste negativo).

Como apresentado na Tabela 6 e Tabela 7, a norma estabelece os requisitos mínimos das grandezas luminotécnicas a partir da classificação das vias, utilizando como parâmetros as classificações estabelecidas no Código de Trânsito Brasileiro, que está baseado no volume de utilização.

Tabela 6 – Requisitos de luminância e uniformidade

Classe de Iluminação	Lmed	UO ≥	UL ≤	TI %	SR
V1	2,00	0,40	0,70	10	0,5
V2	1,50	0,40	0,70	10	0,5
V3	1,00	0,40	0,70	10	0,5
V4	0,75	0,40	0,60	15	-
V5	0,50	0,40	0,60	15	-

Fonte: ABNT NBR 5101.

Tabela 7 – Requisitos de iluminância e uniformidade

Classe de Iluminação	Iluminância Média	Fator de Uniformidade
	Mínima E med,min (lux)	Mínimo <i>U = Emin/Emed</i>
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Fonte: ABNT NBR 5101.



Para o tráfego de pedestres a norma brasileira também classifica a iluminação de acordo com a sua utilização noturna e estabelece os valores mínimos iluminância média e de uniformidade, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Requisitos de iluminância e uniformidade para cada classe de vias de pedestres

Classe de Iluminação	Iluminância	Fator de Uniformidade
	Horizontal Média Emed (Lux)	Mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: ABNT NBR 5101.

2.10. CENÁRIOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Na implementação deste projeto foi considerado principalmente o ganho de qualidade da iluminação nas vias, além do ganho com custos de manutenção e consumo, no horizonte de vida útil das luminárias.

Na Rua Hercílio Luz serão implantados 52 conjuntos de iluminação pública ornamental, e na Rua Colorida 9 conjuntos de iluminação pública ornamental com luminárias LED de 150W em postes de 4 m livres. No solo serão implantados spots de LED ao longo das vias, conforme projeto.

Nos bancos serão instaladas fitas de LED e tomadas para carregamento de celulares, serão protegidos por disjuntor instalado junto com a fonte em quadro termoplástico IP67 instalado abaixo do banco.



Na praça serão implantados 4 conjuntos de iluminação pública com luminárias LED de 150W em postes de 10 m livres. Para iluminação da árvore serão utilizados 4 projetores na cor verde.

Junto à edificação de apoio da praça será instalado uma caixa à 3,5m do piso, montada com 2 tomadas 2P+T 20^a/250V IP67, interligada ao quadro de distribuição da edificação, protegida por um disjuntor de 16A exclusivo para ela. Nestas tomadas serão conectados os cordões luminosos para eventos.

3. RELAÇÃO DE OBRAS E DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

3.1. OBRAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

- Fornecimento e instalação de 61 conjuntos de iluminação pública, com substituição das luminárias de baixa eficiência energética por luminárias de alto rendimento luminotécnico e alto rendimento conforme especificações abaixo:
 - a. Luminária ornamental para espaços urbanos, tecnologia LED, de 150W máximo, 220V - AC, IP66, IK08, FP>0,92, THD<20% ou superior, corpo de alumínio, vidro temperado, temperatura de cor 4000K, 60Hz, Ótica dupla assimétrica, Fluxo luminoso mínimo de 16.000lm, IRC 70 ou maior.
 - b. Poste cônico contínuo em fibra sem emendas, 4,0m livre (altura total 5,0m), engastado. Com janela de inspeção e chassi para fixação de proteção, com ponto de aterramento.
- Fornecimento e instalação para a praça de 4 conjuntos de iluminação pública, sendo cada conjunto composto por um poste de 10m e 4 luminárias em pétalas a 90° uma da outra, conforme especificações abaixo:



- c. Luminária de iluminação pública, tecnologia LED, de 150W máximo, 220V - AC, IP66, IK08, FP>0,92, THD<20% ou superior, corpo de alumínio, vidro temperado, temperatura de cor 4000K, 60Hz, Fluxo luminoso mínimo de 19.000lm, IRC 70 ou maior.
- d. Poste cônico contínuo em fibra sem emendas, 10,0m livre (altura total 11,0m), engastado. Com janela de inspeção e chassi para fixação de proteção, com ponto de aterramento.
- e. Núcleo em fibra para fixação de luminárias em poste, 4 braços 50cm a 90°.
- Spot em aço INOX, embutido de solo, LED 6W, 750lm (mínimo), vidro temperado, IK09, IP 67, 127/220V a serem instalados no piso, conforme projeto.
- Balizador metálico 10x10x1000mm, 50W máx., iluminado frente e verso com LEDs, para serem instalados próximos à faixa de pedestres.
- Projetor de imagens, a serem projetadas no piso, IP66 mín., 100W máx, a serem colocados em postes de 4m de altura livre (duas unidades por poste).
- Projetor de iluminação pública, tecnologia LED, de 100W, 220V - AC, IP66, IK08, FP>0,92, THD<20% ou superior, corpo de alumínio, vidro temperado, de cor verde, 60Hz, para iluminação da árvore da praça.
- Fita LED 12V ou 24V IP67, com fonte, para iluminação dos bancos.
- Tomada 2P+T à prova de tempo, para carregamento de celulares, a serem utilizadas nos bancos.



- Caixa termoplástica montada com 2 tomadas 2P+T 20A/250V IP67, para cordão LED de eventos.
- Cintas, parafusos, conectores, cabeamento e demais acessórios

3.2. INFRAESTRUTURA PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Execução de obra civil de infraestrutura para rede de distribuição de energia para a concessionária.

Será executado um banco de dutos de uso posterior e exclusivo para a concessionária de energia Celesc. Este serviço compreende a abertura de valas e execução do banco de dutos bem como a instalação das caixas de concreto com tampas de ferro nodular com interligações a outras caixas já existentes conforme projeto.

O banco de dutos para rede de distribuição de energia deve estar afastado 50 cm de outros sistemas.

3.3. INFRAESTRUTURA PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE TELECOM

Execução de obra civil de infraestrutura para rede de distribuição para utilização onerosa das empresas de Telecom.

Será executado um banco de dutos de uso posterior, oneroso e exclusivo para as operadoras de Telecom. Este serviço compreende a abertura de valas e execução do banco de dutos bem como a instalação das caixas de concreto com tampas de ferro nodular com interligações a outras caixas já existentes conforme projeto.

4. PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DE OBRAS

A aplicação dos serviços se dará nas estruturas previstas no projeto específico conforme relacionado no item 3 deste memorial.



Os serviços deverão ser orientados de modo a serem executados observando as estruturas já existentes no solo, garantindo as distâncias entre sistemas, profundidade mínima e a segurança das instalações.

5. PROJETO CIVIL

5.1. CAIXAS DE PASSAGEM SUBTERRÂNEAS

5.1.1 Caixas de Passagem

As caixas de passagem podem ser construídas em alvenaria ou pré-moldadas em concreto armado, conforme dimensões definidas em planta. Estas caixas de passagem devem possuir tampas de ferro fundido nodular padrão Celesc. As tampas padrão Celesc, devem se apoiar sobre uma guarnição de cantoneira de aço, rigidamente fixada na caixa.

Para a execução, um projeto estrutural deve ser feito para caixas de inspeções e de passagens, bases de transformadores e quadros de distribuição em pedestal, devendo indicar:

- a) Memória de cálculo;
- b) Forma;
- c) Armações;
- d) Características do concreto;
- e) Normas consideradas no projeto.

5.1.2. Embocaduras

Na entrada e saída de eletrodutos das caixas de passagem ou paredes de câmaras subterrâneas, deverão ser construídas embocaduras de arremate destes dutos. Deverá ser prevista abertura na parede de concreto de maneira a permitir a instalação do número de dutos solicitado no projeto, bem como, do espaçamento mínimo entre eixos dos dutos. A concretagem de chegada ou saída da linha de dutos deverá ser feita utilizando-se formas laterais, de maneira a garantir o adensamento do concreto junto à parede. Este concreto deverá conter aditivo



impermeabilizante. Na chegada dos dutos junto às paredes de concreto, os mesmos deverão ser travados por meio de gabaritos espaçados de 1 m, de maneira a permitir sua concretagem sem o deslocamento dos mesmos. Não é permitida a emenda dos tubos nos primeiros 3 m (três metros), junto à embocadura. Para instalação dos dutos, os mesmos deverão ser encaixados em uma forma de madeira com a furação adequada ao diâmetro e ao número de dutos previstos, fixada rente a parte interna da caixa ou parede da câmara, permitindo o alinhamento uniforme e espaçamento mínimo. A forma somente poderá ser removida após três dias de cura. Após remoção desta forma, deverá ser feito o recorte do excedente de duto rente a parede de concreto. Nas embocaduras deverão ser utilizados tampões rosqueáveis para os dutos livres e, terminais rosqueáveis para os dutos que serão ocupados imediatamente, permanecendo estes como acabamento final da embocadura dos dutos, (massa para proteção).

5.1.3. Impermeabilização de Caixas

As caixas de passagem deverão ser impermeáveis. Deve ser realizada a impermeabilização internamente na caixa de passagem e caixa de ligação com revestimento de argamassa no traço 1:4 (cimento + fina) bem desempenado. Essa argamassa deverá conter aditivo impermeabilizante.

5.2 BANCO DE DUTOS / ESPECIFICAÇÃO

5.2.1. Generalidades

Esta especificação técnica tem por objetivo atender as condições mínimas exigíveis e os ensaios a serem efetuados nos dutos Polietileno de Alta Densidade (PEAD) para instalação de cabos de energia elétrica. Nas canalizações para instalação de cabos são utilizados dutos corrugados espiralados de polietileno de alta densidade – PEAD - instalados diretamente enterrados, envelopados em areia grossa ou, quando instalado sob leito (pistas) de ruas ou locais com trânsito de veículos, devem ser protegidos por placas de concreto (padrão CELESC). Os dutos de PEAD devem ser construídos com composto termoplástico, de seção circular, com corrugação externa e interna, com excelente raio de curvatura, impermeável, destinado à proteção de cabos

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



subterrâneos de energia elétrica, fornecido com fita de aviso “Perigo Alta Tensão” e com fio guia de aço galvanizado, de acordo com a especificação E-313.0062 Dutos Corrugados para Infraestrutura, da Celesc e norma ABNT NBR 13897 / 13898. Os dutos de PEAD devem suportar uma carga mínima de 680 N. Fornecidos em rolos de 50 m ou 100 m. As emendas de dutos PEAD devem ser feitas através de conexões rosqueáveis ou por encaixe através de luva de mesmo material, sendo que após suas aplicações devem ser vedadas com fita de vedação ou mastic e protegidas através de enfaixamento com filme de PVC. Antes das emendas serem executadas, as conexões devem ser rosqueadas ou encaixadas totalmente para um dos lados e os fios guias internos aos dutos devem ser muito bem emendados. Esta emenda deve ser revestida com fita isolante.

5.2.2. Diâmetros dos Dutos

Os dutos de PEAD padronizados pela CELESC devem ter diâmetros internos mínimos de:

Diâmetro nominal (polegadas)	Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Diâmetro externo (mm)
2"	50	50,8	63,4
3"	75	75,0	89,0
4"	100	102,0	124,5
6"	150	155,6	190,8

O diâmetro interno máximo dos dutos de PEAD não deverá ser superior a 1,1 vezes o valor do diâmetro interno mínimo. Nota: face às variações nos diâmetros dos dutos, é recomendável que sejam adquiridos de um único fabricante.

5.2.3. Profundidade Mínima

Os dutos devem ser instalados com uma profundidade mínima (distância entre o nível do solo e a superfície superior do duto). Ver desenho no projeto.

Dutos diretamente enterrados no solo envoltos em areia grossa: profundidade mínima de 0,80m para MT e 0,60m para BT.

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



Quando não for possível, devido a outras interferências locais, os dutos deverão ser envelopados em concreto 25Mpa mín, podendo reduzir esta profundidade até 0,40m do nível da pista.

5.2.4. Espaçamentos entre Dutos

O espaçamento deverá obedecer a recomendação do projeto, detalhado em corte específico. Os dutos envoltos em areia compactada devem ser instalados com espaçamentos mínimos entre eles de 30mm. Em banco de dutos protegidos por placas de concreto ou concretados as distâncias mínimas entre os mesmos também devem ser de 30mm.

5.2.5. Extremidades dos Dutos

Nas extremidades dos dutos deverão ser instalados terminais ou tampões rosqueáveis para dutos de PEAD que devem ser cortados quando do lançamento dos cabos, de modo a serem usados como bocais terminais de acabamento e proteção. Nas entradas das caixas de passagem, recomenda-se a utilização de dois quadros envolvidos por concreto, objetivando o paralelismo dos dutos, conforme mostrado nos detalhes das caixas.

5.2.6. Fio Guia

Fio guia de aço galvanizado deve ser instalado internamente a todos os dutos. O fio guia deve ser fornecido pelo fabricante dos dutos.

5.2.7. Fita de Advertência “PERIGO ALTA TENSÃO”

Deve ser instalada uma fita de advertência, de polietileno de baixa densidade, acima de todos os bancos de dutos. Esta fita deve ser instalada cerca de 20 cm abaixo da superfície e sobre os dutos, conforme projeto. A fita de advertência deve ser fornecida pelo fabricante dos dutos.

5.2.8. Mandrilhamento

Após o término da construção das linhas de dutos, um mandril deve ser passado nos mesmos com o objetivo de verificar a existência de agentes externos indesejáveis em seus interiores ou de curvas fora da especificação. Os mandris podem ser feitos de madeira ou alumínio, e devem

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



ter as dimensões definidas em projeto. Se for encontrada alguma dificuldade com o mandril, uma série de escovas deve ser passada em cada direção. Se o duto estiver parcialmente obstruído por lama, terra ou detritos, o mesmo deve ser completamente limpo.

Após passagem do mandril no interior dos dutos para limpeza dos mesmos, deverão ser colocados os tampões rosqueáveis. Antes do tamponamento de qualquer tipo de duto, deve ser deixado um fio guia no interior de cada um.

Recomenda-se que o mandrilhamento seja feito após todo o processo de compactação do terreno.

5.3. SERVIÇOS DE INSTALAÇÃO DE CANALIZAÇÕES E CAIXAS DE PASSAGEM

A instalação de caixas e banco de dutos deve ser feita considerando uma série de etapas que estão apresentadas sucintamente a seguir:

5.3.1. Escavação

As escavações em regiões urbanas devem ser cercadas e sinalizadas com cartazes de advertência. Durante a noite devem ser colocados sinais luminosos. A escavação pode ser feita manual ou mecanizada dependendo das condições locais. O fundo da vala deve ser isento de pedras soltas, detritos orgânicos, etc., e apresentar-se perfeitamente limpo, sendo que o mesmo deve ser previamente apiloado. Todas as escavações devem ser feitas a seco. As valas deverão ser escavadas de modo a permitir que as linhas de dutos possam ser construídas com inclinação mínima de 1% em direção às caixas, com finalidade de propiciar a drenagem das linhas de dutos, bem como evitar o acúmulo de sujeiras ou água. Caso o lençol freático esteja próximo à superfície, e nas valas verter água, deverão ser usados equipamentos para o rebaixamento do lençol freático, mediante emprego de ponteira e bombeamento.

5.3.2. Escoramento

Escavações até 1,3 m de profundidade, em geral, podem ser executadas sem especial segurança com paredes verticais desde que as condições de vizinhança e o tipo de solo permitam. Se o terreno não possuir coesão suficiente para manter os cortes aprumados, os taludes das

Rua Luiz Lopes Gonzaga, 1655 Bairro: São Vicente Itajaí – SC CEP: 88309-421
Fone / Fax: (47) 3404-8000 - E-mail: amfri@amfri.org.br



escavações devem ser protegidos com escoramento. Deverão ser observados os critérios mínimos de escoramento dispostos na NBR 9061 - Segurança de escavação a céu aberto. Ao término dos serviços o escoramento será totalmente retirado, no sentido vertical, sem que ocorram esforços e/ou movimentos laterais que provoquem alterações nas condições de compactação do material aplicado. Os espaços resultantes da retirada das escoras deverão ser preenchidos com areia grossa e compactados.

5.3.3. Apiloamento do Fundo da Vala

O fundo das valas deve ser apiloado de modo a produzir uma superfície plana e nivelada, sem partículas soltas de solo. Só será iniciado o assentamento dos dutos após a escavação total da vala no trecho projetado, de maneira que sejam mantidos os alinhamentos entre a saída e chegada dos dutos.

5.3.4. Instalação dos Dutos Diretamente Enterrados

Para instalação de dutos em PEAD, no início da vala deve ser colocado um cavalete com roletes para suportar os rolos, de modo a permitir que os mesmos sejam desenrolados e puxados por corda de sisal amarrada em sua extremidade.

- Nas instalações de dutos PEAD diretamente enterrados devem ser obedecidos os critérios citados a seguir:

- a) Os dutos devem ser lançados sobre uma camada de areia ou bakcfill, conforme projeto.
- b) Durante todo o processo de lançamento os dutos PEAD devem estar tamponados. Depois de lançados na vala os dutos devem ser tracionados utilizando uma alavanca amarrada em sua extremidade através de corda.
- c) Assentada a primeira camada de linha de dutos, os mesmos devem ser separados na horizontal com espaçadores tipos pente, adequado ao seu diâmetro externo, enquanto se preenche de areia entre e ao redor dos mesmos.

5.3.5. Reaterro e Compactação de Banco de Dutos com Areia Grossa



As camadas intermediárias entre os dutos diretamente enterrados devem ser compactadas através do processo manual com recobrimento de areia, tomando-se o cuidado para que todos os espaços vazios sejam preenchidos. Se a areia estiver excessivamente seca, umedecê-la o suficiente a fim de permitir uma compactação adequada. Este processo consiste no lançamento de água a cada camada de dutos e deve ser efetuado com cuidados especiais para não provocar o escoamento da areia ou flutuação da linha de dutos. A compactação do solo acima da última camada de dutos deve ser executada através do processo mecânico em camadas de no máximo 200 mm de espessura.

5.3.6. Proteção Mecânica

A placa de concreto tem por finalidade sinalizar e proteger mecanicamente a rede de distribuição subterrânea contra possíveis danos provocados por obras de terceiros ou de outras concessionárias de serviços públicos. Deverá ser executada de acordo com as informações do Projeto Executivo ao longo de toda a rede, inclusive nas caixas de saída e chegada dos cabos nas subestações e nas caixas de emendas.

5.3.7. Sinalização de Advertência

Fitas plásticas de advertência serão ser instaladas ao longo de toda a rota, com o objetivo de sinalizar e proteger a rede de distribuição subterrânea contra possíveis danos provocados por obras de terceiros ou de outras concessionárias de serviços públicos. Essas fitas serão fornecidas na cor amarela, com 0,3 mm de espessura mínima, com as palavras “PERIGO - ALTA TENSÃO” grafadas na cor preta, ou outro padrão CELESC. A localização dessas fitas será de “primeira linha”, isto é, 20 cm abaixo do nível da rua ou do terreno.

5.3.8. Recomposição do Pavimento ou do Terreno Original

Após a compactação do reaterro da vala será executada a recomposição do pavimento nas condições originais, isto é, gramado, calçamento, asfalto, etc., e de forma a evitar elevações ou depressões que possam causar danos ao trânsito de pessoas ou de veículos.



5.3.9. Remoção e Transporte de Terra e Entulho

A Executora deverá manter o local constantemente limpo, responsabilizando-se pela remoção e transporte do entulho / terra.

5. SEGURANÇA DAS INSTALAÇÕES

Como tópico fundamental do projeto, deve ser considerado a segurança de pessoas, dos profissionais envolvidos com as atividades de montagem, bem como do patrimônio de terceiros.

Para prevenir todas as possíveis ocorrências de riscos humanos e prejuízos materiais, devem ser adotadas as prescrições normativas do Ministério do Trabalho, referentes à segurança do trabalho, através do uso de equipamentos de segurança, EPIs e EPCs e aplicação de proteções físicas e obstáculos para evitar contatos acidentais com as partes energizadas do sistema.

Todos os custos referentes à aplicação de segurança de pessoal e na execução da obra devem contemplados no valor ofertado.

6. RESPONSABILIDADES

O projeto elétrico, aqui descrito e constituído, possui a responsabilidade técnica do autor. Todas as alterações executadas na obra, antes ou após a energização, deverão ser apresentadas previamente ao responsável técnico, para sua apreciação e aprovação, para que se mantenha sua responsabilidade técnica integral sobre o mesmo, sob pena de responsabilizar o proprietário da obra e seus executores pelos danos e consequências advindos de eventuais acidentes e suas consequências, causados por inconformidades da obra.

Eng. Ricardo Wagner Sandri

CREA/SC 20.132-5