

## **1) OBJETO**

Contratação de empresa de engenharia especializada para realizar os **serviços de Medição e Verificação, Engenharia, Projeto, Consultoria, Assessoria Técnica, Administração, Gerenciamento, Supervisão, Acompanhamento e Fiscalização** das obras e demais serviços referentes ao Projeto de Eficiência Energética em Iluminação Pública, estabelecidos no Termo de Cooperação Técnica TCT – PRF – 020/2018, firmado com o Município de Naviraí - MS, referente ao Edital de Chamada Pública Procel Reluz 01/2017 – Eletrobras.

## **2) QUALIFICAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL**

Para fins de comprovação de qualificação técnico-operacional, o licitante deverá apresentar um ou mais atestado(s) registrado(s) no CREA que comprove(m) que o licitante tenha executado, de forma efetiva e satisfatória, serviços com características compatíveis às do objeto desta licitação, a seguir relacionado(s), para pessoas jurídicas de direito público ou privado, de modo a demonstrar possuir condições técnicas necessárias e suficientes para, em se sagrando vencedor do certame, cumprir o objeto de forma satisfatória.

### **I. Serviços de elaboração de Projeto(s) de Sistema(s) de Iluminação Pública.**

A comprovação deste item será feita por meio de atestado registrado no CREA, emitido por prefeitura ou concessionária / permissionárias de distribuição de energia elétrica, indicando que o licitante elaborou Projeto(s) de Sistema(s) de Iluminação Pública de forma satisfatória.

Também será aceito, para fins de comprovação de qualificação técnico-operacional, em elaboração de Projeto(s) de Sistemas de Iluminação Pública, Certidão de Acervo Técnico (CAT) emitido pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA da jurisdição onde foi(ram) executado(s) o(s) respectivo(s) serviço(s).

## **3) QUALIFICAÇÃO TÉCNICO-PROFISSIONAL**

Para fins de comprovação de qualificação técnico-profissional, o licitante deverá apresentar, na data de apresentação da proposta, uma **declaração** que irá dispor, na data de assinatura do contrato, no mínimo, da categoria de profissional especificado a seguir, em quantidade compatível para a execução do objeto:

- I. Coordenador Geral: Engenheiro Eletricista com experiência em atividade(s) de elaboração de projeto(s) de Sistema(s) de Iluminação Pública, que será o responsável pela coordenação do projeto.
  - (a) Requisito: possuir cópia autenticada da Certidão de Registro e Quitação (CRQ) emitida junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA.
  - (b) A experiência deste profissional deverá ser comprovada, em até 5 (cinco) dias úteis após a assinatura do contrato, por meio cópia autenticada da Certidão de Acervo Técnico (CAT) emitidas junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA e atestado registrado no CREA, expedido por pessoa

jurídica de direito público ou privado, indicando que o profissional tenha desempenhado, satisfatoriamente, atividade(s) de elaboração de Projeto(s) de Sistema(s) de Iluminação Pública.

A comprovação poderá ser feita através de um ou mais atestados, de maneira que no conjunto dos atestados o licitante comprove a execução dos serviços especificados.

O(s) atestado(s) deverá(ão) ser registrado(s) no CREA e entregue(s) em papel timbrado, contendo o nome, o endereço e o telefone de contato do(s) atestador(es), ou qualquer outra forma de que o Contratante possa valer-se para manter contato com a(s) empresa(s) declarante(s).

#### **4) DEFINIÇÕES DOS SERVIÇOS**

##### **I. Engenharia, Projetos e Consultorias.**

###### **a) Engenharia:**

- Definir os parâmetros técnicos de engenharia face às normas de iluminação pública e demais legislações aplicáveis no âmbito federal, estadual e municipal;
- Propor as bases dos cronogramas físicos e financeiros, levando em conta os prazos estabelecidos no Termo de Cooperação Técnica TCT – PRF – 020/2018;

###### **b) Projetos:**

- Gerenciar os processos necessários à elaboração dos projetos de engenharia;
- Realizar diagnóstico da situação do sistema atual visando à implantação do novo sistema LED;
- Elaborar os projetos gráficos de engenharia;
- Elaborar as especificações técnicas;
- Elaborar lista de materiais e demais serviços;
- Realizar pesquisa de preços;
- Analisar e validar as composições de custos dos materiais e demais serviços, de modo a compor um orçamento geral de todo o projeto;

###### **c) Consultoria:**

- Promover consultoria, no âmbito técnico de engenharia, para a elaboração de minutas de contratos e editais, anexos, atas e demais instrumentos que forem necessários para o processo licitatório.
- Acompanhar todas as etapas do processo licitatório visando dirimir eventuais dúvidas técnicas de engenharia ao longo do processo;
- Promover consultoria para, eventualmente, realizar adequações de natureza técnica de engenharia dos editais de licitação face às contribuições realizadas, por ocasião das análises do Município, Eletrobras e/ou licitantes;

---

**II. Administração, Acompanhamento e Fiscalização.****a) Administração:**

- Prestar informações, solicitadas pela Administração Municipal e/ou Eletrobras, a respeito de qualquer assunto técnico de engenharia relacionado ao projeto, obra e demais serviços;
- Participar de reuniões com o corpo técnico do Município e/ou Eletrobras, na sede da Prefeitura e/ou na área de abrangência do projeto, sempre que solicitado;

**b) Acompanhamento:**

- Levantar pendências existentes;
- Propor soluções que atenda a melhor economicidade financeira, técnica e cronológica do projeto;
- Analisar formas de solucionar as pendências e implantar ações corretivas;
- Acompanhar a aprovação de todos os documentos técnicos de engenharia, de prestações de contas parciais e finais (Físico e Financeiro) junto ao Município e/ou Eletrobras, prestando os devidos esclarecimentos técnicos e atendendo as eventuais pendências, quando houver.

**c) Fiscalização:**

- Acompanhar, conjuntamente com o Município, a execução dos serviços nas suas diversas fases, observando a qualidade da execução e dos materiais utilizados;
- Atestar, conjuntamente com o Município, os quantitativos dos serviços realizados;
- Atestar a qualidade do material fornecido, do material aplicado e do serviço executado;
- Zelar pelo cumprimento da legislação de segurança do trabalho NR 10 e demais normas pertinentes.
- Realizar visitas periódicas, in-loco, nas diversas frentes de serviços, para aferir as quantidades e a compatibilidade destes serviços com o projeto de engenharia.
- Elaborar os boletins de medição conforme padrão estabelecido pelo Município e/ou Eletrobras, e demais documentações necessárias para a solicitação da vistoria e pagamento dos serviços realizados.
- Prestar conjuntamente com o Município, os esclarecimentos solicitados, quando for o caso, pelos auditores dos órgãos fiscalizadores, e solicitar das executoras das obras as adequações necessárias aos atendimentos das demandas.
- Analisar e propor soluções para o caso de surgir incompatibilidades entre os projetos e a realidade encontrada nas obras. As adequações necessárias deverão ser incorporadas aos projetos, pelos respectivos projetistas, para o posterior reenquadramento de meta física e financeira, junto ao Município e/ou Eletrobras.
- Proceder e/ou indicar os trâmites técnicos necessários, junto ao Município e/ou Eletrobras, para reenquadrar as metas físicas originalmente contratadas, adequando-as às novas realidades pós-adequações nos projetos, quando for o caso.
- Elaborar, conjuntamente com o gestor do Município, as prestações de contas parciais e finais (Físico e Financeiro) conforme o estabelecido no Termo de

Cooperação Técnica TCT – PRF – 020/2018. Acompanhar a aprovação da prestação de contas final pelo Município junto a Eletrobras.

- Verificar se estão sendo colocados à disposição dos trabalhos as instalações, equipamentos e equipe técnica previstos no contrato de execução dos serviços;
- Analisar e aprovar, conjuntamente com o gestor do Município, partes, etapas ou à totalidade dos serviços técnicos executados, em obediência ao previsto no projeto e demais documentação pertinente;
- Verificar e atestar, conjuntamente com o gestor do Município, as medições dos serviços, bem como conferir e encaminhar para pagamento as faturas emitidas pela(s) Contratada(s);
- Liberar, conjuntamente com o gestor do Município, o início dos serviços em cada “frente” controlando a sua execução de acordo com os prazos estabelecidos no plano, exercendo dessa forma rigoroso controle sobre o cronograma de execução dos serviços;
- Elaborar, conjuntamente com o gestor do Município, as medições mensais, devidamente justificadas, acompanhadas da memória de cálculo detalhada, a qual deverá ser entregue à Comissão da Prefeitura Municipal que supervisionará os trabalhos da Consultora;
- Supervisionar o registro diário, no livro de ocorrência, citando e comentando os serviços básicos executados em cada frente de trabalho, a equipe e equipamentos utilizados, seus acréscimos, reduções, condições meteorológicas e qualquer outro fato que tenha influência sobre a marcha de execução dos serviços, bem como, as decisões tomadas na condução dos serviços;
- Realizar a análise comparativa dos serviços executados e a executar de modo a manter permanentemente atualizadas as previsões globais, de quantidades, custos e prazos, identificando previamente prováveis ocorrências de desvios;
- Acompanhar a implantação de eventuais medidas de proteção ambiental adotadas;
- Verificar o atendimento às diretrizes, normas, licenças, manuais, estudos e planos ambientais relativos à execução da obra e demais serviços;
- Atestar, conjuntamente com o Município, a execução dos serviços de Medição e Verificação, nas suas diversas fases, observando a qualidade da execução e dos materiais utilizados;
- Atestar, conjuntamente com o Município, a execução dos serviços de Destinação Final de Materiais e Equipamentos, nas suas diversas fases, observando a qualidade da execução e dos materiais utilizados;

### **III. Recadastramento**

- Atualizar o cadastro do sistema de iluminação pública municipal, resultante das substituições/ instalações efetuadas, apresentando a descrição detalhada do ponto realizado, por logradouro e bairro, antes e depois do Procel Reluz.
- Adotar o modelo disponibilizado pelo Município / Eletrobras para elaborar a atividade acima;

#### IV. Medição e Verificação

A Contratada deverá realizar serviços de M&V no âmbito do projeto de substituição do sistema de iluminação pública do respectivo município.

O município de Naviraí-MS, conforme a proposta classificada na Chamada Pública do Procel Reluz – 01/2017, fez a opção pelo “TIPO A” para realizar os serviços de M&V, sendo vedada a troca dessa opção pré-selecionada na fase de execução do projeto.

Diante do contexto acima, a Contratada deverá realizar os serviços de M&V, com foco na opção “TIPO A”, conforme as instruções do anexo IV deste documento.

No quadro a seguir, consta o total de pontos existentes de iluminação pública que serão substituídos por luminárias LED na área de abrangência do projeto. A partir dessas informações, a Contratada deverá calcular a amostra que será utilizada na M&V, conforme está demonstrado no Anexo, deste documento.

Tabela 1 - Dados gerais do sistema de IP da área de abrangência do projeto.			
Localização:	Nº Luminárias	Potência Atual	Potência a ser instalada
Município de Naviraí - MS	651	VPS 70W	Conforme projeto
	503	VPS 250W	Conforme projeto

#### 5) PRODUTOS

Tabela 2: Produtos		
Engenharia, Projetos e Consultorias.		
Ref.	Produto	Formato
1.	Planilha de Acompanhamento Físico do Projeto, em modelo fornecido pela Contratante, preenchida com as informações do sistema de IP existente e demais dados solicitados.	xlsx
2.	Projeto Gráfico de Iluminação Pública, em modelo fornecido pela Contratante.	Pdf
3.	Minuta do Termo de Referência – Materiais (luminária ,braço, relé e demais equipamentos auxiliares).	Pdf
4.	Minuta do Termo de Referência – Serviços (mão-de-obra para substituição de luminária, transporte, descarte e M&V).	Pdf
5.	Planilha de Acompanhamento Físico do Projeto, em modelo fornecido pela Contratante, preenchida com as informações do sistema de IP existente, do sistema proposto (LED) e demais dados solicitados.	xlsx
Administração, Acompanhamento e Fiscalização.		
Ref.	Produto	Formato
6.	Relatório de Acompanhamento Técnico de Projeto – 1ª Parcial, em modelo fornecido pela Contratante.	Pdf

Tabela 2: Produtos		
7.	Relatório de Acompanhamento Técnico de Projeto – 2ª Parcial, em modelo fornecido pela Contratante.	Pdf
8.	Relatório de Acompanhamento Técnico de Projeto – 3ª Parcial, em modelo fornecido pela Contratante.	Pdf
9.	Relatório de Acompanhamento Técnico de Projeto – FINAL, em modelo fornecido pela Contratante.	Pdf
Recadastramento		
Ref.	Produto	Formato
10.	Projeto Gráfico de Recadastramento, em modelo fornecido pela Contratante.	Pdf
Medição e Verificação		
Ref.	Produto	Formato
11.	Plano de Medição e Verificação (M&V)	Pdf
12.	Relatório de linha de base	Pdf
13.	Relatório de medição e verificação	Pdf

## 6) PRAZOS

Todos os serviços relacionados ao projeto deverão ser executados e aprovados no prazo máximo de 12 (doze) meses, contados a partir da assinatura do Termo de Cooperação Técnica.

JOÃO RICARDO SOMENSI  
Engenheiro eletricitista  
CREA PR-96806/D

**Termo de Referência 01/2018**  
**ANEXO I**

Página  
7/24

**MODELO - PLANILHA DE PREÇOS**

A proposta deve ser assinada e rubricada em todas as suas folhas pelo representante legal da empresa ou por seu procurador. O modelo de proposta deste anexo tem por objetivo facilitar o trabalho das empresas interessadas, admitindo-se adaptações e acréscimos desde que não seja ocultada ou retirada qualquer informação contida no modelo.

DESCRIÇÃO		
(Item A) Produtos – Engenharia, Projetos e Consultorias.	Valor Unitário - R\$	Total Parcial - R\$
<b>Produto 1-</b> Planilha de Acompanhamento Físico do Projeto, em modelo fornecido pela Contratante, preenchida com as informações do sistema de IP existente e demais dados solicitados.		
<b>Produto 2-</b> Projeto Gráfico de Iluminação Pública, em modelo fornecido pela Contratante.		
<b>Produto 3-</b> Minuta do Termo de Referência – Materiais (luminária, braço, relé e demais equipamentos auxiliares).		
<b>Produto 4-</b> Minuta do Termo de Referência – Serviços (mão-de-obra para substituição de luminária, transporte, descarte e M&V).		
<b>Produto 5-</b> Planilha de Acompanhamento Físico do Projeto, em modelo fornecido pela Contratante, preenchida com as informações do sistema de IP existente, do sistema proposto (LED) e demais dados solicitados.		
(Item D) – Produtos - Medição e Verificação	Valor Unitário - R\$	Total Parcial - R\$
<b>Produto 11-</b> Plano de Medição e Verificação (M&V)		
<b>Produto 12-</b> Relatório de linha de base		
<b>Produto 13-</b> Relatório de medição e verificação		
Contratação de empresa de engenharia especializada para realizar os <b>serviços de Medição e Verificação, Engenharia, Projeto, Consultoria, Assessoria Técnica, Administração, Gerenciamento, Supervisão, Acompanhamento e Fiscalização</b> das obras e demais serviços referentes ao Projeto de Eficiência Energética em Iluminação Pública, estabelecidos no Termo de Cooperação Técnica TCT – PRF – 020/2018, firmado com o Município de Naviraí-MS, referente ao Edital de Chamada Pública Procel Reluz 01/2017 – Eletrobras.		<b>Total Geral (A)+(B)+(C)+(D)</b>

Validade da proposta: .....

DADOS DO PROPONENTE: .....(Razão social, endereço completo, telefone...)

**OBS:**

1. No preço acima estão inclusos todos os custos e despesas, tais como: custos diretos e indiretos, tributos, encargos sociais, trabalhistas e previdenciários, seguros, taxas, lucro e outros necessários ao cumprimento integral do objeto.

**2. Declaramos total concordância com os termos e condições do Projeto Básico apresentado.**

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

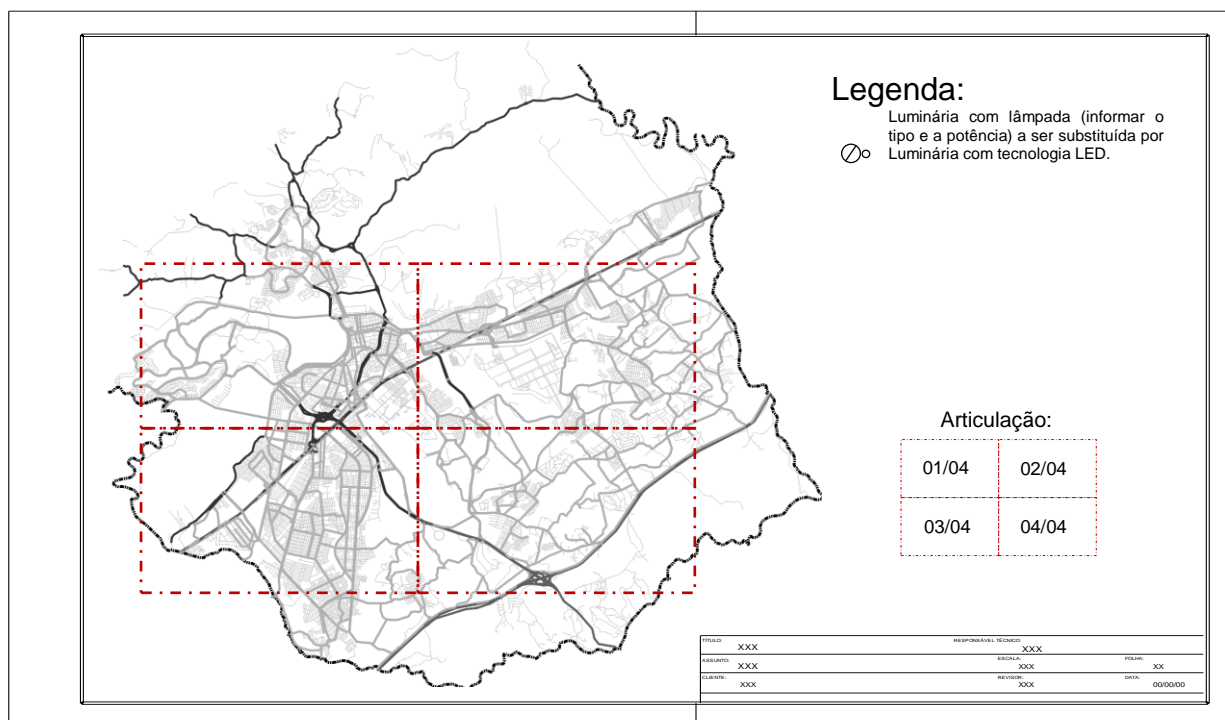
\_\_\_\_\_  
Assinatura do representante legal da Empresa/**Carimbo**

## MANUAL ORIENTATIVO PARA PROJETO GRÁFICO

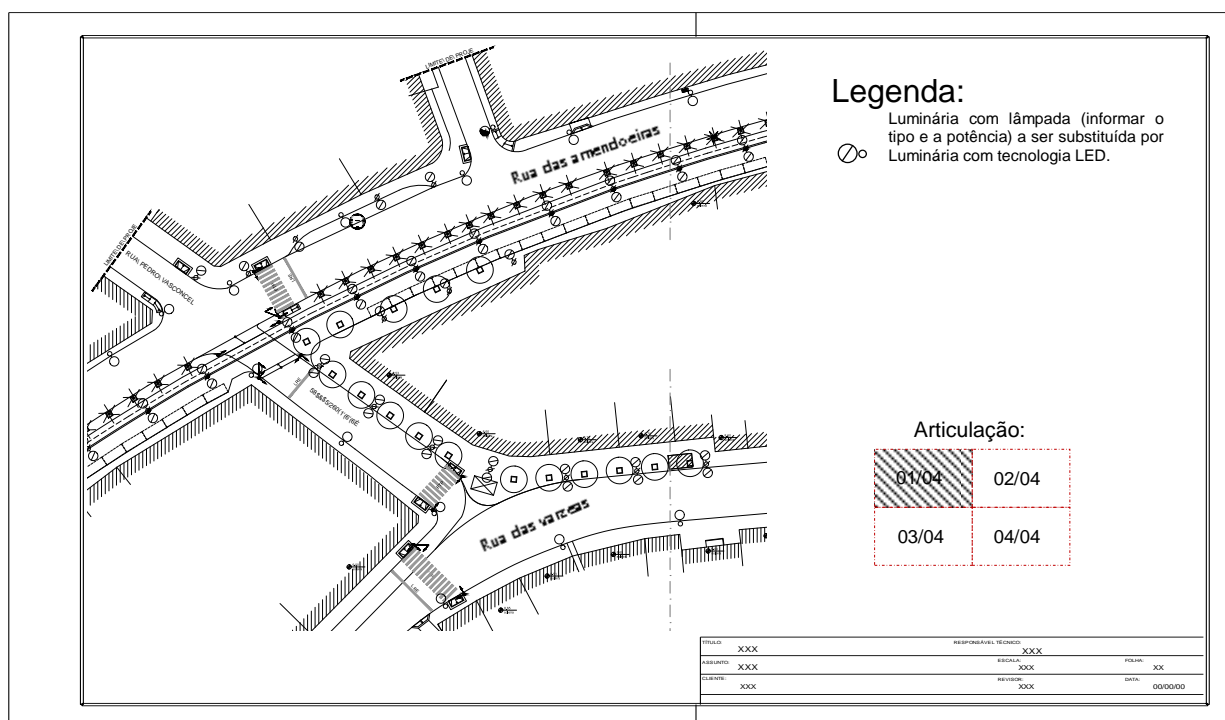
Orientações quanto ao formato e a apresentação dos projetos gráficos.

### 1. Projeto de iluminação pública

#### 1.1. Planta geral



#### 1.2. Planta parcial 01/04 - (mesmo procedimento para 02/04, 03/04, 04/04)



1.3. Modelo de carimbo

00	XXXX /20 18	EMISSÃO INICIAL	
REVISÃO	DATA	ASSUNTO	
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 60px; margin: 0 auto; text-align: center; line-height: 60px;">LOGO DA PREFEITURA</div>		<b>MUNICÍPIO DE XXXXXXXXXX - XX</b> SECRETARIA DE XXXXXXXXXXXX	
		OBJ: <b>PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA - LED</b> NO ÂMBITO DO PROCEL RELUZ – TCT-PRF-XXX/2018	
TÍTULO: PLANTA BAIXA		DISCIPLINA: ILUMINAÇÃO PÚBLICA	ETAPA: PROJETO
RESPONSÁVEL PELO PROJETO: XXXXXX XXXXX XXXXXXX - CREA RJ 00.000-D		DATA: XXXXXX/2018	ESCALA: 1/XX
			Nº DA PRONCHIA: 1/4

1.4. Modelo de legenda



Luminária com lâmpada (informar o tipo e a potência) existente a ser substituída por Luminária com tecnologia LED.

**Observações:**

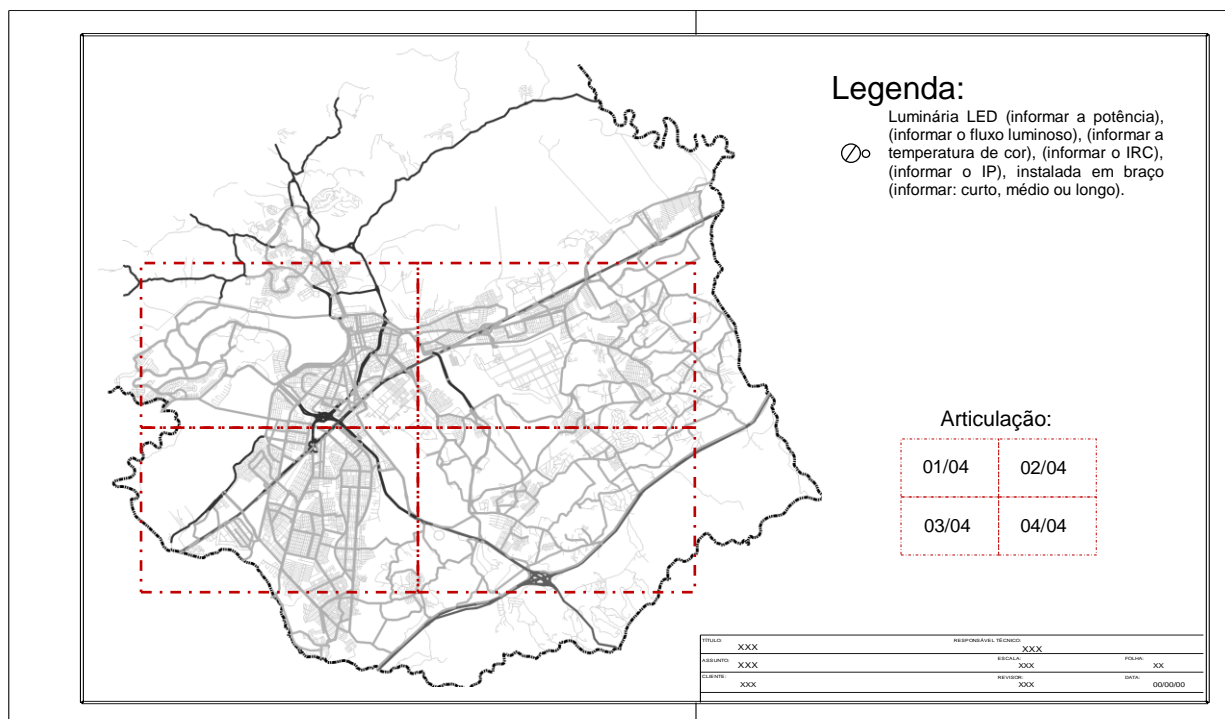
- a) A representação gráfica do símbolo da luminária e do poste pode variar de acordo com a preferência do projetista.
- b) Na hipótese de haver luminárias existentes com diferentes tipos e potências de lâmpadas, a representação gráfica e a descrição da legenda deverão variar e representar as diferenças. Esta recomendação tem por objetivo permitir, em planta, a identificação e localização de cada tipo e potência de lâmpada.

**MANUAL ORIENTATIVO PARA RECADASTRAMENTO**

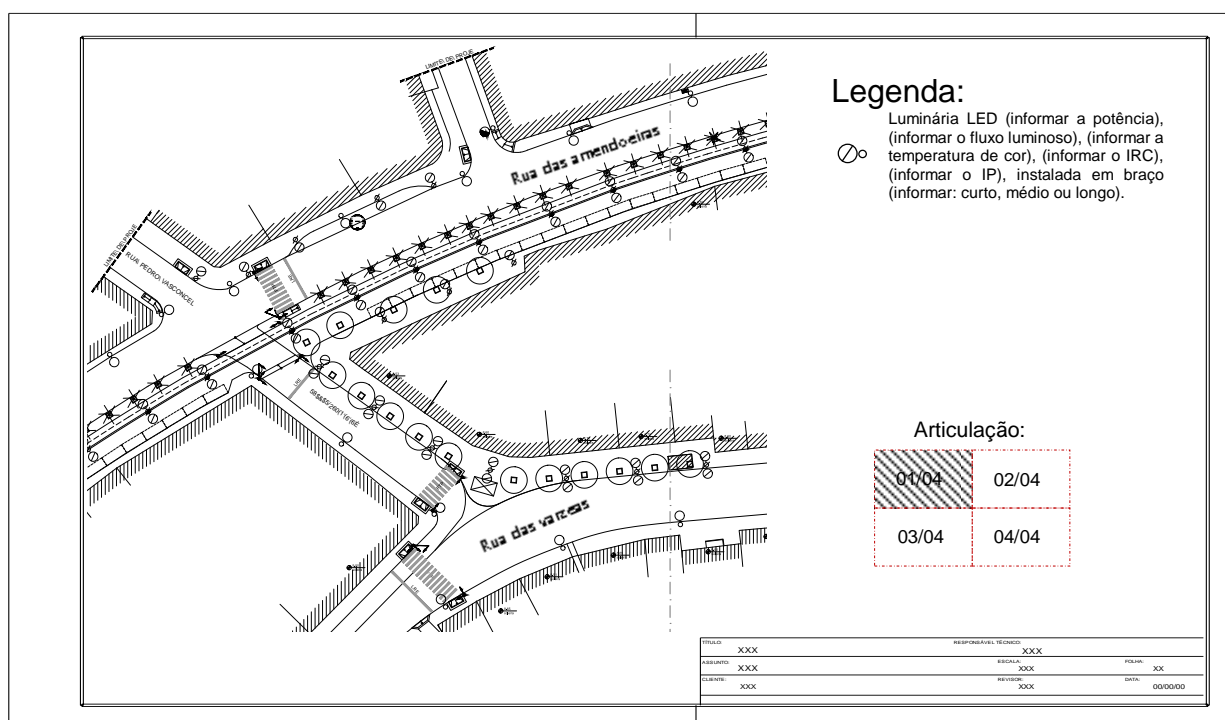
Orientações quanto ao formato e a apresentação dos projetos gráficos – ETAPA DE RECADASTRAMENTO.

**2. Projeto de iluminação pública - RECADASTRAMENTO**

**2.1. Planta geral**



**2.2. Planta parcial 01/04 - (mesmo procedimento para 02/04, 03/04, 04/04)**



### 2.3. Modelo de carimbo

00	XXXX /20 18	EMISSÃO INICIAL	
REVISÃO	DATA	ASSUNTO	
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 60px; margin: 0 auto; text-align: center; line-height: 60px;">LOGO DA PREFEITURA</div>		<b>MUNICÍPIO DE XXXXXXXXXX - XX</b> SECRETARIA DE XXXXXXXXXXXX	
		OBJ: <b>PROJETO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA - LED</b> NO ÂMBITO DO PROCEL RELUZ – TCT-PRF-XXX/2018	
TÍTULO: PLANTA BAIXA		DISCIPLINA: ILUMINAÇÃO PÚBLICA	ETAPA: RECADASTRAMENTO
RESPONSÁVEL PELO PROJETO: XXXXXX XXXXX XXXXXXXX - CREA RJ 00.000-D		DATA: XXXXXX/2018	ESCALA: 1/XX
			Nº DA PRONCHIA: 1/4

### 2.4. Modelo de legenda



Luminária LED (informar a potência), (informar o fluxo luminoso), (informar a temperatura de cor), (informar o IRC), (informar o IP), instalada em braço (informar: curto, médio ou longo).

#### Observações:

- a) A representação gráfica do símbolo da luminária e do poste pode variar de acordo com a preferência do projetista.
- b) Na hipótese de haver luminárias LED com diferentes potências, a representação gráfica e a descrição da legenda deverão variar e representar as diferenças. Esta recomendação tem por objetivo permitir a identificação e localização, em planta, de cada potência diferente.

## **Guia orientativo para Medição e Verificação (M&V) dos projetos de Substituição de Iluminação Pública do Procel RELUZ**

### **1. Considerações Iniciais**

Conforme previsto no edital da chamada pública do Procel Reluz de 2017, os municípios vencedores deverão licitar serviços de M&V para seus projetos de substituição do sistema de iluminação pública. Esses serviços de M&V corresponderão à medição do consumo de energia e a simulação luminotécnica em software (Dialux EVO ou similares) em um período de referência antes das substituições das luminárias, com a formação da linha de base; e à medição do consumo de energia e às medições fotométricas após a implementação do projeto (pós-retrofit ou período de determinação da economia).

O Procel Reluz tratará pontualmente, em conjunto com os municípios, o caso em que a prefeitura não possua informações necessárias para realização da simulação luminotécnica em seu sistema de iluminação no período de referência pré-retrofit.

As medições fotométricas pós-retrofit destinam-se a verificar se os níveis de iluminamento alcançados atendem à norma NBR 5101/2012.

Cabe destacar que este guia visa apresentar algumas questões específicas do M&V em iluminação pública desta chamada pública, porém o documento base continua sendo o PIMVP.

### **2. Estratégia de Medição e Verificação**

A estratégia deverá ser elaborada de forma preliminar na fase de diagnóstico energético, quando se dispõe do conhecimento obtido sobre a estrutura (materiais e equipamentos) e o funcionamento da instalação, onde se conhece o uso da energia e sua relação com a rotina da instalação.

Conforme orientado na chamada pública, os municípios deverão utilizar as opções A ou B do PIMVP para realização da M&V, conforme sua escolha na fase de inscrições de projeto, sendo vedada a troca dessa opção pré-selecionada. Dessa forma, serão observados os seguintes definições:

- **Opção A** (medição isolada do parâmetro chave de consumo): Medição dos parâmetros chaves, usando uma combinação de medições de alguns parâmetros e estimativas de outros, conforme item 4.7.1 do PIMVP.

Considere-se o exemplo de utilização da Opção A do PIMVP em um projeto de iluminação onde a potência instantânea da luminária é medida e para estimar o consumo de energia da linha de base, será considerado o tempo médio de utilização diário da luminária de 11horas e 52minutos, conforme Artigo 24 da resolução Aneel 414/2010.

- **Opção B** (medição isolada de todos os parâmetros que influenciam no consumo de energia): Medição dos parâmetros necessários para calcular a economia de energia, conforme item 4.7.2 do PIMVP.
- **Fronteira de medição:** determinar o limite, dentro da instalação, onde serão observados os efeitos da ação de eficiência energética, isolado por medidores.
- **Período da linha de base:** Representa todos os modos de funcionamento da instalação. Este período deve cobrir um ciclo de funcionamento completo, desde o consumo máximo de energia ao mínimo. Para efeito dessa chamada pública fica definido 24h para Opção B. Para a opção A é suficiente uma medição pontual de potência elétrica.
- **Período de determinação da economia:** deve englobar pelo menos um ciclo de funcionamento normal dos equipamentos ou instalação, para caracterizar completamente a eficácia da economia em todos os modos de funcionamento normais. Para efeito dessa chamada pública fica definido 24h para Opção B. Para a Opção A é suficiente uma medição pontual de potência elétrica e para se estimar o consumo energético será considerado o período de utilização diário da luminária de 11horas e 52minutos.
- **Medições elétricas e luminotécnicas pós-retrofit:** devem ser realizadas nos mesmos pontos medidos e vão simulados para a formação da linha de base.
- **Ajustes de rotina:** para quaisquer fatores que influenciem no consumo de energia, em relação aos quais se espera que mudem periodicamente durante o período de determinação da economia.
- **Ajustes não de rotina:** para aqueles fatores que regem o uso da energia, em relação aos quais não há expectativa de que mudem habitualmente.

### **3. Seleção dos Pontos de Medição Elétrica**

Técnicas de amostragem poderão ser utilizadas para projetos com trocas de muitos equipamentos, por isso cuidados devem ser tomados com a incerteza introduzida, pois o processo de amostragem pode introduzir erros no modelo, uma vez que nem todas as unidades em estudo são medidas.

Assim, conforme preconizados pelo PIMVP no Apêndice B-3 – Amostragem. Deverão ser adotados os seguintes procedimentos na determinação do tamanho das amostras nos projetos da Chamada Pública do Procel Reluz 2017:

- Selecionar uma população homogênea de pontos de iluminação: estratificar a população em subconjuntos homogêneos, agrupando os

**ANEXO IV**

pontos de luminárias por tipo de substituição, levando-se em consideração as potências e os tipos das lâmpadas;

- Determinar os níveis desejados de precisão e de confiança: adotar  $\pm 20\%$  (vinte por cento) de precisão com 95% (noventa e cinco por cento) de confiança;
- Calcular o tamanho da amostra inicial: deverão ser usados coeficientes de variação típicos. O tamanho inicial da amostra deverá ser calculado conforme a equação a seguir.

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot cv^2}{e^2}$$

Onde:

$n_0$ : Tamanho inicial da amostra;

Z: Valor padrão da distribuição normal;

cv: Coeficiente de variação das medidas (desvio padrão dividido pela média de uma determinada amostra);

e: Precisão desejada.

A estimativa inicial do tamanho da amostra ( $n_0$ ) deverá ser ajustada com a utilização da seguinte fórmula:

$$n = \frac{n_0 \cdot N}{n_0 + N}$$

Onde:

n: Tamanho reduzido da amostra (ajustado para pequenas populações);

N: Tamanho da população.

Segue **exemplo** para facilitar o entendimento do método de amostragem proposto:

Um município irá substituir um total de **1.000** luminárias. Dessas, o município pretende substituir 700 luminárias de VS 250 W por 700 luminárias LED 100 W e 300 luminárias de VS 100 W por 300 luminárias LED 50 W. Para esse caso, teríamos 2 subconjuntos que deverão ser tratados independentemente, como mostrado abaixo:

Observações:

- a) Até que a média real e o desvio padrão da população possam ser estimados a partir de amostras reais, 0,5 poderá ser usado como estimativa inicial para o cv;

- b) Em alguns casos (por exemplo, medição das horas de iluminação ou utilização), pode ser desejável conduzir inicialmente uma pequena amostra com o único objetivo de estimar um valor do cv para ajudar a planejar o programa de amostragem. Além disso, valores de trabalho anterior de *M&V* podem ser usados como estimativas iniciais adequadas de cv;
- c) Adotar 20% de precisão ( $e=0,2$ );
- d) Valor padrão da distribuição normal é obtido na Tabela b1, Apêndice B do PIMVP, com segue:

Graus de Liberdade GL	Nível de Confiança				Graus de Liberdade GL	Nível de Confiança			
	95%	90%	80%	50%		95%	90%	80%	50%
1	12,71	6,31	3,08	1,00	16	2,12	1,75	1,34	0,69
2	4,30	2,92	1,89	0,82	17	2,11	1,74	1,33	0,69
3	3,18	2,35	1,64	0,76	18	2,10	1,73	1,33	0,69
4	2,78	2,13	1,53	0,74	19	2,09	1,73	1,33	0,69
5	2,57	2,02	1,48	0,73	21	2,08	1,72	1,32	0,69
6	2,45	1,94	1,44	0,72	23	2,07	1,71	1,32	0,69
7	2,36	1,89	1,41	0,71	25	2,06	1,71	1,32	0,68
8	2,31	1,86	1,40	0,71	27	2,05	1,70	1,31	0,68
9	2,26	1,83	1,38	0,70	31	2,04	1,70	1,31	0,68
10	2,23	1,81	1,37	0,70	35	2,03	1,69	1,31	0,68
11	2,20	1,80	1,36	0,70	41	2,02	1,68	1,30	0,68
12	2,18	1,78	1,36	0,70	49	2,01	1,68	1,30	0,68
13	2,16	1,77	1,35	0,69	60	2,00	1,67	1,30	0,68
14	2,14	1,76	1,35	0,69	120	1,98	1,66	1,29	0,68
15	2,13	1,75	1,34	0,69	∞	1,96	1,64	1,28	0,67

Passos para determinação das amostras:

**1º Passo** – Cálculo do tamanho inicial da amostra ( $n_0$ ):

$$n_0 = \frac{1,96^2 \cdot 0,5^2}{0,20^2} = 24,01$$

**2º Passo** – Cálculo do tamanho da amostra ajustado ( $n$ ):

$$n = \frac{24,01 \cdot 1000}{24,01 + 1000} = 23,45 \sim 23 \text{ pontos}$$

**3º Passo** – Cálculo do tamanho da amostra por subconjunto:

$N = 1000$ ;  $N_1 = 700$ ;  $N_2 = 300$

Onde:

$N$ : Tamanho da população;

$N_1$ : Quantidade de pontos do subconjunto 1;

N2: Quantidade de pontos do subconjunto 2.

Proporcionalmente tem-se:

$$n_1 = \frac{N_1}{N} \cdot n = \frac{700}{1000} \cdot 23,45 = 16,42 \sim 16 \text{ pontos}$$

$$n_2 = \frac{N_2}{N} \cdot n = \frac{300}{1000} \cdot 23,45 = 7,03 \sim 7 \text{ pontos}$$

Onde:

$n_1$ : Quantidade de pontos a serem medidos no subconjunto 1;

$n_2$ : Quantidade de pontos a serem medidos no subconjunto 2;

Observação: os níveis de precisão ( $\pm 20\%$ ) e de confiança (95%) são os níveis almejados. Deve-se prever a situação em que serão necessárias mais medições, caso esses níveis não sejam obtidos com a quantidade de medições inicialmente prevista.

Para maiores detalhes, consultar Apêndice B do PIMVP.

#### **4. Seleção dos Vãos para Simulação e Medição Luminotécnica**

Da mesma forma que se selecionou uma amostra de pontos de iluminação (luminárias) para execução das medições elétricas, serão selecionados vãos entre postes nos logradouros do projeto para as simulações e medições luminotécnicas.

Conforme informado no parágrafo introdutório desse documento, o Procel Reluz tratará pontualmente, em conjunto com os municípios, o caso em que a prefeitura não possua informações necessárias para realização da simulação luminotécnica em seu sistema de iluminação no período de referência pré-retrofit.

As técnicas de amostragem para determinação dos vãos deverão seguir as mesmas instruções adotadas no item 03 deste documento. Cuidados devem ser tomados com a incerteza introduzida, pois o processo de amostragem pode introduzir erros no modelo, uma vez que nem todas as unidades em estudo são medidas.

Recomenda-se seguir os passos preconizados pelo PIMVP no apêndice B-3 – Amostragem para se determinar o tamanho da amostra, objetivando atender aos níveis de precisão e de confiança almejados.

Assim, deverão ser adotados os seguintes procedimentos na determinação do tamanho das amostras nos projetos da Chamada Pública do Procel Reluz 2017:

- Selecionar uma população homogênea de vãos entre postes de iluminação: estratificar a população em subconjuntos homogêneos,

agrupando os vãos por tipo de substituição, levando-se em consideração as potências e os tipos das lâmpadas;

- Determinar os níveis desejados de precisão e de confiança: adotar  $\pm 20\%$  (vinte por cento) de precisão com 95% (noventa e cinco por cento) de confiança;
- Calcular o tamanho da amostra inicial: deverão ser usados coeficientes de variação típicos. O tamanho da amostra inicial deverá ser calculado conforme a equação a seguir.

$$n_0 = \left( \frac{Z^2 \cdot cv^2}{e^2} \right)$$

Onde:

$n_0$ : Tamanho inicial da amostra de vãos;

Z: Valor padrão da distribuição normal;

cv: Coeficiente de variação das medidas (desvio padrão dividido pela média de uma determinada amostra);

e: Precisão desejada.

A estimativa inicial do tamanho da amostra ( $n_{lum}$ ) deverá ser ajustada com a utilização da seguinte fórmula:

$$n_{lum} = \frac{n_0 \cdot (N - 1)}{n_0 + (N - 1)}$$

onde:

$n_0$ : tamanho inicial da amostra, calculado anteriormente;

N: tamanho da população de pontos;

N-1: Quantidade de vãos entre postes.

Segue **exemplo** para facilitar o entendimento do método de amostragem proposto:

Um município irá substituir um total de **1.000** luminárias. Dessas, o município pretende substituir 600 luminárias de VS 250 W por 700 luminárias LED 100 W e 300 luminárias de VS 100 W por 400 luminárias LED 50 W. Para esse caso, teríamos 2 subconjuntos que deverão ser tratados independentemente, como mostrado abaixo:

**1º Passo** – Cálculo do tamanho inicial da amostra ( $n_0$ ):

$$n_0 = \left( \frac{1,96^2 \cdot 0,5^2}{0,20^2} \right) = 24,01$$

**2º Passo** – Cálculo do tamanho da amostra ajustado ( $n_{lum}$ ):

$$n_{lum} = \left( \frac{24,01 \cdot (1000 - 1)}{24,01 + (1000 - 1)} \right) = 23,44$$

**3º Passo** – Cálculo do tamanho da amostra por subconjunto:

$N = 1000$ ;  $N_1=600$ ;  $N_2=400$

Onde:

$N$ : Tamanho da população;

$N_1$ : Quantidade de pontos do subconjunto 1;

$N_2$ : Quantidade de pontos do subconjunto 2.

Proporcionalmente tem-se:

$$n_1 = \frac{N_1}{N} \cdot n = \frac{600}{1000} \cdot 23,44 = 14,06 \sim 14 \text{ vãos}$$

$$n_2 = \frac{N_2}{N} \cdot n = \frac{400}{1000} \cdot 23,44 = 9,38 \sim 9 \text{ vãos}$$

Onde:

$n_1$ : Quantidade de vãos a serem medidos no subconjunto 1;

$n_2$ : Quantidade de vãos a serem medidos no subconjunto 2;

Observação: os níveis de precisão ( $\pm 20\%$ ) e de confiança (95%) são os níveis almejados. Deve-se prever a situação em que serão necessárias mais medições, caso esses níveis não sejam obtidos com a quantidade de medições inicialmente prevista.

## **5. Plano de Medição e Verificação (M&V)**

Após as medições elétricas e simulações fotométricas do período de referência (período da linha de base) e o estabelecimento completo do modelo do consumo e demanda da linha de base, deve-se elaborar o **Plano de M&V**, contendo todos os procedimentos e considerações para o cálculo das economias, conforme o Capítulo 5 do PIMVP.

Em resumo, o Plano de M&V deve ser estabelecido após a realização das medições dos equipamentos existentes, no período da linha de base, nas instalações beneficiadas pelas propostas de projetos, seguindo os procedimentos estabelecidos na estratégia de M&V, devendo incluir a

discussão dos seguintes tópicos, os quais estão descritos com maior profundidade no PIMVP:

- Objetivo das ações de eficiência energética;
- Linha de base, período, energia e condições;
- Período de determinação da economia;
- Bases para o ajuste;
- Simulação realizada para o ajuste;
- Procedimento de análise;
- Especificações dos medidores;
- Responsabilidades de monitoramento;
- Precisão esperada. Neste caso deverá ser perseguida uma meta "20/95", ou seja, 20% (vinte por cento) de precisão com 95% (noventa e cinco por cento) de confiabilidade;
- Orçamento;
- Formato de relatório; e
- Procedimentos de garantia de qualidade que serão utilizados para apresentação dos resultados nos relatórios de economia.

## **6. Medição Luminotécnica**

Essas medições deverão ser realizadas obrigatoriamente no período pós-retrofit para verificação do atendimento aos índices luminotécnicos propostos na norma NBR 5101/2012.

Conforme informado no item 04 desse documento, essas medições deverão ser realizadas, nos mesmos vãos simulados no período de referência antes das substituições das luminárias, em uma amostra ( $n_{lum}$ ) de vãos entre postes, conforme equação abaixo:

$$n_{lum} = \frac{n_0 \cdot (N - 1)}{n_0 + (N - 1)}$$

onde:

$n_0$ : tamanho inicial da amostra, calculado anteriormente;

N: tamanho da população de pontos.

Os parâmetros a serem levantados nos vãos são a iluminância média ( $E_{med}$ ) e o fator de uniformidade (U). A malha de medição a ser utilizada na determinação dos parâmetros luminotécnicos da via deve ser definida conforme prevista no Item 7.2 da NBR 5101/2012.

Os pontos da malha de medição devem ser definidos pelas interseções das seguintes linhas longitudinais e transversais para o vão considerado:

- Linhas transversais
  - a) Linhas que passam pelas luminárias (extremidades do vão);
  - b) Linhas que dividem o vão em quatro partes iguais (inclui a linha que divide o vão ao meio).

- Linhas longitudinais
  - a) Linhas de centro das faixas de rolamento;
  - b) Linhas com afastamento igual a  $0,1 \times fr$  em relação às linhas limítrofes das faixas de rolamento.

O fator  $fr$  é a largura da faixa de rolamento.

O quadro abaixo indica a quantidade de pontos da malha de medição em função do número de faixas de rolamento da via.

Número de faixas de rolamento da via	Quantidade de pontos da grade de medição
1	15
2	30
3	45
4	60
5	75

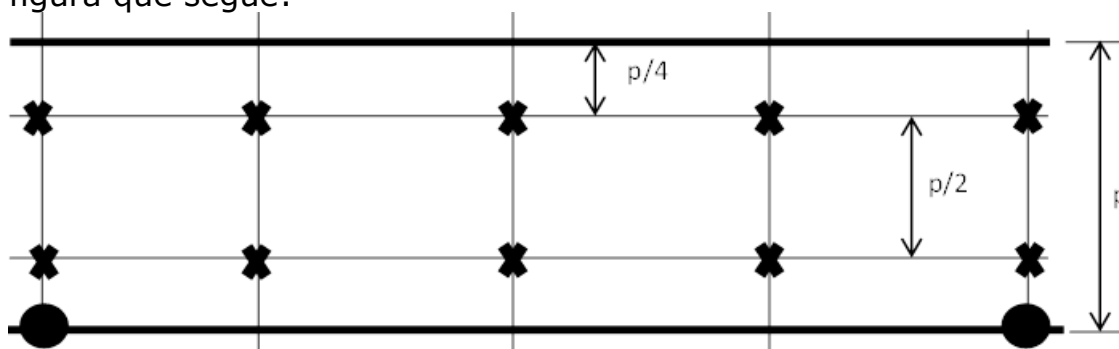
Para o passeio (calçada), aplica-se a seguinte regra para determinação dos pontos de medição:

Para largura do passeio menor que 3 metros ( $p < 3m$ ):

- uma linha longitudinal no centro da calçada;
- as linhas transversais em número igual ou coincidente com as linhas da pista de rolagem.

Para largura maior ou igual a 3 metros ( $p \geq 3m$ ):

- duas linhas longitudinais espaçadas entre elas em uma distância " $p/2$ " e entre uma linha e a extremidade da calçada adjacente em  $p/4$ , conforme figura que segue:



- a figura acima também mostra que as linhas transversais em número igual ou coincidente com as linhas da pista de rolagem.

Definida a malha de medição, deverão ser medidas as iluminâncias ( $E$ ) em lux em todos os pontos determinados e calculados a iluminância média e o fator de uniformidade para cada vão entre postes. Esse procedimento deve ser realizado separadamente tanto para as faixas de rolamento, quanto para as calçadas.

A iluminância média deverá ser calculada a partir da seguinte equação:

**ANEXO IV**

$$E_{med} = \frac{\text{Somatório das iluminâncias dos pontos da malha}}{\text{Quantidade de pontos de medição}}$$

Já o fator de uniformidade (U) é obtido com a equação:

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

Sendo  $E_{min}$  o menor valor encontrado na malha de medição.

Com os valores de  $E_{med}$  e U deve-se verificar, de acordo com a classificação da via e dos passeios, se os valores mínimos de referência da Norma NBR 5101/2012 foram atendidos.

## 7. Determinação da Economia

O PIMVP no item 4.5.3 possibilita que a economia seja calculada de duas maneiras diferentes, a saber:

- **economia normalizada:** o ajuste a um conjunto fixo de condições reporta a um estilo de economia que pode ser denominado "economia normalizada" do período de determinação da economia. Neste método, os consumos do período de determinação da economia, e possivelmente da linha de base, são ajustados das suas condições reais ao conjunto selecionado de condições comuns fixas (ou 'normais').
- **consumo de energia evitado:** quando a economia é reportada sob as condições do período de determinação da economia, também pode se denominar consumo de energia evitado do período de determinação da economia. O consumo de energia evitado quantifica a economia no período de determinação da economia, relativamente ao consumo de energia que teria sido registrado sem o *retrofit*.

Quando se reporta a economia sob condições do período de determinação da economia, o consumo da linha de base precisa ser ajustado às condições do período de determinação da economia. Empregando, portanto a seguinte equação:

$$\text{Consumo de energia evitado (ou Economia)} = \text{Consumo da linha de base ajustado} - \text{Consumo do período de determinação da economia} \pm \text{Ajustes não de rotina do consumo da linha de base às condições do período de determinação da economia}$$

Onde o *consumo do período da linha de base ajustado* é definido como o *consumo da linha de base* acrescido de quaisquer *ajustes* necessários para ajustá-lo às condições do *período de determinação da economia*. Considerando o caso de o nível de iluminamento não estar adequado. Deve-se, portanto corrigir a linha de base para a situação que atenda aos índices luminotécnicos propostos na norma NBR 5101/2012, mas com os equipamentos existentes antes do *retrofit*. Por exemplo, se o nível de iluminamento está 20% abaixo da norma, o consumo de energia e a demanda pré-retrofit calculados/medidos devem ser

corrigidos de forma aproximada em 20%. Adotando sempre a potência comercial mais próxima.

Segue **exemplo** para facilitar o entendimento do método de determinação da economia:

Um município substituiu um total de 1500 luminárias. Dessas, o município substituiu 700 luminárias de VS 250 W por 700 luminárias LED 100 W, 300 luminárias de VS 100 W por 300 luminárias LED 80 W e 500 luminárias de VS 70 W por 500 luminárias LED 50 W.

É importante informar que o critério de amostragem de pontos e vãos para realização da M&V estão descritos respectivamente nos itens 03 e 04 deste documento.

Para esse caso, tem-se 03 subconjuntos que deverão ser tratados independentemente, como mostrado abaixo:

- 1) Substituição de luminárias VS 250 W por LED 100 W:
  - a) O município mediu o consumo de energia elétrica da luminária VS 250 W no logradouro por 24h ou 11h52min, respeitando os procedimentos para as opções A ou B do PIMVP, conforme sua escolha na fase de inscrições de projeto;
  - b) O município realizou simulação luminotécnica em software (Dialux EVO ou similares) dos níveis de iluminância média ( $E_{med}$ ) e do fator de uniformidade (U) alcançados pela luminária VS 250 W nos logradouros do município e comparou com os níveis a iluminância média ( $E_{med}$ ) e o fator de uniformidade (U) previstos na NBR 5101/2012. Constatou-se que o nível de iluminância média e o fator de uniformidade ficaram acima dos níveis estabelecidos pela NBR 5101/2012. O município fez nova simulação com uma luminária VS 150 W (luminária de mesma tecnologia e potência imediatamente menor que a existente). O resultado dessa nova simulação indicou que o nível de iluminância média e o fator de uniformidade atendeu aos requisitos estabelecidos na NBR 5101/2012. Desta forma, a luminária VS 150 W será utilizada como referência para a determinação da linha de base, em vez da luminária original de 250 W. Para essa situação, o consumo utilizado para determinação da economia, citado no item a, foi ajustado.
  - c) A potência da luminária utilizada para determinação da economia, citada no item "a", foi ajustada em:  $150\text{ W} - 250\text{ W} = -100\text{ W}$ .
  - d) Nesse caso a redução de potência foi de  $250\text{ W} - 100\text{ W} + (-100\text{ W})$  (ajuste) =  $50\text{ W}$  **e não**  $250\text{ W} - 100\text{ W} = 150\text{ W}$ .
- 2) Substituição de luminárias VS 100 W por LED 80 W:
  - a) O município mediu o consumo de energia elétrica da luminária VS 100 W no logradouro por 24h ou 11h52min, respeitando os procedimentos para

as opções A ou B do PIMVP, conforme sua escolha na fase de inscrições de projeto;

- b) O município apresentou simulação Luminotécnica em software (Dialux EVO ou similares) dos níveis de iluminância média ( $E_{med}$ ) e do fator de uniformidade (U) alcançados pela luminária VS 100 W nos logradouros do município e comparou com os níveis de iluminância média ( $E_{med}$ ) e fator de uniformidade (U) previstos na NBR 5101/2012. Constatou-se que o nível de iluminância média e o fator de uniformidade ficaram abaixo dos níveis estabelecidos pela NBR 5101/2012. O município fez nova simulação com uma luminária VS 150 W (luminária de mesma tecnologia e potência imediatamente maior). O resultado dessa nova simulação indicou que o nível de iluminância média e o fator de uniformidade são aceitáveis pela NBR 5101/2012. desta forma, a luminária VS 150 W será utilizada como referência para a determinação da linha de base. Para essa situação, o consumo utilizado para determinação da economia, citado no item a, deverá ser ajustado.
- c) A potência da luminária utilizada para determinação da economia, citada no item "a", foi ajustada em:  $150\text{ W} - 100\text{ W} = 50\text{ W}$ .
- d) Nesse caso a redução de Potência foi de  $100\text{ W} - 80\text{ W} + 50\text{ W}$  (ajuste) =  $70\text{ W}$  **e não**  $100\text{ W} - 80\text{ W} = 20\text{ W}$ .

3) Substituição de luminárias VS 70 W por LED 50 W:

- a) O município mediu o consumo de energia elétrica da luminária VS 70 W no logradouro 24h ou 11h52min, respeitando os procedimentos para as opções A ou B do PIMVP, conforme sua escolha na fase de inscrições de projeto;
- b) O município apresentou simulação Luminotécnica em software (Dialux EVO ou similares) dos níveis a iluminância média ( $E_{med}$ ) e do fator de uniformidade (U) alcançado pela luminária VS 70 W nos logradouros do município e comparou com os níveis a iluminância média ( $E_{med}$ ) e o fator de uniformidade (U) previstos na NBR 5101/2012. Constatou-se que o nível de iluminância média e o fator de uniformidade, ficou dentro dos níveis estabelecidos pela NBR 5101/2012, a luminária VS 70 W deverá ser utilizada como referência para determinação da linha de base.
- c) Neste caso o consumo da linha de base não precisa ser ajustado, pois a luminária VS 70 W atende à Norma NBR 5101/2012.
- d) Sendo assim a redução de Potência foi de  $70\text{ W} - 50\text{ W} + 0\text{ W}$  (ajuste) =  $20\text{ W}$ .

As condições da linha de base devem ser inteiramente documentadas no Plano de M&V, de modo que as mudanças nos fatores estáticos (ex. potência da lâmpada) sejam identificadas e sejam feitos os ajustes "não de rotina" adequados.

Como as condições usadas como base de ajuste são as do período de determinação da economia e elas estarão normalizadas, o tipo de economia a ser calculada para efeito desta chamada pública é o consumo de energia evitado conforme item 4.5.3 do PIMVP.

## **8. Relatório de Medição e Verificação**

Uma vez terminada a implantação das ações de eficiência energética, inicia-se o período de determinação da economia, quando são procedidas as medições de consumo e demanda e das variáveis independentes relativas ao mesmo período, observando o estabelecido na estratégia de M&V e no plano de M&V, de acordo com o Capítulo 6 do PIMVP e demais documentos pertinentes.

Em resumo, o relatório de M&V deve ser elaborado após a realização das medições dos equipamentos propostos na instalação beneficiada, seguindo os procedimentos estabelecidos na estratégia e consolidada no Plano de M&V, devendo conter uma análise completa dos dados, observando-se as seguintes questões, descritas com maior profundidade no PIMVP:

- Observação dos dados durante o período de determinação da economia;
- Descrição e justificativa de quaisquer correções feitas aos dados observados;
- Para a Opção A deverão ser apresentados os valores estimados acordados;
- Todos os pormenores de qualquer ajuste não periódico da linha de base efetuado;
- A economia calculada em unidades de energia (as economias deverão ser valoradas sob os pontos de vista do sistema elétrico e do consumidor); e
- Justificativas.

Em complementação à determinação da economia de energia do projeto de substituição da iluminação pública, o Relatório de Medição e Verificação deverá incluir os resultados de medições luminotécnicas para comprovar o atendimento à norma **NBR5101/2012**.

JOÃO RICARDO SOMENSI  
Engenheiro eletricista  
CREA PR-96806/D