



Prefeitura Municipal de São Leopoldo
Secretaria Municipal de Mobilidade e Serviços Urbanos
Diretoria de Iluminação Pública

TERMO DE REFERÊNCIA 013/2024 -RM 2024/1850
Serviços de Consultoria em Engenharia e Medição e Verificação

Especificação técnica

1. OBJETO

Contratação de serviços de consultoria em engenharia para elaboração de projeto de iluminação pública, com tecnologia LED, serviços de Medição e Verificação M&V, além de serviços de apoio técnico à fiscalização, supervisão e gerenciamento de obra estabelecidos no Termo de Cooperação Técnica celebrado com a Eletrobras, no âmbito do Procel Reluz.

2. QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1. Registro ou inscrição na entidade profissional competente

Registro ou inscrição da empresa na entidade profissional competente, emitida pelo CREA Conselho Regional de Engenharia e Agronomia ou CAU –Conselho de Arquitetura e Urbanismo.

2.2. Atestado de capacidade técnico-operacional

Comprovação, mediante apresentação de atestado fornecido por pessoas jurídicas de direito público ou privado, ora denominad o “contratante anterior do licitante”, cuja exigência de registro ou averbação do respectivo atestado junto aos órgãos de classe é dispensada, uma vez que a legislação veda a emissão de Certidão de Acervo Técnico (CAT) em nome de pessoa jurídica.

Neste contexto, o atestado de capacidade técnica-operacional deverá ser apresentado, frisa-se, sem a exigência de registro junto aos órgãos de classe, em nome do licitante, com os elementos quantitativos e qualitativos de características semelhantes ao objeto da licitação, considerando a parcela de maior relevância a seguir definida:

2.2.1. Instalações de Iluminação Pública

O atestado em nome do licitante deverá abranger um ou mais dos serviços a seguir:

Elaboração de projeto luminotécnico de iluminação pública, dimensionamento de redes de distribuição visando a interligação de luminárias de iluminação pública, implantação, execução, expansão, operação e/ou manutenção de instalações de iluminação pública, frisa-se: com tecnologia convencional ou LED;

O atestado apresentado deverá conter as informações básicas descritas abaixo:

- a) Nome do contratado e do Contratante;
- b) Identificação do objeto do contrato (tipo ou natureza do serviço);
- c) Serviços executados (descrição e quantidades).

Para fins de comprovação da capacitação técnico-operacional poderão ser apresentados quantos atestados forem necessários para atender ao Edital.

2.3. Atestado de capacidade técnico-profissional

Comprovação, mediante apresentação de atestado fornecido por pessoas jurídicas de direito público ou privado, demonstrando a execução, pelo profissional indicado pela licitante para comprovação da capacidade técnica-profissional, com os elementos quantitativos e qualitativos de características semelhantes ao objeto da licitação, considerando as parcelas de maior relevância a seguir definidas:

a) Instalações de Iluminação Pública

O atestado em nome do profissional deverá abranger um ou mais dos serviços a seguir:

Elaboração de projeto luminotécnico de iluminação pública, dimensionamento de redes de distribuição visando a interligação de luminárias de iluminação pública, implantação, execução, expansão, operação e/ou manutenção de instalações de iluminação pública, frisa-se: com tecnologia convencional ou LED;

b) Medições de grandezas elétricas e luminotécnicas

O atestado em nome do profissional deverá abranger os serviços a seguir:

Realização de serviços que demandem instalação e programação de instrumentos para medições de grandezas elétricas e luminotécnicas, cujo objetivo seja o de promover: diagnóstico, levantamento e/ou coleta, em um período pré-determinado, de grandezas elétricas e luminotécnicas em sistemas de qualquer tipologia, classe de consumo ou uso final;

O atestado apresentado deverá conter as informações básicas descritas abaixo:

- a) Nome do contratado e do Contratante;
- b) Identificação do objeto do contrato (tipo ou natureza do serviço);
- c) Serviços executados (descrição e quantidades).

Para fins de comprovação da capacitação técnico-profissional poderão ser apresentados quantos atestados forem necessários para atender ao Edital.

Comprovação de que a Licitante possui na data prevista para a entrega da proposta: profissional de nível superior (engenheiro eletricista), que possua certificado CMVP (Certified measurement and verification professional) emitido pela AEE, ou certificado PMVA (Performance Measurement and Verification Analyst) emitido pela EVO. Este profissional ficará responsável pela realização dos estudos luminotécnicos, plano de M&V e análises de economia, durante os processos de eficiência energética.

ESCOPO DOS SERVIÇOS

- 2.4. Realizar diagnóstico, “in loco”, da real situação do sistema de iluminação pública existente, visando à implantação do novo sistema de iluminação pública, com

tecnologia LED;

- 2.5. Realizar relatório fotográfico de cada logradouro/praça localizado na área de abrangência do projeto demonstrando a situação “antes” da obra (fotos registradas no período diurno).
- 2.6. Realizar relatório fotográfico de cada logradouro/praça localizado na área de abrangência do projeto demonstrando a situação “antes x depois” da obra (fotos registradas no período noturno).
- 2.7. Definir parâmetros técnicos de engenharia face às normas de iluminação pública e demais legislações aplicáveis no âmbito federal, estadual e municipal;
- 2.8. Elaborar projetos gráficos de engenharia, de modo a demonstrar a área de abrangência do projeto antes e após a implementação das obras;
- 2.9. Elaborar relatórios de simulações luminotécnicas de modo a comprovar o atendimento adequado ao nível de iluminância e uniformidade de cada logradouro/praça localizado na área de abrangência do projeto. Para isso deverá utilizar como ferramenta de produção, o software “Dialux Evo” (software de iluminação gratuito para download na internet);
- 2.10. Elaborar especificações técnicas de materiais e serviços relacionados com o projeto;
- 2.11. Elaborar lista de quantitativos de materiais e serviços relacionados com o projeto;
- 2.12. Auxiliar na realização de pesquisa de preços de materiais e serviços relacionados com o projeto;
- 2.13. Promover consultoria junto a Administração municipal, no âmbito técnico de engenharia, visando contribuir com a redação e/ou revisão das minutas de contratos, editais, anexos, atas e demais instrumentos que forem necessários para a realização dos processos licitatórios relacionados com a implementação do projeto;
- 2.14. Promover consultoria junto a Administração municipal, no âmbito técnico de engenharia, em todas as etapas dos processos licitatórios relacionados com a implementação do projeto, visando dirimir eventuais dúvidas técnicas de engenharia ao longo dos processos;
- 2.15. Promover consultoria junto a Administração municipal, no âmbito técnico de engenharia, para, eventualmente, realizar adequações de natureza técnica de engenharia nos editais de licitação face às contribuições realizadas, por ocasião das análises do Município, Eletrobras e/ou licitantes;
- 2.16. Promover consultoria junto a Administração municipal, no âmbito técnico de engenharia, com o intuito de elaborar pareceres técnicos conclusivos, na hipótese de ocorrer impugnações de licitantes no âmbito dos processos licitatórios relacionados com o projeto.

- 2.17. Prestar informações, solicitadas pela Administração Municipal e/ou Eletrobras, a respeito de qualquer assunto técnico de engenharia relacionado ao projeto, obra e demais serviços;
- 2.18. 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;
- 2.19. Levantar pendências existentes;
- 2.20. Propor soluções que atenda a melhor economicidade financeira, técnica e cronológica do projeto;
- 2.21. Analisar formas de solucionar as pendências e implantar ações corretivas;
- 2.22. Promover consultoria junto a Administração municipal, no âmbito técnico de engenharia, com intuito de colaborar na elaboração das prestações de contas parciais e finais (físico e financeiro), prestando os devidos esclarecimentos técnicos e auxiliando nas eventuais pendências, quando houver.
- 2.23. Acompanhar, conjuntamente com o Município, a execução dos serviços nas suas diversas fases, observando a qualidade da execução e dos materiais utilizados;
- 2.24. Atestar, conjuntamente com o Município, os quantitativos dos serviços realizados;
- 2.25. Atestar, conjuntamente com o Município, a qualidade do material fornecido, do material aplicado e do serviço executado;
- 2.26. Zelar, conjuntamente com o Município, pelo cumprimento da legislação de segurança do trabalho NR 10 e demais normas pertinentes;
- 2.27. Realizar visitas periódicas, "in loco", nas diversas frentes de serviços, para aferir as quantidades e a compatibilidade destes serviços com o projeto de engenharia;
- 2.28. Prestar, conjuntamente com o Município, os esclarecimentos solicitados pelos técnicos da Eletrobras, quando houver;
- 2.29. Analisar e propor soluções para o caso de surgir incompatibilidades entre o projeto e a realidade encontrada na obra. As adequações necessárias deverão ser incorporadas aos projetos, pelos respectivos projetistas, para a posterior aprovação, junto ao Município e/ou Eletrobras.
- 2.30. Verificar se estão sendo colocados à disposição dos trabalhos as instalações, equipamentos e equipe técnica previstos no contrato de execução dos serviços;
- 2.31. 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;
- 2.32. Verificar e atestar, conjuntamente com o gestor do município, as medições dos serviços;
- 2.33. Acompanhar a implantação de eventuais medidas de proteção ambiental adotadas;

- 2.34. Verificar o atendimento às diretrizes, normas, licenças, manuais, estudos e planos ambientais relativos à execução da obra e demais serviços;
- 2.35. 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;
- 2.36. 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;
- 2.37. Atualizar, limitado a área de abrangência do projeto, o cadastro do sistema de iluminação pública do município, ou seja, realizar o recadastramento da iluminação pública na área do projeto, por meio da elaboração de um projeto gráfico “as built”, que deverá demonstrar as substituições/instalações efetuadas, e apresentar a descrição detalhada dos pontos eficientizados. Dentre outros indicadores, informar a potência e tecnologia antes e após a execução do projeto;
- 2.38. Realizar os serviços de Medição e Verificação (M&V), antes e após a implementação do projeto, conforme as instruções apresentadas no anexo deste documento;

Supervisionar, pessoalmente, todas as atividades envolvidas direta ou indiretamente com o processo de Medição e Verificação (M&V) quando utilizar equipe própria em sua execução.

- 2.39. Supervisionar, pessoalmente ou remotamente, todas as atividades envolvidas direta ou indiretamente com o processo de Medição e Verificação (M&V), mesmo aquelas que, eventualmente, sejam executadas por terceiros, cujo desempenho possa impactar diretamente nos resultados da Medição e Verificação;
- 2.40. Registrar, planilhar, fotografar, além de supervisionar, avaliar, criticar e corrigir resultados de medições de grandezas elétricas e luminotécnicas coletadas por equipe própria ou, de terceiros, no âmbito do projeto em tela.

3. PRODUTOS

PRODUTOS		
Ref.	Produto	Formato
SERVIÇOS DE ENGENHARIA (antes da eficientização da iluminação pública)		
1.	Projeto Gráfico da Iluminação Pública Existente , em modelo fornecido pela Contratante, que represente a realidade “in loco” da área de abrangência do projeto, antes da implementação da obra.	Pdf
2.	Arquivo Eletrônico de Cadastro do Projeto , em modelo fornecido pela Contratante, cujos logradouros/praças deverão estar agrupados na forma de “cenários/padrões”, a fim de otimizar as simulações luminotécnicas	Xlsx

PRODUTOS		
Ref.	Produto	Formato
3.	Relatórios de Simulações Luminotécnicas dos “cenários/padrões” estabelecidos no Arquivo Eletrônico de Cadastro do Projeto, que deverão ser realizadas por meio do software Dialux Evo.	Pdf
SERVIÇOS DE ENGENHARIA (após a eficiência da iluminação pública)		
4.	Projeto Gráfico de Recadastramento (“as built”) , em modelo fornecido pela Contratante, que represente a realidade “in loco” da área de abrangência do projeto, antes e após a implementação da obra.	Pdf
SERVIÇOS DE CONSULTORIA (após a eficiência da iluminação pública)		
5.	Relatório Técnico de Acompanhamento de Projeto , em modelo fornecido pela Contratante, relatando as principais intercorrências ocorridas ao longo do período de execução da obra.	Pdf / Word
SERVIÇOS DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO M&V (Antes e Após)		
6.	Plano de Medição e Verificação - M&V , em modelo fornecido pela Contratante, cujo objetivo é selecionar metodologia de medição mais adequada à ação de eficiência energética em iluminação pública a ser executado, eventualmente, fazer ajustes necessários para que os resultados antes e depois possam ser comparados corretamente, além de calcular a precisão dos resultados.	Pdf / Word
7.	Relatório de Linha de Base - M&V , em modelo fornecido pela Contratante, cujo conteúdo deverá apresentar resultados de medições amostrais da grandeza elétrica: “potência” (lâmpada + reator), das quais ocorrerão em bancada de teste no próprio município. O relatório também deverá apresentar resultados da grandeza luminotécnica: “Iluminância”. Para determinar os níveis de “Iluminância”, deverão ser realizadas simulações luminotécnicas, por meio do software Dialux Evo. Ambas as grandezas deverão se referir à iluminação pública existente, ou seja, antes da implementação da ação de eficiência energética propriamente dita.	Pdf / Word

PRODUTOS		
Ref.	Produto	Formato
8.	Relatório Final de Medição e Verificação-M&V , em modelo fornecido pela Contratante, cujo conteúdo deverá apresentar resultados de medições amostrais da grandeza elétrica: “potência” (luminária LED), das quais ocorrerão em bancada de teste no próprio município. O relatório também deverá apresentar resultados das grandezas luminotécnicas: “Iluminância” e “uniformidade”, preferencialmente, das vias e/ou praças eleitas pelo plano amostral para fornecer amostras de luminárias com a finalidade de terem as grandezas elétricas medidas em bancada de teste. Para determinar os níveis de “Iluminância” e “uniformidade”, deverão ser realizadas medições “in loco” conforme determina a malha de verificação de projeto da NBR 5101. Ambas as grandezas deverão se referir a iluminação pública LED, ou seja, após a implementação da ação de eficiência energética propriamente dita.	Pdf / Word

4. FORMA DE PAGAMENTO

PROD.	DESCRIÇÃO		
*	Serviços de engenharia (antes da efficientização da IP)	Participação no custo unitário e total (%)	
1	Projeto Gráfico da Iluminação Pública Existente	10%	30%
2	Arquivo Eletrônico de Cadastro do Projeto (“cenários/padrões”)	10%	
3	Relatórios de Simulações Luminotécnicas	10%	
*	Serviços de engenharia (após a efficientização da IP)	Participação no custo unitário e total (%)	
4	Projeto Gráfico de Recadastramento (“as built”)	10%	10%
*	Serviços de consultoria (após a efficientização da IP)	Participação no custo unitário e total (%)	
5	Relatório Técnico de Acompanhamento de Projeto	20%	20%
*	Serviços de medição e verificação M&V (antes e após)	Participação no custo unitário e total (%)	
6	Plano de Medição e Verificação - M&V	5%	40%
7	Relatório de Linha de Base - M&V	15%	
8	Relatório Final de Medição e Verificação – M&V	20%	
TOTAL:		100%	100%

5. CRONOGRAMA

Item	Descrição	Escala do cronograma em meses: total 12 meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Produto 1												
2	Produto 2												
3	Produto 3												
4	Produto 4												
5	Produto 5												
6	Produto 6												
7	Produto 7												
8	Produto 8												

Especificação técnica: Serviços de Medição e Verificação – M&V

PLANO de M&V

1. PLANO DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO – M&V

O Plano de Medição e Verificação trata-se de um relatório técnico que concentra as informações relativas aos métodos, condições e procedimentos de análise dos dados, tanto no período antecedente à execução das medidas de eficiência energética, ou seja, antes da instalação das luminárias LEDs, como posteriormente, no período de verificação da quantidade de energia economizada, ou seja, após a instalação das luminárias LEDs.

O plano define detalhadamente, de forma transparente e precisa toda a estratégia de Medição e Verificação, constituindo, assim, um documento que assegura a qualidade de todo o processo e dos resultados obtidos.

1.1. MEDIÇÕES E MEDIDAS

A metodologia estabelece um conjunto de operações que tem por objetivo determinar o valor de 2 (duas) grandezas presente em processos de efficientização da iluminação pública, sendo uma de natureza elétrica e outra de natureza luminotécnica, a saber:

1.1.1. Grandeza Elétrica: Potência (Watt)

Na campanha de medição “antes” da ação de eficiência energética, ainda com tecnologia convencional, deverão ser coletados dados elétricos do conjunto: lâmpada + reator que compõem o ponto de iluminação pública existente.

Do mesmo modo, na campanha de medição “após” a ação de eficiência energética, já com a tecnologia LED, deverão ser coletados dados elétricos da luminária LED que corresponde o ponto de iluminação pública efficientizado.

Ambas as grandezas serão medidas obedecendo o plano amostral definido neste documento.

1.1.1.1. Procedimentos de Medição de Grandezas Elétricas

a) Luminária com tecnologia convencional

Orientado pelo plano amostral, no decorrer da execução da obra, deve-se coletar, ainda no campo, o número de luminárias convencionais determinado pelo plano amostral.

O responsável pela coleta deverá antes de promover a retirada das luminárias existentes eleitas pelo plano amostral, constatar que as mesmas se encontram em condições de operação, do contrário será inútil retirar do campo luminárias com lâmpadas queimadas, reator fora de funcionamento, ou qualquer outro defeito que inviabilize as medições elétricas.

Deste modo, o responsável pela coleta deverá inspecionar as luminárias existentes e seus equipamentos auxiliares, ainda no campo, a fim de evitar que no momento das medições em bancada não faltem amostras devido ao recolhimento de luminárias sem condições de uso.

Cada amostra a ser medida deverá refletir fielmente o ponto original que existia no poste, ou seja, exatamente o mesmo conjunto de equipamentos: luminária, relé fotocontrolador, lâmpada e reator. Deste modo, é proibido medições elétricas em composições de equipamentos diferentes da original coletada no poste, por exemplo, pegar a lâmpada de um conjunto e testar na luminária de outro conjunto, assim como o reator de um conjunto em outro, isso não será permitido.

O procedimento de coleta deverá, no mínimo, respeitar o seguinte ritual:

- i. A partir da identificação do ponto de IP a ser coletado, ou seja, eleito o logradouro e o poste, deve-se promover a retirada dos equipamentos que compõem o ponto de IP existente com cuidado para não danificar os equipamentos.
- ii. Após a coleta, deve-se, ainda no campo, inspecionar os equipamentos a fim de garantir que não houve danos na retirada;
- iii. O conjunto original: luminária, lâmpada, relé fotocontrolador e reator, deverão ser identificados individualmente (por meio de etiquetas, caneta permanente, ou outra solução que não seja frágil no manuseio) de modo a permitir seu rastreo, ou seja, de onde foi retirado. A identificação deverá conter no mínimo o nome do logradouro + 1 ponto de referência física próximo ao poste, podendo ser: o número da residência mais próxima, altura do Km da avenida, ou outro elemento representativo.
- iv. O conjunto original coletado, após terem os equipamentos individualmente identificados, ainda no campo, deverão ser acomodados (um conjunto por acomodação), em “sacos tipo sisal, saco para grãos e/ou similares com resistência adequada” ou “caixas com resistência apropriada” de modo a serem armazenados no almoxarifado, adequadamente, até o momento das medições elétricas.

As medições elétricas dos conjuntos coletados no campo deverão ser realizadas por profissionais habilitados para essa atividade, que deverão estar em dia com as obrigações legais de segurança que a atividade exige, além de utilizarem todos os equipamentos de segurança individual -EPI que a NR 10 determina.

A bancada de teste utilizada para esta finalidade deverá obedecer às normas de segurança previstas nas legislações pertinentes, além de todos os equipamentos de medição deverão estar devidamente calibrados e disponível para uso.

Após atendidas todas as questões de logística e de segurança, deve-se iniciar as medições elétricas.

Deve-se realizar, em cada conjunto de IP original retirado do campo, 3 (três) medições sucessivas, em operação estável, de modo a permitir a coleta de dados elétricos do

conjunto: lâmpada + reator, como: tensão, corrente e fator de potência, cujo objetivo é determinar a potência de operação da respectiva luminária.

Concluída as 3 (três) medições sucessivas em cada conjunto, deve-se realizar uma média aritmética simples dos 3(três) valores apurados, cujo resultado deverá ser adotado para efeito de cálculo de consumo de energia elétrica.

Os valores das 3 (três) medições sucessivas, assim com a média de cada conjunto de IP deverá ser planilhado em arquivo digital para futura entrega ao contratante.

b) Luminária com tecnologia LED

Orientado pelo plano amostral, no decorrer da execução da obra, deve-se coletar no almoxarifado do município, após a entrega pelo fornecedor e antes de sua efetiva instalação no poste, o número de luminárias LED determinado pelo plano amostral.

A orientação é de após a confirmação da presença das luminárias LEDs no almoxarifado do município, no decorrer da execução da obra, porém, antes da efetiva instalação no poste, deve-se proceder com as medições elétricas, e, para isso deve-se utilizar uma bancada de teste.

Atenção, pois a escolha da luminária LED (modelo, fabricante e potência) a ser medida na bancada de teste não deverá ser aleatória, ou seja, a opção por um ou outro modelo de luminária LED deverá estar conectado com a luminária convencional existente substituída no campo, definida no plano amostral.

A título de ilustração, segue um exemplo prático:

Se no logradouro “A” o projeto luminotécnico prevê a retirada de uma luminária convencional VS com potência de 250W para a instalação de uma luminária LED com potência de 100W (modelo “Y” e fabricante “W”), e este logradouro foi eleito para fornecer uma amostra para o processo de Medição e Verificação, significa que deve-se medir a luminária LED de 100W (modelo “Y” e fabricante “W”), antes de proceder com a substituição de fato. Logo após a conclusão da eficientização desta rua, deve-se medir uma amostra de luminária convencional VS 250W retirada do mesmo logradouro “A”.

Deve-se garantir uma ação orquestrada devidamente rastreada e documentada entre as amostras que se retira e o que se instala no parque de IP.

As medições elétricas das luminárias LEDs deverão ser realizadas por profissionais habilitados para essa atividade, que deverão estar em dia com as obrigações legais de segurança que a atividade exige, além de utilizarem todos os equipamentos de segurança individual -EPI que a NR 10 determina.

A bancada de teste utilizada para esta finalidade deverá obedecer às normas de segurança previstas nas legislações pertinentes, além de todos os equipamentos de medição deverão estar devidamente calibrados e disponível para uso.

Após atendidas todas as questões de logística e de segurança, deve-se iniciar as medições elétricas.

Deve-se realizar 3 (três) medições sucessivas, “in loco”, na luminária LED, em operação estável, de modo a permitir a coleta de dados elétricos da luminária, como: tensão, corrente e fator de potência, cujo objetivo é determinar a potência de operação da respectiva luminária.

Concluída as 3 (três) medições sucessivas na luminária, deverá ser realizada uma média aritmética simples dos 3 (três) valores apurados, cujo resultado deverá ser adotado para efeito de cálculo de consumo de energia elétrica.

Os valores das 3 (três) medições sucessivas, assim com a média de cada conjunto de IP deverá ser planilhado em arquivo digital para futura entrega ao contratante.

As luminárias LEDs medidas em bancada deverão ser identificadas individualmente (por meio de etiquetas, caneta permanente, ou outra solução que não seja frágil no manuseio) de modo a permitir seu rastreio, ou seja, o local onde será instalada. Para eleger o local da instalação deverá ser consultado o projeto luminotécnico (padrões/cenários) elaborado. A identificação deverá conter no mínimo o nome do logradouro + 1 ponto de referência física próximo ao poste, podendo ser: o número da residência mais próxima, altura do Km da avenida, ou outro elemento representativo.

c) Equipamentos utilizados na Medição e Verificação

Deverá ser apresentado a precisão dos equipamentos usados nas medições “in loco”, inclusive o certificado da calibração mais recente do respectivo equipamento.

Na hipótese de utilização de alicate wattímetro para medições de potência em luminárias de IP, deve-se ficar atento aos valores típicos normalmente encontrados. Em geral, NÃO superam a casa dos 400Watts, ou seja, NÃO superam 0,400kW.

Deste modo, se o modelo de alicate wattímetro utilizado na medição só permite registrar potências na escala de kW com 2 (duas) casas decimais, certamente irá, automaticamente, arredondar os valores de potência das luminárias de IP e prejudicar a precisão e a qualidade dos dados levantados. **Dessa forma, modelos de alicate wattímetro, que apresente o valor medido com apenas, com 2 (duas) casas decimais, demonstram-se inadequados** para medições com o nível de precisão desejada no processo de M&V, e, desta forma **NÃO devem ser utilizados**.

Diante do cenário acima, torna-se **obrigatório utilizar modelos de alicate wattímetro que apresente o valor medido, sem arredondamento, com 3 (três) casas decimais**, as potências típicas de luminárias de IP, por exemplo: 70W (0,070kW), 100W (0,100kW), 150W (0,150kW), 250W (0,250kW), 400W (0,400kW), dentre outras.

Dedicar atenção a esta condição tornou-se ainda mais importante e necessária em razão da utilização da tecnologia LED na iluminação pública, cujas potências são ainda menores.

1.1.2. Grandeza Luminotécnica

Na campanha de medição “antes” da ação de eficiência energética, ainda com tecnologia convencional, o procedimento para determinar o indicador: Iluminância Média – Emédio deverá ser por meio de simulação luminotécnica utilizando curva fotométrica de luminária convencional de mesma potência da instalada no local. Para a simulação deve-se utilizar o software Dialux Evo, utilizando como base de referência a malha de verificação estabelecida no software Dialux Evo. Esse procedimento tem por objetivo auxiliar o estabelecimento da linha de base do projeto.

Entretanto, na campanha de medição “após” a ação de eficiência energética, já com a tecnologia LED, o procedimento para determinar o indicador: Iluminância Média – Emédio e Uniformidade - U será por meio de medições “in loco”, com luxímetro, utilizando como base a malha de verificação estabelecida na NBR 5101. Esse procedimento tem por objetivo verificar o resultado luminotécnico final em face da respectiva NBR 5101.

Como observado acima, a campanha de medição das grandezas luminotécnicas tem dois objetivos distintos: auxiliar no estabelecimento da linha de base e verificar o resultado do projeto.

1.1.2.1. Procedimentos de Medição de Grandezas Luminotécnicas

a) Luminária com tecnologia convencional

Para superar a barreira de se obter curvas fotométricas (arquivo. ies) exatamente das luminárias convencionais existentes, ou seja, de mesmo modelo e fabricante, considerando que na grande maioria dos casos as instalações ocorreram há muitos anos e trata-se de equipamentos que já saíram do mercado. O Procel Reluz fornecerá um conjunto de arquivos IES (curvas fotométricas) de luminárias com tecnologia convencional, de diversas potências, de modo a permitir que todas as simulações luminotécnicas sejam realizadas em uma mesma base de referência.

Cabe esclarecer que, nesta fase, ou seja, “antes” da instalação das luminárias LEDs, NÃO serão consideradas medições luminotécnicas “in loco” do sistema de IP existente. Isto se deve ao fato de as luminárias existentes estarem impactadas por diversos fatores que prejudicam o seu desempenho luminotécnico atual, ou seja, fadiga, ausência de manutenção, sujeira no refrator, dentre outros indicadores que afetam o desempenho de qualquer luminária em operação.

Não seria razoável comparar o resultado luminotécnico de uma luminária que possui anos de exposição a diversos fatores que interfere no seu desempenho com uma luminária LED completamente nova.

Por esta razão, a metodologia adotada para efeito de comparação de desempenho luminotécnico entre a luminária convencional existente e a luminária LED, opta por utilizar simulação luminotécnica de uma “luminária convencional nova” (sem as depreciações naturais de sua utilização no campo), com uma luminária de LED também nova.

b) Luminária com tecnologia LED

Após a instalação das luminárias LEDs, deverão ser realizadas medições luminotécnicas, por amostragem, em VÃOS entre pontos de iluminação pública eficientizados situados na área de abrangência do projeto, cujo objetivo é descobrir, no próprio local onde as luminárias LEDs estão instaladas e operando, se a Iluminância Média (Emed) e a Uniformidade (U), medida “in loco” entre os respectivos VÃOS, atende ou não, aos valores estabelecidos na NBR 5101.

A malha de medição a ser utilizada na determinação do parâmetro indicado acima deverá ser conforme previsto no Item 7.2 da NBR 5101.

c) Equipamentos utilizados na Medição e Verificação

Deverá ser apresentado a precisão dos equipamentos usados nas medições “in loco”, inclusive o certificado da calibração mais recente do respectivo equipamento (Luxímetro).

1.2. ESTABELECIMENTO DO TAMANHO DA AMOSTRA

1.2.1. Plano de amostragem

O principal objetivo do respectivo plano é determinar o número de amostras que será objeto de medição e verificação M&V, no âmbito do projeto de eficientização da iluminação pública, com tecnologia LED.

1.2.1.1. Cálculo do tamanho da amostra inicial para medições de grandezas elétricas.

O tamanho da amostra inicial a ser contemplada com serviços de Medição e Verificação –

M&V, antes e após a ação de eficiência energética, deverá respeitar as 2 (duas) condições a seguir:

1ª Condição (A)	2ª Condição (B)
Segundo a NBR 5426 com regime de inspeção severa, nível I.	Supondo-se o coeficiente de variância de 0,5 e uma precisão desejada de 10% a 95% de confiabilidade.

A partir do resultado dos 2 (dois) valores calculados com base na condição “A” e “B”, deve-se determinar o tamanho inicial da amostra.

A. Cálculo do tamanho da amostra inicial em relação a 1ª Condição

Como apoio deve-se utilizar a tabela da NBR 5426 a seguir para estimação do tamanho da amostra inicial.

Início	Fim	Amostra
2	8	2
9	15	2
16	25	3
26	50	5
51	90	5
91	150	8
151	280	13
281	500	20
501	1.200	32
1.201	3.200	50
3.201	10.000	80
10.001	35.000	125
35.001	150.000	200
150.001	500.000	315
500.001		500

NBR 5426 com regime de inspeção severa, nível I

Com base na tabela da NBR 5426 pode-se concluir, por exemplo, que um projeto que possua 490 pontos de IP resultará em uma amostra inicial de 20 unidades.

B. Cálculo do tamanho da amostra inicial em relação a 2ª Condição

Para determinar o tamanho da amostra inicial de luminárias convencionais e de LED que deverão ser coletadas no sistema de IP, a metodologia de cálculo deverá perseguir a meta “95/10”, ou seja, 10% de precisão a 95% de confiabilidade.

Deste modo, todas as incertezas relativas aos processos de amostragem, deverão ficar abaixo de 10% a 95% de confiabilidade.

Após a conclusão do processo de medição e verificação, deve-se constatar se a meta “95/10” foi atingida. Caso contrário, deve-se ampliar a amostra.

Considerando que a ampliação de amostras significa, em geral, aumento de custo, aconselha-se adotar um valor inicial de amostra, ligeiramente, superior ao estimado pelas equações estatísticas (10% a mais), de modo que os equipamentos adicionais disponíveis contribuam para o atendimento da meta de precisão estabelecida no processo de M&V.

Na hipótese de, mesmo cumprindo as orientações, constatar, após a conclusão do processo de medição e verificação, que a meta de precisão desejada “95/10” não foi atingida, ou seja, a taxa de incerteza supera a taxa de 10% de precisão a 95% de confiabilidade, deve-se justificar as razões para o NÃO atingimento da meta inicial.

1. Cálculo do tamanho inicial da amostra (n_0)

$$n_0 = \frac{z^2 * cv^2}{e^2}$$

Onde:

Valor padrão da distribuição normal (z) =	1,96
Coefficiente de variação das medidas (cv) =	0,5
Precisão desejada (e) =	0,1
n_0 =	96,04

2. Cálculo do tamanho inicial da amostra ajustada (n):

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

Onde, para um exemplo de 490 pontos de IP eficientizados teremos:

n_0 =	96,04
N (Total de pontos eficientizados) =	490
n=	80,60

Considerando a pertinência de aumentar, ligeiramente, o tamanho da amostra inicial em razão da necessidade de atendimento a meta de incertezas estabelecidas no processo de M&V que no caso é de “95/10”, sugere-se que o tamanho da amostra inicial ajustada sofra um acréscimo que deve obedecer a seguinte regra:

$$n_{final} = n + (n * 10\%)$$

Onde, para um exemplo de 490 pontos de IP eficientizados teremos:

n=	80,60
% de acréscimo na amostra inicial ajustada =	10%
n_{final} =	88,66
n_{final} =	89

3. Cálculo do tamanho da amostra PRÉ-RETROFIT por subconjunto:

N: Tamanho da população

490

N1: Quantidade de pontos do subconjunto 1	VS 400W	262
---	---------	-----

N2: Quantidade de pontos do subconjunto 2	VS 100W	228
---	---------	-----

Proporcionalmente tem-se:

$$n_1 = \frac{N_1}{N} * n = \frac{262}{490} * 89 = 47,58 \text{ amostras}$$

$$n_2 = \frac{N_2}{N} * n = \frac{228}{490} * 89 = 41,44 \text{ amostras}$$

Logo:

n1: Pontos a serem medidos no subconjunto 1	VS 400W	48
---	---------	----

n2: Pontos a serem medidos no subconjunto 2	VS 100W	41
---	---------	----

4. Cálculo do tamanho da amostra PÓS-RETROFIT por subconjunto:

N: Tamanho da população		490
-------------------------	--	-----

N1: Quantidade de pontos do subconjunto 1	LED 180W	380
---	----------	-----

N2: Quantidade de pontos do subconjunto 2	LED 120W	110
---	----------	-----

Proporcionalmente tem-se:

$$n_1 = \frac{N_1}{N} * n = \frac{380}{490} * 89 = 69,02 \text{ amostras}$$

$$n_2 = \frac{N_2}{N} * n = \frac{110}{490} * 89 = 19,97 \text{ amostras}$$

Logo:

n1: Pontos a serem medidos no subconjunto 1	LED 180W	69
---	----------	----

n2: Pontos a serem medidos no subconjunto 2	LED 120W	20
---	----------	----

1.2.1.2. Tamanho da amostra para medições de grandezas luminotécnicas PÓS-RETROFIT (“in loco”)

I. Definição de Cenário/Padrão

Trata-se de um conjunto de logradouros/praças (avenidas, ruas, travessas e/ou espaços para pedestres) localizados na área de abrangência do projeto que a partir de semelhanças físicas do espaço urbano, e, também de semelhanças luminotécnicas do sistema de iluminação pública existente, são agrupados em um “cenário/padrão” típico, que representa todos os logradouros/praças contido neste respectivo agrupamento para efeito de projeto.

- Características que são consideradas para efeito de agrupamento em

“cenários/padrões”:

Classificação da via face à NBR 5101 (V1, V2, V3, V4 e V5), classificação dos passeios face à NBR 5101 (P1, P2, P3 e P4), largura da via, largura dos passeios, existência ou não de canteiro central, arranjo dos postes (bilateral, unilateral, dentre outros), largura de vão entre postes, afastamento do poste ao meio fio, dimensão do braço e altura de montagem da luminária.

Um “cenário/padrão” poderá conter um ou mais logradouros/praças, logo esta metodologia facilita a elaboração do projeto luminotécnico na medida que o resultado de uma única simulação luminotécnica (Dialux Evo), relativo a um único “cenário/padrão”, representará o projeto luminotécnico de um conjunto de logradouros/praças.

II. Tamanho da amostra para Medição Luminotécnica PÓS-RETROFIT (“in loco”)

O tamanho da amostra a ser contemplada com serviços de Medição e Verificação –M&V, “in loco”, após a ação de eficiência energética, deverá respeitar a regra a seguir:

- a) Número total de amostras: **12 unidades;**
- b) A distribuição das amostras pelos padrões/cenários estabelecidos no projeto luminotécnico será determinado pelo contratante com o auxílio técnico da contratada;
- c) Preferencialmente, todos os padrões/cenários deverão ser contemplados com, no mínimo, uma medição luminotécnica;
- d) O serviço de Medição e Verificação Luminotécnica deverá ser realizado “in loco” pelo responsável contratado para realizar o processo de M&V;
- e) O responsável pelas medições, poderá, previamente, solicitar apoio ao município para sinalizar e/ou interromper o trânsito em trechos dos logradouros beneficiados, visando preservar a segurança de todos;
- f) O responsável pelas medições deverá possuir e disponibilizar todos os equipamentos necessários ao processo de medição, inclusive, o de EPI para uso próprio;
- g) O responsável pelas medições deverá, previamente, informar ao município o período e o local das medições visando permitir o planejamento e acompanhamento das ações.
- h) Todos os resultados medidos, “in loco”, deverão ser planilhados e organizados em arquivo digital para futura entrega ao contratante.
- i) O responsável pelas medições deverá fotografar as atividades realizadas ao longo do processo de medição e verificação, com o objetivo de produzir evidências de consumação de todo o processo.
- j) As fotos deverão ser inseridas nos quadros apresentados mais adiante neste documento.

Especificação técnica: Serviços de Medição e Verificação M&V

LINHA DE BASE

—

1. RELATÓRIO DE LINHA DE BASE M&V

Trata-se de um relatório técnico que concentra os resultados das análises das grandezas elétricas e luminotécnicas do período de estabelecimento da linha de base.

1.1. METODOLOGIA

A seguir, será apresentada a metodologia para o estabelecimento da linha de base, inclusive, eventuais ajustes face o aparecimento de variáveis que constantemente estão presentes em sistemas de iluminação pública.

1.1.1. Variáveis

Trata-se de elementos que podem causar impacto mensurável no desempenho e no consumo de energia elétrica de um sistema de iluminação pública.

- a) **DEPRECIAÇÃO:** Depreciação dos equipamentos de iluminação pública ao longo de sua vida útil;
- b) **SUPERDIMENSIONAMENTO:** Superdimensionamento da iluminação pública existente, significativamente acima de norma;
- c) **SUBDIMENSIONAMENTO:** Subdimensionamento da iluminação pública existente, significativamente abaixo de norma;
- d) **QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA:** Qualidade da energia elétrica disponível na rede de distribuição local.

1.2. ESTRATÉGIAS

Estratégias para incorporar e/ou neutralizar os efeitos das variáveis no estabelecimento da linha de base.

a) DEPRECIAÇÃO:

Não comparar, de modo direto, o desempenho luminotécnico da “nova” luminária LED com o desempenho luminotécnico do “depreciado” conjunto: luminária + lâmpada, convencionais;

Deve-se comparar o desempenho luminotécnico da “nova” luminária LED com o resultado da simulação luminotécnica, por meio do Dialux Evo, utilizando a curva fotométrica de um conjunto: luminária + lâmpada, convencionais, cujas características sejam semelhantes ao conjunto que será substituído por LED.

Deste modo, a comparação do desempenho luminotécnico de ambos os equipamentos: convencional e LED serão com base em dispositivos novos, sem efeito da depreciação acumulada ao longo do tempo de utilização.

b) SUPERDIMENSIONAMENTO:

Não comparar, de modo direto, a potência e o consumo de energia elétrica da “nova” luminária LED com a potência e o consumo do “depreciado” conjunto: luminária + lâmpada, convencionais, sem antes atestar que a iluminação pública existente na área de abrangência do projeto **NÃO** esteja **SUPERDIMENSIONADA**, ou seja, com os níveis de Iluminância média - Emédio, bem acima do estabelecido pela NBR 5101.

Para atestar se a iluminação pública existente no local com tecnologia convencional, **NÃO** esteja **SUPERDIMENSIONADA**, deve-se observar o resultado da simulação luminotécnica, por meio do Dialux Evo, utilizando a curva fotométrica de um conjunto: luminária + lâmpada, convencionais, cujas características sejam semelhantes ao conjunto que será substituído por LED, e de **POTÊNCIAS (W) IGUAL E IMEDIATAMENTE INFERIOR** à do equipamento de IP existente no local.

A seguir, um exemplo prático para ilustrar a metodologia:

Na hipótese de existir uma luminária VS 250W no local de instalação.

1º passo:

Deve-se simular a luminária VS 250W e verificar a mesma atende aos níveis de Iluminância média estabelecida na NBR 5101.

Na hipótese da luminária com potência VS 250W **ATINGIR** o nível de Iluminância média estabelecida na norma 5101, deve-se executar os próximos passos da respectiva metodologia, a fim de verificar a existência ou não de **SUPERDIMENSIONAMENTO**.

Na hipótese da luminária com potência VS 250W **NÃO ATINGIR** o nível de Iluminância média da NBR 5101, considera-se que a luminária existente no local está **SUBDIMENSIONADA** e a mesma deverá ser tratada seguindo as regras de verificação de subdimensionamento que será apresentado mais a diante.

2º passo:

Na hipótese da luminária com potência VS 250W **ATINGIR** o nível de Iluminância média estabelecida na norma 5101, na sequência, deve-se simular a potência comercial, imediatamente **INFERIOR**, ou seja, simular a potência de 150W.

Na hipótese da luminária com potência de 150W **NÃO ATINGIR** o nível de Iluminância média estabelecida na NBR 5101, considera-se que a luminária existente com VS 250W está **COMPATÍVEL** com a NBR 5101 para o respectivo indicador.

Na hipótese da luminária com potência de 150W **ATINGIR** ao nível de Iluminância média estabelecida na NBR 5101, considera-se que a luminária existente de VS 250W está **SUPERDIMENSIONADA**, pois uma luminária VS 150W já atenderia o indicador da norma para o local.

3º passo:

Na hipótese de uma luminária com potência comercial, imediatamente inferior, atingir a Iluminância média estabelecida na NBR 5101, deve-se continuar testando potências comerciais, imediatamente inferiores, até que não se consiga mais atingir os níveis de Iluminância média estabelecidos na respectiva norma.

No exemplo acima, na hipótese da luminária VS 150W atender a Iluminância média, deve-se, também, testar a potência de 100W.

Na hipótese da potência de 100W não atingir o indicador de Iluminância média pertinente, considera-se que a potência adequada para o local seria, de fato, a de 150W, uma vez que se trata da **menor potência que consegue atingir ao indicador de referência estabelecido na NBR 5101 para o local**.

Deste modo, a comparação do consumo de energia elétrica de ambas as luminárias: convencional e LED serão com base em dispositivos **COMPATÍVEIS** com a norma 5101 para o parâmetro de referência, agindo assim, neutralizaremos os efeitos de instalações

existentes de potências, exageradamente, elevadas, resultado de dimensionamento equivocado para o local.

c) **SUBDIMENSIONAMENTO:**

Não comparar, de modo direto, a potência e o consumo de energia elétrica da “nova” luminária LED com a potência e o consumo do “depreciado” conjunto: luminária + lâmpada, convencionais, sem antes atestar que a iluminação pública existente no local **NÃO** esteja **SUBDIMENSIONADA**, ou seja, com os níveis de Iluminância média, bem abaixo do estabelecido pela NBR 5101.

Para atestar se a iluminação pública existente no local com tecnologia convencional, **NÃO** esteja **SUBDIMENSIONADA**, deve-se observar o resultado da simulação luminotécnica, por meio do Dialux Evo, utilizando a curva fotométrica de um conjunto: luminária + lâmpada, convencionais, cujas características sejam semelhantes ao conjunto que será substituído por LED, e de **POTÊNCIAS (W) IGUAL E IMEDIATAMENTE SUPERIOR** à do equipamento de IP existente no local.

A seguir, um exemplo prático para ilustrar a metodologia:

Na hipótese de existir uma luminária VS 150W no local de instalação.

1º passo:

Deve-se simular a luminária VS 150W e verificar a mesma atende aos níveis de Iluminância média estabelecida na NBR 5101.

Na hipótese da luminária com potência VS 150W **NÃO ATINGIR** o nível de Iluminância média estabelecida na norma 5101, deve-se executar os próximos passos da respectiva metodologia, com objetivo de determinar o grau de **SUBDIMENSIONAMENTO**.

Na hipótese da luminária com potência VS 150W **ATINGIR** o nível de Iluminância média da NBR 5101, deve-se certificar se o local está ou não **SUPERDIMENSIONADO**, seguindo as regras de verificação de superdimensionamento apresentado anteriormente.

2º passo:

Na hipótese da luminária com potência VS 150W **NÃO ATINGIR** o nível de Iluminância média estabelecida na norma 5101, na sequência, deve-se simular a potência comercial, imediatamente **SUPERIOR**, ou seja, simular a potência de 250W.

Na hipótese da luminária com potência de 250W **ATINGIR** ao nível de Iluminância média estabelecida na NBR 5101, considera-se que a luminária existente de VS 150W está **SUBDIMENSIONADA**, pois precisaria existir no local uma luminária VS 250W para atender o indicador da norma. Nesse caso, a potência de 250W deve ser adotada como referência, pois se trata da **menor potência que consegue atingir ao indicador de referência estabelecido na NBR 5101 para o local**.

3º passo:

Na hipótese de uma luminária com potência comercial, imediatamente superior, **NÃO ATINGIR** a Iluminância média estabelecida na NBR 5101, deve-se continuar testando potências comerciais, imediatamente superiores, até que se consiga atingir os níveis de Iluminância média estabelecidos na respectiva norma.

No exemplo acima, na hipótese da luminária VS 250W não atender a Iluminância

média, deve-se, também, testar a potência de 400W.

Deste modo, a comparação do consumo de energia elétrica de ambas as luminárias: convencional e LED serão com base em dispositivos **COMPATÍVEIS** com a norma 5101 para o parâmetro de referência, agindo assim, estaremos neutralizando os efeitos de instalações existentes de potências, exageradamente, baixas, resultado de dimensionamento equivocado para o local.

Excepcionalidade da metodologia de subdimensionamento:

Na hipótese da potência de 400W não permitir atingir o indicador de Iluminância média adequado a NBR 5101, considera-se que outros fatores físicos na área de abrangência do projeto estão afetando o projeto luminotécnico, tornando inviável o atendimento a norma com as condições existentes, como por exemplo: arranjo de postes existentes inadequados para a IP, distância entre postes existentes incompatíveis com a IP, dentre outros fatores.

Deste modo, considerando que potências superiores a 400W não são usuais na iluminação pública convencional, na hipótese de a potência comercial da luminária chegar a 400W, e mesmo assim, NÃO ocorrer o atendimento a norma no parâmetro Iluminância média, excepcionalmente, para efeitos de cálculo de consumo, deverá ser adotada a referência de 400W de potência.

d) QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA:

O objetivo é realizar medições elétricas, por amostragem, em equipamentos de iluminação pública antes e após a ação de eficiência energética, situados na área de abrangência do projeto, cujo intuito é descobrir a potência de operação da luminária na tensão da rede de distribuição da concessionária, considerando todas as intercorrências normais, e, eventualmente, anormais, presentes em uma rede de distribuição de baixa tensão - BT.

As medições elétricas serão realizadas em bancada de teste no próprio município.

Na campanha de medição “antes” da ação de EE, ou seja, do conjunto: luminária + reator, convencionais, a média das potências medidas deverá ser comparada com a potência nominal da luminária existente.

Na hipótese de haver uma variação de valor entre a média das potências apuradas nas medições das luminárias convencionais, para mais ou para menos, essa variação deverá ser incorporada na linha de base, de modo a agregar as variações medidas em bancada.

De mesmo modo, na campanha de medição “após” a ação de EE, ou seja, da luminária LED, a média das potências medidas deverá ser comparada com a potência nominal da luminária LED.

Na hipótese de haver uma variação de valor entre a média das potências apuradas nas medições das luminárias LED, para mais ou para menos, essa variação deverá ser incorporada na linha de base, de modo a agregar as variações medidas em bancada.

A metodologia de apuração e incorporação das variações, eventualmente, detectadas serão apresentadas mais adiante neste documento.

1.3. ESTABELECIMENTO DA LINHA DE BASE

1.3.1. Período de Medições de Grandeza luminotécnica do Sistema de IP Existente: Iluminância Média – Emédio (Lux):

Tempo necessário para realizar, “antes da ação de EE”, simulações luminotécnicas, por

meio do software Dialux Evo, utilizando curva fotométrica compatível com cada luminária de IP convencional contemplada no plano amostral.

1.3.2. Procedimentos voltados para medições luminotécnicas visando o estabelecimento da LINHA DE BASE

Para superar a barreira de se obter curvas fotométricas (arquivo. ies) exatamente das luminárias convencionais existentes, ou seja, de mesmo modelo e fabricante, considerando que na grande maioria dos casos as instalações ocorreram há muitos anos e trata-se de equipamentos que já saíram do mercado. O Procel Reluz fornecerá um conjunto de arquivos IES (curvas fotométricas) de luminárias com tecnologia convencional, de diversas potências, de modo a permitir que todas as simulações luminotécnicas sejam realizadas em uma mesma base de referência.

Cabe esclarecer que, nesta fase, ou seja, “antes” da instalação das luminárias LEDs, NÃO serão consideradas medições luminotécnicas “in loco” do sistema de IP existente. Isto se deve ao fato de as luminárias existentes estarem impactadas por diversos fatores que prejudicam o seu desempenho luminotécnico atual, ou seja, fadiga, ausência de manutenção, sujeira no refrator, dentre outros indicadores que afetam o desempenho de qualquer luminária em operação.

Não seria razoável comparar o resultado luminotécnico de uma luminária que possui anos de exposição a diversos fatores que interfere no seu desempenho com uma luminária LED completamente nova.

Por esta razão, a metodologia adotada para efeito de comparação de desempenho luminotécnico entre a luminária convencional existente e a luminária LED, opta por utilizar simulação luminotécnica de uma “luminária convencional nova” (sem as depreciações naturais de sua utilização no campo), com uma luminária de LED também nova.

Deve-se garantir a realização de 1 (um) estudo luminotécnico visando o estabelecimento da linha de base para cada cenário/padrão determinado no projeto luminotécnico, conforme instruções a seguir:

1.4 CONSTRUÇÃO DA LINHA DE BASE: CENÁRIOS/PADRÕES

Deve-se garantir a realização de 1 (uma) construção de linha de base para cada cenário/padrão estabelecido no projeto luminotécnico.

Inicialmente, até que as medições de potência nos equipamentos possam ser concluídas, fato que ocorrerá no período de execução da obra, deve-se adotar a contribuição da potência do reator em valores nominais.

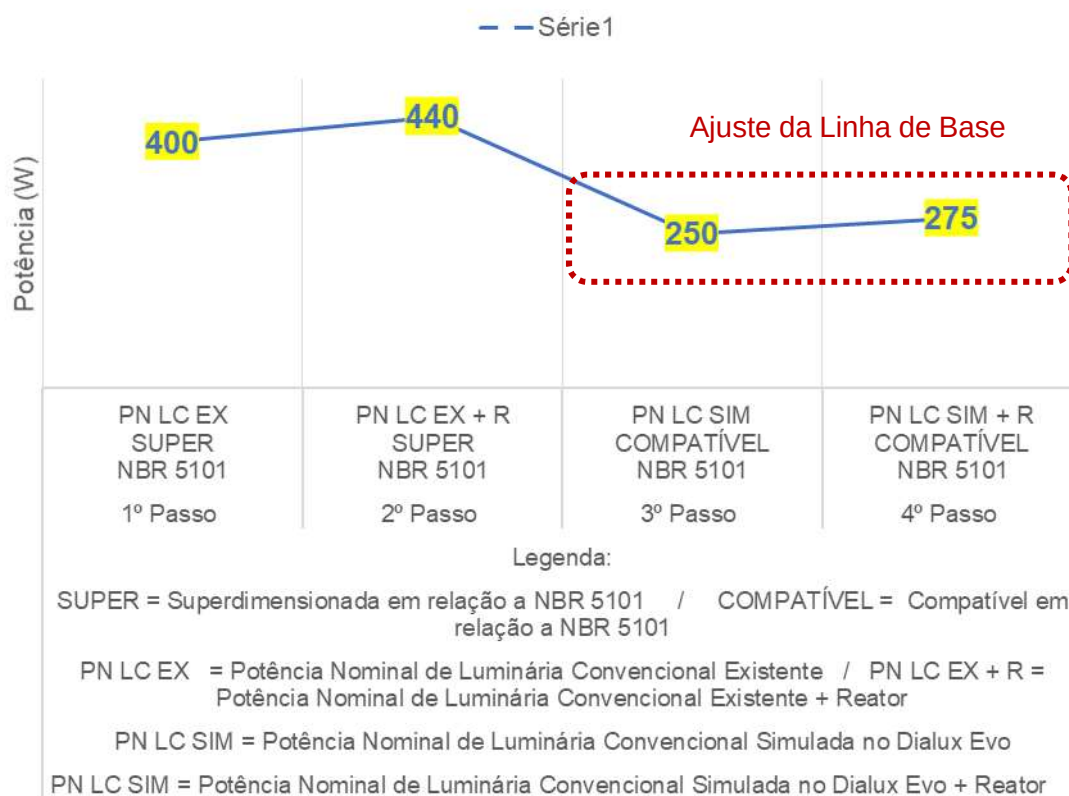
Com a conclusão das medições, os valores reais medidos, serão incorporados no gráfico.

1.4.1 ANTES da Ação de EE: CENÁRIO/PADRÃO “X”

1.4.1.1 Característica da luminária existente: VS 400W

1.4.1.2 Característica da luminária ajustada: VS 250W

IP existente superdimensionada em relação ao Iluminância Média - Emédio simulado em relação à NBR 5101.

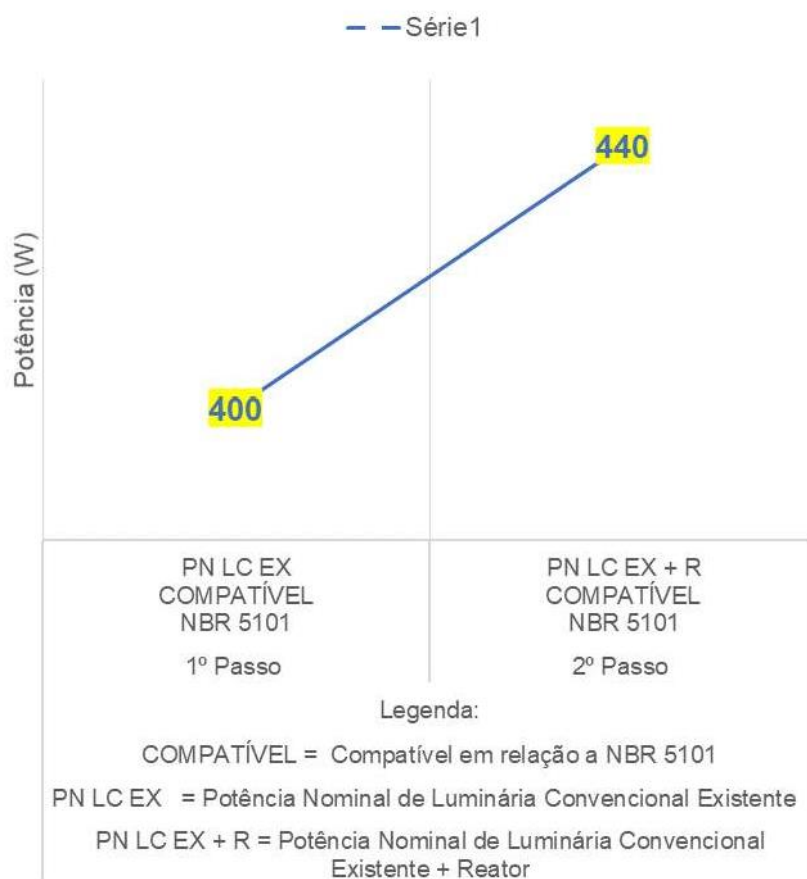


1.4.2 ANTES da Ação de EE: CENÁRIO/PADRÃO "Y"

1.4.2.1 Característica da luminária existente: **VS 400W**

1.4.2.2 Característica da luminária ajustada: **Não se Aplica**

IP existente **compatível** em relação ao Iluminância Média - Emédio simulado em relação à NBR 5101.

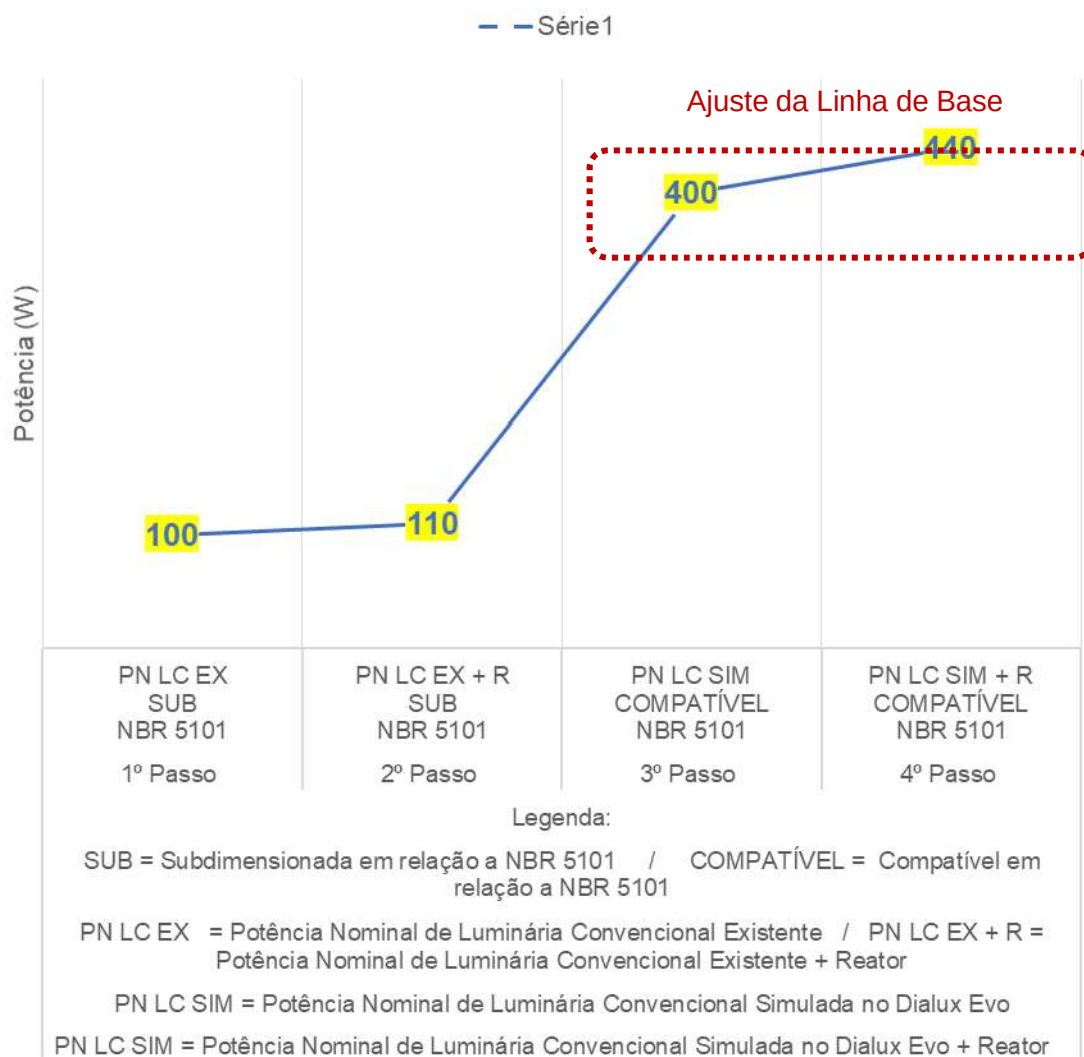


1.4.3 ANTES da Ação de EE: CENÁRIO/PADRÃO

1.4.3.1 Característica da luminária existente: **VS 100W**

1.4.3.2 Característica da luminária ajustada: **VS 400W**

IP existente **subdimensionada** em relação ao Iluminância Média - Emédio simulado em relação à NBR 5101.



Especificação técnica: Serviços de Medição e Verificação - M&V

RELATÁRIO FINAL DE M&V

1. RELATÓRIO FINAL DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO – M&V

Trata-se de relatório técnico que concentra os resultados das medições elétricas e luminotécnicas realizadas antes e após as ações de eficiência energética, ou seja, antes e depois de instaladas as luminárias LEDs.

O relatório, dentre outras informações, apresenta a economia de energia elétrica, advinda das ações de eficiência energética, em relação a duas referências distintas, a saber:

- a) **Referência 1:** Energia Elétrica Economizada em relação à Linha de Base, em kWh (economia virtual);
- b) **Referência 2:** Energia Elétrica Economizada em relação à potência da luminária de IP existente no local, em kWh (economia real).

1.1. PERÍODO DE MEDIÇÕES

1.1.1. Grandeza Elétrica: Potência (Watts):

Tempo necessário para realizar 3 (três) medição instantâneas sucessivas em cada luminária de IP convencional e LED contemplada no plano amostral.

Por questões de custos as medições elétricas deverão ser realizadas em bancada de teste.

1.1.2. Grandeza Luminotécnica no Sistema de IP LED: Iluminância Média – Emédio (Lux) e Uniformidade (U):

Tempo necessário para realizar, amostralmente, “após a ação de EE”, medições luminotécnicas, “in loco”, visando verificar o atendimento a NBR 5101 dos dois indicadores: iluminância média e uniformidade.

1.2. MEDIÇÕES ELÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE IP EXISTENTE

Para cada “cenário/padrão” estabelecido no projeto luminotécnico eleito para fornecer uma amostra, ou seja, um conjunto: luminária convencional + equipamentos auxiliares da iluminação pública existente para medições de grandezas elétricas, deve-se adotar o seguinte procedimento:

1º passo:

Deve-se eleger 1(um) logradouro/praça dentre as opções disponíveis no respectivo “cenário/padrão”, isso porque, eventualmente, um mesmo cenário/padrão pode conter mais de um logradouro/praça.

2º passo:

No logradouro/praça escolhido, deve-se definir 1 (um) ponto específico ao longo de seu percurso para realizar a respectiva coleta dos equipamentos existentes.

3º passo:

As condições e procedimentos para coleta, acondicionamento e identificação da amostra está explícito no Plano de Medição e Verificação já abordado anteriormente.

4º passo:

Visando permitir o rastreio de cada amostra retirada da área de abrangência do projeto, deve-se preencher um quadro resumo, cujo conteúdo será apresentado a seguir. Cada amostra retirada deverá possuir um quadro específico.

I. Atenção:

Visando permitir o rastreio de cada amostra de luminária Convencional retirada da área de abrangência do projeto, deve-se preencher um quadro resumo, cujo conteúdo será apresentado a seguir. Cada amostra retirada deverá possuir um quadro específico.

1.3. MEDIÇÕES ELÉTRICAS NAS AMOSTRAS DE LUMINÁRIAS LED

Para cada “cenário/padrão” estabelecido no projeto luminotécnico eleito para fornecer uma amostra, ou seja, um conjunto: luminária convencional + equipamentos auxiliares da iluminação pública existente para medições de grandezas elétricas, receberá de volta uma luminária LED.

A luminária LED que irá substituir a amostra de IP existente que foi retirada do campo, também deverá ser objeto de medição e deverá ter suas grandezas elétricas coletadas e registradas.

Atenção, pois a escolha da luminária LED (modelo, fabricante e potência) a ser medida na bancada de teste não deverá ser aleatória, ou seja, a opção por um ou outro modelo de luminária LED deverá estar conectado com a luminária convencional existente substituída no campo, definida no plano amostral.

As instruções de como proceder com a escolha da luminária a ser medida, assim como as condições e procedimentos para coleta, acondicionamento e identificação da amostra está explícito no Plano de Medição e Verificação já abordado anteriormente.

I. Atenção:

Visando permitir o rastreio de cada amostra de luminária LED avaliada e devolvida para a área de abrangência do projeto, deve-se preencher um quadro resumo, cujo conteúdo será apresentado a seguir. Cada amostra retirada deverá possuir um quadro específico.

1.4. MEDIÇÕES LUMINOTÉCNICAS “IN LOCO” LUMINÁRIA LED

Após a instalação das luminárias LEDs, deve-se realizar medições luminotécnicas, por amostragem, em VÃOS entre pontos de iluminação pública eficientizados, cujo objetivo é descobrir, no próprio local onde as luminárias LEDs estão instaladas e operando, se a Iluminância Média (E_{med}) e a uniformidade (U), medida “in loco”, atende ou não, aos valores estabelecidos na NBR 5101.

1.4.1. ESOLHA DO PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA “IN LOCO”

Preferencialmente, cada “cenário/padrão” estabelecido no projeto luminotécnico deve receber, no mínimo, uma medição luminotécnica. Na hipótese de existir um número maior de cenários/padrões no projeto luminotécnico do que o número de medições disponíveis, ou o inverso, deve-se adotar, de comum acordo com o responsável pelas medições, uma das medidas a seguir:

- a) De forma consensual e sem acréscimo de custos, o responsável pelas medições realiza medições luminotécnicas “in loco” adicionais até atender ao critério proposto, ou seja, uma medição luminotécnica em cada “cenário/padrão”; ou
- b) Na hipótese de não haver consenso entre as partes para realizar medições adicionais visando a atender ao critério proposto, a contratante definirá os “cenários/padrões” de maior relevância para as respectivas medições.
- c) Na hipótese de haver um número maior de medições luminotécnicas disponíveis do que o número de “cenários/padrões”, a contratante poderá eleger mais de um ponto no mesmo logradouro, ou, mais de um logradouro no mesmo “cenário/padrão, até atingir o número de medições luminotécnicas disponíveis.
- d) A critério da contratante, na hipótese de o objetivo ser atingido com uma cota menor de medição luminotécnica em relação ao número total disponível, principalmente em projetos com baixo número de “cenários/padrões”, poderá a contratante optar por utilizar parcialmente o total de medições luminotécnicas disponíveis.

Os resultados decorrentes das respectivas medições luminotécnicas deverão ser organizados na forma de quadros resumo, de modo que, cada ponto medido terá seu quadro específico, a saber:

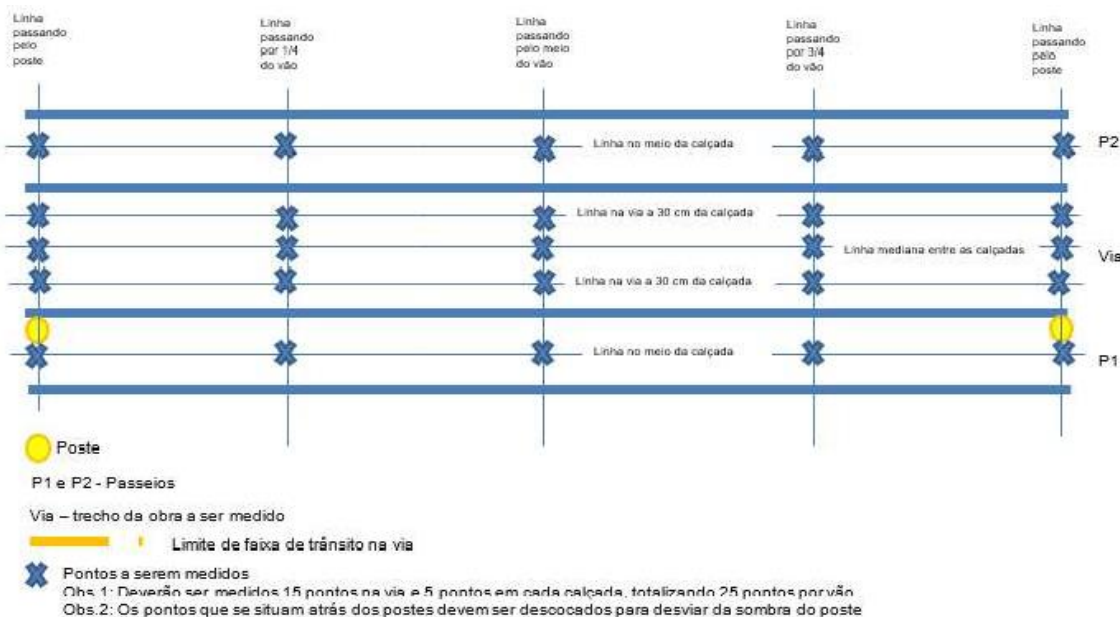
1.5. MALHA DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA “in loco”

Cálculo de Iluminância Média (Em) e Uniformidade (U) - LED

Para verificação de atendimento à norma NBR 5101 quanto aos indicadores de Iluminância Média (Em) e Uniformidade (U), deve-se utilizar as orientações a seguir:

A malha de medição a ser utilizada na determinação dos parâmetros indicados acima deverá ser conforme prevista no Item 7.2 da NBR 5101, a saber:

I. MALHA DE MEDIÇÃO: logradouro com 1 (uma) faixa de rolamento



1.5.1. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 1) / LED - CENÁRIO/PADRÃO

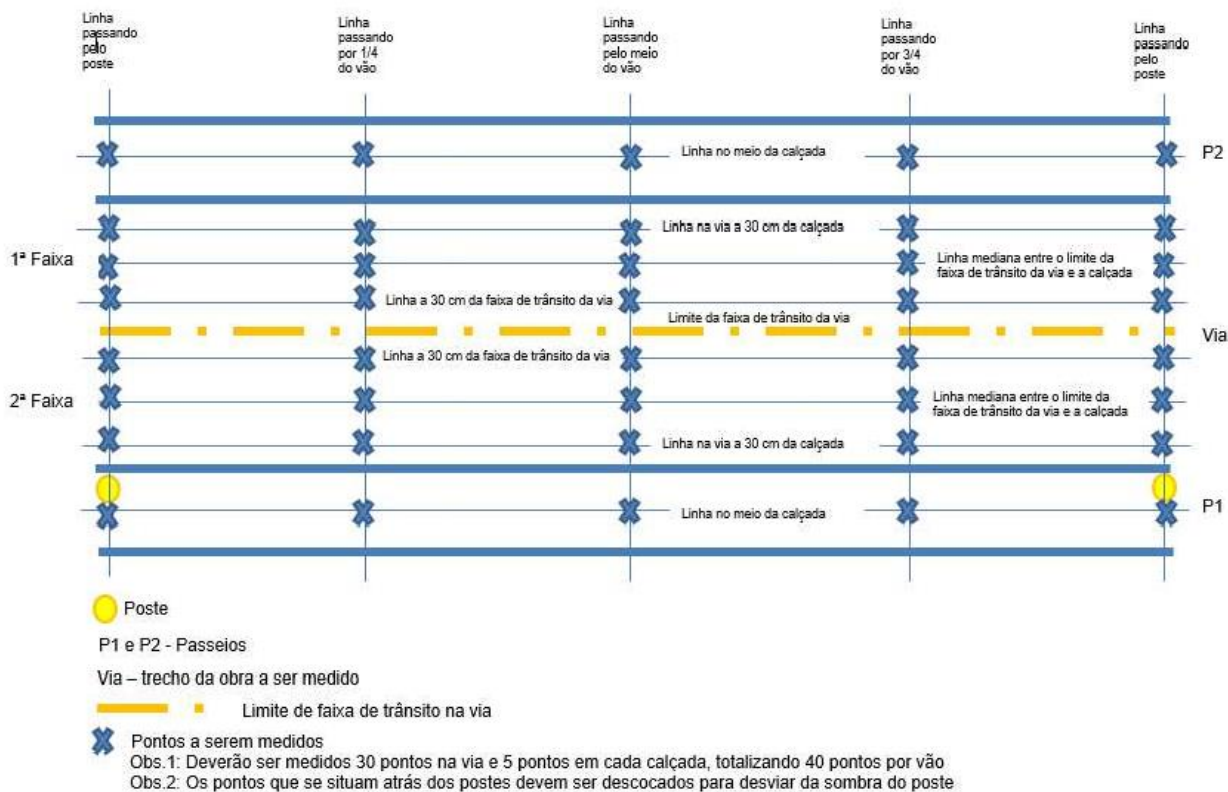
“in loco”

“X”

UNILATERAL

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)					f
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2	f
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35	f
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)					f
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	25	12	3	12	28	Calçada 1
Faixa de rolamento		0,47		32	14	5	14	33	Faixa de rolamento
		2,35		32	13	6	17	32	
		4,23		28	10	6	11	34	
Calçada		-		12	7	5	4	10	Calçada 2

II. MALHA DE MEDIÇÃO: logradouro com 2 (duas) faixas de rolamento



15.2. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 2 (“in loco”) / LED - CENÁRIO/PADRÃO “Y”

UNILATERAL

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)			
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1			P2
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25

U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)					
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	25	12	3	12	28	Calçada 1
Faixa de rolamento		0,47		32	14	5	14	33	Faixa de rolamento
		2,35		32	13	6	17	32	
		4,23		28	10	6	11	34	
Faixa de rolamento		5,2		24	10	6	8	30	Faixa de rolamento
		7,5		15	8	6	8	19	
		10,05		13	8	5	7	15	
Calçada				-		12	7	5	4

1.5.3. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 3 (“in loco”) / LED - CENÁRIO/PADRÃO “Z”

BILATERAL FRENTE A FRENTE

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)					
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1					P2
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35	
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)					
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	25	12	5	12	28	Calçada 1
Faixa de rolamento		0,47		32	14	5	14	33	Faixa de rolamento
		2,35		32	13	6	17	30	
		4,23		28	10	6	11	29	
Faixa de rolamento		5,2		24	10	6	8	28	Faixa de rolamento
		7,5		32	13	6	17	30	
		10,05		32	14	5	14	32	
Calçada		(Poste)		34	12	5	12	25	Calçada 2
				0	8,75	17,5	26,25	35	
				P3					P4

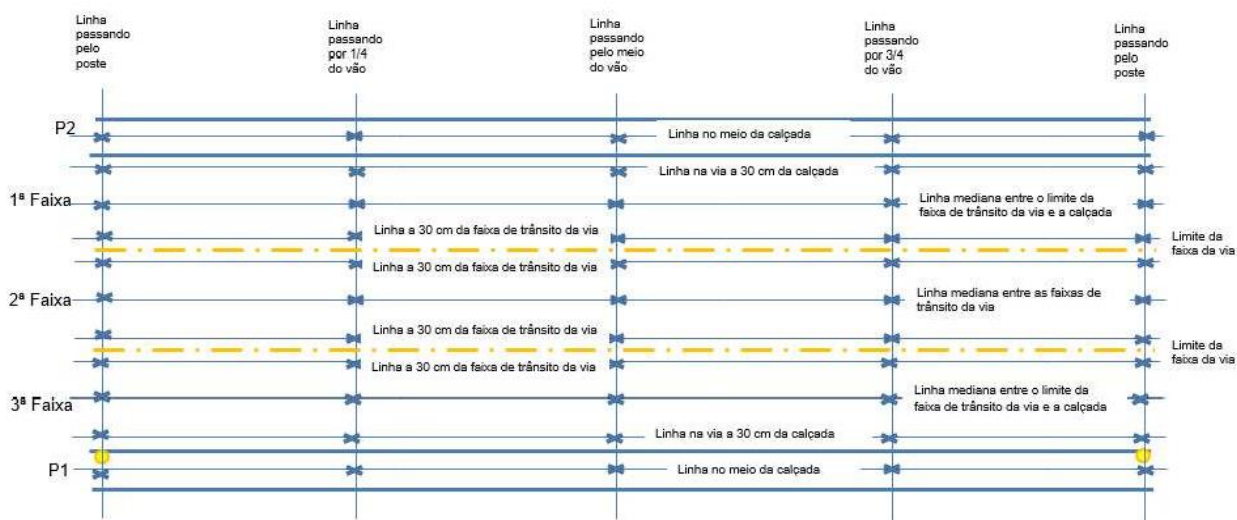
1.5.4. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 4 (“in loco”) / LED - CENÁRIO/PADRÃO “Z”

BILATERAL ALTERNADO

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)				
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)				

Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	26	12	3	12	24	Calçada 1		
Faixa de rolamento		0,47		32	14	5	14	31	Faixa de rolamento		
		2,35		32	13	6	17	28			
		4,23		28	10	6	11	25			
		5,2		24	10	28	10	24	Faixa de rolamento		
Faixa de rolamento		7,5		15	13	32	13	15			
		10,05		13	14	32	14	13			
Calçada				(Poste)	8	12	28	12	8	Calçada 2	
				0	8,75	17,5	26,25	35			
						P3					

III. MALHA DE MEDIÇÃO: logradouro com 3 (três) faixas de rolamento



1.5.5. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 5 (“in loco”)/ LED - CENÁRIO/PADRÃO “X”

BILATERAL FRENTE A FRENTE

Resultado: (pista, passeios e outros)

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)					
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2	
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35	
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)					
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	18	12	3	12	19	Calçada 1
Faixa de rolamento		0,47		32	14	10	14	31	Faixa de rolamento
		2,35		32	13	10	17	28	
		4,23		25	10	8	11	25	
Faixa de rolamento		5,05		13	10	6	10	13	Faixa de rolamento
		7,52		10	8	6	8	10	
	10,05	13	8	5	8	13			

Faixa de rolamento	10,8	21	10	8	10	16	Faixa de rolamento
	15,08	29	11	11	13	28	
	17,23	32	12	10	16	30	
Calçada	(Poste)	17	15	5	12	20	Calçada 2
		0	8,75	17,5	26,25	35	

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)				
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)				
				P3				P4

1.5.6. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 6 (“in loco”) / LED - CENÁRIO/PADRÃO “Y”

CANTEIRO CENTRAL COM ARRANJO BILATERAL

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)						
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2		
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35		
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)						
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	18	12	3	12	19	Calçada 1	
Faixa de rolamento		0,47		32	14	10	14	31	Faixa de rolamento	
		2,35		32	13	10	17	28		
		4,23		25	10	8	11	25		
Faixa de rolamento		5		13	10	6	10	13	Faixa de rolamento	
		7,51		13	8	6	8	10		
		10,05		13	8	5	8	13		
Faixa de rolamento		10,65		12	7	5	7	12	Faixa de rolamento	
		13,02		10	7	4	7	10		
		15		8	6	3	6	8		
Canteiro Central						Canteiro Central				
Faixa de rolamento		19		8	6	3	6	8	Faixa de rolamento	
		20,5		10	7	4	7	10		
	23,1	12	7	5	7	12				
Faixa de rolamento	23,8	13	8	5	8	13	Faixa de rolamento			
	26,45	13	8	6	8	10				
	29,1	13	10	6	10	13				

Faixa de rolamento	29,8	25	10	8	11	25	Faixa de rolamento
	32,5	32	13	10	17	28	
	35	32	14	10	14	31	
Calçada	(Poste)	17	15	5	12	20	Calçada 2

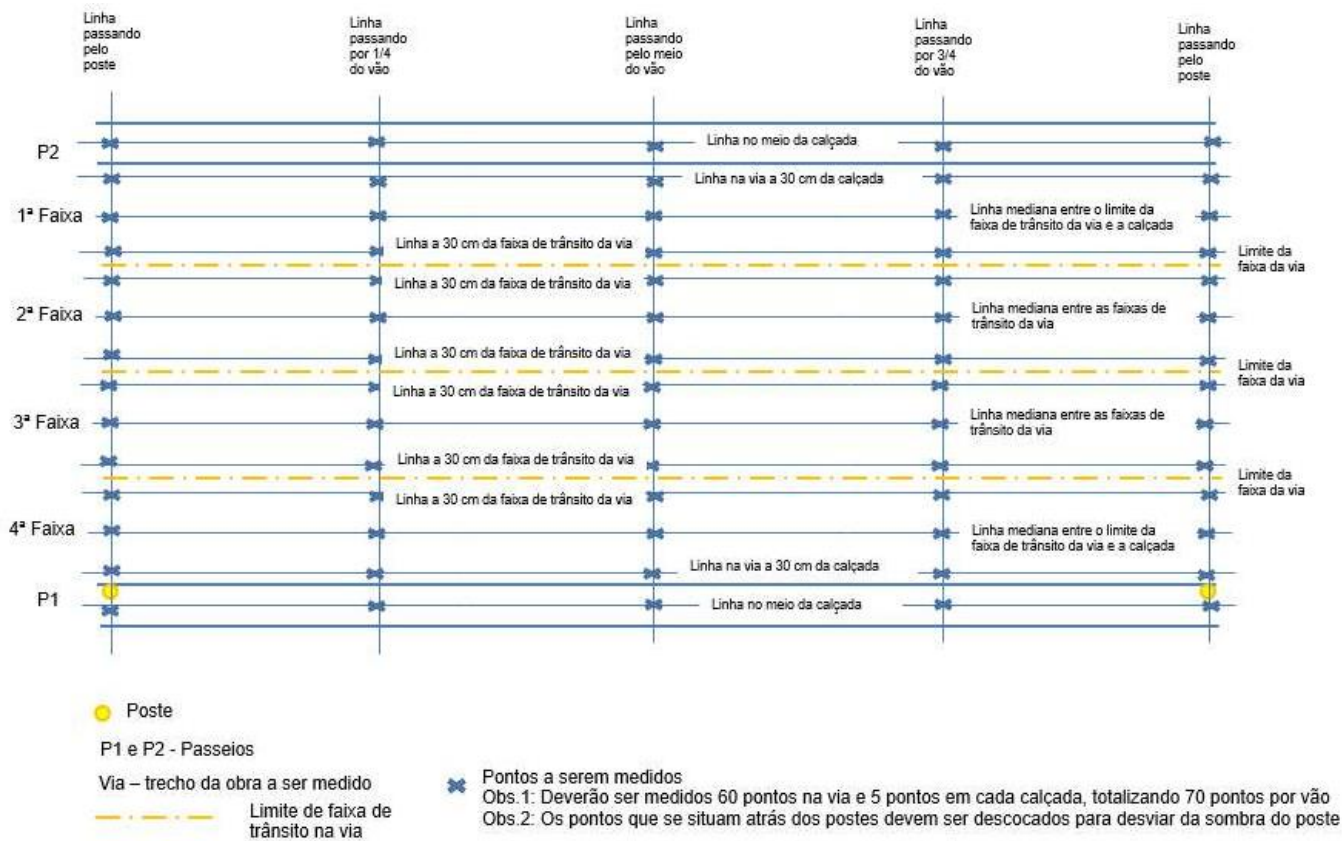
Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)				
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)				
				0	8,75	17,5	26,25	35
				P3				P4

1.5.7. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 7 (“in loco”) / LED - CENÁRIO/PADRÃO “X”

CANTEIRO CENTRAL: COM POSTES NO CANTEIRO CENTRAL

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)						
. . .	Calçada 1	. . .	Calçada 2							
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35		
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)						
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	-	Valores de iluminância (lux)	7	5	3	5	7	Calçada 1	
Faixa de rolamento		17,5		8	6	3	6	8	Faixa de rolamento	
		15,04		10	7	4	7	10		
		13,1		12	7	5	7	12		
Faixa de rolamento		12,5		13	8	5	8	13	Faixa de rolamento	
		10		13	8	6	8	12		
		7,3		13	10	6	10	13		
Faixa de rolamento		7,05		25	10	8	11	25	Faixa de rolamento	
		4,5		32	13	10	17	28		
		2		32	14	10	14	31		
Canteiro Central		(Poste)		P1P2					Canteiro Central	
Faixa de rolamento		2		32	14	10	14	31	Faixa de rolamento	
		4,5		32	13	10	17	28		
		7,05		25	10	8	11	25		
Faixa de rolamento		7,3		13	10	6	10	13	Faixa de rolamento	
		10		13	8	6	8	12		
		12,5		13	8	5	8	13		
Faixa de rolamento	13,1	12	7	5	7	12	Faixa de rolamento			
	15,04	10	7	4	7	10				
	17,5	8	6	3	6	8				
Calçada	-	7	5	3	5	7	Calçada 2			
				0	8,75	17,5	26,25	35		

IV. MALHA DE MEDIÇÃO: logradouro com (quatro) faixas de rolamento



1.5.8. PONTO DE MEDIÇÃO LUMINOTÉCNICA 8 (“in loco”) / LED - CENÁRIO/PADRÃO “Z”

BILATATERAL FRENTE A FRENTE

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)					
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2	
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35	
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)					
Calçada	Distância em relação ao poste P1 (m)	(Poste)	Valores de iluminância (lux)	18	12	3	12	19	Calçada
Faixa de rolamento		0,47		32	14	10	14	31	Faixa de rolamento
		2,35		32	13	10	17	28	
		4,23		25	10	8	11	25	
Faixa de		5,05		13	10	6	10	13	Faixa de

Resultado: (pista, passeios e outros)				Distância entre postes (m)					
Indicador	Calçada 1	Pista	Calçada 2	P1				P2	
Em(lux)	0	0	0	0	8,75	17,5	26,25	35	
U (unif.)	0,00	0,00	0,00	Valores de iluminância (lux)					
rolamento		7,52		10	8	6	8	10	rolamento
		10,05		10	8	5	8	9	
Faixa de rolamento		10,8		10	8	5	8	9	Faixa de rolamento
		15,08		10	8	6	8	10	
		17,23		13	10	6	10	13	
Faixa de rolamento		18,1		25	10	8	11	25	Faixa de rolamento
		20,5		32	13	10	17	28	
		23,1		32	14	10	14	31	
Calçada		(Poste)		18	12	3	12	19	Calçada
				0	8,75	17,5	26,25	35	
				P3				P4	

1.6. DETERMINAÇÃO DA ECONOMIA

1.6.1. Resumo das Medições Elétricas: PRÉ-RETROFIT

A	B	C	D	E	F	G	H	
Potência nominal (Watts)	Média das potências medidas (Watts)	Desvio Padrão das potências medidas	Número de amostras dos subconjuntos	CV	Erro Padrão	Estatística (t)	Incerteza	
							Absoluta (Watts)	(%)
400	425	17,7	48	4%	2,55	2,01	5,12	1%
100	108	18,8	41	17%	2,94	2,02	5,93	5%

Legenda: Colunas

- Potência Nominal da Luminária: Catálogo ou Placa;
- Média das potências medidas para cada subconjunto: fórmula disponível no Excel com a sintaxe MÉDIA (x1, x2, ...);
- Desvio Padrão das potências medidas para cada subconjunto: fórmula disponível no Excel com a sintaxe DESVPAD.A(x1, x2, ...);
- Número de amostras dos subconjuntos: resultado da distribuição da amostra inicial do plano amostral por cada subconjunto;
- Coeficiente de Variância: ((Desvio padrão / (média das potências medidas)) x 100;

F. Erro Padrão: (Desvio Padrão / (raiz quadrada do número de amostras do subconjunto));

G. Estatística (t): A função para isto no Excel é INV.T.BC(5%;n-1), onde 5% representa o nível de confiança de 95% (1-5%) e n é o número da amostra do subconjunto (não esquecer de diminuir uma unidade no número da amostra do subconjunto antes de inserir na função do Excel, ou seja, n-1);

H. Incerteza Absoluta e Percentual:

Absoluta: Erro Padrão multiplicada pelo valor "t";

Percentual: (Incerteza Absoluta / Média das potências medidas do subconjunto) x 100

1.6.2. Ajuste de potência da Linha de Base: PRÉ-RETROFIT

Na campanha de medição "antes" da ação de EE, ou seja, do conjunto: luminária + reator, convencionais, a média das potências medidas deverá ser comparada com a potência nominal da luminária existente.

Na hipótese de haver uma variação de valor entre a média das potências apuradas nas medições das luminárias convencionais, para mais ou para menos, essa variação deverá ser incorporada na linha de base, de modo a agregar as variações medidas em bancada.

Deve-se garantir a realização de 1 (uma) verificação de ajuste de linha de base para cada cenário/padrão estabelecido no projeto luminotécnico.

Retrofit	Cenário / Padrão	Potência Nominal da luminária existente (W)	Média das potências medidas (W)	[%] (-) ou (+) em relação a Pot. Nominal	Ajuste da Pot. Nom. da Luminária Exist (W)	Aplicação do [%] (-) ou (+) em relação a Linha de Base (W)
			[L+R]		Linha de Base	
1	X	400	425	6,2%	250	265
2	Y	400	425	6,2%	NA/Compatível	NA/Compatível
3	Z	100	108	8,0%	400	432

1.6.3. Resumo das Medições Elétricas: PÓS-RETROFIT

A	B	C	D	E	F	G	H	
Potência nominal (Watts)	Média das potências medidas (Watts)	Desvio Padrão das potências medidas	Número de amostras dos subconjuntos	CV	Erro Padrão	Estatística (t)	Incerteza	
							Absoluta (Watts)	(%)
180	182	1,8	69	1%	0,22	2,00	0,44	1%
120	123	2,5	20	2%	0,56	2,09	1,17	1%

Legenda: Colunas

- A. Potência Nominal da Luminária: Catálogo ou Placa;
- B. Média das potências medidas para cada subconjunto: fórmula disponível no Excel com a sintaxe MÉDIA (x1, x2, ...);
- C. Desvio Padrão das potências medidas para cada subconjunto: fórmula disponível no Excel com a sintaxe DESVPAD.A(x1, x2, ...);
- D. Número de amostras dos subconjuntos: resultado da distribuição da amostra inicial do plano amostral por cada subconjunto;
- E. Coeficiente de Variância: ((Desvio padrão / (média das potências medidas)) x 100;
- F. Erro Padrão: (Desvio Padrão / (raiz quadrada do número de amostras do subconjunto));
- G. Estatística (t): A função para isto no Excel é INV.T.BC(5%;n-1), onde 5% representa o nível de confiança de 95% (1-5%) e n é o número da amostra do subconjunto (não esquecer de diminuir uma unidade no número da amostra do subconjunto antes de inserir na função do Excel, ou seja, n-1);
- H. Incerteza Absoluta e Percentual:
Absoluta: Erro Padrão multiplicada pelo valor “t”;
Percentual: (Incerteza Absoluta / Média das potências medidas do subconjunto) x 100

1.6.4. Ajuste de potência da Linha de Base: PÓS-RETROFIT

Na campanha de medição “após” a ação de EE, ou seja, da luminária LED, a média das potências medidas deverá ser comparada com a potência nominal da luminária LED.

Na hipótese de haver uma variação de valor entre a média das potências apuradas nas medições das luminárias LED, para mais ou para menos, essa variação deverá ser incorporada na linha de base, de modo a agregar as variações medidas em bancada.

Deve-se garantir a realização de 1 (uma) verificação de ajuste de linha de base para cada cenário/padrão estabelecido no projeto luminotécnico.

Retrofit	Cenário / Padrão	Potência Nominal da luminária LED (W)	Média das potências medidas (W) [L]	[%] (-) ou (+) em relação a Pot. Nominal	Aplicação do [%] (-) ou (+) em relação a Linha de Base (W)
1	X	120	123	2,5%	123
2	Y	180	182	0,1%	182
3	Z	180	182	0,1%	182

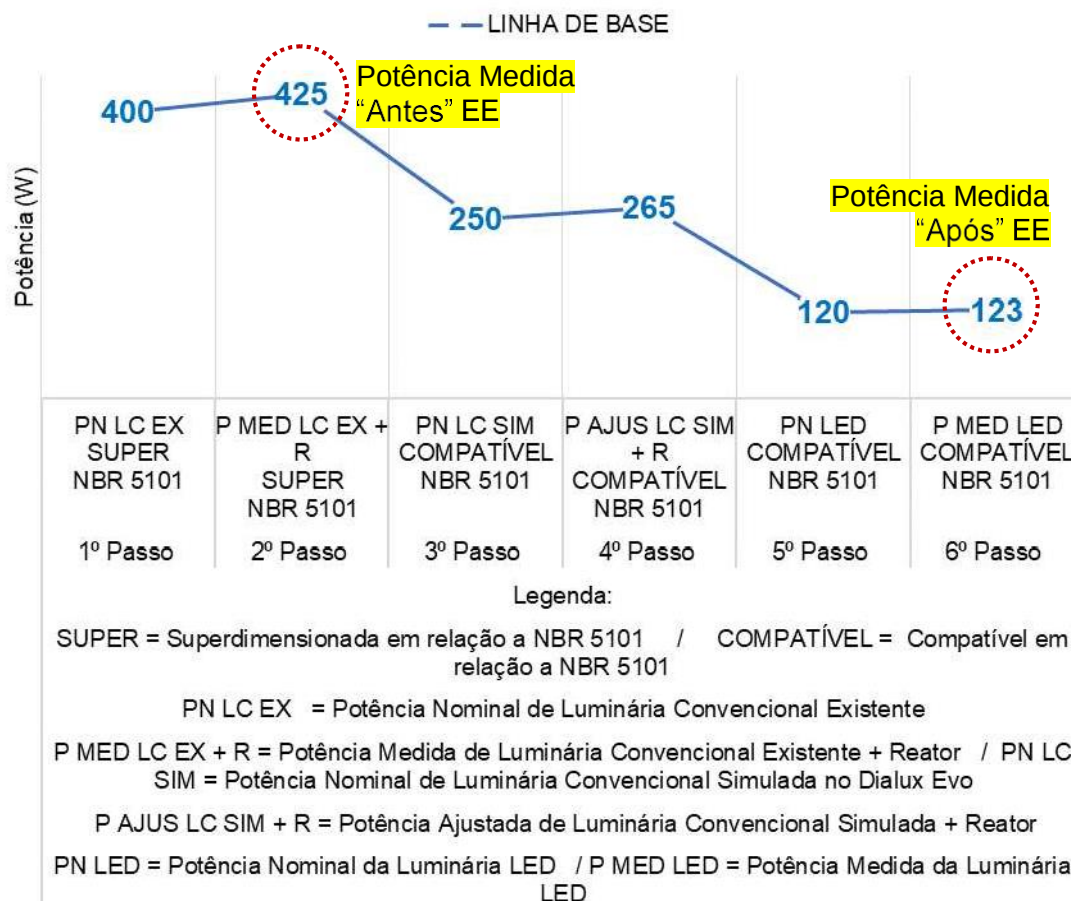
1.7. AJUSTES NA CONSTRUÇÃO DA LINHA DE BASE: “CENÁRIOS/PADRÕES”

Deve-se garantir a realização de 1 (uma) verificação de ajuste de linha de base para cada cenário/padrão estabelecido no projeto luminotécnico.

1.7.1 APÓS a Ação de EE: CENÁRIO/PADRÃO “X”

- a) Característica da luminária existente: **VS 400W**
- b) Característica da luminária ajustada: **VS 250W**
- c) Característica da luminária LED: **120W**

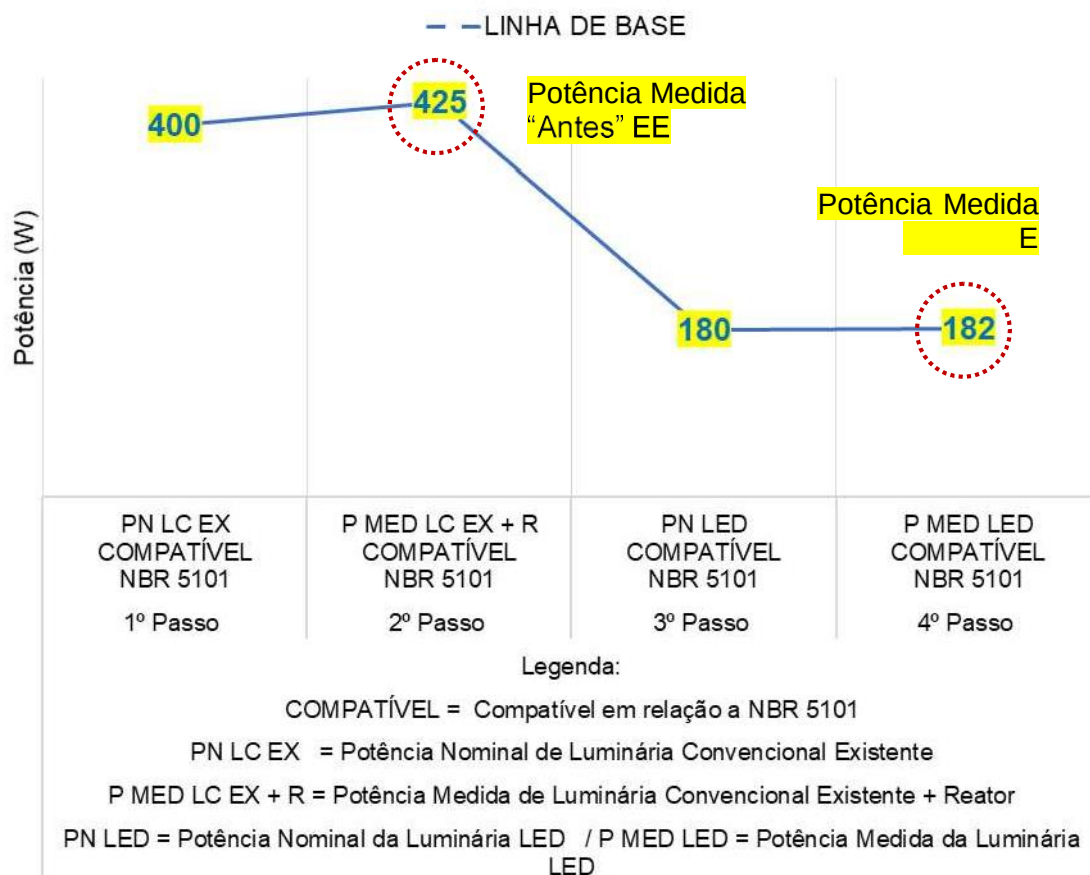
IP existente **superdimensionada** em relação ao Iluminância Média - Emédio simulado em relação à NBR 5101.



1.7.2. APÓS a Ação de EE: CENÁRIO/PADRÃO “Y”

- a) Característica da luminária existente: **VS 400W**
- b) Característica da luminária ajustada: **Não se Aplica**
- c) Característica da luminária LED: **180W**

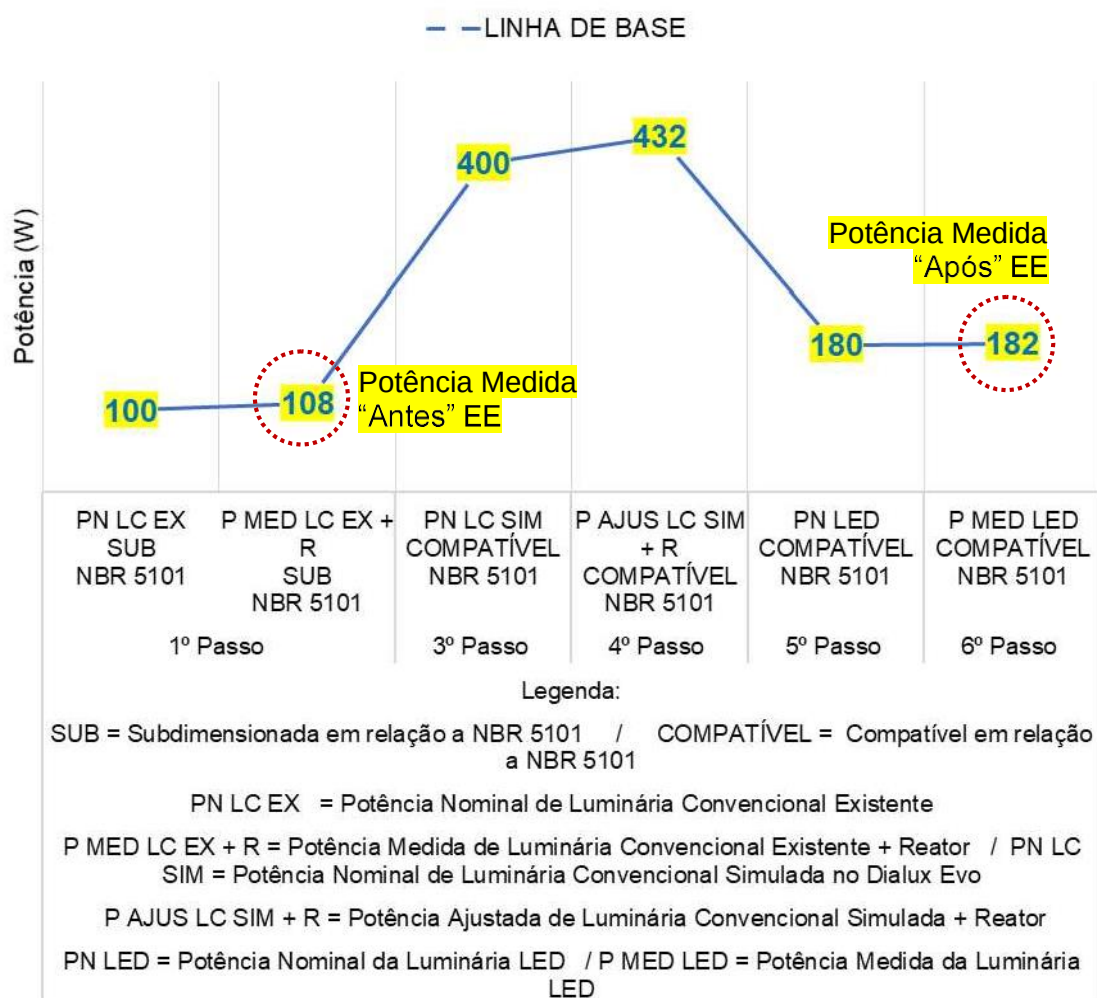
IP existente **compatível** em relação ao Iluminância Média - Emédio simulado em relação à NBR 5101.



1.7.3. APÓS a Ação de EE: CENÁRIO/PADRÃO “Z”

- a) Característica da luminária existente: **VS 100W**
- b) Característica da luminária ajustada: **VS 400W**
- c) Característica da luminária LED: **180W**

IP existente **subdimensionada** em relação ao Iluminância Média - Emédio simulado em relação à NBR 5101.



1.8. RESULTADOS DA AMOSTRA PARA A POPULAÇÃO.

1.8.1. População: Logradouros / Praças

Retrofit	Cenário/Padrão	Localização	Nome do Logradouro/Praça	Nome do Bairro / Município	Qtd. de Luminárias
1	X	1.1	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	35
		1.2	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	25
		1.3	Praça xxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	50
Subtotal					110
2	Y	2.1	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	5
		2.2	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	75
		2.3	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	40
		2.4	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	15
Subtotal					135
3	Z	3.1	Praça xxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	80
		3.2	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	3
		3.3	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	7
		3.4	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	8
		3.5	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	2
		3.6	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	50
		3.7	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	35
		3.8	Rua xxxxxx	Bairro xxxxx / Município xxxxx	60
Subtotal					245
Total Geral					490

1.8.2. População: Tecnologia / Potência (W), Antes da Ação EE

Retrofit	Cenário/Padrão	Localização	VS 100W	VS 400W	Qtd. de Luminárias
1	X	1.1	35		35
		1.2		25	25
		1.3	10	40	50
Subtotal			45	65	110
2	Y	2.1	5		5
		2.2	75		75
		2.3		40	40
		2.4	15		15
Subtotal			95	40	135

Retrofit	Cenário/Padrão	Localização	VS 100W	VS 400W	Qtd. de Luminárias
3	Z	3.1		80	80
		3.2	3		3
		3.3	7		7
		3.4	8		8
		3.5	2		2
		3.6	50		50
		3.7		35	35
		3.8		42	60
Subtotal			88	157	245
Total Geral			228	262	490

1.9. ECONOMIA DE ENERGIA POR CENÁRIO/PADRÃO E POR LOGRADOURO

Retrofit		Cenário/Padrão	Localização	Quant. de Luminárias	Tecnologia e Potência Nominal da Luminária existente	Média das potências medidas das luminárias existentes (L+R)	Potência Média Ajustada (Simulada) do conjunto (L+R), cuja potência atende ao indicador de referência: Iluminância Média.	Potência Nominal da Luminária LED.	Potência Média Consolidada Medida da Luminária LED.	Energia Real Economizada/ano.	Energia Virtual Economizada/ano.
										REAL (W)	VIRTUAL (kWh/ano)
I. Energia Real Economizada/ano = [(Pot_medida_exist * Pop.) – (Pot_medida_LED * Pop.)] * Hdia * Dano											
II. Hdia = RES Nº 2.590/2019											
III. Energia Virtual Economizada/ano = [(Pot_ajustada_Sim * Pop.) – (Pot_medida_LED * Pop.)] * Hdia * Dano											
IV. Dano = 365 dias											
				Pop	Pot nominal	Pot medida exist	Pot ajustada Sim	Pot nominal	Pot medida LED		
	X		1.1	35	VS 00W	108	265	120	123	-2.190,27	20.734,59
	X		1.2	25	VS 400W	425	265	120	123	31.498,22	14.810,42
	X		1.3.1	10	VS 00W	108	265	120	123	-625,79	5.9247
	X		1.3.2	40	VS 400W	425	265	120	123	50.397,16	23.696,68
	jbtota				110					79.079,31	65.165,86
	Y		2.1	5	VS 00W	108	432	180	182	543,62	5,21 4,94
	Y		2.2	75	VS 00W	108	432	180	182	-23.54,32	78.224,06
	Y		2.3	40	VS 400W	425	432	180	182	40.551,35	41 719,50
	Y		2.4	15	VS 00W	108	432	180	182	-4.630,86	15.644,81
	jbtota				135					11.222,55	140.803,31
			3.1	80	VS 400W	425	432	180	182	81 02,71	83.439,00
			3.2	3	VS 100W	108	432	180	182	-926,71	3,1 28,96
			3.3	7	VS 00W	108	432	180	182	-2.61 07	7.300,91
			3.4	8	VS 00W	108	432	180	182	-2.469,79	8.343,90
			3.5	2	VS 00W	108	432	180	182	-617,45	2.085,98
			3.6	50	VS 00W	108	432	180	182	-5.436,22	52.49,38

Retrofit		Cenário/Padrão	Localização	Quant. de Luminárias	Tecnologia e Potência Nominal da Luminária existente	Média das potências medidas das luminárias existentes (L+R)	Potência Média Ajustada (Simulada) do conjunto (L+R), cuja potência atende ao indicador de referência: Iluminância Média.	Potência Nominal da Luminária LED.	Potência Média Consolidada Medida da Luminária LED.	Energia Real Economizada/ano. Em relação as potências reais instaladas. Trata-se economia sentida na fatura de EE.	Energia Virtual Economizada/ano. Em relação a Linha de Base, ou seja, ao indicador de referência: Iluminância Média.
					REAL (W)	VIRTUAL (W)			REAL (W)	REAL (kWh/ano)	VIRTUAL (kWh/ano)
I. Energia Real Economizada/ano = [(Pot_medida_exist * Pop.) – (Pot_medida_LED * Pop.)] * Hdia * Dano											
II. Hdia = RES Nº 2.590/2019											
III. Energia Virtual Economizada/ano = [(Pot_ajustada_Sim * Pop.) – (Pot_medida_LED * Pop.)] * Hdia * Dano											
		Pop	Pot nominal	Pot medida exist	Pot ajustada Sim	Pot nominal	Pot medida LED				
		3,7	35	VS 400W	425	180	182	35.482,43		36.504,56	
		3,8	42	VS 400W	425	180	182	42.578,92		43.805,48	
		3,9	1	VS 100W	108	180	182	-2.469,79		8.343,90	
		3,10	10	VS 100W	108	180	182	-3.087,24		0.429,88	
		Subtotal	245					131.996,33		255.531,94	
Total Geral		490						222.298,18		461.501,11	

1.10. REDUÇÃO DE POTÊNCIA POR CENÁRIO/PADRÃO E POR LOGRADOURO

Retrofit	Cenário/P adrão	Localizaç ão	Pop de Luminá	Potência Medida Pré Retrofit	Potência Virtual Calculada Pré Retrofit	Potência Medida Pós Retrofit	Redução Real	Redução Virtual
				REAL (kW)	VIRTUAL (kW)	REAL (kW)	(%)	(%)
1	X	1.1	35	Pot_ media_ exist 108 3,78	Pot_ajustada_Sim 265 9,28	Pot_ media_LED 123 4,31	-14%	54%
1	X	1.2	25	425 10,63	265 6,63	123 3,08	71%	54%
1	X	1.3.1	10	108 1,08	265 2,65	123 1,23	-14%	54%
1	X	1.3.2	40	425 17,00	265 10,60	123 4,92	71%	54%
	Subtotal		110	32,49	29,15	13,53	58%	54%
2	Y	2.1	5	108 0,54	432 2,16	182 0,91	-69%	58%

[illegible]

Planilha de formação de Preços:

Os Serviços de Engenharia objeto dessa contratação possuem características peculiares, envolvendo serviços na área de engenharia elétrica e luminotécnica, não sendo possível a realização da estimativa do valor da contratação a partir dos itens I e II do § 2º do artigo 23 da Lei 14.133, pois não existem itens semelhantes nas tabelas de referências SICRO ou SINAPI, tão pouco conhece-se pesquisa publicada em mídia especializada.

Realizou-se então pesquisa de contratações similares realizadas pela Administração Pública, conforme indicado no item III do § 2º do artigo 23 da Lei 14.133.

A tabela a seguir indica os valores das contratações similares, sendo todas com o objeto “Serviços de consultoria em engenharia para elaboração de projeto de iluminação pública com tecnologia LED, serviços de medição e verificação M&V, além de serviços de apoio técnico à fiscalização, supervisão e gerenciamento de obra estabelecidos no Termo de Cooperação Técnica no âmbito da Procel Reluz.”

Contratante	Valor	Pontos	R\$/ponto
Consórcio CIRAUI/RS	119.431,00	2.404	49,68
São Luiz Gonzaga/RS	57.150,00	1.143	50,00
Pontão/RS	25.640,00	347	73,89
Entre Rios do Sul/RS	36.000,00	555	64,86
Valor Médio por Ponto			59,61

Conforme é possível observar-se, os valores globais dos contratos são bastante distintos, variando proporcionalmente a quantidade de pontos do projeto (tamanho do projeto).

No entanto, ao calcular-se o valor por ponto de iluminação, os contratos passam a ter valores dentro de uma faixa aceitável de variação (entre R\$ 49,68 e R\$ 73,89 por ponto).

Desta forma, entende-se que o valor médio por ponto de iluminação do projeto torna-se o parâmetro mais adequado para estimar o valor desta contratação, conforme cálculo a seguir:

Projeto São Leopoldo	
Total de Pontos do Projeto	2.185
Valor Médio por Ponto (outras contratações)	59,61
Valor Estimado para Contratação	130.247,85

Assim, estima-se o valor máximo desta contratação em R\$ 130.247,85 (cento e trinta mil e duzentos e quarenta e sete reais e oitenta e cinco centavos).

Em anexo, os contratos de outros municípios que embasaram os cálculos realizados.

Preço dos serviços estimado:

O preço médio global para a execução do serviço de consultoria em engenharia para elaboração de projeto de iluminação pública com tecnologia em LED, serviços de Medição e Verificação é de R\$ 130.247,85 (cento e trinta mil e duzentos e quarenta e sete reais e oitenta e cinco centavos).

FISCAL DO CONTRATO: A ADMINISTRAÇÃO nomeia o servidor Maurilio José Caetano Farias matrícula 83493, e-mail iluminacao@saoleopoldo.rs.gov.br, para que na função de fiscal do contrato acompanhe a execução dos serviços, no local onde ocorrerem, realizando as conferências, as medições e relatórios que conterão pormenorizadamente as atividades que foram ou não efetivadas, a fim de instruir o GESTOR DO CONTRATO. Caberá à fiscalização o acompanhamento dos trabalhos visando verificar o atendimento total das obrigações aqui dispostas. A fiscalização terá

poderes para proceder qualquer determinação que seja necessária a perfeita execução dos serviços. A fiscalização, não isenta a CONTRATADA das responsabilidades assumidas.

GESTOR DO CONTRATO: A Administração nomeia o servidor Jiovane Veiga Pinto, matrícula nº 54797, e-mail, jiovane.veiga@saoleopoldo.rs.gov.br , para que na função de gestor da do contrato acompanhe o andamento do mesmo, exija o cumprimento do pactuado, trate das eventuais alterações, comunique à CONTRATADA as eventuais faltas ou irregularidades no atendimento ao objeto supramencionado, recuse os serviços ou produtos em desacordo com o licitado, receba as informações do fiscal, seja a interface com a CONTRATADA. Além disso, emitirá as advertências por descumprimento ao pactuado, a fim de promover as notificações e sanções cabíveis, na busca do melhor atendimento do objeto pretendido e a efetiva execução, bem como dê providências nas obrigações da ADMINISTRAÇÃO.

PRAZO DE VIGÊNCIA: O prazo de vigência da contratação é de 12 meses renováveis dentro da lei.

DAS SANÇÕES ADMINISTRATIVAS: O fornecedor ou prestador de serviço que não mantiver a proposta, falhar ou fraudar a execução do fornecimento estará sujeito às sanções previstas na Lei federal 14.133/21, sem prejuízo do eventual cancelamento da Nota de Empenho.

OBRIGAÇÕES DA LICITANTE VENCEDORA: Cumprir todas as especificações técnicas e exigências do edital; Refazer, reparar ou substituir nos prazos estipulados pelos fiscais do município todo material/equipamento considerável inaceitável, ou que não estiverem em conformidade com as especificações exigidas no empenho e ordem de compra;
Responder por qualquer ou prejuízo causado ao município ou a terceiros, em decorrência da execução dos serviços;
Preservar e manter o município salvo de quaisquer reivindicações, demandas, queixas ou representações de qualquer natureza, decorrentes de sua ação ou omissão.

OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE:

Designar servidor fiscal do contrato, ao qual caberá a responsabilidade de acompanhar, fiscalizar e avaliar a execução do serviço, conforme legislação vigente.

Emitir ordem de serviço estabelecendo dia, hora, local e demais informações que achar pertinentes para o bom cumprimento do objeto.

Notificar a LICITANTE VENCEDORA de qualquer alteração ou irregularidade encontrada na execução dos serviços

Efetuar o pagamento à LICITANTE VENCEDORA, nas condições estabelecidas no termo de referência e em edital.

Rejeitar os serviços executados em desacordo com as obrigações assumidas pela empresa LICITANTE VENCEDORA, exigindo sua correção.

LOCAL E PRAZO DE ENTREGA: Os serviços deverão ser entregues na Prefeitura Municipal de São Leopoldo, localizado na Av. Dom João Becker. 665, bairro Centro na cidade de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, com prévio agendamento realizado com o fiscal do contrato.

CONDIÇÕES DE PAGAMENTO: O pagamento do serviço será efetuado pela Prefeitura Municipal de São Leopoldo em 30 (trinta) dias, a partir da contratada apresentação da Nota Fiscal/Fatura, e após a conferência e liquidação desta pelo Secretaria de Mobilidade Urbana-Semurb, Diretoria de Gestão e Planejamento-DGP. O pagamento será efetuado por meio de crédito em conta corrente da licitante.

A Nota Fiscal/Fatura deverá estar acompanhada dos seguintes documentos: Certidão negativa de débitos do INSS, FGTS, Trabalhistas, Tributos Federais, Estadual e Municipal.

A Nota Fiscal/Fatura se contiver erro deverá ser substituída, neste caso, a Prefeitura Municipal de São Leopoldo efetuará a devida comunicação à licitante, dentro do prazo fixado para o pagamento. A licitante deverá providenciar a substituição no prazo de 7 (sete) dias a partir da comunicação do erro.

A Contratada deverá registrar na nota fiscal/fatura: o número do processo licitatório, número da conta corrente, a agência bancária, o banco, o exercício e o número do empenho que autoriza a prestação dos serviços.

O documento de cobrança deverá ser emitido em nome da Prefeitura Municipal de São Leopoldo, conforme segue:

MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO

Endereço: Avenida Dom João Becker, nº 754, Centro

CEP 93.010-010

CNPJ: 89.814.693/0001-60

Inscrição Estadual: Isenta

9. DOTAÇÃO ORÇAMENTÁRIA:

22.00 – SECRETARIA MUNICIPAL DE MOBILIDADE E SERVIÇOS URBANOS

22.03 – DIRETORIA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA E SERVIÇOS URBANOS

1179 – EFICIENCIA ENERGETICA

1877 - 3.3.90.35.00.00.00.00 – 0700 – 0000476 - SERVIÇOS DE CONSULTORIA

COMUNICAÇÕES ENTRE LICITANTE VENCEDORA E A ADMINISTRAÇÃO: Todas as comunicações relativas ao objeto licitado serão consideradas como regularmente feitas se entregues ou enviadas por carta registrada, telegrama ou correio eletrônico (e-mail), quando realizadas pelo gerente do contrato e/ou fiscal do contrato.

DO FORO: Fica eleito o foro de São Leopoldo, Estado do Rio Grande do Sul, para quaisquer questões ou conflitos decorrentes do presente.

Maurilio José Caetano Farias
Fiscal do Contrato

Jiovane Veiga Pinto
Gestor do Contrato

Sandro Della Mea Lima
Secretário de Mobilidade Urbana e Serviços Urbanos