

# GUIA DE ESPECIFICAÇÕES PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

CURITIBA - PR

**VERSÃO 4.0**



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>PREFÁCIO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>PROCEDIMENTOS E ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.</b>	<b>MACROATIVIDADE: PROJETO .....</b>	<b>10</b>
3.1.1.	<i>Atividade: Solicitação de diretriz .....</i>	<i>11</i>
3.1.2.	<i>Atividade: Elaboração do Projeto .....</i>	<i>12</i>
3.1.3.	<i>Atividade: Aprovação do projeto .....</i>	<i>13</i>
<b>3.2.</b>	<b>MACROATIVIDADE: OBRA.....</b>	<b>16</b>
3.2.1.	<i>Atividade: Homologação de equipamentos.....</i>	<i>16</i>
3.2.2.	<i>Atividade: Execução da Obra.....</i>	<i>17</i>
<b>3.3.</b>	<b>MACROATIVIDADE: RECEBIMENTO .....</b>	<b>19</b>
3.3.1.	<i>Databook da Obra .....</i>	<i>20</i>
<b>4.</b>	<b>ENGENHARIA E ESPECIFICAÇÕES .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.</b>	<b>PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA .....</b>	<b>25</b>
4.1.1.	<i>Levantamento de campo .....</i>	<i>26</i>
4.1.2.	<i>Projeto Luminotécnico .....</i>	<i>27</i>
4.1.3.	<i>Projeto Elétrico .....</i>	<i>36</i>
4.1.4.	<i>Memorial Descritivo e Lista de Materiais e Serviços .....</i>	<i>38</i>
4.1.5.	<i>Composição do projeto de iluminação pública.....</i>	<i>40</i>
<b>4.2.</b>	<b>EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E PADRÕES CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>40</b>
4.2.1.	<i>Luminária LED .....</i>	<i>41</i>
4.2.2.	<i>Acionamento e Comando .....</i>	<i>42</i>
4.2.3.	<i>Temporizador .....</i>	<i>42</i>
4.2.4.	<i>Relé fotoelétrico.....</i>	<i>42</i>
4.2.5.	<i>Quadro de comando.....</i>	<i>43</i>
4.2.6.	<i>Postes.....</i>	<i>45</i>
4.2.7.	<i>Braços e suportes .....</i>	<i>67</i>
4.2.8.	<i>Condutores e conexões .....</i>	<i>77</i>
4.2.9.	<i>Eletrodutos .....</i>	<i>79</i>
4.2.10.	<i>Plaquetas de identificação e modo de instalação .....</i>	<i>79</i>
4.2.11.	<i>Escavações de valas.....</i>	<i>82</i>
4.2.12.	<i>Caixas de passagem.....</i>	<i>84</i>
4.2.13.	<i>Aterramento, equipotencialização e proteção.....</i>	<i>87</i>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>94</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Procedimentos para novas instalações de IP.....	10
Figura 2: Requisitos Gerais para contratação de projetos ou obras de iluminação pública ..	10
Figura 3: Fluxo de análise e aprovação de projetos de iluminação pública. ....	15
Figura 4: Etapas do projeto de iluminação pública.....	25
Figura 5: Detalhe de conexões em quadro de comando. ....	45
Figura 6: Poste metálico engastado padrão 6m útil braço simples.....	47
Figura 7: Poste metálico flangeado padrão 6m útil braço simples.....	48
Figura 8: Poste metálico engastado padrão 8m útil braço simples.....	49
Figura 9: Poste metálico flangeado 8m útil braço simples.....	50
Figura 10: Poste metálico engastado padrão 8m útil braço duplo assimétrico .....	51
Figura 11: Poste metálico flangeado padrão 8m útil braço duplo assimétrico .....	52
Figura 12: Poste metálico engastado padrão 8m útil braço duplo .....	53
Figura 13: Poste metálico flangeado padrão 8m útil braço duplo .....	54
Figura 14: Poste metálico engastado padrão 10m útil braço simples.....	56
Figura 15: Poste metálico flangeado padrão 10m útil braço simples.....	57
Figura 16: Poste modelo cônico 5m de altura total para vias públicas .....	58
Figura 17: Poste metálico cônico 6m de altura total para vias públicas.....	59
Figura 18: Poste polimérico (PRFV) cônico 5m de altura total para vias públicas .....	60
Figura 19: Poste polimérico (PRFV) cônico 6m de altura total para vias públicas .....	61
Figura 20: Poste polimérico (PRFV) cônico 12m de altura total .....	62
Figura 21: Poste polimérico (PRFV) cônico 15m de altura total. ....	63
Figura 22: Tipos de engastamento.....	65
Figura 23: Tipo engastamento manilha.....	66
Figura 24: Tipo engastamento manilha.....	67
Figura 25: Braço modelo BRIP-1. ....	68

Figura 26: Braço modelo BRIP-2. ....	69
Figura 27: Braço modelo BRIP-3. ....	70
Figura 28: Braço modelo BRIP-4. ....	71
Figura 29: Braço modelo BRIP-5. ....	72
Figura 30: Braço modelo BRIP-6. ....	73
Figura 31: Braço modelo BRIP-7. ....	74
Figura 32: Suporte para projetores padrão “pétalas” .....	75
Figura 33: Suporte topo de poste simples 50cm. ....	76
Figura 34: Suporte topo de poste duplo 50cm. ....	77
Figura 35: Modelo de plaqueta de identificação. ....	80
Figura 36: Plaqueta instalada em ponta de braço. ....	81
Figura 37: Plaqueta transversal ao braço, fixada com abraçadeira tipo D.....	81
Figura 38: Vala com caixa de passagem. ....	83
Figura 39: Vala e envelopamento de concreto para redes subterrâneas em locais sem pavimentação .....	84
Figura 40: Travessia de veículo. ....	84
Figura 41: Detalhe caixa de passagem.....	86
Figura 42: Detalhe caixa de passagem antifurto para enterrar.....	86
Figura 43: Detalhe caixa de passagem antifurto para casos de ser instalada rente à superfície do piso.....	87
Figura 44:Ligação do aterramento de luminária viária diretamente no neutro da B.T.....	88
Figura 45: Esquema de aterramento em caixa de passagem .....	89
Figura 46: Terminal de aperto/pressão para aterramento de equipamentos/carcaças metálicas. (fonte: <a href="https://www.intelli.com.br/produtos/terminais/terminais-de-apertopressao/terminal-ta">https://www.intelli.com.br/produtos/terminais/terminais-de-apertopressao/terminal-ta</a> ) .....	90
Figura 47: Detalhe da conexão do aterramento poste metálico engastado. ....	91
Figura 48: Detalhe da conexão do aterramento poste metálico flangeado. ....	91
Figura 49: Detalhe de aterramento eletroduto metálico.....	92

## ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIE	<i>Commission Internationale de L'Éclairage</i>
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
IES	<i>Illumination Engineering Society</i>
IP	Iluminação Pública
IRC	Índice de Reprodução de Cor
LED	<i>Light-emitting diode</i> (diodo emissor de luz)
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PMC	Prefeitura Municipal de Curitiba
PPP	Parceria Público-Privada
SSO	Segurança e Saúde Ocupacional
TCC	Temperatura de cor correlata

## 1. PREFÁCIO

A iluminação pública (IP) é um serviço de competência do poder municipal destinado à iluminação de ruas, praças, avenidas, túneis, passagens subterrâneas, jardins, vias, estradas, passarelas, fachadas de prédios e monumentos públicos, obras de arte de valor histórico, cultural ou ambiental, localizados em áreas públicas.

Posto isso, por sua importância, torna-se indispensável a adoção de critérios técnicos e formais não só para os serviços rotineiros de adequada manutenção, mas também para previsão e planejamento de novas obras em decorrência das aglomerações urbanas e, conseqüentemente, do tamanho do parque; explicitação das informações norteadoras para o planejamento dos serviços e materiais de manutenção; critérios preferenciais para valorização do patrimônio histórico através da iluminação, respeitando-se também o entendimento da estrutura política e social. Em uma visão estratégica, as políticas adotadas para os sistemas de iluminação pública devem estar alinhadas às políticas públicas da administração municipal, respeitando-se às peculiaridades singulares do município.

Para atender as funções básicas da iluminação pública e proporcionar um serviço de qualidade para todos os cidadãos, a Administração Municipal de Curitiba estabeleceu uma Parceria Público-Privada (PPP) com a ENGIE Soluções Cidades Inteligentes e Infraestrutura de Curitiba S.A (CONCESSIONÁRIA). A PPP visa, em curto prazo, modernizar todo o parque de IP, com redução de consumo de energia e adequação dos níveis de iluminação em todos os logradouros da cidade.

Ocorre que, eventualmente, e por determinação da Administração Pública de Curitiba, algumas obras e intervenções na Rede de IP poderão ser executadas por empresas não vinculadas à CONCESSIONÁRIA e, da mesma forma, a Administração Municipal deve assegurar o mesmo padrão de qualidade do que aquele exigido no âmbito da PPP. Sendo assim, o objetivo desse Guia de Especificações é tornar públicos os procedimentos para elaboração de novos projetos e execução de obras de iluminação pública, visando a aprovação e recebimento pela CONCESSIONÁRIA, de modo a garantir sua operação e manutenção. Para garantir a qualidade destas novas instalações em todo seu ciclo de vida, este Guia estabelece uma padronização de equipamentos e materiais, projetos, interfaces com o meio ambiente e segurança, procedimentos de fiscalização e aprovação, entre outros.

## 2. GLOSSÁRIO

Para o entendimento das especificações e procedimentos apresentados neste Guia, são relacionados abaixo alguns conceitos no âmbito da iluminação pública.

- Altura de montagem – distância vertical entre a superfície da via de veículos e o centro de luz aparente da luminária.
- Chaves de Comando – Em geral, são utilizados relés fotoeletrônicos, de forma que os sistemas de iluminação pública sejam automaticamente acionados e desligados com o início e o término dos escurecimentos.
- Classificação viária – Classificação das vias para determinar os níveis mínimos de iluminação nas pistas de rodagem e áreas de circulação de pedestres. Seguem as disposições previstas no CTB e na norma ABNT NBR 5101.
- Dimerização – Redução gradual e controlada do nível de iluminância através de equipamentos pré-programados ou com gerenciamento remoto.
- Distribuição vertical – Linha de intensidade traçada em um determinado plano perpendicular ao plano da via que contém a luminária.
- Distribuição transversal – Linha de intensidade traçada no plano perpendicular ao eixo longitudinal e que contém a luminária.
- Distribuição longitudinal – Linha de intensidade traçada no plano paralelo ao eixo longitudinal da via e que contém a luminária.
- Espaçamento – Distância entre sucessivas unidades de iluminação, medida paralelamente ao longo da linha longitudinal da via.
- Eficiência luminosa de uma fonte de luz ( $\eta$ ) – Razão do fluxo luminoso emitido, para a potência consumida pela fonte. A unidade é lumens por Watt (lm/W).
- Fator de depreciação da luminária – É a perda luminosa considerando o acúmulo de sujeira no interior do grupo ótico da luminária e varia de acordo com o grau de proteção (IP) da mesma.
- Fator de depreciação da instalação – É a perda luminosa considerando as condições de sujeira e poluição onde o projeto estará inserido.
- Fator de manutenção total – Fator aplicado nas simulações, o qual representa o agrupamento de todas as depreciações que causam redução do fluxo luminoso no equipamento ao longo de sua vida, é obtido pela multiplicação dos fatores causadores individuais.
- Fluxo luminoso ( $\Phi$ ) – Grandeza derivada do fluxo radiante pela avaliação da radiação de acordo com a ação sobre o observador fotométrico padrão CIE. A unidade é lúmen (lm).

- Índice de reprodução de cor (IRC) – Caracteriza a capacidade de reprodução de cores dos objetos iluminados por uma fonte luz. O IRC proporciona uma indicação da capacidade da fonte de luz para reproduzir padrão de cores em comparação com a reprodução prevista por uma luz padrão.
- Intensidade luminosa (Ip) – É a intensidade do fluxo luminoso projetado em uma determinada direção. A unidade é candela (cd).
- Iluminância – A iluminância é a medida da quantidade de luz que incide sobre uma superfície. Tem como unidade do SI o lux (lx).
- Luminárias LED – As luminárias LED são basicamente compostas da carcaça (com dissipador de calor para não prejudicar a vida útil); placas de LED; estrutura óptica (lentes, colimadores e refletores) que proporcionam o direcionamento da luz emitida; e o driver que é o dispositivo eletrônico responsável pelo acionamento e controle dos LEDs.
- Ofuscamento – Condição de visão na qual há um desconforto ou uma redução da capacidade de distinguir detalhes ou objetos, devido a uma distribuição desfavorável das intensidades luminosas ou contraste excessivo.
- Rendimento (de uma luminária) – Razão entre o fluxo total emitido pela luminária e o fluxo luminoso da lâmpada medido fora da luminária.
- Rede de IP – Refere-se a todos os conjuntos luminotécnicos, incluindo suportes, luminárias, chaves de comando, relés e equipamentos.
- Suportes – As luminárias de iluminação pública utilizam suportes para realizar o afastamento horizontal e longitudinal da estrutura de fixação até o local do ponto luminoso. Na maioria dos casos, são utilizados suportes metálicos (braços, núcleos, etc) estando presentes em estruturas que variam, desde estruturas de concreto até mesmo estruturas metálicas. Estes suportes devem ser dimensionados para que o ponto luminoso tenha a sua melhor eficiência, obtendo a angulação e distância corretos conforme o projeto luminotécnico ou podem ser dimensionados em ocasiões específicas para atender a estética desejada naquele local.
- Temperatura de cor correlata (TCC) – É o termo usado para descrever a cor de uma fonte de luz, quando comparada à cor do irradiador de corpo negro padrão e é expressa em graus Kelvin (K). Quanto mais alta é a temperatura de cor correlata, mais branca é a cor da luz.
- Temporização – Interrupção instantânea da iluminação pública.
- Uniformidade da iluminância (U) – razão entre a iluminância mínima e a iluminância média em uma determinada área:  $U = E_{\min} \div E_{\text{med}}$ , onde  $E_{\min}$  é igual à iluminância mínima e  $E_{\text{med}}$  é igual à iluminância média.



### 3. PROCEDIMENTOS E ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

A execução de novas obras de iluminação pública requer, além do emprego de materiais com qualidade assegurada e da correta prestação dos serviços, de acordo com as normas vigentes, atenção especial para uma série de procedimentos a serem adotados nas etapas de Projeto, Obra e Recebimento. Vale ressaltar que cada procedimento aqui tratado apresenta diretrizes a serem seguidas, que visam contribuir com a uniformização dos processos, garantindo a qualidade da obra em todo o seu ciclo de vida e a satisfação dos usuários da iluminação pública desses locais.

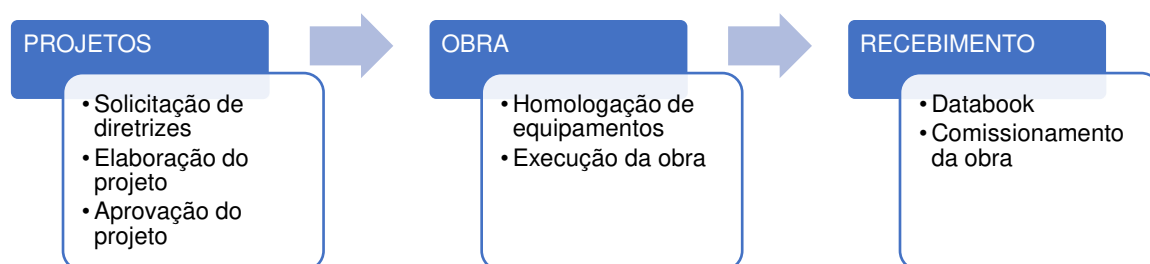
Contudo, é importante salientar que o Guia de Especificações não se sobrepõe às normas e a legislação que o fundamentam, nem tem por finalidade esgotar os temas aqui abordados. Isso quer dizer que este documento pode ser revisto e atualizado sempre que haja alterações na legislação e/ou normas técnicas, ou ainda inovações tecnológicas que indiquem a necessidade de sua atualização.

Os procedimentos transcritos neste Guia devem ser observados por todos os órgãos ou entidades, tanto públicos como privados, a fim de viabilizar a aprovação de projetos, o recebimento de obras por parte da CONCESSIONÁRIA e a manutenção destas conforme recebidas, sem a necessidade de alterações.

Considerando que o contrato da PPP tem como objetivos principais a qualidade e a eficiência dos sistemas de iluminação pública, e que a CONCESSIONÁRIA é avaliada quanto ao atendimento dos índices de desempenho e eficiência energética, torna-se fundamental que os projetos e obras de iluminação que serão recebidos pela CONCESSIONÁRIA observem criteriosamente os procedimentos aqui apresentados. Ou seja, os equipamentos e padrões construtivos adotados em tais projetos e obras devem seguir os mesmos padrões de qualidade adotados pela CONCESSIONÁRIA em seu atendimento aos requisitos da PPP.

De modo a facilitar o entendimento deste guia, os procedimentos serão divididos em “Macroatividades”, sendo estas, por sua vez, subdivididas em “Atividades”, conforme figura a seguir:

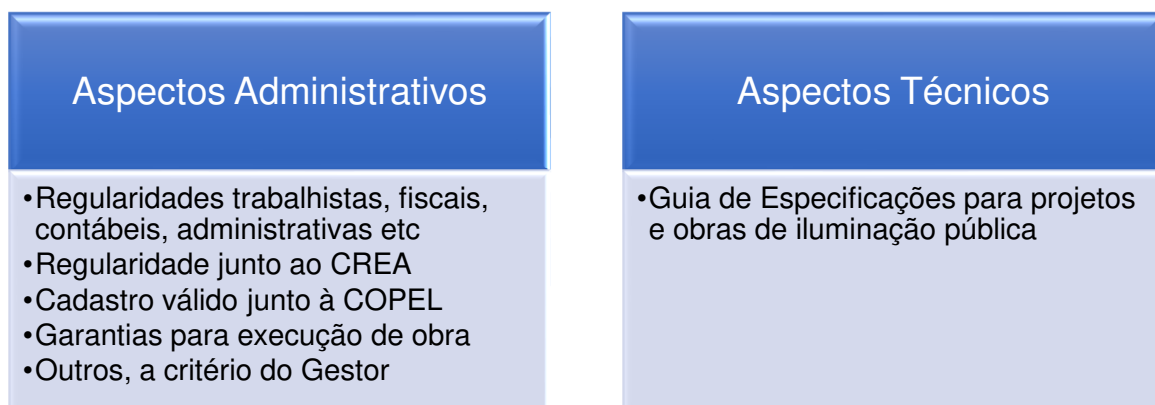
Figura 1: Procedimentos para novas instalações de IP.



Cada uma das Macroatividades apresentadas será detalhada nos tópicos seguintes, incluindo as atividades atreladas a cada uma delas e os documentos para validação de cada etapa.

Vale ressaltar que os procedimentos aqui estabelecidos se restringem aos aspectos técnicos, não sendo abrangidas as questões administrativas que fazem parte dos contratos de projetos ou obras de iluminação pública. A figura a seguir delimita a abrangência do Guia de Especificações.

Figura 2: Requisitos Gerais para contratação de projetos ou obras de iluminação pública



### 3.1.MACROATIVIDADE: PROJETO

A seguir serão detalhadas as etapas envolvidas na macroatividade Projeto.

### 3.1.1. Atividade: Solicitação de diretriz

Ao iniciar um projeto que envolva iluminação pública, a primeira atividade a ser realizada é a apresentação da abrangência e conceito do projeto ao departamento de iluminação pública (OPIP) e a solicitação da diretriz para o projeto.

A diretriz diz respeito a premissas amplas que o projeto deve obedecer na parte de iluminação pública. Trata-se de questões que envolvem, via de regra, o escopo e os objetivos gerais do projeto de iluminação.

A diretriz pode incluir, por exemplo, as definições de classes de vias a serem adotadas (V1, V2, V3, P1, P2, etc. conforme NBR-5101), a determinação de tipos de soluções a serem implementadas ou evitadas, adoção de padrões específicos dependentes do local ou contexto em que o projeto de iluminação se insere, dentre outras premissas. Questões como aspectos urbanísticos, elementos estéticos e riscos de furtos e vandalismos também são considerados nessa atividade.

Para solicitar a diretriz de iluminação pública, o órgão ou pessoa responsável pela contratação do projeto deve abrir um protocolo na SMOP contendo o pedido destinado ao departamento de iluminação pública (OPIP). Deve ser anexado ao protocolo documentos que auxiliem no entendimento do projeto a ser elaborado, como, por exemplo, plantas geométricas, estudos técnicos preliminares, justificativas e motivações do projeto, descrição de conceitos ou propostas de paisagismo, etc.

As diretrizes serão definidas pela OPIP juntamente com a CONCESSIONÁRIA e enviadas aos solicitantes. A CONCESSIONÁRIA terá o prazo de 3 (três) dias úteis após o envio das sugestões da diretriz pela OPIP para analisar.

A depender do local e da proposta do projeto, a OPIP poderá solicitar do requerente documentos adicionais para comprovação de domínio público municipal ou plantas de desapropriação de lotes particulares, conforme o caso. Tais documentos deverão ser fornecidos pelo órgão ou pessoa responsável pela contratação ou elaboração do projeto.

O contrato de concessão da PPP de iluminação pública segue as mesmas restrições legais aplicáveis ao departamento de iluminação pública e o uso da COSIP em relação a abrangência de suas obrigações. Sendo assim, a CONCESSIONÁRIA somente poderá aprovar e posteriormente receber obras que estejam atendendo áreas de domínio público municipal. A validação quanto a legalidade das obras e projetos, no entanto, será de

responsabilidade da Prefeitura, ficando a Concessionária incumbida apenas das validações técnicas com base nesse Guia e normas vigentes.

É importante que no pedido de diretriz sejam disponibilizados meios de contato (telefone, e-mail, etc.) do requisitante, de modo que este possa ser avisado para tomar ciência quando ocorrer a emissão da diretriz, ou também possa ser consultado em caso de necessidade de esclarecimentos.

A diretriz de iluminação pública deve ser seguida em sua totalidade durante a elaboração do projeto, e é um dos documentos necessários a serem apresentados na atividade seguinte de análise e aprovação do projeto.

#### 3.1.1.1. Dispensa de projeto de iluminação pública

No caso de projetos em áreas de domínio público municipal que não envolvam ou não interfiram na iluminação pública, o órgão ou pessoa responsável pelo projeto deve solicitar à OPIP um termo de dispensa de projeto de iluminação pública.

Nesse caso, também deve ser aberto um protocolo na SMOP contendo o pedido de dispensa. Deverá ser anexado ao processo o estudo técnico preliminar do projeto que justifique o pedido.

Caso a OPIP julgue procedente o pedido e emita o termo de dispensa de projeto de iluminação pública, o requisitante fica dispensado de apresentar projeto para aprovação, e, consequentemente, não precisará seguir os procedimentos e especificações constantes neste guia.

#### 3.1.2. Atividade: Elaboração do Projeto

O projeto de iluminação pública deve ser elaborado de acordo com a diretriz obtida na atividade anterior e também de acordo com todas as orientações, padrões e requisitos técnicos constantes neste guia e descritos na parte de Engenharia e especificações – item 4 e todos os seus subitens.

### 3.1.3. Atividade: Aprovação do projeto

Após elaborado o projeto, para que este seja aprovado, o órgão ou entidade responsável pela sua contratação deve enviá-lo ao Departamento de Iluminação Pública (OPIP) solicitando análise e aprovação.

A solicitação deve ser feita através da abertura de um protocolo junto à SMOP. Ao protocolo deverão ser anexados os documentos conforme relação da tabela 1 a seguir. Todos os itens listados na tabela 1 deverão ser fornecidos em formato PDF, exceto nos casos em que for indicado outro formato. O projeto e a ART deverão ser assinados digitalmente pelo responsável técnico.

Tabela 1: Documentos que devem ser apresentados para a análise e aprovação de projetos de iluminação

Item	Descrição
1	Projeto de iluminação pública (conforme item 4.1.5)
2	Relatórios Luminotécnicos
3	Diretriz de iluminação pública (emitida na etapa anterior)
4	Arquivos das Simulações (recomendável uso do softwareDialux Evo. Fornecer arquivo no formato nativo do programa.)
5	Arquivos dos Ensaios fotométricos das Luminárias e Projetores utilizados nas simulações (IES ou LDT)
6	Datasheet dos Equipamentos Utilizados
7	ART do responsável técnico com atividades técnicas relacionadas a projeto de rede de iluminação pública e instalações elétricas de baixa tensão.
8	Informações para contato com o responsável pelo projeto (telefone, e-mail, etc.)
9*	Projeto de RDU aprovado pela distribuidora COPEL

\*O projeto de RDU aprovado será um documento necessário apenas nos casos em que o projeto de iluminação depender de alterações na Rede de Distribuição Urbana (RDU), cuja responsabilidade é da Distribuidora de energia elétrica (COPEL). Caso o projeto de iluminação não envolva RDU, o item 9 não será um documento necessário para a atividade de aprovação.

Após o recebimento, a OPIP encaminhará o projeto e demais documentos para análise e aprovação da CONCESSIONÁRIA. O prazo para análise do projeto por parte desta, conforme contrato da PPP será de até 30 (trinta) dias contados a partir da data do envio pela OPIP.

A análise do projeto será feita com base nas premissas constantes na diretriz de iluminação pública, bem como nas orientações, padrões e requisitos técnicos constantes na parte de Engenharia e especificações constante neste guia.

Caso seja identificado pela CONCESSIONÁRIA que a documentação enviada esteja incompleta, de tal modo que inviabilize a avaliação por seu corpo técnico, será enviada comunicação ao requerente em até 05 (cinco) dias para que sejam sanadas as pendências de documentação. Nesse caso, após o requerente fornecer os documentos completos, o projeto será encaminhado novamente para análise da CONCESSIONÁRIA, sendo mantido para esta análise ainda o prazo de 30 dias.

Em caso de reprovação, a CONCESSIONÁRIA irá emitir um relatório de análise de projeto contendo os motivos e justificativas que levaram à reprova, bem como os ajustes e correções necessários para viabilizar sua aprovação. Este relatório será enviado à OPIP, que anexará ao protocolo de análise do projeto e dará ciência ao requerente, através dos meios de contato fornecidos.

Após efetuadas as correções apontadas no relatório de análise, o responsável pela contratação do projeto deverá anexar no mesmo protocolo já aberto na SMOP todos os documentos constantes na tabela 1 revisados.

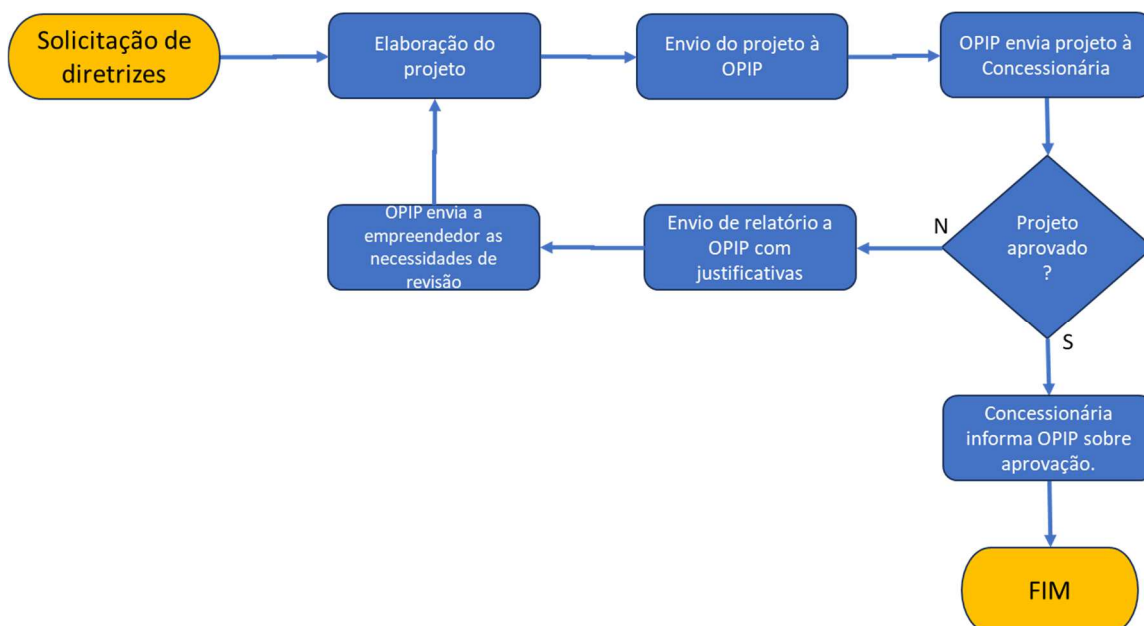
A OPIP encaminhará novamente o projeto revisado para uma nova análise da CONCESSIONÁRIA, que terá o prazo de 5 (cinco) dias úteis para aprovar o projeto revisado ou reprovar indicando quais correções seguem pendentes de atendimento. Este processo será repetido até que haja aprovação do projeto.

Ao ser aprovado o projeto, a CONCESSIONÁRIA enviará OPIP o termo de aprovação de projeto, que será anexado ao protocolo de análise, e a OPIP avisará ao requerente de sua disponibilidade. A CONCESSIONÁRIA também irá assinar digitalmente os projetos como aprovados e fornecer para a OPIP disponibilizar ao responsável pela contratação do projeto.

Apenas a versão do projeto aprovada e assinada pela CONCESSIONÁRIA terá validade para fins de licitação de obras ou execução por particular. A versão aprovada será utilizada como referência durante a macroatividade de Recebimento.

A figura abaixo ilustra o fluxo de análise e aprovação de projetos de iluminação pública.

Figura 3: Fluxo de análise e aprovação de projetos de iluminação pública.



#### 3.1.3.1. Validade da aprovação do projeto.

De modo a garantir que os projetos de iluminação pública estejam sempre atualizados quanto às normas, equipamentos e métodos construtivos adotados, toda aprovação de projeto realizada pela CONCESSIONÁRIA tem prazo de validade, que é indicado no termo de aprovação de projeto.

Para projetos cujas obras serão contratadas através de licitação, seja pelo poder concedente ou outro órgão público, a publicação do edital de licitação da obra deve ocorrer dentro do prazo de validade da aprovação do projeto. No caso de obras executadas por particular ou contratação direta, o pedido de recebimento da obra (ver item 3.3) deve ser feito dentro do prazo de validade da aprovação do projeto.

Por padrão, os prazos de validade das aprovações são de 5 (cinco) anos para projetos de obras contratadas por licitação e 2 (dois) anos para projetos contratados por particulares. No entanto, projetos que utilizem equipamentos especiais ou apresentem características diferentes das usuais podem ter aprovações com outros prazos de validade, a critério da CONCESSIONÁRIA. Na ocasião de ser adotado prazo diferenciado, os motivos e justificativas constarão no termo de aprovação de projeto.

O atendimento das etapas dentro do prazo de validade conforme descrito acima é condição necessária para que o projeto seja aceito como referência válida pela CONCESSIONÁRIA durante a etapa de recebimento da obra (ver item 3.3).

Para a renovação do prazo de validade do projeto, o órgão ou pessoa responsável pela contratação do projeto deve providenciar a atualização do projeto de acordo com a última versão deste Guia de Especificações para Iluminação Pública e submeter toda a documentação necessária para nova análise conforme os procedimentos descritos no item 3.1.3.

### 3.2. MACROATIVIDADE: OBRA

Antes do início da execução de obra que envolva iluminação pública, a primeira atividade a ser atendida é a homologação dos equipamentos a serem implantados.

#### 3.2.1. Atividade: Homologação de equipamentos

A homologação de equipamentos é uma atividade em que o órgão ou entidade contratante da obra propõe os equipamentos (marcas e modelos) que pretende aplicar na obra e apresenta os documentos que demonstrem o atendimento aos requisitos técnicos de cada equipamento.

Os equipamentos propostos deverão atender tanto aos requisitos e especificações técnicas constantes no projeto de iluminação, como também atender a todos os requisitos e especificações técnicas constantes neste guia de especificações. Em caso de divergência, deverão ser seguidas as especificações constantes no projeto.

Os documentos deverão ser enviados pelo contratante responsável pela obra em formato digital (e-mail ou mídia digital) à OPIP, que os encaminhará para a CONCESSIONÁRIA realizar a avaliação e homologação. A CONCESSIONÁRIA terá prazo de 10 (dez) dias úteis para responder após o encaminhamento pela OPIP.

Em caso de reprova, a CONCESSIONÁRIA deverá enviar à OPIP um parecer onde indica os motivos que levaram à reprova do equipamento. O parecer será enviado pela OPIP ao contratante da obra para que este providencie a substituição dos equipamentos reprovados e proponha um modelo alternativo.



Caso o equipamento seja aprovado, a CONCESSIONÁRIA deverá emitir um termo de homologação de equipamento e enviá-lo à OPIP, que, por sua vez, o encaminhará para o contratante da obra. Os equipamentos deverão ser adquiridos pela executora apenas após sua homologação.

O termo de homologação deverá ser mantido pelo contratante da obra durante toda a execução, e sua apresentação será um dos requisitos durante a macroatividade de Recebimento.

Todos os equipamentos relatados nos subtópicos a seguir que estejam sendo utilizados no projeto deverão ser homologados.

#### 3.2.1.1. Homologação de luminárias LED

As luminárias LED devem atender não só as especificações constantes no projeto e neste guia, como também o projeto luminotécnico. Para sua homologação devem ser apresentados os documentos constantes na tabela a seguir:

Tabela 2: Documentos para homologação de luminárias LED

Item	Descrição
1	Laudos de ensaios que comprovem os atendimentos aos requisitos técnicos. Os laudos devem ser emitidos por laboratórios acreditados pelo INMETRO.
2	Número de registro no INMETRO, quando aplicável.
3	Catálogo ou datasheet contendo foto da luminária e descrição das principais características construtivas e de desempenho.
4	Declaração de garantia com prazo que atenda as especificações do projeto e deste guia.
5	Arquivos fotométricos (IES ou LDT) obtidos através dos ensaios descritos nos laudos apresentados (item 1 desta tabela).

Além da análise documental, a CONCESSIONÁRIA irá avaliar, com base nos arquivos fotométricos enviados, se a luminária atende o projeto luminotécnico, de modo a garantir que os resultados das simulações seguirão dentro dos limites do projeto aprovado.

#### 3.2.2. Atividade: Execução da Obra

Nos casos de obras contratadas pela administração pública municipal, a executora dará início à obra sob fiscalização do Departamento de Iluminação Pública e Concessionária, que

verificarão se as boas práticas de Saúde e Segurança do Trabalho e normas vigentes de instalação estão sendo rigorosamente seguidas, além de conferir a qualidade dos materiais aplicados e a aderência da execução aos requisitos do projeto. O Departamento de Iluminação Pública a qualquer momento poderá intervir na execução da obra sempre que constatar alguma irregularidade. A fiscalização, no entanto, não exime a executora de suas responsabilidades quanto ao cumprimento do contrato e à correta execução do projeto.

Obras executadas por particular não contarão com a fiscalização por parte do departamento de iluminação ou da CONCESSIONÁRIA. Ainda assim, caso haja necessidade de esclarecimentos ou da tomada de decisões durante a obra, por exemplo nos casos de ocorrências imprevistas, o executor poderá solicitar o acompanhamento junto ao departamento de iluminação pública através dos contatos disponíveis publicamente.

É de fundamental importância que o projeto seja executado plenamente e exatamente conforme a versão aprovada pela CONCESSIONÁRIA. Durante a macroatividade de Recebimento, o projeto aprovado será a referência para a verificação da conformidade da execução da obra. Caso haja diferença entre a execução e o projeto aprovado, a obra poderá ser reprovada durante o comissionamento e não ser emitido o termo de recebimento

#### 3.2.2.1. Alterações de projeto durante a obra

Nos casos em que ocorrerem situações imprevistas durante a obra e for necessária a alteração do projeto de iluminação pública, antes de realizar qualquer execução diferente do projeto, o órgão ou entidade responsável pela contratação da obra deverá realizar as adequações apenas no projeto (simulações luminotécnicas, pranchas, memorial descritivo, etc.), incluindo as alterações sugeridas. Também deverá ser atualizado o controle de versionamento do projeto.

O projeto alterado deverá ser encaminhado para análise e aprovação da CONCESSIONÁRIA, seguindo os mesmos trâmites descritos na atividade de Aprovação do Projeto (item 3.1.3) até que haja a aprovação da nova versão do projeto pela CONCESSIONÁRIA.

Caso haja necessidade de substituição de equipamentos homologados, os equipamentos substitutos também deverão ser homologados. Para cada equipamento proposto como substituto, deverão ser seguidos os procedimentos da atividade de homologação de equipamentos, conforme descrito no item 3.2.1.

Após a aprovação das alterações no projeto e eventuais homologações de equipamentos, o responsável pela execução poderá prosseguir com a obra e fornecimento de equipamentos.

A partir de então, a versão alterada do projeto se tornará a referência para o comissionamento na macroatividade de Recebimento.

#### 3.2.2.2. Emplaquetamento dos pontos de Iluminação Pública

Quando constar no projeto a instalação ou substituição de plaquetas de identificação nos pontos de iluminação, o órgão ou entidade responsável pela contratação da obra deverá solicitar à OPIP os códigos ou numerações em quantidade necessária para a fabricação das plaquetas. Esta solicitação poderá ser feita por correio eletrônico (e-mail) a qualquer momento durante a execução da obra.

A OPIP irá encaminhar a solicitação para concessionária, que irá gerar os códigos ou numerações para serem informados ao solicitante.

As plaquetas deverão ser fabricadas e instaladas conforme especificações do projeto e deste guia de especificações. Em caso de divergência, devem ser seguidas as especificações do projeto.

### 3.3. MACROATIVIDADE: RECEBIMENTO

Após a finalização da obra, o órgão ou entidade responsável pela contratação da obra notificará a OPIP e solicitará o recebimento da parte referente à iluminação pública. Com base nessa solicitação, a OPIP irá iniciar o processo de transferência dos ativos para que a CONCESSIONÁRIA receba, opere e mantenha os pontos de iluminação ao longo de todo o contrato da PPP.

Para que a CONCESSIONÁRIA possa realizar o comissionamento da obra e receber os ativos, é imprescindível que os procedimentos descritos no item 3.1.3.1 sejam realizados dentro do prazo de validade da aprovação do projeto.

O pedido de recebimento deverá ser acompanhado de um conjunto de documentos denominado “Databook da Obra”. É de responsabilidade do órgão ou pessoa contratante da obra a confecção do Databook da obra.

### 3.3.1. Databook da Obra

O órgão ou entidade contratante da obra deverá entregar ao Departamento de Iluminação Pública, quando da solicitação de Termo de Recebimento da obra, um Databook em via digital. O Databook deve ser composto dos documentos conforme tabela a seguir:

Tabela 3: Documentos que compõem o Databook da obra

Item	Descrição
1	Planilha com informações para a atualização cadastral das luminárias
2	Relatório de medições luminotécnicas
3	Última versão do projeto aprovado completo
4	Termos de homologação de todos os equipamentos utilizados na obra
5	Notas fiscais dos equipamentos
6	Manuais de instalação/operação e datasheet dos equipamentos
7	Termo de garantia dos equipamentos e serviços
8	Registro fotográfico

Para aqueles documentos que são validos apenas em original, devem ser entregues os originais em versão impressa.

O Databook será o guia da obra realizada e permite que o Departamento de Iluminação Pública e a CONCESSIONÁRIA tenham garantias quanto a qualidade dos novos ativos de iluminação pública a serem assumidos, além de verificarem se os objetivos previstos no projeto foram alcançados. Os documentos que o compõem são detalhados a seguir:

#### 3.3.1.1. Planilha com informações para a atualização cadastral das luminárias

Além de realizar a instalação das plaquetas de identificação nos pontos de iluminação, o órgão ou entidade responsável pela contratação da obra será responsável também pelo levantamento em campo e envio de informações que permitam a atualização cadastral dos pontos de iluminação pública envolvidos no projeto. Mesmo pontos envolvidos no projeto em que não foram instaladas plaquetas de identificação, ou nos quais estas foram mantidas inalteradas, deverão ser incluídos nas informações a serem enviadas.

As informações deverão ser entregues em forma de planilha ou tabela, onde a primeira linha contém a descrição de cada coluna, e as demais linhas correspondem às informações para o

cadastro. Serão aceitas planilhas em formato CSV ou Excel. No ANEXO A consta o modelo da planilha a ser seguida.

Cada linha da planilha deverá corresponder a uma luminária. Nos casos em que houver mais de uma luminária em um mesmo poste, cada luminária deverá ser informada em uma linha independente da planilha. Se houver apenas uma plaqueta de identificação em um poste com mais de uma luminária, deverá ser informada a mesma plaqueta para cada luminária do poste.

Abaixo segue a relação e descrição das colunas que devem constar na planilha:

- Plaqueta de identificação: O número ou código da plaqueta de identificação instalada no ponto.
- Coordenada georreferenciada – Latitude: A latitude do ponto em sistema de coordenadas WGS84 com precisão mínima de 6 casas decimais.
- Coordenada georreferenciada – Longitude: A longitude do ponto em sistema de coordenadas WGS84 com precisão mínima de 6 casas decimais.
- Endereço: Nome do logradouro público em que se encontra o ponto, com número quando aplicável.
- Bairro: Bairro onde se encontra o ponto.
- Regional: Regional onde se encontra o ponto.
- Fabricante da luminária.
- Modelo da luminária.
- Potência: Potência conforme catálogo da luminária, em watts.
- Ângulo de fixação: angulação da luminária em relação ao plano horizontal, em graus.
- Tipo de acionamento: individual ou comando de grupo.
- Braço: Modelo do braço, quando aplicável.
- Poste: Modelo do poste, quando aplicável.
- Presença de adaptador de ângulo: Se foi instalado adaptador para alterar a angulação da luminária (verdadeiro ou falso).
- Classificação da via: Classificação, conforme projeto, da via onde se encontra a luminária, quando aplicável.
- Classificação do passeio: Classificação, conforme projeto, do(s) passeio(s) onde se encontra a luminária, quando aplicável.
- Classificação da ciclovia: Classificação, conforme projeto, da ciclovia onde se encontra a luminária, quando aplicável.
- Largura da via: Largura da via na posição onde se encontra o ponto, quando aplicável, em metros.
- Largura do passeio mesmo lado: Largura do passeio do mesmo lado da via onde se encontra o ponto, quando aplicável, em metros.
- Largura do passeio lado oposto: Largura do passeio do lado oposto da via onde se encontra o ponto, quando aplicável, em metros.
- Largura da ciclovia: Largura da ciclovia na posição onde se encontra o ponto, quando aplicável, em metros.

### 3.3.1.2. Relatório de medições luminotécnicas

O relatório de medições luminotécnicas deve ser apresentado para o recebimento de obras que envolverem mais de 10 (dez) pontos de iluminação pública. Para obras com 10 (dez) pontos de iluminação ou menos, fica dispensada a entrega do relatório de medições luminotécnicas.

Este relatório deve conter os resultados de medições de malhas de iluminância realizadas em campo no período noturno (período entre as 20h e 4h). As malhas devem seguir os padrões estabelecidos na norma NBR-5101. A medição da iluminância deverá ser realizada utilizando um luxímetro com calibração dentro do prazo de validade.

As medições devem ser feitas em todos os locais onde no projeto de iluminação existirem objetos de cálculo luminotécnico (conforme simulações). Nos casos em que a simulação constante no projeto representar o “pior caso” de um conjunto de pontos ou trecho de rua, a medição da malha deverá ser feita no local que corresponde a este “pior caso” simulado.

O relatório de medições luminotécnicas deverá conter as seguintes informações e documentos:

- Tabelas contendo os valores medidos em cada ponto das malhas de medição, em lux. Para cada tabela deverá constar de forma clara a orientação em relação à pista e a identificação do local onde foi realizada a aferição.
- Tabela resumo contendo os valores de iluminância média e uniformidade calculados com base nos resultados das medições de cada malha. Estes valores devem ser comparados com os valores simulados e com os requisitos da via/passeio conforme classificação. Informar para cada malha medida se os resultados estão de acordo com o projeto e se atendem à norma NBR-5101.
- Informação sobre a marca e modelo do luxímetro utilizado nas medições, com foto mostrando o número de série.
- Certificado de calibração do luxímetro, contendo o número de série do luxímetro e a data de validade da calibração. O certificado deve ser emitido por laboratório ou empresa acreditada pelo INMETRO para a realização desse tipo de calibração.

### 3.3.1.3. Última versão do projeto aprovado completo

Deve fazer parte do Databook da obra a última versão do projeto de iluminação aprovado e assinado pela CONCESSIONÁRIA, em formato eletrônico. No caso de terem ocorrido mudanças no projeto ao longo da obra, a versão a ser incluída no Databook deverá ser a mais recente aprovada pela CONCESSIONÁRIA.

#### 3.3.1.4. Termos de homologação de todos os equipamentos utilizados na obra

Os tipos de equipamentos que necessitam de homologação estão descritos no item 3.2.1 e seus subitens. Todos os equipamentos para os quais é exigida a homologação deverão ter seus respectivos termos de homologação anexados ao Databook da obra.

#### 3.3.1.5. Notas fiscais dos equipamentos

O Databook da obra deve conter as notas fiscais referentes a todas as luminárias, braços, postes e demais equipamentos que contem com garantia do fornecedor. Caso o projeto indique a necessidade de entrega de nota fiscal ao final da obra de equipamentos adicionais, estas também deverão constar no databook. Por fim, quaisquer equipamentos que tenham sido homologados pela CONCESSIONÁRIA na atividade de homologação de equipamentos também devem ter suas notas fiscais fornecidas.

#### 3.3.1.6. Manuais de instalação/operação e datasheet dos equipamentos

Catálogos, manuais de instalação e datasheet dos equipamentos instalados na obra, tais como luminárias, temporizadores, relés foto controladores, etc., quando aplicável.

#### 3.3.1.7. Termo de garantia dos equipamentos e serviços

Todos os equipamentos cuja garantia é exigida pelo projeto ou por este guia de especificações (ver item 4.2: Equipamentos, materiais e padrões construtivos) deverão ter seus termos de garantia anexados ao Databook da obra.

Além das garantias dos equipamentos e materiais, a empresa executora deverá fornecer um certificado de garantia de 1 (um) ano para os serviços realizados na obra.

#### 3.3.1.8. Registro fotográfico

Imagens anteriores à obra e após a finalização dos trabalhos.



### 3.3.1.9. Atividade: Comissionamento da obra

A partir do recebimento do Databook da Obra, a CONCESSIONÁRIA terá o prazo de 30 (trinta) dias para realizar o comissionamento da obra e emitir parecer pela aprovação ou reprovação desta.

A CONCESSIONÁRIA irá avaliar se a execução seguiu fielmente a última versão do projeto aprovada e se os equipamentos instalados correspondem aos modelos homologados. Serão realizadas vistorias dos pontos luminosos e seus circuitos e medições por amostragem aleatória das malhas contidas no relatório de medições luminotécnicas. Mesmo nas obras em que não for necessária a entrega do relatório de medições luminotécnicas, a CONCESSIONÁRIA poderá realizar medidas em campo para conferir se os resultados de iluminância e uniformidade estão de acordo com o projeto e com a norma NBR-5101.

No caso de reprovação, a Concessionária emitirá um relatório de comissionamento da obra no qual informará os motivos da reprovação. Este relatório será enviado à OPIP, que notificará o órgão ou entidade responsável pela contratação da obra para que efetue as correções no local conforme apontamentos do relatório de comissionamento. Feitas as correções, o órgão ou entidade responsável pela contratação da obra deverá iniciar novamente a macroatividade de Recebimento.

No caso do comissionamento aprovar a obra finalizada, a Concessionária emitirá e enviará para a OPIP o Termo de Recebimento da Obra, conforme a última versão do projeto aprovada. A OPIP irá, então, notificar o requerente de que a obra foi recebida e transferida para o acervo da CONCESSIONÁRIA, pelo prazo de duração do contrato da PPP.

A partir da data da emissão do termo de recebimento da obra, a CONCESSIONÁRIA assumirá a operação e manutenção (OEM) de todos os equipamentos e materiais, conforme a última versão do projeto aprovada, pelo período de duração do contrato da PPP. O acionamento de eventuais garantias e as tratativas com os fornecedores faz parte da OEM.

O recebimento da obra não isentará o responsável pela execução da obra da correção de possíveis desvios identificados posteriormente, que devem ser atendidos pela garantia.

Ressalta-se que a garantia quanto ao serviço não deve cobrir falhas naturais ou prematuras dos materiais, devendo a Concessionária realizar as adequações necessárias com o acionamento da garantia dos produtos. Para os serviços mal ou não realizados, entretanto, deve-se acionar a garantia do serviço da executora.



## 4. ENGENHARIA E ESPECIFICAÇÕES

Nesta segunda parte do guia de especificações são apresentados os requisitos e critérios técnicos que devem ser seguidos durante a elaboração de projetos de iluminação pública. Inicialmente são abordadas as bases conceituais, métodos e objetivos que devem nortear o projetista, além da forma de apresentação do projeto para fins de aprovação.

Em seguida são relacionados e especificados os equipamentos mais comuns utilizados em iluminação pública, e também detalhados os métodos construtivos a serem adotados. Os equipamentos, materiais e métodos construtivos utilizados no projeto devem necessariamente atender aos requisitos e especificações constantes neste guia.

Todas as orientações, critérios, especificações e detalhamentos apresentados neste guia são avaliados pela CONCESSIONÁRIA durante a análise do projeto, sendo condições para viabilizar a sua aprovação. Assim, o contexto em que os tópicos a seguir são apresentados é o de um projeto que tem por objetivo ser aprovado pela CONCESSIONÁRIA.

### 4.1 PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

O projeto de iluminação pública é composto por dois projetos: 1) Projeto luminotécnico e; 2) Projeto elétrico. O primeiro determina a especificação e posição das luminárias e demais equipamentos correlatos, enquanto o segundo especifica os circuitos elétricos que garantem o funcionamento seguro destas luminárias. Como depende do resultado do projeto luminotécnico, o projeto elétrico é elaborado depois daquele.

Também faz parte do projeto de iluminação pública o levantamento de campo inicial e a elaboração do memorial descritivo e listas de materiais e serviços. A figura a seguir ilustra o fluxo de trabalho do projeto de iluminação pública.

Figura 4: Etapas do projeto de iluminação pública



A seguir são detalhadas cada uma das etapas do projeto de iluminação pública. Ao final são relacionados os documentos que devem ser enviados para análise e aprovação.

#### 4.1.1 Levantamento de campo

A etapa de levantamento de campo é uma atividade que serve de base para a elaboração do projeto luminotécnico e do projeto elétrico, e consiste na coleta de informações da situação existente em campo. Apesar de cada projeto ter suas peculiaridades, a seguir é apresentada uma relação de elementos que costumam ser relevantes para as etapas posteriores:

- Largura da(s) via(s) ou medidas da área a ser iluminada;
- Tipo de pavimento da via ou piso;
- Largura dos canteiros;
- Largura das calçadas, passeios e caminhos de pedestres;
- Largura de ciclovias;
- Disposição, medidas e tipos de mobiliários urbanos;
- Distância entre postes, inclusive aqueles adjacentes aos limites do projeto;
- Posição dos postes (Unilateral, Bilateral Alternada, Bilateral Frente a Frente ou Postejamento no Canteiro Central);
- Material, tipo e altura de postes, incluindo se são postes de RDU ou exclusivos para IP;
- Disposição e características de luminárias, como marca, modelo, potência, etc.;
- Modelos e dimensões de braços e suportes existentes em cada ponto;
- Outros equipamentos existentes;
- Localização de arborização;
- Características da instalação elétrica ou RDU existente;
- Localização de caixas de passagens, eletrodutos e demais itens existentes;
- Localização dos transformadores;
- Registro fotográfico que ilustre as características do local, inclusive mostrando, se existentes, os postes, luminárias e transformador instalados.

Deve-se indicar em planta os números de cadastro (plaquetas fixadas no braços) dos pontos de iluminação existentes que estejam nas proximidades do local onde estiverem sendo projetados os novos pontos de iluminação.

Elementos existentes devem ser considerados no projeto, devendo ser indicada sua remoção ou reutilização sempre que for pertinente.

Nos casos em que o projeto de iluminação fizer parte de um conjunto mais amplo de projetos, como ruas ou praças novas, ou mesmo revitalizações e mudanças de função de logradouros públicos, devem ser tomados como base para o projeto de iluminação os projetos geométrico,

civil e arquitetônico que darão forma ao local. Ainda assim, mesmo que existam menos elementos a serem anotados, a etapa de levantamento de campo pode ser importante e deve ser avaliada em cada caso.

#### 4.1.2 Projeto Luminotécnico

O Projeto luminotécnico deve atender as premissas e objetivos contidos na diretriz de iluminação pública (ver item 3.1.1), bem como as normas de iluminação pública vigentes. No caso de projetos de túneis, a norma aplicável é a NBR-5181. Para todos os demais projetos de iluminação pública, a norma a ser seguida é a NBR-5101.

Todo projeto de iluminação deve utilizar em seus cálculos o fator de manutenção igual a 0,8 para todas as luminárias.

Para a elaboração do projeto deve ser utilizado software profissional de simulação de iluminação, preferencialmente o DiaLux Evo por ser gratuito e apresentar todas as funcionalidades necessárias para montagem do cenário, cálculo das matrizes de medição, otimização do projeto e exportação de relatório luminotécnico.

##### 4.1.2.1 Princípios a serem seguidos no projeto luminotécnico

O atendimento à diretriz e às normas deve ser feito sempre considerando-se os seguintes princípios norteadores:

1. Maximizar eficiência energética
2. Minimizar custo da obra
3. Minimizar custos de operação e manutenção
4. Minimizar o impacto ambiental

Deve-se buscar sempre a solução de iluminação que permita o atendimento aos requisitos e normas com o menor consumo de energia possível. Um fator que prejudica muito a eficiência energética é iluminar áreas que não precisam de iluminação. Portanto, é fundamental que sejam definidas quais áreas devem e quais não devem ser iluminadas.

Diversas variáveis influenciam na eficiência energética, e todas devem ser avaliadas quanto à melhor combinação para se alcançar o objetivo do projeto. Disposição de luminárias e postes, estruturas de montagem (braços, suportes, etc.), altura de montagem, angulação, curva fotométrica e potência de luminárias são todos elementos que contribuem para o resultado final e podem ser ajustados quando se busca a solução mais energeticamente eficiente.

Buscar a eficiência energética tende a resultar em soluções menos custosas do ponto de vista de implantação, mas nem sempre este é o caso. Podem ocorrer situações em que existem soluções muito similares em termos de eficiência, mas com custos de implantação consideravelmente diferentes. Nesse caso, o projeto deve priorizar a de menor custo.

Por exemplo, podem ocorrer situações em que aumentar a potência das luminárias e diminuir sua quantidade resulte em um consumo de energia similar, mas com custo menor de implantação, ainda atendendo os requisitos do projeto. Muito embora luminárias de potência maior tendem a ser mais caras, a redução na quantidade de equipamentos (luminárias, postes, suportes, etc.) pode mais do que compensar essa diferença.

O projeto também deve atentar para os custos de operação e manutenção dos equipamentos. Por exemplo, devem ser evitadas situações em que equipamentos sejam posicionados em locais de difícil acesso, prejudicando a manutenção. Também procurar, sempre que possível, evitar o posicionamento de postes e luminárias em locais com maior risco de colisão com veículos que eventualmente saiam da pista.

Em locais onde haja risco de furtos e vandalismos também devem ser avaliados os modelos de equipamentos utilizados e quais medidas de segurança devem ser adotados para reduzir os prejuízos em caso de ocorrência de ilícitos.

Com relação ao impacto ambiental do projeto, a busca por soluções energeticamente eficientes e que reduzam o custo de implantação também implicam em uma menor pegada de carbono, tanto inicial como ao longo da vida útil dos equipamentos. Portanto, esses princípios apresentam uma correlação bastante sinérgica.

Outro elemento que diz respeito ao impacto ambiental e que deve ser considerado é a poluição luminosa, que ocorre quando existe iluminação em excesso ou ela está sendo direcionada de forma inadequada. Deve-se evitar iluminar locais não intencionados, ou emitir luz na direção do olhar dos usuários, de modo a evitar desconfortos e ofuscamento. Isso é de particular importância no caso de vias de veículos, pois ofuscamentos podem prejudicar a visão de motoristas e causar acidentes.

Por fim, quando o projeto envolver áreas com presença de fauna selvagem, é importante avaliar os impactos e eventualmente propor sistemas temporizados ou com direcionamento de luz que minimizem as interferências no comportamento dos animais.

Em resumo, o projeto luminotécnico pode ser entendido como um problema de otimização que admite várias soluções, e cabe ao projetista explorar todas as possibilidades e buscar

aquela que atenda a diretriz e as normas com o menor uso de energia, menor custo de implantação e manutenção e com o menor impacto ambiental possível.

A análise da CONCESSIONÁRIA leva em consideração todos esses princípios e pode levar à reprovação de projetos em que se julgar não terem sido adotadas soluções eficientes e adequadas.

#### 4.1.2.2. Projetos Viários

Projetos viários dizem respeito a projetos de avenidas, ruas, ciclovias, calçadas e passeios em vias públicas. É comum nesse tipo de projeto o uso dos postes da distribuidora (RDU) para a implantação de luminárias através de braços metálicos, mas também ocorrem situações em que os postes são exclusivos para a iluminação pública. Se não houver uma determinação expressa na diretriz sobre os postes a serem utilizados, o projeto deve considerar ambas possibilidades e avaliar qual é mais vantajosa.

Caso sejam utilizados os postes de RDU para iluminação, deve ser verificada a necessidade ou pertinência de mudar o posicionamento ou implantar novos postes de RDU nos padrões da distribuidora. O projeto luminotécnico deve informar quais requisitos o projeto de RDU deve atender, como distância máxima entre postes e afastamento do meio-fio, por exemplo. Portanto o projeto de RDU deve ser elaborado e aprovado após o projeto luminotécnico definir as medidas que devem ser observadas.

Nas situações em que houver trechos extensos da via onde a geometria se mantenha constante (larguras de pista e calçadas, disposição de faixas, etc.), o projeto luminotécnico pode ser feito considerando apenas o vão mais longo entre dois postes, posicionando os objetos de cálculo (matrizes de medição) apenas nesse local. No software DiaLux Evo pode ser utilizado o modo “street” de simulação. Esse modo simplificado de simulação é válido apenas nos casos de vias retas, com o mesmo padrão de posteamento em toda a extensão e sem interferências consideráveis para a iluminação.

Nessas situações, é possível realizar um estudo de eficiência considerando a potência instalada por quilômetro de via (W/km). O projeto deve demonstrar que foi utilizada a configuração de postes, braços, distância de postes, angulação e potência (ou modelo) de luminária que atende os requisitos da forma mais eficiente, ou seja, com o menor valor possível de potência por quilômetro (W/km). O DiaLux dispõe de uma ferramenta que automatiza esse estudo e permite a exportação dos resultados obtidos. Caso não seja adotada a solução com menor W/km, deve ser justificado no projeto o motivo dessa decisão.

Nos cruzamentos, em trechos não repetitivos, com geometria variável, ou ainda quando houver interferências consideráveis, é necessário realizar simulações que permitam montar o cenário conforme a situação real (existente ou projetada). No DiaLux Evo isso significa que deve ser utilizado o modo “outdoor”.

Nesses casos, o posicionamento dos objetos de cálculo deve buscar seguir a recomendação da norma NBR-5101, sendo posicionados no vão entre postes e abrangendo toda a largura da pista. Quando isso não for possível devido à geometria do local, os objetos devem ser posicionados de forma a permitir uma avaliação adequada da qualidade da iluminação.

Não necessariamente deve existir um objeto de cálculo em cada vão de postes, especialmente no caso de projetos grandes. Mesmo assim, o projeto deve demonstrar claramente que em todos os locais que deveriam estar iluminados as premissas da diretriz e requisitos da norma estão sendo atendidos, na medida do possível.

#### 4.1.2.3. Projetos de Praças e Parques

Em praças e parques devem ser iluminados os caminhos de pedestres, ciclovias, equipamentos públicos e áreas de estar. Gramados e áreas arborizadas não devem ser iluminados, exceto conste diferentemente na diretriz. Com relação aos caminhos de pedestres e as ciclovias, devem ser considerados os requisitos de iluminância média e uniformidade da tabela abaixo, a menos que a diretriz estabeleça de outra forma.

Tabela 4: Requisitos de iluminância média e uniformidade para ciclovias

Área a ser iluminada	Iluminância média (lux)	Uniformidade (Emín/Eméd)
Caminhos de pedestres (P2)	10	0,25
Ciclovias na pista (V3)	15	0,20
Demais Ciclovias (V4)	10	0,20

De modo geral as simulações para iluminação de praças e parques devem ser feitas em modos que permitam a montagem em 3D de todo o ambiente simulado, objetos, equipamentos públicos, árvores, entre outros. No software DiaLux Evo este modo é chamado de “outdoor”.

A altura e disposição dos postes de iluminação deve levar em conta a acessibilidade da praça a caminhões ou veículos, tanto para a execução do projeto quanto para a manutenção futura. Outro fator que pode limitar a altura das luminárias é a presença e tipo de arborização. Quando

for viável e vantajoso podem ser utilizados postes maiores ou as chamadas "pétalas". Ainda assim, não devem ser utilizados postes maiores do que 15m de altura.

Quando se utiliza luminárias de topo de poste (decorativas) para iluminação de áreas abertas, costuma ser vantajoso que a luminária apresente uma curva de distribuição luminosa simétrica em relação ao eixo vertical, ou seja, que emita luz de forma homogênea para todas as direções horizontais. Já quando se deseja iluminar pistas ou caminhos estreitos, as curvas assimétricas típicas de luminárias para vias costumam apresentar melhores resultados e serem mais eficientes.

Áreas voltadas para prática de jogos de mesa ou esportes devem receber uma iluminação reforçada, se houver a intenção de permitir seu uso noturno. A tabela abaixo apresenta os níveis mínimos adequados de iluminação para as diferentes práticas esportivas recreativas que devem ser considerados na elaboração dos projetos, a menos que conste de forma diferente da diretriz.

Tabela 5: Requisitos de iluminância média e uniformidade para áreas esportivas

Prática Esportiva	Iluminância média (lux)	Uniformidade (Emín/Eméd)
Futebol e basquete	100	0,33
Bocha	200	0,33
Corrida de bicicleta	50	0,50
Tênis	200	0,50
Voleibol	100	0,50

Para atingir os níveis de iluminância e uniformidade mais altos recomendados para a prática recreativa de esportes em quadras e campos é comum o uso de conjuntos de projetores de fecho estreito a médio (desde 40° até 80° de abertura) instalados em postes que circundem a quadra/campo. A altura dos postes deve ser escolhida de modo que o ângulo de inclinação dos projetores em relação à vertical não seja superior a 60°, para não causar ofuscação nos jogadores. Ou seja, em campos maiores os postes deverão ser mais altos para atender à angulação máxima. Alguns esportes podem exigir ângulos de inclinação dos projetores ainda menores para evitar ofuscamento, especialmente nos casos em que os jogadores estão constantemente olhando para cima, como no voleibol, por exemplo.

Outra questão importante na iluminação de áreas esportivas é o período em que essa iluminação deve permanecer ligada. Muitas vezes não há necessidade ou mesmo interesse (órgão público, vizinhança, etc.) de manter durante os períodos de pouco uso o mesmo nível de iluminância definidos para os períodos de maior utilização dessas áreas iluminadas. Por essas razões, a programação de desligamento total ou parcial da iluminação das quadras,



canchas e campos esportivos deverão ser definidas pela CONCESSIONÁRIA e OPIP conforme a peculiaridade do projeto. Para os casos de praças e parques não se aplica o desligamento temporizado, estes deverão permanecer ligados no período noturno.

#### 4.1.2.4. Projetos de destaque e iluminação cênica

Iluminação cênica é uma iluminação que tem por objetivo não apenas iluminar ou deixar visíveis objetos e locais durante a noite, mas principalmente dar destaque e valorizar monumentos, prédios, obras de arte e locais públicos através de efeitos luminosos.

Projetos que envolvam locais ou monumentos tombados ou classificados como patrimônio histórico devem adotar soluções e medidas que garantam a preservação das estruturas e objetos afetados, fazendo uso de métodos construtivos que minimizem os impactos e a descaracterização dos bens públicos. Eventuais restrições ou recomendações constantes nas autorizações emitidas pelos órgãos competentes devem ser plenamente respeitadas e atendidas.

Devido à sua natureza estética e artística, não existem normas para iluminação cênica. Ainda assim, todas as boas práticas de projetos, questões como eficiência e segurança, continuam sendo aplicáveis, e serão observadas pela CONCESSIONÁRIA durante a análise.

É de fundamental importância atentar para que a iluminação cênica não adultere ou mesmo interfira no conceito e na estética do objeto iluminado. O uso de equipamentos com alto índice de reprodução de cor (IRC), preferencialmente acima de 90, pode ser uma consideração importante nesse sentido. Além disso, os equipamentos e estruturas de suporte utilizadas deverão se integrar ao cenário de modo a não se destacarem.

O projeto deve apresentar imagens e renderizações 3D, preferencialmente tomadas de diferentes ângulos e pontos de vista, de modo a permitir um pleno entendimento e visualização dos elementos iluminados e dos efeitos produzidos. Os objetos 3D modelados no software de simulação devem ser similares em forma e dimensões aos objetos a serem iluminados.

É necessário, muitas vezes, que ambiente do entorno faça parte do cenário de modo a considerar a interação dos objetos com o meio onde se encontram. Também é fundamental que seja levada em consideração a iluminação funcional existente ou projetada, devido à possibilidade de interferência nos efeitos visuais da iluminação cênica. Nesse sentido, pode ser necessária a apresentação de representações visuais dos níveis de luminância do projeto, de modo a melhor quantificar se o destaque proposto está sendo alcançado.



Quando utilizada uma solução RGB (sistemas com variação de cores), devido à constante evolução tecnológica, é recomendado o contato prévio com a OPIP e a CONCESSIONÁRIA para determinar a compatibilidade dos sistemas de controle previstos com os sistemas já gerenciados. Após instalados, os novos sistemas devem ter seus acessos e gerenciamento repassados à CONCESSIONÁRIA, juntamente com as programações planejadas e o manual de operação, como partes integrantes do Databook (ver item 3.3.1). É imperativo que os comandos de programação e mudanças instantâneas de cor possam ser feitos de maneira remota.

#### 4.1.2.5. Projetos de Túneis

Túnel, segundo a NBR-5181, é uma "estrutura sobre uma via que restringe a iluminação natural diurna de uma seção da via, na qual o motorista tem a visibilidade substancialmente diminuída". A norma, então, classifica os túneis em curtos e longos, e indica que no caso dos túneis curtos normalmente não se faz necessária uma iluminação especial.

Já nos casos de túneis classificados como longos, deverá ser projetada uma iluminação que atenda a NBR-5181. Túnel longo é um "túnel reto com comprimento superior a 50m ou túnel em que, na ausência de tráfego, o portal de saída não é claramente visível antes de seu emboque.", conforme definição da norma.

Como o projeto luminotécnico para túneis longos é muito mais complexo do que para vias comuns, recomenda-se que o responsável pelo projeto faça contato prévio com a OPIP e a CONCESSIONÁRIA, expondo a situação e alinhando as necessidades quanto aos requisitos e elementos a serem entregues para a análise do projeto.

#### 4.1.2.6. Considerações sobre projetos que serão licitados

Quando o projeto estiver sendo desenvolvido para obras que serão contratadas por entidades privadas, o projeto luminotécnico pode indicar a marca e modelo específico da luminária utilizada no projeto, de modo que o executor deve fornecer a mesma luminária especificada. Ainda assim, a luminária deve ser homologada no momento da execução da obra.

Nos casos de projetos que servirão de base para licitação de obras por órgãos públicos, não é possível especificar no memorial descritivo ou lista de materiais as marcas e modelos utilizados nas simulações, pois a lei de licitações impede que sejam especificadas dessa forma nos editais.

Nestes projetos, todas as simulações devem ser realizadas com 3 (três) modelos de luminárias de três fabricantes diferentes, e todas devem atender às premissas, requisitos e princípios do projeto. Caso haja mais de um padrão ou tipo de luminária no projeto, para cada padrão devem ser utilizados 3 modelos de fabricantes diferentes.

Por exemplo, se em um mesmo projeto houver trechos que usam luminárias de alta potência (V1), outro trecho com baixa potência (V4) e ainda outro com luminárias topo de poste, para cada um desses tipos de luminárias devem ser simulados 3 modelos distintos, totalizando 9 luminárias nesse exemplo.

Ao final do projeto, para cada tipo ou padrão de luminária, e com base nas características de cada modelo simulado, devem ser informados os seguintes requisitos:

1. Potência máxima.
2. Fluxo luminoso mínimo.
3. Temperatura de cor correlata (TCC).
4. Índice de reprodução de cores (IRC)\*.
5. Classificação fotométrica conforme a NBR-5101 ou outra forma de especificação de fotometria e/ou informações sobre o feixe de abertura.
6. Padrão de montagem (ponta de braço, topo de poste, etc.).
7. Exigência ou não de ajuste de ângulo no corpo da luminária.

\*O IRC é necessário apenas nos projetos de iluminação cênica.

Os requisitos listados acima devem ser estabelecidos de acordo com os modelos utilizados na simulação. Ou seja, todos os modelos simulados devem atender a estes requisitos, mas sem que haja muita discrepância entre as características de cada modelo e os requisitos.

Caso necessário, devido peculiaridades do projeto ou dos equipamentos, podem ser incluídos requisitos adicionais a critério do responsável pelo projeto, contanto que não resultem em direcionamento para uma marca ou modelo específico.

A especificação das luminárias no projeto é composta, portanto, destes requisitos citados acima em adição a todos os demais constantes neste guia, conforme item 4.2.1. Desse modo, não são indicadas marca e modelo das luminárias, mas segue sendo possível especificar com precisão as luminárias que deverão ser orçadas e fornecidas pelos participantes da licitação.

#### 4.1.2.7. Resultados e apresentação

De acordo com cada tipo de projeto e suas peculiaridades, as informações e resultados que devem ser apresentados ao final do projeto luminotécnico podem variar. As orientações prestadas acima para os diferentes tipos de projetos luminotécnicos também visam auxiliar na determinação de quais resultados são relevantes para cada projeto.

No entanto, como cada projeto pode apresentar peculiaridades e situações que são impossíveis de prever e padronizar em um guia como este, as orientações aqui prestadas não exaurem todas as possibilidades. Sendo assim, os resultados apresentados ao final do projeto luminotécnico devem ser completos e detalhados o suficiente para permitir sua adequada orçamentação e execução, além de prestar as informações necessárias para a elaboração do projeto elétrico.

De todo modo, é possível listar resultados e informações que, via de regra, devem constar detalhados nos resultados e no relatório luminotécnico:

1. Descrição do conceito do projeto. Deve apresentar as motivações e justificativas que levaram à escolha das soluções adotadas para o atendimento às normas, diretrizes e princípios do projeto.
2. Especificação completa de cada tipo de luminária utilizada no projeto, observando a forma de especificar indicada no item 4.1.2.6 para os casos de projetos que serão licitados.
3. Posição e angulação de cada luminária. Podem haver situações, especialmente em projeto de iluminação cênica e túneis, em que deve ser detalhado com desenhos ou esquemas a forma de montagem.
4. Resultados dos cálculos luminotécnicos (iluminância média, uniformidade, etc.), com identificação dos objetos de cálculo utilizados, seu posicionamento no projeto e a matriz de pontos de medição utilizada.
5. Imagens representando a posição dos equipamentos e os resultados obtidos na simulação do projeto.

As especificações de luminárias e equipamentos devem também obrigatoriamente atender aos requisitos constantes neste guia, no item 4.2 e seus subitens.

#### 4.1.3. Projeto Elétrico

Após finalizado o projeto luminotécnico, com a especificação dos equipamentos a serem utilizados (luminárias, postes, braços, etc.), deve ser elaborado o projeto elétrico. Condições como a forma de acionamento de luminárias, temporização e peculiaridades dos equipamentos devem ser consideradas, devendo sempre ser tomado cuidado para não alterar as definições, posições e demais elementos estabelecidos no luminotécnico.

O projeto elétrico deve tomar como base a norma NBR-5410 para os cálculos envolvendo os circuitos e as definições de condutores e aterramento. Nos casos que envolverem ligação na rede da distribuidora e quadros de medição, o projeto deve seguir os padrões e manuais técnicos da COPEL.

A ligação das luminárias deve seguir o padrão adotado no município de Curitiba, com alimentação bifásica em 220V.

Projetos que envolvam alteração na rede de distribuição urbana (RDU) devem ser elaborados também nessa etapa, pois já estarão disponíveis as definições e requisitos estabelecidos no projeto luminotécnico. Conforme descrito no item 3.1.3, o projeto de RDU deve ser apresentado já aprovado pela COPEL como condição para a aprovação do projeto de iluminação pública.

Nos casos em que não seja possível no projeto de RDU atender os requisitos estipulados pelo luminotécnico, este deve ser revisado e ambos projetos devem ser elaborados em conjunto para se chegar em uma solução que atenda tanto as diretrizes e princípios do luminotécnico quanto as necessidades do projeto de RDU.

Para projetos que envolverem circuitos exclusivos de iluminação, devem ser apresentados o descritivo de cargas instaladas (DCI), diagramas unifilares, cálculos de queda de tensão dos circuitos, diagramas de montagem de quadros, detalhes de ligações, fixações e caixas de passagem, bem como detalhes de proteção e aterramento. Especificação de equipamentos e padrões construtivos que se encontram neste guia (item 4.2 e subitens) devem ser obrigatoriamente adotados no projeto.

Indicações de remoção de equipamentos, quando aplicável, devem apresentar o tipo e descrição do equipamento removido. No caso de luminárias, indicar o modelo e potência. Procurar seguir a simbologia indicada no item 4.1.3.3.

Para as luminárias ligadas diretamente na rede de Baixa Tensão da distribuidora (B.T.), o projeto deve indicar em quais fases cada luminária é ligada. O aterramento das luminárias, nesses casos, deve ser ligado ao neutro da B.T.

Devido ao alto risco de furtos e vandalismos nos locais públicos do município, o projeto deve sempre atentar para a proteção dos equipamentos e cabos elétricos, utilizando os meios necessários para assegurar sua inviolabilidade e durabilidade. Os padrões construtivos propostos neste guia apresentam as situações mais comuns encontradas nos projetos, mas na ocorrência de situações não previstas aqui também devem ser adotadas medidas protetivas para os circuitos.

Os circuitos e eletrodutos utilizados para iluminação pública devem ser sempre exclusivos, não sendo permitido o compartilhamento com outros circuitos, tais como a fiscalização eletrônica de velocidade, monitoramento de vídeo, telefonia móvel ou fixa etc. As ocorrências de desligamento dos circuitos de iluminação possuem critérios distintos de manutenção que podem comprometer o desempenho dos sistemas de outros órgãos. Isso também se aplica às entradas de energia e medidores, que devem ser sempre exclusivos para iluminação pública.

#### 4.1.3.1. Apresentação das pranchas de desenhos

A planta com a posição das luminárias e equipamentos gerada no projeto luminotécnico deve ser utilizada como base para o desenho das topologias dos circuitos elétricos.

Para elaboração dos desenhos podem ser utilizados softwares como Autocad®, QCad e demais softwares que sejam compatíveis com arquivos .dwg e .dwt, com a possibilidade da criação de layers, devendo conter, minimamente:

- Informação da escala a ser utilizada;
- Planta de situação do local do projeto e indicação de norte;
- Gabarito das vias onde serão implantados os postes de iluminação pública (perfil das vias);
- Representação da vegetação existente, se for o caso;
- Quadro de cargas;
- Simbologia e legenda de todos os itens de iluminação a serem instalados;
- No caso de praças, parques e afins, informar dimensionamento dos materiais elétricos projetados (Quadros de comando, condutores, aterramento etc.) e apresentar desenhos com detalhes da implantação dos postes, quadros de comando e rede subterrânea; Outras notas e observações necessárias ao entendimento do projeto.

A escala a ser utilizada nos projetos deve ser adequada para permitir uma visualização e leitura confortáveis, sendo comum o uso de escalas 1:500 a 1:250 pra plantas, devendo estar

indicada em planta. Detalhamentos costumam ter escalas mais ampliadas, de acordo com as dimensões dos objetos envolvidos.

Recomenda-se que a apresentação das plantas seja feita utilizando a unidade de medida em metros e os detalhes de equipamentos com a unidade de medida em milímetros.

Deve ser dada preferência pelo tamanho A1 para a impressão, mas outros tamanhos podem ser adotados a critério do projetista. Quando um projeto necessitar de várias folhas de impressão, deve ser indicada de forma clara o encadeamento ou ligação das pranchas.

#### 4.1.3.2. Cotas

O Projeto deve conter todas as cotas necessárias para que seja possível a locação precisa dos postes e demais elementos de projeto durante a execução. As cotas devem indicar a distância entre os postes e luminárias, bem como sua distância de elementos de referência do projeto, como meio-fio, alinhamento predial ou outros elementos geométricos.

Outros elementos que devem ter suas medidas explicitadas são larguras de vias, passeios, canteiros e demais elementos viários. Também no caso de quadras ou equipamentos públicos devem haver cotas indicando suas dimensões e o posicionamento relativo dos postes.

#### 4.1.3.3. Simbologia e legenda

A simbologia e as representações gráficas nos projetos elétricos devem seguir as normas técnicas vigentes da ABNT. Devem ser de fácil identificação e diferenciar claramente as luminárias existentes, as luminárias a instalar e as luminárias a retirar ou deslocar, se houver.

### 4.1.4. Memorial Descritivo e Lista de Materiais e Serviços

O Memorial descritivo é uma parte importante do projeto e tem o objetivo explicar os conceitos, soluções e especificações adotadas, bem como descrever as etapas da obra. O memorial descritivo é o local adequado para que sejam elaboradas em detalhes explicações e orientações para a correta execução da obra. Também os equipamentos e materiais que demandem especificações mais detalhadas, como luminárias, postes e braços, devem ser especificados no memorial descritivo.

A seguir são relacionados os elementos comumente presentes no memorial descritivo, mas cada projeto pode demandar informações adicionais além destas listadas para permitir seu adequado entendimento. Devem compor o memorial descritivo:

1. Introdução: Um breve descritivo da obra, contendo as motivações para a sua elaboração, contexto em que se insere o projeto de iluminação, além de outras informações como local, logradouro, bairro e regional. Poderá incluir registros fotográficos do local.

2. Objetivos: Remete às diretrizes do projeto, destacando as premissas e objetivos técnicos a serem alcançados (classes de vias, por exemplo), normas pertinentes, princípios a serem adotados e outros aspectos considerados relevantes durante sua elaboração.

3. Soluções: Explicação e justificativas sobre as soluções adotadas para atender os objetivos do projeto. Caso o projeto contemple locais diversos com diferentes soluções, todas devem ser explicadas individualmente. Justificar não apenas as soluções de iluminação (luminotécnico) como também elétricas como definição de circuitos aéreos ou subterrâneos, bifásicos ou trifásicos, entradas de energia, acionamentos e outros.

4. Memórias de cálculo: Os procedimentos e cálculos envolvidos no projeto, tais como cargas instaladas, dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção e queda de tensão.

5. Especificações de equipamentos, materiais e padrões construtivos: Luminárias, postes, braços, quadros elétricos, acionamentos e outros equipamentos e materiais constantes no projeto devem ser detalhadamente especificados no memorial descritivo. Padrões e modos de construção e instalação também devem ser descritos. Tanto os equipamentos como os padrões construtivos devem atender aos requisitos constantes neste guia. As especificações e padrões construtivos devem ser suficientemente detalhados para permitir a correta orçamentação e execução da obra.

6. Observações e orientações gerais: Podem incluir orientações gerais para a correta execução da obra, interações com outros órgãos ou disciplinas do projeto, aspectos de saúde e segurança, medidas de proteção ambiental e tratamento de resíduos.

7. Procedimentos para Obra e Recebimento: Deve ser incluído um adendo com os procedimentos descritos neste guia referentes às macroatividades de Obra e Recebimento. Pode ser uma cópia idêntica e completa dos itens 3.2 e 3.3 e seus subitens.

A Lista de materiais deve ser elaborada como última parte do projeto, quando todas as soluções, especificações e modos de construção já estiverem definidos. Todos os equipamentos e materiais necessários para a execução plena da obra devem ser incluídos. Quando se tratar de projetos que serão licitados, deve ser incluído na lista de materiais os serviços e mão-de-obra correlatos.

A lista de materiais deve ser apresentada em formato PDF e também em formato de planilha editável, preferencialmente elaborada no software Excel ou LibreOffice.

#### **4.1.5. Composição do projeto de iluminação pública**

O projeto de iluminação pública deve conter, para fins de aprovação conforme procedimentos do item 3.1.3, os seguintes elementos:

1. Memorial descritivo (PDF).
2. Relatório e projeto luminotécnico (PDF e EVO).
3. Pranchas de desenhos, contendo plantas e detalhamentos (PDF, dwg e dxf).
4. Datasheets e fotometrias das Luminárias (PDF);\*
5. Lista de Materiais e serviços (PDF e Excel);
6. Registros fotográficos da situação antes do projeto;

\*Não aplicado para o caso de projetos que serão licitados.

O relatório luminotécnico pode ser anexado ao Memorial Descritivo, a critério do contratante do projeto.

Os elementos do projeto devem ser todos elaborados conforme orientações e requisitos descritos neste guia.

#### **4.2 EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E PADRÕES CONSTRUTIVOS**

A especificação de equipamentos e materiais deve ser considerada como referência, não implicando em indicação ou privilégio de qualquer fabricante, devendo ser considerados todos aqueles que atendam as características técnicas de construção e de desempenho indicadas.



#### 4.2.1 Luminária LED

Os produtos a serem aplicados devem atender aos requisitos técnicos de segurança e eficiência luminosa (desempenho) a serem estabelecidos no projeto, e também à Portaria nº 62, de 17 de fevereiro de 2022, do INMETRO (ou outra mais atual que a substitua).

As luminárias também devem possuir as seguintes características mínimas:

Eficiência luminosa mínima

Luminárias Viárias: 150 lm/W

Luminárias Decorativas: 100 lm/W

Expectativa de vida mínima (L70): 50.000 horas

Grau de proteção IP 66

Equipamento de proteção contra sobretensões de no mínimo 10 kV/12kA

Temperatura de cor correlata: 3000K para parques e praças, 5000K para rodovias e 4000K para demais vias e quadras poliesportivas. Nos projetos de cênicas, seguir projeto. IRC  $\geq$  70

Driver dimerizável (Tipo de Dimerização 0-10)

Base para relé: Luminárias viárias devem obrigatoriamente contar com base para relé 7 pinos NEMA/ANSI C136.41. Luminárias decorativas e projetores não devem dispor de base para relé.

Registro junto ao INMETRO para o caso de luminárias viárias: O número do registro é um requisito para a homologação da luminária.

Deverá conter no folheto de instruções ou certificado de garantia da luminária a previsão da conexão do aterramento no neutro da rede BT da distribuidora de energia sem que ocorra a perda na garantia.

As luminárias deverão ser alimentadas com tensão fase-fase 220V.

Garantia contra defeitos de fabricação: 5 (cinco) anos de garantia.

Todas as luminárias LED utilizadas em projetos e obras devem, obrigatoriamente, atender às características e requisitos acima para fins de aprovação de projeto e recebimento de obra pela CONCESSIONÁRIA.

Para projetos cujas obras serão licitadas, não pode ser citada a marca e modelo da luminária. Nessas situações, adicionalmente aos citados acima, as luminárias deverão atender aos requisitos específicos para cada projeto, conforme item 4.1.2.6.

O projeto também pode estabelecer critérios e requisitos especiais caso seja necessário, contanto que haja justificativa técnica.

#### **4.2.2 Acionamento e Comando**

O acionamento de luminárias viárias deve ser sempre individual, feito por relés fotoelétricos instalados nas luminárias.

Quando as luminárias não apresentarem tomada para relé, como no caso das luminárias decorativas e projetores, o acionamento deve ser feito por relés fotoelétricos ou temporizadores instalados em quadros de comando, podendo ser utilizados contadores, a depender da carga instalada.

#### **4.2.3 Temporizador**

Os temporizadores devem ser utilizados em circuitos exclusivos que necessitem de iluminação programada. Enquadram-se nesses casos os circuitos de iluminação pública de campos e quadras poliesportivas e canchas. O temporizador deve ser temporizado de 4 horas ou 5 horas para acionar o desligamento. Os temporizadores devem ser especificados conforme segue:

- Tensão nominal: 105-305 Vca;
- Frequência: 60Hz.

#### **4.2.4 Relé fotoelétrico**

Os relés fotoelétricos devem ser do tipo eletrônico e intercambiável e que possua sistema de acionamento que mantém a luminária acesa em caso de falha. Também devem cumprir as seguintes especificações:

- Corpo e base em polipropileno ou policarbonato, estabilizado contra radiações UV;
- Contatos de encaixe em latão estanhado;
- Normalmente Fechado (falha ligado);

- Tensão nominal: 105-305 Vca;
- Frequência: 60Hz;
- Acionamento: liga instantaneamente, desliga com retardo de 3 a 10 segundos. Para evitar desligamento acidental, liga entre 10 a 15 lx e desliga até 30 lx;
- Grau de proteção IP 66, com relatório de ensaio emitido por laboratório acreditado pelo Inmetro que comprove o grau de proteção;
- Temperatura de operação:  $(-5\pm1)^{\circ}\text{C}$  e  $(50\pm2)^{\circ}\text{C}$ ;
- Perdas menor ou igual a 1,2W.

Nas demais características devem atender todos os requisitos da ABNT NBR 5123 Relé Fotoelétrico/eletrônico e Tomada para Iluminação - Especificação e Método de Ensaio, na sua versão mais recente, tanto para o componente relé quanto para a base. Também deve atender os requisitos da Distribuidora de energia, se houver.

#### 4.2.5 Quadro de comando

Este dispositivo de comando deve ser empregado em todos os circuitos exclusivos de IP, salvo justificativa aceita pela CONCESSIONÁRIA e PODER CONCEDENTE.

Os quadros elétricos, que protegem e comandam os circuitos de iluminação, devem ser fabricados em chapa de aço com tratamento adequado contra corrosão, com pingadeira, devendo abrigar em seu interior os equipamentos elétricos indicados nos diagramas. Deverá ser fabricado com grau de proteção IP54. O sistema de fechamento deve ser por meio de fechadura com chave.

O quadro deve possuir chassi interno para montagem dos equipamentos solicitados em projeto, inclusive com proteção acrílica em policarbonato para proteção das partes vivas. Fica opcional a utilização da proteção acrílica para os casos em que não haja partes vivas no quadro.

A capacidade de corrente deve ser indicada em planta. As contadoras devem ser comandadas por relés fotoelétricos. Deve ser instalado no interior dos quadros de comando um espelho de policarbonato removível transparente com adesivo de alerta de risco de morte, para segurança contra choques elétricos de pessoas que porventura consigam acessar o interior do quadro. Na descida do quadro de comando deve ser utilizada tubulação de aço galvanizado de seção indicada em planta e fixada ao poste por meio de fixadores (Fita de aço, fita perfurada, abraçadeira BAP).

A chaparia deve ser completamente tratada, na parte interna e externa, de modo a proteger contra corrosão. Os fechos utilizados, tanto no espelho interno como externo, devem ser do tipo rápido, em aço inoxidável.

Além disso, os quadros elétricos em chapa de aço para baixa tensão devem ser projetados em conformidade com as normas técnicas nacionais e internacionais, incluindo as determinações da ABNT, ANSI, NEMA, NEC e IEC, tanto de especificação do quadro, como de toda a montagem dos circuitos, principalmente aquelas constantes na Norma de segurança NR 10.

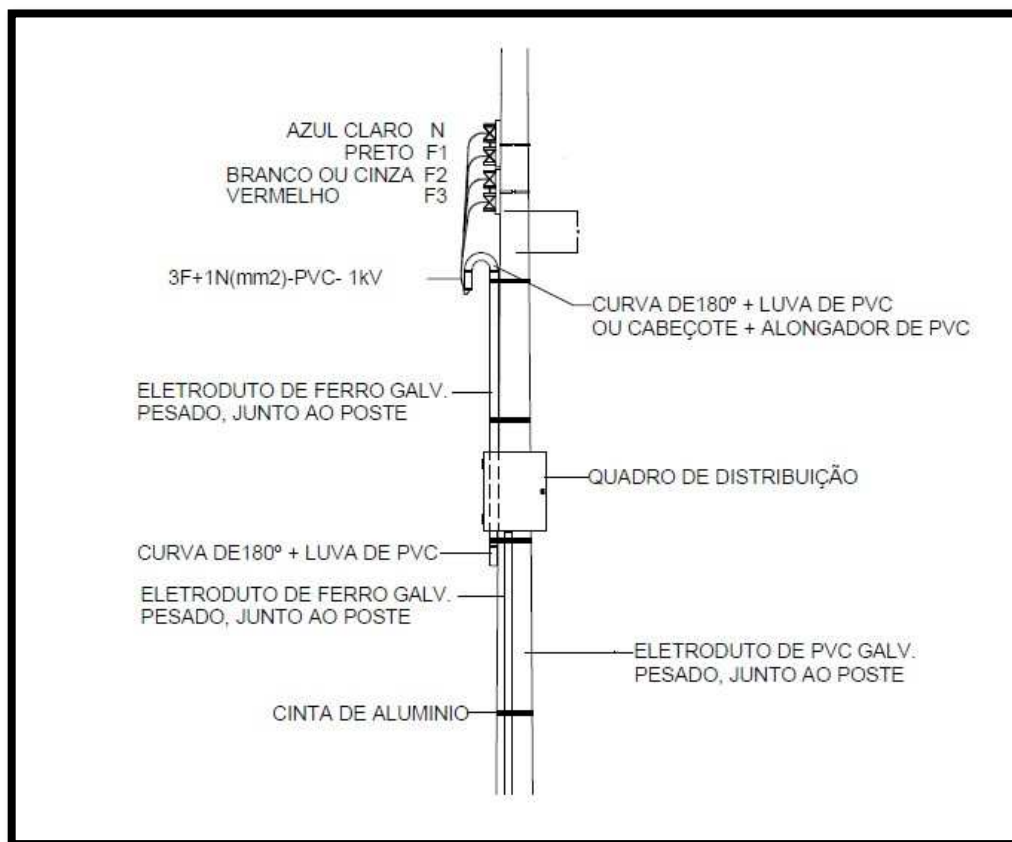
Quadros novos utilizados no projeto de iluminação pública devem apresentar garantia contra defeitos de fabricação de 1 (um) ano.

A instalação de quadros metálicos de sobrepor em postes deve ser feita na porção mais alta do poste imediatamente abaixo da rede B.T. ou ligação aérea, usualmente cerca de 5m de altura.

Devido ao risco de furtos e vandalismo, deve ser evitada a instalação de quadros em muretas ou estruturas em que o haja acesso a partir da altura do piso. Nas situações em que esse tipo de instalação for necessária, o quadro deve ser protegido com grades metálicas fixadas/chumbadas na estrutura, de modo a impedir sua abertura e acesso após a instalação.

A entrada e saída dos circuitos dos quadros elétricos devem ser concebidas com eletrodutos em curvas, no sentido inverso à queda d'água, de modo a evitar a entrada de água no quadro. Esse esquema de conexão pode ser visto na figura abaixo:

Figura 5: Detalhe de conexões em quadro de comando.



#### 4.2.6 Postes

Todos os postes novos utilizados no projeto e que sejam de uso exclusivo da iluminação pública devem apresentar garantia contra defeitos de fabricação de 5 (cinco) anos.

Nos casos em que sejam utilizados circuitos aéreos (cabos autossustentáveis), deve-se levar em conta o esforço mecânico que a rede aérea impõe sobre o poste, ou seja, prever postes que suportam esforços de todos os componentes, inclusive do cabeamento. Nestes casos, os postes de final de rede devem apresentar resistência mecânica mínima de 300daN, e os demais postes resistência mecânica mínima de 150daN, podendo ser utilizadas resistências maiores caso necessário no projeto.

Os postes metálicos deverão ser de aço carbono fornecidos de acordo com as NBRs 14744, 6123, 6323 e demais normas vigentes e devendo suportar ao peso da luminária e seus

acessórios. Os postes devem possuir placa de identificação do fabricante, também deverá ser instalado internamente ao poste, desde a caixa de passagem na base até o topo, eletroduto de PEAD corrugado flexível de seção mínima 1", promovendo uma proteção suplementar aos cabos.

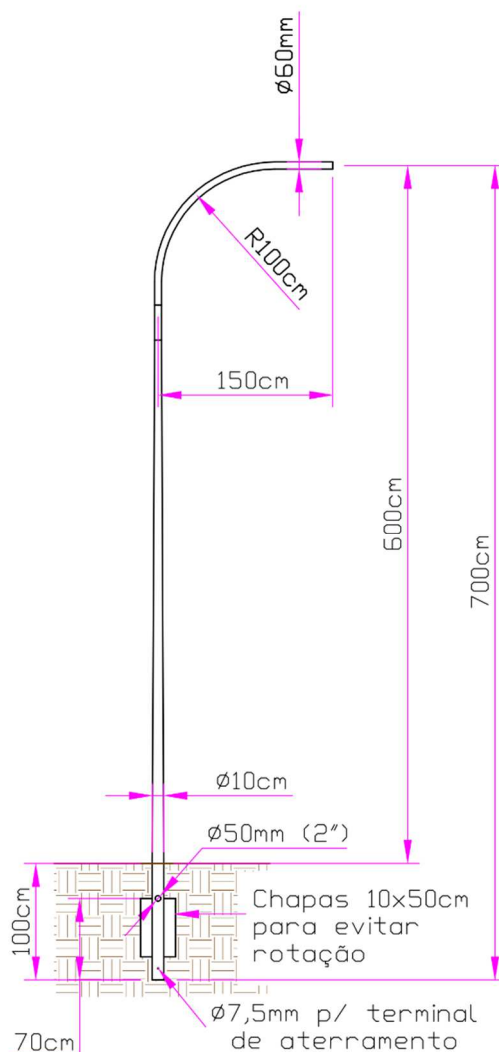
Em locais de grande circulação de pessoas, deve ser levada em consideração a utilização de postes de fibra (Polímero Reforçado com Fibra de Vidro - PRFV) para reduzir a exposição de transeuntes a partes metálicas expostas.

A seguir são apresentados os modelos de postes mais comuns instalados no município de Curitiba e que podem ser utilizados nos projetos de iluminação pública. O projeto deve buscar utilizar esses modelos sempre que possível, de modo a seguir o padrão do município e reduzir os prazos de manutenção e os custos de operação. Para casos exclusivos que necessitem de modelo não representado, as especificações completas do poste deverão constar no projeto e estarão sujeitas à análise e aprovação da CONCESSIONÁRIA.

#### 4.2.6.1 Poste modelo metálico engastado padrão 6m útil braço simples

Poste metálico com 6m de altura útil, 1m de engastamento, base com Ø100mm, com um furo de Ø50mm localizado a 700mm da base para passagem de cabos, com um furo de Ø7,5mm localizado a 100mm da base para instalação de terminal de aterramento, com duas chapas (haletas) de 10x50cm para evitar rotação, com braço simples e ponteira de Ø60mm paralela ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3$ mm, resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

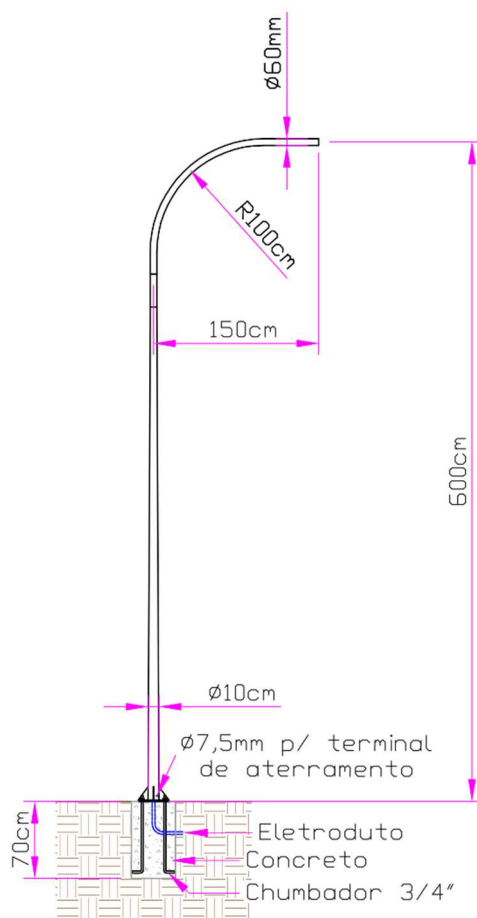
Figura 6: Poste metálico engastado padrão 6m útil braço simples



#### 4.2.6.2 Poste modelo metálico flangeado padrão 6m útil braço simples

Poste metálico com 6m de altura útil, com base flangeada para fixação através de quatro chumbadores de 3/4", base com Ø100mm, com um furo de Ø7,5mm localizado a 50mm da base para instalação de terminal de aterramento, com braço simples e ponteira de Ø60mm paralela ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3\text{mm}$ , espessura da chapa da flange  $\geq 12,7\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

Figura 7: Poste metálico flangeado padrão 6m útil braço simples

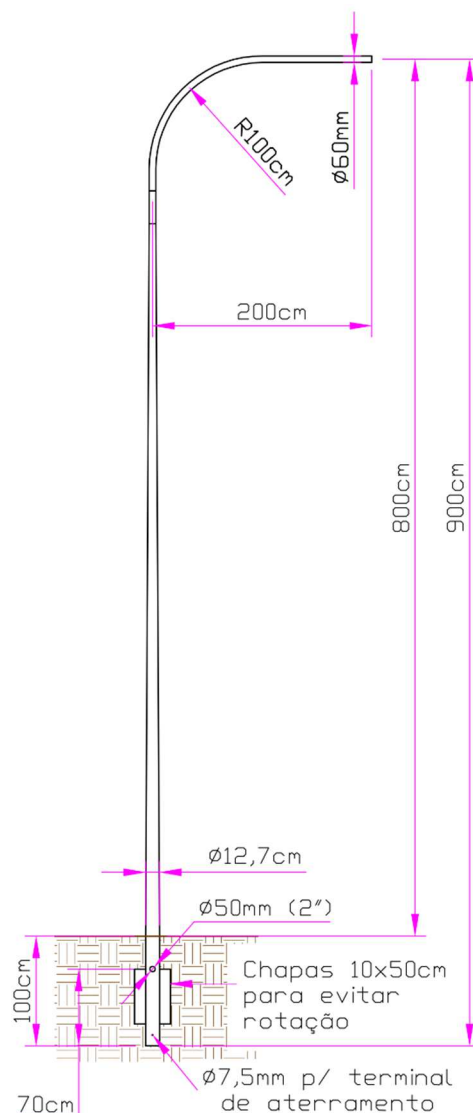


#### 4.2.6.3 Poste modelo metálico engastado padrão 8m útil braço simples

Poste metálico com 8m de altura útil, 1m de engastamento, base com Ø127mm, com um furo de Ø50mm localizado a 700mm da base para passagem de cabos, com um furo de Ø7,5mm localizado a 100mm da base para instalação de terminal de aterramento, com duas chapas (haletas) de 10x50cm para evitar rotação, com braço simples e ponteira de Ø60mm paralela ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.



Figura 8: Poste metálico engastado padrão 8m útil braço simples

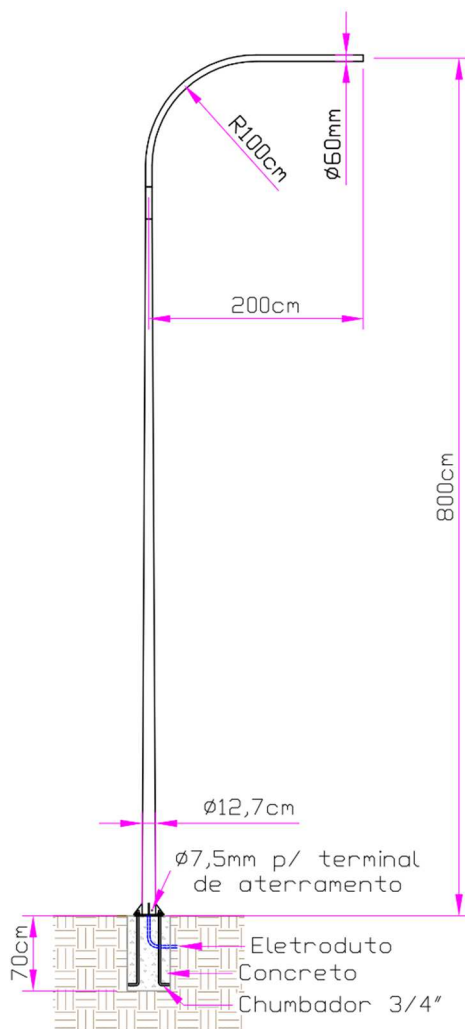


#### 4.2.6.4 Poste modelo metálico flangeado 8m útil braço simples

Poste metálico com 8m de altura útil, com base flangeada para fixação através de quatro chumbadores de 3/4", base com Ø127mm, com um furo de Ø7,5mm localizado a 50mm da base para instalação de terminal de aterramento, com braço simples e ponteira de Ø60mm paralela ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , espessura da chapa da flange  $\geq 12,7\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização

contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

Figura 9: Poste metálico flangeado 8m útil braço simples

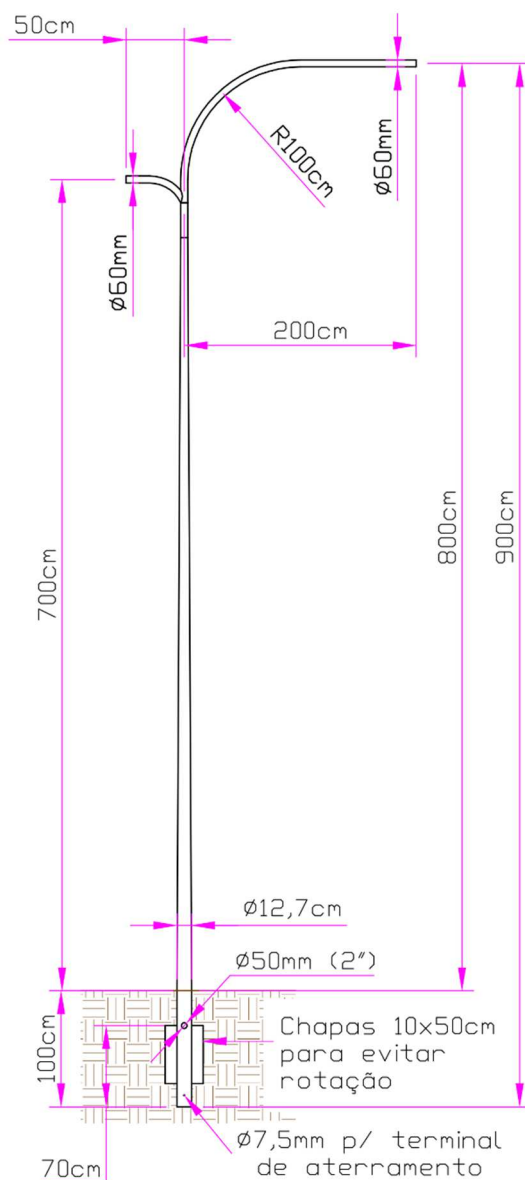


#### 4.2.6.5 Poste modelo metálico engastado padrão 8m útil braço duplo assimétrico

Poste metálico com 8m de altura útil, 1m de engastamento, base com Ø127mm, com um furo de Ø50mm localizado a 700mm da base para passagem de cabos, com um furo de Ø7,5mm localizado a 100mm da base para instalação de terminal de aterramento, com duas chapas (haletas) de 10x50cm para evitar rotação, com braço duplo assimétrico, ponteiras com Ø60mm paralelas ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323,

espessura média da camada de zinco  $\geq 75 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

Figura 10: Poste metálico engastado padrão 8m útil braço duplo assimétrico

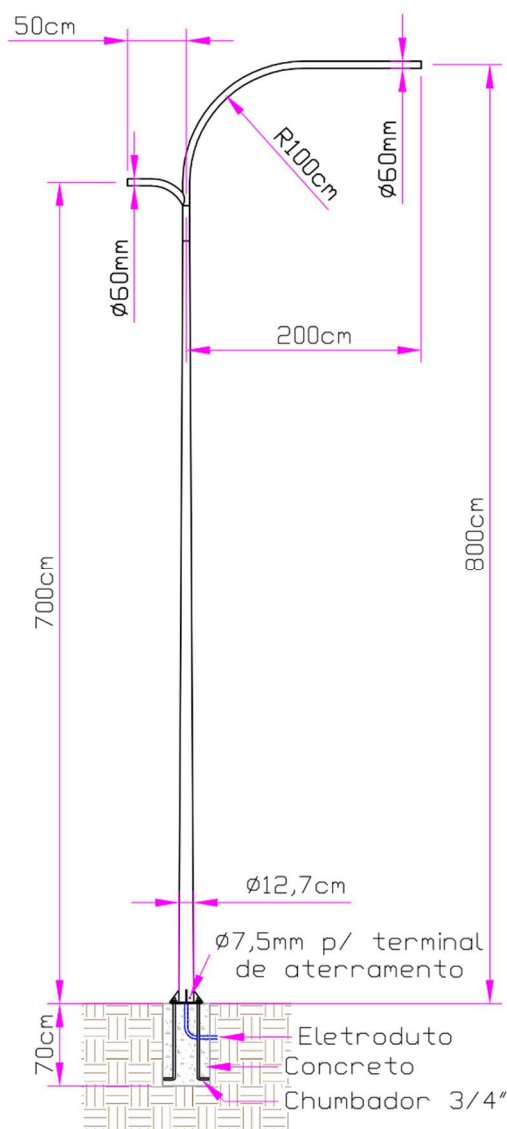


#### 4.2.6.6 Poste modelo metálico flangeado padrão 8m útil braço duplo assimétrico

Poste metálico com 8m de altura útil, com base flangeada para fixação através de quatro chumbadores de 3/4", base com Ø127mm, com um furo de Ø7,5mm localizado a 50mm da base para instalação de terminal de aterramento, com braço duplo assimétrico, ponteiros com

Ø60mm paralelas ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , espessura da chapa da flange  $\geq 12,7\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

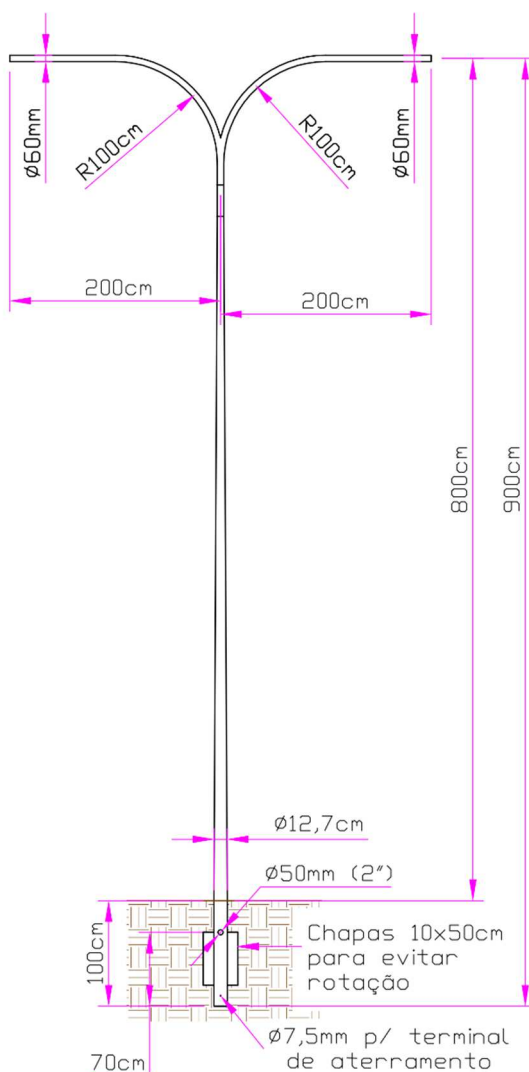
Figura 11: Poste metálico flangeado padrão 8m útil braço duplo assimétrico



#### 4.2.6.7 Poste modelo metálico engastado padrão 8m útil braço duplo

Poste metálico com 8m de altura útil, 1m de engastamento, base com  $\varnothing 127\text{mm}$ , com um furo de  $\varnothing 50\text{mm}$  localizado a 700mm da base para passagem de cabos, com um furo de  $\varnothing 7,5\text{mm}$  localizado a 100mm da base para instalação de terminal de aterramento, com duas chapas (haletas) de  $10 \times 50\text{cm}$  para evitar rotação, com braço duplo e ponteiros de  $\varnothing 60\text{mm}$  paralelos ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , resistência nominal mínima de  $75\text{daN}$ , flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

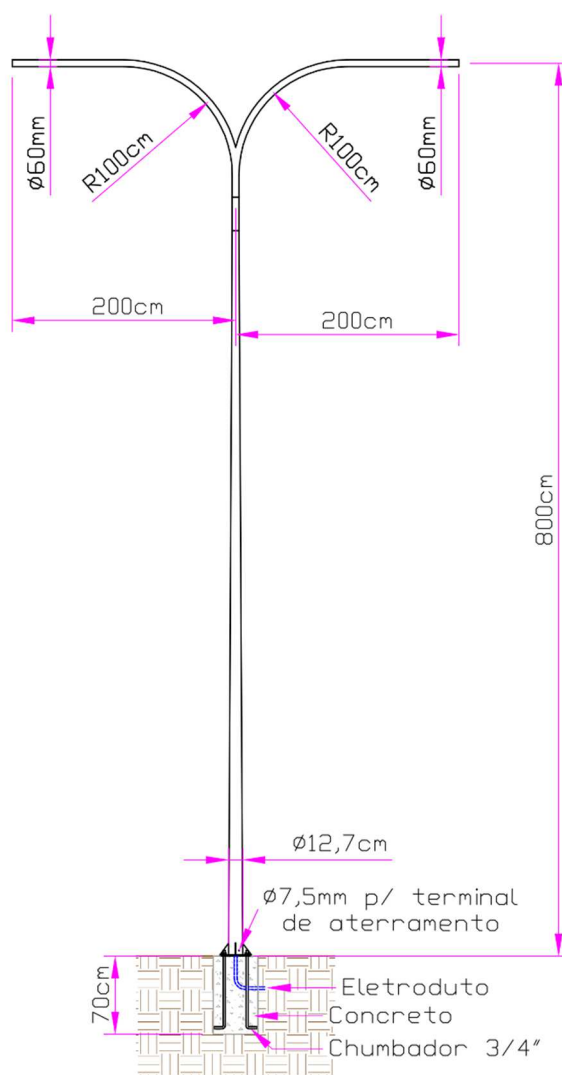
Figura 12: Poste metálico engastado padrão 8m útil braço duplo



#### 4.2.6.8 Poste modelo metálico flangeado padrão 8m útil braço duplo

Poste metálico com 8m de altura útil, com base flangeada para fixação através de quatro chumbadores de 3/4", base com Ø127mm, com um furo de Ø7,5mm localizado a 50mm da base para instalação de terminal de aterramento, com braço duplo e ponteiros de Ø60mm paralelos ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , espessura da chapa da flange  $\geq 12,7\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

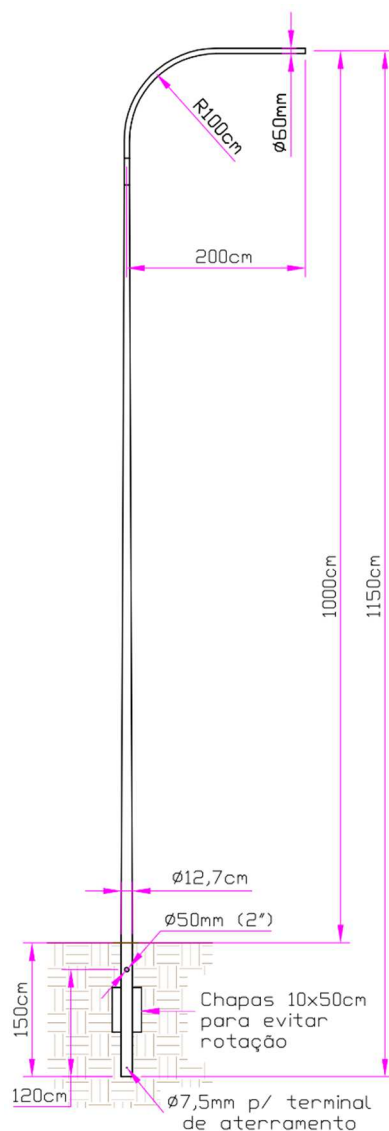
Figura 13: Poste metálico flangeado padrão 8m útil braço duplo



#### 4.2.6.9 Poste modelo metálico engastado padrão 10m útil braço simples

Poste metálico com 10m de altura útil, 1,5m de engastamento, base com Ø127mm, com um furo de Ø50mm localizado a 1200mm da base para passagem de cabos, com um furo de Ø7,5mm localizado a 100mm da base para instalação de terminal de aterramento, com duas chapas (aletas) de 10x50cm para evitar rotação, com braço simples e ponteira de Ø60mm paralela ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

Figura 14: Poste metálico engastado padrão 10m útil braço simples



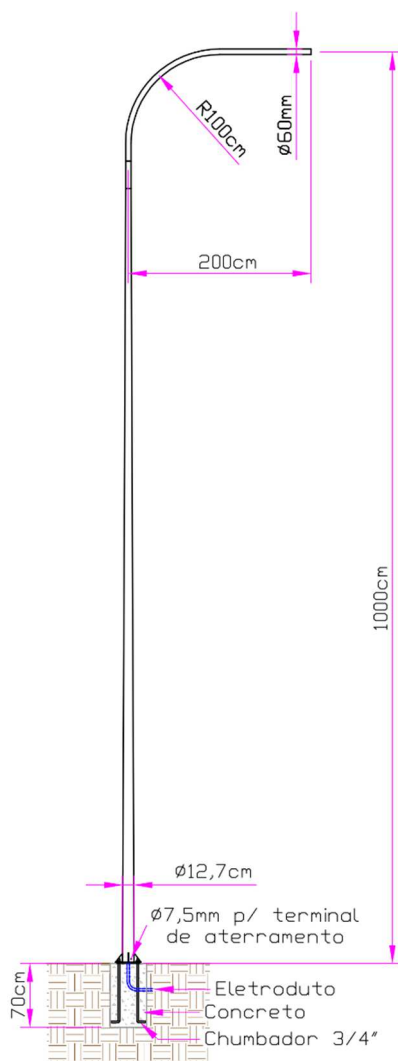
#### 4.2.6.10 Poste modelo metálico flangeado padrão 10m útil braço simples

Poste metálico com 10m de altura útil, com base flangeada para fixação através de quatro chumbadores de 3/4", base com Ø127mm, com um furo de Ø7,5mm localizado a 50mm da base para instalação de terminal de aterramento, com braço simples e ponteira de Ø60mm paralela ao plano horizontal, espessura da parede do poste  $\geq 3,35\text{mm}$ , espessura da chapa da flange  $\geq 12,7\text{mm}$ , resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% à carga nominal, flecha residual máxima de 1%, em aço carbono, galvanizado a fogo interna e externamente conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 75\text{ }\mu\text{m}$  (NBR



7399), acabamento sem rebarbas. Deve ser apresentado o certificado de galvanização contendo as medições de espessura da camada de zinco. As demais características do poste devem obedecer à norma NBR 14744. Dimensões conforme desenho.

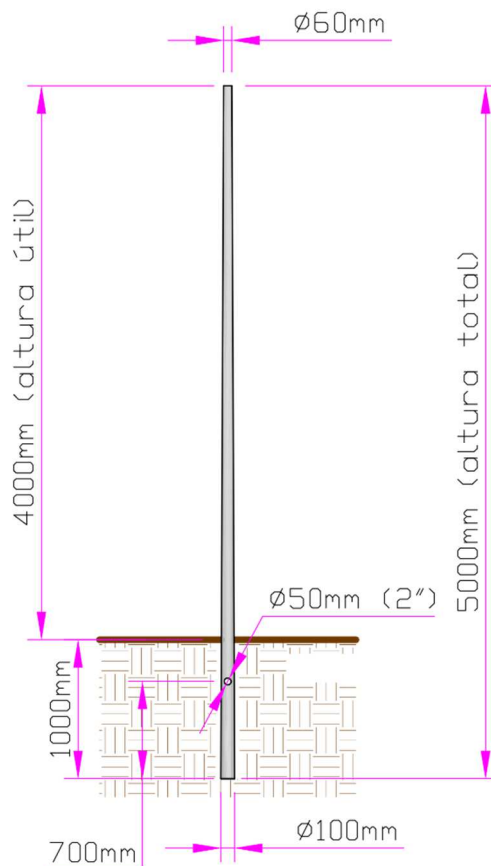
Figura 15: Poste metálico flangeado padrão 10m útil braço simples



#### 4.2.6.11 Poste modelo metálico cônico 5m de altura total para vias públicas

Poste metálico cônico com 5m, sendo 4m de altura útil e 1m engastado, base em tubo com 3mm de espessura de aço ABNT 1010 a 1020 galvanizado e diâmetro de 100mm, com um furo de 50mm de diâmetro localizado a 700mm da base do poste, com resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% no esforço nominal, flecha residual máxima de 1% após 10 minutos suportando a carga nominal, pintura epoxi na cor cinza grafite RAL 7024. Dimensões conforme desenho acima.

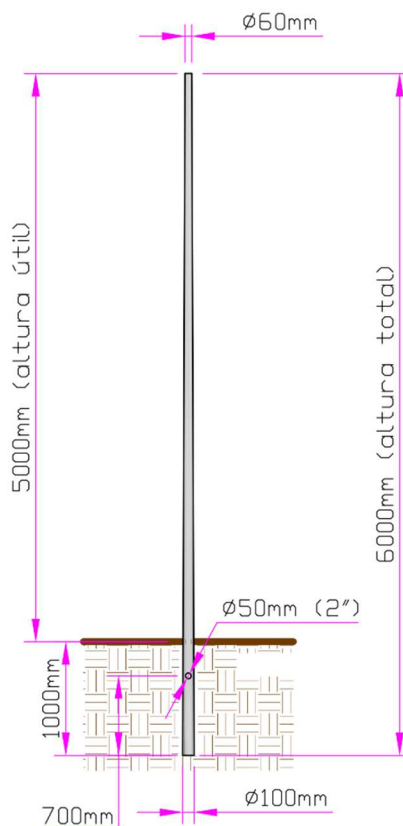
Figura 16: Poste modelo cônico 5m de altura total para vias públicas



#### 4.2.6.12 Poste modelo metálico cônico 6m de altura total para vias públicas

Poste metálico cônico com 6m, sendo 5m de altura útil e 1m engastado, base em tubo com 3mm de espessura de aço ABNT 1010 a 1020 galvanizado e diâmetro de 100mm, com um furo de 50mm de diâmetro localizado a 700mm da base do poste, com resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% no esforço nominal, flecha residual máxima de 1% após 10 minutos suportando a carga nominal, pintura epoxi na cor cinza grafite RAL 7024. Dimensões conforme desenho acima.

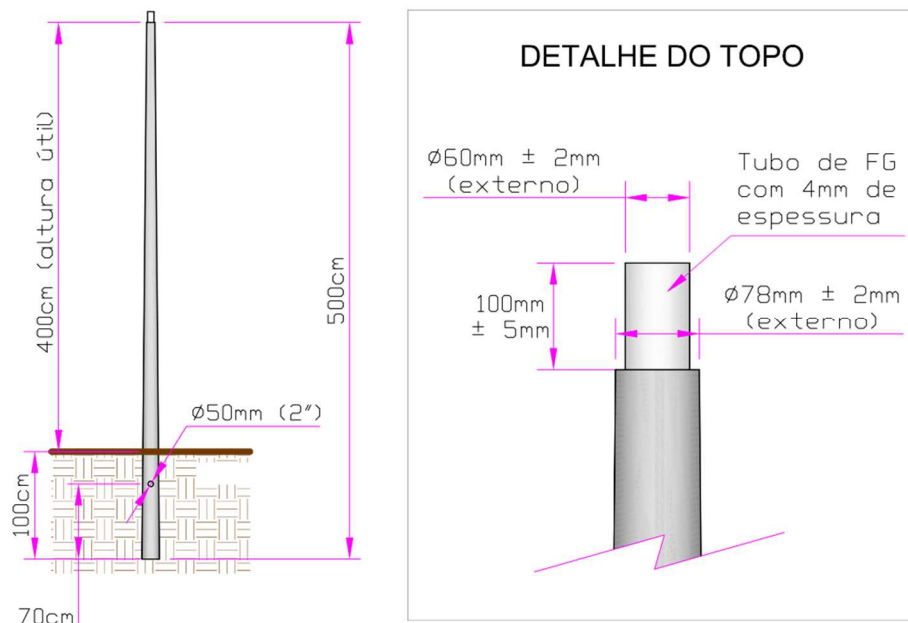
Figura 17: Poste metálico cônico 6m de altura total para vias públicas



#### 4.2.6.13 Poste modelo polimérico (PRFV) cônico 5m de altura total para vias públicas

Poste polimérico PRFV (poliéster reforçado com fibra de vidro) em coluna cônica com 5m, sendo 4m de altura útil e 1m engastado, topo em tubo de aço galvanizado com 4mm de espessura e diâmetro de 60mm, com um furo de 50mm de diâmetro localizado a 700mm da base do poste, com resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% no esforço nominal, flecha residual máxima de 1% após 10 minutos suportando a carga nominal, pintura PU na cor cinza grafite RAL 7024. Toda a superfície deverá ser lisa (polida) e sem emenda. Dimensões conforme desenho acima.

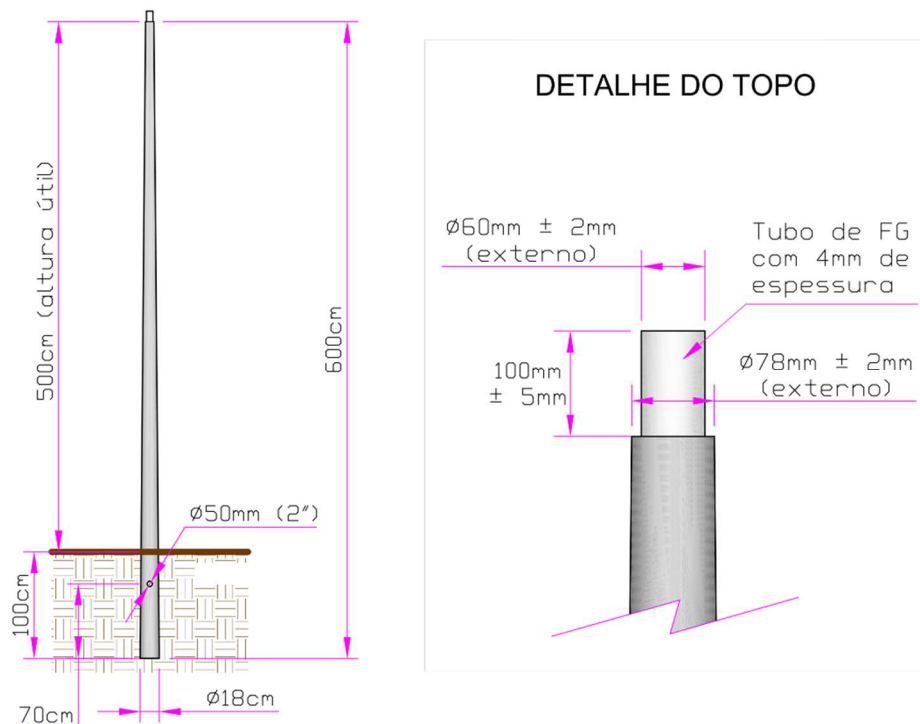
Figura 18: Poste polimérico (PRFV) cônico 5m de altura total para vias públicas



#### 4.2.6.14 Poste modelo polimérico (PRFV) cônico 6m de altura total para vias públicas

Poste polimérico PRFV (poliéster reforçado com fibra de vidro) em coluna cônica com 6m, sendo 5m de altura útil e 1m engastado, topo em tubo de aço galvanizado com 4mm de espessura e diâmetro de 60mm, com um furo de 50mm de diâmetro localizado a 700mm da base do poste, com resistência nominal mínima de 75daN, flecha máxima de 5% no esforço nominal, flecha residual máxima de 1% após 10 minutos suportando a carga nominal, pintura PU na cor cinza grafite RAL 7024. Toda a superfície deverá ser lisa (polida) e sem emenda. Dimensões conforme desenho acima.

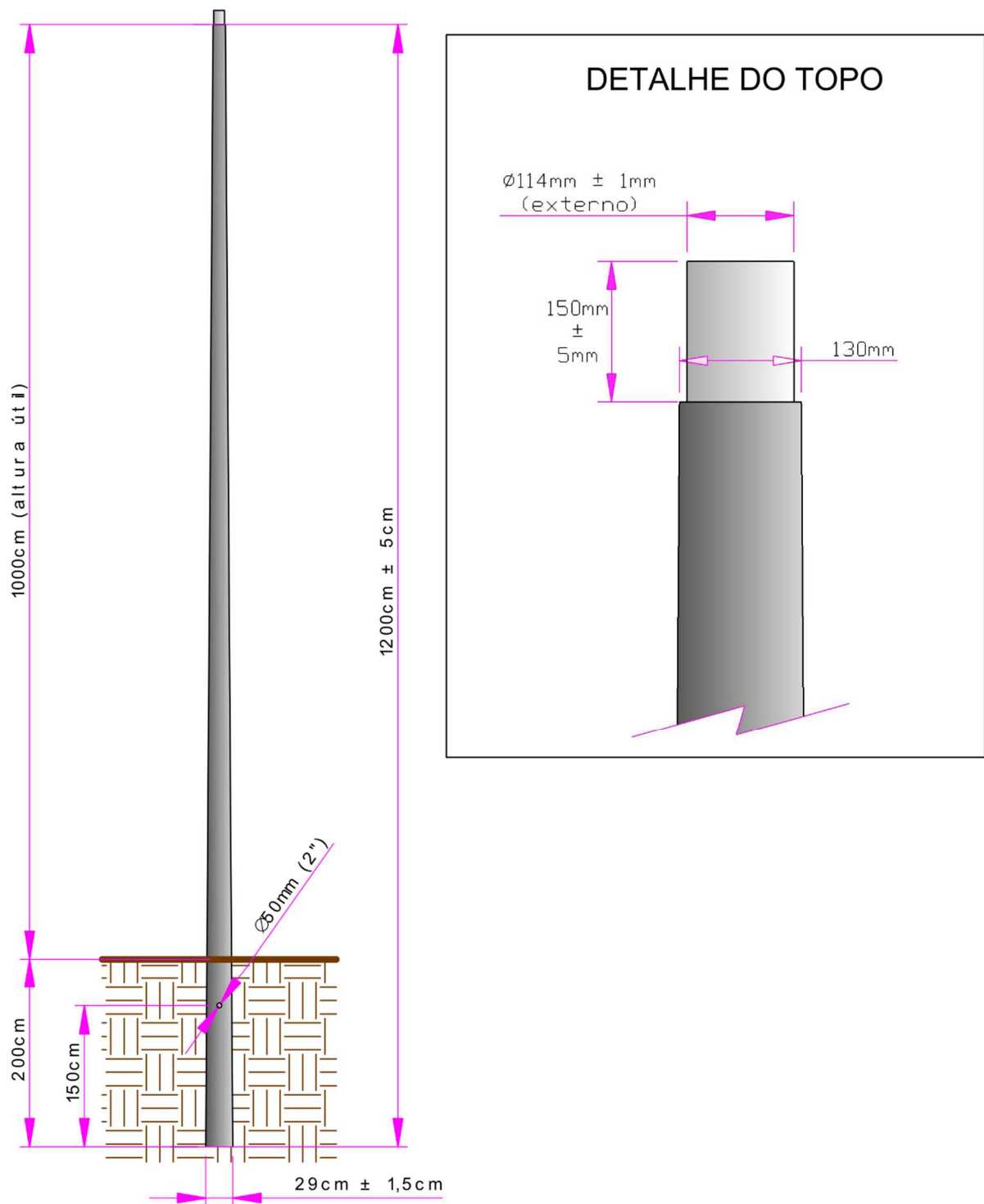
Figura 19: Poste polimérico (PRFV) cônico 6m de altura total para vias públicas



#### 4.2.6.15 Poste modelo polimérico (PRFV) cônico 12m de altura total

Poste polimérico PRFV (poliéster reforçado com fibra de vidro) em coluna cônica com 12m, sendo 10m de altura útil e 2m engastado, topo em tubo de alumínio fundido com 5mm de espessura e diâmetro de 114mm, com um furo de 50mm de diâmetro localizado a 1,5m da base do poste, com resistência nominal mínima de 150daN, flecha com carga nominal de 10% do comprimento útil, pintura PU na cor cinza grafite RAL 7024. Toda a superfície deverá ser lisa (polida) e sem emenda. Dimensões conforme desenhos acima.

Figura 20: Poste polimérico (PRFV) cônico 12m de altura total

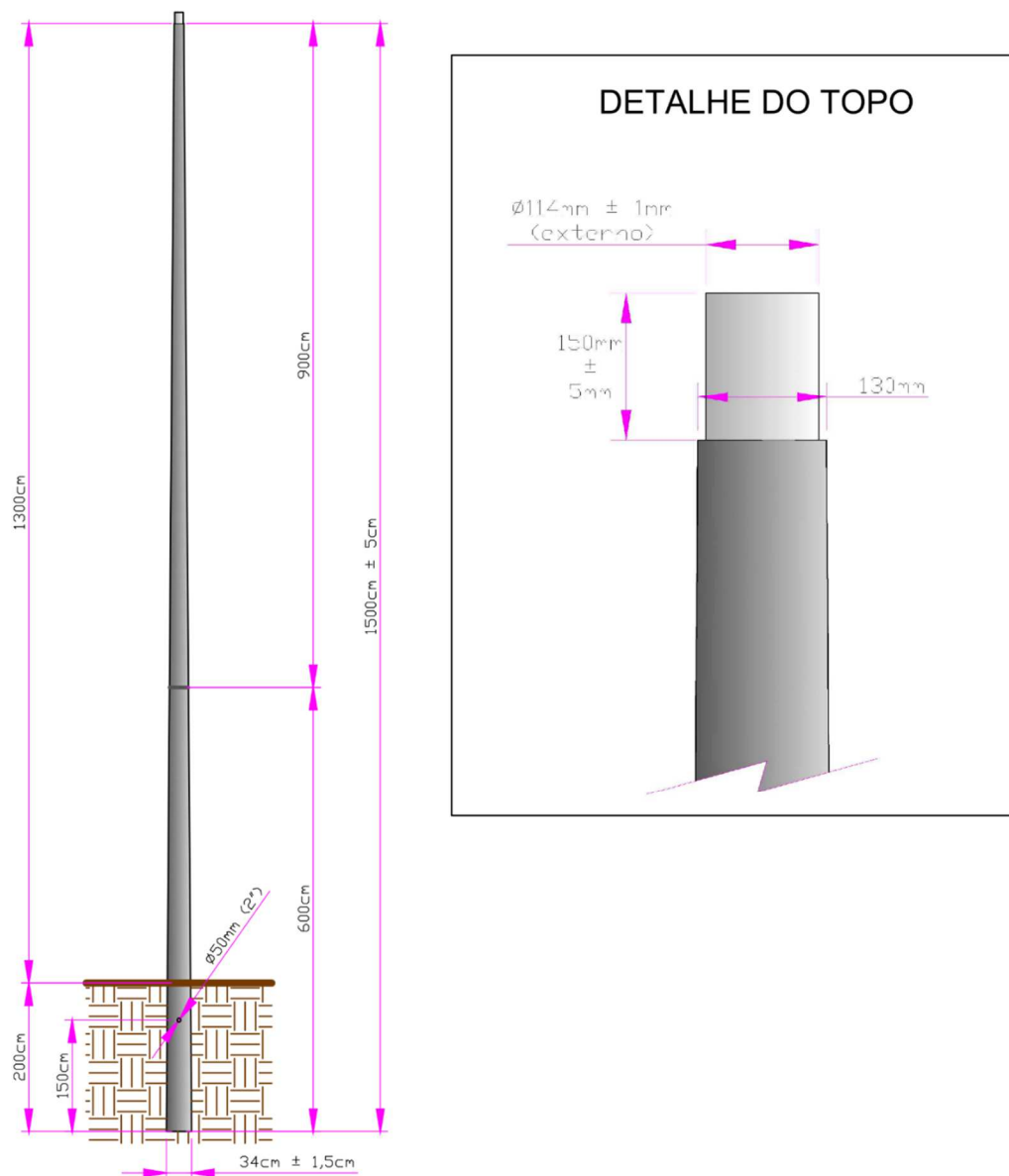


#### 4.2.6.16 Poste modelo polimérico (PRFV) cônico 15m de altura total

Poste polimérico PRFV (poliéster reforçado com fibra de vidro) em coluna cônica com 15m de altura total, sendo 13m de altura útil e 2m de base.

2m engastado, topo em tubo de alumínio fundido com 5mm de espessura e diâmetro de 114mm, com um furo de 50mm de diâmetro localizado a 1,5m da base do poste, com resistência nominal mínima de 150daN, flecha com carga nominal de 10% do comprimento útil, pintura PU na cor cinza grafite RAL 7024. Toda a superfície deverá ser lisa (polida). Dimensões conforme desenhos acima.

Figura 21: Poste polimérico (PRFV) cônico 15m de altura total.



#### 4.2.6.17 Profundidade de engastamento do poste

Para postes diferentes dos especificados neste guia ou cujo engastamento não seja indicado, a profundidade de engastamento deverá ser calculada pela equação abaixo, conforme o item 6 da ABNT NBR 15688.

$$e = \frac{L}{10} + 0,60 \text{ (m)}$$

Onde:

e – é o engastamento, expresso em metros (m) com valor mínimo igual a 1,50 m;

L – é o comprimento do poste, expresso em metros (m).

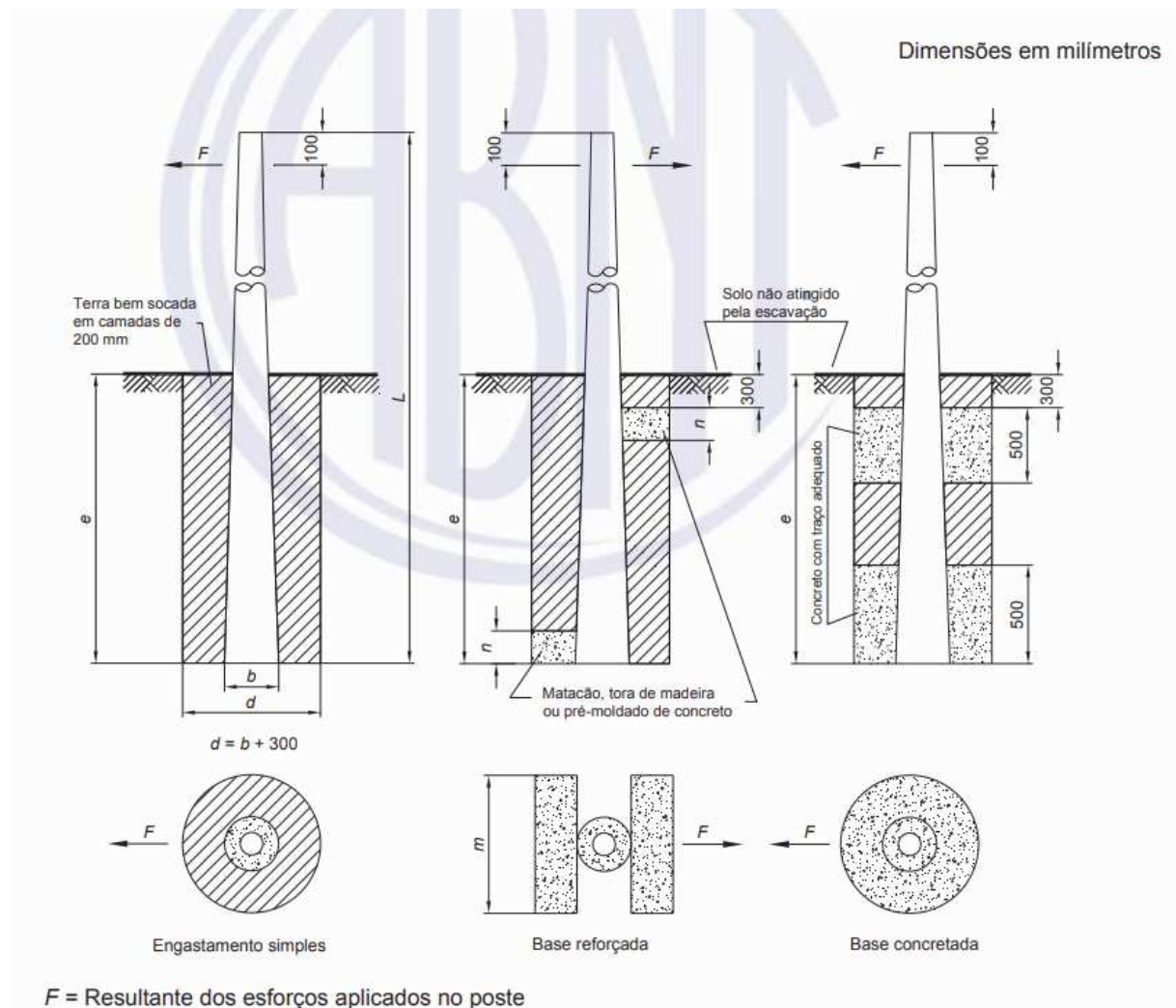
O engastamento do poste a ser utilizado deverá ser definido de acordo com cada particularidade conforme descrito no item 6 da ABNT NBR 15688.

Os tipos de engastamento de poste poderão ser:



- Engastamento tipo simples, base reforçada e base concreta

Figura 22: Tipos de engastamento



- Engastamento tipo manilha:

Figura 23: Tipo engastamento manilha

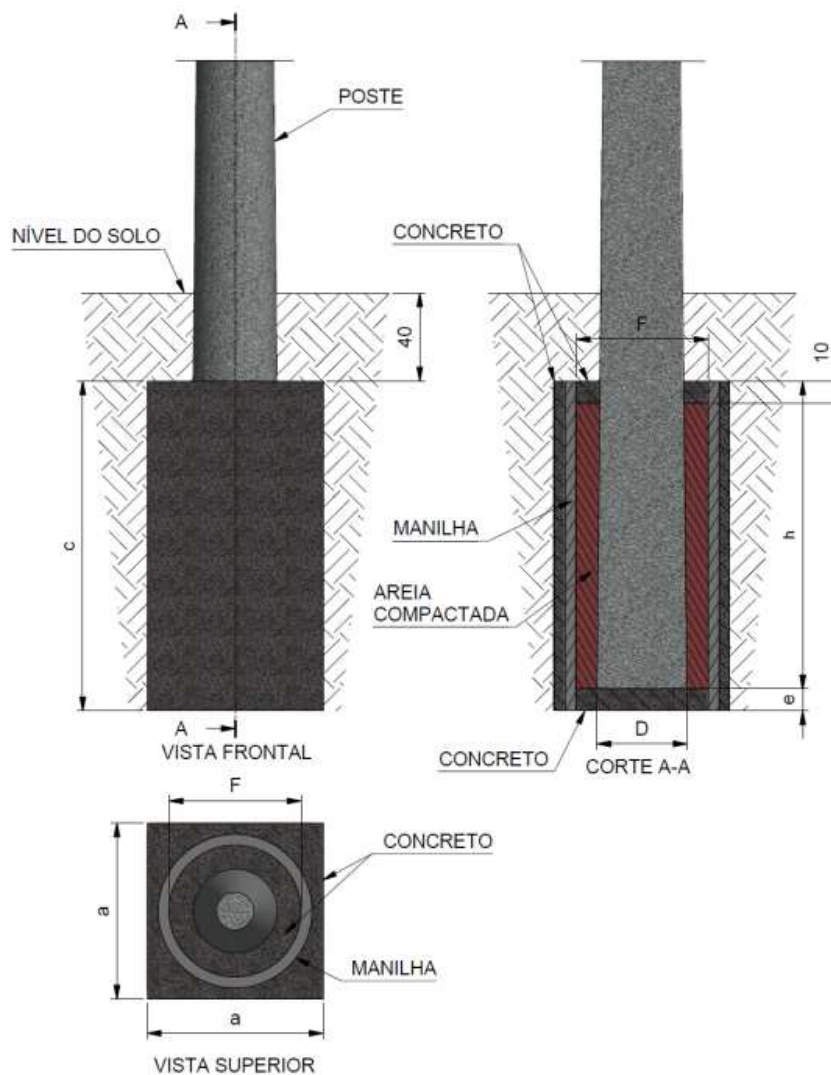
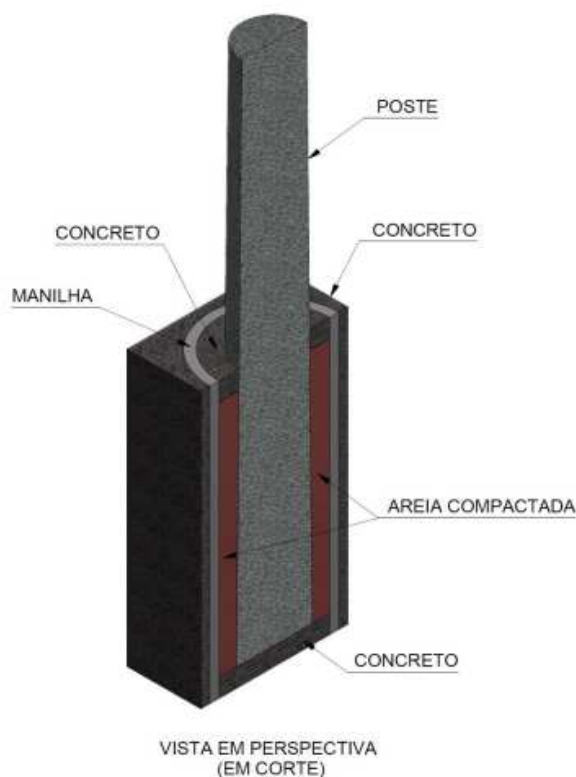


Figura 24: Tipo engastamento manilha



**NOTAS:**

- 1) A manilha tem como objetivo criar uma barreira mecânica para o concreto durante o procedimento de concretagem da fundação. Também poderão ser utilizadas formas ou outros materiais que permitam a correta concretagem das fundações.

#### 4.2.7 Braços e suportes

Braços metálicos são utilizados para instalação de luminárias viárias (ponta de braço) em postes de concreto. Suportes e braços especiais são utilizados para montagem em topo de poste.

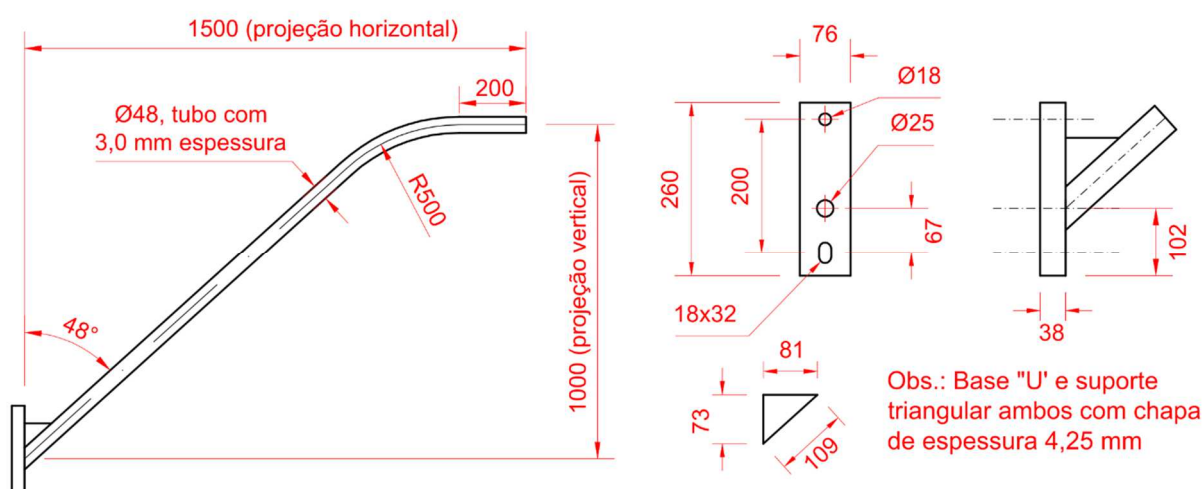
Todos os braços e suportes novos utilizados no projeto deverão apresentar garantia contra defeitos de fabricação de 5 (cinco) anos.

A seguir são apresentados os modelos de braços e suportes padronizados em Curitiba e que podem ser utilizados nos projetos de iluminação pública. Para casos exclusivos que necessitem de modelo não representado, as especificações completas do braço ou suporte deverão constar no projeto e estarão sujeitas à análise e aprovação da CONCESSIONÁRIA.

#### 4.2.7.1 Braço modelo BRIP-1

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-1, 1,5 m de projeção horizontal, 1,0 m de projeção vertical, ponteira com 200 mm de comprimento e 0° em relação ao plano horizontal (sem inclinação em relação ao piso), fabricado com tubo Ø48 mm e parede com 3,0 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

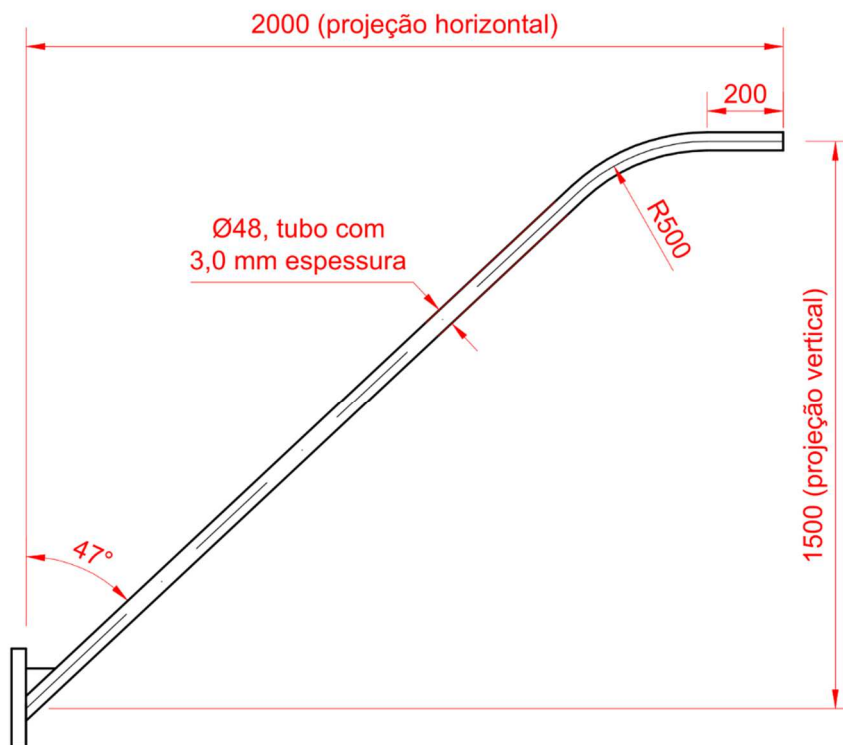
Figura 25: Braço modelo BRIP-1.



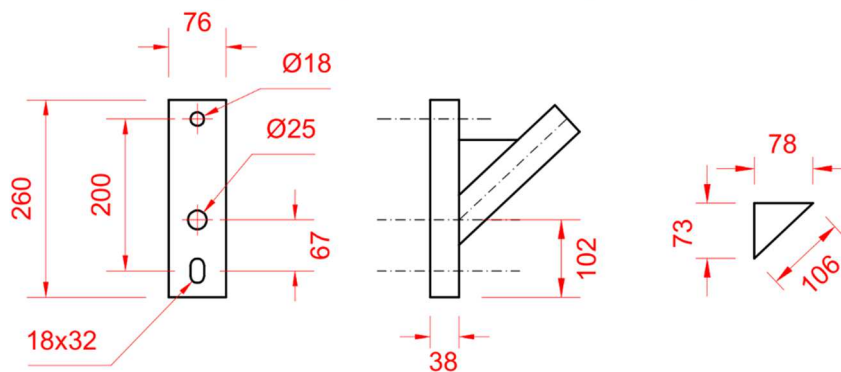
#### 4.2.7.2 Braço modelo BRIP-2

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-2, 2,0 m de projeção horizontal, 1,5 m de projeção vertical, ponteira com 200 mm de comprimento e 0° em relação ao plano horizontal (sem inclinação em relação ao piso), fabricado com tubo Ø48 mm e parede com 3,0 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

Figura 26: Braço modelo BRIP-2.



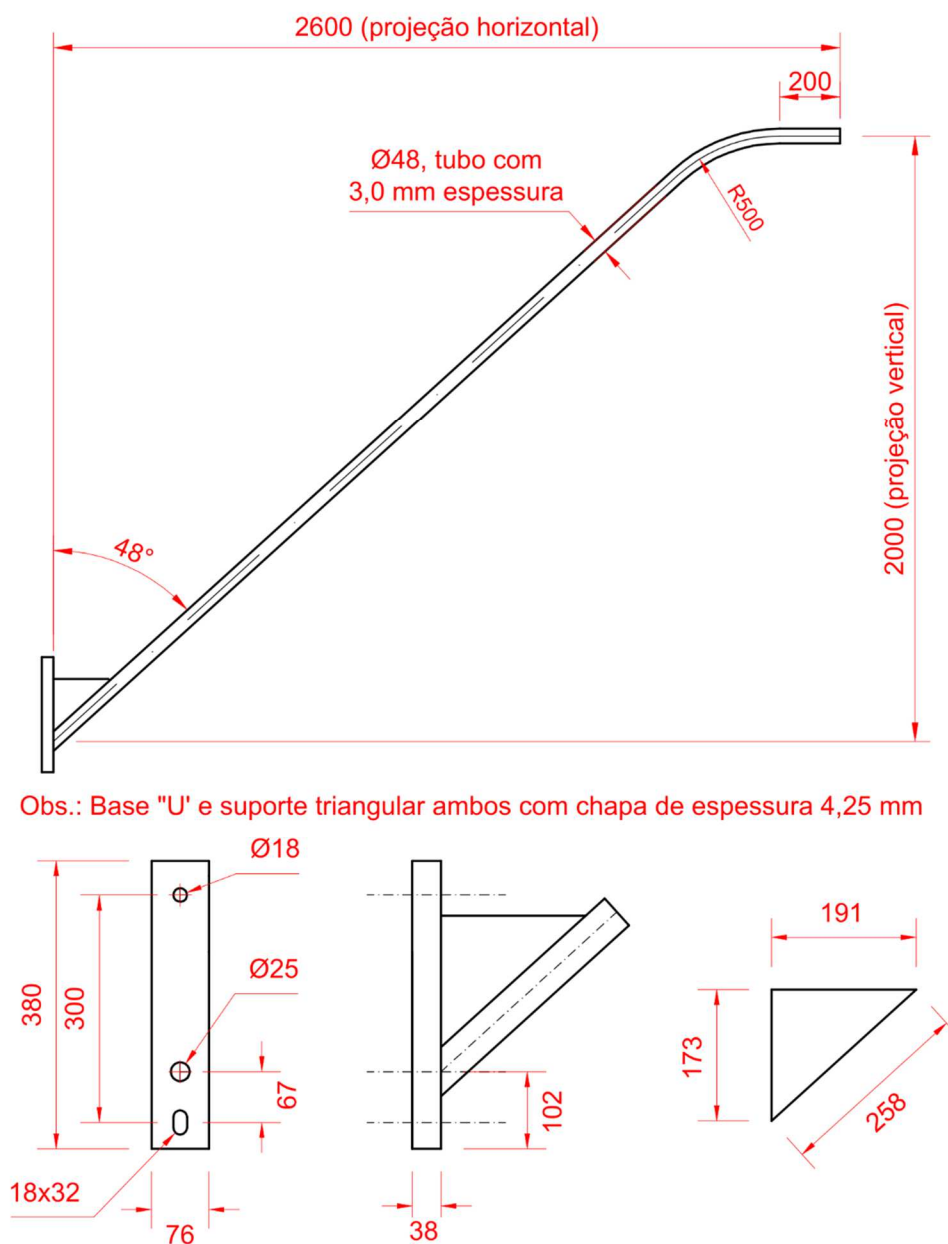
Obs.: Base "U" e suporte triangular ambos com chapa de espessura 4,25 mm



#### 4.2.7.3 Braço modelo BRIP-3

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-3, 2,6 m de projeção horizontal, 2,0 m de projeção vertical, ponteira com 200 mm de comprimento e 0° em relação ao plano horizontal (sem inclinação em relação ao piso), fabricado com tubo Ø48 mm e parede com 3,0 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

Figura 27: Braço modelo BRIP-3.

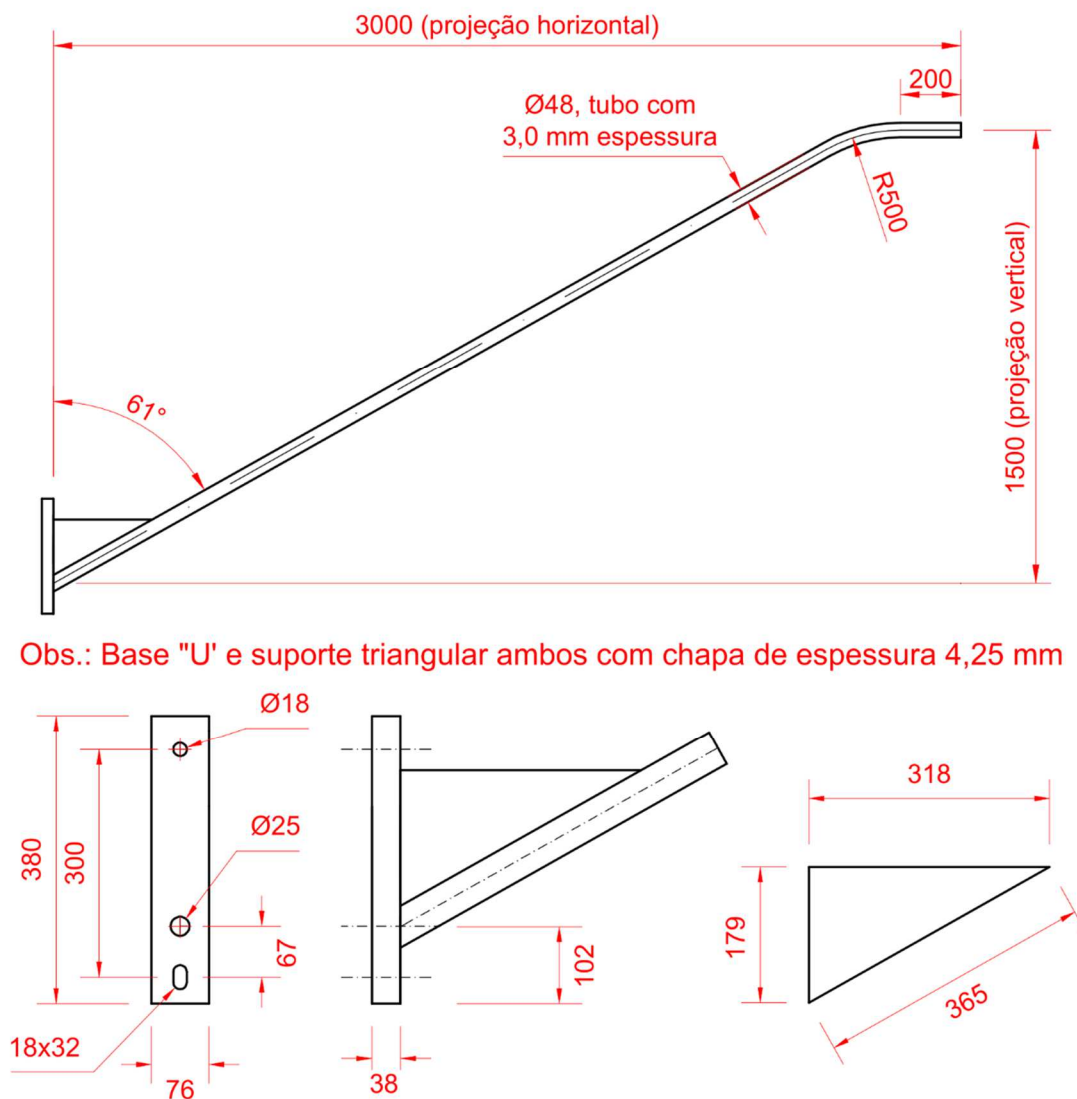


#### 4.2.7.4 Braço modelo BRIP-4

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-4, 3,0 m de projeção horizontal, 1,5 m de projeção vertical, ponteira com 200 mm de comprimento e 0° em relação ao plano horizontal (sem inclinação em relação ao piso), fabricado com tubo Ø48 mm e parede com 3,0 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.



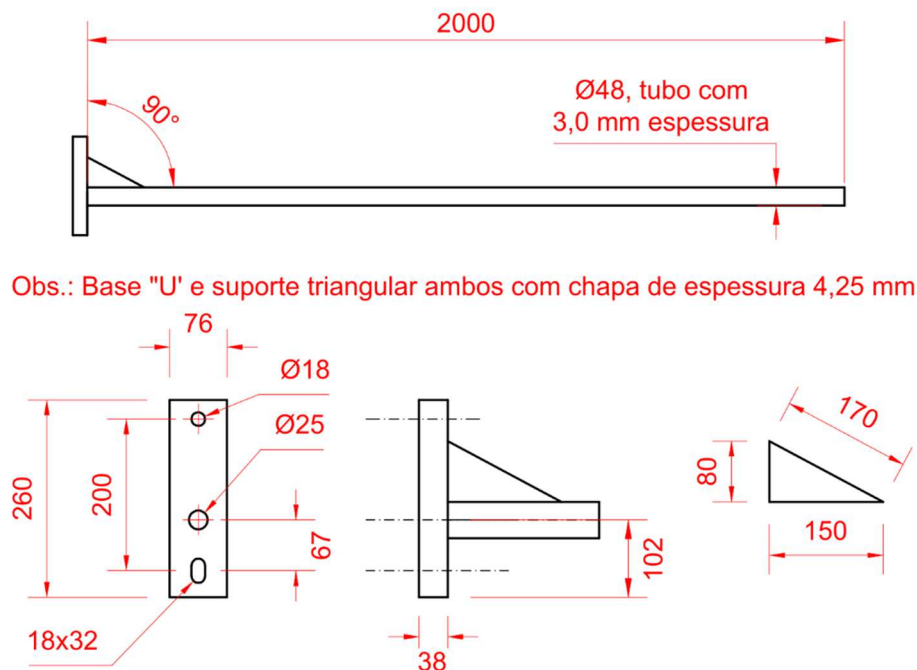
Figura 28: Braço modelo BRIP-4.



#### 4.2.7.5 Braço modelo BRIP-5

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-5, reto e com comprimento de 2,0 m, braço paralelo ao plano horizontal, fabricado com tubo Ø48 mm e parede com 3,0 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

Figura 29: Braço modelo BRIP-5.

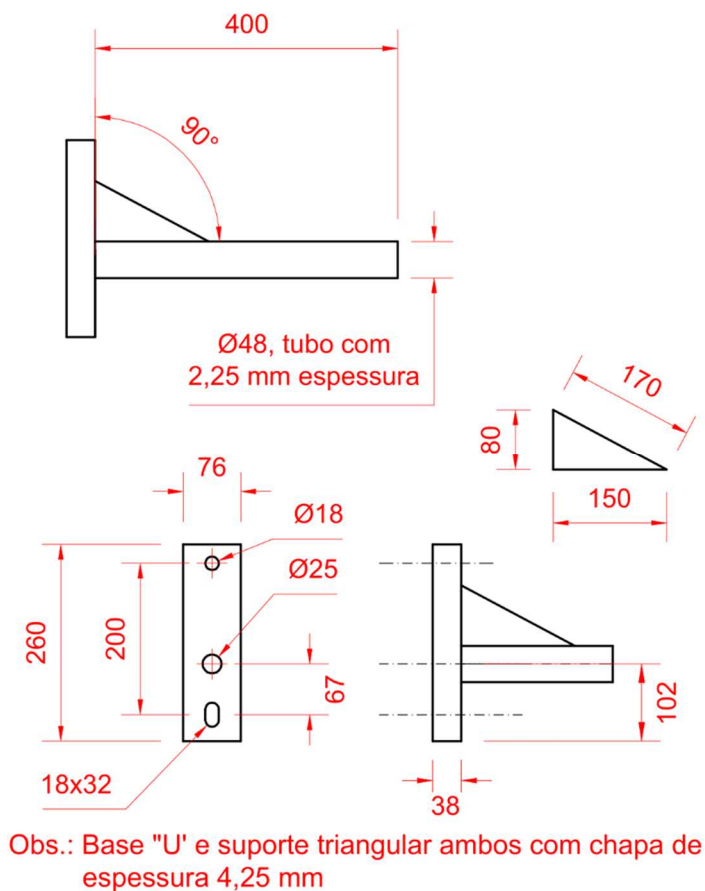


#### 4.2.7.6 Braço modelo BRIP-6

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-6, reto e com comprimento de 40 cm, braço paralelo ao plano horizontal, fabricado com tubo Ø48 mm e parede com 2,25 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.



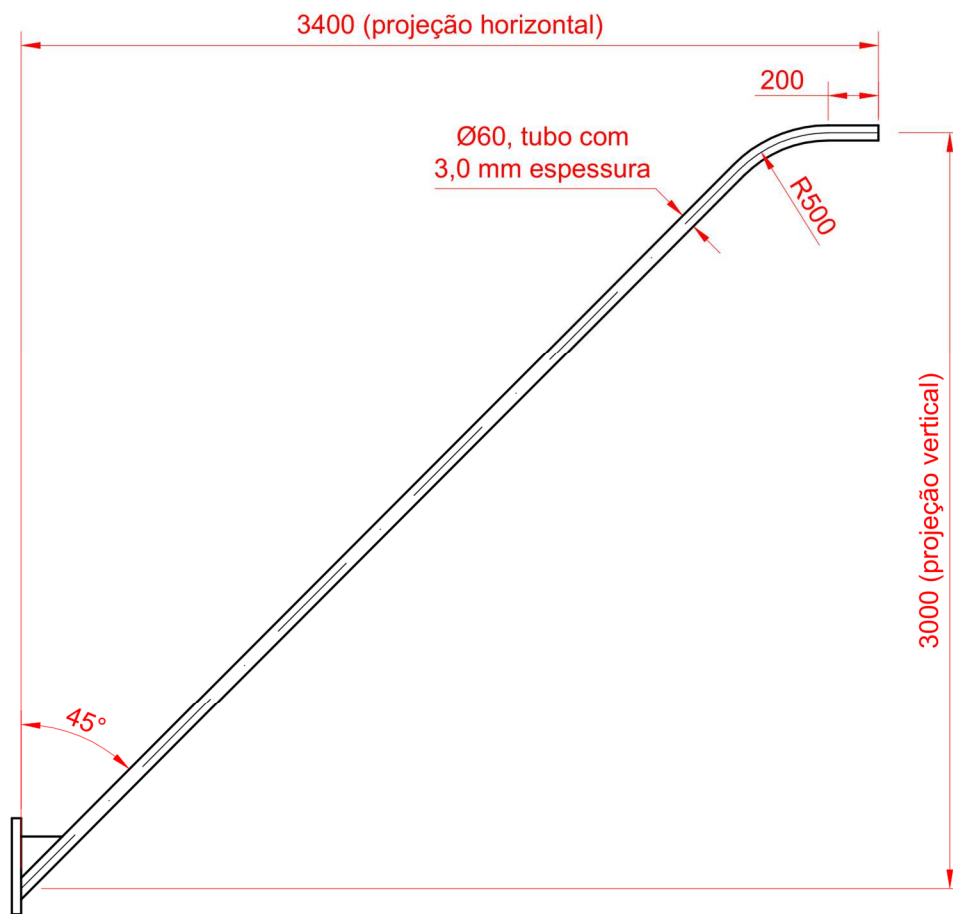
Figura 30: Braço modelo BRIP-6.



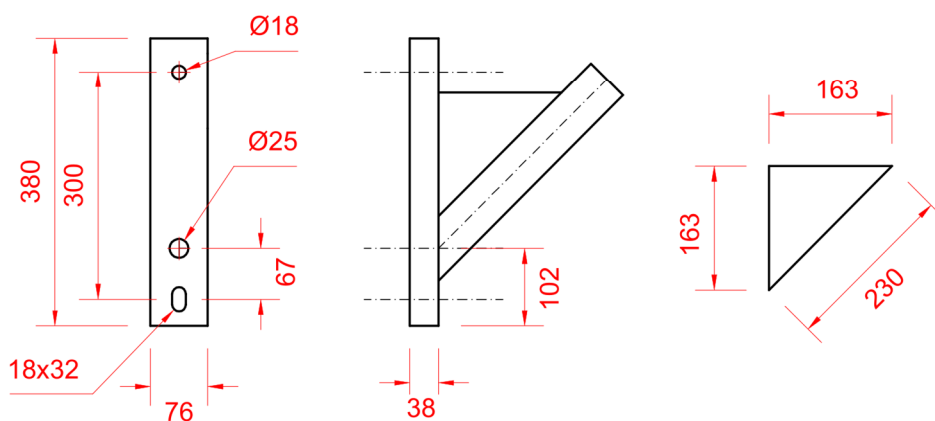
#### 4.2.7.7 Braço modelo BRIP-7

Braço para iluminação pública em aço ABNT 1010 a 1020, padrão OPIP modelo BRIP-7, 3,4 m de projeção horizontal, 3,0 m de projeção vertical, ponteira com 200 mm de comprimento e 0° em relação ao plano horizontal (sem inclinação em relação ao piso), fabricado com tubo Ø60 mm e parede com 3,0 mm de espessura, com base de fixação em chapa "u" e suporte triangular ambos com espessura de 4,25 mm, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

Figura 31: Braço modelo BRIP-7.



Obs.: Base "U" e suporte triangular ambos com chapa de espessura 4,25 mm

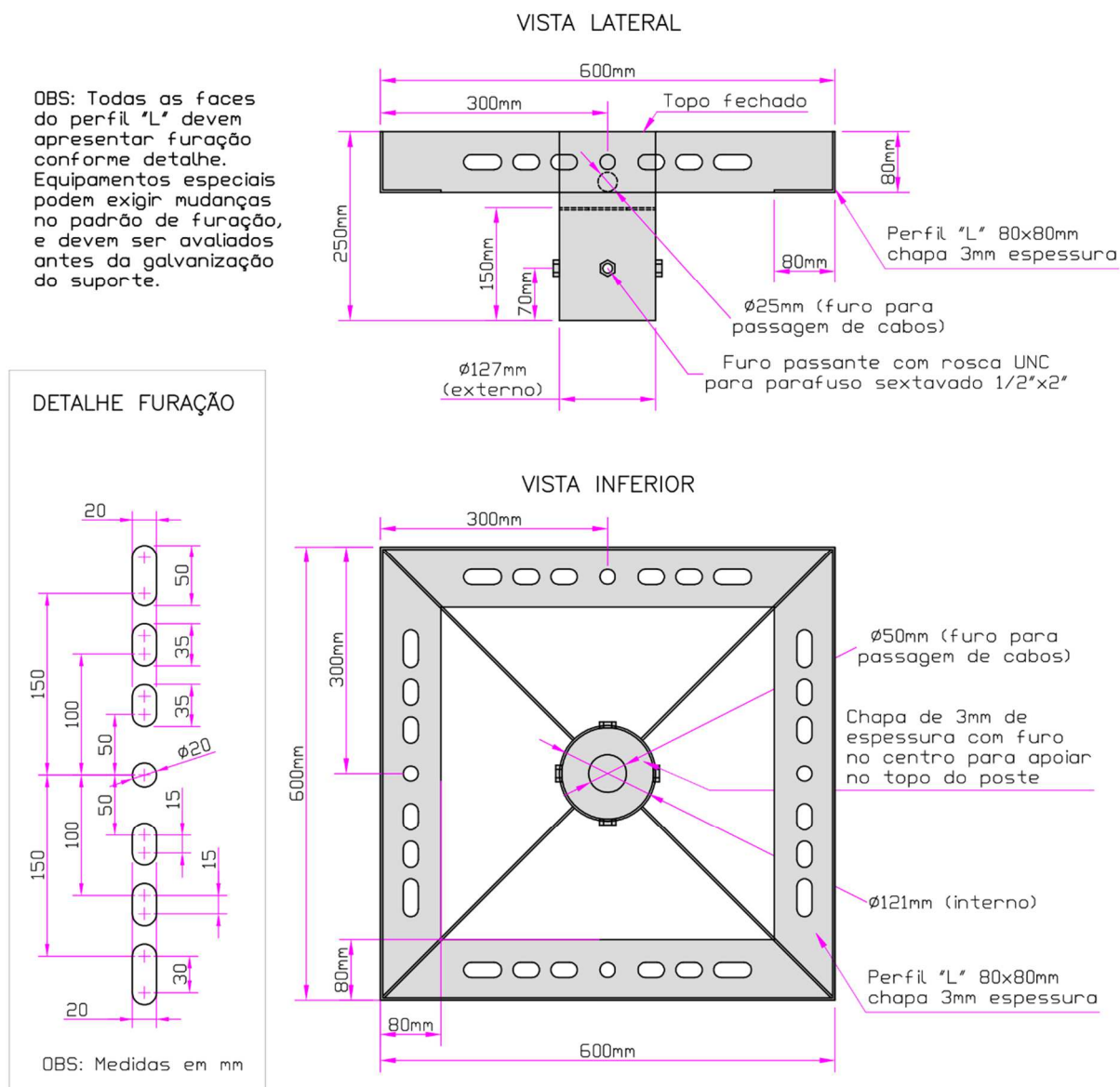


#### 4.2.7.8 Suporte para projetores padrão "pétalas"

Suporte tipo "pétala" para projetores, fabricado em aço ABNT 1010 ou 1020, com suporte quadrado de 600x600mm confeccionado em perfil metálico "L" de 80x80mm e chapa de 3mm de espessura, fixado em tubo de Ø127mm e parede de 3mm, para montagem em topo de

poste com Ø110mm e fixação através de 4 (quatro) parafusos sextavados de 1/2"x2", rosca UNC, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

Figura 32: Suporte para projetores padrão "pétalas".

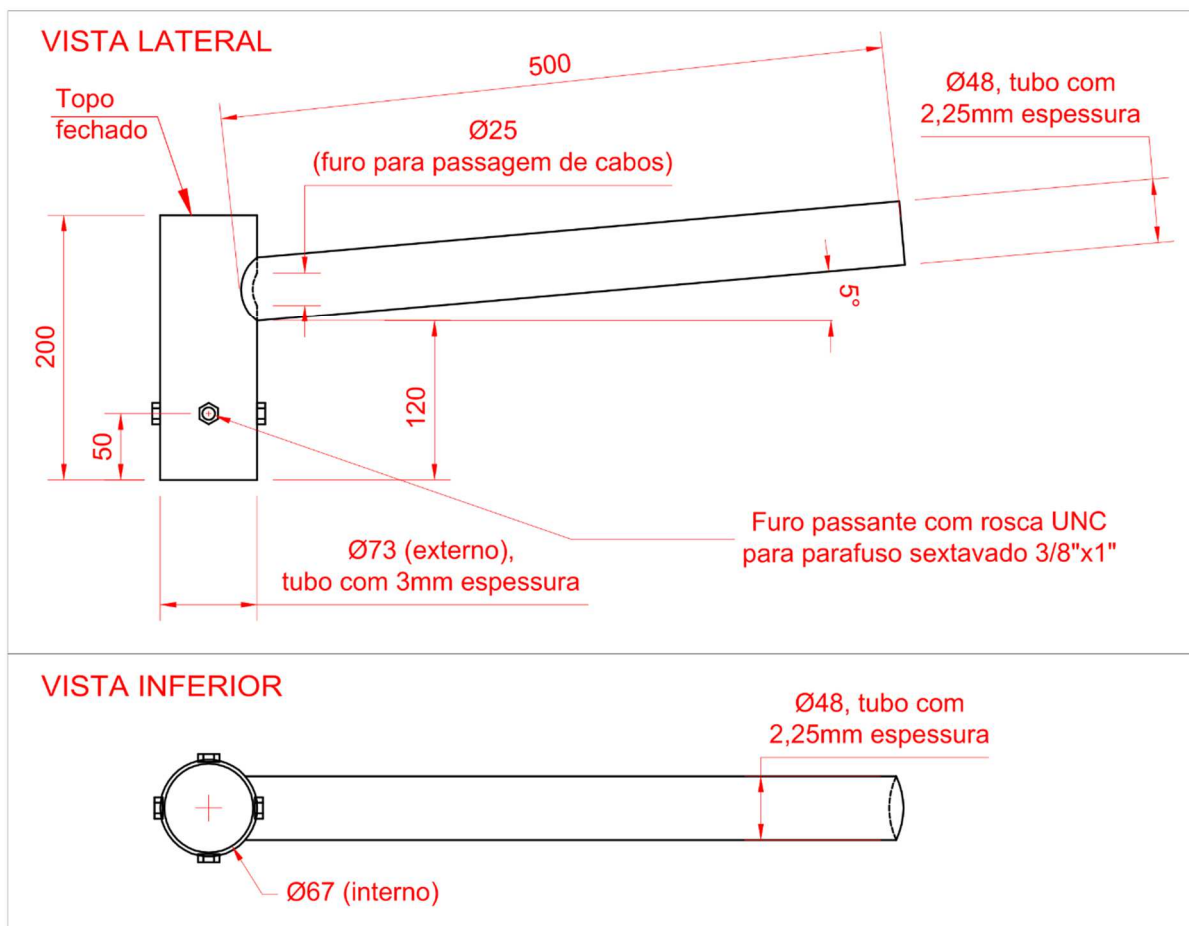


#### 4.2.7.9 Suporte topo de poste simples 50cm

Suporte para iluminação pública fabricado em aço ABNT 1010 a 1020, simples reto com 50cm de comprimento, tubo de Ø48mm e 2,25mm de espessura, 5° de inclinação em relação à horizontal, base em tubo de Ø73mm e parede de 3mm, para montagem em topo de poste

com Ø60mm, fixação através de 4 (quatro) parafusos sextavados de 3/8"x1" com rosca UNC, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

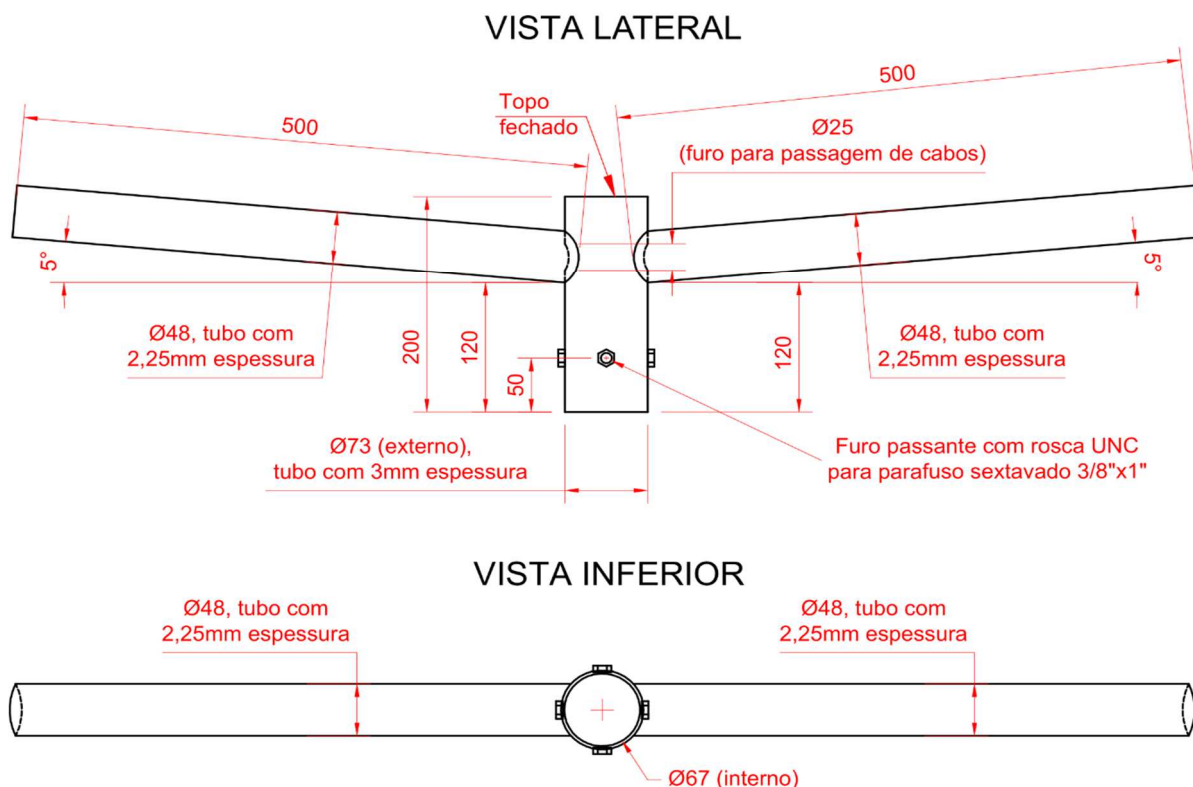
Figura 33: Suporte topo de poste simples 50cm.



#### 4.2.7.10 Suporte topo de poste duplo 50cm

Suporte para iluminação pública fabricado em aço ABNT 1010 a 1020, duplo reto com 50cm de comprimento, tubo de Ø48mm e 2,25mm de espessura, 5° de inclinação em relação à horizontal, base em tubo de Ø73mm e parede de 3mm, para montagem em topo de poste com Ø60mm, fixação através de 4 (quatro) parafusos sextavados de 3/8"x1" com rosca UNC, galvanizado a fogo conforme NBR 6323, espessura média da camada de zinco  $\geq 60 \mu\text{m}$  (NBR 7399), acabamento sem rebarbas.

Figura 34: Suporte topo de poste duplo 50cm.



#### 4.2.8 Condutores e conexões

Todos os condutores usados para ligação dos circuitos de iluminação devem atender as especificações das normas brasileiras em suas propriedades elétricas, mecânicas e de segurança. Caso o projeto seja integrado com a rede de distribuição de energia, deve atender as normativas da Distribuidora de energia – COPEL para sua especificação.

Condutores para ligação de luminárias lançados dentro de braços ou postes devem ser do tipo PP (duplo isolamento) 3x1,5mm<sup>2</sup>, isolamento 0,6/1kV XLPE, anti UV e resistente até 90°C de temperatura. Dois condutores são ligados nas fases (ligação bifásica) e o terceiro condutor é ligado no aterramento/neutro (PEN).

Para circuitos exclusivos de rede aérea devem ser utilizados condutores de alumínio multiplexados 0,6/1kV XLPE. O encabeçamento (amarração) dos cabos deve ser feito há aproximadamente 150 metros de distância entre postes.

Em circuitos subterrâneos a bitola mínima para cabos de cobre deve ser de 4mm<sup>2</sup>, e o isolamento também deve ser 0,6/1kV XLPE. Para áreas com alto índice de vandalismo ou furto podem ser utilizados condutores de alumínio 0,6/1kV XLPE e bitola mínima de 10mm<sup>2</sup>.

Para interligação de hastes de aterramento deve ser utilizado cabo de aço cobreado nu IACS 30% lançado diretamente no solo (fora do eletroduto). A bitola do cabo IACS 30% deve ser escolhida de acordo com a bitola utilizada nos condutores de fase, de forma a apresentar uma condutividade equivalente, conforme tabela a seguir.

Tabela 6: Equivalências aproximadas de condutores em relação à condutividade elétrica. Linhas representam as equivalências. Seções em mm<sup>2</sup>.

Referência: cabo de cobre	Equivalência: cabo de Alumínio	Equivalência: cabo IACS 30%
1,5	-	-
2,5	-	-
4	-	16
6	10	25
10	16	35
16	25	50
25	35	70

A conexão com as luminárias deve ser feita através de conector de alavanca de continuidade ou conector de torção, sendo proibidas emendas do tipo charrua. Para emendas e derivações em cabos subterrâneos deve-se utilizar conectores de parafuso fendido bimetálico (split-bolt) e aplicar fita autofusão e fita isolante antichama. Conexões envolvendo condutores de alumínio devem utilizar obrigatoriamente pasta antióxido. Em áreas sujeitas a alagamentos ou em conexões submersas, utilizar conectores IP68.

Para a rede de baixa tensão multiplexada deve ser utilizado conector tipo perfurante. Para cabo nu deve ser utilizado conector cunha ou conector de derivação perfurante indicado para conexão na principal/tronco (rede nua) e derivação (rede isolada) entre alumínio-alumínio, alumínio-cobre ou cobre-cobre (baixa tensão até 1kV).

São proibidas emendas de qualquer tipo na parte interna de braços e postes.

Todas as conexões entre condutores devem ser feitas com conectores apropriados, de modo a manter a segurança e garantir a durabilidade das instalações.

#### 4.2.9 Eletrodutos

Os eletrodutos devem ser especificados cada qual com sua finalidade, seja subterrâneo, aparente ou embutido. A NBR 5410 estabelece as formas de dispor e dimensionar os eletrodutos e a sua ocupação máxima permitida. Deverá também ser seguido a NBR 15715 na utilização de dutos corrugados de polietileno (PEAD).

Em circuitos subterrâneos, as interligações entre as caixas de passagem da base dos postes com luminárias e as demais caixas subterrâneas devem ser feitas com eletroduto tipo PEAD corrugado (Kanaflex ou similar).

Todas as transições de circuitos aéreos para subterrâneos, por exemplo em descidas de postes, devem ser feitas com tubos de aço galvanizado com parede mínima de 3mm de espessura, sem emendas e firmemente presos com no mínimo 4 laços de fita inox (fusimec), de modo a proteger os cabos contra tentativas de furto.

Qualquer instalação com eletrodutos expostos também deve utilizar tubos de aço galvanizado de 3mm de espessura, atentando para a fixação, preferencialmente buscando passar por locais de difícil acesso para evitar furtos dos condutores.

Para pequenos comprimentos, como por exemplo ligações entre quadros de medição e quadros de comando instalados em postes, podem ser utilizados dutos do tipo “sealtube” ou similar.

Em instalações embutidas em estruturas de concreto, é recomendável o uso de eletrodutos resistentes à pressão, visto que durante o lançamento de concreto pode ocorrer o amassamento do duto. Nesses casos é preferível, também, utilizar dutos de aço galvanizado sempre que possível.

Para evitar a penetração de agentes externos durante o armazenamento, lançamento e instalação do sistema, devem ser utilizados o tampão tipo circular e rosqueável nas extremidades dos eletrodutos. Para facilitar a passagem dos cabos nos eletrodutos deve ser utilizado o fio-guia no interior do duto.

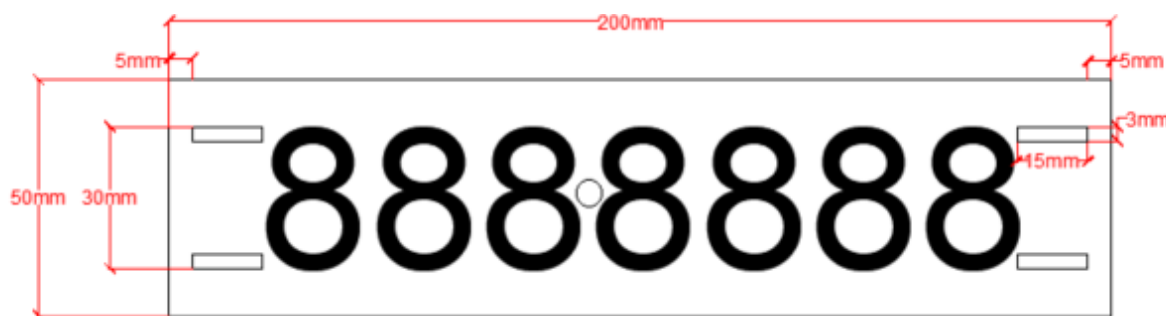
Os projetos devem atender estas especificações e selecionar eletrodutos certificados pelas normas específicas brasileiras vigentes.

#### 4.2.10 Plaquetas de identificação e modo de instalação

Na figura a seguir apresenta-se o modelo de plaqueta para identificação dos pontos de iluminação.



Figura 35: Modelo de plaqueta de identificação.



Plaqueta em chapa de aço zincado com espessura de 0,95mm (chapa 20 GSC) ou em chapa de ACM (Alumínio Composto) com espessura de 3mm, núcleo de Polietileno (PE). Dimensões: 200mm de largura, 50mm de altura, com fundo branco pintura Epóxi. Letras e numerais fonte arial com altura de 30mm recortadas em película de vinil na cor preta. Tanto o fundo quanto as letras devem apresentar proteção contra raios ultravioletas.

As plaquetas novas utilizadas no projeto de iluminação pública deverão contar com prazo de garantia contra defeitos de fabricação de 1 (um) ano.

A numeração a ser impressa nas plaquetas deverá ser solicitada à OPIP no início da obra, conforme procedimentos descritos no item 3.3.1.1.

Observam-se três formas distintas de fixar as plaquetas dependendo do tipo de equipamento de IP, conforme descrito abaixo:

#### 4.2.10.1 Luminárias fixadas em braço

A plaqueta numérica pode ser fixada no braço de sustentação da luminária de duas formas diferentes:

1 - no sentido paralelo ao braço (sentido transversal à via), fixada por abraçadeiras no entorno do braço. Deve-se passar as pontas por dentro das respectivas travas e puxar as pontas de forma que a plaqueta fique bem fixada e firme no braço. A plaqueta deve ficar posicionada de maneira que os números sejam lidos da ponta do braço para a base, fixada com fita de aço inoxidável modelo zip e instalada mais próxima ao poste, numa distância de no máximo até 1 metro.



Figura 36: Plaqueta instalada em ponta de braço.



2 – no sentido transversal ao braço, a partir da utilização de uma abraçadeira “topo D” rebitada no centro da plaqueta.

Figura 37: Plaqueta transversal ao braço, fixada com abraçadeira tipo D.



#### 4.2.10.2 Luminárias instaladas sem braço ou em topo de poste

A plaqueta deve ser fixada de forma a interferir minimamente no local, podendo ser inserida junto ao poste fixada com fita de aço inoxidável modelo zip, no ponto mais alto possível, envolvendo o diâmetro do poste. Deve ser bem fixada de forma a não ter qualquer movimento com o vento, causar reflexo dos raios solares, gerar ruído com o balanço junto ao poste ou luminária e diminuir os riscos de ações de vândalos.

A dispensa de instalação de plaquetas em postes especiais ou que não permitam a fixação deve ser justificada e aprovada pela CONCESSIONÁRIA, devendo ser avaliadas formas alternativas de identificar os pontos envolvidos.

#### 4.2.10.3 Projetores

A plaqueta deve ser posicionada na alça do projetor fixada com fita de aço inoxidável modelo zip. No caso de o projetor estar no solo ou em local de fácil acesso, sujeito a atos de vandalismo, roubo ou mesmo extravio, pode-se optar em fixar a plaqueta internamente ao projetor com objetivo de dificultar esses atos e a perda da plaqueta. Nesse caso a CONCESSIONÁRIA deverá ser consultada e aprovar previamente a solicitação.

#### 4.2.10.4 Poste Republicano

A plaqueta deve ser posicionada verticalmente na parte superior do poste republicano. Deverá ser utilizado cola do tipo EPOXI para a fixação da plaqueta. Nesse caso a CONCESSIONÁRIA deverá ser consultada e aprovar previamente a solicitação.

### 4.2.11 Escavações de valas

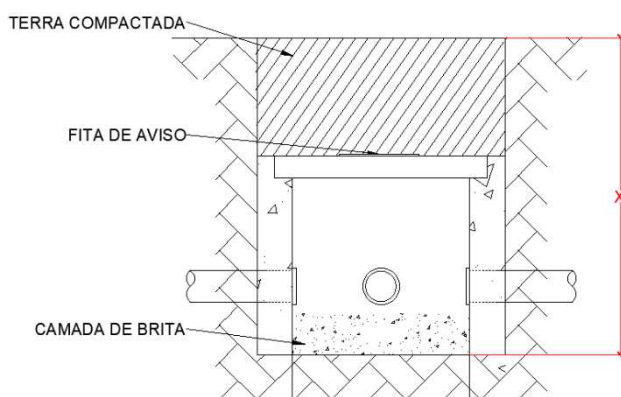
As escavações de valas devem ser proporcionais às dimensões da caixa de passagem. O fundo da vala deve ser regular, fortemente compactado e coberto por camada de areia também compactada de 20cm. Em região com alto índice de vandalismo e/ou áreas de gramados, devem ser concretadas as valas, dutos e tampas das caixas de passagem e ser instalados a uma profundidade mínima de 70cm da superfície do solo.

Sobre as placas de concreto ou envelopamento sempre deve ser instalada fita de alerta/sinalização conforme descrito no item 6.2.11.6.6 da NBR 5410.

Após o fechamento da vala, quando se tratar de piso existente, deve ser prevista a reconstituição do piso, observando as orientações do órgão municipal competente quanto ao material e a execução dos trabalhos.

Na figura abaixo é representada a profundidade de escavação da vala para instalação de caixa de passagem:

Figura 38: Vala com caixa de passagem.



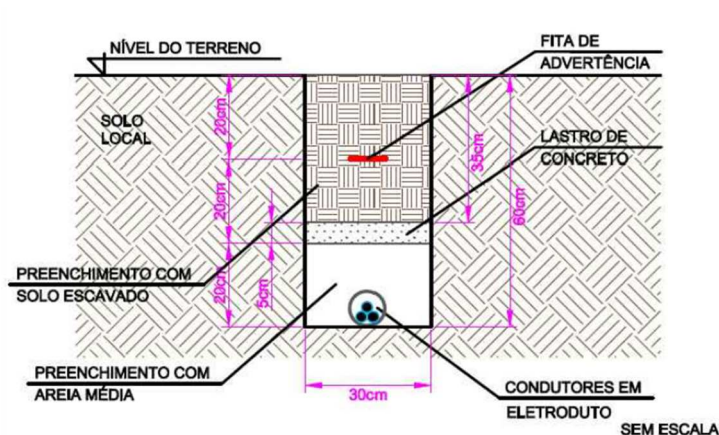
Na tabela abaixo é representada a profundidade de escavação da vala conforme a utilização de cada modelo de caixa de passagem:

Tabela 7: Padronização da profundidade da vala.

Dimensões caixa de passagem	Profundidade da vala "X"
300x300x300mm	500mm
400x400x400mm	600mm
500x500x500mm	800mm
800x800x800mm	900mm

4.2.11.1 Passeios com fluxo intenso de pedestres: Nos casos de passeios e locais com fluxo intenso de pedestres sem pavimentação, os eletrodutos deverão ser lançados a uma profundidade mínima de 0,7 metros abaixo do nível do solo nas valas a serem abertas, sendo que estas deverão possuir largura mínima de 0,3 metros, devendo ser recobertos com base de areia grossa e aplicado um lastro de concreto magro a 20 cm acima dos condutores, fita de advertência (se aplicável) e o pavimento original.

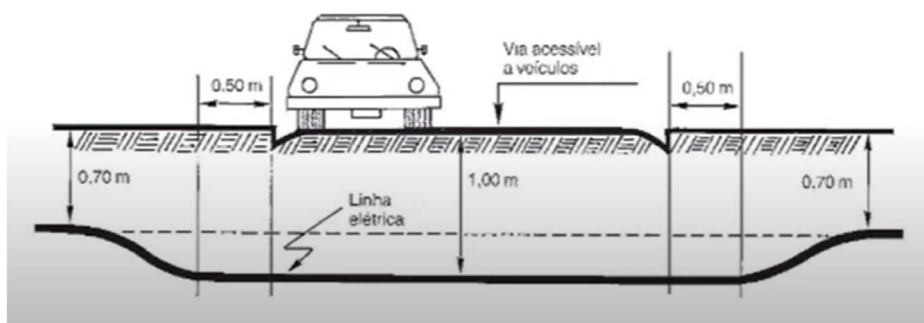
Figura 39: Vala e envelopamento de concreto para redes subterrâneas em locais sem pavimentação.



4.2.11.2 Passeios com fluxo leve de pedestres: Nos casos de passeios e locais com fluxo leve de pedestres sem pavimentação, o eletroduto deverá ser lançado a uma profundidade mínima de 0,5 metros, seguindo as mesmas orientações do item 4.2.11.1 deste documento.

4.2.11.3 Em travessias sob vias de circulação de veículos, os eletrodutos devem ser enterrados a uma profundidade mínima de 1 metro abaixo do nível do solo, em valas com largura mínima de 0,3 metros. Após o enterramento, os eletrodutos devem ser recobertos com uma base de areia grossa e um lastro de concreto de 10cm a 20cm acima deles, junto com uma fita de advertência e o pavimento original. Além disso, é necessário incluir uma faixa adicional de 0,5 metros de largura em ambos os lados da vala. Como medida de segurança adicional, deve ser instalado um eletroduto reserva do mesmo diâmetro, com as extremidades isoladas, seguindo a mesma configuração do eletroduto principal.

Figura 40: Travessia de veículo.



#### 4.2.12 Caixas de passagem

As caixas de passagem também devem ser especificadas e utilizadas de acordo com a finalidade em questão. Nos padrões de entrada de energia com medidor devem ser respeitadas as especificações das normas da Distribuidora de energia.

Em circuitos subterrâneos exclusivos de IP, devem ser instaladas caixas de passagem junto aos postes que tenham luminárias ou entradas de energia, e também em cada derivação forçada provocada por obstruções diversas ou curvas reversas.

As caixas de passagem devem ser construídas em concreto de fundo aberto, tendo em sua base uma camada de pedra brita nº2 com profundidade de no mínimo 5 cm para drenagem. A tampa da caixa de passagem pode ser de concreto ou ferro fundido. As caixas de passagem devem ser localizadas a uma distância de 20 cm do poste sempre que possível e enterradas a uma profundidade mínima de 30 cm da superfície do solo com a finalidade de mitigar furtos e vandalismos.

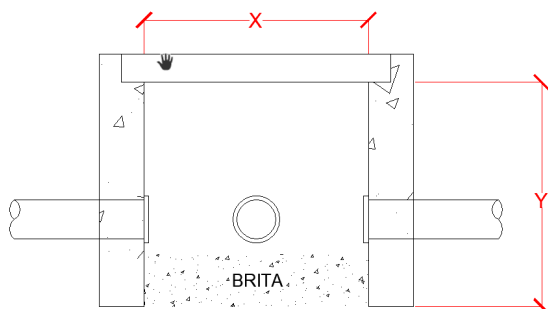
Na tabela abaixo é representado as dimensões mínimas padronizadas referente a cada utilização:

Tabela 8: Padronização dimensões da caixa de passagem

Tipo	Dimensões	Profundidade da vala	Enterrada	Finalidade
Tampa Simples	300x300x300mm	600mm	300mm	Emendas e derivações (circuitos simples).
Tampa Simples	400x400x400mm	700mm	300mm	Emendas, derivações e aterramento
Tampa Simples	500x500x500mm	800mm	300mm	Trechos com energia medida
Tampa Simples	800x800x800mm	1100mm	300mm	Trechos com energia medida
Tampa Antifurto rente ao piso	800x600x600mm	800mm	0mm	Antifurto
Tampa Antifurto embutida no piso	800x500x500mm	700mm	0mm	Antifurto

A seguir é representado o detalhe da caixa de passagem padronizado:

Figura 41: Detalhe caixa de passagem.



Mais uma sugestão viável para mitigar os problemas de furtos e vandalismo em locais com altos índices dessas ocorrências é a utilização de caixas de passagem reforçadas com sistema antifurto. Essas caixas, feitas com materiais resistentes e com sistemas de travamento mais seguros, podem ajudar a dissuadir potenciais infratores, tornando mais difícil e arriscado o acesso não autorizado aos cabos e equipamentos nelas contidos, conforme imagem.

Figura 42: Detalhe caixa de passagem antifurto para enterrar

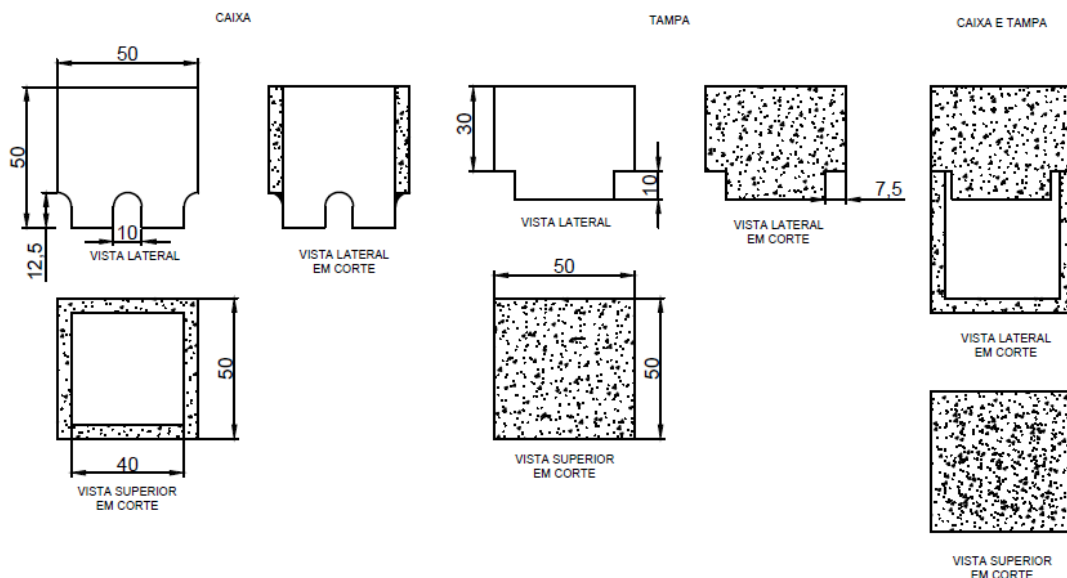
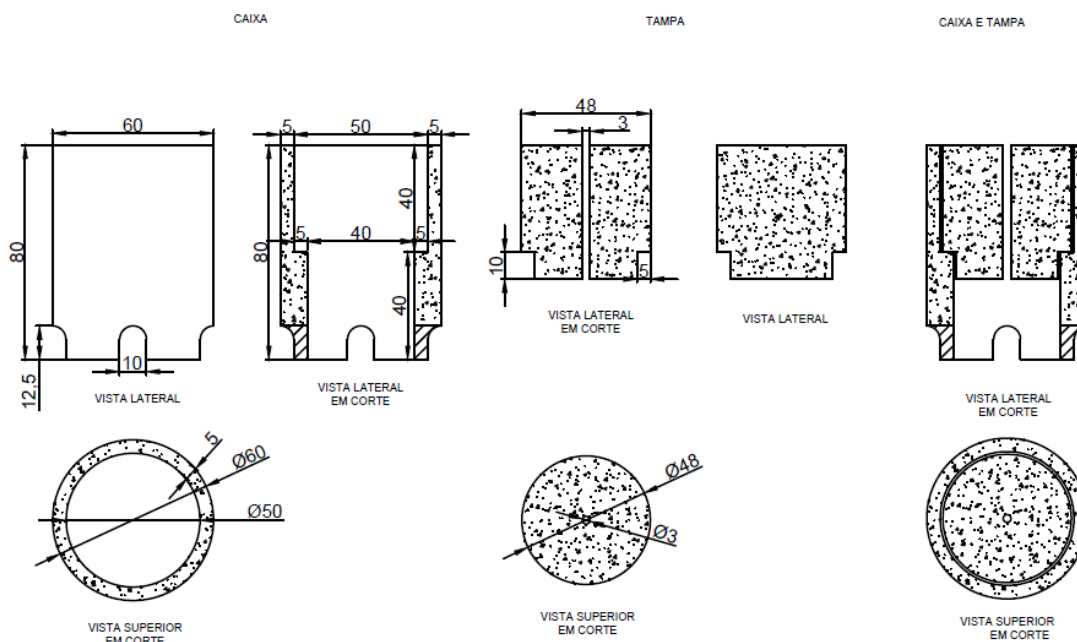


Figura 43: Detalhe caixa de passagem antifurto para casos de ser instalada rente à superfície do piso.



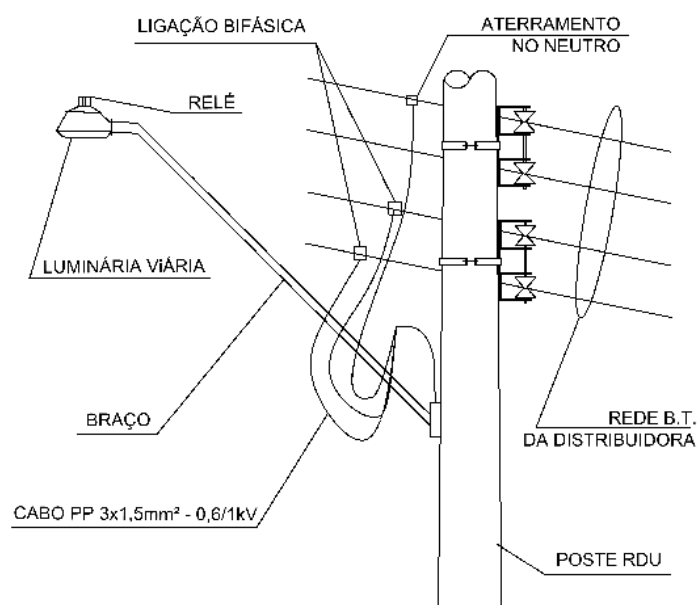
#### 4.2.13 Aterramento, equipotencialização e proteção.

##### 4.2.13.1 Aterramento de luminárias ligadas diretamente na rede B.T. da distribuidora

Nos casos em que as luminárias forem ligadas diretamente no circuito B.T. da distribuidora, caso não haja a disposição condutor exclusivo de proteção, o aterramento da luminária deve ser feito no condutor neutro (PEN) da rede B.T.. Conforme consta no item 4.2.1, esta forma de ligação não deve trazer prejuízos à cobertura da garantia de fabricação da luminária.



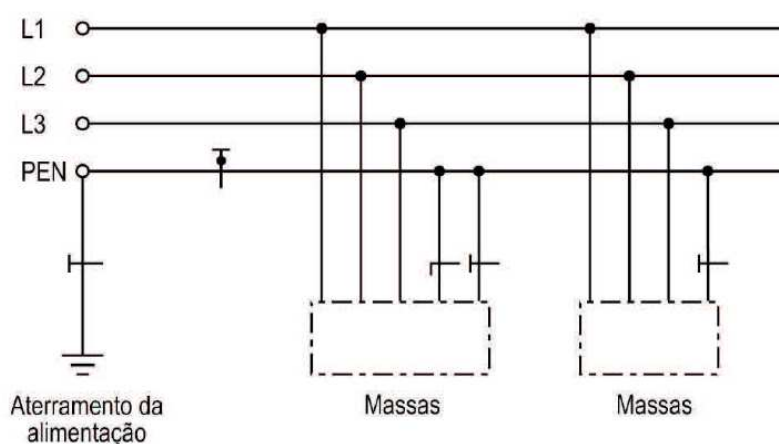
Figura 44: Ligação do aterramento de luminária viária diretamente no neutro da B.T.



#### 4.2.13.2 Aterramento em circuitos exclusivos de IP

Quando os circuitos de iluminação forem exclusivos, deve ser utilizado o esquema de aterramento TN-C, conforme NBR-5410.

Tabela 9: Esquema de aterramento TN-C (fonte ABNT NBR-5410).

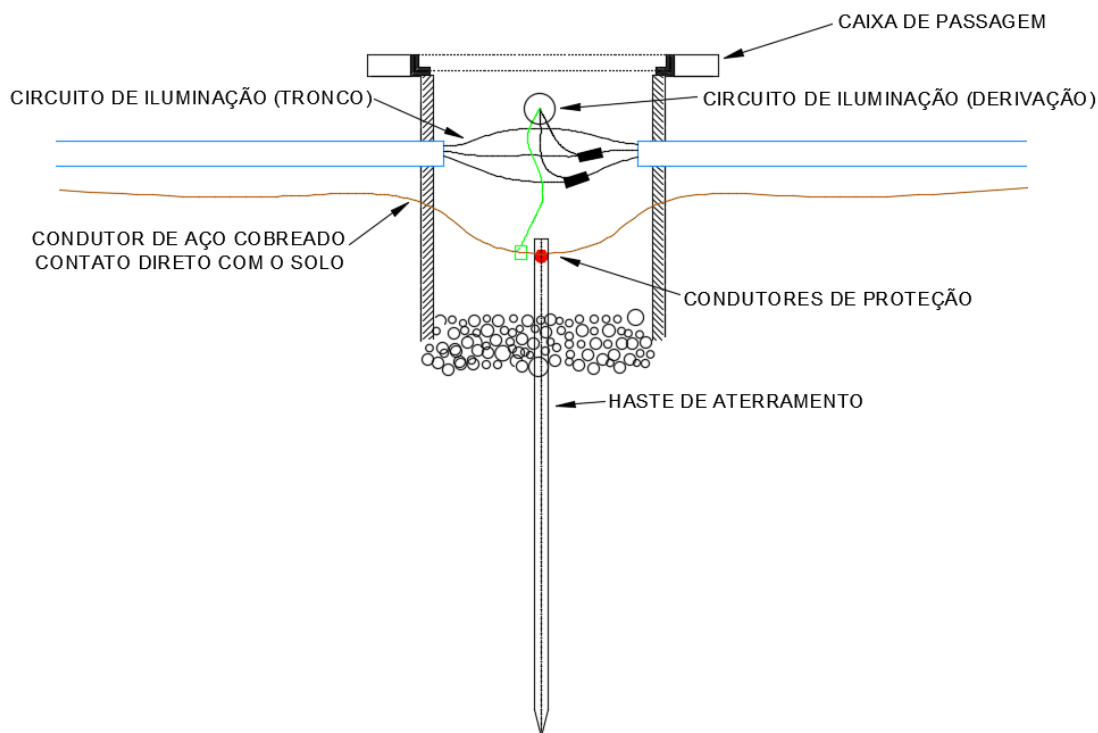


Todas as hastes de aterramento devem ser conectadas através de um cabo de aço cobreado, que também deve ser ligado ao neutro na entrada. A bitola do cabo de aço cobreado deve ser

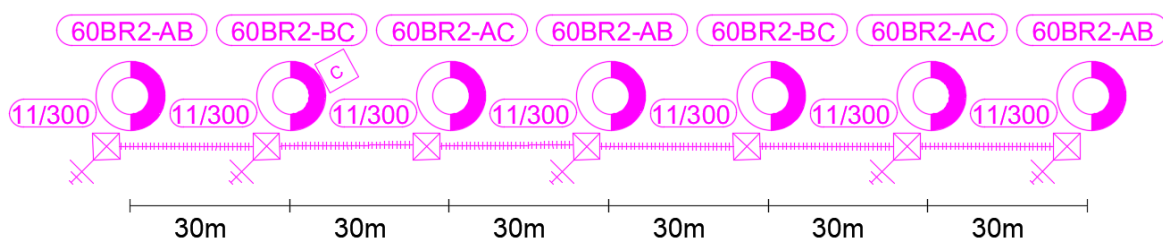


escolhida conforme a tabela de equivalência constante no item 4.2.8 deste guia. O cabo de aço cobreado deve ser lançado diretamente no solo, de modo a atuar também como eletrodo de aterramento.

Figura 45: Esquema de aterramento em caixa de passagem



Na caixa de passagem subterrânea mais próxima da entrada de energia deve haver uma haste de aterramento, bem como na(s) caixa(s) de passagem da(s) terminação(ões) do circuito. Além disso, caso a distância entre a entrada e a terminação do circuito seja maior do que 60m, devem ser incluídas hastes ao longo do circuito de modo que as distâncias entre as hastes seja de no máximo 60m.



Desse modo, o cabo de aço cobreado deve percorrer todo o circuito subterrâneo, paralelamente aos condutores de fase. A conexão entre o neutro na entrada, todas as hastes e as massas metálicas visa garantir a equipotencialização de toda a instalação.

Para o aterramento devem ser utilizadas hastes de aço cobreado alta camada (254 microns), 5/8" e 2,4m de comprimento. As ligações das hastes no cabo de aço cobreado podem ser feitas utilizando grampos de aterramento (GAR) ou solda exotérmica.

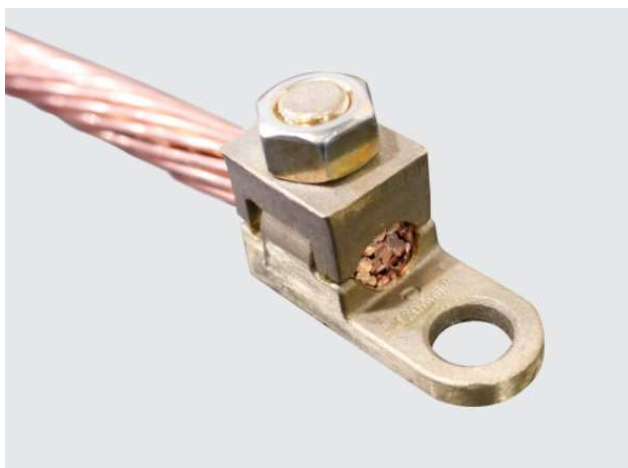
Devem ser ligados ao cabo de aço cobreado ou condutor de proteção (PEN) todos os seguintes equipamentos:

1. Luminárias.
2. Postes metálicos.
3. Eletrodutos metálicos aparentes.
4. Quadros metálicos.
5. Demais equipamentos que tenham carcaças ou partes condutoras aparentes, exceto braços e suportes de luminárias. \*

\* Apenas é necessária a ligação direta no PEN, através de terminal, dos braços e suportes de luminárias nos casos em que não houver continuidade elétrica entre estes e a carcaça da luminária, ou ainda caso a carcaça da luminária não esteja aterrada.

A conexão com as massas deve utilizar terminais de aperto/pressão parafusados na carcaça/tubo a ser aterrado, caso este não disponha de um condutor dedicado ao aterramento.

Figura 46: Terminal de aperto/pressão para aterramento de equipamentos/carcaças metálicas. (fonte: <https://www.intelli.com.br/produtos/terminais/terminais-de-apertopressao/terminal-ta> )



#### 4.2.13.3 Exemplos de conexão de postes e eletrodutos metálicos no condutor de proteção.

Figura 47: Detalhe da conexão do aterramento poste metálico engastado.

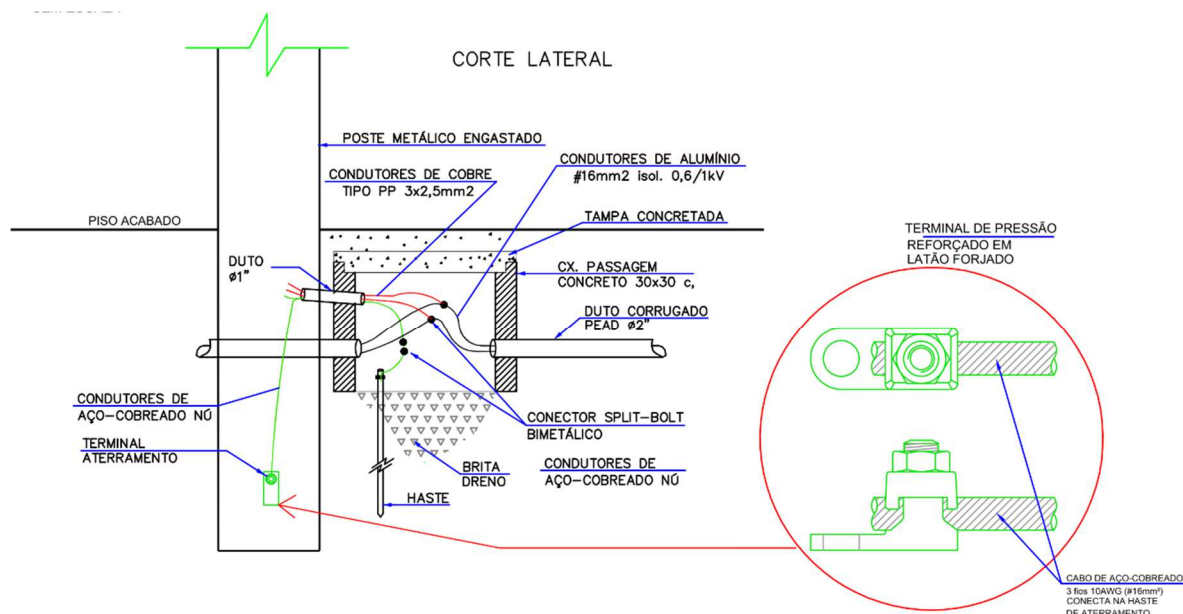


Figura 48: Detalhe da conexão do aterramento poste metálico flangeado.

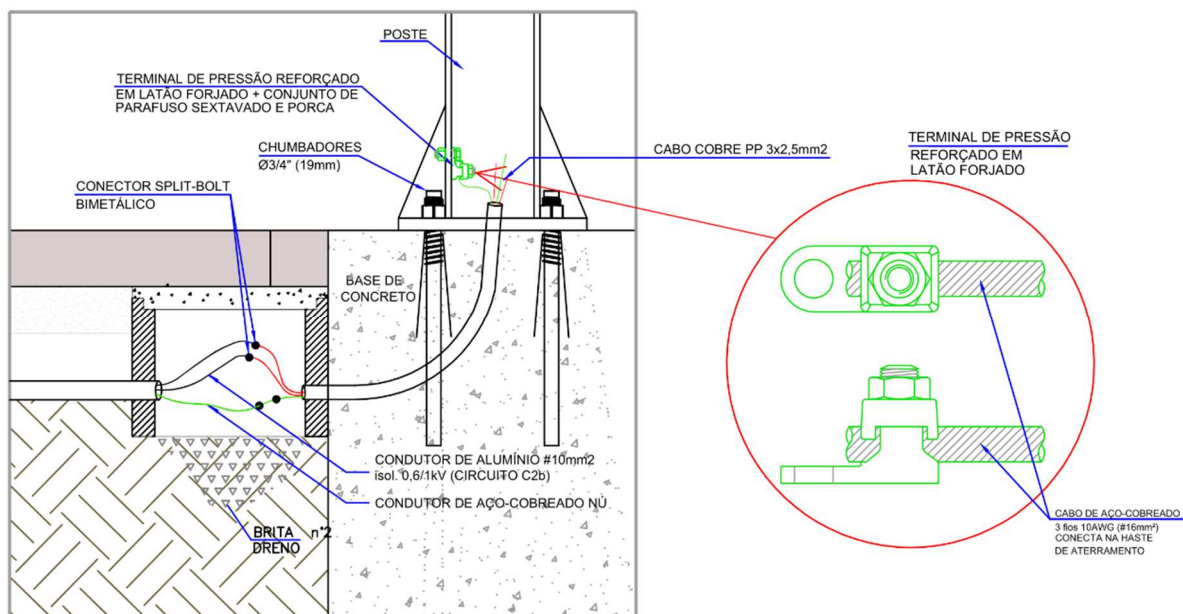
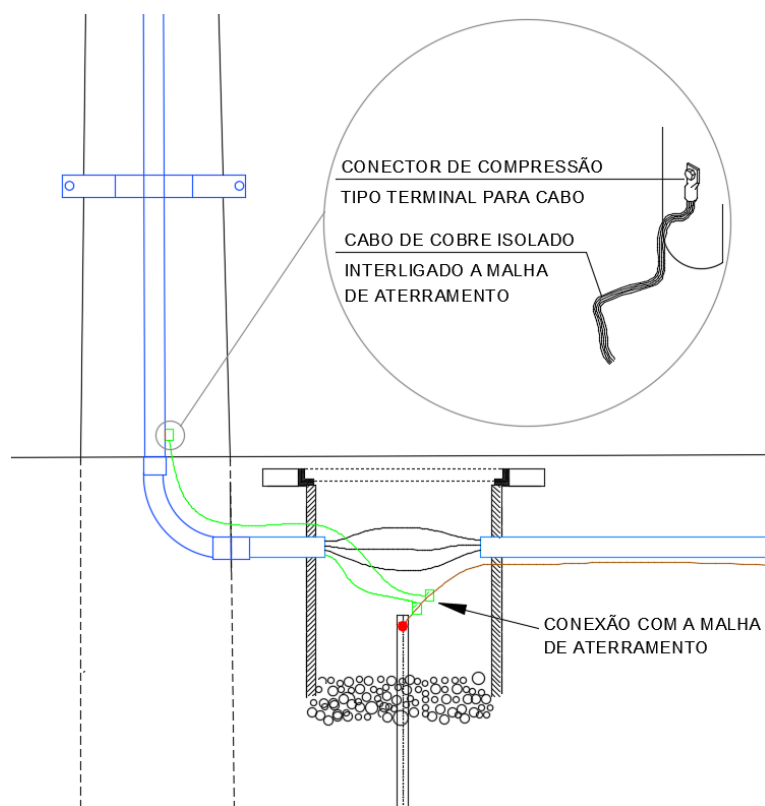


Figura 49: Detalhe de aterramento eletroduto metálico.



#### 4.2.13.4 Proteção contra choque elétrico

A proteção supletiva contra choques elétricos deve ser provida através da atuação do disjuntor nos casos de falta de isolamento para as massas aterradas (corrente de falta), atendendo ao tempo de atuação máximo de 0,35s, conforme tabela da NBR-5410 para tensão de fase 127V, situação 2.

Devem ser calculadas as seções mínimas (impedância máxima) dos condutores para garantir a corrente de atuação e a proteção em qualquer ponto do circuito. A depender das cargas instaladas no circuito, por exemplo se forem apenas luminárias LED, pode ser utilizado disjuntor curva B.

Os cálculos da corrente de falta, escolha dos condutores, disjuntores e seccionamento automático devem constar no memorial descritivo.

#### 4.2.13.5 Proteção contra surtos de tensão

Os circuitos exclusivos de IP devem contar com Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) no quadro de comando para proteção adicional dos equipamentos. Cada fase deve ser protegida com um DPS exclusivo ligado entre a fase e o PEN (aterramento), buscando minimizar os comprimentos dos cabos envolvidos nessa ligação,

Deve ser utilizado DPS classe II, corrente de descarga máxima ( $I_{MAX}$ ) de 40kA ou maior, e máxima tensão de operação contínua ( $U_C$ ) adequada para a tensão fase-neutro da instalação.

O uso do DPS no quadro de comando não exclui a proteção individual das luminárias. Portanto, além do DPS do quadro de comando, cada luminária deve contar com seu DPS próprio.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este guia poderá ser revisado em comum acordo entre a CONCESSIONÁRIA o Poder Concedente, sempre que se julgar necessário atualizar os procedimentos e especificações, buscando a melhoria contínua dos processos descritos, a segurança e o bem estar dos munícipes. Nesse sentido, recomenda-se a todos os envolvidos e interessados que busquem sempre nos meios oficiais a versão mais recente antes de iniciar um projeto ou obra de iluminação pública.

Curitiba, 30 de outubro de 2025

## REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ARTERIS. Procedimento OP - PTR-555: Sinalização de obras e Serviços, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5101: Iluminação Pública – Procedimento. Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10068: Folha de desenho - leiaute e dimensões, Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 04 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 35 – Trabalho em Altura. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014.

CELESC. E-313.0044 – Manual Especial CELESC: Iluminação Pública, 2014.

CELPE. Normas e Padrões.

COPEL DISTRIBUIÇÃO. Manual de Iluminação Pública, 2012.

EDP. Manual de Iluminação Pública, 2016.

ENERGISA. Norma de Distribuição Unificada - NDU035: Iluminação Pública, 2019.

FINOCHIO, Marco Antonio Ferreira, Noções Gerais de Projetos de Iluminação Pública (IP), 2014 – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, LABSIEE.

G&G ENGENHARIA. Memorial Técnico, Projeto de Sistema de Iluminação Pública de Veranópolis, 2017.

INMETRO, PORTARIA Nº62: Regulamento Técnico da qualidade para luminárias para iluminação pública viária, 2022

PROCEMPA – CONSÓRCIO MR ADVOGADOS, AAA ALBINO ADVOGADOS ASSOCIADOS, RSI ENGENHARIA, HOUER CONCESSÕES – Relatório de Engenharia.

ROSA, G. G.; CASTRO, L. C. Análise Comparativa de Viabilidade de Sistemas de Iluminação Pública em Vapor de Sódio, Vapor Metálico e LED, 2017 – UNESC.

## **ANEXO A – MODELO DE CADASTRO DAS LUMINÁRIAS**



Item	Plaqueta de Identificação	Latitude	Longitude	Endereço	Bairro	Regional	Fabricante da Luminária	Modelo	Potência (Watts)	Ângulo	Acionamento	Adaptador de Ângulo	Classificação da via	Classificação da Ciclovia	Largura da Via (metros)	Largura do Passeio oposto (metros)	Largura de Ciclovia (metros)
1																	
2																	
3																	
4																	